# การจัดลำดับความสำคัญของโครงการลงทุนถนนในผังเมืองจังหวัดสงขลา

# Prioritizing Road Investment Projects in Songkhla's Town Planning


ธนกฤต อรัญดร

Thanakrit Arundon


วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Civil Engineering
Prince of Songkla University

2563


ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

# การจัดลำดับความสำคัญของโครงการลงทุนถนนในผังเมืองจังหวัดสงขลา

# Prioritizing Road Investment Projects in Songkhla's Town Planning

ธนกฤต อรัญดร

Thanakrit Arundon

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Civil Engineering
Prince of Songkla University
2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร

**ชื่อวิทยานิพนธ์** การจัดลำดับความสำคัญของโครงการลงทุนถนนในผังเมืองจังหวัดสงขลา
**ผู้เขียน** นายธนกฤต อรัญดร
**สาขาวิชา** วิศวกรรมโยธา

---

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก**

.....
(ดร.อรกมล วังอภิสิทธิ์)

**คณะกรรมการสอบ**

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา เจนศิริศักดิ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล กรประเสริฐ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ)

.....กรรมการ
(ดร.อรกมล วังอภิสิทธิ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(ดร.อรกมล วังอภิสิทธิ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ.....
(นายธนกฤต อรัญดร)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....
(นายธนกฤต อรัญดร)
นักศึกษา

**ชื่อวิทยานิพนธ์** การจัดลำดับความสำคัญของโครงการลงทุนถนนในผังเมืองจังหวัดสงขลา
**ผู้เขียน** นายธนกฤต อรัญดร
**สาขาวิชา** วิศวกรรมโยธา (วิศวกรรมขนส่ง)
**ปีการศึกษา** 2562

## บทคัดย่อ

ถนนเป็นระบบขนส่งหลักในประเทศไทย รองรับความต้องการในการเดินทางเชื่อมต่อ อำนวยความสะดวกประชาชนและพัฒนาเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ ซึ่งมีหน่วยงานของรัฐคอยกำกับดูแล จังหวัดสงขลาเป็นหนึ่งในเมืองเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ที่มีจำนวนโครงการถนนมากเป็นอันดับสองของภาคใต้ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างจากงบประมาณรายจ่ายแผนงานบูรณาการพัฒนาด้านคมนาคมที่มีอยู่อย่างจำกัด และลดลงอย่างต่อเนื่องในแต่ละปี ทำให้มีผลต่อการพัฒนาและบำรุงรักษาทุกโครงการที่รับผิดชอบให้ครอบคลุมทั้งหมด ส่งผลให้หน่วยงานต้องตัดสินใจเลือกลงทุนโครงการถนนที่เหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด งานวิจัยนี้นี้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนของโครงการถนนในจังหวัดสงขลาจาก 3 หน่วยงานหลัก ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับโครงการถนน โดยพิจารณาตามลักษณะการดำเนินการก่อสร้างใหม่ และปรับปรุงถนนเดิม โดยมีปัจจัย ด้านวิศวกรรม ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านการเมืองและนโยบาย และด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นปัจจัยหลักในการพิจารณา และใช้วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP) ในการช่วยวิเคราะห์ความคลุมเครือของกระบวนการตัดสินใจ และนำน้ำหนักความสำคัญมาให้คะแนนเพื่อจัดลำดับโครงการที่ดำเนินการ ผลการศึกษาพบว่า ทั้งสามหน่วยงานให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านวิศวกรรมเป็นอันดับหนึ่ง เฉลี่ยร้อยละ 34.73 และให้ความสำคัญกับปัจจัยอื่นๆ โดยมีความสำคัญเฉลี่ย ด้านเศรษฐศาสตร์ร้อยละ 23.25 ด้านการเมืองและนโยบายร้อยละ 21.07 และด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมร้อยละ 20.96 ตามลำดับ และจากความเห็นเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 97 คน พบว่าการลงทุนโครงการก่อสร้างและปรับปรุงถนนเพื่อพัฒนาพื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการมีความสำคัญเป็นลำดับแรก จากนั้นจึงเป็นพื้นที่พาณิชยกรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรม พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม พื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการและสิ่งแวดล้อม ตามลำดับ ผลของงานวิจัยนี้ทำให้ได้แนวทางในการวางแผนตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการก่อสร้างและปรับปรุงถนนในจังหวัดสงขลาที่เหมาะสมต่อไป

**Thesis Title** The prioritization on road investment projects in Songkhla
**Author** Mr. Thanakrit Arundon
**Major Program** Civil Engineering (Transportation)
**Academic Year** 2019

## Abstract

Road is a principal transportation system in Thailand. It is utilized 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 research 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 34.73 percent; and secondary, the economic factors, at 23.25 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 road investment projects in Songkhla, and beyond.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาจาก ดร.อรกมล วังอภิสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา เจนศิริศักดิ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล กรประเสริฐ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรเมศวร์ เหลือเทพ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งกรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ทำให้ผู้วิจัยมีความรู้ความเข้าใจ ทั้งในเชิงวิชาการและเทคนิคต่างๆ มากขึ้น รวมถึงการตรวจสอบข้อบกพร่องที่เกิดจากความเอาใจใส่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณ ดร.อรกมล วังอภิสิทธิ์ ที่ได้กรุณาช่วยเหลือผู้วิจัยในหลายๆ ด้าน ได้ให้โอกาสในการทำงานวิจัยต่างๆ พร้อมทั้งสนับสนุนในการทำงานวิจัย และเป็นต้นแบบในการทำงานที่ดีให้แก่ผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่สนับสนุนทั้งสถานที่ และแหล่งข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ยอมสละเวลา และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการสัมภาษณ์ พร้อมให้คำชี้แนะต่างๆ ตลอดจนหน่วยงานราชการ กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ที่ให้ข้อมูล พร้อมเอื้อสถานที่ในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

ขอขอบพระคุณ คุณสุพิศ นนทะสร และคุณจิราพร ยวงใย เจ้าหน้าที่สำนักงานประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่อำนวยความสะดวกในการจัดส่งเอกสารต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

ขอขอบคุณ ผองเพื่อนและรุ่นพี่ ปริญญาโททุกท่านที่มีส่วนร่วมและให้ความช่วยเหลือในการสำรวจข้อมูล และเป็นกำลังใจที่ดีแก่ผู้วิจัยตลอดระยะเวลาที่ทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ ครูอาจารย์ทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ได้ให้การอบรม สั่งสอน ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย ซึ่งส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถมาสู่อีกจุดสำเร็จหนึ่งของชีวิตได้

ท้ายที่สุดผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่มอบความรัก อบรมสั่งสอน เลี้ยงดู ส่งเสริมการศึกษา ให้การช่วยเหลือด้านต่าง ๆ และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา ทำให้การศึกษาและทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ธนกฤต อรัญดร

# สารบัญ

**หน้า**

**บทคัดย่อ** ..... **5**
**กิตติกรรมประกาศ** ..... **7**
**สารบัญ** ..... **8**
**สารบัญรูปภาพ** ..... **11**
**สารบัญตาราง** ..... **14**
**บทที่ 1 บทนำ** ..... **1**
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย ..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ..... 2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย ..... 2
1.3.1 กลุ่มตัวอย่าง ..... 2
1.3.2 โครงการถนนที่จัดลำดับความสำคัญ ..... 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 4
**บทที่ 2 ทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** ..... **5**
2.1 การลงทุนโครงการถนน ..... 5
2.2 การพัฒนาที่ยั่งยืน ..... 6
2.2.1 การพัฒนาการที่ยั่งยืนกับการขนส่ง ..... 8
2.3 การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making: MCDM) ..... 10
2.3.1 วิธี Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS) ..... 12
2.3.2 วิธี Simple Additive Weighting (SAW) ..... 13
2.3.3 วิธี Analytic Hierarchy Process (AHP) ..... 13
2.3.4 วิธี Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) ..... 17
2.3.5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ..... 25
2.4 งานวิจัยการตัดสินใจลงทุนโครงการขนส่ง ..... 26
2.4.1 บทความและงานวิจัยในต่างประเทศ ..... 26
2.4.2 บทความและงานวิจัยในประเทศ ..... 29
2.4.3 งานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยการตัดสินใจลงทุนทางโครงการขนส่งที่น่าสนใจอื่น ..... 30
2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยในการพิจารณาของงานวิจัย ..... 33

# สารบัญ (ต่อ)

**หน้า**

2.5.1 การวิเคราะห์ปริมาณจราจร 33
2.5.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ 34
2.5.3 การทดสอบความแตกต่างทางสถิติ 46
**บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 53**
3.1 กรอบการดำเนินงานวิจัย 53
3.2 การทบทวนงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ 54
3.3 การศึกษาปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจลงทุนโครงการถนนในจังหวัดสงขลา 54
3.4 การสำรวจความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญจากแบบสอบถาม 57
3.5 การวิเคราะห์หาน้ำหนักปัจจัยหลักและปัจจัยรองที่มีผลต่อการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการ FAHP 58
3.6 รายละเอียดการสำรวจข้อมูลและเกณฑ์การให้คะแนนของโครงการถนน 64
3.6.1 ปัจจัยด้านวิศวกรรมศาสตร์ 65
3.6.2 ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ 71
3.6.3 ปัจจัยด้านการเมืองและนโยบาย 80
3.7 การวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญโครงการถนน 83
3.8 การสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 84
**บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนโครงการถนนในจังหวัดสงขลา 85**
4.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวง 85
4.2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวงชนบท 87
4.3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนของผู้เชี่ยวชาญองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น 90
4.4 การอภิปรายผลค่าน้ำหนักความสำคัญที่แตกต่างกันและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละหน่วยงาน 93
4.5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความเห็นแต่ละหน่วยงานในทางสถิติ 94
**บทที่ 5 ผลการจัดลำดับความสำคัญโครงการถนน 96**
5.1 ผลการวิเคราะห์ลำดับความสำคัญโครงการถนน 96
5.1.1 การดำเนินการโครงการถนนประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ 96
*5.1.2* การดำเนินการโครงการถนนประเภทการก่อสร้างใหม่ 98

# สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

**หน้า**

5.2 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดลำดับความสำคัญ.....101
**บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....105**
6.1 สรุปผลการศึกษา.....105
6.2 ข้อเสนอแนะ.....106
6.2.1 ข้อเสนอแนะในการประยุกต์การศึกษา.....106
6.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต.....107
**บรรณานุกรม.....108**
**ภาคผนวก ก แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ.....114**
**ภาคผนวก ข แผนที่ผังเมืองคมนาคมผังเมืองสงขลาในการศึกษานี้.....125**
**ภาคผนวก ค ข้อมูลรายละเอียดของโครงข่าย.....134**
**ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ความอ่อนไหว.....145**
**ภาคผนวก จ บทความวิจัยที่นำเสนอและได้รับการตีพิมพ์.....156**
**ประวัติผู้เขียน.....175**

# สารบัญรูปภาพ

**หน้า**

รูปที่ 2-1 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ..... 8
รูปที่ 2-2 กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ ..... 11
รูปที่ 2-3 โครงสร้างปัญหา ..... 14
รูปที่ 2-4 วิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pairwise Comparison) ..... 15
รูปที่ 2-5 S-Function ..... 19
รูปที่ 2-6 Triangular Function ..... 20
รูปที่ 2-7 $\prod$ - Function ..... 20
รูปที่ 2-8 Trapezoid Function ..... 21
รูปที่ 2-9 การกำหนดฟัซซีนัมเบอร์ให้กับระดับของความชอบฟังก์ชันภาวะสมาชิกแบบสามเหลี่ยม ..... 21
รูปที่ 2-10 ปัจจัยที่พิจารณาในการลงทุนการขนส่ง ..... 26
รูปที่ 2-11 การเปรียบเทียบองค์ประกอบเพื่อหาความสำคัญ ..... 27
รูปที่ 2-12 ทำการประเมินแต่ละโครงการตามเกณฑ์ขององค์ประกอบ ..... 28
รูปที่ 2-13 วิธีการวิเคราะห์ Kruskal-Wallis H Test ใน SPSS (ก) ..... 50
รูปที่ 2-14 วิธีการวิเคราะห์ Kruskal-Wallis H Test ใน SPSS (ข) ..... 51
รูปที่ 2-15 วิธีการวิเคราะห์ Kruskal-Wallis H Test ใน SPSS (ค) ..... 51
รูปที่ 2-16 วิธีการวิเคราะห์ Kruskal-Wallis H Test ใน SPSS (ง) ..... 52
รูปที่ 2-17 วิธีการวิเคราะห์ Kruskal-Wallis H Test ใน SPSS (จ) ..... 52
รูปที่ 3-1 กรอบการดำเนินงานวิจัย ..... 53
รูปที่ 3-2 ปัจจัยในการศึกษาการลงทุนดำเนินการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ ..... 56
รูปที่ 3-3 ปัจจัยในการศึกษาการลงทุนการดำเนินการก่อสร้างถนนใหม่ ..... 57
รูปที่ 3-4 การลงพื้นที่สำรวจสอบถามกลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญ ..... 58
รูปที่ 3-5 ตัวอย่างการสำรวจปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียง ..... 66
รูปที่ 3-6 ตัวอย่างการสำรวจปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียง ..... 67
รูปที่ 3-7 กราฟความสัมพันธ์ความเร็วกับปริมาณจราจร ..... 68
รูปที่ 3-8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ย อัตราการไหล และระดับการให้บริการ ..... 69
รูปที่ 3-9 ความกว้างรวมโครงการ ..... 70
รูปที่ 3-10 ตัวอย่างข้อมูลจากการรวบรวมความถี่อุบัติเหตุในพื้นที่ศึกษา ..... 71

# สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

**หน้า**

รูปที่ 3-11 ระยะทางกรณีมีโครงการและไม่มีโครงการ .....76
รูปที่ 3-12 พื้นที่บริเวณโดยรอบที่สายทางผ่าน .....80
รูปที่ 3-13 จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น .....81
รูปที่ 3-14 จำนวนที่ดินที่อยู่บริเวณโดยรอบสายทาง.....83
รูปที่ 4-1 มุมมองการลงทุนโครงการถนนในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลาของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวง 87
รูปที่ 4-2 มุมมองการลงทุนโครงการถนนในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลา.....89
รูปที่ 4-3 มุมมองการลงทุนโครงการถนนในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลาของผู้เชี่ยวชาญ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น.....92
รูปที่ 4-4 มุมมองการลงทุนโครงการถนนในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลาเฉลี่ยทั้งสามหน่วยงาน.....93
รูปที่ 5-1 กราฟการวิเคราะห์ความอ่อนไหวความอ่อนไหวของ ปัจจัยความถี่อุบัติเหตุในประเภท การปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ (จุดตัด 66 จุด)..... 102
รูปที่ 5-2 กราฟการวิเคราะห์ความอ่อนไหวความอ่อนไหวของ ปัจจัยปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตข้างเคียง ในประเภทการก่อสร้างใหม่ (จุดตัด 230 จุด)..... 103
รูปที่ ข-1 แผนผังโครงการคมนาคมและขนส่งของผังเมืองรวมเมืองสงขลา.....126
รูปที่ ข-2 แผนผังโครงการคมนาคมและขนส่งของผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่.....127
รูปที่ ข-3 แผนผังโครงการคมนาคมและขนส่งของผังเมืองรวมเมืองสะเดา.....128
รูปที่ ข-4 แผนผังโครงการคมนาคมและขนส่งของผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา.....129
รูปที่ ข-5 แผนผังโครงการคมนาคมและขนส่งของผังเมืองรวมชุมชนชุมชนท่าเรือน้ำลึก.....130
รูปที่ ข-6 แผนผังโครงการคมนาคมและขนส่งของชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง.....131
รูปที่ ข-7 โครงการถนนปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ในการศึกษานี้.....132
รูปที่ ข-8 โครงการถนนก่อสร้างใหม่ในการศึกษานี้.....133
รูปที่ ง-1 ความอ่อนไหวปัจจัยปริมาณจราจรช่วงวิกฤตการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์.....146
รูปที่ ง-2 ความอ่อนไหวปัจจัยชนิดผิวทางการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์.....146
รูปที่ ง-3 ความอ่อนไหวปัจจัยระดับการให้บริการการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์.....147
รูปที่ ง-4 ความอ่อนไหวปัจจัยความถี่อุบัติเหตุการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์.....147
รูปที่ ง-5 ความอ่อนไหวปัจจัยอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio).....148
รูปที่ ง-6 ความอ่อนไหวปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน.....148
รูปที่ ง-7 ความอ่อนไหวปัจจัยจุดเชื่อมต่อโครงการอื่นการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์.....149

# สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

**หน้า**

รูปที่ ง-8 ความอ่อนไหวปัจจัยความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์.....149
รูปที่ ง-9 ความอ่อนไหวปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ของโครงการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์....150
รูปที่ ง-10 ความอ่อนไหวปัจจัยผลกระทบพื้นที่เวนคืนการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์.....150
รูปที่ ง-11 ความอ่อนไหวปัจจัยปริมาณจราจรช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียงการก่อสร้างใหม่.....151
รูปที่ ง-12 ความอ่อนไหวปัจจัยชนิดผิวทางการก่อสร้างใหม่.....151
รูปที่ ง-13 ความอ่อนไหวปัจจัยลักษณะทางกายภาพก่อสร้างใหม่.....152
รูปที่ ง-14 ความอ่อนไหวปัจจัยงบประมาณโครงการก่อสร้างใหม่.....152
รูปที่ ง-15 ความอ่อนไหวปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่านการก่อสร้างใหม่.....153
รูปที่ ง-16 ความอ่อนไหวปัจจัยจุดเชื่อมต่อโครงการอื่นการก่อสร้างใหม่.....153
รูปที่ ง-17 ความอ่อนไหวปัจจัยความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการการก่อสร้างใหม่.....154
รูปที่ ง-18 ความอ่อนไหวปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ของโครงการการก่อสร้างใหม่.....154
รูปที่ ง-19 ความอ่อนไหวปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืนของโครงการการก่อสร้างใหม่.....155

# สารบัญตาราง

**หน้า**

ตารางที่ 2-1 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการลงทุนการขนส่ง....6
ตารางที่ 2-2 เมทริกซ์ของข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาโดยการตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ....11
ตารางที่ 2-3 ชุดตัวเลขในการเปรียบเทียบ....15
ตารางที่ 2-4 ดัชนีความสอดคล้องของข้อมูล....17
ตารางที่ 2-5 ระดับความสำคัญของ FAHP....22
ตารางที่ 2-6 การเปรียบเทียบวิธีตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ....23
ตารางที่ 2-7 ปัจจัยการจัดลำดับความสำคัญแบบหลายหลักเกณฑ์ที่น่าสนใจ....30
ตารางที่ 2-8 ค่าตัวคูณ Passenger Car Equivalent (PCE)....33
ตารางที่ 2-9 งบประมาณสำรวจออกแบบถนน สำรวจอสังหาริมทรัพย์ จัดกรรมสิทธ์ที่ดิน (เวนคืน) และศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม....36
ตารางที่ 2-10 มาตรฐานชั้นทาง....36
ตารางที่ 2-11 สรุปงบประมาณค่าดำเนินการก่อสร้างพื้นผิวทาง....37
ตารางที่ 2-12 ค่าบำรุงรักษาสายทาง กิจกรรมบำรุงปกติ....37
ตารางที่ 2-13 ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการใช้ยานพาหนะ (Vehicle Operating Cost : VOC) ในระดับประเทศ : ถนน 2 ช่องจราจร จำแนกตามประเภทยานพาหนะ ปี พ.ศ. 2556 ....40
ตารางที่ 2-14 ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการใช้ยานพาหนะ (Vehicle Operating Cost : VOC) ในระดับประเทศ : ถนน 4 ช่องจราจร จำแนกตามประเภทยานพาหนะ ปี พ.ศ. 2556 ....41
ตารางที่ 2-15 มูลค่าเวลาในการเดินทาง (Value of Time : VOT) ในระดับประเทศ จำแนกตามประเภทยานพาหนะ ปี พ.ศ. 2556....42
ตารางที่ 2-16 อัตราการลดลงของอุบัติเหตุเนื่องจากกิจกรรมการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนทางหลวงชนบท ....44
ตารางที่ 2-17 ตัวอย่างการเลือกใช้สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน....48
ตารางที่ 2-18 ตัวอย่างการเลือกใช้วิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน ....48
ตารางที่ 2-19 ตัวอย่างการเลือกใช้วิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน (ต่อ)....49
ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างการเปรียบเทียบปัจจัยหลัก....59
ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างการเปลี่ยนตัวเลขฟัซซี....59

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**หน้า**

ตารางที่ 3-3 ผลรวมค่าการเปรียบเทียบจากผู้เชี่ยวชาญ ..... 60
ตารางที่ 3-4 ค่าเฉลี่ยค่าการเปรียบเทียบจากผู้เชี่ยวชาญ ..... 61
ตารางที่ 3-5 คำนวณหาค่าแลมด้าแมกซ์ ( $\lambda_{max}$ ) จากผู้เชี่ยวชาญ ..... 61
ตารางที่ 3-6 ผลรวมค่าการเปรียบเทียบจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ..... 62
ตารางที่ 3-7 ค่าเฉลี่ยค่าการเปรียบเทียบจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ..... 63
ตารางที่ 3-8 คำนวณหาค่าแลมด้าแมกซ์ ( $\lambda_{max}$ ) จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ..... 63
ตารางที่ 3-9 การแบ่งประเภทตามลักษณะของสายทางในการศึกษานี้ ..... 64
ตารางที่ 3-10 ระดับคะแนนปัจจัยรองปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต ..... 65
ตารางที่ 3-11 ระดับคะแนนปัจจัยรองปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตของโครงการข้างเคียง (PCU) ... 66
ตารางที่ 3-12 ระดับคะแนนประเภทผิวทาง ..... 67
ตารางที่ 3-13 ระดับคะแนนปัจจัยรองปัจจัยรองระดับการให้บริการ ..... 68
ตารางที่ 3-14 ระดับคะแนนปัจจัยรองลักษณะทางกายภาพของโครงการ ..... 69
ตารางที่ 3-15 ระดับคะแนนปัจจัยรองความถี่อุบัติเหตุ ..... 70
ตารางที่ 3-16 ระดับคะแนนปัจจัยรองงบประมาณในการก่อสร้าง ..... 72
ตารางที่ 3-17 ระดับคะแนนปัจจัยรองอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio) ..... 74
ตารางที่ 3-18 ตัวอย่างการคำนวณมูลค่าต้นทุนและมูลค่าผลประโยชน์ในแต่ละปี ..... 79
ตารางที่ 3-19 ข้อมูลลักษณะของการใช้ประโยชน์พื้นที่ ..... 80
ตารางที่ 3-20 ระดับคะแนนปัจจัยรองลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน ..... 81
ตารางที่ 3-21 ระดับคะแนนปัจจัยรองจุดเชื่อมต่อโครงการอื่น ..... 81
ตารางที่ 3-22 ระดับคะแนนปัจจัยรองความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ ..... 82
ตารางที่ 3-23 ระดับคะแนนปัจจัยรองการกระทบต่อพื้นที่อนุรักษ์ ..... 82
ตารางที่ 3-24 ระดับคะแนนปัจจัยรองผลกระทบที่ดินเวนคืน (แปลงต่อกิโลเมตร) ..... 83
ตารางที่ 4-1 น้ำหนักปัจจัยการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวง ..... 86
ตารางที่ 4-2 น้ำหนักปัจจัยการก่อสร้างใหม่ของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวง ..... 86
ตารางที่ 4-3 น้ำหนักปัจจัยการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวงชนบท .... 88
ตารางที่ 4-4 น้ำหนักปัจจัยการก่อสร้างใหม่ของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวงชนบท ..... 89

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**หน้า**

ตารางที่ 4-5 น้ำหนักปัจจัยการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ของผู้เชี่ยวชาญองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น....90
ตารางที่ 4-6 น้ำหนักปัจจัยการก่อสร้างใหม่ของผู้เชี่ยวชาญองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น....91
ตารางที่ 4-7 น้ำหนักปัจจัยการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์เฉลี่ยของทั้งสามหน่วยงาน....92
ตารางที่ 4-8 น้ำหนักปัจจัยการก่อสร้างใหม่เฉลี่ยของทั้งสามหน่วยงาน....93
ตารางที่ 4-9 การวิเคราะห์ Kruskal-Wallis Test ในปัจจัยการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์....95
ตารางที่ 4-10 การวิเคราะห์ Kruskal-Wallis Test ในปัจจัยการการก่อสร้างใหม่....95
ตารางที่ 5-1 ลำดับการดำเนินการโครงการถนนประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์....96
ตารางที่ 5-2 ลำดับการดำเนินการโครงการถนนประเภทการก่อสร้างใหม่....98
ตารางที่ 5-3 จุดตัดของเส้นกราฟในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว....104
ตารางที่ 6-1 สรุปการจัดลำดับโครงการถนน 10 อันดับแรก....106
ตารางที่ ก-1 คำอธิบายรายละเอียดของปัจจัยหลัก....116
ตารางที่ ก-2 คำอธิบายรายละเอียดของปัจจัยรอง....116
ตารางที่ ก-3 ตัวอย่างการกรอกแบบฟอร์มสอบถาม....118
ตารางที่ ก-4 ตารางประเมินระดับความสำคัญของปัจจัยหลัก....119
ตารางที่ ก-5.1 ตารางประเมินระดับความสำคัญของปัจจัยรองการดำเนินการก่อสร้างโครงการในลักษณะ การปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ ด้านวิศวกรรม....120
ตารางที่ ก-5.2 ตารางประเมินระดับความสำคัญของปัจจัยรองการดำเนินการก่อสร้างโครงการในลักษณะ การปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ ด้านการเมืองและนโยบาย....120
ตารางที่ ก-5.3 ตารางประเมินระดับความสำคัญของปัจจัยรองการดำเนินการก่อสร้างโครงการในลักษณะ การปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม....121
ตารางที่ ก-6.1 ตารางประเมินระดับความสำคัญของปัจจัยรองการดำเนินการก่อสร้างโครงการในลักษณะ การก่อสร้างถนนใหม่ ด้านวิศวกรรม....121
ตารางที่ ก-6.2 ตารางประเมินระดับความสำคัญของปัจจัยรองการดำเนินการก่อสร้างโครงการในลักษณะ การก่อสร้างสายทางใหม่ ด้านการเมืองและนโยบาย....122
ตารางที่ ก-6.3 ตารางประเมินระดับความสำคัญของปัจจัยรองการดำเนินการก่อสร้างโครงการในลักษณะ การก่อสร้างถนนใหม่ ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม....122
ตารางที่ ก-7 ตารางประเมินระดับความสำคัญของการให้คะแนนปัจจัยรอง....123

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**หน้า**

ตารางที่ ค-1-1 รายละเอียดโครงการถนนการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์.....135
ตารางที่ ค-1-2 รายละเอียดโครงการถนนการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์.....137
ตารางที่ ค-2 คะแนนของโครงการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์.....139
ตารางที่ ค-3 รายละเอียดโครงการก่อสร้างใหม่.....141
ตารางที่ ค-4 คะแนนยกระดับโครงการก่อสร้างใหม่.....143

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ระบบขนส่งมีความสำคัญอย่างมากในปัจจุบันและยังเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นอยู่และความมั่นคงของประชาชน รวมถึงเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งประเทศไทยมีการขนส่งสินค้าภายในประเทศเป็นการขนส่งทางถนนถึงร้อยละ 81.10 ซึ่งมากเป็นอันดับหนึ่ง รองมาคือ การขนส่งทางน้ำ การขนส่งทางรางและการขนส่งทางอากาศ คิดเป็นร้อยละ 16.90 ร้อยละ 2.00 และ ร้อยละ 0.02 ตามลำดับ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561) แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการขนส่งทางถนน ซึ่งเป็นการขนส่งหลักที่ประชาชนสามารถเข้าถึงได้ดีกว่าการขนส่งประเภทอื่น หากมีการพัฒนาโครงการถนนที่ครอบคลุม มีแบบแผนและมีประสิทธิภาพ ย่อมส่งผลต่อความเป็นอยู่ที่ดีของประชาชน และส่งผลต่อเศรษฐกิจของประเทศให้ดีขึ้นได้

หน่วยงานหลักในประเทศไทยที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการวางแผน ก่อสร้าง บำรุงรักษาและพัฒนาโครงการถนน ประกอบด้วย กรมทางหลวง (ทล.) กรมทางหลวงชนบท (ทช.) และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) โดยแต่ละหน่วยงานเหล่านี้ มีระยะทางถนนที่รับผิดชอบ 70,882 กิโลเมตร 47,983 กิโลเมตร และ 597,667 กิโลเมตร ตามลำดับ (กองพัฒนาและส่งเสริมการบริหารงานท้องถิ่น, 2562; สำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท, 2561; สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง, 2562) โดยในแต่ละปีงบประมาณ หน่วยงานดังกล่าว ได้รับงบประมาณที่จำกัด อีกทั้งประกอบกับผลกระทบของไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ (โควิด-19) ที่กระทบต่อการโอนงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2563 โดยเป็นงบประมาณรายจ่ายของกระทรวงคมนาคมถึง 3,453 ล้านบาท เพื่อเตรียมพร้อมเยียวยาผู้ได้รับผลกระทบ (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2563) ส่งผลต่องบประมาณรายจ่ายที่ไม่เพียงพอแก่การก่อสร้างทางใหม่ พัฒนาและบำรุงรักษาทุกสายทางที่รับผิดชอบได้ทั้งหมด ทำให้แต่ละหน่วยงาน มีความจำเป็นในการจัดลำดับความสำคัญในการวางแผนดำเนินการโครงการถนนในสายทางที่สำคัญและมีความจำเป็นเร่งด่วนที่แตกต่างกันของแต่ละหน่วยงาน

จังหวัดสงขลา เป็นเมืองท่าและเมืองเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่ 7,393 ตารางกิโลเมตร (ข้อมูลจากเว็บไซต์ ศาลากลางจังหวัดสงขลา, 2559) มีสถานที่ท่องเที่ยว สถานที่ราชการ สถานศึกษา มีประชากรและนักท่องเที่ยวอย่างหนาแน่น โดยจังหวัดสงขลามีจำนวนโครงการถนนมากเป็นอันดับสองในภาคใต้ ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยมีมากถึง 14,645 สายทาง รวมความยาว 11,826 กิโลเมตร แบ่งเป็นความรับผิดชอบของ กรมทางหลวง 42 ตอนควบคุม กรมทางหลวงชนบท 59 สาย และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น 14,544 สายทาง (กองพัฒนาและส่งเสริมการ

บริหารงานท้องถิ่น, 2562; สำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท, 2561; สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง, 2562) ซึ่งหน่วยงานต่างๆ จำเป็นต้องดูแลรับผิดชอบในดำเนินการโครงการถนนทั้งหมด โดยการวางแผนใช้งบประมาณและบุคลากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด

จากปัญหาด้านงบประมาณที่จำกัดข้างต้นส่งผลต่อความสำคัญของการจัดลำดับความสำคัญของโครงการฯ การศึกษานี้จึงมุ่งศึกษาการตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการก่อสร้างและปรับปรุงถนนของแต่ละหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบโครงการถนนในจังหวัดสงขลา เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการถนน ซึ่งมีมุมมองที่แตกต่างกันของแต่ละหน่วยงาน โดยประยุกต์ใช้วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP) ที่สามารถตัดสินใจภายใต้ความไม่ชัดเจน และความไม่นอน คล้ายคลึงกับกระบวนการคิดของมนุษย์ ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีความสำคัญในการตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการถนน จากนั้นจะทำการให้คะแนนและจัดลำดับความสำคัญการดำเนินการโครงการถนนตามแผนที่ผังเมืองในพื้นที่จังหวัดสงขลา เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาการลงทุนโดยใช้ งบประมาณและบุคลากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ ประกอบด้วย

1) ศึกษาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบในการตัดสินใจลงทุนโครงการถนนของหน่วยงานภาครัฐ ประกอบด้วย กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดสงขลา
2) นำเสนอลำดับของโครงการถนนที่เหมาะสมจากปัจจัยที่มีความสำคัญในการตัดสินใจลงทุนตามแผนที่ผังเมืองที่ประกาศในพื้นที่จังหวัดสงขลา โดยศึกษาข้อมูลรายละเอียดของแต่ละโครงการเพื่อให้คะแนนและจัดลำดับความสำคัญ

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ ได้กำหนดขอบเขตของงานวิจัย ดังนี้

### 1.3.1 กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ทำการศึกษาการตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการถนน จากบทบาทความคิดของหน่วยงานภาครัฐแต่ละหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบถนนในจังหวัดสงขลา โดยการสอบถามกลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญ มีความรู้และมีประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับการ

ดำเนินการโครงการถนน ซึ่งมีตำแหน่ง ผู้อำนวยการ หัวหน้าฝ่าย นักบริหารงาน วิศวกรโยธา และนายช่างโยธา โดยประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานต่างๆ ดังนี้

1) กรมทางหลวง (ทล.) แบ่งออกเป็น 3 หน่วยงานย่อย ได้แก่ สำนักทางหลวงที่ 18 แขวงทางหลวงสงขลาที่ 1 และแขวงทางหลวงสงขลาที่ 2 โดยมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างรวม 14 คน
2) กรมทางหลวงชนบท แบ่งออกเป็น 2 หน่วยงานย่อย ได้แก่ สำนักทางหลวงชนบทที่ 12 และแขวงทางหลวงชนบทสงขลา โดยมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างรวม รวม 13 คน
3) องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น โดยในจังหวัดสงขลา แบ่งออกเป็น 141 หน่วยงาน มีจำนวนผู้ที่ตำแหน่งที่มีความเชี่ยวชาญดังกล่าวอยู่ รวมจำนวน 201 คน ตามข้อมูลทำเนียบบุคลากรของหน่วยงานแต่ละหน่วยงาน (สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น จังหวัดสงขลา, 2562) โดยหากลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการของ Taro Yamane (1970) มีวิธีคำนวณ ดังนี้

$$n = \frac{N}{1+(Ne^2)} \qquad \text{(สมการที่ 1-1)}$$

$n$ คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

$N$ คือ ขนาดของประชากร

$e$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

โดยจากการคำนวณจากสูตร ได้กลุ่มตัวอย่าง 66.77 คน ที่ความคลาดเคลื่อน 0.1 โดยการศึกษานี้ใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นจำนวนรวม 70 คน กระจายตามพื้นที่ในจังหวัดสงขลา

### 1.3.2 โครงการถนนที่จัดลำดับความสำคัญ

การศึกษานี้ทำการวิเคราะห์โครงการถนนของจังหวัดสงขลา ในแผนผังเมืองรวมจากข้อมูลของสำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสงขลา ที่ทำการประกาศใช้และ อยู่ในช่วงการขยายเวลาในการประกาศใช้เนื่องจากอยู่ในช่วงร่างการจัดทำฉบับใหม่ ประกอบด้วย แผนผังแสดงโครงการคมนาคมและขนส่ง ผังเมืองรวมเมืองสงขลา พ.ศ.2540 ผังเมืองรวมชุมชนท่าน้ำลึกสงขลา พ.ศ.2548 ผังเมืองรวมเมืองสะเดา พ.ศ.2541 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร - นาสีทอง พ.ศ.2558 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง - พังลา พ.ศ.2556 และ ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ พ.ศ.2560 โดยมีทั้งหมด 181 สายทาง ในการศึกษานี้แบ่งถนนผังเมืองดังกล่าวข้างต้น ออกเป็น 3 ลักษณะ ตามลักษณะของถนน ดังนี้

1) ถนนที่สมบูรณ์แล้ว ถนนที่ดำเนินการก่อสร้างแล้วมีความสมบูรณ์ตามแบบแผนผังของกรมโยธาธิการและผังเมือง หรือถนนที่ได้ก่อสร้างไว้แล้วและไม่สามารถยกระดับได้แล้ว
2) ถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ ถนนที่ดำเนินการก่อสร้างแล้ว แต่ปรับปรุงให้มีความสามารถการให้บริการได้ หรือถนนที่ดำเนินการก่อสร้างไว้แล้วบางส่วนแต่ยังไม่สมบูรณ์ตามแบบแผน
3) ถนนที่ต้องก่อสร้างใหม่ ถนนที่ยังไม่ได้ดำเนินการก่อสร้างตามแบบแผนผังเมืองรวมของกรมโยธาธิการและผังเมือง

หลังจากการแบ่งลักษณะของถนนเป็นสามลักษณะข้างต้น ผู้วิจัยนำ ถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ และถนนที่ต้องก่อสร้างใหม่ มาทำการวิเคราะห์โดยแบ่งประเภทการดำเนินการเป็น การดำเนินการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ และการดำเนินการก่อสร้างสายทางใหม่ เพื่อความสอดคล้องของแต่ละลักษณะถนนในการวิเคราะห์ ซึ่งไม่ได้พิจารณาถนนที่สมบูรณ์แล้ว เนื่องจากถนนที่ความสมบูรณ์ ไม่สามารถยกระดับถนนดังกล่าวเพิ่มเติมได้ โดยอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมใน วิธีการดำเนินการวิจัยในบทที่ 3

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย มีดังนี้

1) ทราบถึงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในการตัดสินใจลงทุนโครงการถนนของ กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดสงขลา
2) ทราบข้อมูลรายละเอียดแต่ละปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบในการตัดสินใจลงทุนเพื่อทำการให้คะแนนแต่ละโครงการถนนตามแผนที่ผังเมืองที่ประกาศในพื้นที่จังหวัดสงขลา
3) สามารถนำเสนอลำดับของโครงการถนนที่เหมาะสมจากปัจจัยที่มีความสำคัญในการตัดสินใจลงทุนตามแผนที่ผังเมืองที่ประกาศในพื้นที่จังหวัดสงขลาได้

# บทที่ 2
# ทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากที่มาและความสำคัญข้างต้น ปัญหาทางด้านงบประมาณและบุคลากรที่จำกัดเมื่อเทียบระหว่างปริมาณงานของแต่ละหน่วยงาน ทำให้ผู้วิจัยทำการศึกษาปัจจัยในการตัดสินใจลงทุน เพื่อเป็นแนวทางในการใช้งบประมาณและบุคลากร เพื่อดำเนินการโครงการในลำดับที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย การลงทุนโครงการถนน การพัฒนาที่ยั่งยืน การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ งานวิจัยการตัดสินใจลงทุนโครงการที่น่าสนใจ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยในการพิจารณาของงานวิจัย

## 2.1 การลงทุนโครงการถนน

ในปัจจุบันการลงทุนทำกิจการต่างๆ มีหลากหลายทางเลือกในการพิจารณา การตัดสินใจของผู้บริหารจึงจำเป็นต้องมีการตัดสินใจอย่างรอบคอบถึง ความเหมาะสม ผลตอบแทนที่ได้รับ และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการลงทุน โดยพิจารณาถึงรายละเอียดที่เกิดขึ้นตลอดโครงการให้ครบถ้วน จากนั้นทำการจัดสรรงบประมาณและประเมินความเหมาะสมของการลงทุนโดยใชเทคนิคและวิธีการตางๆ ในการวิเคราะห์

การตัดสินใจลงทุนเกี่ยวกับระบบขนส่ง รวมถึง ถนน เป็นหนึ่งในการลงทุนระบบโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น และมีความสำคัญ หากพื้นที่ไหนมีระบบขนส่งที่ดี พื้นที่นั้นก็จะมีการพัฒนาปัจจัยอื่นๆ ดีขึ้นตามไปด้วย ซึ่งการลงทุนเกี่ยวกับระบบขนส่งนั้น มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมดหลายฝ่าย ทั้งต่อผู้ใช้บริการการขนส่ง ที่เกี่ยวข้องกับการใช้บริการ การเข้าถึง อัตราค่าโดยสาร ความสะดวกสบาย ทางเลือกในการใช้บริการ รวมถึงความปลอดภัย ส่งผลต่อผู้ประกอบการขนส่งที่เกี่ยวข้องกับรายได้ในการให้บริการ ในแง่ของต้นทุนต่างๆ ส่งผลต่อผู้ที่ไม่ใช้บริการ เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากอัตราอุบัติเหตุที่ลดลง ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงผลกระทบในทางเศรษฐกิจภาพรวม ทั้งเศรษฐกิจภายนอก ที่กระทบต่อการลงทุน ตลาดแรงงาน และกระทบต่อรัฐบาล ที่เกี่ยวข้องในส่วนของงบประมาณจากเงินอุดหนุน ภาษียานพาหนะ ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เงินช่วยเหลือจากหน่วยงานของรัฐ เป็นต้น โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการลงทุนดังกล่าวล้วนเป็นเรื่องใกล้ตัว และส่งผลต่อประชาชนทั้งทางตรงและทางอ้อม แสดงเพิ่มเติม ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการลงทุนการขนส่ง

| กลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย | ปัจจัยที่ส่งผลกระทบ |
|---|---|
| ผู้ใช้บริการขนส่ง | ความสามารถในการใช้บริการ<br>อัตราค่าโดยสาร / ค่าใช้จ่าย<br>การเปลี่ยนแปลงคุณภาพการเดินทาง<br>ต้นทุนอุบัติเหตุของผู้ใช้บริการ<br>ความสามารถในการเลือกใช้บริการ |
| ผู้ประกอบการขนส่ง/ผู้ให้บริการโครงสร้างพื้นฐาน | รายได้<br>ต้นทุนการดำเนินงาน<br>ต้นทุนเงินทุน |
| ผู้ที่ไม่ใช้บริการ | ค่าใช้จ่ายอุบัติเหตุของผู้ที่ไม่ใช้บริการ<br>ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม |
| เศรษฐกิจภายนอก | ความสามารถในการรวมตัวกันของเศรษฐกิจ<br>ความสามารถในการแข่งขัน<br>ตลาดแรงงาน |
| รัฐบาล | เงินอุดหนุน<br>ภาษี<br>ค่าใช้จ่าย<br>เงินช่วยเหลือ |

*ที่มา: Mackie (2010)*

หลังจากอภิปรายความสำคัญของการลงทุนโครงการถนนข้างต้น ในหัวข้อถัดไปจะอภิปรายเกี่ยวกับ การขนส่งกับการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งมีความสำคัญควบคู่กับการลงทุน เพื่อการลงทุนที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับสังคมในปัจจุบัน

## 2.2 การพัฒนาที่ยั่งยืน

การพัฒนาที่ยั่งยืน หมายถึง การพัฒนาที่บรรลุความต้องการของคนในปัจจุบัน โดยไม่เป็นการบั่นทอนความสามารถของคนในยุคต่อไป ที่จะบรรลุความต้องการของตน (World Commission on Environment and Development, 1987) ซึ่งในปัจจุบัน องค์การสหประชาชาติ ได้กำหนดเป้าหมาย ทิศทาง การพัฒนาของโลก โดยอาศัยกรอบความคิดที่มองการพัฒนาเป็นมิติของ เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ให้มีความเชื่อมโยงกัน เรียกว่า เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน หรือ Sustainable Development Goals (SDGs) ซึ่งจะใช้เป็นทิศทางการพัฒนา

ตั้งแต่เดือนกันยายน ปี 2558 ถึงเดือนสิงหาคม 2573 ครอบคลุมระยะเวลา 15 ปี โดยประกอบไปด้วย 17 เป้าหมาย (United Nations Thailand, 2558) ดังนี้

เป้าหมายที่ 1 ขจัดความยากจน

เป้าหมายที่ 2 ขจัดความหิวโหย บรรลุความมั่นคงทางอาหาร ส่งเสริมเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน

เป้าหมายที่ 3 รับรองการมีสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของทุกคนในทุกช่วงอายุ

เป้าหมายที่ 4 รับรองการศึกษาที่เท่าเทียมและทั่วถึง ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตแก่ทุกคน

เป้าหมายที่ 5 บรรลุความเท่าเทียมทางเพศ พัฒนาบทบาทสตรีและเด็กผู้หญิง

เป้าหมายที่ 6 สร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและสุขอนามัยสำหรับทุกคนและมีการบริหารจัดการที่ยั่งยืน

เป้าหมายที่ 7 รับรองการมีพลังงานที่ทุกคนเข้าถึงได้ เชื่อถือได้ ยั่งยืนทันสมัย

เป้าหมายที่ 8 ส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ต่อเนื่องครอบคลุมและยั่งยืน การจ้างงานที่มีคุณค่า

เป้าหมายที่ 9 พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่พร้อมรับการเปลี่ยนแปลง ส่งเสริมการปรับตัวให้เป็นอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืนและทั่วถึง และสนับสนุนนวัตกรรม

เป้าหมายที่ 10 ลดความเหลื่อมล้ำทั้งภายในและระหว่างประเทศ

เป้าหมายที่ 11 ทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความปลอดภัย ทั่วถึง พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างยั่งยืน

เป้าหมายที่ 12 รับรองแผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน

เป้าหมายที่ 13 ดำเนินมาตรการเร่งด่วนเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบ

เป้าหมายที่ 14 อนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากมหาสมุทรและทรัพยากรทางทะเลเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

เป้าหมายที่ 15 ปกป้อง ฟื้นฟู และส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศทางบกอย่างยั่งยืน

เป้าหมายที่ 16 ส่งเสริมสังคมสงบสุข ยุติธรรม ไม่แบ่งแยก เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

เป้าหมายที่ 17 สร้างพลังแห่งการเป็นหุ้นส่วนความร่วมมือระดับสากลต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

*ที่มา: United Nations Thailand (2558)*

รูปที่ 2-1 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

### 2.2.1 การพัฒนาการที่ยั่งยืนกับการขนส่ง

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่ง หรือโครงการถนน มีความสำคัญมากต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ สามารถพัฒนาระบบการขนส่งให้มีความยั่งยืน บรรลุความต้องการของคนในปัจจุบัน และไม่เป็นการบั่นทอนความสามารถของคนในยุคต่อไป โดยการศึกษานี้จะอภิปรายความสัมพันธ์การขนส่งกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ซึ่งตรงกับ เป้าหมายที่ 9 และเป้าหมายที่ 11 ดังนี้

**เป้าหมายที่ 9** พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่พร้อมรับการเปลี่ยนแปลง ส่งเสริมการปรับตัวให้เป็นอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืนและทั่วถึง และสนับสนุนนวัตกรรม

การอำนวยความสะดวก พัฒนา โครงสร้างพื้นฐานที่ยั่งยืนและทนทานในประเทศ โดยการสนับสนุนทางการเงิน ด้านวิชาการ การวิจัย และนวัตกรรมภายในประเทศ ส่งเสริมนโยบายเพื่อความหลากหลายของอุตสาหกรรม และการเพิ่มมูลค่าของสินค้าโภคภัณฑ์ รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานของภูมิภาค และการข้ามเขตแดน เพื่อสนับสนุนการพัฒนาทางเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์

**เป้าหมายที่ 11** ทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความครอบคลุม ปลอดภัย มีภูมิต้านทาน และยั่งยืน

การพัฒนาการเข้าถึงที่อยู่อาศัยและการบริการพื้นฐานที่พอเพียง และยกระดับชุมชนแออัด เพื่อแก้ปัญหาความยากจนที่กระจุกตัวอยู่ในเมือง รองรับการเพิ่มขึ้นของประชากรอย่างทั่วถึง พร้อมรับการเปลี่ยนแปลง มีระบบคมนาคมขนส่งที่ยั่งยืน เข้าถึงในราคาที่สามารถจ่ายได้ สำหรับทุกคน พัฒนาความปลอดภัยทางถนน ขยายการขนส่งสาธารณะ และ

คำนึงถึง ผู้หญิง เด็ก ผู้มีความบกพร่องทางร่างกาย และผู้สูงอายุ รวมถึงการสร้างพื้นที่สาธารณะสีเขียวและปรับปรุงการวางผังเมืองโดยการจัดการในลักษณะแบบมีส่วนร่วม

May et al (2005) ได้กล่าวถึง ความท้าทายเกี่ยวกับพัฒนาการขนส่งที่ยั่งยืน โดยกล่าวว่าการตัดสินใจในการพัฒนาระบบขนส่งในปัจจุบัน ได้รับการตัดสินใจมาจาก นักการเมืองระดับสูงที่มาจากการเลือกตั้ง ทั้งระบบขนส่งสาธารณะ โครงการถนน และการใช้ประโยชน์พื้นที่ ซึ่งภาคประชาชน ภาคธุรกิจ ล้วนได้รับผลกระทบในฐานะผู้อยู่อาศัย และผู้ประกอบการในพื้นที่ โดยคาดหวังถึงการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ

ในปัจจุบันการดำเนินการโครงการถนนหรือ ระบบขนส่ง ของประเทศไทยบางโครงการถูกจัดทำโดยผ่านการทำแผนยุทธศาสตร์ของหน่วยงานรัฐ และผู้บริหารระดับสูงของประเทศ ร่วมจัดทำแผน โดยบางโครงการไม่ได้คำนึงถึงการมีส่วนร่วมลักษณะการเติบโตเฉพาะของเมือง และประชามติของประชาชนในพื้นที่โครงการในกระบวนการตัดสินใจ ซึ่งการพัฒนาระบบขนส่งที่ดังกล่าว อาจยังไม่สามารถส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้เท่าที่ควร

สิทธา เจนศิริศักดิ์ (2557) ได้ศึกษาการวางแผนการขนส่งอย่างยั่งยืนบทเรียนจากยุโรป โดยมีข้อแนะนำถึง การมีส่วนร่วมในกระบวนการกำหนดยุทธศาสตร์ ควรให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการวางแผนการใช้ที่ดินและการขนส่ง ในหลายๆ กรณี การมีการส่วนร่วมของประชาชนเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการวางแผน โดยประชามติในกระบวนการตัดสินใจในการกำหนดวิสัยทัศน์ที่ชัดเจน และต้องเป็นวิสัยทัศน์ที่สอดคล้องกับความต้องการและเป้าหมายของเมือง รวมทั้ง สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม และวิถีชีวิตของประชาชนในเมืองนั้นๆ ซึ่งสามารถดำเนินการผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชน ซึ่งนอกจากในส่วนของการส่วนร่วมของประชาชนแล้วนั้น ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการพัฒนาแผน เช่น ความคิดเห็นของหน่วยงานภาครัฐ และหน่วยงานภาคเอกชน และชุมชน ที่มีส่วนโดยตรงในการดำเนินการจัดทำแผน เพื่อพัฒนาความต้องการ และเป้าหมายของการพัฒนาเมือง

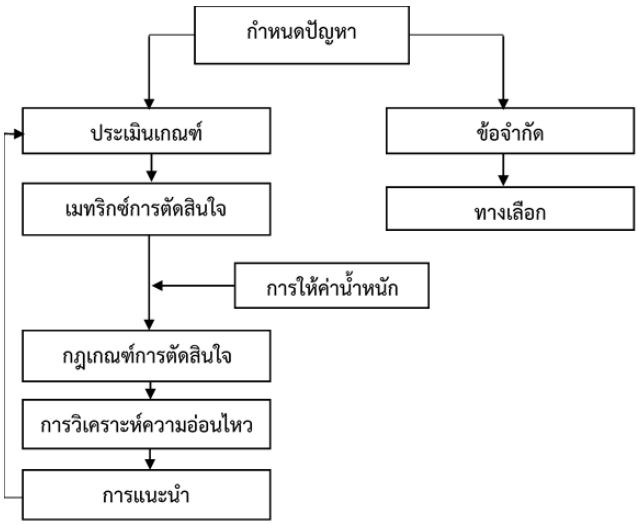
การศึกษานี้ ศึกษาเกี่ยวกับความคิดเห็นในส่วนของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการพัฒนาแผนการขนส่งในพื้นที่เมือง โดยสอบถามความคิดเห็นของหน่วยงานรัฐในพื้นที่ขอบเขตการศึกษา ประกอบด้วย กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในพื้นที่จังหวัดสงขลา ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดเพิ่มเติมใน เนื้อหาวิธีการดำเนินการวิจัย และข้อเสนอแนะในบทถัดๆ ไป

จากความสำคัญของการขนส่ง และการพัฒนาที่ยั่งยืนข้างต้นนั้น วิธีที่ช่วยในการตัดสินใจ มีหลากหลายวิธีที่สามารถประยุกต์ใช้กับ การลงทุนการขนส่ง รวมถึง การลงทุนโครงการถนน ดังกล่าว โดยผู้วิจัย ได้รวบรวมวิธีการที่นิยมใช้งาน โดยกล่าวในหัวข้อถัดไป

## 2.3 การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making: MCDM)

การตัดสินใจ หมายถึง กระบวนการเลือกทางเลือกใดทางเลือกหนึ่ง จากหลายทางเลือกที่ได้พิจารณา หรือประเมินอย่างดีแล้วว่าเป็นทางให้บรรลุวัตถุประสงค์ และเป้าหมายขององค์การ (Veera, 2012) ซึ่งการตัดสินใจมีรูปแบบที่หลากหลายและมีรายละเอียดปลีกย่อยแตกต่างกันไปตามลักษณะของปัญหาและข้อมูลที่ใช้ประกอบการตัดสินใจ ซึ่งการตัดสินใจเบื้องต้นเป็นการตัดสินใจที่มีทางเลือกเพียงแค่สองทาง เช่น เลือกที่จะทำหรือไม่ทำ แต่บางครั้งการตัดสินใจอาจมีความซับซ้อนมากขึ้นจากลักษณะความซับซ้อนของทางเลือกและจำนวนของทางเลือกที่มากขึ้น

อภิรดี สรวิสูตร (2559) กล่าวว่า วิธีการที่ใช้ในการแก้ไขปัญหามีหลากหลาย ทั้งประมวลผล วิธีการวิเคราะห์ และมีรูปแบบนำการเสนอที่แตกต่างกัน การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ หรือที่เรียกว่า Multi-Criteria Decision Making: MCDM เป็นวิธีการหนึ่งในการแก้ไขปัญหาที่นิยมนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสม โดยเป็นการนำทางเลือกที่ตรงตามหลักเกณฑ์ (Criteria) มาเรียงลำดับเพื่อให้ผู้ใช้ตัดสินใจเลือกสิ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการแก้ไขปัญหา ขั้นตอนในการวิเคราะห์เพื่อนำเสนอทางเลือกที่เหมาะสมนั้น ขั้นตอนแรกเป็นการกำหนดปัญหาหรือการระบุปัญหา แล้วทำการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของปัญหา ได้แก่ สาเหตุที่ต้องมีการตัดสินใจ ระดับของการตัดสินใจ สภาพแวดล้อมของปัญหา เพื่อจะนำไปสู่การเลือกข้อมูลและเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ทั้งนี้ข้อมูลบางประเภทอาจมีข้อจำกัดบางประการ เช่น ไม่สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ร่วมกันได้ ซึ่งถือว่าเป็นข้อจำกัดในการวิเคราะห์ ทำให้จำนวนทางเลือกถูกจำกัดลง หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลต่างๆ เพื่อสร้างตารางเมทริกซ์ของการตัดสินใจ ซึ่งข้อมูลหรือเกณฑ์ต่างๆ ที่นำไปใช้นั้นมีความสำคัญไม่เท่ากัน จึงต้องมีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของข้อมูลหรือเกณฑ์ เมื่อได้เกณฑ์ในการตัดสินใจมาแล้ว จะทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหว โดยความอ่อนไหวจากข้อมูลเกิดจากข้อมูลอาจมีความทันสมัยไม่เพียงพอ มีหน่วยวัดที่แตกต่างกัน หรือช่วงเวลาของข้อมูลแตกต่างกัน ทำให้ต้องกลับไปพิจารณาข้อมูลที่นำไปใช้ใหม่อีกครั้ง จากนั้นจึงจะนำทางเลือกที่เหมาะสมซึ่งวิเคราะห์ได้ ไปใช้ในการตัดสินใจ โดยสุดท้ายหากทางเลือกยังไม่ตรงกับวัตถุประสงค์หรือข้อแนะนำที่ต้องการ ให้กลับไปทำการระบุปัญหาอีกครั้ง แล้วจึงเริ่มกระบวนการใหม่จนกว่าจะได้ทางเลือกที่สามารถแก้ปัญหาได้ตรงจุด




*ที่มา: อภิรดี สรวิสูตร (2559) ดัดแปลงมาจาก Malczewski (1999)*

**รูปที่ 2-2 กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์**

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์สามารถจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ

1) การตัดสินใจแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Objective Decision Making: MODM) โดยข้อมูลการตัดสินใจจะตัดสินใจตามวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นการหาวิธีการที่ดีที่สุดในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้

2) การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ (Multi-Attribute Decision Making: MADM) โดยข้อมูลคุณลักษณะเป็นข้อมูลที่จำลองมาจากสิ่งที่ปรากฏบนพื้นผิวโลกและสามารถวัดในเชิงคุณภาพหรือเชิงปริมาณมาเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด โดยการตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะที่พิจารณาชุดของข้อมูลคุณลักษณะที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์การตัดสินใจ สามารถนำไปเขียนในรูปแบบเมทริกซ์ได้ดัง ตารางที่ 2-2

**ตารางที่ 2-2 เมทริกซ์ของข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาโดยการตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ**

| | ข้อมูลคุณลักษณะ 1 | ข้อมูลคุณลักษณะ 2 | ... | ข้อมูลคุณลักษณะ 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

*ที่มา: อภิรดี สรวิสูตร (2559)*

โดยวิธีการตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ (Multi-Attribute Decision Making: MADM) มีทฤษฎีในการวิเคราะห์หลายทฤษฎี โดยผู้วิจัยจะกล่าวถึงทฤษฎีหลักที่มักจะมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังนี้

**2.3.1 วิธี Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS)**

วิธี TOPSIS เป็นวิธีที่ใช้แนวคิดแบบอุดมคติ (Ideal point methods) (Hwang, 1981) โดยการวิเคราะห์จะมีการกำหนดเป้าหมายในอุดมคติไว้และทางเลือกไหนมีค่าเข้าใกล้เป้าหมายในอุดมคติมากที่สุด และไกลจากจุดอุดมคติเชิงลบมากที่สุด ถือเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด โดยขั้นตอนในการวิเคราะห์ TOPSIS ดังนี้

1) กำหนดทางกลุ่มของทางเลือกที่เป็นไปได้

2) ทำข้อมูลคุณลักษณะแต่ละชั้นข้อมูลให้เป็นมาตรฐาน (Standardize)

3) กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละข้อมูลให้อยู่ในช่วง 0-1 โดยเมื่อรวมค่าถ่วงน้ำหนักของ ทุกข้อมูลแล้วต้องมีค่าเท่ากับ 1

4) คูณค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละชั้นข้อมูล กับข้อมูลเรื่องนั้นๆ

5) กำหนดค่าสูงสุดที่เป็นค่าในอุดมคติเชิงบวกให้แต่ละชั้นข้อมูล

6) กำหนดค่าต่ำสุดที่เป็นค่าในอุดมคติเชิงลบให้แต่ละชั้นข้อมูล

7) คำนวณระยะทางระหว่างจุดในอุดมคติเชิงบวกกับข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูลโดยใช้สูตรดังสมการที่ 2-1

$$S_{i+} = \sqrt{\sum (v_{ij} - v_{+i})^2} \qquad \text{(สมการที่ 2-1)}$$

$S_{i+}$ คือ ระยะทางระหว่างข้อมูลกับจุดอุดมคติเชิงบวก

$v_{ij}$ คือ ข้อมูลคุณลักษณะ

$v_{+i}$ คือ ค่าสูงสุดที่เป็นค่าในอุดมคติเชิงบวก

8) คำนวณระยะทางระหว่างจุดในอุดมคติเชิงลบกับข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูลโดยใช้สูตรดังสมการ 2-2

$$S_{i-} = \sqrt{\sum (v_{ij} - v_{-i})^2} \qquad \text{(สมการที่ 2-2)}$$

$S_{i-}$ คือ ระยะทางระหว่างข้อมูลกับจุดอุดมคติเชิงลบ

$v_{ij}$ คือ ข้อมูลคุณลักษณะ

$v_{-i}$ คือ ค่าสูงสุดที่เป็นค่าในอุดมคติเชิงลบ

9) คำนวณความสัมพันธ์ในการเข้าใกล้จุดอุดมคติ ($c_{i+}$) โดยใช้สมการ 2-3

$$c_{i+} = \frac{S_{i+}}{S_{i+} - S_{i-}} \qquad \text{(สมการที่ 2-3)}$$

ค่า $c_{i+}$ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 < $c_{i+}$ < 1 ถ้าเข้าใกล้หนึ่งแสดงว่าเข้าใกล้จุดอุดมคติเชิงบวก

10) เรียงลำดับทางเลือกทั้งหมดตามค่า $c_{i+}$ โดยทางเลือกที่ดีที่สุดคือทางเลือกที่มีค่า $c_{i+}$ มากที่สุด

### 2.3.2 วิธี Simple Additive Weighting (SAW)

วิธีการนี้เป็นวิธีการตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ เป็นการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย โดยใช้แนวคิดในการรวมค่าน้ำหนักเชิงเส้นตรง หรือแนวคิดการให้คะแนน (Scoring methods) ซึ่งใช้หลักการบนพื้นฐานของการให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ย โดยจะทำการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างกันตามความสำคัญ โดยผลรวมค่าคะแนนในแต่ละทางเลือกมาจากค่าน้ำหนักของข้อมูลคุณลักษณะแต่ละข้อมูล โดยสามารถนำมาเขียนได้ดังสมการที่ 2-4 โดยทางเลือกที่ได้คะแนนสูงสุดจะเป็นทางเลือกที่ถูกเลือกเป็นลำดับแรก

$$A_i = \sum w_i x_{ij} \qquad \text{(สมการที่ 2-4)}$$

$A_i$ คือ ทางเลือกแต่ละทางเลือก

$w_i$ คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก

$x_{ij}$ คือ ค่าคะแนนของทางเลือกที่ $i$ ในข้อมูลคุณลักษณะที่ $j$

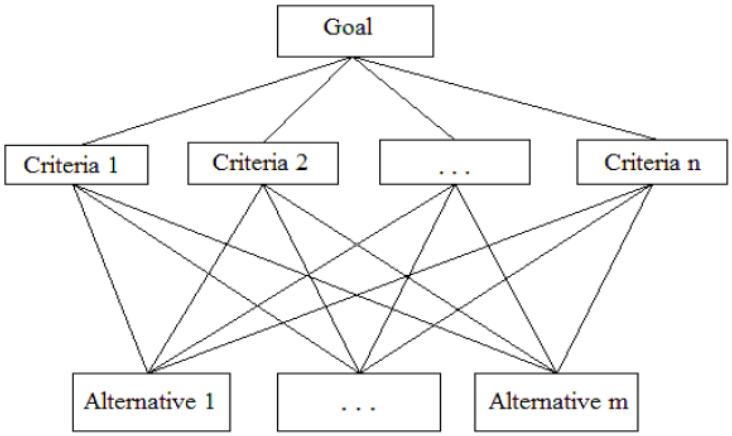
### 2.3.3 วิธี Analytic Hierarchy Process (AHP)

Analytic Hierarchy Process, AHP เป็นวิธีการตัดสินใจแบบหลายการตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ (Multi-Attribute Decision Making: MADM) วิธีหนึ่ง ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาจาก Saaty ในปี ค.ศ.1980 เป็นวิธีที่ใช้ในการกำหนดน้ำหนักความสำคัญ แล้วทำการตัดสินใจเลือกหรือเรียงลำดับทางเลือกของวิธีการแก้ปัญหา

Klungboonkrong (1998) อ้างอิงใน วรัญญู อุทธา (2560) ได้อธิบายว่า วิธี AHP เป็นวิธีที่วิเคราะห์เปรียบเทียบองค์ประกอบในการตัดสินใจที่มาจากส่วนเดียวกัน หรือองค์ประกอบที่แตกต่างกัน มาเปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise comparison) โดยมีพื้นฐานจากการทดสอบความสนใจของมนุษย์ ซึ่งมีความยากในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่หลากหลาย แต่มนุษย์สามารถตัดสินใจเลือกสององค์ประกอบหรือสองทางเลือกได้ในเวลาหนึ่ง

Dyer และ Forman (1991) ได้อธิบายขั้นตอนของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ดังนี้

1) กระจายความสลับซับซ้อนของปัญหาให้อยู่ในรูปของลำดับชั้นโครงสร้างปัญหา โดยพื้นฐานประกอบ 3 ลำดับหลัก คือ เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ เกณฑ์ตัดสินใจ และทางเลือกต่างๆ




*ที่มา: Saaty (2000)*

รูปที่ 2-3 โครงสร้างปัญหา

การแบ่งกลุ่มองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นลำดับชั้น โดยการจัดทำเป็นแผนภูมิ มีหลักเกณฑ์ ดังนี้

ระดับที่ 1 เป้าหมาย คือ วัตถุประสงค์โดยรวมของปัญหาการตัดสินใจ

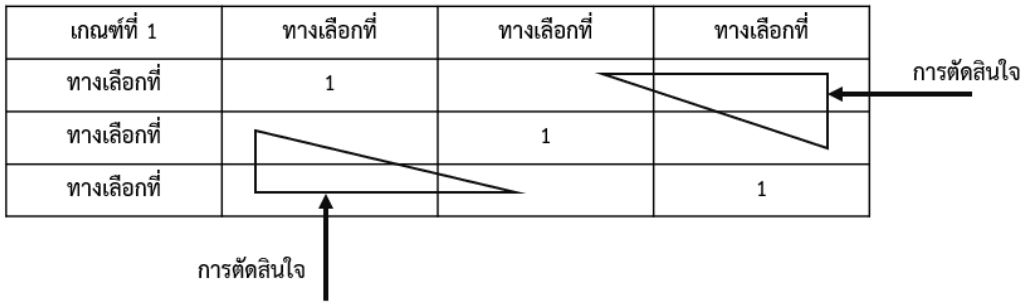
ระดับที่ 2 เกณฑ์ตัดสินใจ คือ สิ่งที่สามารถทำให้เป้าหมายประสบความสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดขึ้น

ระดับที่ 3 เกณฑ์ย่อย คือ สิ่งที่สามารถทำให้เป้าหมายประสบความสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดขึ้น เพื่อใช้ประเมินหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับวัตถุประสงค์นั้นๆ

ระดับที่ 4 ทางเลือกคือสิ่งที่ต้องการจะเลือกเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ในโครงสร้างของปัญหาตามกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ อาจประกอบด้วยเกณฑ์ตัดสินใจย่อยหรือไม่มีก็ได้ ตามความแตกต่างของคุณลักษณะของแต่ละปัญหาในการวิเคราะห์

2) พิจารณาเปรียบเทียบความสำคัญ ทำการเปรียบเทียบทางเลือกตามวัตถุประสงค์ทีละเกณฑ์ในระดับชั้นโครงสร้างระดับเดียวกัน โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ แล้วนำข้อมูลที่ได้ มาสรุปหาน้ำหนักความสำคัญ ซึ่งจะใช้ชุดตัวเลขสำหรับการเปรียบเทียบ โดยมีชุดตัวเลขความสำคัญในระดับต่างๆ แต่ละระดับที่มีความหมายของค่าตัวเลขแต่ละตัว




*ที่มา: วรพจน์ มีถม (2553)*

รูปที่ 2-4 วิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pairwise Comparison)

ตารางที่ 2-3 ชุดตัวเลขในการเปรียบเทียบ

| **ระดับความสำคัญหรือความชอบ (Preference Level)** | **ค่าแสดงเป็นตัวเลข (Numerical Value)** |
|---|---|
| เท่ากัน (Equally Preferred) | 1 |
| เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately Preferred) | 2 |
| ปานกลาง (Moderately Preferred) | 3 |
| ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly Preferred) | 4 |
| ค่อนข้างมาก (Strongly Preferred) | 5 |
| ค่อนข้างมากถึงมากกว่า (Strongly to Very Strongly Preferred) | 6 |
| มากกว่า (Very Strongly Preferred) | 7 |
| มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely Preferred) | 8 |
| มากที่สุด (Extremely Preferred) | 9 |

*ที่มา: วรพจน์ มีถม (2553) ดัดแปลงจาก Saaty (1980)*

3) การหาน้ำหนักความสำคัญ

3.1) การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต (Geometric Mean Method) ทำการคำนวณได้โดยการนำเอาตัวเลขที่ต้องการหาค่าเฉลี่ยมาคูณกันแล้วนำเอาผลคูณนั้น มาถอดรากตามจำนวนตัวเลขนั้นสามารถหาค่าได้ดัง แสดงในสมการที่ 2-5

$$V_i = \left[ \prod_{j=1}^{n} a_{ij} \right]^{\frac{1}{n}} \qquad \text{(สมการที่ 2-5)}$$

เมื่อ $a_{ij}$ = ค่าของสมาชิกในตารางเมตริกซ์

$V_i$ = ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต

$n$ = จำนวนตัวเลขที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

3.2) การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักคะแนนของรูปแบบทางเลือก โดยหาได้จากการสังเคราะห์ข้อมูลแต่ละรูปแบบทางเลือก คำนวณผลรวมของค่าน้ำหนักที่ได้จากการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละคู่ทุกคู่ หลังจากนั้นทำให้เป็นบรรทัดฐาน (Normalize) ข้อมูล และรวมข้อมูลในแต่ละแถว ซึ่งทำให้ได้ค่าถ่วงน้ำหนักซึ่งได้จากการพิจารณาข้อมูลแต่ละคู่ โดยค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ต้องรวมกันเท่ากับ 1

$$\sum_{i=1}^{n} W_i = 1.0 \qquad \text{(สมการที่ 2-6)}$$

เมื่อ $W_i$ = น้ำหนักคะแนนของแต่ละหลักเกณฑ์

4) การหาค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Ratio: C.R.) ในกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยจะใช้ทฤษฎีไอเกนเวคเตอร์ (Eigen Vector) ในการตรวจสอบลำดับความสำคัญของข้อมูลการเปรียบเทียบในเมทริกซ์และการหาความสอดคล้องของข้อมูลดิบที่ได้จากการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจต่างๆ หาได้จาก สมการ 2-7 และ 2-8

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \qquad \text{(สมการที่ 2-7)}$$

เมื่อ $C.I.$ เป็นดัชนีความสอดคล้องที่วัดจากความแปรปรวนของ $\lambda_{\max}$ จาก $N$ ในสมการ 2-8

$$C.\mathrm{I}. = \frac{\lambda_{\max} - N}{N - 1} \qquad \text{(สมการที่ 2-8)}$$

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

น้ำหนัก (Normal Form) = ค่าไอเกนของแต่ละแถวต่อผลรวมของค่าไอเกนของทุกสดมภ์

$N$ = จำนวนสมาชิกในแถวหรือหลัก

ดัชนีความสอดคล้องของข้อมูลโดยการสุ่มตัวอย่าง (R.I.) สร้างขึ้นโดย Oak Ridge Laboratory ค่าเฉลี่ย R.I. ที่ใช้กับจำนวนสมาชิกในการเปรียบเทียบความสำคัญ 1-10 (Saaty, 1990) แสดงดัง ตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 ดัชนีความสอดคล้องของข้อมูล

| N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R.I. | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 0.90 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.49 |

หมายเหตุ: การศึกษาของผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาพบว่ามนุษย์ จะยังคงตัดสินใจได้ดี ถ้าเกณฑ์ตัดสินใจ มีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 7 เกณฑ์ ดังนั้นจำนวนเกณฑ์ตัดสินใจในแต่ละลำดับจึงไม่ควรมีเกินกว่า 7 เกณฑ์

*ที่มา: Saaty (1990)*

ค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (C.R.) ที่ยอมรับได้ขึ้นอยู่กับขนาดของเมทริกซ์ เช่น สำหรับเมทริกซ์ขนาด 3 x 3 ค่า C.R. ที่ ยอมรับได้ไม่เกิน 0.05 เมทริกซ์ขนาด 4 x 4 ค่า C.R. ที่ยอมรับได้ไม่เกิน 0.08 เมทริกซ์ขนาดมากกว่า 5 x 5 ค่า C.R. ที่ยอมรับได้ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 (Kabir, 2011)

5) การวิเคราะห์ความอ่อนไหว เป็นการช่วยตอบคำถามเกี่ยวกับความสำคัญโดยเปรียบเทียบของข้อมูล หรือความเป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่มีผลกระทบกับผลการตัดสินใจ โดยบรรลุถึงความเข้าใจการตัดสินใจในครั้งนั้นว่า เกณฑ์ตัดสินใจใดมีอิทธิพลต่อผลการตัดสินใจมากน้อยอย่างไร

### 2.3.4 วิธี Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)

วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP) เป็นเครื่องมือช่วยการตัดสินใจที่มีความสามารถในการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวสามารถเป็นได้ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ FAHP มีแนวความคิดพื้นฐานมาจากกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านให้การยอมรับ โดยอธิบายทฤษฎีฟัซซีเซตเบื้องต้น รวมถึงกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ ได้ดังนี้

***ทฤษฎีฟัซซีเซต (Fuzzy Set Theory)***

ทฤษฎีเซตเป็นตัวอย่างหนึ่งของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้เพื่อบอกว่าสิ่งใดมีคุณสมบัติบางประการเหมือนกับข้อกำหนดจนสามารถกำหนดให้สิ่งนั้น เป็นสมาชิกหนึ่งของกลุ่มนี้ ซึ่งกลุ่มของวัตถุนี้ เรียกว่า เซต โดยการจัดสิ่งของเข้าเป็นสมาชิกของเซตใดๆ นั้นสามารถบอกว่าได้ว่าสิ่งของนั้น เป็นหรือไม่เป็นสมาชิกของเซตนั้นอย่างชัดเจน โดยมีโอกาสเป็นไปได้เพียงแค่ 2 แนวทางเท่านั้น คือ เป็น หรือ ไม่เป็น

สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์ (2548) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีฟัซซีเซต (Fuzzy set) ช่วยให้สามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบต่างที่ปรากฏในชีวิตประจำวันได้ชัดเจนขึ้นกว่าการอธิบายทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีเซตแบบดั่งเดิม (Crisp set) ทำให้ไม่เกิดข้อโต้แย้งและมีความครอบคลุม

เหมือนในชีวิตประจำวันมากขึ้น ซึ่งหลักสำคัญของทฤษฎีฟัซซีเซต คือ ยอมรับสมาชิกที่มีลักษณะตามที่กำหนดของเซตนั้นๆ แม้เพียงบางส่วนเข้ามาเป็นสมาชิก โดยสมาชิกทุกค่ามีการกำกับค่าน้ำหนักระดับความเป็นสมาชิก ($\mu_A$) ไว้ โดยอธิบายไว้ว่า

ถ้าให้ 1) $U$ เป็นเซตของสมาชิกที่เป็นไปได้ของเซตนั้น ๆ ($U$ = Universe of discourse)

2) $x$ เป็นสมาชิกที่อยู่ภายใน $U$

3) $\rho_1$, $\rho_2$, $\rho_2$,. .., $\rho_n$ คือ คุณสมบัติจำนวน $n$ ค่าของ $x$ ซึ่งมีลักษณะไม่เกี่ยวข้องกันและกัน และให้ $x$ มีคุณสมบัติภายใน $U$ ที่เรากำหนด นั่นคือ $x$ = ($\rho_1$, $\rho_2$, $\rho_2$,..., $\rho_n$)

4) ค่าระดับความเป็นสมาชิก ($\mu_A$) จะมีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติของ $x$ ดังนี้

$$\mu_A(x = (\rho_1, \rho_2, \rho_2, ..., \rho_n))$$

และเมื่อฟัซซีเซต A อยู่ใน *U* แล้วจะได้เซตของคู่ลำดับ

$$A = \{x, \mu_A (x = (\rho_1, \rho_2, \rho_2, ..., \rho_n))\} \quad \text{(สมการที่ 2-9)}$$

โดยฟังก์ชันของความเป็นสมาชิก (Membership function) $\mu_A(x)$ ถูกนิยามให้อยู่ในรูปของ

$$\mu_A(x) \mid x \rightarrow [0,1] \quad \text{(สมการที่ 2-10)}$$

ซึ่ง [0,1] เป็นเลขจำนวนจริงซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 1 ซึ่งเลข 0 หมายถึงไม่มีความเป็นสมาชิกและ เลข 1 หมายถึงระดับความเป็นสมาชิกอย่างสมบูรณ์

สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์ (2548) ได้ยกตัวอย่างในการอธิบาย ให้เอกภพสัมพัทธ์ คือ ผลแอปเปิ้ลและพิจารณาเซตของแอปเปิ้ลสีแดง ดังนั้นจะได้

$$A = \{x \mid x \text{ เป็นผลแอปเปิ้ลสีแดง}\}$$

และ $$\overline{A} = \{x \mid x \text{ ไม่เป็นผลแอปเปิ้ลสีแดง}\}$$

- ให้ $x_1$ เป็นผลแอปเปิ้ลสีแดงทั้งผล ดังนั้น $x_1$ เป็นสมาชิกของฟัซซีเซต $A$ (โดยมีค่าระดับความเป็นสมาชิกเท่ากับ 1.0)

- $x_2$ เป็นผลแอปเปิ้ลสีแดงเกือบทั้งผล ยกเว้นบางบริเวณจะเป็นสีเขียว (ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 1 $cm^2$ ) ดังนั้น $x_2$ เป็นสมาชิกของเซต $A$ (แต่ไม่ใช่ทั้งผล) ค่าระดับความเป็นสมาชิกของ $x_2$ ไม่เท่ากับค่าระดับความเป็นสมาชิกของ $x_1$ ข้างต้น (โดยมีค่าระดับความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.9)

- $x_3$ เป็นผลแอปเปิ้ลสีแดงเกือบทั้งผล ยกเว้นบางบริเวณซึ่งจะเป็นสีเขียวมีพื้นที่ประมาณ 2 $cm^2$ ดังนั้น $x_3$ ยังคงเป็นสมาชิกของเซต $A$ (แต่ไม่ใช่ทั้งผล) ค่าระดับ

ความเป็นสมาชิกของ $x_3$ น้อยกว่าค่าระดับความเป็นสมาชิกของ $x_2$ ข้างต้น (โดยมีค่าระดับความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.8)

- $x_n$ เป็นผลแอปเปิ้ลสีเขียวทั้งผล ดังนั้น $x_n$ ไม่ได้เป็นสมาชิกของฟัซซีเซต เซต $A$ (มีค่าระดับความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.0)

ซึ่งจากผลแอปเปิ้ลทั้ง 4 ผลสามารถเขียนได้ นั่นคือ $A = \{x_1, x_2, x_3, x_n\}$ และ $\mu_A(x =$ (1.0, 0.9, 0.8, ..., 0.0)) รวมกันได้ คือ

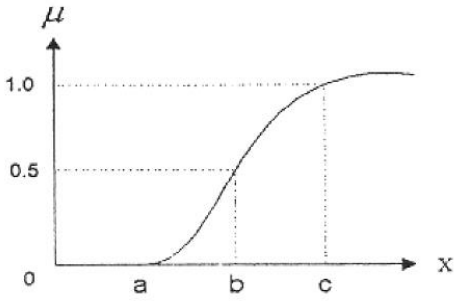
$$A = \{(x_1, 1.0), (x_2, 0.9), (x_3, 0.8), ..., (x_n, 0.0)\}$$
$$\overline{A} = \{(x_1, 0.0), (x_2, 0.1), (x_3, 0.2), ..., (x_n, 1.0)\}$$

จากการอภิปราย ค่าความเป็นสมาชิก ไปเบื้องต้น ในทฤษฎีฟัซซีเซต สามารถแบ่งประเภทในการพิจารณา ระดับความเป็นสมาชิก ได้หลายชนิด แสดงได้ ดังต่อไปนี้

***ฟังก์ชันระดับความเป็นสมาชิก***

ฟังก์ชันระดับความเป็นสมาชิกมาตรฐานที่นิยมใช้ในทางปฏิบัติมี 4 ชนิด ได้แก่

1) S-Function ฟังก์ชันชนิดนี้มีรูปร่างเป็นตัว S โดยรูปร่างของฟังก์ชันจะขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ $a, b$ และ $c$ ข้างล่างนี้จะสังเกตได้ว่า S-Function จะเป็นเส้นตรงขนานไปกับแกน $x$ โดยมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อ $x \le a$ และจะมีค่าเป็น 1 เมื่อ $x \ge c$ โดยที่เมื่อ $x$ อยู่ระหว่าง $a$ และ $c$ รูปร่างของฟังก์ชันจะมีลักษณะเป็น Quadratic Function และเมื่อ $x = b$ เป็นจุดที่เรียกว่า Crossover Point โดยมีค่าเท่ากับความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.5 แสดงได้ดังรูป 2-5

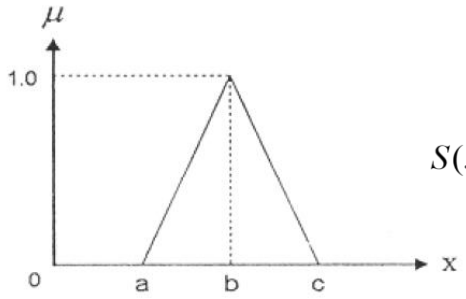



$$S(x;a,b,c) = \begin{cases} 0 & \text{สำหรับ } x \le a \\ 2\left(\dfrac{x-a}{c-a}\right)^2 & \text{สำหรับ } a < x \le b \\ 1-2\left(\dfrac{x-a}{c-a}\right)^2 & \text{สำหรับ } b < x \le c \\ 1 & \text{สำหรับ } x \ge c \end{cases}$$

*ที่มา: สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์ (2548)*

รูปที่ 2-5 S-Function

2) Triangular Function ฟังก์ชันชนิดนี้จะมรูปร่างเป็นสามเหลี่ยมซึ่งขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ ทั้ง 3 ตัวคือ $a, b$ และ $c$ ดังรูปที่ 2-6

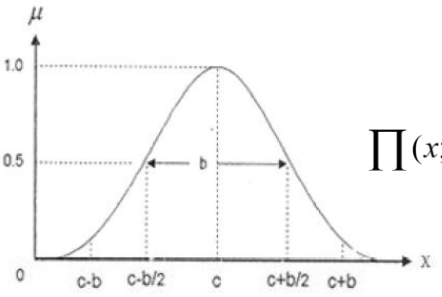



$$S(x;a,b,c)=\begin{cases}0 & \text{สำหรับ } x\le a\\ \left(\frac{x-a}{b-a}\right) & \text{สำหรับ } a<x\le b\\ \left(\frac{c-a}{c-b}\right) & \text{สำหรับ } b<x\le c\\ 0 & \text{สำหรับ } x\ge c\end{cases}$$

*ที่มา: สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์ (2548)*

รูปที่ 2-6 Triangular Function

3) $\prod$ - Function ฟังก์ชันชนิดนี้จะมีรูปร่างคล้ายกับระฆัง โดยจะมีด้านข้างทั้ง 2 ด้านเป็น S-Function ฟังก์ชั่นชนิดนี้จะมีรูปร่างคล้ายกับ Triangular Function เพียงแต่ต่างกันตรงที่ด้านข้างของ $\prod$ -Function ที่เป็น S-Function จะค่อยๆ ลาดลงเป็น 0 มากกว่าถ้าเปรียบเทียบกับ Triangular Function จากรูปที่ 2-6 จะสังเกตเห็นว่าตัวแปร $b$ คือ ค่าความกว้างที่ Crossover Point ของ $\prod$ -Function ซึ่งจะอยู่ที่ค่าระดับความเป็นสมาชิกเป็น 0.5 $x\le a$ $x>c$ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2-7

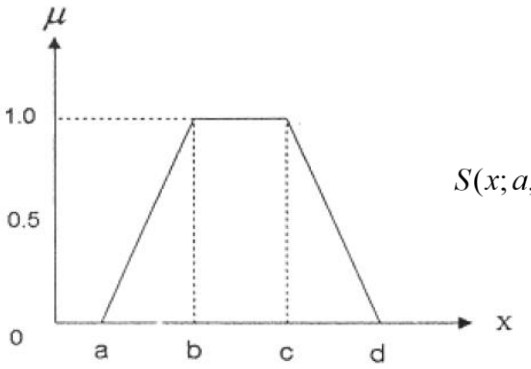



$$\prod(x;b,c)=\begin{cases}s(x;c-b,\frac{c-b}{2},c & \text{สำหรับ } x\le a\\ 1-S(x;c,\frac{c+a}{2},c+b) & \text{สำหรับ } x>c\end{cases}$$

*ที่มา: สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์ (2548)*

รูปที่ 2-7 $\prod$ - Function

4) Trapezoid Function ฟังก์ชันชนิดนี้จะมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมคางหมูโดยรูปร่างจะขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ 4 ตัวด้วยกันคือ $a, b, c$ และ $d$ ฟังก์ชันชนิดนี้เป็นฟังก์ชันที่นิยมใช้กันอีกฟังก์ชันหนึ่งเช่นเดียวกับฟังก์ชันรูปสามเหลี่ยม แสดงได้ดัง รูปที่ 2-8



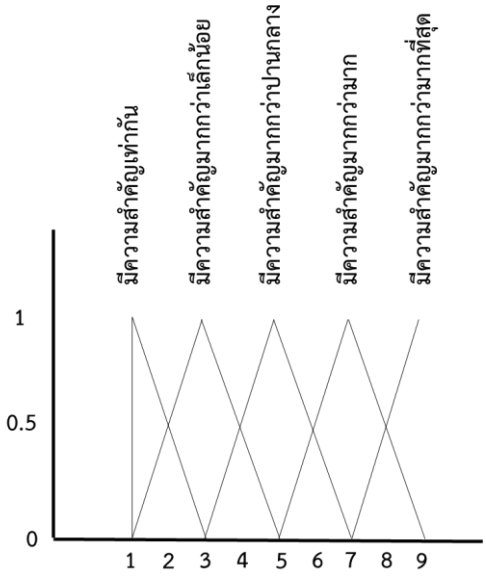

$$S(x;a,b,c,d)=\begin{cases}0 & \text{สำหรับ } x\le a\\ \dfrac{x-a}{b-a} & \text{สำหรับ } a<x\le b\\ 1 & \text{สำหรับ } b<x\le c\\ \dfrac{d-x}{d-c} & \text{สำหรับ } b<x\le c\\ 0 & \text{สำหรับ } x\ge c\end{cases}$$

*ที่มา: สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์ (2548)*

รูปที่ 2-8 Trapezoid Function

จากการอธิบาย ทฤษฎีฟัซซีเซตเบื้องต้น การวิเคราะห์กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ โดยทั่วไปสามารถวิเคราะห์ได้หลายแบบเช่นเดียวกัน ซึ่งการวิจัยนี้อ้างอิงจาก การวิเคราะห์ที่พัฒนาจาก Chang (1996) และ Buckley (1985) ซึ่ง Ayan. (2013) ได้อธิบายขั้นตอนของ FAHP ดังนี้

1) ทำการเปรียบเทียบค่าระดับความสำคัญของเกณฑ์ที่ต้องการวิเคราะห์ทีละคู่ จากนั้นเปลี่ยนจากค่าระดับความสำคัญ โดยใช้ฟัซซีนัมเบอร์ในการให้คะแนนเปรียบเทียบจากตารางที่ 2-5 โดยระดับความสำคัญแต่ละระดับจะใช้ฟังก์ชันสมาชิกแบบสามเหลี่ยมในการคิด ดังรูปที่ 2-9




*ที่มา: ดัดแปลงจาก ปราโมทย์ ลือนาม (2556)*

รูปที่ 2-9 การกำหนดฟัซซีนัมเบอร์ให้กับระดับของความชอบฟังก์ชันภาวะสมาชิกแบบสามเหลี่ยม

ตารางที่ 2-5 ระดับความสำคัญของ FAHP

| ระดับความสำคัญ | ตัวเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยม |
|---|---|
| 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) |

*ที่มา: เมทินี จงไพบูลย์ (2559)*

2) กำหนดขอบเขตเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ตัดสินใจโดยกำหนดเมทริกซ์ $A$ เป็นเมทริกซ์แสดงการเปรียบเทียบของแต่ละเกณฑ์ โดย $\tilde{a}_{ij}$ เป็นตัวเลขฟัซซีค่าระดับความสำคัญเปรียบเทียบที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่าง หลักเกณฑ์ที่ $i$ และ $j$ โดยที่ $i$ และ $j$ = 1,2,3,..,n สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} (1,1,1) & (l_{12}, m_{12}, u_{12}) & \cdots & (l_{1m}, m_{1m}, u_{1m}) \\ (l_{21}, m_{21}, u_{21}) & (1,1,1) & \cdots & (l_{2m}, m_{2m}, u_{2m}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ (l_{n1}, m_{n1}, u_{n1}) & (l_{n2}, m_{n2}, u_{n2}) & \cdots & (1,1,1) \end{bmatrix}$$

(สมการที่ 2-11)

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

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

3) วิเคราะห์ค่าขอบเขตสังเคราะห์ฟัซซี โดยการหาค่า the geometrical means จากสมการที่ 2-12 ในแต่ละ $i$

$$\tilde{r}_i = (\prod_{j=1}^{n} \tilde{a}_{ij})^{1/n} \text{ โดยที่ } i = 1,2,3,..,n \quad \text{(สมการที่ 2-12)}$$

4) คำนวณน้ำหนักความสำคัญตัวเลขฟัซซีของหลักเกณฑ์ จากสมการที่ 2-13

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \tilde{r}_3 \oplus \ldots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} = (lw_i, mw_i, uw_i) \quad \text{(สมการที่ 2-13)}$$

โดยตัวอย่างการดำเนินการของเลขฟัซซี 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

$$M_i = \left(\frac{lw + mw + uw}{3}\right) \quad \text{(สมการที่ 2-14)}$$

6) คำนวณน้ำหนักความสำคัญตัวเลขหลักเกณฑ์ จะได้ $w_i$ เป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแต่ละหลักเกณฑ์

$$w_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^{n} M_i} \quad \text{(สมการที่ 2-15)}$$

หลังจากได้น้ำหนักความสำคัญ จากนั้นทำการพิจารณาหาค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Ratio: $C.R.$) ซึ่งใช้วิธีคิดเช่นเดียวกับ วิธี AHP จากหัวข้อที่ 2.2.3 ดังที่กล่าวไว้

จากทฤษฎีวิธีการตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ ที่อธิบายไว้ข้างต้น ทั้งวิธี Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS) วิธี Simple Additive Weighting (SAW) วิธี The Analytic Hierarchy Process (AHP) และ วิธี Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) สามารถเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธีได้ ดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 การเปรียบเทียบวิธีตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ

| วิธีการ | ลักษณะ | ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|---|---|
| SAW | ผู้ตัดสินใจเป็นผู้กำหนดกำหนดค่าน้ำหนักของ แต่ละหลักเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินคะแนนรวมของแต่ละทางเลือก | - ไม่ยุ่งยาก | - ผลการวิเคราะห์มักให้ค่าความเหมาะสมเกินความเป็นจริง |
| TOPSIS | กำหนดเป้าหมายในอุดมคติไว้ และทางเลือกไหนมีค่าเข้าใกล้เป้าหมายในอุดมคติมากที่สุด และไกลจากจุดอุดมคติเชิงลบมากที่สุด | - เหมาะสำหรับการตัดสินใจบนหลักเกณฑ์เชิงปริมาณ<br>- เหมาะสำหรับการตัดสินใจที่อยู่<br>บนทั้งหลักเกณฑ์เชิงบวกและลบ | - หากมีทางเลือกในการตัดสินใจจำนวนมากอาจเกิดความผิดพลาดในการพิจารณา<br>หลักเกณฑ์ได้ |

ตารางที่ 2-6 การเปรียบเทียบวิธีตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ (ต่อ)

| วิธีการ | ลักษณะ | ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|---|---|
| AHP | ให้ค่าน้ำหนักของเกณฑ์และค่าคะแนนความเหมาะสม โดยใช้หลักการเปรียบเทียบทีละคู่ | - สามารถตัดสินใจบนหลักเกณฑ์เชิงคุณภาพ มีการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อมูล ทำให้มีความถูกต้องมาก<br>- ช่วยขจัดการตัดสินใจที่มีความลำเอียง เหมาะสมในการเปรียบเทียบหลายเกณฑ์ | - ความยุ่งยากในการคำนวณค่าที่ได้จากการตัดสินใจทีละคู่ |
| FAHP | ให้ค่าน้ำหนักของเกณฑ์และค่าคะแนนความเหมาะสม โดยใช้หลักการเปรียบเทียบทีละคู่เช่นเดียวกับ AHP เพียงแต่ใช้ระบบตัวเลขฟัซซีเข้ามาช่วย | - สามารถตัดสินใจบนหลักเกณฑ์เชิงคุณภาพ มีการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อมูล ทำให้มีความถูกต้องมาก เช่นเดียวกับ AHP<br>- ช่วยขจัดการตัดสินใจที่มีความลำเอียง เหมาะสมในการเปรียบเทียบหลายเกณฑ์ | - ความยุ่งยากในการคำนวณค่าที่ได้จากการตัดสินใจทีละคู่และจากตัวเลขฟัซซี |

*ที่มา: อภิรดี สรวิสูตร (2559), วิริยาภรณ์ พิชัยโชค และจันทร์จิรา พยัคฆ์เพศ (2556) อ้างอิงใน เชิดสกุล สะอาด (2561)*

ในการศึกษาครั้งนี้ศึกษาโดยใช้วิธี Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) เนื่องจากการศึกษานี้มีปัจจัยที่ใช้พิจารณาจำนวนมาก ซึ่ง FAHP เป็นวิธีที่สามารถขจัดการตัดสินใจที่มีความลำเอียงได้ดี และ มีการใช้ตัวเลขฟัซซีตัดสินใจเปรียบเทียบ เพื่อช่วยในตัดสินใจภายใต้ความไม่ชัดเจนและความไม่แน่นอนของปัจจัยได้คล้ายคลึงกับกระบวนการคิดของมนุษย์ ทำให้การตัดสินใจมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่อธิบายเกี่ยวกับจุดเด่นของวิธีการ FAHP เพิ่มเติม ดังนี้

Chen et al. (2011) กล่าวว่า FAHP ประยุกต์แนวคิดของทฤษฎีเซ็ตคลุมเครือ (fuzzy set theory) เข้ากับการจับคู่เปรียบเทียบปัจจัย (Pairwise comparison) แทนการใช้ค่าทวินัย (Crisp value) ที่ใช้ตัวเลขเปรียบเทียบในวิธี AHP ทำให้ FAHP มีความสามารถในการตัดสินใจภายใต้ความไม่ชัดเจน (Vagueness) และความไม่แน่นอน (Uncertainty) ของปัจจัยได้คล้ายคลึงกับกระบวนการคิดของมนุษย์ ช่วยให้การตัดสินใจมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดย FAHP ถูกนำมาใช้ใน

การแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย และมักพบในสองรูปแบบหลัก คือ (1) การจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ปัจจัย และ (2) การหาทางเลือกโดยการเปรียบเทียบเกณฑ์ปัจจัยหลายด้านและหลายระดับ

อนุรักษ์ สว่างวงศ์ และคณะ (2551) กล่าวว่า แม้กระบวนการตัดสินใจแบบ AHP จะมีความถูกต้องแม่นยำเพียงใด ก็ยังมีข้อบกพร่อง เพราะ AHP ไม่สามารถสะท้อนมุมมองและรูปแบบความคิดของมนุษย์ที่ถูกต้องเพียงพอ อีกทั้งผู้ตัดสินใจจะมีความรู้สึกขัดแย้งเวลาทำการพิจารณาซึ่งส่งผลให้ค่าตัวเลขมีความผิดพลาดไป ดังนั้นจึงมีการนำเอาทฤษฎีของ Fuzzy มาช่วยในกระบวนการตัดสินใจ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยในขั้นตอนการวิเคราะห์

Kwong and Bai (2002) กล่าวว่า การกำหนดค่าน้ำหนักใน AHP จะถูกแปลงเป็นตัวเลขเพียงค่าเดียว ซึ่งหากผู้ที่ทำการตัดสินใจไม่มีความแน่นอนในการพิจารณาความชื่นชอบหรือความสนใจของตนเอง อาจทำให้กำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญผิดพลาด มีผลทำให้คำตอบที่ได้รับไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริง ตรรกะแบบคลุมเครือ (Fuzzy logic) จึงถูกนำมาใช้ร่วมกับ AHP เพื่อขยายขอบเขตการพิจารณาค่าน้ำหนักความสำคัญใน AHP ซึ่งกระบวนการนี้ถูกเรียกว่า กระบวนการตัดสินใจเชิงลำดับชั้นแบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process : FAHP)

Cengiz, Ufuk and Ziya (2003) ได้นำหลักการ Fuzzy AHP มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการเลือกผู้จัดหา 3 รายในการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกของบริษัทผลิตสินค้าแห่งหนึ่งในตุรกี และได้สรุปถึงประโยชน์ของ Fuzzy ในการนำมาประยุกต์ใช้กับวิธี AHP ว่าสามารถทำให้วิธีแก้ปัญหามีความเหมาะสมกับโลกแห่งความเป็นจริงมากขึ้น

### 2.3.5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ คือ การศึกษาว่าเมื่อการดำเนินการโครงการไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ หรือมีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย จะส่งผลกระทบต่อโครงการอย่างไร ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ คือ ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่อาจจะก่อให้เกิดความไม่แน่นอนของโครงการ ทำให้ทราบว่าโครงการมีความคล่องตัวและทนต่อความเสี่ยงได้มากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ เพื่อที่จะได้หาแนวทางการควบคุมป้องกัน ปัจจัยต่างๆ เหล่านั้น เพื่อให้การดำเนินโครงการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (วสุพร ติ๋วงาม, 2558)

การวิเคราะห์ความอ่อนไหว เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่สำคัญในกระบวนการ MADM ซึ่งเป็นการทดสอบ ว่าเมื่อข้อมูลที่ตัดสินใจมีการเปลี่ยนแปลงค่าไปเล็กน้อย จะมีผลอย่างไรต่อลำดับความสำคัญของทางเลือกที่พิจารณา เนื่องจากความแปรปรวนในน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย จะส่งผลต่อค่าคะแนนที่ใช้จัดลำดับ โดยการผันแปรค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ต้องการพิจารณา ส่วนปัจจัยตัวอื่นๆ ให้กระจายตามค่าน้ำหนักความสำคัญ ซึ่งจะทำให้สังเกตการ

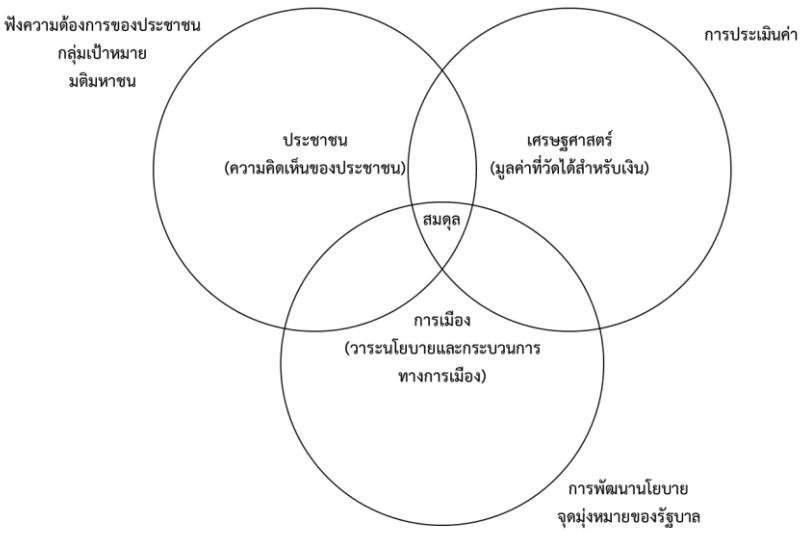
เปลี่ยนแปลง ของค่าคะแนนความเหมาะสมของโครงการ โดยปัจจัยที่มีความอ่อนไหวมาก กราฟจะมีลักษณะที่มีความชันมาก และปัจจัยที่มีความอ่อนไหวน้อย กราฟจะมีลักษณะที่มีความชันน้อย รวมไปถึงการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงลำดับของทางเลือก หรือการเกิดการตัดกันของกราฟ (บ่งบอกถึงลำดับโครงการที่เปลี่ยนแปลง) โดยหากมีจำนวนจุดตัดของเส้นกราฟยิ่งมาก แสดงถึงความอ่อนไหวของเส้นกราฟที่มากขึ้นเช่นเดียวกัน เมื่อแปรผันค่าน้ำหนัก (เชิดสกุล สะอาด, 2561)

## 2.4 งานวิจัยการตัดสินใจลงทุนโครงการขนส่ง

จากที่ได้กล่าวถึงรายละเอียดและวิธีการตัดสินใจลงทุนไปแล้วข้างต้น ปัจจุบันมีบทความและงานวิจัยที่มีความสนใจในเรื่องการตัดสินใจลงทุนในระบบขนส่งอย่างแพร่หลาย ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยใช้เทคนิคและเกณฑ์การตัดสินใจที่แตกต่างกันไป ดังจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

### 2.4.1 บทความและงานวิจัยในต่างประเทศ

Mackie (2010) กล่าวถึงการตัดสินใจลงทุนการขนส่งของภาครัฐในประเทศอังกฤษ โดยกล่าวถึงปัจจัยสามปัจจัยที่พิจารณาในการลงทุนการขนส่ง มีปัจจัยทางด้านสังคม ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์และปัจจัยด้านการเมือง โดยทั้งสามปัจจัยจะถูกนำมาพิจารณารวมกันในระบบการวางแผนการลงทุนซึ่งจะหาวิธีการที่เหมาะสมที่สามารถตอบสนองต่อทั้งสามปัจจัยได้ โดยการลงทุนการขนส่งที่ไม่อยู่ในจุดสมดุลอาจก่อทำให้เกิดปัญหาได้ ตัวอย่างเช่นในประเทศอังกฤษและเนเธอร์แลนด์พบว่า การเก็บเงินผู้ใช้ถนนบางครั้งอาจเหมาะสมในปัจจัยด้านเศษฐศาสตร์ แต่ไม่เป็นที่ยอมรับในปัจจัยด้านสังคมหรือการเมือง จึงจำเป็นต้องแก้ปัญหาด้วยการระดมทุนจากภายนอกเข้ามาช่วยแทนที่การเก็บเงิน




*ที่มา: ดัดแปลงจาก Mackie (2010)*

รูปที่ 2-10 ปัจจัยที่พิจารณาในการลงทุนการขนส่ง

TRT Trasporti e Territorio in association (2014) จัดทำโครงการ TRACECA มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการเชื่อมโยงการขนส่งของสหภาพยุโรปกับประเทศเพื่อนบ้านและประเทศในเอเชียกลาง โดยจัดลำดับความสำคัญโครงสร้างระบบขนส่งพื้นฐานในระดับภูมิภาค ในแง่ของผลกระทบทางเศรษฐกิจสิ่งแวดล้อมและสังคม

ขั้นตอนการจัดลำดับความสำคัญของโครงการ

ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก

1) กำหนดโครงการลำดับความสำคัญพร้อมรายละเอียดของแต่ละโครงการ
2) กำหนดองค์ปัจจัยในการประเมิน
3) กำหนดเกณฑ์ของปัจจัยสำหรับการประเมินผล
4) การประเมินผล

*ปัจจัยของกระบวนการจัดลำดับความสำคัญ*

1) การรวมภูมิภาค
2) ด้านวิศวกรรม
3) เศรษฐกิจ
4) สิ่งแวดล้อม
5) นโยบายและการเมือง

โดยแต่ละองค์ประกอบจะถูกหาความสำคัญ โดยการเปรียบเทียบแต่ละปัจจัยโดยวิธี AHP ดังตัวอย่างใน รูปที่ 2-11 และทำการประเมินแต่ละโครงการตามเกณฑ์ขององค์ประกอบ ดังตัวอย่างใน รูปที่ 2-12

**Table 6: Setting the relative importance of criteria for project prioritization**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Regional Criteria | are | | compared to | Technical Criteria |
| Regional Criteria | are | 4 More Important | compared to | Economic Criteria |
| Regional Criteria | are | 3 Slightly more Important | compared to | Environment Criteria |
| Regional Criteria | are | | compared to | Policy Criteria |
| Technical Criteria | are | 2 Equally Important | compared to | Economic Criteria |
| Technical Criteria | are | | compared to | Environment Criteria |
| Technical Criteria | are | 1 Slightly less Important | compared to | Policy Criteria |
| Economic Criteria | are | | compared to | Environment Criteria |
| Economic Criteria | are | 0 Less Important | compared to | Policy Criteria |
| Environment Criteria | are | | compared to | Policy Criteria |

*Source: IDEA Project, 2009*

*ที่มา: TRT Trasporti e Territorio in association (2014)*

รูปที่ 2-11 การเปรียบเทียบองค์ประกอบเพื่อหาความสำคัญ

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ***The project is creating a new link or node or upgrading an existing ones:*** | **Upgrade** | | **New** | |
| | □ | | □ | |
| ***The project impacts on inter-modality are:*** | **High** | **Medium** | **Low** | **None** |
| | □ | □ | □ | □ |
| ***The project impacts on travel costs reduction for international transport are:*** | **High** | **Medium** | **Low** | **None** |
| | □ | □ | □ | □ |
| ***The project impacts on travel time savings for international transport are:*** | **High** | **Medium** | **Low** | **None** |
| | □ | □ | □ | □ |
| ***The project impacts on reliability/safety are:*** | **Significant** | **Medium** | **Low** | **None** |
| | □ | □ | □ | □ |

*ที่มา: TRT Trasporti e Territorio in association (2014)*

รูปที่ 2-12 ทำการประเมินแต่ละโครงการตามเกณฑ์ขององค์ประกอบ

Travis (2015) ได้ศึกษาปัจจัยในการวางแผนลงทุนโครงสร้างพื้นฐานการขนส่งในเมืองคาลการี ประเทศแคนาดา ระยะเวลา 10 ปี ในปี 2015-2024 โดยวิเคราะห์ลักษณะของโครงการดังนี้

1) เป็นโครงการที่อยู่ในแผนงบประมาณ

2) เป็นโครงการที่สำคัญจำเป็นต้องจัดทำโครงการก่อน

3) ทำการจัดลำดับความสำคัญโครงการอื่นๆ ทั้งหมด

*ปัจจัยการจัดลำดับความสำคัญ*

1) ปัจจัยทั่วไป ประกอบด้วย ปัญหาของประชาชนบรรลุนโยบายของรัฐบาล

2) ปัจจัยการเดินทาง ประกอบด้วย ปริมาณการใช้งานที่ผ่านมา การเชื่อมต่อไปสู่การใช้ประโยชน์ ผลประโยชน์ในการดำเนินงาน

3) ปัจจัยที่ส่งผลต่อถนนเส้นหลัก ประกอบด้วย รองรับการเคลื่อนย้ายสินค้า ความจุและความปลอดภัย

Sahadev, Bahadur and Nath (2014) ได้ทำการการจัดลำดับของโครงการถนนในชนบทในประเทศเนปาลและอีก 22 ประเทศ โดยใช้กระบวนการลำดับขั้นของการวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์หลัก 3 ข้อและเกณฑ์ย่อย 13 เกณฑ์ โดยทำการสำรวจผู้เชี่ยวชาญ โดยการสัมภาษณ์โดยตรงและสัมภาษณ์ออนไลน์ โดยใช้อีเมลและลิงก์ของ Google ไดรฟ์ โดยการสุ่มตัวอย่าง 120 คน จากผู้เชี่ยวชาญในประเทศเนปาลและประเทศอื่นๆ โดยปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ

1) ด้านเศรษฐกิจ ประกอบด้วย ต้นทุนการก่อสร้าง ค่าบำรุงรักษา ต้นทุนการดำเนินงานยานพาหนะ เวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายอุบัติเหตุ ต้นทุนมลพิษ

2) ด้านสังคม ประกอบด้วย ประชากรที่ให้บริการ การเข้าถึงบริการการศึกษา การเข้าถึงบริการอื่นๆ ถนนชุมชนที่มีความสำคัญ

3) ด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ผลกระทบต่อระบบธรรมชาติ การบุกรุกของพื้นที่ประวัติศาสตร์และวัฒนธรรม ความเป็นไปได้ของการเกิดดินถล่มพังทลาย

**2.4.2 บทความและงานวิจัยในประเทศ**

วสันต์ แสงธรรมากิจกุล (2557) ทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ใช้สำหรับการจัดลำดับความสำคัญของถนนกรมทางหลวงชนบท ทั้งในด้านสังคมและเศรษฐกิจโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบภูมิศาสตร์และใช้กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับขั้นเพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญ โดยมี 2 ปัจจัยหลัก 5 ปัจจัยรอง

- ด้านสังคม ประกอบด้วย จำนวนประชากร จำนวนสถานที่สำคัญ
- ด้านเศรษฐกิจ ประกอบด้วย ตำแหน่งด้านการค้าการลงทุน ตำแหน่งด้านการท่องเที่ยว ตำแหน่งด้านการเกษตร

เชิดสกุล สะอาด (2561) ทำการจัดลำดับความสำคัญของโครงการก่อสร้างถนนของกรมทางหลวงชนบทในพื้นที่ในจังหวัดบึงกาฬ โดยทำการศึกษาด้วยวิธีการ Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Method (FMADM) จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านปฏิบัติงานทางหลวงชนบท 6 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาการที่มีประสบการณ์ทำงานที่เกี่ยวข้องกับทางหลวงชนบท โดยใช้ปัจจัยจากแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน ดังนี้

- ปัจจัยด้านสังคม ประกอบด้วย ปริมาณจราจร สัดส่วนรถบรรทุก ความหนาแน่นของประชากร การเข้าถึงบริการภาครัฐ
- ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ประกอบด้วย ค่า BCR และ ค่า IRR
- ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ($CO_2$) และมลพิษทางเสียง

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2562) ได้จัดทำแผนประจำกรมฯ กลุ่ม 7 ในการจัดทำแผนของทางหลวงชนบท เพื่อช่วยส่งเสริมการพัฒนาสายทางตามประกาศผังเมือง ในกลุ่ม 14 จังหวัด ภาคใต้ โดยใช้วิธี AHP โดยสอบถามผู้เชี่ยวชาญของสำนักทางหลวงชนบท และแขวงทางหลวงชนบท ในพื้นที่แต่ละจังหวัด โดยมี 4 ปัจจัยหลัก ประกอบด้วย ดังนี้

- ด้านวิศวกรรม โดยพิจารณา ระดับการใช้บริการของโครงการถนน
- เศรษฐกิจ โดยพิจารณา ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่
- ความต้องการของพื้นที่ โดยพิจารณา ความต้องการของพื้นที่ของหน่วยงาน
- สิ่งแวดล้อมและสังคม โดยพิจารณา ผลกระทบจากที่ดินเวนคืน ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์

### 2.4.3 งานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยการตัดสินใจลงทุนทางโครงการขนส่งที่น่าสนใจอื่นๆ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยการตัดสินใจลงทุนโครงการขนส่งในงานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้างถนนและการขนส่งอื่นๆ โดยมีหลากหลายวิธีการดำเนินการและปัจจัยต่างๆ ทั้งปัจจัยหลักและปัจจัยรอง ดังแสดงในตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 ปัจจัยการจัดลำดับความสำคัญแบบหลายหลักเกณฑ์ที่น่าสนใจ

| ชื่อบทความ/งานวิจัย | รายละเอียดบทความ/งานวิจัย | วิธีการ | ปัจจัยหลัก | ปัจจัยรอง |
|---|---|---|---|---|
| Comparison of Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS for Road Pavement Maintenance Prioritization | Yashon Opudo and Nyambenya (2015) ได้ทำการจัดลำดับความสำคัญของการบำรุงถนนในเมือง Eldoret ประเทศเคนยา | FAHP, fuzzy, TOPSIS | 1. ความปลอดภัยทางถนน<br>2. การซ่อมผิวทาง<br>3. สถานะและมาตรฐานของถนน<br>4. ความสวยงามของถนน | |
| Evaluating prioritization of ASEAN highway network development using a fuzzy multiple attribute decision making method | Lee (2011) ได้ทำการจัดลำดับความสำคัญของโครงการก่อสร้างทางหลวงเอเชียในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ | FMADM | 1. ด้านเศรษฐกิจ | - ปริมาณการจราจร<br>- คุณลักษณะต้นทุนการก่อสร้าง |
| | | | 2. มุมมองทางการเมืองการเมือง | - การพัฒนาภูมิภาคให้สมดุล<br>- ความตั้งใจของประเทศที่จะลงทุน<br>- การเชื่อมต่อเครือข่ายถนน<br>- ลำดับความสำคัญของแต่ละทางเดิน |

ตารางที่ 2-7 ปัจจัยการจัดลำดับความสำคัญแบบหลายหลักเกณฑ์ที่น่าสนใจ (ต่อ)

| ชื่อบทความ/งานวิจัย | รายละเอียดบทความ/งานวิจัย | วิธีการ | ปัจจัยหลัก | ปัจจัยรอง |
|---|---|---|---|---|
| การกำหนดหลักเกณฑ์คัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก โดยการใช้ทฤษฎีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) | นรนิทร์ เอื้อศิริวิรรณ และคณะ (2560) ได้ทำการคัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก | AHP | 1. ปัจจัยหลักทางด้านวิศวกรรม | - การพิจารณาปริมาณรถบรรทุกบนเส้นทาง<br>- ความเหมาะสมของที่ตั้งสถานีทางวิศวกรรม<br>- ความสำคัญหรือประเภทของสายทาง<br>- ความเสียหายของถนนซึ่งเกิดจากการขนส่งบรรทุก |
| | | | 2. ปัจจัยหลักทางด้านเศรษฐศาสตร์ | - การพิจารณามูลค่าในการลงทุนค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่ลดลง<br>- การลดค่าบำรุงรักษาของถนน<br>- การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ลดลง |

ตารางที่ 2-7 ปัจจัยการจัดลำดับความสำคัญแบบหลายหลักเกณฑ์ที่น่าสนใจ (ต่อ)

| ชื่อบทความ/งานวิจัย | รายละเอียดบทความ/งานวิจัย | วิธีการ | ปัจจัยหลัก | ปัจจัยรอง |
|---|---|---|---|---|
| การศึกษาเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบทโดยใช้กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ | กิติพงษ์ ประพันธ์อนุรักษ์ และวชรภูมิ เบญจโอฬาร (2558) ได้ทำการศึกษาเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบท เป้าหมายเพื่อกำหนดหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดแยก ให้สอดคล้องตามสภาพภูมิประเทศและลักษณะการใช้งาน | AHP | 1. ด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจร | - โครงข่ายสมบูรณ์ เพื่อเป็นเส้นทางสายรอง<br>- โครงข่ายสมบูรณ์ ใยแมงมุม Radial Network<br>- โครงข่ายเพื่อการพัฒนาระบบ ในอนาคต<br>- โครงข่ายที่เป็นทางเลี่ยงเมือง หรือ Bypass<br>- โครงข่ายที่เป็นทางลัด หรือ Short Cut<br>- โครงข่ายที่เป็นเส้นทางตามยุทธศาสตร์เพื่อความมั่นคง |
| | | | 2. ด้านเศรษฐกิจและ สังคม | - โครงข่ายเพื่อการขนส่งพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ<br>- โครงข่ายเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรม |
| โครงการศึกษาออกแบบรายละเอียดระบบขนส่งสาธารณะในเขตจังหวัดขอนแก่น และผลกระทบสิ่งแวดล้อม | ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน (2559) ได้ดำเนินงานร่วมกับสำนักส่งเสริมระบบการขนส่งและจราจรในภูมิภาค จัดทำโครงการศึกษาออกแบบรายละเอียดระบบขนส่งสาธารณะในเขตจังหวัดขอนแก่น และผลกระทบสิ่งแวดล้อม (ขั้นตอนในการวิเคราะห์เส้นทางที่เหมาะสม) | FMADM | 1. ปัจจัยด้านการก่อสร้างและการลงทุน | - ปริมาณผู้โดยสารคาดการณ์ (เที่ยวคน/วัน)<br>- จำนวนสถานีขนส่งระหว่างเมืองที่เส้นทางผ่านเขตทาง<br>- พื้นที่ก่อสร้าง |
| | | | 2. ปัจจัยด้านการพัฒนาเมือง สังคม และสิ่งแวดล้อม | - ศักยภาพในการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินและพื้นที่โดยรอบ<br>- สนับสนุนการเข้าถึงแหล่งกิจกรรมและการจ้างงานของเมือง<br>- ระดับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม<br>- ระดับผลกระทบต่อระบบจราจรตามแนวเส้นทาง |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

## 2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยในการพิจารณาของงานวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัดสินใจลงทุนที่กล่าวมาข้างต้น ในส่วนนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึง ทฤษฎีและงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลของปัจจัยต่างๆ ที่ผู้วิจัยใช้ในการศึกษา โดยจะแสดงในบทที่ 3 ซึ่งรายละเอียดต่างๆ แสดงได้ดังนี้

### 2.5.1 การวิเคราะห์ปริมาณจราจร

จากความสำคัญของระบบขนส่งทางบกของประเทศไทยในปัจจุบัน ปริมาณจราจรนับเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญมาก เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถนำไปคำนวณข้อมูลเกี่ยวกับวิศวกรรมขนส่งต่อไปได้ โดยปกตินั้นยานพาหนะในถนนแบ่งออกเป็นหลายประเภท ซึ่งจำนวนการบรรทุก ในแต่ละประเภทมีความแตกต่างกัน โดยหลักการพิจารณาจะทำการเปลี่ยน หน่วย คัน เป็นหน่วย Passenger Car Unit (PCU) เพื่อเป็นค่ามาตรฐานในการเปรียบเทียบการใช้พื้นที่ถนนต่างยานพาหนะ ให้มีหน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล โดยใช้ค่าตัวคูณ Passenger Car Equivalent (PCE) ดังตารางที่ 2-8 คูณกับปริมาณการจราจร หน่วย คัน เพื่อแปลงค่ายานพาหนะแต่ละชนิด ดังนี้ (กรมทางหลวง, 2555)

ตารางที่ 2-8 ค่าตัวคูณ Passenger Car Equivalent (PCE)

| ประเภทยานพาหนะ | PCE |
|---|---|
| รถจักรยานยนต์ | 0.333 |
| รถยนต์นั่ง ไม่เกิน 7 คน | 1 |
| รถยนต์นั่ง เกิน 7 คน | 1 |
| รถบรรทุกเล็ก 4 ล้อ | 1 |
| รถโดยสารขนาดเล็ก | 1.5 |
| รถโดยสารขนาดกลาง | 1.5 |
| รถบรรทุกกลาง 6 ล้อ | 2.1 |
| รถโดยสารขนาดใหญ่ | 2.1 |
| รถบรรทุก 10 ล้อ | 2.5 |
| รถบรรทุกพ่วง | 2.5 |
| รถบรรทุกกึ่งพ่วง | 2.5 |

*ที่มา: กรมทางหลวง (2555)*

### 2.5.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

แนวคิดเกี่ยวกับความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจลงทุนในโครงการ ซึ่งใช้หลักการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้จากโครงการ ซึ่งพิจารณาทั้งทางตรงที่เป็นตัวเงิน เช่น เงินลงทุน ค่าก่อสร้าง และพิจารณาทางอ้อมที่ไม่ใช่ตัวเงิน เช่น ต้นทุนค่าเสียโอกาส ค่าเวลา เป็นต้น แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์ต่างๆ ประกอบกัน

***ตัวชี้วัดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์***

การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ เป็นการเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย และผลประโยชน์ในรูปแบบของมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งทำการพิจารณาว่าโครงการที่จะดำเนินการมีความเหมาะสมคุ้มค่าที่จะดำเนินการหรือไม่ โดยพิจารณาจากตัวชี้วัดต่างๆ ดังนี้

อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio) เกณฑ์นี้แสดงสัดส่วนระหว่างมูลค่าของผลประโยชน์จากโครงการกับมูลค่าของค่าต้นทุนของโครงการ (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2561)

$$B/C\ Ratio\ =\ \frac{\sum_{t=1}^{n} B_t}{\sum_{t=1}^{n} C_t} \qquad \text{(สมการที่ 2-16)}$$

โดยที่ $B_t$ = มูลค่าของผลประโยชน์ในปีที่ $t$

$C_t$ = มูลค่าของต้นทุนในปีที่ $t$

มูลค่าโครงการปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV) เป็นดัชนีที่นำผลประโยชน์ (Benefit) และต้นทุนในการดำเนินการ (Cost) ของโครงการในแต่ละปี มาแปลงเป็นผลประโยชน์และต้นทุนในการดำเนินการที่มีมูลค่าปัจจุบัน และคำนวณเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (วสุพร ติ๋วงาม, 2558)

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \qquad \text{(สมการที่ 2-17)}$$

โดยที่ $NPV$ = มูลค่าปัจจุบันของผลได้สุทธิตลอดอายุของโครงการ

$B_t$ = มูลค่าของผลประโยชน์ในปีที่ $t$

$C_t$ = มูลค่าของต้นทุนในปีที่ $t$

$n$ = อายุของโครงการ

$t$ = จำนวนอายุของโครงการ

$r$ = อัตราคิดลด (Discount Rate)

อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโครงการ (Economic Internal Rate of Return หรือ EIRR) คือ การหาอัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับศูนย์ อัตราที่กล่าวถึงนี้ จึงเป็นอัตราความสามารถของเงินทุนที่จะก่อให้เกิดรายได้คุ้มกับเงินลงทุนเพื่อการนั้นพอดี หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ก็คือหาดูว่าอัตราส่วนลดตัวไหนที่จะทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นศูนย์ เกณฑ์นี้จึงมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับ การหา NPV จะแตกต่างก็ตรงที่เปลี่ยนจาก $r$ หรืออัตราดอกเบี้ยใน NPV มาเป็น $i$ หรืออัตราคิดลดใน EIRR เท่านั้น (วสุพร ติ๋วงาม, 2558)

$$\sum_{t=0}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+IRR)^t} = 0 \qquad \text{(สมการที่ 2-18)}$$

โดยที่ $B_t$ = มูลค่าของผลประโยชน์ในปีที่ $t$

$C_t$ = มูลค่าของต้นทุนในปีที่ $t$

$n$ = อายุของโครงการ

$t$ = จำนวนอายุของโครงการ

**การประเมินต้นทุนของโครงการ**

มหาวิยาลัยสงขลานครินทร์ (2561) ได้ร่วมทำโครงการจัดทำแผนพัฒนาทางหลวงชนบท ประจำกรมฯ กลุ่มที่ 7 โดยทำการศึกษาการประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นสำหรับโครงการสายทางของทางหลวงชนบท ซึ่งประกอบด้วย ค่าศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม ค่าสำรวจออกแบบ ค่าสำรวจอสังหาริมทรัพย์ ค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดินหรือเวนคืนที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง ค่าเงินทุนในการปรับปรุงหรือพัฒนาสายทาง และค่าซ่อมบำรุงรักษาสายทางมาพิจารณา โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) ค่าสำรวจออกแบบถนนและสำรวจอสังหาริมทรัพย์ คือ ค่าใช้จ่ายเพื่อทำการสำรวจตรวจสอบว่าสายทางที่กำลังสำรวจอยู่ในพื้นที่ที่จะต้องตัดผ่าน โบราณสถาน ป่า/พื้นที่อุทยาน/พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า/พื้นที่เขตห้ามล่าสัตว์ ในรัศมี 2 กิโลเมตรหรือไม่ รวมไปถึงการสำรวจมูลค่าอสังหาริมทรัพย์ที่สายทางจะต้องตัดผ่าน เพื่อทำการประเมินมูลค่าในการเวนคืนที่ดิน

2) ค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดินหรือค่าเวนคืน คือ ค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปเพื่อชดเชยความเสียหายให้กับผู้ที่ครอบครองที่ดินในบริเวณที่สายทางตัดผ่าน โดยในการชดเชยนี้จะชดเชยในรูปของตัวเงิน เพื่อบรรเทาความเดือดร้อนอันเนื่องมาจากการที่ที่ทำกินลดลงและสิ่งปลูกสร้างได้ถูกทำลาย

3) ค่าศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม คือ ค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปเพื่อการศึกษาว่าสายทางที่จะต้องทำการพัฒนาหรือปรับปรุงนั้น ได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่และส่งผลอย่างไร

ตารางที่ 2-9 งบประมาณสำรวจออกแบบถนน สำรวจอสังหาริมทรัพย์ จัดกรรมสิทธ์ที่ดิน (เวนคืน) และศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม

| ขั้นตอนการดำเนินการ | ค่าดำเนินการ (ล้านบาท) |
|---|---|
| สำรวจออกแบบถนน | 2.5% ของค่าก่อสร้าง |
| สำรวจอสังหาริมทรัพย์ | 0.815 ล้านบาท/กิโลเมตร |
| จัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน (เวนคืน) | ราคาที่ดิน (ไร่) x (เขตทาง x ความยาว)/ 1,600 (ไร่) |
| ศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม | 1.5% ของมูลค่าโครงการ |

*ที่มา: จากการปรึกษาหารือระหว่างกรมทางหลวงชนบทและกลุ่มที่ปรึกษาในการจัดทำโครงการพัฒนากรมทางหลวงชนบท อ้างอิงในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2561)*

4) ค่าก่อสร้าง คือ ค่าใช้จ่ายแบบทางตรงเบื้องต้นในการจัดทำโครงการ รวมถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการพัฒนาโครงการ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดพื้นผิวของสายทาง และมาตรฐานชั้นทาง ดังตารางที่ 2-10 เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ในการกำหนดค่าดำเนินการดังตารางที่ 2-11

5) ค่าบำรุงรักษา คือ ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดูแลรักษาและซ่อมบำรุงสายทางตลอดจนสภาพการให้บริการให้อยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก โดยการเลือกวิธีการซ่อมบำรุงที่แตกต่างกันก็สามารถทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในด้านบริการที่เปลี่ยนแปลงไป โดยสามารถคิดค่าใช้จ่ายได้ดังตารางที่ 2-12

ตารางที่ 2-10 มาตรฐานชั้นทาง

| ทางหลวงชนบท มาตรฐานชั้นที่ | จำนวนช่องจราจร (ช่อง) | ความกว้างช่องจราจร (เมตร) | ความกว้างไหล่ทาง (เมตร) |
|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 3 | - |
| 3 | 2 | 3 | 1.5 |
| 2 | 2 | 3.5 | 1.5 |
| 1 | 4 | 3.25 | 1.5 |

*ที่มา: จากการปรึกษาหารือระหว่างกรมทางหลวงชนบทและกลุ่มที่ปรึกษาในการจัดทำโครงการพัฒนากรมทางหลวงชนบท อ้างอิงในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2561)*

ตารางที่ 2-11 สรุปงบประมาณค่าดำเนินการก่อสร้างพื้นผิวทาง

| ทางหลวงชนบทมาตรฐานชั้นที่ | ค่าดำเนินการ | |
|---|---|---|
| | ค่าก่อสร้างทางลาดยาง (ล้านบาท/กิโลเมตร) | ค่าก่อสร้างทางคอนกรีต (ล้านบาท/กิโลเมตร) |
| 4 (เสริมไหล่) | 5.9 | 9.1 |
| 3 | 8.8 | 13.1 |
| 2 | 9.6 | 14.4 |
| 1 | 11.7 | 19.5 |

*ที่มา: จากการปรึกษาหารือระหว่างกรมทางหลวงชนบทและกลุ่มที่ปรึกษาในการจัดทำโครงการพัฒนากรมทางหลวงชนบท อ้างอิงในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2561)*

ตารางที่ 2-12 ค่าบำรุงรักษาสายทาง กิจกรรมบำรุงปกติ

| ลำดับ | รายการ | ราคาต่อหน่วย (บาท/กม./ปี) |
|---|---|---|
| 1 | บำรุงปกติผิวทางลูกรัง | 26,000 |
| 2 | บำรุงปกติผิวทางลาดยาง | |
| | 2.1 บำรุงปกติผิวทางลาดยาง | 53,000 |
| | 2.2 บำรุงปกติผิวทางลาดยางในเขต/เลี่ยงเมือง | 96,000 |
| 3 | บำรุงปกติผิวทางคอนกรีต | |
| | 3.1 บำรุงปกติผิวทางคอนกรีต | 28,000 |
| | 3.2 บำรุงปกติผิวทางคอนกรีตในเขต/เลี่ยงเมือง | 94,000 |

*ที่มา: จากการปรึกษาหารือระหว่างกรมทางหลวงชนบทและกลุ่มที่ปรึกษาในการจัดทำโครงการพัฒนากรมทางหลวงชนบท อ้างอิงในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2561)*

**การประเมินผลประโยชน์ของโครงการ**

ผลประโยชน์ของโครงการสามารถคิดจากประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการ ไม่ว่าจะเป็นผลประโยชน์ที่ได้รับทั้งผู้ใช้ถนนและผู้ที่ไม่ใช้ถนน โดยส่วนใหญ่จะเป็นผลประโยชน์ที่ไม่ใช่ตัวเงินโดยตรง แต่สามารถเปลี่ยนผลประโยชน์ทางอ้อมให้มีมูลค่าเป็นตัวเงินได้ เช่น โครงการช่วยกระจายปริมาณจราจรจากการขนส่งเดิมในโครงข่ายให้เปลี่ยนมาใช้ถนนของโครงการ โครงการสามารถเดินทางได้ด้วยความเร็วที่สูงขึ้น ช่วยลดระยะเวลาการเดินทาง โครงการช่วยให้ถนนมีความปลอดภัยมากขึ้น ช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นได้มากขึ้น โดยวิธีการคิดมูลค่าผลประโยชน์ทางอ้อมให้เป็นตัวเงินได้ ดังนี้

**มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle Operating Cost: VOC)**

การปรับปรุงโครงการจราจรมีผลประโยชน์ต่อผู้ใช้เส้นทาง เนื่องจากช่วยกระจายปริมาณการจราจรส่วนหนึ่งจากถนนสายอื่นมาใช้เส้นทางโครงการ สามารถรองรับปริมาณจราจรได้มากขึ้น มีความคล่องตัวมากขึ้น และเดินทางบนเส้นทางที่มีมาตรฐานที่ดีขึ้น

พรรณ์ธิดา เหล่าพวงศักดิ์ และคณะ (2556) ได้อธิบายหลักการคิด VOC ว่า ค่าใช้จ่ายในการใช้รถหาได้จาก ค่าใช้จ่ายในการใช้รถตัวแทนคูณด้วยระยะทางรวมของระบบที่ผู้ใช้ถนนเดินทาง (Vehicle Kilometers Travelled: VKT) แล้วคำนวณมูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถจากผลต่างระหว่างมูลค่าของค่าใช้จ่ายในการใช้รถ กรณีไม่มีโครงการกับกรณีมีโครงการ ดังนี้

$$VOC_{\text{ที่ประหยัดได้}} = (VOC_{\text{ยานพาหนะตัวแทน}} \times VKT_{\text{ไม่มีโครงการ}}) - (VOC_{\text{ยานพาหนะตัวแทน}} \times VKT_{\text{มีโครงการ}})$$

(สมการที่ 2-19)

โดยที่

$VOC_{\text{ที่ประหยัดได้}}$ = มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (บาท)

$VOC_{\text{ยานพาหนะตัวแทน}}$ = ค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะตัวแทน (บาท/PCU/กิโลเมตร)

$VKT_{\text{ไม่มีโครงการ}}$ = ระยะทางรวมของระบบที่ผู้ใช้ถนนกรณีไม่มีโครงการ (PCU/กิโลเมตร)

$VKT_{\text{มีโครงการ}}$ = ระยะทางรวมของระบบที่ผู้ใช้ถนนกรณีมีโครงการ (PCU/กิโลเมตร)

มูลค่าการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถ สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและการจราจร (2558) ได้แสดงค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการใช้ยานพาหนะในระดับประเทศ โดยพิจารณาจาก ข้อมูลหลัก ประกอบด้วย ข้อมูลสภาพการจราจร ลักษณะทางกายภาพของถนน ข้อมูลจำเพาะของพาหนะตัวแทน ราคาต่อหน่วย (ค่าใช้จ่าย) และพารามิเตอร์อื่นๆ ซึ่งแสดงมูลค่าการประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง จำแนกตามประเภทยานพาหนะ ลักษณะของถนนและสภาพภูมิประเทศและความเร็ว ปี 2556 แสดงดังตารางที่ 2-13 และ 2-14

**มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (Value of Time: VOT)**

มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง หมายถึง มูลค่า (ที่เทียบเท่ากับเงิน) ที่ต้องสูญเสียไปในการเดินทาง แต่เมื่อโครงข่ายการคมนาคมมีประสิทธิภาพดีขึ้นจะช่วยประหยัดเวลาในการเดินทาง และผู้ใช้เส้นทางสามารถใช้เวลาในการเดินทางที่ประหยัดไปทำกิจกรรมอื่นที่สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้เพิ่มขึ้นได้ โดยคำนวณจากระยะเวลารวมของระบบ (Vehicle Hours Travelled: VHT)

พรรณ์ธิดา เหล่าพวงศักดิ์ และคณะ (2556) ได้อธิบายหลักการคำนวณมูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง จากผลต่างระหว่างมูลค่าที่เกิดจากการประหยัดเวลาในการเดินทางกรณีไม่มีโครงการกับกรณีมีโครงการ ดังนี้

$$VOT_{\text{ที่ประหยัดได้}} = (VOT \times VHT_{\text{ไม่มีโครงการ}}) - (VOT \times VHT_{\text{มีโครงการ}})$$

(สมการที่ 2-20)

โดยที่

$VOT_{\text{ที่ประหยัดได้}}$ = มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (บาท)

$VOT$ = มูลค่าของเวลาของยานพาหนะตัวแทน (บาท/PCU/กิโลเมตร)

$VHT_{\text{ไม่มีโครงการ}}$ = ระยะเวลารวมของระบบที่ผู้ใช้ถนนกรณีไม่มีโครงการ (PCU/ชั่วโมง)

$VHT_{\text{มีโครงการ}}$ = ระยะเวลารวมของระบบที่ผู้ใช้ถนนกรณีมีโครงการ (PCU/ชั่วโมง)

โดย สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและการจราจร (2558) กำหนด มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (Value of Time : VOT) ในระดับประเทศ ระดับประเทศ โดยพิจารณาจาก ข้อมูล ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์มวลรวมและรายได้ของครัวเรือน จำนวนผู้มีงานทำและเวลาในการทำงาน จำนวนผู้โดยสารบนยานพาหนะแต่ละประเภท วัตถุประสงค์ในการเดินทาง สัดส่วนของยานพาหนะแต่ละประเภท จำแนกตามประเภทยานพาหนะ ปี พ.ศ. 2556 แสดงดังตารางที่ 2-15

ตารางที่ 2-13 ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการใช้ยานพาหนะ (Vehicle Operating Cost : VOC) ในระดับประเทศ : ถนน 2 ช่องจราจร จำแนกตามประเภทยานพาหนะ ปี พ.ศ. 2556

หน่วย : บาท/คัน-กิโลเมตร

| ถนน/สภาพภูมิประเทศ | ความเร็ว (กม./ชม.) | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการใช้ยานพาหนะ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | จักรยานยนต์ | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (<7คน) | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล 7 คนขึ้นไป | รถปิกอัพส่วนบุคคล | รถโดยสารขนาดเล็ก | รถโดยสารขนาดกลาง | รถโดยสารขนาดใหญ่ | รถบรรทุกขนาดเล็ก | รถบรรทุกขนาดกลาง | รถบรรทุกขนาดใหญ่ |
| 2 ช่องจราจรที่ราบ | 10 | 2.241 | 15.200 | 18.336 | 17.218 | 12.378 | 25.448 | 68.366 | 19.175 | 25.842 | 64.260 |
| | 20 | 1.018 | 6.570 | 7.467 | 6.392 | 8.056 | 11.018 | 20.436 | 7.075 | 10.259 | 18.394 |
| | 30 | 0.871 | 5.578 | 6.395 | 5.347 | 6.642 | 9.124 | 16.256 | 6.191 | 8.491 | 14.649 |
| | 40 | 0.830 | 5.225 | 6.033 | 5.005 | 5.862 | 8.437 | 15.036 | 5.662 | 7.799 | 13.452 |
| | 50 | 0.839 | 5.091 | 5.926 | 4.868 | 5.238 | 8.125 | 14.521 | 5.215 | 7.588 | 13.273 |
| | 60 | 5.888 | 4.859 | 5.046 | 60.000 | 5.104 | 14.332 | 0.872 | 7.607 | 13.375 | 8.098 |
| | 70 | 5.996 | 4.919 | 5.059 | 70.000 | 5.083 | 14.527 | 0.931 | 7.803 | 13.664 | 8.163 |
| | 80 | 6.113 | 5.030 | 5.101 | 80.000 | 5.182 | 14.859 | 1.023 | 8.150 | 14.289 | 8.362 |
| | 90 | 6.315 | 5.202 | 5.213 | 90.000 | 5.513 | 15.256 | 1.131 | 8.466 | 14.977 | 8.640 |
| | 100 | 6.542 | 5.360 | 5.349 | 100.000 | 5.810 | 16.098 | 1.294 | 9.016 | 15.902 | 9.020 |
| 2 ช่องจราจรที่เนิน | 10 | 2.330 | 16.059 | 19.473 | 18.518 | 13.089 | 28.976 | 81.866 | 20.649 | 30.376 | 79.306 |
| | 20 | 1.072 | 6.992 | 7.973 | 6.927 | 8.818 | 12.326 | 24.840 | 7.712 | 11.941 | 22.806 |
| | 30 | 0.923 | 5.967 | 6.863 | 5.831 | 7.441 | 10.280 | 20.071 | 6.843 | 9.996 | 18.452 |
| | 40 | 0.883 | 5.613 | 6.501 | 5.487 | 6.656 | 9.578 | 18.799 | 6.292 | 9.245 | 17.147 |
| | 50 | 0.895 | 5.489 | 6.409 | 5.355 | 5.962 | 9.269 | 18.289 | 5.781 | 9.048 | 17.102 |
| | 60 | 6.380 | 5.364 | 5.458 | 60.000 | 5.662 | 18.117 | 0.931 | 9.109 | 17.334 | 9.286 |
| | 70 | 6.518 | 5.446 | 5.484 | 70.000 | 5.638 | 18.420 | 0.994 | 9.371 | 17.747 | 9.385 |
| | 80 | 6.654 | 5.581 | 5.538 | 80.000 | 5.757 | 18.858 | 1.091 | 9.806 | 18.583 | 9.635 |
| | 90 | 6.887 | 5.784 | 5.672 | 90.000 | 6.159 | 19.334 | 1.205 | 10.168 | 19.443 | 9.967 |
| | 100 | 7.141 | 5.961 | 5.830 | 100.000 | 6.506 | 20.416 | 1.377 | 10.824 | 20.591 | 10.413 |
| 2 ช่องจราจรที่เนินเขา | 10 | 2.421 | 16.975 | 20.686 | 19.901 | 13.847 | 32.724 | 96.132 | 22.218 | 35.188 | 95.364 |
| | 20 | 1.127 | 7.443 | 8.514 | 7.499 | 9.635 | 13.723 | 29.520 | 8.393 | 13.735 | 27.552 |
| | 30 | 0.977 | 6.385 | 7.365 | 6.351 | 8.303 | 11.520 | 24.145 | 7.542 | 11.609 | 22.576 |
| | 40 | 0.938 | 6.030 | 7.003 | 6.005 | 7.514 | 10.806 | 22.838 | 6.970 | 10.802 | 21.182 |
| | 50 | 0.952 | 5.919 | 6.929 | 5.881 | 6.750 | 10.504 | 22.353 | 6.391 | 10.626 | 21.309 |
| | 60 | 6.911 | 5.911 | 5.901 | 60.000 | 6.265 | 22.216 | 0.992 | 10.736 | 21.708 | 10.573 |
| | 70 | 7.081 | 6.017 | 5.943 | 70.000 | 6.240 | 22.653 | 1.058 | 11.075 | 22.278 | 10.713 |
| | 80 | 7.239 | 6.179 | 6.011 | 80.000 | 6.381 | 23.221 | 1.161 | 11.609 | 23.365 | 11.021 |
| | 90 | 7.504 | 6.416 | 6.168 | 90.000 | 6.859 | 23.797 | 1.280 | 12.024 | 24.430 | 11.412 |
| | 100 | 7.787 | 6.614 | 6.348 | 100.000 | 7.261 | 25.153 | 1.461 | 12.797 | 25.837 | 11.932 |

*ที่มา: พารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลองระดับประเทศ (NAM) ปีฐาน พ.ศ. 2556 จากโครงการศึกษาพัฒนาปรับปรุงบำรุงรักษาระบบฐานข้อมูลข้อสนเทศและแบบจำลอง เพื่อบูรณาการพัฒนาการขนส่งและจราจร การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบและระบบ โลจิสติกส์ (TDL II) อ้างอิงจาก สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและการจราจร (2558)*

ตารางที่ 2-14 ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการใช้ยานพาหนะ (Vehicle Operating Cost : VOC) ในระดับประเทศ : ถนน 4 ช่องจราจร จำแนกตามประเภทยานพาหนะ ปี พ.ศ. 2556

| ถนน/สภาพภูมิประเทศ | ความเร็ว (กม./ชม.) | ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการใช้ยานพาหนะ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | จักรยานยนต์ | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (<7คน) | รถยนต์นั่งส่วนบุคคล 7 คนขึ้นไป | รถปิ๊กอัพส่วนบุคคล | รถโดยสารขนาดเล็ก | รถโดยสารขนาดกลาง | รถโดยสารขนาดใหญ่ | รถบรรทุกขนาดเล็ก | รถบรรทุกขนาดกลาง | รถบรรทุกขนาดใหญ่ |
| 4 ช่องจราจรที่ราบ | 10 | 2.241 | 15.200 | 18.336 | 17.218 | 12.378 | 25.448 | 68.366 | 19.175 | 25.842 | 64.260 |
| | 20 | 1.018 | 6.570 | 7.467 | 6.392 | 8.056 | 11.018 | 20.436 | 7.075 | 10.259 | 18.394 |
| | 30 | 0.871 | 5.578 | 6.395 | 5.347 | 6.642 | 9.124 | 16.256 | 6.191 | 8.491 | 14.649 |
| | 40 | 0.828 | 5.254 | 6.059 | 4.994 | 5.567 | 8.444 | 14.982 | 5.390 | 7.777 | 13.680 |
| | 50 | 0.837 | 5.094 | 5.924 | 4.909 | 4.932 | 8.110 | 14.504 | 4.969 | 7.624 | 13.234 |
| | 60 | 5.942 | 4.846 | 5.041 | 60.000 | 4.916 | 14.451 | 0.869 | 7.635 | 13.355 | 8.108 |
| | 70 | 6.007 | 4.941 | 5.051 | 70.000 | 5.028 | 14.530 | 0.931 | 7.814 | 13.707 | 8.193 |
| | 80 | 6.136 | 5.026 | 5.125 | 80.000 | 5.161 | 14.856 | 1.025 | 8.070 | 14.307 | 8.348 |
| | 90 | 6.315 | 5.202 | 5.213 | 90.000 | 5.513 | 15.256 | 1.131 | 8.466 | 14.977 | 8.640 |
| | 100 | 6.542 | 5.360 | 5.349 | 100.000 | 5.810 | 16.098 | 1.294 | 9.016 | 15.902 | 9.020 |
| 4 ช่องจราจรที่เนิน | 10 | 2.330 | 16.059 | 19.473 | 18.518 | 13.089 | 28.976 | 81.866 | 20.649 | 30.376 | 79.306 |
| | 20 | 1.072 | 6.992 | 7.973 | 6.927 | 8.818 | 12.326 | 24.840 | 7.712 | 11.941 | 22.806 |
| | 30 | 0.923 | 5.967 | 6.863 | 5.831 | 7.441 | 10.280 | 20.071 | 6.843 | 9.996 | 18.452 |
| | 40 | 0.881 | 5.648 | 6.532 | 5.473 | 6.274 | 9.589 | 18.720 | 5.953 | 9.214 | 17.489 |
| | 50 | 0.893 | 5.494 | 6.406 | 5.407 | 5.561 | 9.247 | 18.264 | 5.470 | 9.100 | 17.043 |
| | 60 | 6.447 | 5.347 | 5.451 | 60.000 | 5.422 | 18.292 | 0.928 | 9.149 | 17.305 | 9.299 |
| | 70 | 6.531 | 5.474 | 5.475 | 70.000 | 5.569 | 18.424 | 0.993 | 9.387 | 17.811 | 9.427 |
| | 80 | 6.683 | 5.576 | 5.568 | 80.000 | 5.731 | 18.854 | 1.093 | 9.694 | 18.609 | 9.617 |
| | 90 | 6.887 | 5.784 | 5.672 | 90.000 | 6.159 | 19.334 | 1.205 | 10.168 | 19.443 | 9.967 |
| | 100 | 7.141 | 5.961 | 5.830 | 100.000 | 6.506 | 20.416 | 1.377 | 10.824 | 20.591 | 10.413 |
| 4 ช่องจราจรที่เนินเขา | 10 | 2.421 | 16.975 | 20.686 | 19.901 | 13.847 | 32.724 | 96.132 | 22.218 | 35.188 | 95.364 |
| | 20 | 1.127 | 7.443 | 8.514 | 7.499 | 9.635 | 13.723 | 29.520 | 8.393 | 13.735 | 27.552 |
| | 30 | 0.977 | 6.385 | 7.365 | 6.351 | 8.303 | 11.520 | 24.145 | 7.542 | 11.609 | 22.576 |
| | 40 | 0.936 | 6.071 | 7.041 | 5.988 | 7.040 | 10.820 | 22.732 | 6.560 | 10.760 | 21.649 |
| | 50 | 0.951 | 5.924 | 6.925 | 5.946 | 6.244 | 10.476 | 22.319 | 6.011 | 10.696 | 21.229 |
| | 60 | 6.992 | 5.889 | 5.893 | 60.000 | 5.969 | 22.452 | 0.988 | 10.789 | 21.668 | 10.590 |
| | 70 | 7.097 | 6.051 | 5.932 | 70.000 | 6.155 | 22.659 | 1.058 | 11.095 | 22.366 | 10.766 |
| | 80 | 7.273 | 6.172 | 6.047 | 80.000 | 6.348 | 23.215 | 1.163 | 11.464 | 23.401 | 10.998 |
| | 90 | 7.504 | 6.416 | 6.168 | 90.000 | 6.859 | 23.797 | 1.280 | 12.024 | 24.430 | 11.412 |
| | 100 | 7.787 | 6.614 | 6.348 | 100.000 | 7.261 | 25.153 | 1.461 | 12.797 | 25.837 | 11.932 |

*ที่มา: พารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลองระดับประเทศ (NAM) ปีฐาน พ.ศ. 2556 จากโครงการศึกษาพัฒนาปรับปรุงบำรุงรักษาระบบฐานข้อมูลข้อสนเทศและแบบจำลอง เพื่อบูรณาการพัฒนาการขนส่งและจราจร การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบและระบบ โลจิสติกส์ (TDL II) อ้างอิงจาก สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและการจราจร (2558)*

ตารางที่ 2-15 มูลค่าเวลาในการเดินทาง (Value of Time : VOT) ในระดับประเทศ จำแนกตามประเภทยานพาหนะ ปี พ.ศ. 2556

| ประเภทยานพาหนะ | มูลค่าเวลาในการเดินทาง (บาท/คัน/ชั่วโมง) |
|---|---|
| รถจักรยานยนต์ | 73 |
| รถยนต์นั่งส่วนบุคคล | 112 |
| รถปิกอัพส่วนบุคคล | 120 |
| รถยนต์นั่งเกิน 7 คน | 198 |
| รถยนต์โดยสารขนาดเล็ก | 119 |
| รถยนต์โดยสารขนาดกลาง | 297 |
| รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่ | 741 |

*ที่มา: พารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลองระดับประเทศ (NAM) ปีฐาน พ.ศ. 2556 จากโครงการศึกษาพัฒนาปรับปรุงบำรุงรักษาระบบฐานข้อมูลข้อสนเทศและแบบจำลอง เพื่อบูรณาการพัฒนาการขนส่งและจราจร การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบและระบบ โลจิสติกส์ (TDL II) อ้างอิงจาก สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและการจราจร (2558)*

การหาระยะเวลารวมของระบบที่ผู้ใช้ถนน

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2561) ได้หาเวลาในการเดินทางเฉลี่ย โดยใช้สมการความสัมพันธ์ซึ่งพัฒนาโดย (Bureau of Public Road, 1964) ตามที่แสดงสมการที่ 2-21

หาค่าเวลาเฉลี่ยจาก $$TT = FFT\left[1+\alpha\left(\frac{v}{c}\right)^{\beta}\right]$$ (สมการที่ 2-21)

$TT$ คือ เวลาเฉลี่ยของยานพาหนะบนถนน

$FFT$ คือ เวลาเดินทางของถนนที่ออกแบบไว้ (free flow travel time)

$v$ คือ ปริมาณจราจรบนถนน

$c$ คือ ความจุของถนน

$\alpha$ , $\beta$ คือ ค่าคงที่ของความสัมพันธ์โดย $\alpha$ = 0.15 และ $\beta$ = 4

ซึ่งวิธีหาค่าความจุของถนน สามารถแสดงวิธีการคำนวณ ดังนี้ (สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง, 2555)

สำหรับทางหลวงที่มีช่องจราจรมากกว่า 2 ช่องจราจร

$$C = 2,200 \times R_L \times R_c \times R_N \times R_i \times R_j \times N$$ (สมการที่ 2-22)

สำหรับทางหลวงที่มีช่องจราจร 2 ช่องจราจร

$$C = 2,500 \times R_L \times R_c \times R_N \times R_i \times R_j \qquad \text{(สมการที่ 2-20)}$$

โดยที่ $R_L$ แทนค่าปรับขีดความสามารถของทางหลวง เนื่องจากความกว้างของ-ช่องจราจร (Corrected by Lane width)

$R_L = 1$ เมื่อความกว้างช่องจราจร $(W_L) \geq 3.25$ เมตร

$R_L = 0.24 \times W_L + 0.27$ เมื่อความกว้างช่องจราจร $(W_L) < 3.25$ เมตร

$R_c$ แทนค่าปรับขีดความสามารถของทางหลวง เนื่องจากความกว้างไหล่ทาง (Corrected by Lateral clearance)

$R_c = 1$ เมื่อความกว้างไหล่ทาง $(W_c) \geq 0.75$ เมตร

$R_c = 0.18 \times W_c + 0.86$ เมื่อความกว้างไหล่ทาง $(W_c) < 0.75$ เมตร

$R_N$ แทนค่าปรับขีดความสามารถของทางหลวง เนื่องจากยานพาหนะ 2 ล้อ (Corrected by Mixed with two - wheels vehicle)

$$R_N = \frac{100}{100 + 0.75 \times M_c} \qquad \text{(สมการที่ 2-21)}$$

โดยที่ $M_c$ แทนร้อยละปริมาณจราจรของ-รถจักรยานยนต์ต่อปริมาณจราจรทุกประเภทยานพาหนะ

$R_i$ แทนค่าปรับขีดความสามารถของทางหลวงเนื่องจากสภาพสองข้างทาง (Corrected by Roadside Situation) ในที่นี้กำหนด

$R_i = 0.90$ สำหรับค่าปรับของสองข้างทางนอกเมือง

$R_i = 0.70$ สำหรับค่าปรับของสองข้างทางในเขตกรุงเทพและปริมณฑล

$R_j$ แทนค่าปรับขีดความสามารถของทางหลวงเนื่องจากปริมาณรถยนต์ขนาดใหญ่

$$R_j = \frac{1}{(1 - \frac{HV}{100}) \times 1 + (\frac{HV}{100} \times 2)} \qquad \text{(สมการที่ 2-22)}$$

โดยที่ $HV$ แทน อัตราส่วนร้อยละของปริมาณรถขนาดใหญ่

**มูลค่าจากการลดค่าใช้จ่ายจากอุบัติเหตุ (Accident Cost Saving)**

อุบัติเหตุก่อให้เกิดการสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าเป็นความเสียหายทางตัวเงินที่เกิดจากทางเศรษฐศาสตร์มูลค่าหนึ่ง โดยการออกแบบลักษณะทางกายภาพของถนน ก็เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดอุบัติเหตุบนถนน ดังนั้น การปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของถนนให้มีประสิทธิภาพ จึงมีส่วนช่วยลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุทางถนนได้ ซึ่งต้นทุนของอุบัติเหตุนี้ หากลดลงได้จะช่วยลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจได้ในระยะยาว ดังนั้น ในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ จึงควรคำนึงถึงมูลค่าความสูญเสียเนื่องจากอุบัติเหตุด้วย โดย สมัยและคณะ (2556) โดยใช้ค่า Accident Reduction Factor (ARF) ในการหาผลประโยชน์ที่ลดลงเนื่องจากการลดลงของอุบัติเหตุ ดังแสดงในตารางที่ 2-16 จากนั้นคำนวณค่าผลประโยชน์จากการลดลงของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางหลวงชนบทได้โดยสมการที่ 2-23 ดังนี้

ตารางที่ 2-16 อัตราการลดลงของอุบัติเหตุเนื่องจากกิจกรรมการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนทางหลวงชนบท

| โครงการยกระดับความปลอดภัย | ร้อยละของอุบัติเหตุที่ลดลงสำหรับทางหลวงชนบท |
|---|---|
| 1) ป้ายจราจร | |
| ป้ายเตือนทางโค้ง | 14 |
| ป้ายเตือนทางแยก | 33 |
| 2) สัญญาณไฟจราจร | |
| การตัดตั้งสัญญาณไฟจราจร | 25 |
| การติดตั้งสัญญาณไฟกระพริบ | 30 |
| 3) การขีดสีตีเส้น | |
| เส้นขอบทาง | 11 |
| เส้นกึ่งกลางถนน | 1 |
| 4) ความสว่าง | |
| ความสว่างของสายทาง | 19 |
| ความสว่างของทางแยก | 30 |
| 5) การแบ่งช่องจราจร | |
| การจัดการทางแยก | 25 |
| ช่องทางเลี้ยว | 30 |

ตารางที่ 2-16 อัตราการลดลงของอุบัติเหตุเนื่องจากกิจกรรมการปรับปรุงความปลอดภัยทางถนนทางหลวงชนบท (ต่อ)

| โครงการยกระดับความปลอดภัย | ร้อยละของอุบัติเหตุที่ลดลงสำหรับทางหลวงชนบท |
|---|---|
| 6) สภาพผิวจราจร | |
| การปูผิวทางใหม่ | 9 |
| ติดตั้งลูกระนาด | 14 |
| 7) การปรับปรุงสภาพข้างทาง | |
| ติดตั้งราวกันตก | 5 |
| การปรับปรุงราวกันตก | 5 |
| 8) การก่อสร้าง/ปรับปรุงสายทาง | |
| การแก้ไขการยกโค้ง | 40 |
| ขยายไหล่ทาง | 20 |
| 9) การบังคับ | |
| กำหนดพื้นที่ห้ามจอดรถ | 35 |
| การปรับปรุงความเร็วจำกัด | 20 |

*ที่มา: สมัย โชติสกุล และคณะ (2556) ดัดแปลง ค่า ARF จากต่างประเทศให้มีเหมาะสมกับประเทศไทย*

$$B_{ar} = \frac{ARF}{100} \times \left[ ACC_{av} \times ADT \times \left\{ (V_{af} \times N_{f/a}) + (V_{ai} \times N_{i/a}) \right\} \right] \times 365 \quad \text{(สมการที่ 2-23)}$$

$$ARF = 1 - \left[ (1 - ARF_1)(1 - ARF_2)...(1 - ARF_n) \right]$$

โดยที่ $n$ คือ จำนวนโครงการ

$B_{ar}$ คือ ผลประโยชน์จากอุบัติเหตุที่ลดลง (บาท/กม./ปี)

$ARF$ คือ อัตราการลดลงของอุบัติเหตุ

$ACC_{av}$ คือ จำนวนการเกิดอุบัติเหตุเฉลี่ยต่อปี $0.70 \times 10^{-6}$ ครั้ง/คัน-กม.

$ADT$ คือ ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (คัน/วัน)

$V_{af}$ คือ มูลค่าการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุ 4,658,004 บาท/คน

$N_{f/a}$ คือ จำนวนผู้เสียชีวิตเฉลี่ยจากอุบัติเหตุ 0.184 คน/ครั้ง

$V_{ai}$ คือ มูลค่าการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ 123,836 บาท/คน

$N_{i/a}$ คือ จำนวนผู้บาดเจ็บเฉลี่ยจากอุบัติเหตุ 1.173 คน/ครั้ง

เนื่องจากขอบเขตของการศึกษานี้ ประกอบด้วย 3 กลุ่มตัวอย่าง การเปรียบเทียบความคิดเห็นในแต่ละกลุ่มที่มาจากลักษณะการทำงานที่แตกต่างกัน จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัยได้ศึกษา วิธีการทางสถิติที่สามารถช่วยในการเปรียบเทียบ โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

**2.5.3 การทดสอบความแตกต่างทางสถิติ**

อรุณ จิรวัฒน์กุล (2558) กล่าวว่า การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ระหว่างประชากร หรือค่าคงที่ เช่น เด็กในเมืองดื่มนมมากกว่าเด็กในชนบท เด็กในเมืองจะสูงกว่าเด็กในชนบทหรือไม่ พฤติกรรมการรับประทานอาหารระหว่างเพศที่ต่างกัน มีผลทำให้ระดับคอเลสเตอรอลของชายวัยกลางคนแตกต่างจากหญิงวัยกลางคนหรือไม่ การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ ดังกล่าวนั้น สามารถพิจารณาจากความแตกต่างของค่าสถิติของตัวอย่างที่ศึกษา โดยนำคำถามหรือสมมติฐานวิจัยมาตั้งเป็นสมมติฐานทางสถิติ ทำการเก็บข้อมูลจากตัวอย่าง และนำข้อมูลที่ได้มาดำเนินการทางสถิติอนุมานให้ได้ข้อสรุปสำหรับการตัดสินใจ วิธีการของสถิติอนุมานที่ใช้ในการดำเนินการดังกล่าว เรียกว่า การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis testing) ซึ่งมีแนวคิดวิธีการทดสอบการตัดสินใจและขั้นตอนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ

สมมติฐาน (Hypothesis) คือ ข้อสมมติเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานทางสถิติจะเริ่มต้นโดยการนำ สมมติฐานของการวิจัย (Research Hypothesis) มากำหนดเป็นสมมติฐานทางสถิติ(Statistical Hypothesis) สมมติฐานแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ (ชนะบุญ 2560)

1) สมมติฐานของการวิจัย (Research Hypothesis) คือ คำตอบที่ผู้วิจัยสงสัยและคาดคะเนไว้ล่วงหน้าอย่างมีเหตุผล โดยเขียนเป็นประโยคข้อความที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปร เป็นข้อความที่สามารถทดสอบได้

2) สมมติฐานทางสถิติ (Statistical Hypothesis) เป็นสมมติฐานที่กล่าวถึงลักษณะที่สนใจในประชากร อาจเขียนใน รูปแบบของข้อความหรือในรูปแบบของสัญลักษณ์ของค่าพารามิเตอร์ สมมติฐานทางสถิติแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1) สมมติฐานของการทดสอบ (Null Hypothesis : $H_0$) สมมติฐานของการทดสอบหรือสมมติฐานกลาง หรือสมมติฐาน ว่าง หรือสมมติฐานหลัก เป็นสมมติฐานที่ตั้งว่า “ไม่มีความแตกต่าง (No Difference)" หรือ "ไม่มีความสัมพันธ์ (No Association)" ของลักษณะที่สนใจในประชากร เป็นสมมติฐานของความไม่แตกต่าง หรือสมมติฐานของความเท่ากับ ตั้งให้เป็นกลางไว้ก่อน

เช่นตัวอย่าง สมมติฐานของการวิจัยตั้งไว้ว่า “ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายในกลุ่มที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอมีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ออกกำลังกาย” สมมติฐานการทดสอบกำหนด $H_0$ : ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายในกลุ่มที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายในกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกาย (เขียนในรูปของข้อความ)

$H_0$ : $\mu_1 = \mu_2$ (เขียนในรูปของสัญลักษณ์) เมื่อ $\mu_1$ คือ ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายในกลุ่มที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ $\mu_2$ คือ ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายในกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกาย

2.2) สมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis : $H_A$) สมมติฐานทางเลือกหรือสมมติฐานรอง เป็นสมมติฐานที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้สรุป เมื่อผลการทดสอบพบว่าปฏิเสธสมมติฐาน $H_0$ ซึ่งจะตั้งให้สอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัย ซึ่งตั้งได้ 2 แบบ คือ

- สมมติฐานทางเลือกแบบทางเดียว (One Tail Alternative Hypothesis) เป็นสมมติฐานที่ตั้งในลักษณะความมากกว่าหรือน้อยกว่าในทิศทางใดทิศทางหนึ่งเท่านั้น

เช่นตัวอย่าง สมมติฐานของการวิจัยตั้งไว้ว่า “ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายใน กลุ่มที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอมีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ออกกำลังกาย”

$H_A$ : “ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายในกลุ่มที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอมีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ออกกำลังกาย” (เขียนในรูปของข้อความ) $H_A$ : $\mu_1 < \mu_2$ (เขียนในรูปของสัญลักษณ์) เมื่อ $\mu_1$ คือ ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายในกลุ่มที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ $\mu_2$ คือ ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายในกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกาย

- สมมติฐานทางเลือกแบบสองทาง (Two - Tail Alternative Hypothesis) เป็นสมมติฐานที่ตั้งในลักษณะความแตกต่างกัน โดยไม่คำนึงว่าจะต้องอยู่ในทิศทางใด จากตัวอย่าง สมมติฐานของการวิจัยตั้งไว้ว่า “ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ในกลุ่มที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอมีค่าแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกาย”

$H_A$ : “ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายในกลุ่มที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ มีค่าแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกาย” (เขียนในรูปของข้อความ) $H_A$ : $\mu_1 \neq \mu_2$ (เขียนในรูปของสัญลักษณ์) เมื่อ $\mu_1$ คือ ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายในกลุ่มที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ $\mu_2$ คือ ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายในกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกาย

การเลือกสถิติในการทดสอบ การเลือกสถิติทดสอบเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญของการทดสอบสมมติฐาน ซึ่ง การที่จะเลือกสถิติใดเป็นสถิติทดสอบให้เหมาะสมกับข้อมูลนั้นต้องพิจารณาหลายอย่าง เช่น วัตถุประสงค์ ของงานวิจัย สมมติฐานของการวิจัย ระดับการวัดของข้อมูลหรือตัวแปรที่ศึกษา จำนวนกลุ่มที่ศึกษา การเลือกสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานที่อาศัยข้อกำหนดหรือข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) เกี่ยวกับการแจกแจง เรียกว่า Parametric Statistics แต่ถ้าข้อมูลที่ศึกษามีการแจกแจงที่ไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น การใช้ Parametric Statistics จะมีความผิดพลาด จึงต้องใช้สถิติที่ไม่มีข้อกำหนดหรือข้อตกลงเบื้องต้นดังกล่าว ซึ่งเรียกว่า Non-Parametric Statistics โดยแสดงวิธีการเลือกได้ดัง ตารางที่ 2-17 และ ตารางที่ 2-18

ตารางที่ 2-17 ตัวอย่างการเลือกใช้สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

| ข้อกำหนด | Parametric Statistics | Non-Parametric Statistics |
|---|---|---|
| 1. การแจกแจงของข้อมูล | แบบปกติ (Normal Distribution) | ไม่มีข้อกำหนด (Free Distribution) |
| 2. ระดับการวัดตัวแปรตาม | Interval Scale หรือ Ratio Scale | ใช้ได้ทุกระดับ Nominal, Ordinal, Interval หรือ Ratio Scale |
| 3. ตัวอย่าง | เชิงสุ่ม (ได้จากการสุ่ม) | เชิงสุ่ม (ได้จากการสุ่ม) |
| 4. ขนาดตัวอย่าง | ใหญ่ | เล็ก |
| 5.1 ข้อได้เปรียบ | - ประสิทธิภาพในการทดสอบสูง - เป็นที่นิยม และเป็นรู้จัก | - ใช้ได้ทั้งตัวแปรต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง<br>- สามารถใช้ได้ในกรณีตัวอย่างขนาดเล็ก<br>- ไม่อิงกับการแจกแจงของประชากร |
| 5.2 ข้อเสียเปรียบ | - ข้อมูลต้องเป็นไปตาม Assumption เช่น ข้อมูลต้องแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)<br>- ข้อมูลต้องเป็น Interval Scale หรือ Ratio Scale<br>- ขนาดตัวอย่างต้องใหญ่พอ | - อาจจะทำให้เกิดการสูญเสียสารสนเทศที่จำเป็น และสำคัญ<br>- ประสิทธิภาพต่ำกว่าหากข้อมูลเป็นไปตาม Assumption ของ Parametric Statistics<br>- หากคำนวณด้วยมือ กรณีขนาดตัวอย่างใหญ่ต้องใช้เวลามาก<br>- ตารางใช้ยาก |

*ที่มา: สุทิน ชนะบุญ* (2560)

ตารางที่ 2-18 ตัวอย่างการเลือกใช้วิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

| วัตถุประสงค์ | Parametric Statistics | Non-Parametric Statistics |
|---|---|---|
| การเปรียบเทียบค่ากลาง 1 กลุ่ม | t test แบบกลุ่มเดียว | |
| การเปรียบเทียบค่ากลาง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน | t test แบบสองกลุ่มที่เป็นอิสระ ต่อกัน (Independent t test) | Mann-Whitney U Test หรือ Wilcoxon Rank Sum Test |
| การเปรียบเทียบค่ากลาง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน | Paired t test แบบ สองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน | Wilcoxon (Matched Pairs) Signed Rank Test |
| การเปรียบเทียบค่ากลางมากกว่า 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระต่อกัน | One Way ANOVA | Kruskal Wallis Test |
| การเปรียบเทียบค่ากลางมากกว่า 2 กลุ่ม ที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน | Repeated Measurement | Friedman Test |

ตารางที่ 2-19 ตัวอย่างการเลือกใช้วิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน (ต่อ)

| วัตถุประสงค์ | Parametric Statistics | Non-Parametric Statistics |
|---|---|---|
| การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัว แปร 2 ตัว (เชิงปริมาณ) | Pearson's Product Moment Correlation Coefficient | Spearman's Rank Correlation Coefficient |
| การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัว แปร 2 ตัว (แจงนับ) | | Chi Square test หรือ Fisher's Exact Test, Crude OR, RR 95% CI |
| การเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าสัดส่วน ที่เป็นอิสระต่อกัน | Z Test | Chi Square test หรือ Fisher's Exact Test, Crude OR, RR 95% CI |
| การเปรียบเทียบความแตกต่างของ ค่าสัดส่วน ที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (ตัว แปรเชิงคุณภาพ วัดก่อน-หลัง) | | McNemar |
| **การหาสมการในการทำนาย (ปัจจัยที่มีผลต่อ.....)** | | |
| 1. ตัวแปรตามเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ (ตัวแปรต่อเนื่อง) | Multiple Linear Regression | |
| 2. ตัวแปรตามเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (ตัวแปรแจงนับ) | | Multiple Logistic Regression Adjusted OR, RR 95% CI |

*ที่มา: สุทิน ชนะบุญ (2560)*

ในการศึกษานี้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาทำการทดสอบพบว่าเป็นข้อมูลที่ไม่เป็น Normal Distribution โดยในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ใช้ วิธี Kruskal-Wallis Test ในการเปรียบเทียบ เนื่องจาก มีกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และเป็นไม่ข้อมูล Normal Distribution โดยจะกล่าวรายละเอียดใน บทที่ 4

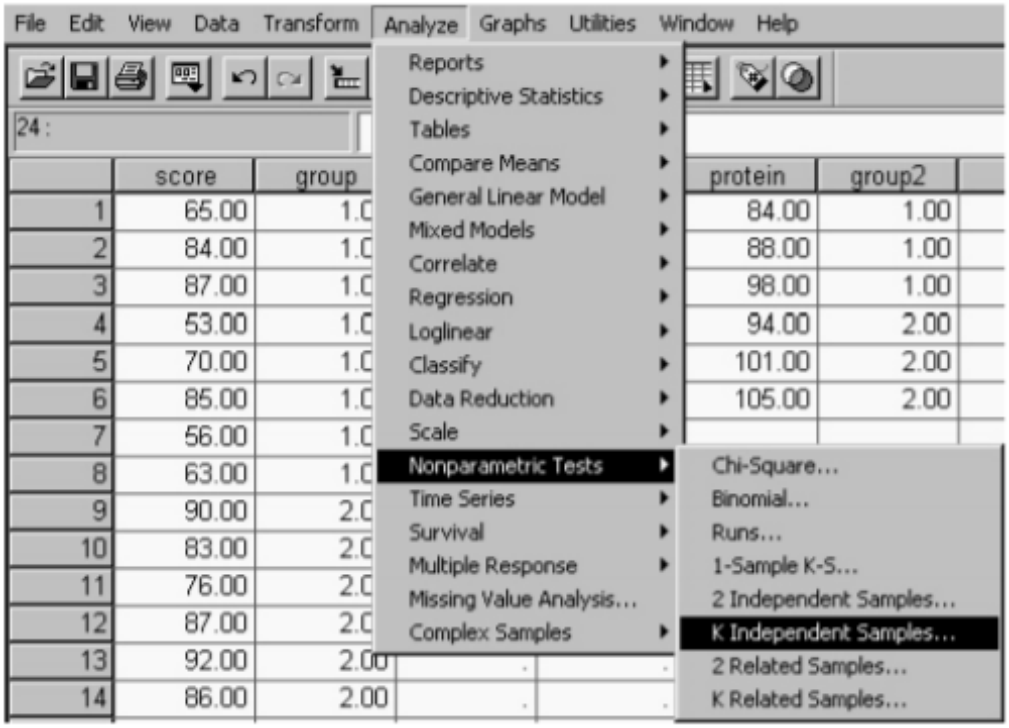
การทดสอบด้วยวิธี Kruskal-Wallis Test

พวงทิพย์ พูลสวัสดิ์ (2547) กล่าวว่า Kruskal and Wallis เป็นวิธีที่พัฒนาการทดสอบสำหรับประชากร C กลุ่ม มาจาก Mann-Whitney U Test เพื่อใช้ทดสอบว่า กลุ่มตัวอย่างอิสระ C กลุ่ม มีการแจกแจงเดียวกันหรือไม่ หรือกลุ่มตัวอย่างอิสระ C กลุ่มถูกสุ่มมาจากประชากรที่มีค่ากลางเท่ากันหรือไม่ ซึ่งเป็นวิธีการที่เทียบได้กับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจำแนกทางเดียว แต่ไม่จำเป็นจะต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ประชากรที่ตัวอย่างสุ่มมาจะต้องมีการแจกแจงปกติและมีความแปรปรวนเท่ากัน เพียงแต่ตัวอย่างต้องมาจากประชากรที่มีการแจกแจงเหมือนซึ่งอาจมีค่า

กลางแตกต่างกันได้ ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบของครัสคัล-วอลลิส เรียกว่าค่า H ดังนั้นจึงเรียกการทดสอบชนิดนี้ว่า Kruskal-Wallis H Test หรือ H-Test

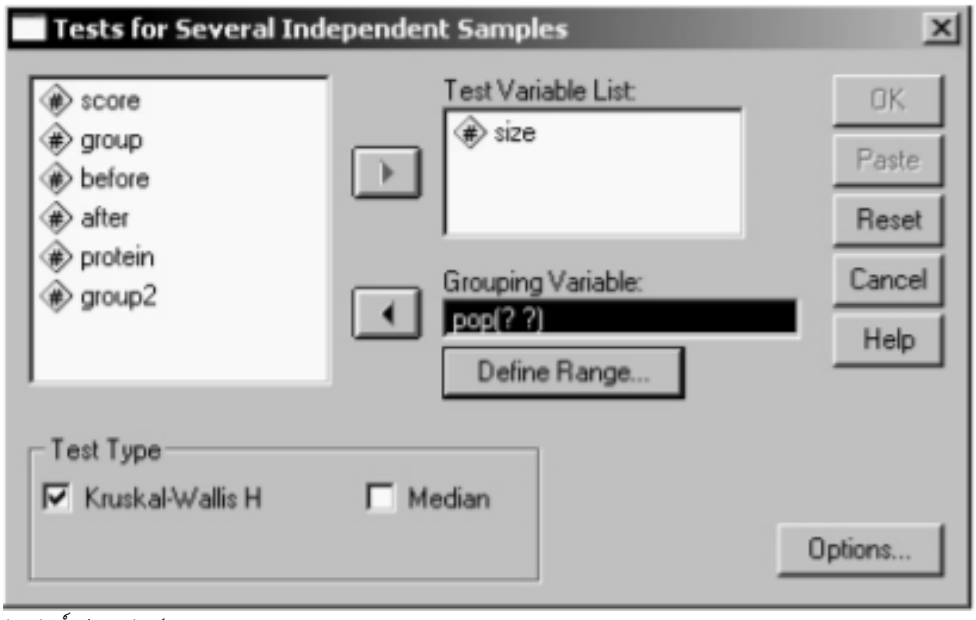
ต่อศักดิ์ สีลานันท์ (2556) ได้อธิบายวิธีการวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. เลือก Analyze, Nonparametric, k Independent Samples ดังรูปที่ 2-12
2. จาก dialog box ในรูปที่ 2-13
    a. เลือกตัวแปรที่จะทดสอบจากช่องด้านซ้าย ใส่ในช่อง Test Variable List
    b. เลือกตัวแปรระบุกลุ่มจากช่องด้านซ้าย ใส่ในช่องและ Grouping Variable
    c. กดปุ่ม Define Range เพื่อกำหนดค่าที่ใช้ในการระบุแต่ละกลุ่ม ในรูปที่ 2-14 โดย ป้อนค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดในช่อง Minimum และ Maximum ตามลำดับ แล้วกดปุ่ม Continue
    d. เลือก Kruskal-Wallis ในช่อง Test Type
3. กดปุ่ม OK



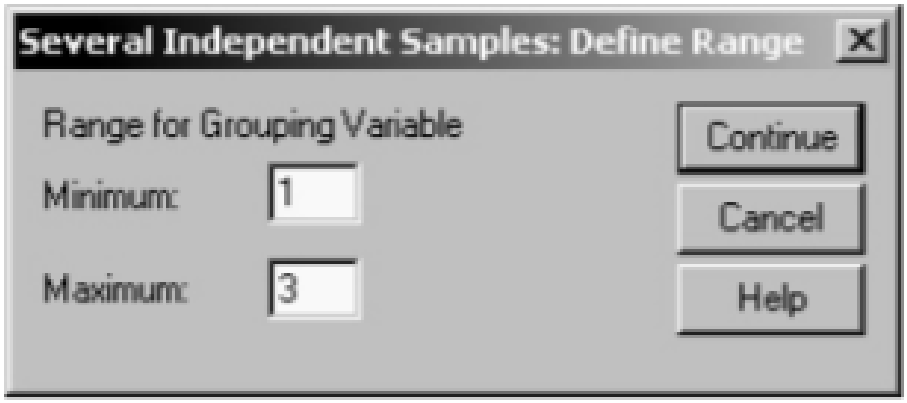

*ที่มา: ต่อศักดิ์ สีลานันท์ (2556)*

รูปที่ 2-13 วิธีการวิเคราะห์ Kruskal-Wallis H Test ใน SPSS (ก)




*ที่มา: ต่อศักดิ์ สีลานันท์ (2556)*

รูปที่ 2-14 วิธีการวิเคราะห์ Kruskal-Wallis H Test ใน SPSS (ข)




*ที่มา: ต่อศักดิ์ สีลานันท์ (2556)*

รูปที่ 2-15 วิธีการวิเคราะห์ Kruskal-Wallis H Test ใน SPSS (ค)

**Test Statistics(a,b)**

| | size |
|---|---|
| Chi-Square | 14.936 |
| df | 2 |
| Asymp. Sig. | .001 |

a Kruskal Wallis Test
b Grouping Variable: pop

*ที่มา: ต่อศักดิ์ สีลานันท์ (2556)*

รูปที่ 2-16 วิธีการวิเคราะห์ Kruskal-Wallis H Test ใน SPSS (ง)

**Ranks**

| | pop | N | Mean Rank |
|---|---|---|---|
| size | 1.00 | 7 | 7.71 |
| | 2.00 | 7 | 7.86 |
| | 3.00 | 10 | 19.10 |
| | Total | 24 | |

*ที่มา: ต่อศักดิ์ สีลานันท์ (2556)*

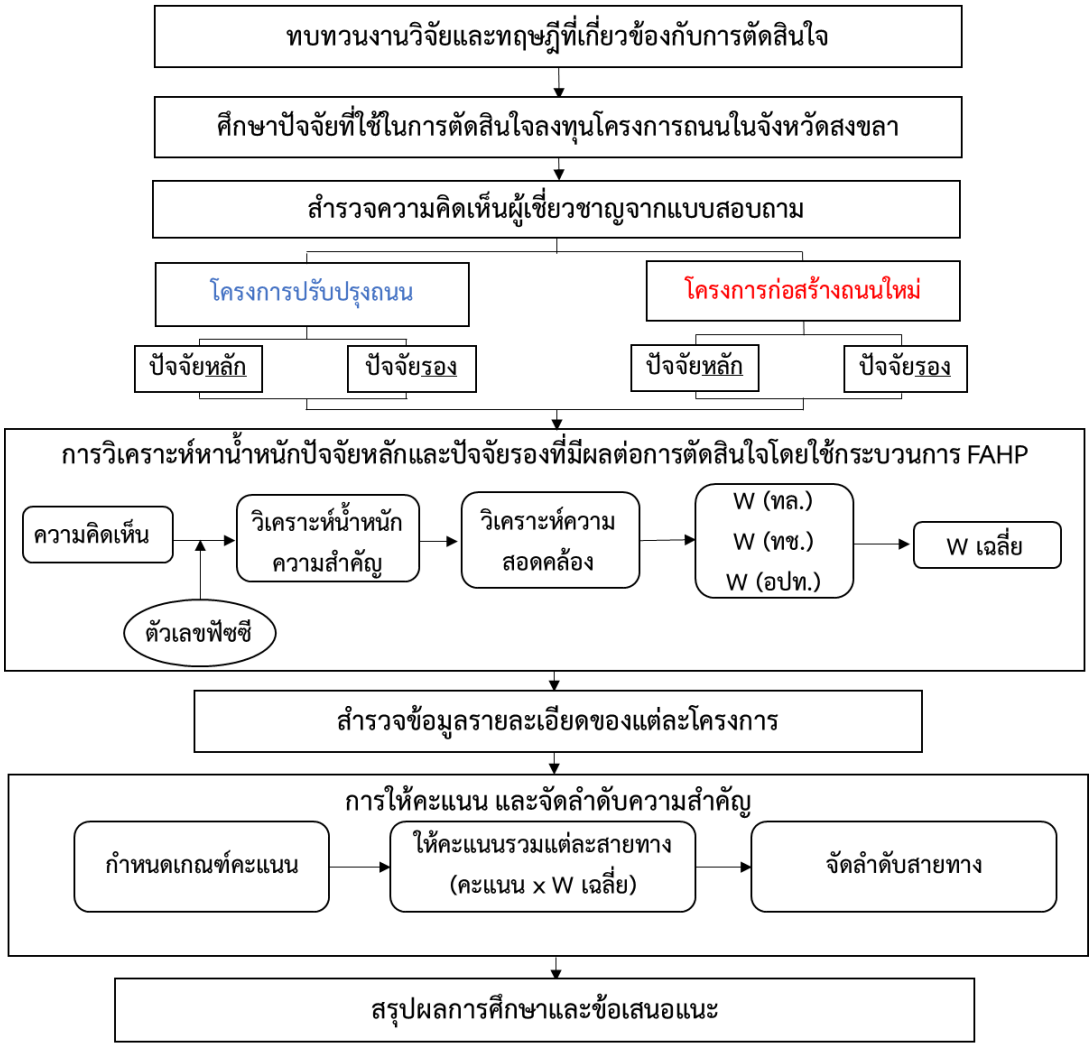
รูปที่ 2-17 วิธีการวิเคราะห์ Kruskal-Wallis H Test ใน SPSS (จ)

ผลการวิเคราะห์แสดงดัง รูปที่ 2-15 และ รูปที่ 2-16 โดยในรูปที่ 2-16 เป็นตารางแสดงค่าสถิติต่างๆ ส่วนในรูปที่ 2-15 เป็นตารางที่จะนำไปใช้ในการทดสอบทางสถิติ โดยจะนำค่า Chi-Square (คือค่า H) ค่า df และค่า Asymp. Sig. ไปทดสอบสมมติฐาน โดยเปรียบเทียบค่า Sig. กับค่าที่ตั้งไว้ คือ 0.05 นั่นเอง

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินงานวิจัย

## 3.1 กรอบการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนของงานวิจัย แสดงดังรูปที่ 3-1 โดยจำแนกออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้ โดยรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนของงานวิจัยอธิบายไว้ในหัวข้อถัดไป




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ 3-1 กรอบการดำเนินงานวิจัย

## 3.2 การทบทวนงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ

ผู้วิจัยได้ทบทวนงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ทั้งรายละเอียดของวิธีการช่วยในการตัดสินใจต่างๆ โดยได้กล่าวรายละเอียดของการทบทวนไว้แล้วในบทที่ 2 ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์ ด้วยวิธี Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถใช้ในการตัดสินใจภายใต้ความไม่ชัดเจน และความไม่แน่นอนของปัจจัยได้คล้ายคลึงกับกระบวนการคิดของมนุษย์ ช่วยให้การตัดสินใจมีประสิทธิภาพ

## 3.3 การศึกษาปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจลงทุนโครงการถนนในจังหวัดสงขลา

ผู้วิจัยแบ่งปัจจัยออกตามลักษณะการดำเนินงานของโครงการถนน ประกอบด้วย การปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์และการดำเนินการก่อสร้างถนนใหม่ ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจดำเนินการโครงการถนน และเป็นปัจจัยที่สามารถสอบถามข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ในจังหวัดสงขลา หรือสามารถสำรวจข้อมูลภาคสนามได้ ดังนี้

**ปัจจัยหลัก**

*ด้านวิศวกรรม* เป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงความสำคัญของถนนในแง่ของตัวแปรทางวิศวกรรม ทั้งในลักษณะทางกายภาพโครงการที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นตัวแปรที่ต้องใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมเข้ามาเกี่ยวข้อง

*ด้านเศรษฐศาสตร์* เป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการ โดยเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับงบประมาณที่ต้องใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันของแต่ละโครงการ

*ด้านการเมืองและนโยบาย* เป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงวัตถุประสงค์ในการก่อสร้างโครงการถนนแต่ละสายที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของนโยบายของส่วนกลางภาครัฐ หรือนโยบายที่มีความเหมาะสมตามลักษณะการพัฒนาและแก้ปัญหาของส่วนท้องถิ่นเอง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อประชาชนมากที่สุด

*ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม* เป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อดำเนินการก่อสร้างถนนที่กระทบต่อทั้งผู้คนที่อาศัยอยู่บริเวณโครงการและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่สูญเสียไปจากการก่อสร้าง

**ปัจจัยรอง**

*ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต (PCU/ชั่วโมง)* เป็นข้อมูลระดับปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตของโครงการถนนนั้นๆ แสดงถึงความต้องการในการเดินทางของผู้สัญจรที่เดินทางด้วยสายทางดังกล่าว ซึ่งได้จากการสำรวจปริมาณการจราจรแล้วแปลงเป็นหน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลหรือ PCU

*ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียง (PCU/ชั่วโมง)* เนื่องจากกรณีการก่อสร้างถนนใหม่ทำให้ไม่สามารถสำรวจปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตของสายทางนั้นได้ จึงจำเป็นต้องสำรวจโครงการถนนข้างเคียงเพื่อแสดงถึงความต้องการในการเดินทางของผู้สัญจรในบริเวณนั้น

*ชนิดผิวทาง* เป็นข้อมูลชนิดของผิวทางที่ก่อสร้างของถนน ได้แก่ ถนนคอนกรีต ถนนแอสฟัลท์

*ลักษณะทางกายภาพของถนน* เป็นข้อมูลลักษณะของถนน ทั้งลักษณะความกว้างรวมของถนน ทั้งช่องจราจรของถนน ไหล่ทาง ทางเท้า ที่มีลักษณะในการรองรับการจราจรที่แตกต่างกันไปแต่ละสายทาง

*ระดับการให้บริการของโครงการถนน* เป็นข้อมูลแสดงระดับการให้บริการของแต่ละสายทาง โดยบ่งบอกถึงความสามารถที่สายทางดังกล่าว สามารถตอบสนองการเดินทางของผู้สัญจรได้

*ความถี่อุบัติเหตุ* ข้อมูลความถี่อุบัติเหตุที่เคยเกิดขึ้น ซึ่งบ่งบอกถึง ข้อบกพร่องของโครงการที่ควรจะได้รับการแก้ไขให้สมบูรณ์และปลอดภัยยิ่งขึ้น

*งบประมาณในการก่อสร้าง* เป็นข้อมูลงบประมาณรวมในการก่อสร้างของแต่ละโครงการ ซึ่งประกอบด้วย ค่าศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม ค่าสำรวจออกแบบถนน ค่าสำรวจอสังหาริมทรัพย์ ค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน ค่าก่อสร้างทาง ค่าบำรุงรักษา

*ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน)* เป็นการคำนวณความคุ้มค่าในการลงทุนของการก่อสร้างถนนแต่ละสายทาง โดยเปรียบเทียบงบประมาณที่ใช้ไปในการก่อสร้างกับผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับกับมาเป็นตัวเงิน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะที่ลดลง ค่าใช้จ่ายด้านเวลาที่ลดลง และผลประโยชน์จากการลดอุบัติเหตุ

*ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน* เป็นข้อมูลพื้นที่รอบข้างที่โครงการผ่าน ซึ่งบ่งบอกถึงลักษณะการใช้ประโยชน์ของสายทางที่แตกต่างกัน โดยประกอบด้วย พื้นที่อุตสาหกรรม คลังสินค้า และพาณิชยกรรม พื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการ พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม พื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการ และสิ่งแวดล้อม

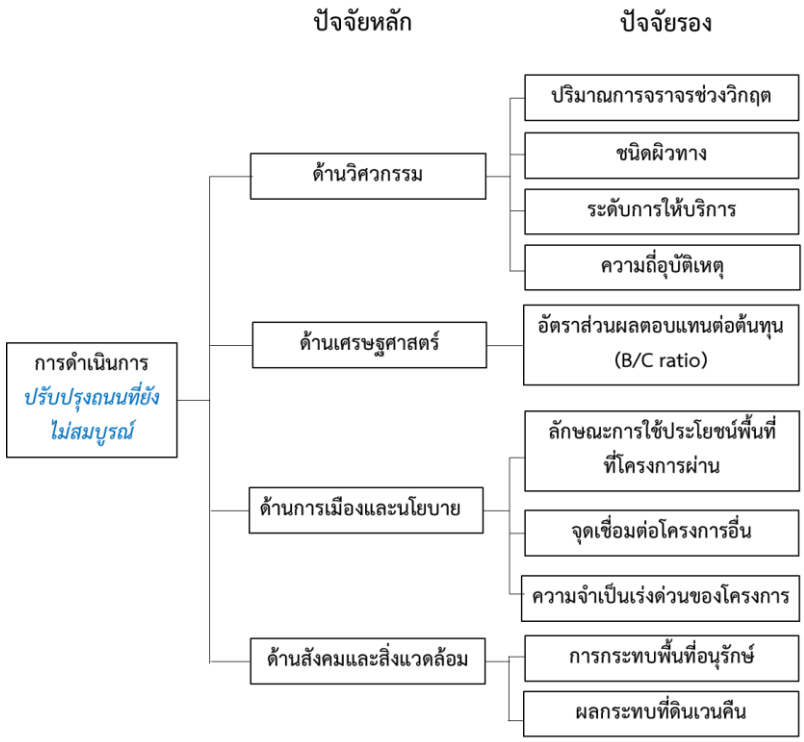
*จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น* เป็นข้อมูลของจุดเชื่อมต่อโครงการถนน โดยพิจารณาจากการเชื่อมต่อ ที่สามารถเดินทางไปสายทางอื่นได้ เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้สัญจร

*ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ* เป็นสายทางที่มีความต้องการก่อสร้างเป็นพิเศษเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของผู้อาศัยบริเวณสายทางหรือผู้สัญจร แก้ปัญหาความต้องการพิเศษของประชาชน

*การกระทบพื้นที่อนุรักษ์* ผลกระทบที่เกิดจากการก่อสร้างสายทางบางสายทางที่ผ่านพื้นที่อนุรักษ์ ซึ่งเป็นการทำลายพื้นที่ป่าไม้ สัตว์ป่า และพื้นที่โบราณสถาน

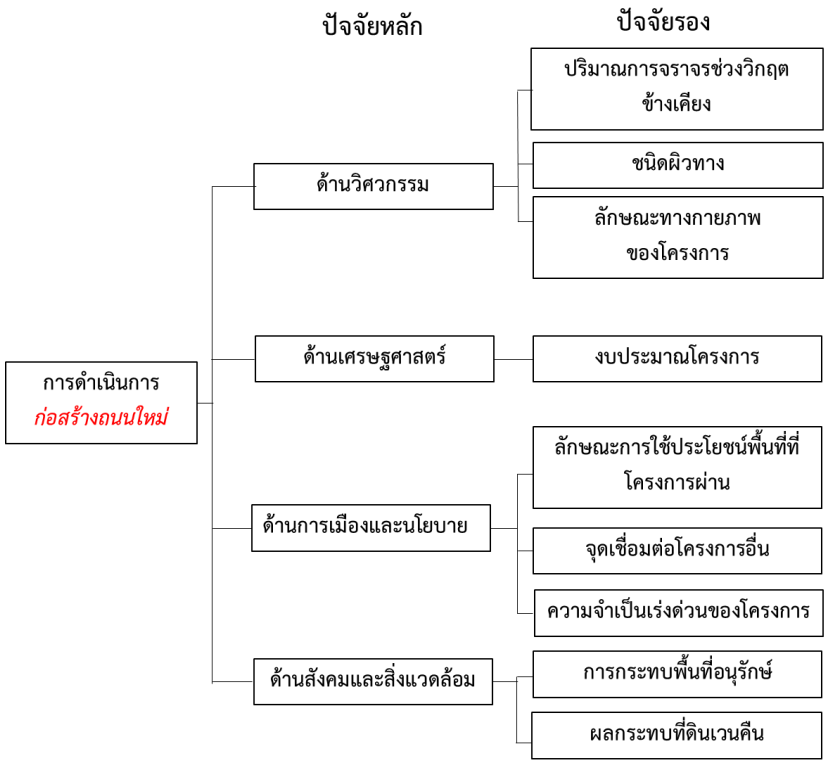
*ผลกระทบที่ดินเวนคืน* ผลกระทบของประชากรที่อาศัยอยู่บริเวณสายทางที่ต้องทำการเวนคืนที่ดินที่ครอบครองบริเวณสายทาง

โดยสามารถแสดงปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในการตัดสินใจลงทุนโดยแบ่งตามลักษณะของโครงการ แสดงได้ ดังรูปที่ 3-2 และรูปที่ 3-3




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ 3-2 ปัจจัยในการศึกษาการลงทุนดำเนินการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ 3-3 ปัจจัยในการศึกษาการลงทุนการดำเนินการก่อสร้างถนนใหม่

### 3.4 การสำรวจความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญจากแบบสอบถาม

ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สำรวจสอบถามกลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญในจังหวัดสงขลา ที่มีความรู้และมีประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับการดำเนินการโครงการถนน จำนวน 97 ท่าน แสดงดังรูปที่ 3-4 ซึ่งประกอบด้วย

- กรมทางหลวง ทั้งสิ้นจำนวน 14 ท่าน ประกอบด้วย
  ผู้เชี่ยวชาญจากสำนักทางหลวงที่ 18 จำนวน 7 ท่าน
  ผู้เชี่ยวชาญจากแขวงทางหลวงสงขลาที่ 1 จำนวน 4 ท่าน และ
  ผู้เชี่ยวชาญจากแขวงทางหลวงสงขลาที่ 2 จำนวน 3 ท่าน
- กรมทางหลวงชนบท ทั้งสิ้นจำนวน 13 ท่าน ประกอบด้วย
  ผู้เชี่ยวชาญจากสำนักทางหลวงชนบทที่ 12 จำนวน 10 ท่าน และ
  ผู้เชี่ยวชาญจากแขวงทางหลวงชนบทสงขลาจำนวน 3 ท่าน
- องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดสงขลา
  ทั้งสิ้นจำนวนรวม 70 ท่าน กระจายตามพื้นที่ในจังหวัดสงขลา

รายละเอียดการสอบถามประกอบด้วย น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรองแบบการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์และการก่อสร้างถนนใหม่ และการสอบถามความเห็นเกี่ยวกับรายละเอียดของปัจจัยรอง ซึ่งแสดงลักษณะของแบบสอบถามในภาคผนวก ก โดยนำความเห็นดังกล่าวมาวิเคราะห์โดยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP) เพื่อหาน้ำหนักความสำคัญ โดยแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ ในหัวข้อถัดไป

รูปที่ 3-4 การลงพื้นที่สำรวจสอบถามกลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญ

*ที่มา: ผู้วิจัย*

## 3.5 การวิเคราะห์หาน้ำหนักปัจจัยหลักและปัจจัยรองที่มีผลต่อการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการ FAHP

จากการสำรวจข้อมูลแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญทั้งสามหน่วยงาน ซึ่งประกอบด้วย น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรองแบบการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ และการก่อสร้างถนนใหม่ และมุมมองในการพัฒนาพื้นที่ในจังหวัดสงขลา โดยนำความเห็นดังกล่าวมาวิเคราะห์โดยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP) เพื่อหาน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย ในแต่ละมุมของผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานกรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการสำรวจแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญเพื่อวิเคราะห์หาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆ จากกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP) โดยแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญท่านหนึ่ง ดังตารางที่ 3-1 ซึ่งแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างการเปรียบเทียบปัจจัยหลัก

| | วิศวกรรม | เศรษฐศาสตร์ | การเมือง นโยบาย | สังคมและ สิ่งแวดล้อม |
|---|---|---|---|---|
| วิศวกรรม | 1 | 5 | 1 | 3 |
| เศรษฐศาสตร์ | 1/5 | 1 | 1/3 | 1 |
| การเมืองนโยบาย | 1 | 3 | 1 | 3 |
| สังคมและสิ่งแวดล้อม | 1/3 | 1 | 1/3 | 1 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างการเปลี่ยนตัวเลขฟัซซี

| | 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 |
| การเมืองนโยบาย | 1/3,1,1 | 1,3,5 | 1,1,1 | 1,3,5 |
| สังคมและสิ่งแวดล้อม | 1/5,1/3,1 | 1/3,1,1 | 1/5,1/3,1 | 1,1,1 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

1.) เปลี่ยนค่าระดับความสำคัญที่เปรียบเทียบโดยใช้ฟัซซีนัมเบอร์ พบว่าที่ผู้เชี่ยวชาญเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทีละคู่ในตารางที่ 3-1 วิเคราะห์เริ่มต้นจากการเปลี่ยนค่าดังกล่าวเป็นตัวเลขฟัซซี จากเมทริกซ์เปรียบเทียบที่แสดงในสมการที่ 2-11 ได้ผลดังตารางที่ 3-2 ตัวอย่างเช่น ปัจจัยด้านวิศวกรรมมีค่าความสำคัญมากกว่าปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์อยู่ใน ระดับ 5 ใช้ฟัซซีนัมเบอร์เปลี่ยนเป็น (3,5,7)

2.) คำนวณค่า The geometrical means ($\tilde{r}_i$) โดยใช้สมการที่ 2-12 ยกตัวอย่างจากแถวที่ 1 ในตารางที่ 3-2 $\tilde{r}_1 = ((1\times3\times1\times1)^{1/4}, (1\times5\times1\times3)^{1/4}, (1\times7\times3\times5)^{1/4})$ $= (1.316,\ 1.968,\ 3.2)$ และดำเนินการหาค่า $\tilde{r}_2$ , $\tilde{r}_3$ , $\tilde{r}_4$ ในทำนองเดียวกันตามลำดับ

3.) คำนวณน้ำหนักความสำคัญตัวเลขฟัซซีของหลักเกณฑ์ จากสมการที่ 2-13 จะได้ค่า น้ำหนักความสำคัญตัวเลขฟัซซี 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)

4.) จากนั้นนำค่าน้ำหนักจากข้อที่ 3.) คำนวณค่า $M_i$ จากสมการที่ 2-14 และหาน้ำหนักของแต่ละปัจจัย เท่ากับ $w_1$ = 0.429 $w_2$ = 0.128 $w_3$ = 0.310 และ $w_4$ = 0.130 ซึ่งจะเป็นน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยวิศวกรรม ปัจจัยเศรษฐศาสตร์ ปัจจัยการเมืองและนโยบาย ปัจจัยสังคมและสิ่งแวดล้อมตามลำดับ

ขั้นตอนต่อไปทำการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบของผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของความคิดเห็น ดังนี้

1.) รวมค่าความคิดเห็นจากการเปรียบเทียบจากผู้เชี่ยวชาญจากตารางที่ 3-1 ในแนวตั้งมาบวกกัน ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ผลรวมค่าการเปรียบเทียบจากผู้เชี่ยวชาญ

| | วิศวกรรม | เศรษฐศาสตร์ | การเมือง นโยบาย | สังคมและ สิ่งแวดล้อม |
|---|---|---|---|---|
| วิศวกรรม | 1 | 5 | 1 | 3 |
| เศรษฐศาสตร์ | 1/5 | 1 | 1/3 | 1 |
| การเมืองนโยบาย | 1 | 3 | 1 | 3 |
| สังคมและสิ่งแวดล้อม | 1/3 | 1 | 1/3 | 1 |
| ผลรวม | 2.533 | 10 | 2.667 | 8 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

2.) นำค่าความคิดเห็นจากการเปรียบเทียบจากผู้เชี่ยวชาญ หารด้วยผลรวมในแนวตั้งที่ได้จากขั้นตอนที่ 1.) ในตารางที่ 3-3 จากนั้น เฉลี่ยค่าที่ได้ในแนวนอน ดังค่าเฉลี่ย ในตารางที่ 3-4 เพื่อให้ผลรวมเท่ากับ 1

ตารางที่ 3-4 ค่าเฉลี่ยค่าการเปรียบเทียบจากผู้เชี่ยวชาญ

| | วิศวกรรม | เศรษฐศาสตร์ | การเมืองนโยบาย | สังคมและสิ่งแวดล้อม | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| วิศวกรรม | 0.395 | 0.5 | 0.375 | 0.375 | 0.411 |
| เศรษฐศาสตร์ | 0.079 | 0.1 | 0.125 | 0.125 | 0.107 |
| การเมืองนโยบาย | 0.395 | 0.3 | 0.375 | 0.375 | 0.361 |
| สังคมและสิ่งแวดล้อม | 0.132 | 0.1 | 0.125 | 0.125 | 0.120 |
| ผลรวม | | | | | 1 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

3.) คำนวณหาค่า Eigenvalues ( $\lambda_{max}$ ) โดยการนำผลรวมของค่าการเปรียบเทียบ จากตารางที่ 3-3 มาคูณด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ยในแถวนอนแต่ละแถวจากตารางที่ 3-4 และนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน ซึ่งผลรวมนี้ว่าค่า Eigenvalues หรือ แลมด้าแมกซ์ ( $\lambda_{max}$ ) ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 คำนวณหาค่าแลมด้าแมกซ์ ( $\lambda_{max}$ ) จากผู้เชี่ยวชาญ

| | แถว 1 | แถว 2 | แถว 3 | แถว 4 |
|---|---|---|---|---|
| ค่าวินิจฉัยของแต่ละหลักเกณฑ์ในแนวตั้ง | 2.533 | 10.000 | 2.667 | 8.000 |
| ค่าเฉลี่ยในแถวนอนแต่ละแถว | 0.411 | 0.107 | 0.361 | 0.120 |
| ผลคูณค่าวินิจฉัยและค่าเฉลี่ย | 1.042 | 1.072 | 0.963 | 0.963 |
| ค่าแลมด้าแมกซ์ | 4.040 | | | |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

4.) คำนวณอัตราค่าความสอดคล้อง (CR) โดยใช้สมการที่ 2-7 และกำหนดให้ N = 4 ซึ่งอัตราค่าความสอดคล้องที่ยอมรับได้ตามขนาดเมตริกซ์ 3 x 3 คือ ไม่เกิน 0.050 ผลจากการคำนวณอัตราค่า CR = 0.015 แสดงว่าการประเมินปัจจัยหลักของผู้เชี่ยวชาญท่านนี้มีความสอดคล้อง

ค่าความสอดคล้องกลุ่ม (Group Consistency Ratio: GCR)

ในงานวิจัยนี้มีกลุ่มตัวอย่างสามหน่วยงาน ทำให้สามารถวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องกลุ่ม โดยคำนวณจากความเห็นผู้เชี่ยวชาญแต่ละกลุ่มมาเฉลี่ยโดยใช้ ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต ดังสมการที่ 3-1 (นรินทร์ เอื้อศิริวรรณ และคณะ, 2560) และคำนวณค่าความสอดคล้องดังวิธีที่กล่าวไว้ข้างต้น

$$V_i = \left[ \prod_{j=1}^{n} a_{ij} \right]^{\frac{1}{n}} \qquad \text{(สมการที่ 3-1)}$$

$a_{ij}$ = ค่าของสมาชิกในตารางเมตริกซ์

$V_i$ = ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต

$n$ = จำนวนตัวเลขที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

โดยผู้วิจัยแสดงตัวอย่างการคำนวณค่าความสอดคล้องกลุ่มของกลุ่มเชี่ยวชาญกรมทางหลวง แสดงดังนี้

1.) นำค่าเฉลี่ยเรขาคณิตที่ได้จากการเฉลี่ยน้ำหนักการเปรียบเทียบผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง จากนั้น รวมผลรวมค่าการเปรียบเทียบในแนวตั้งมาบวกกัน ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ผลรวมค่าการเปรียบเทียบจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

| | วิศวกรรม | เศรษฐศาสตร์ | การเมืองนโยบาย | สังคมและสิ่งแวดล้อม |
|---|---|---|---|---|
| วิศวกรรม | 1.000 | 1.875 | 1.574 | 1.713 |
| เศรษฐศาสตร์ | 0.533 | 1.000 | 1.220 | 1.213 |
| การเมืองนโยบาย | 0.635 | 0.820 | 1.000 | 1.102 |
| สังคมและสิ่งแวดล้อม | 0.584 | 0.824 | 0.908 | 1.000 |
| ผลรวม | 2.753 | 4.518 | 4.701 | 5.028 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

2.) ทำการเฉลี่ยค่าการเปรียบเทียบในตารางเปรียบเทียบเพื่อให้ผลรวมเท่ากับ 1 โดยการนำค่าที่ได้ในแต่ละตารางเมตริกซ์หารด้วยผลรวมในแนวตั้ง หาค่าเฉลี่ยในแต่ละแถว โดยมีผลรวมของแถวทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 ค่าเฉลี่ยค่าการเปรียบเทียบจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

| | วิศวกรรม | เศรษฐศาสตร์ | การเมืองนโยบาย | สังคมและสิ่งแวดล้อม | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| วิศวกรรม | 0.363 | 0.415 | 0.335 | 0.341 | 0.363 |
| เศรษฐศาสตร์ | 0.194 | 0.221 | 0.260 | 0.241 | 0.229 |
| การเมืองนโยบาย | 0.231 | 0.181 | 0.213 | 0.219 | 0.211 |
| สังคมและสิ่งแวดล้อม | 0.212 | 0.182 | 0.193 | 0.199 | 0.197 |
| ผลรวม | | | | | 1 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

3.) คำนวณหาค่า Eigenvalues ( $\lambda_{max}$ ) โดยนำผลรวมของค่าผลรวมค่าการเปรียบเทียบ จาก ตาราง 4-6 มาคูณด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ยในแถวนอนแต่ละแถวจากตารางที่ 4-7 และนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน ดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 คำนวณหาค่าแลมด้าแมกซ์ ( $\lambda_{max}$ ) จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

| | แถว 1 | แถว 2 | แถว 3 | แถว 4 |
|---|---|---|---|---|
| ค่าวินิจฉัยของแต่ละหลักเกณฑ์ในแนวตั้ง | 2.753 | 4.518 | 4.701 | 5.028 |
| ค่าเฉลี่ยในแถวนอนแต่ละแถว | 0.363 | 0.229 | 0.211 | 0.197 |
| ผลคูณค่าวินิจฉัยและค่าเฉลี่ย | 1.000 | 1.035 | 0.992 | 0.989 |
| ค่าแลมด้าแมกซ์ | 4.016 | | | |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

4.) หาอัตราค่าความสอดคล้องกลุ่ม (GCR) โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2-7 โดยกำหนด N = 4 ซึ่งค่าอัตราค่าความสอดคล้องที่ยอมรับได้ ตามขนาดเมตริกซ์ 3 x 3 คือ ไม่เกิน 0.050 ผลจากการคำนวณอัตราค่า CR = 0.006 แสดงว่าการประเมินปัจจัยหลักของผู้เชี่ยวชาญกลุ่มมีความสอดคล้อง

ผลการวิเคราะห์กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือของแต่ละหน่วยงาน ผู้วิจัยจะอภิปรายแสดงรายละเอียดใน บทที่ 4

### 3.6 รายละเอียดการสำรวจข้อมูลและเกณฑ์การให้คะแนนของโครงการถนน

ผู้วิจัยได้แบ่งสายทางตามผังเมืองดังที่กล่าวข้างต้น โดยพิจารณาจากการสำรวจภาคสนามของผู้วิจัยเอง และข้อมูลสายทางจาก Google Maps ตามลักษณะของสายทางในปัจจุบัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ประกอบด้วย ถนนที่สมบูรณ์แล้ว ถนนที่ยังไม่สมบูรณ์หรือยังสามารถพัฒนาได้อีก และถนนที่ต้องก่อสร้างใหม่ ดังที่อธิบายไว้ใน โครงการที่จัดลำดับความสำคัญ หัวข้อ 1.3.2 แสดงได้ดังตาราง 3-9

ตารางที่ 3-9 การแบ่งประเภทตามลักษณะของสายทางในการศึกษานี้

| เขตพื้นที่ | ถนนที่สมบูรณ์แล้ว | ถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ | ถนนที่ต้องก่อสร้างใหม่ |
|---|---|---|---|
| ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 23 | 14 | 27 |
| ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 38 | 20 | 13 |
| ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | 13 | 3 | 3 |
| ผังเมืองรวมเมืองสะเดา | 1 | 0 | 0 |
| ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร - นาสีทอง | 1 | 2 | 5 |
| ผังเมืองรวมชุมชนพะตง - พังลา | 3 | 7 | 8 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

จากนั้นผู้วิจัยลงสำรวจข้อมูลรายละเอียดของแต่ละสายทางในแต่ละเส้น โดยแบ่งลักษณะข้อมูลเป็น 1) ข้อมูลที่สามารถสอบถามหรือสืบค้นได้จากหน่วยงานที่มีอยู่ และ 2) ข้อมูลที่จำเป็นต้องสำรวจภาคสนามประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตในโครงการที่ไม่มีข้อมูลจากหน่วยงาน ข้อมูลความเร็วที่จำเป็นต้องใช้ประกอบการพิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ข้อมูลกายภาพของสายทาง เป็นต้น ซึ่งบางข้อมูลจำเป็นต้องสืบค้นจากข้อมูลทางอินเตอร์เน็ตและหน่วยงานภายนอก เช่น ข้อมูลอุบัติเหตุ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสืบหาข้อมูลข่าวในอินเตอร์เน็ต และข้อมูลจากมูลนิธิกู้ภัยที่อยู่ในพื้นที่ของสายทาง เป็นต้น

หลังจากทำการสำรวจข้อมูลรายละเอียดของแต่ละโครงการถนนตามแผนที่ผังเมือง จากนั้นแบ่งช่วงระดับคะแนน เพื่อให้คะแนนแต่ละโครงการ ซึ่งจะนำมาคิดกับน้ำหนักปัจจัยเฉลี่ยของทั้งสามหน่วยงานที่ได้วิเคราะห์มา เพื่อหาคะแนนรวม โดยแสดง ข้อมูลการสำรวจใน ภาคผนวก ค และแสดงรายละเอียดการสำรวจและเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

### 3.6.1 ปัจจัยด้านวิศวกรรมศาสตร์

- ปัจจัยรองปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต (PCU/ชม.)

ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต จากข้อมูลในส่วนของโครงการที่มีหน่วยงานเก็บข้อมูลไว้แล้ว และสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต จากการสำรวจภาคสนามของโครงการที่ยังไม่มีข้อมูล โดยนับปริมาณการจราจรในช่วงที่มีการจราจรคับคั่งสายทางละ 1 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 7.00-9.00 น. และช่วงเวลา 16.00-18.00 น. จากนั้นทำการแปลงข้อมูลปริมาณการจราจรดังกล่าว จากหน่วย คัน เป็นหน่วย Passenger Car Unit (PCU) เพื่อเป็นค่ามาตรฐานในการเปรียบเทียบการใช้พื้นที่ถนนต่างยานพาหนะ ให้มีหน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล โดยใช้ค่าตัวคูณ Passenger Car Equivalent (PCE) ดังตารางที่ 2-8 คูณกับปริมาณการจราจร หน่วย คัน เพื่อแปลงค่ายานพาหนะแต่ละชนิด ซึ่งสามารถพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์ที่ผู้วิจัยแบ่งช่วงระดับคะแนน เพื่อความเหมาะสมในการเปรียบเทียบแต่ละโครงการได้ จากข้อมูลที่ทำการสำรวจ ดัง ตารางที่ 3-10

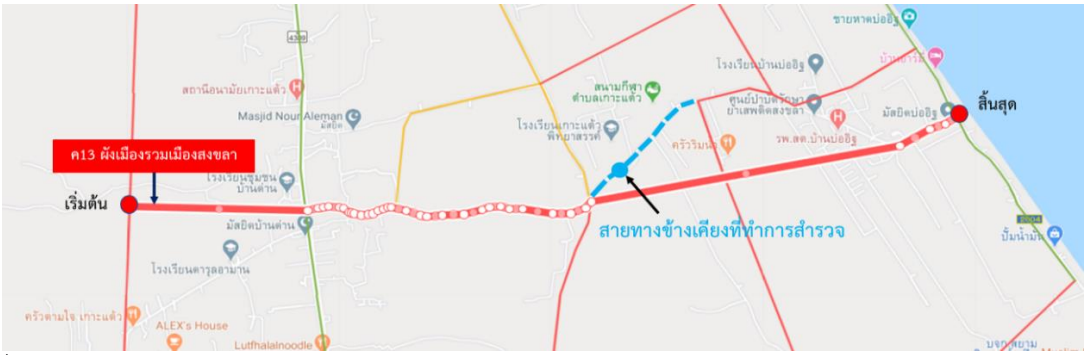
ตารางที่ 3-10 ระดับคะแนนปัจจัยรองปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต

| เกณฑ์ | ระดับคะแนน |
|---|---|
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต ≥200 PCU/ชม. | 5 |
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต 150-200 PCU/ชม. | 4 |
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต 100-150 PCU/ชม. | 3 |
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต 50-100 PCU/ชม. | 2 |
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต ≤50 PCU/ชม. | 1 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

- ปัจจัยรองปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตของโครงการข้างเคียง (PCU/ชม.)

เนื่องจากสายทางประเภทการก่อสร้างถนนใหม่ ไม่สามารถสำรวจปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตได้ ผู้วิจัยจึงทำการสำรวจปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตของโครงการข้างเคียงกับสายทางดังกล่าว ที่มีพฤติกรรมปริมาณการจราจรที่ใกล้เคียงกันในการพิจารณา ดังตัวอย่างใน รูปที่ 3-5 โดยใช้ข้อมูลจากปริมาณการจราจรของหน่วยงานรัฐ และทำการสำรวจภาคสนามด้วยตนเอง เช่นเดียวกับ ปัจจัยรองปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตในหน่วย PCU ซึ่งสามารถพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์ที่ผู้วิจัยแบ่งช่วงระดับคะแนน เพื่อความเหมาะสมในการเปรียบเทียบแต่ละโครงการได้ จากข้อมูลที่ทำการสำรวจ ดัง ตารางที่ 3-11




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ 3-5 ตัวอย่างการสำรวจปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียง

ตารางที่ 3-11 ระดับคะแนนปัจจัยรองปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตของโครงการข้างเคียง (PCU)

| เกณฑ์ | ระดับคะแนน |
|---|---|
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต ≥200 PCU | 5 |
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต 150-200 PCU | 4 |
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต 100-150 PCU | 3 |
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต 50-100 PCU | 2 |
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต ≤50 PCU | 1 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

- ปัจจัยรองประเภทผิวทาง

ข้อมูลการสำรวจประเภทชนิดผิวทางของโครงการถนนที่พิจารณา ประกอบด้วย ถนนคอนกรีต และถนนแอสฟัลท์ ซึ่งสามารถพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์ที่ผู้วิจัยแบ่งช่วงระดับคะแนน เพื่อความเหมาะสมในการเปรียบเทียบโดยข้อมูลจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ พบว่าผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ ให้ความสำคัญกับผิวทางแอสฟัลท์ในการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ก่อนผิวทางคอนกรีต และให้ความสำคัญผิวทางคอนกรีต ก่อนผิวทางแอสฟัลท์หากดำเนินการก่อสร้างถนนใหม่ จึงสามารถพิจารณาคะแนนได้ ดัง ตารางที่ 3-12

ตารางที่ 3-12 ระดับคะแนนประเภทผิวทาง

| เกณฑ์ | ระดับคะแนน | |
|---|---|---|
| | ปรับปรุง | ก่อสร้างใหม่ |
| ผิวทางแอสฟัลท์ | 2 | 1 |
| ผิวทางคอนกรีต | 1 | 2 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ 3-6 ตัวอย่างการสำรวจปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียง

- ปัจจัยรองระดับการให้บริการ

ผู้วิจัยได้พิจารณาระดับการให้บริการ จากวิธีของโครงการจัดทำแผนพัฒนาทางหลวงชนบทประจำกรม กลุ่มที่ 7 โดยนำข้อมูลความเร็วจากการสำรวจข้อมูลภาคสนาม โดยทำการเก็บข้อมูลความเร็วของสายทางในเวลา 1 ชั่วโมง มาพิจารณาโดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ และพิจารณาคะแนนได้ ดังนี้

1) นำความเร็วที่สำรวจจากการลงภาคสนามหาปริมาณจราจรจากกราฟความสัมพันธ์ความเร็วกับปริมาณจราจร ในรูปที่ 3-7 โดยแบ่งประเภทถนน ดังเส้นสีในกราฟ

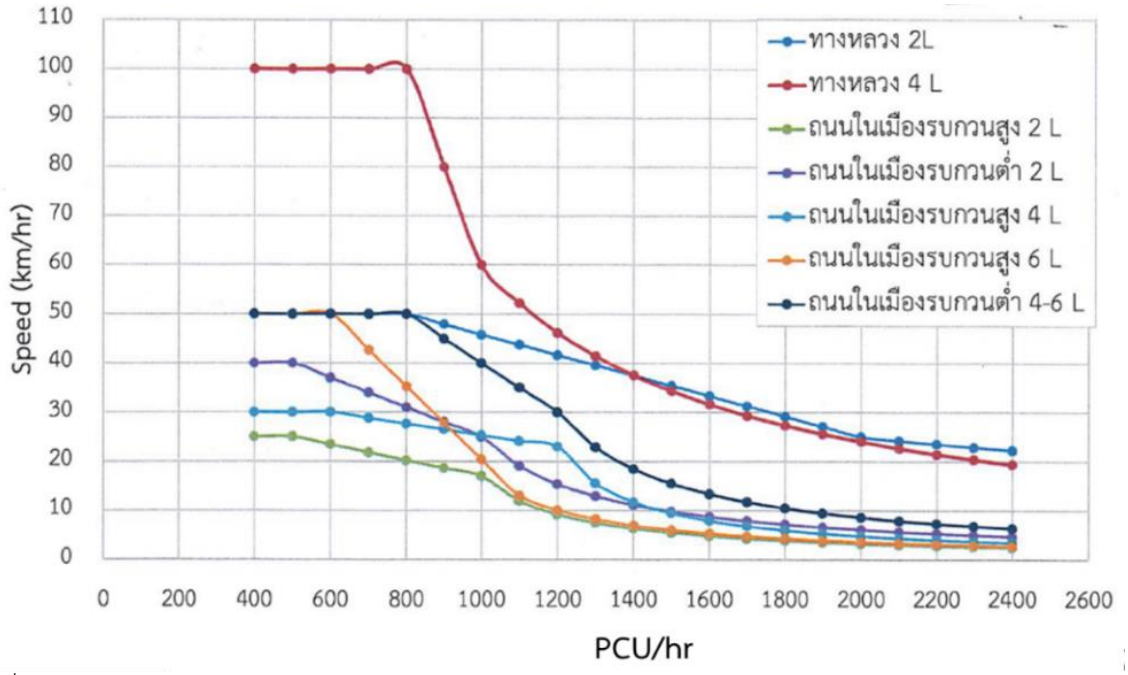
2) นำความเร็วจากที่สำรวจเปลี่ยนหน่วยเป็น mi/hr. และปรับปริมาณจราจร (จากขั้นตอนที่ 1) ให้เป็นอัตราการไหล (PCU/hr./lane) โดยการหารด้วยจำนวนเลนของสายทางที่พิจารณา เพื่อหา ระดับการให้บริการจากกราฟ ในรูปที่ 3-8

ซึ่งสามารถพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์ที่ผู้วิจัยอ้างอิงจาก แผนพัฒนาทางหลวงชนบทประจำกรม กลุ่มที่ 7 อ้างอิงใน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2562) โดยแบ่งช่วงระดับคะแนนเพื่อความเหมาะสมในการเปรียบเทียบแต่ละโครงการดังรูปที่ 3-8

ตารางที่ 3-13 ระดับคะแนนปัจจัยรองปัจจัยรองระดับการให้บริการ

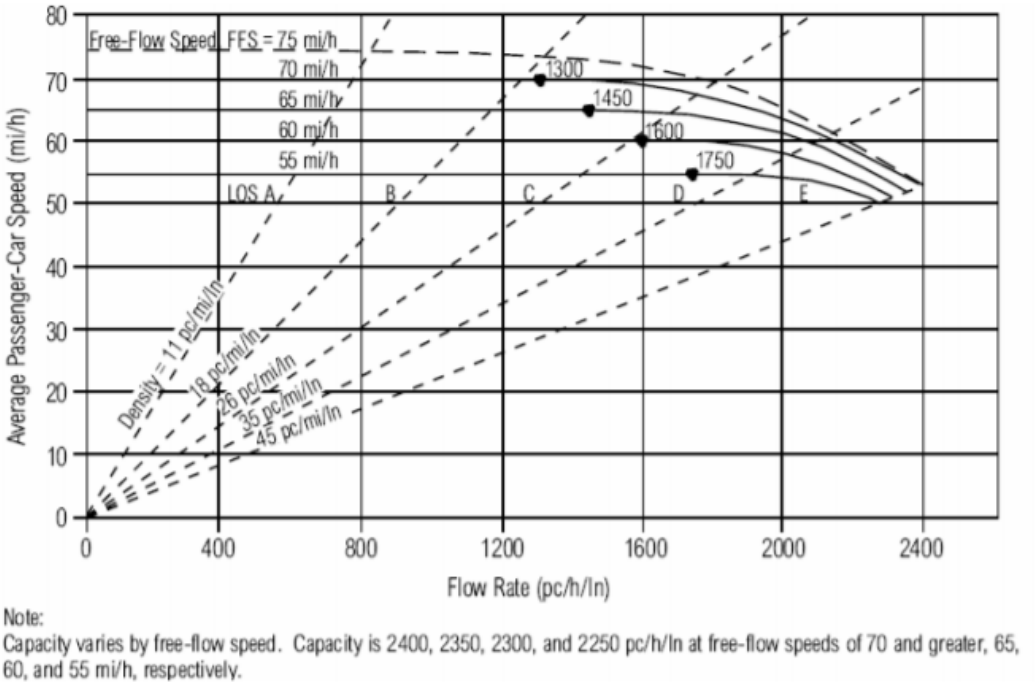
| เกณฑ์ | ระดับคะแนน |
|---|---|
| ระดับการให้บริการ E,F | 5 |
| ระดับการให้บริการ D | 4 |
| ระดับการให้บริการ C | 3 |
| ระดับการให้บริการ B | 2 |
| ระดับการให้บริการ A | 1 |

*ที่มา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์* (2562)




*ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร* (2562) *อ้างใน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์* (2562)

รูปที่ 3-7 กราฟความสัมพันธ์ความเร็วกับปริมาณจราจร




*ที่มา: Transportation Research Board (2000) อ้างอิงใน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2562)*

รูปที่ 3-8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วเฉลี่ย อัตราการไหล และระดับการให้บริการ

- ปัจจัยรองลักษณะทางกายภาพโครงการ (เมตร)

ผู้วิจัยทำการสำรวจลักษณะทางกายภาพจากขนาดความกว้างรวมโครงการ (เมตร) ที่พิจารณา ทั้งช่องจราจรของสายทาง ไหล่ทาง ทางเท้า ที่มีลักษณะในการรองรับการจราจรที่แตกต่างกันไปแต่ละสายทาง แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3-9 ซึ่งสามารถพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์ที่ผู้วิจัยแบ่งช่วงระดับคะแนน เพื่อความเหมาะสมในการเปรียบเทียบแต่ละโครงการได้ จากข้อมูลที่ทำการสำรวจ ดัง ตารางที่ 3-14

ตารางที่ 3-14 ระดับคะแนนปัจจัยรองลักษณะทางกายภาพของโครงการ

| เกณฑ์ | ระดับคะแนน |
|---|---|
| สายทางกว้างรวม ≤10 เมตร | 5 |
| สายทางกว้างรวม 10-15 เมตร | 4 |
| สายทางกว้างรวม 15-20 เมตร | 3 |
| สายทางกว้างรวม 0-25 เมตร | 2 |
| สายทางกว้างรวม ≥25 เมตร | 1 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

- ปัจจัยรองความถี่อุบัติเหตุ (จำนวนครั้ง)

ผู้วิจัยได้สืบค้นข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ จากข้อมูลของมูลนิธิกู้ภัยต่างๆ ประกอบด้วย มูลนิธิกู้ชีพพะตงเทิดธรรม มูลนิธิกู้ภัยรัตภูมิ มูลนิธิร่วมใจกู้ภัยเมืองสงขลา มูลนิธิกู้ชีพเขารูปช้าง ศูนย์งานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย-กู้ภัยพะวง และมูลนิธิมิตรภาพสามัคคี (ท่งเซียเซี่ยงตึ๊ง) โดยพิจารณาจากข้อมูลอุบัติเหตุย้อนหลัง ปี พ.ศ.2559 จนถึงต้นปี พ.ศ.2563 ในพื้นที่บริเวณสายทางที่พิจารณา ซึ่งสามารถพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์ที่ผู้วิจัยแบ่งช่วงระดับคะแนน เพื่อความเหมาะสมในการเปรียบเทียบแต่ละโครงการได้ จากข้อมูลที่ทำการสืบค้น ดัง ตารางที่ 3-15

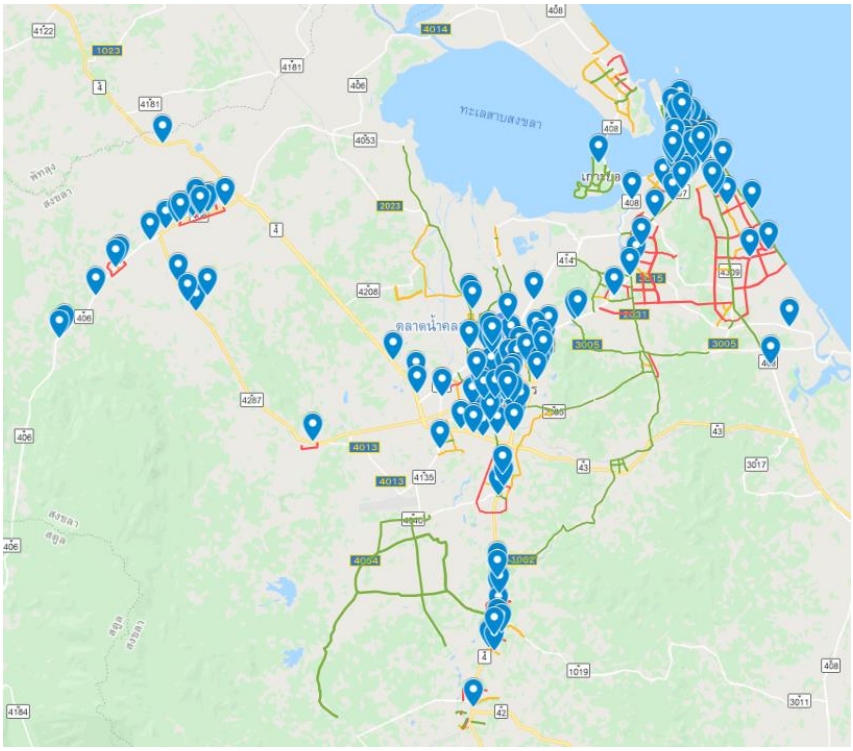
ตารางที่ 3-15 ระดับคะแนนปัจจัยรองความถี่อุบัติเหตุ

| เกณฑ์ | ระดับคะแนน |
|---|---|
| ความถี่อุบัติเหตุ ≥2 ครั้ง | 3 |
| ความถี่อุบัติเหตุ 1 ครั้ง | 2 |
| ความถี่อุบัติเหตุ 0 ครั้ง | 1 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ 3-9 ความกว้างรวมโครงการ




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ 3-10 ตัวอย่างข้อมูลจากการรวบรวมความถี่อุบัติเหตุในพื้นที่ศึกษา

### 3.6.2 ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์

- ปัจจัยรองงบประมาณในการก่อสร้าง

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีการประมาณงบประมาณการก่อสร้างในการวิจัยนี้ โดยอ้างอิงจาก โครงการจัดทำแผนพัฒนาทางหลวงชนบท ประจำกรม กลุ่มที่ 7 ที่ทำการศึกษาการประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นสำหรับโครงการถนนของทางหลวงชนบท (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2561) โดยพิจารณางบประมาณประกอบด้วย ค่าศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม ค่าสำรวจออกแบบ ค่าสำรวจอสังหาริมทรัพย์ ค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดินหรือเวนคืนที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง และค่าก่อสร้าง โดยได้กำหนดค่าดังกล่าว ดังตารางที่ 2-9 และตารางที่ 2-11 ตามลำดับ โดยการคำนวณค่าก่อสร้างนั้น ผู้วิจัยใช้ลักษณะมาตรฐานชั้นทางในการก่อสร้าง ถนนที่มีช่องจราจร 2 ช่องจราจร (ถนนผังเมือง ก ข จ) ให้มีมาตรฐานชั้นทางที่สมบูรณ์เป็น ทางหลวงชนบทมาตรฐานชั้นทางที่ 2 และถนนที่มีช่องจราจร 4 ช่องจราจร (ถนนผังเมือง ค ง ฉ) ให้มีมาตรฐานชั้นทางที่สมบูรณ์เป็นทางหลวงชนบทมาตรฐานชั้นทางที่ 1 ดังตารางที่ 2-10 หลังจากรวมงบประมาณการก่อสร้างทั้งหมด สามารถพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์ที่ผู้วิจัยแบ่งช่วงระดับคะแนน เพื่อความเหมาะสมในการเปรียบเทียบแต่ละโครงการได้ จากข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ข้างต้น ดัง ตารางที่ 3-16

ตารางที่ 3-16 ระดับคะแนนปัจจัยรองงบประมาณในการก่อสร้าง

| เกณฑ์ | ระดับคะแนน |
|---|---|
| งบประมาณโครงการ <10 | 5 |
| งบประมาณโครงการ 10-50 | 4 |
| งบประมาณโครงการ 50-100 | 3 |
| งบประมาณโครงการ 100-150 | 2 |
| งบประมาณโครงการ ≥150 | 1 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

- ปัจจัยรองอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio)

การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการ เป็นการเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย และผลประโยชน์ในรูปแบบของมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งทำการพิจารณาว่าโครงการที่จะดำเนินการมีความเหมาะสมคุ้มค่าที่จะดำเนินการหรือไม่ โดยในปัจจัยรองด้านนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ วิธีอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio) เนื่องจากโครงการถนนแต่ละสายมีขนาดที่แตกต่างกัน ส่งผลต่องบประมาณที่แตกต่างกันมาก ซึ่งวิธีนี้ใช้อัตราส่วนเป็นการเปรียบเทียบระหว่างมูลค่าของผลประโยชน์จากโครงการกับมูลค่าของค่าต้นทุนของโครงการทำให้มีเหมาะสมต่อการพิจารณากับสายทางที่มีจำนวนมาก และขนาดที่แตกต่างกัน โดยแสดงได้ดังนี้

$$\text{B/C Ratio} = \frac{\sum_{t=1}^{n} B_t}{\sum_{t=1}^{n} C_t} \qquad \text{(สมการที่ 3-2)}$$

โดยที่ $B_t$ = มูลค่าของผลประโยชน์ในปีที่ $t$

$C_t$ = มูลค่าของต้นทุนในปีที่ $t$

➢ มูลค่าของต้นทุน

ซึ่งมูลค่าต้นทุนของโครงการที่การวิจัยนี้พิจารณา ประกอบด้วย ค่าศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม ค่าสำรวจออกแบบ ค่าสำรวจอสังหาริมทรัพย์ ค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดินหรือเวนคืนที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง และค่าก่อสร้าง โดยใช้วิธีการคิด เช่นเดียวกับ ปัจจัยรองงบประมาณในการก่อสร้าง เพียงแต่เพิ่มเติม ค่าบำรุงรักษา ซึ่งเป็นค่าต้นทุนที่ต้องเสียเพิ่มเติมในแต่ละปี โดยมีวิธีการประมาณค่าบำรุงรักษา ดังตารางที่ 2-12

➢ มูลค่าของผลประโยชน์

ผลประโยชน์ของโครงการสามารถคิดจากประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการ โดยส่วนใหญ่จะเป็นผลประโยชน์ที่ไม่ใช่ตัวเงินโดยตรง แต่สามารถเปลี่ยนผลประโยชน์ทางอ้อมให้มีมูลค่าเป็นตัวเงินได้ เช่น โครงการช่วยกระจายปริมาณจราจรจากการขนส่งเดิมในโครงข่ายให้เปลี่ยนมาใช้ถนนของโครงการ โครงการสามารถเดินทางได้ด้วยความเร็วที่สูงขึ้น ช่วยลดระยะเวลาการเดินทาง โครงการช่วยให้ถนนมีความปลอดภัยมากขึ้น ช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นได้มากขึ้น โดยวิธีการคิดมูลค่าผลประโยชน์ทางอ้อมให้เป็นตัวเงินได้ ดังนี้

1) มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle Operating Cost: VOC)

มูลค่าที่เกิดจากการปรับปรุงโครงการจราจรมีผลประโยชน์ต่อผู้ใช้เส้นทาง เนื่องจากช่วยกระจายปริมาณการจราจรส่วนหนึ่งจากถนนสายอื่นมาใช้เส้นทางโครงการ สามารถรองรับปริมาณจราจรได้มากขึ้น มีความคล่องตัวมากขึ้น และเดินทางบนเส้นทางที่มีมาตรฐานที่ดีขึ้น ซึ่งมูลค่าผลประโยชน์ของโครงการนั้น จากสมการที่ 2-19 ได้อธิบายหลักการคิด VOC ว่าค่าใช้จ่ายในการใช้รถ หาได้จากนำค่าใช้จ่ายในการใช้รถตัวแทนคูณด้วยระยะทางรวมของระบบที่ผู้ใช้ถนนเดินทาง แล้วคำนวณมูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถจากผลต่างระหว่างมูลค่าของค่าใช้จ่ายในการใช้รถ กรณีไม่มีโครงการกับกรณีมีโครงการ โดยผู้วิจัยได้อ้างอิง มูลค่าการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถจาก (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและการจราจร 2558) ซึ่งแสดงค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการใช้ยานพาหนะในระดับประเทศ จำแนกตามประเภทยานพาหนะ ปี พ.ศ.2556 แสดงดังตารางที่ 2-13 และ 2-14

2) มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (Value of Time: VOT)

มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง หมายถึง มูลค่าที่เทียบเท่ากับเงินที่ต้องสูญเสียไปในการเดินทาง แต่เมื่อโครงข่ายการคมนาคมมีประสิทธิภาพดีขึ้นจะช่วยประหยัดเวลาในการเดินทาง และผู้ใช้เส้นทางสามารถใช้เวลาในการเดินทางที่ประหยัดไปทำกิจกรรมอื่นที่สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้เพิ่มขึ้นได้ ซึ่งมูลค่าผลประโยชน์ของโครงการนั้น สามารถคำนวณได้ จากสมการที่ 2-20 ได้อธิบายหลักการคำนวณมูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง จากผลต่างระหว่างมูลค่าที่เกิดจากการประหยัดเวลาในการเดินทางกรณีไม่มีโครงการกับกรณีมีโครงการ โดยผู้วิจัยได้อ้างอิง มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง จาก (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและการจราจร 2558) ซึ่งแสดงมูลค่าเวลาในการเดินทาง (Value of Time : VOT) ในระดับประเทศ จำแนกตามประเภทยานพาหนะ ปี พ.ศ. 2556 แสดงดังตารางที่ 2-15 โดยหาระยะเวลารวมของผู้ใช้ถนนได้อธิบายในสมการ สมการที่ 2-20

3) มูลค่าจากการลดค่าใช้จ่ายจากอุบัติเหตุ (Accident Cost Saving)

อุบัติเหตุก่อให้เกิดการสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าเป็นความเสียหายทางตัวเงินที่เกิดจากทางเศรษฐศาสตร์มูลค่าหนึ่ง โดยการออกแบบลักษณะทางกายภาพของถนน ก็เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดอุบัติเหตุบนถนน ดังนั้น การปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของถนนให้มีประสิทธิภาพ จึงมีส่วนช่วยลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุทางถนนได้ ซึ่งต้นทุนของอุบัติเหตุนี้หากลดลงได้ จะช่วยลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจได้ในระยะยาว ดังนั้น ในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ จึงควรคำนึงถึงมูลค่าความสูญเสียเนื่องจากอุบัติเหตุด้วย โดยผู้วิจัยได้อ้างอิงวิธีการคำนวณมูลค่าค่าใช้จ่ายจากอุบัติเหตุ (สมัยและคณะ, 2556) โดยใช้ค่า Accident Reduction Factor (ARF) ในการหาผลประโยชน์ที่ลดลงเนื่องจากการลดลงของอุบัติเหตุ ดังแสดงในตารางที่ 2-16 จากนั้นคำนวณค่าผลประโยชน์จากการลดลงของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนทางหลวงชนบทได้โดยสมการที่ 2-23

จากนั้นนำ ค่าต่างๆ มาวิเคราะห์ อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน และสามารถพิจารณาคะแนนได้จากเกณฑ์ที่ผู้วิจัยแบ่งช่วงระดับคะแนน เพื่อความเหมาะสมในการเปรียบเทียบแต่ละโครงการได้ จากข้อมูลการวิเคราะห์ข้างต้น ดัง ตารางที่ 3-17

ตารางที่ 3-17 ระดับคะแนนปัจจัยรองอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio)

| เกณฑ์ | ระดับคะแนน |
|---|---|
| อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน ≥1 | 4 |
| อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน 0.5-1 | 3 |
| อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน 0.1-0.5 | 2 |
| อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน <0.1 | 1 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

**ตัวอย่างการคำนวณปัจจัยรองอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน**

โดยเป็นตัวอย่างการคำนวณอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนของโครงการสายทาง ข14 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ ที่มีความยาว 1.92 กิโลเมตร

- มูลค่าของต้นทุน

โดยวิธีประมาณการงบประมาณจาก ปัจจัยรองงบประมาณในการก่อสร้าง สายทางประเภท ข อยู่ในมาตรฐานชั้นทางที่ 2 ดังตารางที่ 2-10 และเป็นถนนคอนกรีต

มูลค่าการก่อสร้าง = 14.4 x 1.92 = 27.65 ล้านบาท

การสำรวจออกแบบถนน = 27.65 x 0.025 = 0.69 ล้านบาท

การสำรวจอสังหาริมทรัพย์ = 0.815 x 1.92 = 1.56 ล้านบาท

จาก ค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน (เวนคืน) = ราคาที่ดิน (ไร่) x (เขตทาง x ความยาว)/1,600 (ไร่)

ราคาที่ดิน (ไร่) = (5450+1000)/2 บาท/ตร.วา (จากราคาประเมินกรมที่ดินที่ราคาสูงรอบข้างโครงการ เฉลี่ยกับราคาต่ำรอบข้างโครงการ) x 400 = 1,290,000 บาท/ไร่

(เขตทาง x ความยาว) ประกอบด้วย

- ที่ดินที่ยังไม่ได้เป็นถนนยาว 597 เมตร = 16 (ระยะกว้างในแผนผังเมือง) x 597 = 9,552 ตร.ม.
- เพิ่มเขตทางด้านข้าง = (ระยะกว้างในแผนผังเมือง – ระยะจริงปัจจุบัน) x ความยาว = (16 – 14) x (1920 – 597) = 2,646 ตร.ม.

ค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน (เวนคืน) = [1,290,000 บาท/ไร่ (ราคาที่ดิน)] x [9552 + 2646] x 1/1600 = 9,834,637.5 = 9.835 ล้านบาท

ค่าศึกษาความเหมาะสม = 0.015 x (27.65 + 0.69 + 1.56 + 9.835) = 0.596

<u>รวมต้นทุนในการก่อสร้างทั้งหมด</u> = 27.65 + 0.69 + 1.56 + 9.835 + 0.596 = 40.335 ล้านบาท

<u>ค่าบำรุงรักษา</u> = 28,000 x 1.92 = 53,760 บาท/ปี

➢ มูลค่าผลประโยชน์

1) มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle Operating Cost: VOC)

$$VOC_{ที่ประหยัดได้} = (VOC_{ยานพาหนะตัวแทน} \times VKT_{ไม่มีโครงการ}) - (VOC_{ยานพาหนะตัวแทน} \times VKT_{มีโครงการ})$$

จากตารางที่ 2-14 VOC ถนน 2 ช่องจราจร ที่ราบ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล (เนื่องจากเทียบเท่าหน่วย PCU) โดยผู้วิจัยใช้ความเร็วเป็นความเร็วสูงสุด 80 กม/ชม. ในถนนคอนกรีต จะได้ค่า 5.030 บาท/PCU-กิโลเมตร

- มูลค่ากรณีไม่มีโครงการ = 5.030 บาท/PCU-กิโลเมตร x 2.2 กิโลเมตร (ระยะทางกรณีไม่มีโครงการ แสดงดังรูป 5-7 ) x 177.704 PCU/ชั่วโมง (จากการสำรวจปัจจัยรองปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต) x 24 x 365 = 17,226,298.78 บาท/ปี
- มูลค่ากรณีมีโครงการ = 5.030 บาท/PCU-กิโลเมตร x 1.92 กิโลเมตร (ระยะทางกรณีมีโครงการ แสดงดังรูป 5-7 ) x 177.704 PCU/ชั่วโมง (จากการสำรวจปัจจัยรองปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต) x 24 x 365 = 15,033,860.76 บาท/ปี

รูปที่ 3-11 ระยะทางกรณีมีโครงการและไม่มีโครงการ

*ที่มา: ผู้วิจัย*

<u>มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่าย</u> = 17,226,298.78 - 15,033,860.76 = 2,192,438.03 บาท/ปี

2) มูลค่าของการประหยัดเวลาในการเดินทาง (Value of Time: VOT)

$VOT_{ที่ประหยัดได้} = (VOT \times VHT_{ไม่มีโครงการ}) - (VOT \times VHT_{มีโครงการ})$

- มูลค่ากรณีไม่มีโครงการ

การหาค่าความจุของถนน ($C$) สำหรับทางหลวงที่มีช่องจราจร 2 ช่องจราจร

$$C = 2,500 \times R_L \times R_c \times R_N \times R_i \times R_j$$

จากโครงการ ข14 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่

$R_L = 1$ (ความกว้างช่องจราจร 3.5 เมตร)

$R_c = 1$ (ความกว้างไหล่ทาง 1 เมตร)

มีร้อยละปริมาณจราจรของรถจักรยานยนต์ ร้อยละ 64 ดังนั้นสามารถคำนวณหาค่า $R_N$

$$R_N = \frac{100}{100 + 0.75(0.64 \times 100)} = 0.677$$

โครงการไม่ได้อยู่ในเขตกรุงเทพและปริมณฑลกรุงเทพส่งผลให้ $R_i = 0.90$

มีร้อยของปริมาณรถขนาดใหญ่ ร้อยละ 1 ดังนั้น ดังนั้นสามารถคำนวณหาค่า $R_j$ ได้ดังนี้

$$R_j = \frac{1}{(1-\frac{1}{100}) \times (1+(\frac{1}{100} \times 2))} = 0.987$$

ดังนั้น ค่าความจุของถนน เท่ากับ $C = 2,500 \times 1 \times 1 \times 0.677 \times 0.9 \times 0.987 = 1,503$ PCU

จาก สมการที่ 2-21 $TT = \frac{1}{80} \times \left[ 1 + 0.15 \left( \frac{177.704}{1503} \right)^4 \right] = 0.012500367$ ชั่วโมง/กิโลเมตร

ค่า $FFT$ ผู้วิจัยได้ใช้เวลาสูงสุดในการออกแบบของถนนคอนกรีตและแอสฟัลต์ เท่ากับ 1/80 ชั่วโมง/กิโลเมตร จากความเร็วในการออกแบบที่ใช้ 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง

มูลค่าของค่าใช้จ่ายในการใช้รถกรณีไม่มีโครงการ = 0.012500367 ชั่วโมง/กิโลเมตร (เวลาของยานพาหนะตัวแทน) x 112 บาท/คัน-ชม (จากตารางที่ 2-15) x 2.2 กิโลเมตร (ความยาวโครงการถึงจุดหมาย จากรูปที่ 5-7) x 24 x 365 x 177.704 PCU/ชั่วโมง (จากการสำรวจปัจจัยรองปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต) = 4,794,736 บาท/ปี

- มูลค่ากรณีมีโครงการ

การหาค่าความจุของถนน ($C$) สำหรับทางหลวงที่มีช่องจราจร 2 ช่องจราจร

$C = 2,500 \times R_L \times R_c \times R_N \times R_i \times R_j$

จากรูปแบบโครงการหลังจากการพัฒนาตามแบบผังเมืองสายทาง ข

$R_L = 1$ (ความกว้างช่องจราจร 3.5 เมตร)

$R_c = 1$ (ความกว้างไหล่ทาง 2.5 เมตร)

โครงการมีร้อยละปริมาณจราจรของรถจักรยานยนต์ ร้อยละ 64 ดังนั้นสามารถคำนวณหาค่า $R_N$ ดังนี้

$$R_N = \frac{100}{100 + 0.75(0.64 \times 100)} = 0.677$$

โครงการไม่ได้อยู่ในเขตกรุงเทพและปริมณฑลกรุงเทพส่งผลให้ $R_i = 0.90$

โครงการมีร้อยของปริมาณรถขนาดใหญ่ ร้อยละ 1 ดังนั้น ดังนั้นสามารถคำนวณหาค่า $R_j$ ได้ดังนี้

$$R_j = \frac{1}{(1 - \frac{1}{100}) \times (1 + (\frac{1}{100} \times 2))} = 0.987$$

ดังนั้น ค่าความจุของถนน เท่ากับ

$C = 2,500 \times 1 \times 1 \times 0.677 \times 0.9 \times 0.987 = 1,503$ PCU

จาก สมการที่ 2-20 $TT = \frac{1}{80} \times \left[ 1 + 0.15 \left( \frac{177.704}{1503} \right)^4 \right] = 0.012500367$ ชั่วโมง/กิโลเมตร

ค่า $FFT$ ผู้วิจัยได้ใช้เวลาสูงสุดในการออกแบบของถนนคอนกรีตและแอสฟัลต์ เท่ากับ 1/80 ชั่วโมง/กิโลเมตร จากความเร็วในการออกแบบที่ใช้ 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง

มูลค่าของค่าใช้จ่ายในการใช้รถกรณีไม่มีโครงการ = 0.012500367 ชั่วโมง/กิโลเมตร (เวลาของยานพาหนะตัวแทน) x 112 บาท/คัน-ชม. (จากตารางที่ 2-15) x 1.92 กิโลเมตร (ระยะทาง กรณีมีโครงการ แสดงดังรูป 5-7) x 24 x 365 x 177.704 PCU/ชั่วโมง (จากการสำรวจปัจจัยรองปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต) = 4,184,497 บาท/ปี

<u>มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่าย</u> = 4,794,736 - 4,184,497 = 610,239 บาท/ปี

3) มูลค่าจากการลดค่าใช้จ่ายจากอุบัติเหตุ (Accident Cost Saving)

จากที่ผู้วิจัยได้อ้างอิงวิธีการคำนวณมูลค่าค่าใช้จ่ายจากอุบัติเหตุ (สมัยและคณะ, 2556) โดยใช้ค่า Accident Reduction Factor (ARF) ในการหาผลประโยชน์ที่ลดลงเนื่องจากการลดลงของอุบัติเหตุของการยกระดับโครงการ จาก ตารางที่ 2-16 โดยกำหนดกิจกรรมที่ยกระดับของโครงการดังนี้

ติดตั้งป้ายทางโค้งลดลง $ARF_1$ = 0.14

การขีดสีตีเส้น $ARF_2$ = 0.11+0.01 = 0.12

การปูผิวทางใหม่ $ARF_3$ = 0.08

การขยายไหล่ทาง $ARF_4$ = 0.2

สามารถหาค่า $ARF$ ได้จาก $ARF = 1-\left[(1-ARF_1)(1-ARF_2)...(1-ARF_n)\right]$

จากการอธิบายรายละเอียดการคำนวณจากสมการที่ 2-23 สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$B_{ar} = \frac{0.359}{100}\times\left[(0.7\times10^{-6})\times(177.74\times24)\times\{(6,248,580\times0.184)+(194,648\times1.173)\}\right]\times365$$

$$= 5,396.317 \text{ บาท/กม./ปี}$$

<u>มูลค่าของการประหยัดค่าใช้จ่ายจากอุบัติเหตุ</u> $= 5,396.317$ บาท/กม./ปี x $1.92$ กม $= 10,360.929$ บาท/ปี

จากมูลค่าของต้นทุนและมูลค่าของผลประโยชน์ ที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น สามารถนำมาคำนวณหาค่า อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนด มูลค่าโครงการ 20 ปี อัตราคิดลด ร้อยละ 12 และใช้อัตราการเพิ่มขึ้น โดยอ้างอิงจาก อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณการเดินทางปี พ.ศ. 2557 - 2561 จำแนกตามภาคโดย ภาคใต้มีค่า ร้อยละ 2.4 (กรมทางหลวง 2562) ในการคำนวณโดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 3-18

ตารางที่ 3-18 ตัวอย่างการคำนวณมูลค่าต้นทุนและมูลค่าผลประโยชน์ในแต่ละปี

| ปีที่ (ปี) | Peak PCU (PCU) | VOT (บาท) | VOC (บาท) | ACS (บาท) | Benefit (บาท) | Cost (บาท) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 (ปีปัจจุบัน) | 178 | 610,239 | 2,192,438 | 10,361 | 2,813,038 | 40,330,000 |
| 1 | 182 | 624,885 | 2,245,057 | 10,610 | 2,880,551 | 53,760 |
| 2 | 186 | 639,882 | 2,298,938 | 10,864 | 2,949,684 | 53,760 |
| 3 | 191 | 655,239 | 2,354,112 | 11,125 | 3,020,477 | 53,760 |
| 4 | 195 | 670,965 | 2,410,611 | 11,392 | 3,092,968 | 53,760 |
| 5 | 200 | 687,068 | 2,468,466 | 11,665 | 3,167,199 | 53,760 |
| 6 | 205 | 703,558 | 2,527,709 | 11,945 | 3,243,212 | 53,760 |
| 7 | 210 | 720,443 | 2,588,374 | 12,232 | 3,321,049 | 53,760 |
| 8 | 215 | 737,734 | 2,650,495 | 12,526 | 3,400,754 | 53,760 |
| 9 | 220 | 755,440 | 2,714,107 | 12,826 | 3,482,373 | 53,760 |
| 10 | 225 | 773,570 | 2,779,245 | 13,134 | 3,565,950 | 53,760 |
| 11 | 231 | 792,136 | 2,845,947 | 13,449 | 3,651,532 | 53,760 |
| 12 | 236 | 811,147 | 2,914,250 | 13,772 | 3,739,169 | 53,760 |
| 13 | 242 | 830,615 | 2,984,192 | 14,103 | 3,828,909 | 53,760 |
| 14 | 248 | 850,549 | 3,055,813 | 14,441 | 3,920,803 | 53,760 |
| 15 | 254 | 870,963 | 3,129,152 | 14,788 | 4,014,902 | 53,760 |
| 16 | 260 | 891,866 | 3,204,252 | 15,143 | 4,111,260 | 53,760 |
| 17 | 266 | 913,270 | 3,281,154 | 15,506 | 4,209,930 | 53,760 |
| 18 | 272 | 935,189 | 3,359,902 | 15,878 | 4,310,968 | 53,760 |
| 19 | 279 | 957,633 | 3,440,539 | 16,259 | 4,414,432 | 53,760 |
| 20 | 286 | 980,617 | 3,523,112 | 16,649 | 4,520,378 | 53,760 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

จากนั้น ผู้วิจัยได้ นำมูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์จากตารางที่ 3-18 ไปวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน จากสมการที่ 2-16 โดยโปรแกรม Microsoft excel ได้อัตราส่วนเท่ากับ 0.683 ดังนั้นโครงการสายนี้ ได้คะแนนปัจจัยรองอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio) 3 คะแนน จากระดับคะแนนใน ตารางที่ 3-17

### 3.6.3 ปัจจัยด้านการเมืองและนโยบาย

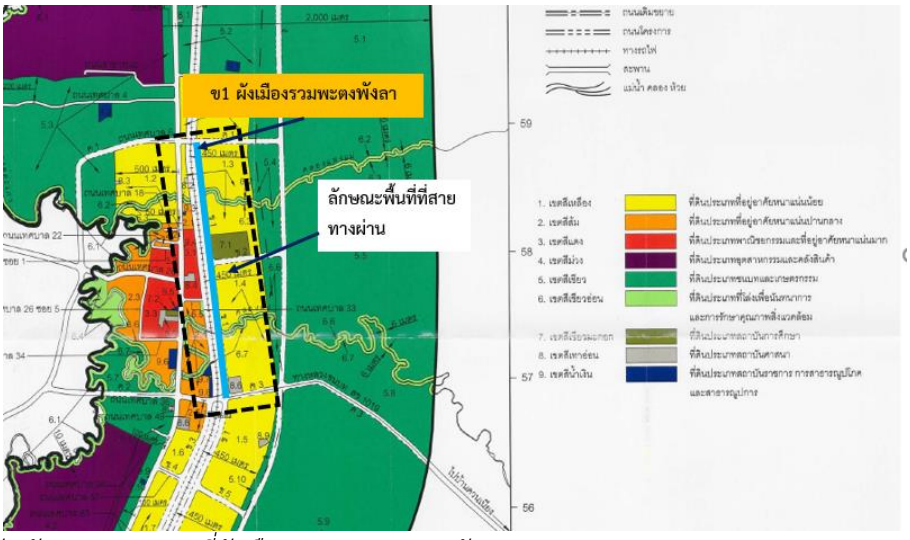
- ปัจจัยรองลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน

ข้อมูลลักษณะของการใช้ประโยชน์พื้นที่จากพื้นที่บริเวณโดยรอบที่สายทางผ่านจากแผนผังแสดงพื้นที่ในแผนที่ผังเมือง โดยแบ่งเป็น พื้นที่พาณิชยกรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรม พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม พื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการและสิ่งแวดล้อม ดังตารางที่ 3-19 และตัวอย่างการวิเคราะห์ ดังรูปที่ 3-12 ดังนี้

ตารางที่ 3-19 ข้อมูลลักษณะของการใช้ประโยชน์พื้นที่

| ประเภทสายทาง | ลักษณะพื้นที่ตามสีของแผนที่ผังเมือง |
|---|---|
| พื้นที่พาณิชยกรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรม | สีแดง สีม่วง สีม่วงอ่อน สีเม็ดมะม่วง สีเม็ดมะปราง สีขาวมีกรอบและเส้นทแยงสีม่วง |
| พื้นที่ที่อยู่อาศัย และสถานที่ราชการ | สีเหลือง สีส้ม สีน้ำตาล สีเขียวมะกอก สีเทาอ่อน สีน้ำเงิน |
| พื้นที่ชนบท และเกษตรกรรม | สีเขียว สีเขียวมีกรอบและเส้นทแยงสีน้ำตาล |
| พื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการ และสิ่งแวดล้อม | สีเหลืองและเส้นทแยงสีขาว สีขาวมีกรอบและเส้นทแยงสีเขียว สีเขียวมีกรอบและเส้นทแยงสีขาว สีเขียวอ่อน สีเขียวอ่อนมีกรอบและเส้นทแยงสีขาว สีเขียวอ่อนมีกรอบและเส้นทแยงสีเขียว |

*ที่มา: ความเห็นจากที่ปรึกษาคณะจัดทำแผนพัฒนาทางหลวงชนบทประจำกรม อ้างอิงจาก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2562)*




*ที่มา: ผู้วิจัย ดัดแปลงจาก แผนที่ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา พ.ศ.2556*

รูปที่ 3-12 พื้นที่บริเวณโดยรอบที่สายทางผ่าน

จากนั้นนำลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่รอบโครงการที่วิเคราะห์ข้างต้น ดัง ตารางที่ 3-19 มาพิจารณาคะแนน สามารถพิจารณาคะแนนได้จากเกณฑ์ที่ผู้วิจัยแบ่งช่วงระดับคะแนน โดยพิจารณาจาก น้ำหนักของพื้นที่ที่ผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ยในจังหวัดสงขลาต้องการดำเนินการก่อน เพื่อพัฒนาพื้นที่ในจังหวัดสงขลา พร้อมทั้งอภิปรายรายละเอียดเพิ่มเติมไว้ในบทที่ 4 แสดงได้ดัง ตารางที่ 3-20

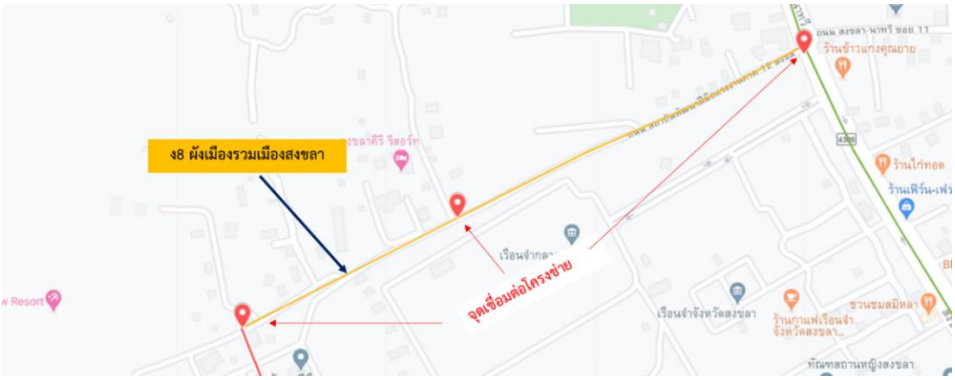
ตารางที่ 3-20 ระดับคะแนนปัจจัยรองลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน

| เกณฑ์ | ระดับคะแนน |
|---|---|
| พื้นที่ที่อยู่อาศัย และสถานที่ราชการ | 4 |
| พื้นที่พาณิชยกรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรม | 3 |
| พื้นที่ชนบท และเกษตรกรรม | 2 |
| พื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการ และสิ่งแวดล้อม | 1 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

- ปัจจัยรองจุดเชื่อมต่อโครงการอื่น

ข้อมูลของจุดเชื่อมต่อโครงการ โดยพิจารณาจากการเชื่อมต่อของสายทาง ที่สามารถเดินทางไปสายทางอื่นได้ โดยไม่พิจารณาจากซอยตัน ตัวอย่างดัง รูปที่ 3-13 และสามารถพิจารณาให้คะแนน ได้ดัง ตารางที่ 3-21




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ 3-13 จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น

ตารางที่ 3-21 ระดับคะแนนปัจจัยรองจุดเชื่อมต่อโครงการอื่น

| เกณฑ์ | ระดับคะแนน |
|---|---|
| จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น ≥10 จุด | 4 |
| จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น 5-10 จุด | 3 |
| จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น 2-4 จุด | 2 |
| จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น 1 จุด | 1 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

- ปัจจัยรองความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ

ข้อมูลนี้ได้จากการสอบผู้เชี่ยวชาญ ถึงสายทางที่ควรดำเนินการเร่งด่วน เป็นสายทางที่ทางหน่วยงานพิจารณาพิเศษ เพื่อแก้ปัญหาความเดือดร้อน หรือตอบสนองความต้องการของประชาชน สามารถพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์ที่ผู้วิจัยแบ่งช่วงระดับคะแนน เพื่อความเหมาะสมในการเปรียบเทียบแต่ละโครงการได้ จากข้อมูลที่การสอบถามผู้เชี่ยวชาญ ได้ดัง ตารางที่ 3-22

ตารางที่ 3-22 ระดับคะแนนปัจจัยรองความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ

| เกณฑ์ | ระดับคะแนน |
|---|---|
| มีความจำเป็นเร่งด่วน | 2 |
| ไม่มีความจำเป็นเร่งด่วน | 1 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

- ปัจจัยรองการกระทบต่อพื้นที่อนุรักษ์

ข้อมูลนี้พิจารณาจากลักษณะการกระทบพื้นที่อนุรักษ์ทุกประเภทบริเวณโดยรอบที่สายทางผ่าน ทั้ง พื้นที่เขตป่าสงวนแห่งชาติ พื้นที่อุทยานแห่งชาติ พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เป็นต้น ซึ่งสามารถพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์ที่ผู้วิจัยแบ่งช่วงระดับคะแนน เพื่อความเหมาะสมในการเปรียบเทียบแต่ละโครงการได้ จากข้อมูลแสดงพื้นที่อนุรักษ์ในแผนที่ผังเมืองแต่ละโครงการที่พิจารณาได้ดัง ตารางที่ 3-23

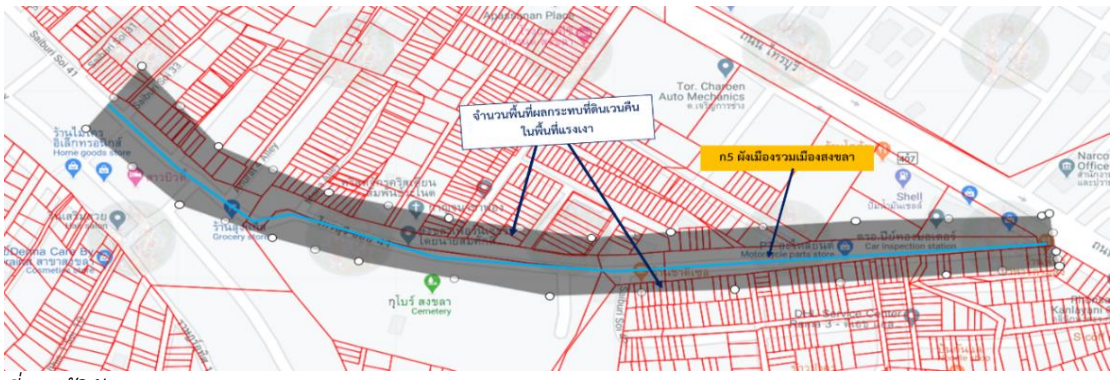
ตารางที่ 3-23 ระดับคะแนนปัจจัยรองการกระทบต่อพื้นที่อนุรักษ์

| เกณฑ์ | ระดับคะแนน |
|---|---|
| ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 2 |
| กระทบพื้นที่อนุรักษ์ทุกชนิด | 1 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

- ปัจจัยรองผลกระทบที่ดินเวนคืน (แปลงต่อกิโลเมตร)

ข้อมูลนี้พิจารณจากจำนวนที่ดินที่อยู่บริเวณโดยรอบสายทาง อยู่ในพื้นที่ 20 เมตร จากกึ่งกลางสายทางทั้งสองข้าง จากนั้นนำมาหาระยะทางของโครงการ เพื่อเฉลี่ยเป็น แปลงต่อกิโลเมตร โดยใช้ข้อมูลที่ดินจากระบบสารสนเทศกรมที่ดิน (กรมที่ดิน, 2562) ตัวอย่างในรูปที่ 3-14 และ สามารถพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์ตามความเห็นจากที่ปรึกษาคณะจัดทำแผนพัฒนาทางหลวงชนบทประจำกรม อ้างอิงจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2562) ซึ่งแบ่งช่วงระดับคะแนน ได้ดัง ตารางที่ 3-24




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ 3-14 จำนวนที่ดินที่อยู่บริเวณโดยรอบสายทาง

ตารางที่ 3-24 ระดับคะแนนปัจจัยรองผลกระทบที่ดินเวนคืน (แปลงต่อกิโลเมตร)

| เกณฑ์ | ระดับคะแนน |
|---|---|
| กระทบที่ดินเวนคืน 0-60 แปลงต่อกิโลเมตร | 5 |
| กระทบที่ดินเวนคืน 61-120 แปลงต่อกิโลเมตร | 4 |
| กระทบที่ดินเวนคืน 121-180 แปลงต่อกิโลเมตร | 3 |
| กระทบที่ดินเวนคืน 181-240 แปลงต่อกิโลเมตร | 2 |
| กระทบที่ดินเวนคืน ≥240 แปลงต่อกิโลเมตร | 1 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

## 3.7 การวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญโครงการถนน

หลังจากที่ได้อธิบายรายละเอียดของการคิดคะแนนแต่ละปัจจัยแล้ว จากนั้นผู้วิจัยทำการคิดคะแนนรวมของโครงการถนนแต่ละสายทางเพื่อทำการจัดลำดับความสำคัญ ซึ่งการวิเคราะห์จะนำมาคิดกับน้ำหนักปัจจัยเฉลี่ยของทั้งสามหน่วยงานที่ได้วิเคราะห์มา จากหัวข้อ 3.6 โดยหากได้ระดับคะแนนเต็ม จากเกณฑ์ระดับคะแนน จะได้คะแนนรวมจากน้ำหนักของปัจจัยเฉลี่ยสามหน่วยงานทั้งหมด กลับกันหากได้ระดับคะแนนเพียง 1 คะแนนรวมที่ได้จากน้ำหนักของปัจจัยก็จะลดลง เหลือเพียง 1 ส่วนจากน้ำหนักปัจจัยตามลงไปด้วย ตัวอย่างเช่น โครงการ ข6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ มีปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต 136 PCU ได้คะแนน {3} จากเกณฑ์คะแนนใน ตารางที่ 3-1 ทำให้ได้คะแนนรวมจากน้ำหนักของปัจจัยเฉลี่ยสามหน่วยงานเป็น 3/5 x 10.51 เท่ากับ 6.306 คะแนน ไปรวมกับคะแนนรวมจากปัจจัยอื่นๆ จนเป็นคะแนนรวมทั้งหมด เป็นต้น โดยผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญโครงการถนน จะอภิปรายเพิ่มเติมใน บทที่ 5

หลังได้ผลของคะแนน และผลการจัดลำดับความสำคัญแต่ละโครงการเสร็จสิ้นแล้วนั้น ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความอ่อนไหวของโครงการ เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของค่าคะแนนและลำดับความสำคัญโครงการ โดยการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักความสำคัญปัจจัยที่ต้องการพิจารณาให้มีค่าความสำคัญที่ลดลง และเพิ่มขึ้น จากน้ำหนักความสำคัญเดิมที่ได้จากผลการวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ ในส่วนปัจจัยอื่นๆ ให้กระจายตามค่าน้ำหนักความสำคัญ ซึ่งจะทำให้สังเกตการเปลี่ยนแปลง ซึ่งอภิปรายรายละเอียดในบทที่ 5

### 3.8 การสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษา น้ำหนักของปัจจัยมีผลต่อการตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการถนนในจังหวัดสงขลา ผลคะแนนจากโครงการถนนแต่ละสายทาง ลำดับของโครงการดำเนินการโครงการถนน จะนำมาสรุปและเสนอแนะ โดยรายละเอียดได้กล่าวไว้ในบทที่ 6

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนโครงการถนนในจังหวัดสงขลา

จากการอภิปรายวิธีการวิเคราะห์ FAHP ในบทการดำเนินการวิจัยไว้ข้างต้น บทนี้จะอภิปราย ผลการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญที่ได้ โดยประกอบด้วย ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวง ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวงชนบท ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนของผู้เชี่ยวชาญองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น การอภิปรายผลค่าน้ำหนักความสำคัญที่แตกต่างกันและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละหน่วยงาน และการวิเคราะห์ความแตกต่างของความเห็นแต่ละหน่วยงานในทางสถิติ ดังนี้

## 4.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวง

จากการอภิปราย วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ ในวิธีการดำเนินการวิจัยบทที่ 3 แล้วนั้น ผลการวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 14 คน จากกลุ่มตัวอย่างกรมทางหลวง โดยแบ่งเป็น น้ำหนักของปัจจัยการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ น้ำหนักปัจจัยการก่อสร้างใหม่ และมุมมองการลงทุนโครงการถนนในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลา

ผู้เชี่ยวชาญของกรมทางหลวงให้น้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยกับปัจจัยหลักด้านวิศวกรรมเป็นอันดับหนึ่งโดยมีน้ำหนักมากถึงร้อยละ 38.17 ซึ่งมากกว่าปัจจัยอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด ลำดับถัดมาผู้เชี่ยวชาญได้ให้น้ำหนักความสำคัญระหว่างปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ และปัจจัยด้านการเมืองและนโยบายใกล้เคียงกัน และให้น้ำหนักความสำคัญกับปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมเป็นลำดับสุดท้าย โดยผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรอง ดังตารางที่ 4-1 และตารางที่ 4-2 ซึ่งมีรายละเอียดแยกย่อยจากปัจจัยหลักที่กล่าวข้างต้น ดังนี้

ตารางที่ 4-1 น้ำหนักปัจจัยการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวง

| ปัจจัยหลัก | ร้อยละ | ปัจจัยรอง | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| ด้านวิศวกรรม | 38.17 | ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต | 12.02 |
| | | ชนิดผิวทาง | 3.70 |
| | | ระดับการให้บริการ | 7.46 |
| | | ความถี่อุบัติเหตุ | 14.99 |
| ด้านเศรษฐศาสตร์ | 23.23 | อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) | 23.23 |
| ด้านการเมืองนโยบาย | 20.80 | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | 7.41 |
| | | จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | 6.83 |
| | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ | 6.56 |
| ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม | 17.80 | ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 13.37 |
| | | ผลกระทบที่ดินเวนคืน | 4.43 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

*ปัจจัยรองของการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์*

ปัจจัยรองในด้านวิศวกรรม ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับปัจจัยความถี่อุบัติเหตุ และปัจจัยปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตเป็นหลัก ในขณะเดียวกันปัจจัยรองในด้านการเมืองและนโยบาย ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญทั้งสามปัจจัยในระดับใกล้เคียงกัน ได้แก่ ปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน ปัจจัยจุดเชื่อมต่อโครงการ และปัจจัยความจำเป็นเร่งด่วน ในส่วนของปัจจัยรองในด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ ซึ่งมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืนอย่างเห็นได้ชัด โดยแสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญได้ดัง ตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-2 น้ำหนักปัจจัยการก่อสร้างใหม่ของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวง

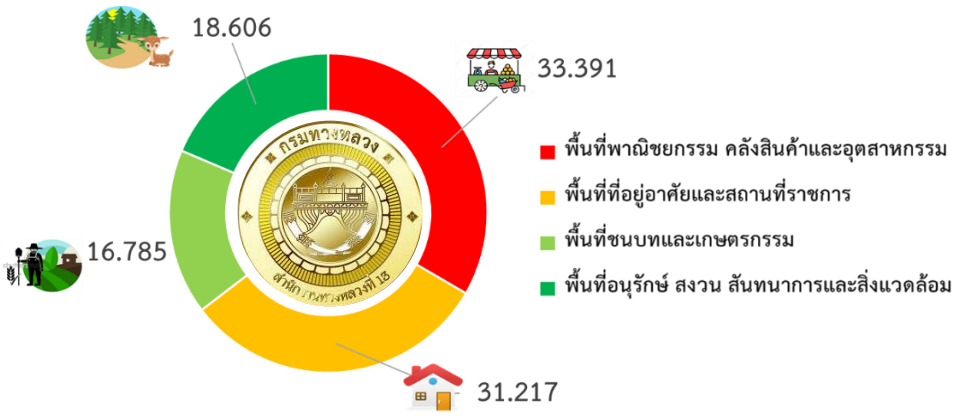
| ปัจจัยหลัก | ร้อยละ | ปัจจัยรอง | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| ด้านวิศวกรรม | 38.17 | ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตข้างเคียง | 18.26 |
| | | ชนิดผิวทาง | 5.33 |
| | | ลักษณะทางกายภาพโครงการ | 14.58 |
| ด้านเศรษฐศาสตร์ | 23.23 | งบประมาณโครงการ | 23.23 |
| ด้านการเมืองและนโยบาย | 20.80 | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | 9.57 |
| | | จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | 6.27 |
| | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ | 4.96 |
| ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม | 17.80 | กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 13.33 |
| | | ผลกระทบที่ดินเวนคืน | 4.47 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

*ปัจจัยรองของการก่อสร้างใหม่*

ปัจจัยรองในด้านวิศวกรรม ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับปัจจัยปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตของโครงการข้างเคียง และลักษณะทางกายภาพโครงการเป็นหลัก ในขณะเดียวกันปัจจัยรองในด้านการเมืองและนโยบาย ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน เป็นหลัก แตกต่างจากการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ตามที่กล่าวมาข้างต้น ในส่วนของปัจจัยรองในด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ ซึ่งมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืนอย่างเห็นได้ชัด เช่นเดียวกับการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ โดยแสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญได้ดัง ตารางที่ 4-2

ในส่วนของมุมมองการลงทุนโครงการถนนในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลา จากการสอบถามความเห็นเกี่ยวกับรายละเอียดของปัจจัยรอง พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 14 คน ของกรมทางหลวงให้ความสำคัญเฉลี่ยกับพื้นที่พาณิชยกรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรมเป็นอันดับหนึ่ง ให้ความสำคัญพื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการเป็นอันดับสอง ให้ความสำคัญกับพื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการและสิ่งแวดล้อมเป็นลำดับถัดมา และให้ความสำคัญกับพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรมเป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่าเฉลี่ยมุมมองรวม ดังรูปที่ 4-1




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ 4-1 มุมมองการลงทุนโครงการถนนในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลาของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวง

## 4.2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวงชนบท

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 13 คน ของกรมทางหลวงชนบท ให้น้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยกับปัจจัยหลักด้านวิศวกรรมเป็นอันดับหนึ่ง ถึงร้อยละ 34.07 ปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมเป็นลำดับสอง ปัจจัยด้านการเมืองและนโยบายเป็นลำดับถัดมา ซึ่งมีน้ำหนักความสำคัญใกล้เคียงกับ ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์

ในลำดับสุดท้าย โดยผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรอง ซึ่งมีรายละเอียดแยกย่อยจากปัจจัยหลักที่กล่าวข้างต้น ดัง ตารางที่ 4-3 และตารางที่ 4-4 มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 4-3 น้ำหนักปัจจัยการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวงชนบท

| ปัจจัยหลัก | ร้อยละ | ปัจจัยรอง | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| ด้านวิศวกรรม | 34.07 | ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต | 10.87 |
| | | ชนิดผิวทาง | 4.71 |
| | | ระดับการให้บริการ | 6.84 |
| | | ความถี่อุบัติเหตุ | 11.65 |
| ด้านเศรษฐศาสตร์ | 23.23 | อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) | 23.23 |
| ด้านการเมืองนโยบาย | 16.69 | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | 4.29 |
| | | จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | 7.20 |
| | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ | 5.20 |
| ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม | 26.01 | ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 19.98 |
| | | ผลกระทบที่ดินเวนคืน | 6.03 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

*ปัจจัยรองของการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์*

ปัจจัยรองในด้านวิศวกรรม ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับปัจจัยความถี่อุบัติเหตุ และปัจจัยปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตเป็นหลัก เช่นเดียวกับ กรมทางหลวง ขณะเดียวกันปัจจัยรองในด้านการเมืองและนโยบาย ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับปัจจัยจุดเชื่อมต่อโครงการมากที่สุด และปัจจัยความจำเป็นเร่งด่วนและปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน ตามลำดับ ในส่วนของปัจจัยรองในด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ ซึ่งมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืนอย่างเห็นได้ชัด โดยแสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญได้ดัง ตารางที่ 4-3

*ปัจจัยรองของการก่อสร้างใหม่*

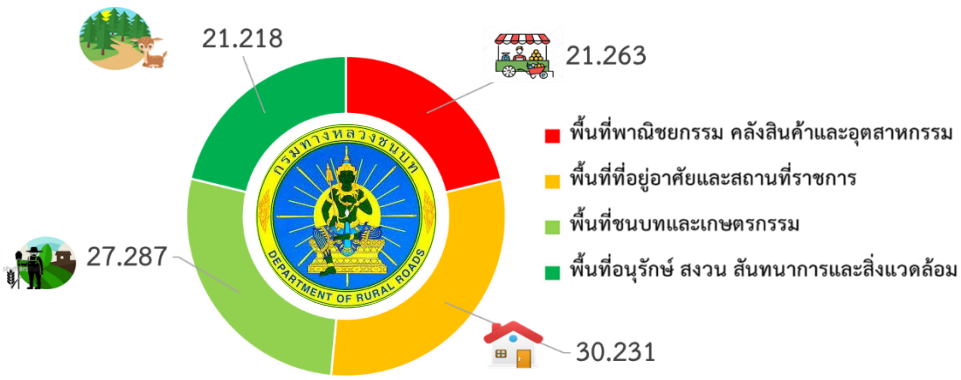
ปัจจัยรองในด้านวิศวกรรม ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับปัจจัยปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตของโครงการข้างเคียงเป็นหลัก ในขณะเดียวกันปัจจัยรองในด้านการเมืองและนโยบาย ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน ซึ่งแตกต่างจากการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ที่กล่าวมาข้างต้น ในส่วนของปัจจัยรองในด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ ซึ่งมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืนอย่างเห็นได้ชัด เช่นเดียวกับการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ โดยแสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญได้ดัง ตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 น้ำหนักปัจจัยการก่อสร้างใหม่ของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวงชนบท

| ปัจจัยหลัก | ร้อยละ | ปัจจัยรอง | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| ด้านวิศวกรรม | 34.07 | ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตข้างเคียง | 15.93 |
| | | ชนิดผิวทาง | 6.44 |
| | | ลักษณะทางกายภาพโครงการ | 11.70 |
| ด้านเศรษฐศาสตร์ | 23.23 | งบประมาณโครงการ | 23.23 |
| ด้านการเมืองและนโยบาย | 16.69 | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | 6.84 |
| | | จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | 6.40 |
| | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ | 3.45 |
| ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม | 26.01 | กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 19.73 |
| | | ผลกระทบที่ดินเวนคืน | 6.28 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

ในส่วนของมุมมองการลงทุนโครงการถนนในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลา จากการสอบถามความเห็นเกี่ยวกับรายละเอียดของปัจจัยรอง พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 13 คน ของกรมทางหลวงชนบท ให้ความสำคัญเฉลี่ยกับพื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการเป็นอันดับหนึ่ง ให้ความสำคัญกับพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรมเป็นอันดับสอง ให้ความสำคัญกับพื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการและสิ่งแวดล้อมเป็นลำดับถัดมา และให้ความสำคัญพื้นที่พาณิชยกรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรมเป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่าเฉลี่ยมุมมอง ดังรูปที่ 4-2




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ 4-2 มุมมองการลงทุนโครงการถนนในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลา
ของผู้เชี่ยวชาญกรมทางหลวงชนบท

## 4.3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนของผู้เชี่ยวชาญองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 70 คน ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ให้น้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยกับปัจจัยหลักด้านวิศวกรรมเป็นอันดับหนึ่ง โดยให้น้ำหนักความสำคัญถึงร้อยละ 31.47 ปัจจัยด้านการเมืองและนโยบายเป็นลำดับสอง ปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม และปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ตามลำดับ โดยผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรอง ดังตารางที่ 4-5 และตารางที่ 4-6 ซึ่งมีรายละเอียดแยกย่อยปัจจัยหลักที่กล่าวข้างต้น ดังนี้

ตารางที่ 4-5 น้ำหนักปัจจัยการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ของผู้เชี่ยวชาญองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

| ปัจจัยหลัก | ร้อยละ | ปัจจัยรอง | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| ด้านวิศวกรรม | 31.48 | ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต | 8.48 |
| | | ชนิดผิวทาง | 5.12 |
| | | ระดับการให้บริการ | 8.28 |
| | | ความถี่อุบัติเหตุ | 9.60 |
| ด้านเศรษฐศาสตร์ | 22.75 | อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) | 22.75 |
| ด้านการเมืองนโยบาย | 26.33 | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | 10.13 |
| | | จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | 5.08 |
| | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ | 11.12 |
| ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม | 19.43 | ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 9.63 |
| | | ผลกระทบที่ดินเวนคืน | 9.80 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

*ปัจจัยรองของการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์*

ปัจจัยรองในด้านวิศวกรรม ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับปัจจัยทั้งสี่ใกล้เคียงกัน โดยยังคงมีปัจจัยความถี่อุบัติเหตุเป็นอันดับหนึ่ง ปัจจัยปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต และปัจจัยระดับการให้บริการ ตามลำดับ ขณะเดียวกันปัจจัยรองในด้านการเมืองและนโยบาย ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับปัจจัยความจำเป็นเร่งด่วนมากที่สุด ซึ่งใกล้เคียงกับปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน ในส่วนของปัจจัยรองในด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ผู้เชี่ยวชาญขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้ความสำคัญกับปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ใกล้เคียงกับปัจจัยรองผลกระทบที่ดินเวนคืน ซึ่งแตกต่างจากหน่วยงานอื่นที่ได้กล่าวมา โดยแสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญได้ดัง ตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-6 น้ำหนักปัจจัยการก่อสร้างใหม่ของผู้เชี่ยวชาญองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

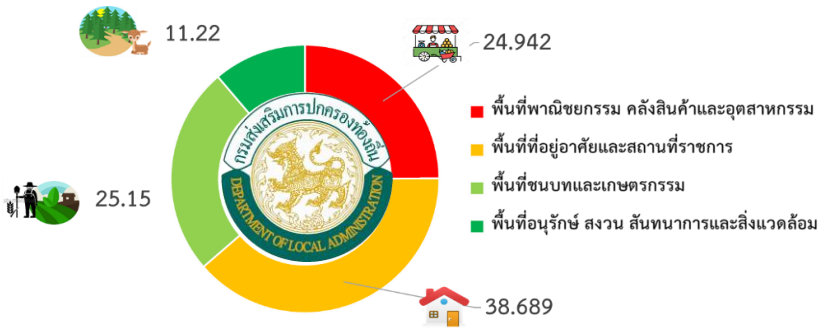
| ปัจจัยหลัก | ร้อยละ | ปัจจัยรอง | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| ด้านวิศวกรรม | 31.48 | ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตข้างเคียง | 15.05 |
| | | ชนิดผิวทาง | 6.81 |
| | | ลักษณะทางกายภาพโครงการ | 9.63 |
| ด้านเศรษฐศาสตร์ | 22.75 | งบประมาณโครงการ | 22.75 |
| ด้านการเมืองและนโยบาย | 26.33 | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | 8.88 |
| | | จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | 6.97 |
| | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ | 10.48 |
| ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม | 19.43 | กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 10.33 |
| | | ผลกระทบที่ดินเวนคืน | 9.10 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

*ปัจจัยรองของการก่อสร้างใหม่*

ปัจจัยรองในด้านวิศวกรรม ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับปัจจัยปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียงมีความสำคัญมากที่สุดอย่างเห็นได้ชัด เช่นเดียวกับหน่วยงานอื่น ในขณะเดียวกันปัจจัยรองในด้านการเมืองและนโยบาย ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับปัจจัยความจำเป็นเร่งด่วน เป็นอันดับหนึ่ง ปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่านเป็นอันดับถัดมา และปัจจัยจุดเชื่อมต่อโครงการอื่นเป็นอันดับสุดท้าย ในส่วนของปัจจัยรองในด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ มีความสำคัญมากกว่าปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืนเล็กน้อย แตกต่างจากการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ที่กล่าวข้างต้น โดยแสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญได้ดัง ตารางที่ 4-6

ในส่วนของมุมมองการลงทุนโครงการถนนในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลา จากการสอบถามความเห็นเกี่ยวกับรายละเอียดของปัจจัยรอง พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 70 คน ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ให้ความสำคัญเฉลี่ยกับพื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการเป็นอันดับหนึ่ง ให้ความสำคัญกับพื้นที่พาณิชยกรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรมเป็นอันดับสอง ให้ความสำคัญกับพื้นที่ชนบทและเป็นลำดับถัดมา และให้ความสำคัญพื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการและสิ่งแวดล้อมเป็นลำดับสุดท้าย โดยมีค่าเฉลี่ยมุมมองรวมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ดังรูปที่ 4-3




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ 4-3 มุมมองการลงทุนโครงการถนนในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลาของผู้เชี่ยวชาญองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

จากมุมมองที่แตกต่างกันของแต่ละหน่วยงาน ผู้วิจัยนำน้ำหนักความสำคัญทั้งสามหน่วยงานมาเฉลี่ยเป็นความคิดเห็นรวมของหน่วยงานโครงข่าย เพื่อนำไปใช้คำนวณหาคะแนนของแต่ละสายทางเพื่อทำการจัดลำดับ ในขั้นตอนต่อไป ดังตารางที่ 4-7 ตารางที่ 4-8 และ รูปที่ 4-4

ตารางที่ 4-7 น้ำหนักปัจจัยการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์เฉลี่ยของทั้งสามหน่วยงาน

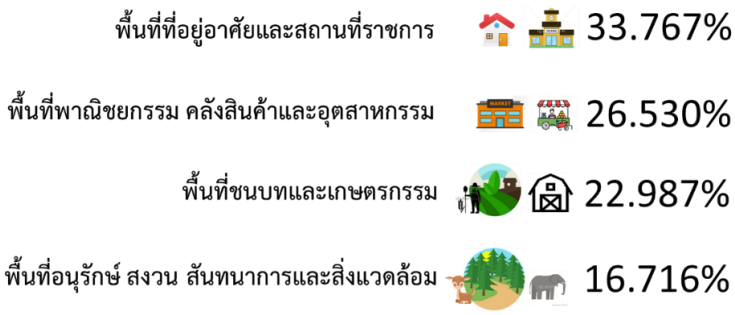
| ปัจจัยหลัก | ร้อยละเฉลี่ยทั้ง | ปัจจัยรอง | ร้อยละเฉลี่ย |
|---|---|---|---|
| ด้านวิศวกรรม | 34.73 | ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต | 10.51 |
| | | ชนิดผิวทาง | 4.54 |
| | | ระดับการให้บริการ | 7.62 |
| | | ความถี่อุบัติเหตุ | 12.06 |
| ด้านเศรษฐศาสตร์ | 23.25 | อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) | 23.25 |
| ด้านการเมืองและนโยบาย | 21.07 | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | 7.08 |
| | | จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | 6.51 |
| | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ | 7.48 |
| ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม | 20.96 | ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 14.29 |
| | | ผลกระทบที่ดินเวนคืน | 6.67 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

ตารางที่ 4-8 น้ำหนักปัจจัยการก่อสร้างใหม่เฉลี่ยของทั้งสามหน่วยงาน

| ปัจจัยหลัก | ร้อยละเฉลี่ยทั้ง | ปัจจัยรอง | ร้อยละเฉลี่ย |
|---|---|---|---|
| ด้านวิศวกรรม | 34.73 | ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตข้างเคียง | 16.56 |
| | | ชนิดผิวทาง | 6.23 |
| | | ลักษณะทางกายภาพโครงการ | 11.94 |
| ด้านเศรษฐศาสตร์ | 23.25 | งบประมาณโครงการ | 23.25 |
| ด้านการเมืองและนโยบาย | 21.07 | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | 8.57 |
| | | จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | 6.71 |
| | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ | 5.79 |
| ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม | 20.96 | กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 14.41 |
| | | ผลกระทบที่ดินเวนคืน | 6.55 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ 4-4 มุมมองการลงทุนโครงการถนนในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลาเฉลี่ยทั้งสามหน่วยงาน

## 4.4 การอภิปรายผลค่าน้ำหนักความสำคัญที่แตกต่างกันและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละหน่วยงาน

จากน้ำหนักความสำคัญของแต่ละหน่วยงานข้างต้น การให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆ เกิดจาก ความคิดเห็น ประสบการณ์การทำงานของแต่ละบุคคล ซึ่งแต่ละหน่วยงานมีลักษณะงานที่แตกต่างกัน มีข้อเสนอแนะความคิดเห็นที่แตกต่างกัน ในปัจจัยด้านวิศวกรรม ซึ่งกรมทางหลวง และกรมทางหลวงชนบท ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านความถี่อุบัติเหตุ อย่างเห็นได้ชัด ด้วยการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลอุบัติเหตุ มีการนำข้อมูลไปประกอบการทำงาน ทั้งการออกแบบ และกำหนดมาตรการ ต่างจาก องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับความถี่อุบัติเหตุ เช่นเดียวกัน แต่ยังขาดการเก็บข้อมูล และนำไปใช้ประกอบการทำงานมากนัก เนื่องด้วยการขาดงบประมาณด้านวิชาการ และการสนับสนุนที่เพียงพอ ในส่วนของปัจจัยปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต และปริมาณการจราจรวิกฤตข้างเคียงนั้น ทั้งสามหน่วยงานให้ความสำคัญมากเช่นเดียวกัน

ซึ่งคล้ายคลึงกับปัจจัยความถี่อุบัติเหตุ นั่นคือ ทางหลวงและทางหลวงชนบทมีการเก็บข้อมูลปริมาณการจราจร ที่เป็นฐานข้อมูลในการออกแบบถนน และต่อยอดไปสู่ระบบขนส่งอื่นๆ ซึ่งหน่วยงานในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้ความสำคัญมากเช่นเดียวกัน แต่ส่วนใหญ่ใช้เพียงแบบมาตรฐาน และปัจจัยชนิดผิวทางที่ผู้เชี่ยวชาญองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นใน อำเภอระโนด อำเภอสทิงพระ ที่มีข้อเสนอแนะ ถึงความสำคัญ เนื่องด้วยเป็นพื้นที่ติดทั้งทะเล และทะเลสาบสงขลา ทำให้บางพื้นที่ถนนเกิดการทรุดตัวจากลักษณะของดิน ซึ่งการเลือกชนิดผิวทางในแต่ละพื้นที่มีความสำคัญมาก ในส่วนของปัจจัยหลักด้านการเมืองและนโยบายที่แต่ละหน่วยงานให้ความคิดเห็นที่แตกต่างกันนั้น เนื่องด้วยลักษณะการทำงานของแต่ละหน่วยงาน กรมทางหลวงให้ความสำคัญกับลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ที่สายทางผ่าน กรมทางหลวงชนบทให้ความสำคัญกับจุดเชื่อมต่อโครงการที่เป็นลักษณะงานของกรม และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งมีส่วนของภาคการเมืองท้องถิ่นเข้ามาเกี่ยวข้องในการตัดสินใจ และเป็นหน่วยงานที่มีความใกล้ชิดกับภาคประชาชน ที่บางครั้งจำเป็นตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาเร่งด่วนจากความเดือดร้อน และความต้องการของประชาชนเพื่อแก้ปัญหาก่อน ในส่วนของปัจจัยหลักด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ทั้งสามหน่วยงานให้ความสำคัญเฉลี่ยกับปัจจัยผลกระทบกระทบพื้นที่อนุรักษ์ มากกว่าผลกระทบที่ดินเวนคืน แต่ในส่วนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีน้ำหนักความสำคัญใกล้เคียงกัน โดยผู้เชี่ยวชาญขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าเนื่องจากทางหน่วยงานไม่มีความสามารถในการเรียกเวนคืนที่ดินได้อย่างหน่วยงานอื่น จึงใช้เพียงที่ดินสาธารณะในการก่อสร้าง และในบางครั้งจำเป็นต้องขอความอนุเคราะห์ที่ดินเพิ่มเติมของประชาชนในพื้นที่ก่อสร้าง จึงให้ความสำคัญกับปัจจัยดังกล่าว

### 4.5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความเห็นแต่ละหน่วยงานในทางสถิติ

หลังจากคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของทั้งสามหน่วยงานข้างต้นแล้ว จึงทำการทดสอบโดยการใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบถึงลักษณะความเห็นของแต่ละหน่วยงานว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยนำน้ำหนักปัจจัยของผู้เชี่ยวชาญแต่ละหน่วยงาน ประกอบด้วย กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยนำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาทำการทดสอบลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล พบว่า เป็นข้อมูลที่ไม่เป็น Normal Distribution โดยในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ใช้ วิธี Kruskal-Wallis Test ในการเปรียบเทียบ เนื่องจาก มีกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม และข้อมูลไม่เป็น Normal Distribution แสดงผลการวิเคราะห์ของ ปัจจัยการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ และปัจจัยการการก่อสร้างใหม่ ได้ดัง ตารางที่ 4-9 และตารางที่ 4-10 ตามลำดับ ซึ่งหากค่า Asymptotic significance (Asymp.Sig) มีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4-9 การวิเคราะห์ Kruskal-Wallis Test ในปัจจัยการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

| ปัจจัยหลัก | Asymp.Sig | ปัจจัยรอง | Asymp.Sig |
|---|---|---|---|
| ด้านวิศวกรรม | 0.502 | ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต | 0.350 |
| | | ชนิดผิวทาง | 0.156 |
| | | ระดับการให้บริการ | 0.201 |
| | | ความถี่อุบัติเหตุ | 0.131 |
| ด้านเศรษฐศาสตร์ | 0.980 | อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) | 1.000 |
| ด้านการเมืองและนโยบาย | 0.119 | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | 0.249 |
| | | ***จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น*** | ***0.001**** |
| | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ | 0.154 |
| ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม | 0.315 | ***ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์*** | ***0.014**** |
| | | ***ผลกระทบที่ดินเวนคืน*** | ***0.014**** |

*หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ*
*ที่มา: ผู้วิจัย*

ตารางที่ 4-10 การวิเคราะห์ Kruskal-Wallis Test ในปัจจัยการการก่อสร้างใหม่

| ปัจจัยหลัก | Asymp.Sig | ปัจจัยรอง | Asymp.Sig |
|---|---|---|---|
| ด้านวิศวกรรม | 0.502 | ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตข้างเคียง | 0.766 |
| | | ชนิดผิวทาง | 0.255 |
| | | ลักษณะทางกายภาพโครงการ | 0.255 |
| ด้านเศรษฐศาสตร์ | 0.980 | งบประมาณโครงการ | 1.000 |
| ด้านการเมืองและนโยบาย | 0.119 | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | 0.255 |
| | | จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | 0.115 |
| | | ***ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ*** | ***0.014**** |
| ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม | 0.315 | ***กระทบพื้นที่อนุรักษ์*** | ***0.012**** |
| | | ***ผลกระทบที่ดินเวนคืน*** | ***0.012**** |

*หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ*
*ที่มา: ผู้วิจัย*

จากตารางที่ 4-9 และตารางที่ 4-10 พบว่าปัจจัยส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกันทางสถิติ ในปัจจัยประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ มีเพียง ปัจจัยจุดเชื่อมต่อกับโครงการอื่น ปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ และปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืน ส่วนในประเภทการก่อสร้างใหม่ มีเพียง ปัจจัยความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ ปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ และปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืน ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

# บทที่ 5
# ผลการจัดลำดับความสำคัญโครงการถนน

ผลการจัดลำดับโครงการถนนในการศึกษานี้ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ประกอบด้วย ผลการจัดลำดับโครงการถนนประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ และผลการจัดลำดับการดำเนินการโครงการถนนประเภทการก่อสร้างใหม่ ซึ่งหลังจากทราบผลการจัดลำดับแต่ละโครงการทั้งหมดแล้ว ทำการอภิปรายการวิเคราะห์ความอ่อนไหว โดยแสดงรายละเอียดทั้งหมด ดังนี้

## 5.1 ผลการวิเคราะห์ลำดับความสำคัญโครงการถนน

หลังจากที่ได้อธิบายรายละเอียดของการคิดคะแนนแต่ละปัจจัยในวิธีการดำเนินการวิจัย บทที่ 3 แล้วนั้น ผู้วิจัยนำเสนอผลคะแนนแต่ละโครงการที่ได้ และผลการจัดลำดับเปรียบเทียบคะแนนจากคะแนนมากไปคะแนนน้อย เพื่อหาสายทางที่มีความเหมาะสมในการดำเนินการโครงการถนนตามลำดับ ดังนี้

### 5.1.1 การดำเนินการโครงการถนนประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

โครงการถนนประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ในการศึกษานี้ มีจำนวน 46 โครงการ จากแบ่งประเภท ตามลักษณะของสายทางในปัจจุบัน รายละเอียดดังกล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.6 ผลการให้คะแนนและจัดลำดับความสำคัญของทั้ง 46 โครงการ แสดงดัง ตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 ลำดับการดำเนินการโครงการถนนประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

| ลำดับ | ชื่อถนนผังเมือง | อำเภอ | หน่วยงานรับผิดชอบ | คะแนน |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ก7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | อปท. | 87.496 |
| 2 | ข1 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | อปท. | 87.291 |
| 3 | ก10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | อปท. | 82.124 |
| 4 | ค11 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 80.790 |
| 5 | ค20 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 80.790 |
| 6 | ง4 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | อปท. | 79.914 |
| 7 | ข1 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | สิงหนคร | อปท. | 79.163 |
| 8 | ก5 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 75.872 |
| 9 | ค22 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 73.105 |
| 10 | ข6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 72.291 |

ตารางที่ 5 1 ลำดับการดำเนินการโครงการถนนประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่อถนนผังเมือง | อำเภอ | หน่วยงานรับผิดชอบ | คะแนน |
|---|---|---|---|---|
| 11 | ก6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 69.166 |
| 12 | ข14 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 67.210 |
| 13 | จ1 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 67.084 |
| 14 | ก6 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | อปท. | 66.996 |
| 15 | ค3 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | ทล./อปท. | 66.990 |
| 16 | ข5 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 64.413 |
| 17 | ก1 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 62.514 |
| 18 | ข7 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | สะเดา | อปท. | 62.237 |
| 19 | ก8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | อปท. | 61.567 |
| 20 | จ4 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 61.518 |
| 21 | ค1 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | สิงหนคร | ทช. | 60.686 |
| 22 | ค2 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 59.814 |
| 23 | ข15 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 59.456 |
| 24 | ค9 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | อปท. | 59.195 |
| 25 | ข6 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | อปท. | 59.155 |
| 26 | ค9 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 58.094 |
| 27 | ค2 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | อปท. | 57.543 |
| 28 | ก17 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | อปท. | 57.092 |
| 29 | ค2 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | สิงหนคร | อปท. | 56.997 |
| 30 | ค25 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 56.368 |
| 31 | ก4 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | สะเดา | อปท. | 56.075 |
| 32 | ข4 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | อปท. | 55.330 |
| 33 | ก4 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 55.318 |
| 34 | ค32 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 55.298 |
| 35 | ง4 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 55.187 |
| 36 | ค11 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | อปท. | 54.931 |
| 37 | ค19 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | อปท. | 52.860 |
| 38 | ข9 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 52.804 |
| 39 | ก5 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | อปท. | 52.792 |
| 40 | ก3 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | อปท. | 52.765 |

ตารางที่ 5 1 ลำดับการดำเนินการโครงการถนนประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่อถนนผังเมือง | อำเภอ | หน่วยงานรับผิดชอบ | คะแนน |
|---|---|---|---|---|
| 41 | ข3 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | อปท. | 52.024 |
| 42 | ก16 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | อปท. | 51.692 |
| 43 | ง8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | อปท. | 51.526 |
| 44 | ก2 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | รัตภูมิ | อปท. | 49.024 |
| 45 | ก3 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | รัตภูมิ | อปท. | 47.587 |
| 46 | ข11 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | อปท. | 46.358 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

จากตารางที่ 5-1 พบว่า ถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ ในขอบเขตการศึกษา เป็น ถนนที่รับผิดชอบของหน่วยงาน กรมทางหลวง คือ ถนน ค3 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา ซึ่งได้ 66.990 คะแนน ถนนที่รับผิดชอบของหน่วยงาน กรมทางหลวงชนบท คือ ถนน ค1 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก ซึ่งได้ 60.686 คะแนน นอกเหนือจากนั้นเป็นถนนที่อยู่ในความรับผิดชอบของ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยหน่วยงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ สามารถพิจารณาปรับปรุงถนนจากลำดับข้างต้น และหากหน่วยงาน กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท หรือหน่วยงานอื่นๆ มีโครงการสนับสนุน โครงการถนนของหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่นดังกล่าว สามารถพิจารณาปรับปรุงถนนจาก ลำดับข้างต้นเช่นเดียวกัน

### *5.1.2* การดำเนินการโครงการถนนประเภทการก่อสร้างใหม่

โครงการถนนประเภทการการก่อสร้างใหม่ในการศึกษานี้ มีจำนวน 56 โครงการ จากแบ่งประเภท ตามลักษณะของสายทางในปัจจุบัน รายละเอียดดังกล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.6 ผลการให้คะแนนและจัดลำดับความสำคัญของทั้ง 56 โครงการ แสดงดัง ตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 ลำดับการดำเนินการโครงการถนนประเภทการก่อสร้างใหม่

| ลำดับ | ชื่อถนนผังเมือง | อำเภอ | คะแนน |
|---|---|---|---|
| 1 | ก15 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 86.002 |
| 2 | ก14 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 84.693 |
| 3 | ข5 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 84.324 |
| 4 | ข8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 84.324 |
| 5 | ค14 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 83.767 |

ตารางที่ 5 2 ลำดับการดำเนินการโครงการถนนประเภทการก่อสร้างใหม่ (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่อถนนผังเมือง | อำเภอ | คะแนน |
|---|---|---|---|
| 6 | ก11 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 83.015 |
| 7 | ข11 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | 82.551 |
| 8 | ค16 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 81.705 |
| 9 | ค13 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | 81.353 |
| 10 | ค8 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | 80.873 |
| 11 | ค16 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 79.675 |
| 12 | ค7 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | 79.675 |
| 13 | ข4 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 79.563 |
| 14 | ก12 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 78.733 |
| 15 | ก13 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 78.733 |
| 16 | ข4 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | 78.733 |
| 17 | ค12 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 78.253 |
| 18 | ข2 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | 77.702 |
| 19 | ค17 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 77.533 |
| 20 | ข7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 76.703 |
| 21 | ค8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 76.421 |
| 22 | ข5 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | 76.392 |
| 23 | ข3 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | 76.315 |
| 24 | ข17 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | 76.252 |
| 25 | ข10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 75.760 |
| 26 | ค5 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | สิงหนคร | 73.773 |
| 27 | ข6 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 73.732 |
| 28 | ง10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 73.589 |
| 29 | จ2 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | 73.589 |
| 30 | ค20 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 73.081 |
| 31 | ข3 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | รัตภูมิ | 72.758 |
| 32 | ค15 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 72.422 |
| 33 | ข2 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | 72.249 |
| 34 | ก3 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | สะเดา | 71.790 |
| 35 | ข1 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | รัตภูมิ | 71.787 |
| 36 | ข8 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | 71.631 |

ตารางที่ 5-2 ลำดับการดำเนินการโครงการถนนประเภทการก่อสร้างใหม่ (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่อถนนผังเมือง | อำเภอ | คะแนน |
|---|---|---|---|
| 37 | ค13 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 71.496 |
| 38 | ค5 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | สะเดา | 71.080 |
| 39 | ค1 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | 71.002 |
| 40 | ค18 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 70.939 |
| 41 | ค ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | รัตภูมิ | 70.664 |
| 42 | ฉ ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 70.617 |
| 43 | ข1 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 70.280 |
| 44 | ค26 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | 70.280 |
| 45 | ข10 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | 69.629 |
| 46 | ค10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 69.152 |
| 47 | จ6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | 68.643 |
| 48 | ง ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | สะเดา | 67.278 |
| 49 | ข4 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | รัตภูมิ | 66.798 |
| 50 | ค3 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | สิงหนคร | 66.686 |
| 51 | จ3 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 66.686 |
| 52 | ค4 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | สะเดา | 66.430 |
| 53 | ข2 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | สิงหนคร | 66.290 |
| 54 | ง5 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | 64.658 |
| 55 | ข2 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | รัตภูมิ | 63.827 |
| 56 | จ5 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | 60.684 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

ถนนประเภทการก่อสร้างใหม่ เป็นถนนที่ยังไม่ได้การก่อสร้าง โดยหาก หน่วยงานใดมีแผนในการดำเนินการ สามารถพิจารณาลำดับการก่อสร้างจาก ตารางที่ 5-2 ได้

จากผลการจัดลำดับโครงการถนน โครงการ ก7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา ได้คะแนนรวมมากเป็นลำดับหนึ่ง ในถนนประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากเป็นสายทางที่ได้คะแนนเต็มจากปัจจัยที่มีน้ำหนักความสำคัญมาก ทั้งปัจจัยความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ อีกทั้งยังเป็นโครงการที่เคยเกิดอุบัติเหตุมาแล้วถึง 2 ครั้ง และมีปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตถึง 1,072 PCU ซึ่งมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับโครงการอื่น เช่นเดียวกับโครงการ ก15 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา ในถนนประเภทการก่อสร้างใหม่ ซึ่งได้คะแนนเต็มจากปัจจัย

ปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตของโครงการข้างเคียง ปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ ปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืน และยังเป็นโครงการที่เป็นจุดเชื่อมต่อโครงการอื่นถึง 7 จุด อีกด้วย

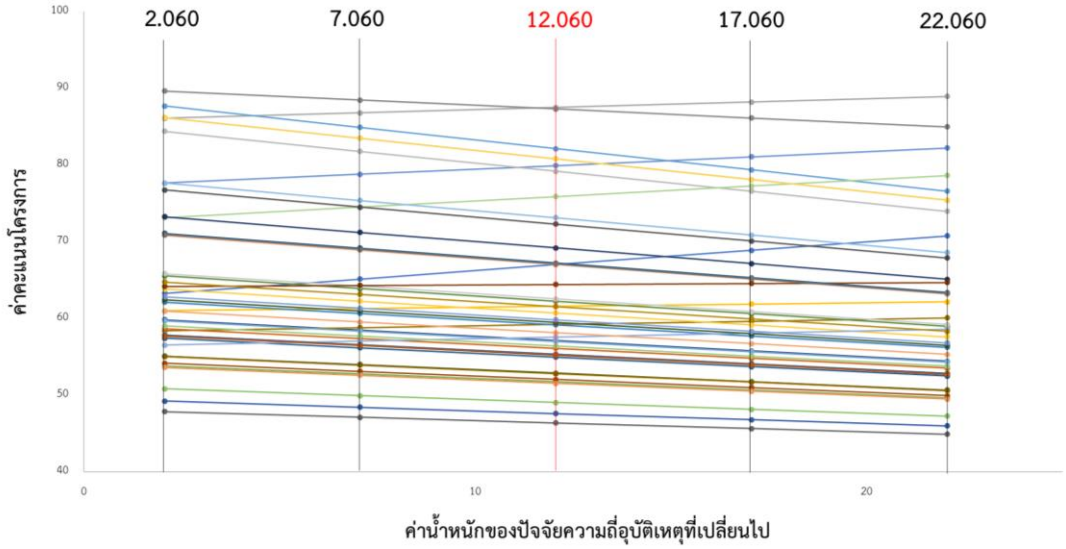
## 5.2 ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดลำดับความสำคัญ

หลังจากการให้คะแนน และจัดลำดับความสำคัญแต่ละโครงการเสร็จสิ้นแล้วนั้น ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความอ่อนไหวของโครงการ เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของค่าคะแนน และลำดับความสำคัญโครงการ โดยการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักความสำคัญปัจจัยที่ต้องการพิจารณา ให้มีค่าความสำคัญที่ลดลง และเพิ่มขึ้น จากน้ำหนักความสำคัญเดิมที่ได้จากผลการวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ ในส่วนปัจจัยอื่นๆ ให้กระจายตามค่าน้ำหนักความสำคัญ ซึ่งจะทำให้สังเกตการเปลี่ยนแปลง ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของปัจจัยความถี่อุบัติเหตุ ในประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

ปัจจัยความถี่อุบัติเหตุ ในประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ มีค่าน้ำหนักความสำคัญที่ได้จากผลการค่าเฉลี่ยของทั้งสามหน่วยงาน เท่ากับ ร้อยละ 12.060 ดังใน รูปที่ 5-1 โดยแกน x แสดงถึงค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย แกน y แสดงถึง ค่าคะแนนของแต่ละโครงการ และเส้นกราฟแต่ละเส้น แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของแต่ละโครงการ ซึ่งโครงการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ ประกอบด้วย 46 โครงการถนน (46 เส้นกราฟ)

เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย จากร้อยละ 12.060 ให้มีค่าความสำคัญที่ลดลงครั้งละ ร้อยละ 5 จนมีน้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ ร้อยละ 7.060 และ 2.060 จากนั้น เพิ่มค่าความสำคัญครั้งละ ร้อยละ 5 จนมีน้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ ร้อยละ 17.060 และ 22.060 พบว่าค่าคะแนนของแต่ละโครงการมีการเปลี่ยนแปลงไปตามค่าน้ำหนักความสำคัญ โดยสังเกตจากความเปลี่ยนแปลงของเส้นกราฟ เมื่อเส้นกราฟเกิดจุดตัด บ่งบอกถึง ลำดับความสำคัญของโครงการที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละครั้ง ซึ่งในตัวอย่าง จำนวนจุดตัดกันของเส้นกราฟ รวมมีจำนวน 66 จุด และในรูปที่ 5-12 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงลำดับความสำคัญจากการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยความถี่อุบัติเหตุ ในประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ เช่นเดียวกัน



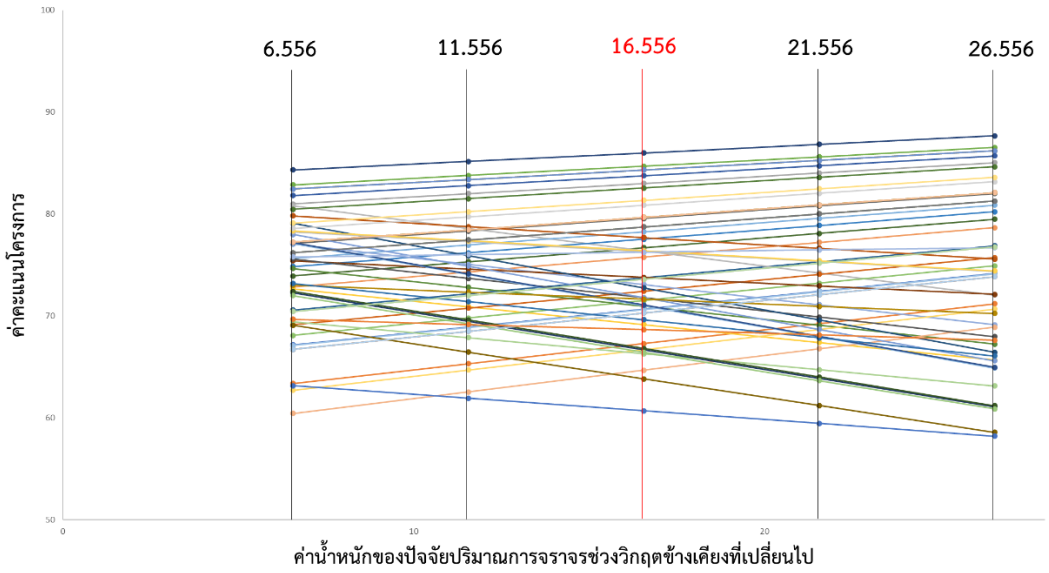

*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ 5-1 กราฟการวิเคราะห์ความอ่อนไหวความอ่อนไหวของ ปัจจัยความถี่อุบัติเหตุในประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ (จุดตัด 66 จุด)

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของปัจจัยปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตข้างเคียง ในประเภทการก่อสร้างใหม่

ปัจจัยปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตข้างเคียง ในประเภทการก่อสร้างใหม่ มีค่าน้ำหนักความสำคัญที่ได้จากผลการค่าเฉลี่ยของทั้งสามหน่วยงาน เท่ากับ ร้อยละ 16.556 ดังในรูปที่ 5-2 โดยแกน x แสดงถึงค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย แกน y แสดงถึง ค่าคะแนนของแต่ละโครงการ และเส้นกราฟแต่ละเส้น แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของแต่ละโครงการ ซึ่งการก่อสร้างใหม่ประกอบด้วย 56 โครงการถนน (56 เส้นกราฟ)

เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย จากร้อยละ 16.556 ให้มีค่าความสำคัญที่ลดลงครั้งละ ร้อยละ 5 เช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 1 จนมีน้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ ร้อยละ 11.556 และ 6.556 จากนั้น เพิ่มค่าความสำคัญครั้งละ ร้อยละ 5 จนมีน้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ ร้อยละ 21.556 และ 26.556 สังเกตจากความเปลี่ยนแปลงของเส้นกราฟ เกิดจุดตัดที่บ่งบอกถึงลำดับความสำคัญของโครงการที่เปลี่ยนแปลง รวมมีจำนวน 230 จุด และในรูปที่ 5-2 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงลำดับความสำคัญจากการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักความสำคัญของปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตข้างเคียง 230 ครั้ง




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ 5-2 กราฟการวิเคราะห์ความอ่อนไหวความอ่อนไหวของ ปัจจัยปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตข้างเคียง ในประเภทการก่อสร้างใหม่ (จุดตัด 230 จุด)

จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของ ปัจจัยความถี่อุบัติเหตุ ในประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ และปัจจัยปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตข้างเคียง ในประเภทการก่อสร้างใหม่ จากทั้งสองตัวอย่างข้างต้น จุดตัดของเส้นกราฟแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงลำดับความสำคัญของโครงการถนน โดยหากมีจำนวนจุดตัดของเส้นกราฟยิ่งมาก แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงลำดับของโครงการมาก และแสดงถึงความอ่อนไหวของเส้นกราฟที่มากขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งแสดงจำนวนจุดตัดของปัจจัยทั้งหมดในงานวิจัยนี้ ดัง ตาราง 5-3 และแสดงกราฟการวิเคราะห์ความอ่อนไหว ปัจจัยทั้งหมด ในภาคผนวก ง

ตารางที่ 5-3 จุดตัดของเส้นกราฟในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

| ปัจจัยปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ | จำนวนจุดตัด | | ปัจจัยก่อสร้างถนนใหม่ | จำนวนจุดตัด |
|---|---|---|---|---|
| ปริมาณจราจรช่วงวิกฤต | 115 จุด | | ปริมาณจราจรช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียง | 230 จุด |
| ชนิดผิวทาง | 109 จุด | | ชนิดผิวทาง | 0 จุด |
| ระดับการให้บริการ | 119 จุด | | ลักษณะทางกายภาพ | 116 จุด |
| ความถี่อุบัติเหตุ | 66 จุด | | งบประมาณโครงการ | 232 จุด |
| อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน | 72 จุด | | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ | 132 จุด |
| ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ | 62 จุด | | จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | 152 จุด |
| จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | 53 จุด | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ | 96 จุด |
| ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ | 15 จุด | | ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 0 จุด |
| ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 0 จุด | | ผลกระทบที่ดินเวนคืน | 166 จุด |
| ผลกระทบที่ดินเวนคืน | 85 จุด | | | |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

# บทที่ 6
# สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

## 6.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้นำเสนอการวิเคราะห์น้ำหนักของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการถนนในจังหวัดสงขลา โดยใช้วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP) พบว่า กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ที่รับผิดชอบโครงการถนนในจังหวัดสงขลา ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านวิศวกรรมเป็นอันดับหนึ่ง เฉลี่ยร้อยละ 34.73 และมีน้ำหนักปัจจัยอื่นๆ ที่แตกต่างกัน โดยมีความสำคัญเฉลี่ย ด้านเศรษฐศาสตร์ร้อยละ 23.25 ด้านการเมืองและนโยบายร้อยละ 21.07 และด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมร้อยละ 20.96 ตามลำดับ เมื่อใช้ วิธี Kruskal-Wallis Test ในการเปรียบเทียบความคิดเห็นของแต่ละหน่วยงาน พบว่า ปัจจัยส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกันทางสถิติ แต่มีบางปัจจัยในกรณีการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ ประกอบด้วย ปัจจัยจุดเชื่อมต่อโครงการอื่น ปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ ปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืน และกรณีการก่อสร้างใหม่ ประกอบด้วย ปัจจัยความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ ปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ ปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ในส่วนของมุมมองการลงทุนโครงการถนนในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลา จากความเห็นเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดพบว่า การลงทุนโครงการถนนเพื่อพัฒนาพื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการมีความสำคัญเป็นลำดับแรก ก่อนพื้นที่พาณิชยกรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรม พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม พื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการและสิ่งแวดล้อม ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์คะแนนจากโครงการถนนแต่ละสายทางในแผนผังเมืองรวมจากข้อมูลของสำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสงขลาในขอบเขตของงานวิจัยนี้ พบว่าสายทาง ก7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา บริเวณถนนติณสูลานนท์ ตัวเมืองสงขลา มีคะแนนสูงสุดในการดำเนินการประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ และสายทาง ก15 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา ตัดจากถนนทางหลวงชนบท สข.3015 มีคะแนนสูงสุดในการดำเนินการประเภทการก่อสร้างใหม่ ซึ่งสายทางที่มีคะแนนมากที่สุดทั้งสองสายทาง มีความเหมาะสมที่ในการดำเนินการก่อน จากนั้นดำเนินการสายทางที่มีคะแนนรองลงมาตามลำดับ โดยสรุป 10 อันดับการจัดลำดับความสำคัญ ดังตารางที่ 6-1

ตารางที่ 6-1 สรุปการจัดลำดับโครงการถนน 10 อันดับแรก

| ลำดับ | ปัจจัยปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ | | ลำดับ | ปัจจัยก่อสร้างถนนใหม่ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ก7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | | 1 | ก15 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา |
| 2 | ข1 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | | 2 | ก14 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา |
| 3 | ก10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | | 3 | ข5 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา |
| 4 | ค11 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | | 4 | ข8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา |
| 5 | ค20 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | | 5 | ค14 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา |
| 6 | ง4 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | | 6 | ก11 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา |
| 7 | ข1 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | | 7 | ข11 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ |
| 8 | ก5 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | | 8 | ค16 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา |
| 9 | ค22 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | | 9 | ค13 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ |
| 10 | ข6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | | 10 | ค8 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

## 6.2 ข้อเสนอแนะ

### 6.2.1 ข้อเสนอแนะในการประยุกต์การศึกษา

จากลำดับโครงการถนนที่ได้จากการศึกษานี้ในขอบเขตการวิจัย หน่วยงานที่รับผิดชอบในพื้นที่แต่ละโครงการ สามารถนำอันดับความสำคัญไปประกอบการพิจารณาในแผนงานงบประมาณได้ ในถนนประเภทการยกระดับโครงการที่ยังไม่สมบูรณ์ แม้ หน่วยงาน กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท มีโครงการถนนที่รับผิดชอบในขอบเขตการศึกษา เพียงหนึ่งโครงการ แต่หากมีโครงการสนับสนุน โครงการถนนของหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่นดังกล่าว สามารถพิจารณาปรับปรุงถนนจาก ลำดับข้างต้นได้ และ ในถนนประเภทการก่อสร้างใหม่ แต่ละหน่วยงานสามารถนำอันดับความสำคัญจากการศึกษาไปประกอบการพิจารณาในแผนงานงบประมาณได้ เช่นเดียวกัน

หากมีการดำเนินโครงการถนนในจังหวัดสงขลาที่ไม่อยู่ในขอบเขตการศึกษานี้ ในอนาคต น้ำหนักความสำคัญที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญจากการศึกษานี้ เป็นแนวทางในการตัดสินใจดำเนินการได้ เนื่องจากเป็นความคิดเห็นส่วนใหญ่ของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ และปฏิบัติงานเกี่ยวกับโครงการถนนในจังหวัดสงขลาโดยตรง และสามารถนำรายละเอียดของโครงการถนนอื่นๆ ในจังหวัดสงขลา มาทำการให้คะแนนจากวิธีที่ได้อภิปรายไปข้างต้น เพื่อจัดลำดับความสำคัญโครงการที่จะดำเนินการอย่างเหมาะสมอีกด้วย

### 6.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

เนื่องจากบางโครงการไม่มีฐานข้อมูลเดิมโดยเฉพาะถนนก่อสร้างใหม่ ทำให้บางปัจจัยผู้วิจัยทำการลงสำรวจภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลศึกษาน้ำหนักปัจจัย สำหรับการศึกษาในอนาคต หากมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมของหน่วยงานต่างๆ หรือมีปัจจัยที่มีความเหมาะสมกับบริบทของแต่ละพื้นที่ อาจใช้ข้อมูลดังกล่าว ประกอบการวิเคราะห์เพิ่มเติมได้ อีกทั้งแผนที่ผังเมืองที่ผู้วิจัยใช้ในฐานข้อมูลของกรมโยธาธิการและผังเมือง บางแผนที่เป็นแผนที่ประกาศมาเป็นระยะเวลานาน จึงทำให้ลักษณะภูมิประเทศบริเวณโครงการมีการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้บางโครงการอาจไม่มีความเหมาะสมในการดำเนินการ เมื่อเทียบกับสภาพปัจจุบัน

เนื่องจากการศึกษานี้ใช้แผนที่ผังเมืองในการพิจารณา ทำให้มีสภาพถนนหลายประเภท โดยทั่วไปสภาพการจราจรของถนนแต่ละประเภท เช่น ถนนทางหลวง และถนนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีความแตกต่างกัน ทั้งจำนวนผู้ใช้ถนน ปริมาณการจราจร ความเร็วในการสัญจร การนำปัจจัยดังกล่าวมาเปรียบเทียบกัน อาจทำให้เกิดความแตกต่างของข้อมูลได้ ในคำนวณค่า B/C ratio ที่ต้องใช้ปริมาณการจราจรประกอบการคำนวณ เช่นเดียวกับปัจจัยระดับการให้บริการที่ผู้วิจัยนำความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากการสำรวจข้อมูลภาคสนามมา ปรับเทียบกับ ปริมาณการจราจร และพิจารณาระดับการให้บริการจากความสัมพันธ์ใน Highway Capacity Manual (2000) สำหรับการศึกษาในอนาคตอาจทำการแยกประเภทถนนที่มีสภาพการจราจรที่แตกต่างกันในการศึกษา เพื่อผลการศึกษาที่มีความแม่นยำมากขึ้น

ในการศึกษานี้ ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในบทบาทของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการพัฒนาแผน จากการสอบถามความคิดเห็นของหน่วยงานรัฐ ประกอบด้วย กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในพื้นที่จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบงานทางเท่านั้น สำหรับการศึกษาในอนาคต ผู้ศึกษาควรพิจารณาปัจจัยและข้อคิดเห็นจากภาคประชาชน เช่น ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณพื้นที่ขอบเขตการศึกษา ประชาชนที่สัญจรบริเวณโครงการในการศึกษา นักธุรกิจ บริษัท หอการค้า และกรมโยธาธิการและผังเมืองเป็นต้น ซึ่งเป็นผู้ที่มีผลกระทบต่อการดำเนินการโครงการ จากนั้นนำความคิดเห็นดังกล่าว มาวิเคราะห์กับความคิดเห็นของภาครัฐในการศึกษานี้ เปรียบเทียบ และพิจารณาควบคู่ในการจัดลำดับความสำคัญโครงการ เพื่อมุ่งสู่การขนส่งที่มีความยั่งยืนต่อไป

# บรรณานุกรม

กฎกระทรวง ฉบับที่ 321 ออกตามความในพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ.2518. (2540, 1 มิถุนายน). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 114 ตอนที่ 24 ก. หน้า 1-8.

กฎกระทรวง ฉบับที่ 364 ออกตามความในพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ.2518. (2541, 16 มีนาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 115 ตอนที่ 13 ก. หน้า 15-21.

กฎกระทรวง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง จังหวัดสงขลา พ.ศ.2558. (2558, 14 กันยายน). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 132 ตอนที่ 88 ก. หน้า 1-7.

กฎกระทรวง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก จังหวัดสงขลา พ.ศ.2548. (2548, 27 ธันวาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 122 ตอนที่ 124 ก. หน้า 19-29.

กฎกระทรวง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา จังหวัดสงขลา พ.ศ.2556 (2556, 2 สิงหาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 130 ตอนที่ 69 ก. หน้าที่ 1-7.

กรมทางหลวง. 2555. *รายงานการวิเคราะห์ คำนวนดัชนีการจราจรติดขัดและความหนาแน่นการจราจร ปี 2554.* กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม

กรมที่ดิน. 2562. ระบบค้นหารูปแปลงที่ดิน. http://dolwms.dol.go.th/ (สืบค้นเมื่อ 16 สิงหาคม 2562)

กองพัฒนาและส่งเสริมการบริหารงานท้องถิ่น. 2562. การจัดทำแผนพัฒนาถนนในความรับผิดชอบขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร กรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น.

กิติพงษ์ ประพันธ์อนุรักษ์ และ วชรภูมิ เบญจโอฬาร. 2558. การศึกษาเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบท. *Naresuan University Engineering Journal,* 10(2): 17-28.

จันทร์จิรา พยัคฆ์เพศ และ วิริยาภรณ์ พิชัยโชค. 2556. การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์เพื่อพิจารณาทุนการศึกษาของโรงเรียนหัวดงราชพรหมาภรณ์ จังหวัดนครสวรรค์. *NU Science Journal 2013,* 9(2): 29-46.

เชิดสกุล สะอาด. 2561. การศึกษาการจัดลำดับความสำคัญทางหลวงชนบทด้วยวิธี FUZZY MULTIPLE ATTRIBUTE DECISTION MAKING METHOD. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ต่อศักดิ์ สีลานันท์. 2556. เอกสารประกอบการสอน รายวิชา 2305 384 Biological Statistics Laboratory. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นพพร จันทรนำชู, ณัฐกฤตย์ ดิฐวิรุฬห์ และพรรณ์ธิดา เหล่าพวงศักดิ์. 2556. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการสายแยกทางหลวงหมายเลข 331-บ้านหนองคล้า อาเออศรีราชา จังหวัดชลบุรี. *วารสารวิทยาการจัดการ* 3(1): 1-22.

นรินทร์ เอื้อศิริวิรรณ, วิกรม พนิชการ, ดำรงค์ รังสรรค์, และ อุบลรัตน์ วาริชวัฒนะ. 2560. การกำหนดหลักเกณฑ์คัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนักโดยการใช้ทฤษฎีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP). *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต* 7(1): 17-33.

บริษัท ซิตี้วาไรตี้ คอร์เปอเรชั่น จำกัด. 2559. ที่ตั้งและอาณาเขตจังหวัดสงขลา. https://www.songkhla.go.th/content/strategy. (สืบค้นเมื่อ 6 ธันวาคม 2562).

ปราโมทย์ ลือนาม. 2556. การจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี : แนวความคิดและการประยุกต์. *วารสารการจัดการสมัยใหม่ 11(1):* 2-12.

พวงทิพย์ พูลสวัสดิ์. 2547. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตัวสถิติทดสอบ Bi-aspect F และ Kruskal-Wallis. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2561. โครงการจัดทำแผนพัฒนาทางหลวงชนบท ประจำกรมที่ปรึกษากลุ่มที่ 7 ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2561.

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2562. โครงการจัดทำแผนพัฒนาทางหลวงชนบท ประจำกรมที่ปรึกษากลุ่มที่ 7 ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2562.

เมทินี จงไพบูลย์. 2559. การจัดลำดับความสำคัญของผลการดำเนินการ กิจกรรม และทฤษฎีบริหารจัดการองค์กรที่มีผลต่อการบริหารจัดการซัพพลายเชนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วรพจน์ มีถม. 2553. กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ Analytic Hierarchy Process. *วารสารบริหารธุรกิจเทคโนโลยีมหานคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร* 7(3): 57-69.

วรัญญู อุทธา. 2560. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการจราจรหลากหลายปัจจัยบนโครงข่ายถนนในมหาวิทยาลัยขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วสันต์ แสงธรรมากิจกุล. 2557. การวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อจัดลำดับของถนนกรมทางหลวงชนบท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. http://doi.org/10.14457/KU.the.2014.543. (สืบค้นเมื่อ 6 กันยายน 2562)

วสุพร ติ๋วงาม. 2558. การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการติดตั้งโซลาร์รูฟอย่างเสรี สำหรับบ้านที่อยู่อาศัย. วิทยานิพนธ์ปริญญา เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน. 2559. โครงการศึกษาออกแบบรายละเอียดระบบขนส่งสาธารณะในเขตจังหวัดขอนแก่นและผลกระทบสิ่งแวดล้อม. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สำนักงบประมาณ สำนักนายกรัฐมนตรี. 2563. การโอนงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563. สำนักนายกรัฐมนตรี

สำนักงานคณะกรรมการผังเมือง. 2562. ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ปรับปรุงครั้งที่ 3) ฉบับผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการผังเมือง.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2561. *รายงานโลจิสติกธ์ 2560*.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและการจราจร. 2558. *โครงการศึกษาพัฒนาปรับปรุงบำรุงรักษาระบบฐานข้อมูลข้อสนเทศและแบบจำลองเพื่อบูรณาการพัฒนาการขนส่งและจราจร การขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ*. กระทรวงคมนาคม.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. 2562. *รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาจัดทำมาตรฐานการวิเคราะห์ผลกระทบด้านการจราจร (Traffic Impact Assessment: TIA)*. กระทรวงคมนาคม.

สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น จังหวัดสงขลา. 2562. จำนวนเว็บไซต์ในเครือข่ายจังหวัดสงขลา. http://www.sk-local.go.th/network. (สืบค้นเมื่อ 2 พฤษภาคม 2562)

สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง. 2562. ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง https://roadnet2.doh.go.th. (สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน 2562)

สำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท. 2561. โครงข่ายทางหลวงชนบท สำหรับงบประมาณ 2563. กรมทางหลวงชนบท.

สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง. 2555. *รายงานการวิเคราะห์ คำนวณดัชนีการจราจรติดขัด และความหนาแน่นการจราจร ปี 2554*. กรมทางหลวง

สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง. 2562. *รายงานปริมาณการเดินทาง บนทางหลวง 2561*. กรมทางหลวง

สิทธา เจนศิริศักดิ. 2557. การวางแผนการขนส่งอย่างยั่งยืน: บทเรียนจากยุโรปสำหรับประเทศไทย. *บทความวิชาการ วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.* 7(1): 81-82.

สิทธิชัย ศิริพันธุ์, ปาริชาติ พัฒนเมฆา, สุขสันต์ หอพิบูลสุข และสมัย โชติสกุล. 2556. การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการยกระดับความปลอดภัยบนทางหลวงชนบท. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ* ครั้งที่ 18: 29-35.

สุทิน ชนะบุญ. 2560. *บทที่ 1 สถิติกับการวิจัย สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านสุขภาพเบื้องต้น.* http://www.kkpho.go.th/i/index.php/component/attachments/download/1927. (สืบค้นเมื่อ 11 พฤษภาคม 2563)

สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์. 2548. ฟัซซีเซต-ตอนที่ 1 นิยามและฟังก์ชันความเป็นสมาชิก. *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ* 1(1): 57-64.

อนุรักษ์ สว่างวงค์, เสริมเกียรติ จอมจันทร์ยอง, อภิชาติ โสภาแดง, และ ปุ่น เที่ยงบูรณธรรม. 2551. การประยุกต์ใช้กระบวนการตัดสินใจหลายหลักเกณฑ์แบบฟซี ชี่ในการคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งของสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดเชียงใหม่แห่งที่ 3. *การประชุมเชิงวิชาการประจำปีด้านการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์* ครั้งที่ 8: 942-954.

อภิรดี สรวิสูตร. 2559. การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์: เปรียบเทียบแนวคิดและวิธีระหว่าง SAW AHP และ TOPSIS. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์* 8(2): 180-192.

อรุณ จิรวัฒน์กุล. 2558. *สถิติ ทาง วิทยาศาสตร์สุขภาพ เพื่อการวิจัย.* กรุงเทพมหานคร: บริษัทวิทยพัฒน์ จำกัด.

Ayhan, M.B. 2013. A Fuzzy AHP approach for supplier selection problem: a case study in a Gearmotor Company. *International Journal of Managing Value and Supply Chains (IJMVSC)* :11-23.

Bureau of Public Roads. 1964. Traffic Assignment Manual. Urban Planning Division

Cengiz, K., Ufuk C. and Ziya U. 2003. Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. *Logistics Information Management Volume* 16(6): 382-394.

Chen, Y. C., Lien, H., Tzeng, G. H., and Yang, L. S. 2011. Fuzzy MCDM approach for selecting the bestenvironment-watershedplan. In *Applied Soft Computing*, Pages 265-275.

Chang, D.Y., 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research:* 265-275.

Dyer, R. F., Forman, E. H. 1991. *An Analytic Approach to Marketing Decisions.* New Jersy, Prentice-Hill.: Englewood Cliffs.

Hwang, C.L. and Yoon, K. 1981. Multiple attribute decision making method and applications. Berlin:Springer-Verlag.

Buckley, J.J. 1985. "Fuzzy hierarchicalcal analysis. *In Fuzzy Sets System V1*, Pages 233-247.

Kabir, G., & Hasin, A. 2011. Comparative Analysis of Ahp and Fuzzy AHP Models. *Internation Journal of Fuzzy Logic Systems.* 1(1): 1-16.

Karlstrom, A. D., Marler, A., Matthews, N., Minken, B., Monzon, H., Page, A., Pfaffenbichler, M., Shepherd, P., May, S. 2005. *Developing sustainable urban land use and transport strategies: A decision makers' guidebook, second ed.* Institute for Transport Studies, Leeds.

Klungboonkrong, P. 1998. Development of A Decision Support Tool for The Multicriteria Environmental Impact Evaluation of Urban Road Networks. Ph.D.Dissertation. School of Geoinformatics, Planning and Building, University of South Australia.

Kwong, C. K., & Bai, H. 2002. A fuzzy AHP approach to the determination of importance weights of customer requirements in quality function deployment. *Journal of Intelligent Manufacturing* 367-377.

Lee, D., Sang-Jin H. and Do-Gyeong K. 2011. Evaluating prioritization of ASEAN highway network development using a fuzzy multiple attribute decision making method. *JOURNAL OF ADVANCED TRANSPORTATION* 129–142.

Mackie, P. 2010. COST- BENEFIT ANALYSIS IN TRANSPORT: A UK PERSPECTIVE. *OECD/ITF Round Table of 21-22 October 2010 on Improving the Practice of Cost Benefit Analysis in Transport* :1-25.

Saaty, T.L. 1990. *Decision Making: The Analytic Hierarchy Process.* USA: RWS Publications.

Saaty, T.L. 2000. *Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process.* Pittsburgh: RWS Publications.

Sahadev, B.B., Bahadur S.P. and Nath S.R. 2014. Multi-criteria Evaluation for Ranking Rural Road Projects: Case study of Nepal. *SR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)* 11(6): 53-65.

Transportation Research Board. 2000. Highway Capacity Manual.

Travis, G. 2015. Prioritizing Transportation Projects. Partners in Planning. Calgary Canada.

TRT Trasporti e Territorio in association. 2014. IDEA II Transport Dialogue and Networks Interoperability.

United Nations Thailand. 2558. *The Global Goals.* https://www.un.or.th /globalgoals /th/. (accessed 5 July 2020)

Veera Sa-ngeumram. 2012. *การตัดสินใจ.* https://www.gotoknow.org/posts/496198#0. (accessed 5 November 2019)

World Commission on Environment and Development. 1987. *Our Common Future.* Oxford: Oxford University Press.

Yashon, O., Opudo, J. and Nyambenya S. 2015. Comparison of Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS for Road Pavement Maintenance Prioritization: Methodological Exposition and Case Study. *Advances in Civil Engineering.*

# ภาคผนวก ก
# แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ

**แบบฟอร์มสอบถามผู้เชี่ยวชาญ**

**ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนโครงการก่อสร้างสายทางในจังหวัดสงขลา**

---

แบบฟอร์มสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อรวบรวมความคิดเห็นในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนของโครงการก่อสร้างสายทางในจังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในวิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมขนส่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

โดยแบบฟอร์มฉบับนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบฟอร์ม

ส่วนที่ 2 คำอธิบายปัจจัยและตัวอย่างการประเมินระดับความสำคัญ

ส่วนที่ 3 ตารางการประเมินระดับความสำคัญโดยวิธีเปรียบเทียบเชิงคู่

**ส่วนที่ 1** ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อ.....ตำแหน่ง.....

หน่วยงานที่สังกัด.....เบอร์โทรศัพท์.....

Email.....

...

**ส่วนที่ 2** คำอธิบายปัจจัยและตัวอย่างการประเมินระดับความสำคัญ

ในการศึกษานี้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจก่อสร้างสายทาง โดยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะในการดำเนินการก่อสร้างโครงการ คือ

1. **การปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์**
   - สายทางที่ดำเนินการก่อสร้างแล้ว แต่สามารถยกระดับให้มีความสามารถการให้บริการได้
   - สายทางที่ดำเนินการก่อสร้างไว้แล้วบางส่วนแต่ยังไม่สมบูรณ์ตามแบบแผนผังเมืองรวมของกรม-โยธาธิการและผังเมือง
2. **การก่อสร้างถนนใหม่**
   - สายทางที่ยังไม่ได้ดำเนินการก่อสร้างตามแบบแผนผังเมืองรวมของกรมโยธาธิการและผังเมือง

โดยใน **ส่วนที่ 2** นี้ จะแบ่งคำอธิบายออกเป็น 2 ส่วนย่อย ได้แก่ การประเมินระดับความสำคัญของปัจจัยหลัก และ การประเมินระดับความสำคัญของปัจจัยรอง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ ก-1 คำอธิบายรายละเอียดของปัจจัยหลัก

| ปัจจัยหลัก | คำอธิบาย |
|---|---|
| 1. ด้านวิศวกรรม | เป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงความสำคัญของสายทางในแง่ของตัวแปรทางวิศวกรรม ทั้งในลักษณะทางกายภาพโครงการที่มีความแตกต่างกัน ทั้งในระดับปริมาณการจราจร ระดับการให้บริการของสายทาง ซึ่งเป็นตัวแปรที่ต้องใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมเข้ามาเกี่ยวข้อง |
| 2. ด้านเศรษฐศาสตร์ | เป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการ โดยเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับงบประมาณที่ต้องใช้ในการก่อสร้างกับผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับหลังจากการดำเนินการเสร็จสิ้น ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันของแต่ละสายทาง |
| 3. ด้านการเมืองและนโยบาย | เป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงวัตถุประสงค์ในการก่อสร้างโครงการแต่ละสายที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของนโยบายของส่วนกลางภาครัฐ หรือนโยบายที่มีความเหมาะสมตามลักษณะการพัฒนาและแก้ปัญหาของส่วนท้องถิ่นเองเพื่อเป็นประโยชน์ต่อประชาชนมากที่สุด |
| 4. ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม | เป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อดำเนินการก่อสร้างสายทางที่กระทบต่อทั้งผู้คนที่อาศัยอยู่บริเวณโครงการและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่สูญเสียไปจากการก่อสร้าง |

ตารางที่ ก-2 คำอธิบายรายละเอียดของปัจจัยรอง

| ปัจจัยหลัก | ปัจจัยรอง | คำอธิบาย |
|---|---|---|
| 1. ด้านวิศวกรรม | 1) ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต (PCU/ชั่วโมง) | ข้อมูลระดับปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตของโครงการนั้นๆ แสดงถึงความต้องการในการเดินทางของผู้สัญจรที่เดินทางด้วยโครงการดังกล่าว ซึ่งได้จากการสำรวจปริมาณการจราจรแล้วแปลงเป็นหน่วยรถยนต์นั่งส่วนบุคคล หรือ PCU |
| | 2) ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียง (PCU/ชั่วโมง) | เนื่องจากกรณีการก่อสร้างถนนใหม่ทำให้ไม่สามารถสำรวจปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตของโครงการนั้นได้ จึงจำเป็นต้องสำรวจโครงการข้างเคียงเพื่อแสดงถึงความต้องการในการเดินทางของผู้สัญจรในบริเวณนั้น |
| | 3) ชนิดผิวทาง | ข้อมูลชนิดของผิวทางที่ก่อสร้างของโครงการ ได้แก่ ถนนคอนกรีต ถนนแอสฟัลท์ |
| | 4) ลักษณะทางกายภาพของโครงการ | ข้อมูลลักษณะของโครงการ ทั้งลักษณะความกว้างรวมโครงการ ทั้งช่องจราจรของโครงการ ไหล่ทาง ทางเท้า ที่มีลักษณะในการรองรับการจราจรที่แตกต่างกันไปแต่ละโครงการ |

ตารางที่ ก-2 คำอธิบายรายละเอียดของปัจจัยรอง (ต่อ)

| ปัจจัยหลัก | ปัจจัยรอง | คำอธิบาย |
|---|---|---|
| 1. ด้านวิศวกรรม | 5) ระดับการให้บริการของโครงการ | เป็นข้อมูลแสดงระดับการให้บริการของแต่ละโครงการ โดยบ่งบอกถึงความสามารถที่โครงการดังกล่าว สามารถตอบสนองการเดินทางของผู้สัญจรได้ |
| | 6) ความถี่อุบัติเหตุ | ข้อมูลความถี่อุบัติเหตุที่เคยเกิดขึ้น ซึ่งบ่งบอกถึงข้อบกพร่องของโครงการที่ควรจะได้รับการแก้ไขให้สมบูรณ์และปลอดภัยขึ้น |
| 2. ด้านเศรษฐศาสตร์ | 1) งบประมาณในการก่อสร้าง | งบประมาณรวมในการก่อสร้างแต่ละโครงการ ซึ่งประกอบด้วย ค่าศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม ค่าสำรวจออกแบบถนน ค่าขออนุญาตใช้พื้นที่ ค่าสำรวจอสังหาริมทรัพย์ ค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน ค่าก่อสร้างทาง ค่าบำรุง |
| | 2) ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ | เป็นการคำนวณความคุ้มค่าในการลงทุนของการก่อสร้างแต่ละโครงการ โดยเปรียบเทียบงบประมาณที่ใช้ไปในการก่อสร้างกับผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับกับมาเป็นตัวเงิน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะที่ลดลง ค่าใช้จ่ายด้านเวลาที่ลดลง และผลประโยชน์จากการลดอุบัติเหตุ |
| 3. ด้านการเมืองและนโยบาย | 1) ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | เป็นข้อมูลพื้นที่รอบข้างที่โครงการผ่าน ซึ่งบ่งบอกถึงลักษณะการใช้ประโยชน์ของโครงการที่แตกต่างกัน โดยประกอบด้วย พื้นที่อุตสาหกรรม คลังสินค้า และพาณิชยกรรม พื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการ พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม พื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการ และสิ่งแวดล้อม |
| | 2) จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | เป็นโครงการที่มีเส้นทางใกล้กับระบบการขนส่งสาธารณะ โดยเป็นทางผ่านแก่ผู้สัญจรที่ต้องการเดินทางทั้งในระบบขนส่งสาธารณะทางถนน และระบบขนส่งสาธารณะรูปแบบอื่น เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้สัญจร |
| | 3) ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ | เป็นโครงการที่มีความต้องการก่อสร้างเป็นพิเศษเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของผู้อาศัยบริเวณโครงการหรือผู้สัญจร |
| 4. ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม | 1) การกระทบพื้นที่-อนุรักษ์ | ผลกระทบที่เกิดจากการก่อสร้างโครงการบางโครงการที่ผ่านพื้นที่อนุรักษ์ ซึ่งเป็นการทำลายพื้นที่ป่าไม้ สัตว์ป่า และพื้นที่โบราณสถาน |
| | 2) ผลกระทบที่ดิน-เวนคืน | ผลกระทบของประชากรที่อาศัยอยู่บริเวณโครงการที่ต้องทำการเวนคืนที่ดินที่ครอบครองบริเวณโครงการ |

ตัวอย่างการกรอกแบบฟอร์มสอบถาม

ตัวอย่างที่ 1 หากผู้กรอกแบบฟอร์มพิจารณาว่า ปัจจัยด้านด้านวิศวกรรมด้านซ้ายมือมีความสำคัญในการตัดสินใจก่อสร้างโครงการมากกว่าปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ด้านขวามือ ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับความสำคัญที่ 1 - 4 ทางด้านซ้ายมือในช่องระดับความสำคัญ ตามระดับที่ท่านประเมิน

ตัวอย่างที่ 2 หากผู้กรอกแบบฟอร์มพิจารณาว่า ปัจจัยด้านการเมืองและนโยบายด้านขวามือมีความสำคัญในการตัดสินใจก่อสร้างโครงการมากกว่าปัจจัยด้านวิศวกรรมด้านซ้ายมือ ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับความสำคัญที่ 1 - 4 ทางด้านขวามือในช่องระดับความสำคัญ ตามระดับที่ท่านประเมิน

ตัวอย่างที่ 3 หากผู้กรอกแบบฟอร์มพิจารณาว่า ปัจจัยด้านด้านวิศวกรรมด้านซ้ายมือมีความสำคัญในการตัดสินใจก่อสร้างโครงการเท่ากับปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมด้านขวามือ ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับความสำคัญที่ 0 ตรงกลาง

ตารางที่ ก-3 ตัวอย่างการกรอกแบบฟอร์มสอบถาม

| | ระดับความสำคัญ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ปัจจัยเปรียบเทียบด้านซ้าย | ปัจจัยซ้ายสำคัญกว่ามาก | | | | สำคัญเท่ากัน | | | | ปัจจัยขวาสำคัญกว่ามาก | ปัจจัยเปรียบเทียบด้านขวา |
| | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| ด้านวิศวกรรม | | ✓ | | | | | | | | ด้านเศรษฐศาสตร์ |
| ด้านวิศวกรรม | | | | | | ✓ | | | | ด้านการเมืองและนโยบาย |
| ด้านวิศวกรรม | | | | | ✓ | | | | | ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม |

หมายเหตุ

ความหมายตัวอย่างที่ 1 : ผู้กรอกแบบฟอร์มมีความเห็นว่าปัจจัย ด้านวิศวกรรม มีความสำคัญมากกว่า ปัจจัย ด้านเศรษฐศาสตร์ ในระดับความสำคัญระดับที่ 3 ในการตัดสินใจก่อสร้างโครงการ

ความหมายตัวอย่างที่ 2 : ผู้กรอกแบบฟอร์มมีความเห็นว่าปัจจัย ด้านการเมืองและนโยบาย มีความสำคัญมากกว่า ปัจจัย ด้านวิศวกรรม ในระดับความสำคัญระดับที่ 1 ในการตัดสินใจก่อสร้างโครงการ

ความหมายตัวอย่างที่ 3 : ผู้กรอกแบบฟอร์มมีความเห็นว่าปัจจัย ด้านวิศวกรรม มีความสำคัญเท่ากับ ปัจจัย ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ในการตัดสินใจก่อสร้างโครงการ

**ส่วนที่ 3** ตารางการประเมินระดับความสำคัญโดยวิธีเปรียบเทียบเชิงคู่

ในส่วนที่ 3 นี้ จะแบ่งออกเป็นสามส่วนย่อย ประกอบด้วย ตารางประเมินระดับความสำคัญของปัจจัยหลัก ตารางประเมินระดับความสำคัญของปัจจัยรอง และตารางประเมินระดับความสำคัญของการให้คะแนนปัจจัยรอง โดยให้ผู้กรอกแบบฟอร์มกรอกความเห็นลงในตารางการประเมินระดับความสำคัญให้ครบถ้วน

ตารางที่ ก-4 ตารางประเมินระดับความสำคัญของ**ปัจจัยหลัก**

| | ระดับความสำคัญ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ปัจจัยเปรียบเทียบด้านซ้าย | ปัจจัยซ้ายสำคัญกว่ามาก ◄ | | | | สำคัญเท่ากัน ● | | | | ► ปัจจัยขวาสำคัญกว่ามาก | ปัจจัยเปรียบเทียบด้านขวา |
| | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| ด้านวิศวกรรม | | | | | | | | | | ด้านเศรษฐศาสตร์ |
| ด้านวิศวกรรม | | | | | | | | | | ด้านการเมืองและนโยบาย |
| ด้านวิศวกรรม | | | | | | | | | | ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม |
| ด้านเศรษฐศาสตร์ | | | | | | | | | | ด้านการเมืองและนโยบาย |
| ด้านเศรษฐศาสตร์ | | | | | | | | | | ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม |
| ด้านการเมืองและนโยบาย | | | | | | | | | | ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม |

ตารางที่ ก-5.1 ตารางประเมินระดับความสำคัญของ**ปัจจัยรอง**การดำเนินการก่อสร้างโครงการในลักษณะ **การปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์** ด้านวิศวกรรม

| | ระดับความสำคัญ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ปัจจัยเปรียบเทียบด้านซ้าย | ปัจจัยซ้ายสำคัญกว่ามาก ◄ | | | | สำคัญเท่ากัน ● | | | | ► ปัจจัยขวาสำคัญกว่ามาก | ปัจจัยเปรียบเทียบด้านขวา |
| | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต | | | | | | | | | | ชนิดผิวทาง |
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต | | | | | | | | | | ระดับการให้บริการของโครงการ |
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต | | | | | | | | | | ความถี่อุบัติเหตุ |
| ชนิดผิวทาง | | | | | | | | | | ระดับการให้บริการของโครงการ |
| ชนิดผิวทาง | | | | | | | | | | ความถี่อุบัติเหตุ |
| ระดับการให้บริการของโครงการ | | | | | | | | | | ความถี่อุบัติเหตุ |

ตารางที่ ก-5.2 ตารางประเมินระดับความสำคัญของ**ปัจจัยรอง**การดำเนินการก่อสร้างโครงการในลักษณะ **การปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์** ด้านการเมืองและนโยบาย

| | ระดับความสำคัญ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ปัจจัยเปรียบเทียบด้านซ้าย | ปัจจัยซ้ายสำคัญกว่ามาก ◄ | | | | สำคัญเท่ากัน ● | | | | ► ปัจจัยขวาสำคัญกว่ามาก | ปัจจัยเปรียบเทียบด้านขวา |
| | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | | | | | | | | | | จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น |
| ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | | | | | | | | | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ |
| จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | | | | | | | | | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ |

ตารางที่ ก-5.3 ตารางประเมินระดับความสำคัญของ**ปัจจัยรอง**การดำเนินการก่อสร้างโครงการในลักษณะ **การปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์** ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม

| | ระดับความสำคัญ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ปัจจัยเปรียบเทียบด้านซ้าย | ปัจจัยซ้ายสำคัญกว่ามาก ◄ | | | | สำคัญเท่ากัน ● | | | | ► ปัจจัยขวาสำคัญกว่ามาก | ปัจจัยเปรียบเทียบด้านขวา |
| | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| การกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | | | | | | | | | | ผลกระทบที่ดินเวนคืน |

ตารางที่ ก-6.1 ตารางประเมินระดับความสำคัญของ**ปัจจัยรอง**การดำเนินการก่อสร้างโครงการในลักษณะ **การก่อสร้างถนนใหม่** ด้านวิศวกรรม

| | ระดับความสำคัญ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ปัจจัยเปรียบเทียบด้านซ้าย | ปัจจัยซ้ายสำคัญกว่ามาก ◄ | | | | สำคัญเท่ากัน ● | | | | ► ปัจจัยขวาสำคัญกว่ามาก | ปัจจัยเปรียบเทียบด้านขวา |
| | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียง | | | | | | | | | | ชนิดผิวทาง |
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียง | | | | | | | | | | ลักษณะทางกายภาพของโครงการ |
| ชนิดผิวทาง | | | | | | | | | | ลักษณะทางกายภาพของโครงการ |

ตารางที่ ก-6.2 ตารางประเมินระดับความสำคัญของ**ปัจจัยรอง**การดำเนินการก่อสร้างโครงการในลักษณะ **การก่อสร้างสายทางใหม่** ด้านการเมืองและนโยบาย

| | ระดับความสำคัญ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ปัจจัยเปรียบเทียบด้านซ้าย | ปัจจัยซ้ายสำคัญกว่ามาก | | | | สำคัญเท่ากัน | | | ปัจจัยขวาสำคัญกว่ามาก | | ปัจจัยเปรียบเทียบด้านขวา |
| | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | | | | | | | | | | จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น |
| ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | | | | | | | | | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ |
| จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | | | | | | | | | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ |

ตารางที่ ก-6.3 ตารางประเมินระดับความสำคัญของ**ปัจจัยรอง**การดำเนินการก่อสร้างโครงการในลักษณะ **การก่อสร้างถนนใหม่** ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม

| | ระดับความสำคัญ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ปัจจัยเปรียบเทียบด้านซ้าย | ปัจจัยซ้ายสำคัญกว่ามาก | | | | สำคัญเท่ากัน | | | ปัจจัยขวาสำคัญกว่ามาก | | ปัจจัยเปรียบเทียบด้านขวา |
| | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| การกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | | | | | | | | | | ผลกระทบที่ดินเวนคืน |

ตารางที่ ก-7 ตารางประเมินระดับความสำคัญของการให้**คะแนนปัจจัยรอง**

| | ระดับความสำคัญ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ปัจจัยเปรียบเทียบด้านซ้าย | ปัจจัยซ้ายสำคัญกว่ามาก ◄ | | | | สำคัญเท่ากัน ● | | | | ► ปัจจัยขวาสำคัญกว่ามาก | ปัจจัยเปรียบเทียบด้านขวา |
| | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| พื้นที่พาณิชยกรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรม | | | | | | | | | | พื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการ |
| พื้นที่พาณิชยกรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรม | | | | | | | | | | พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม |
| พื้นที่พาณิชยกรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรม | | | | | | | | | | พื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการ และสิ่งแวดล้อม |
| พื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการ | | | | | | | | | | พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม |
| พื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการ | | | | | | | | | | พื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการ และสิ่งแวดล้อม |
| พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม | | | | | | | | | | พื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการ และสิ่งแวดล้อม |
| ผิวทางคอนกรีต | | | | | | | | | | ผิวทางแอสฟัสท์ |

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

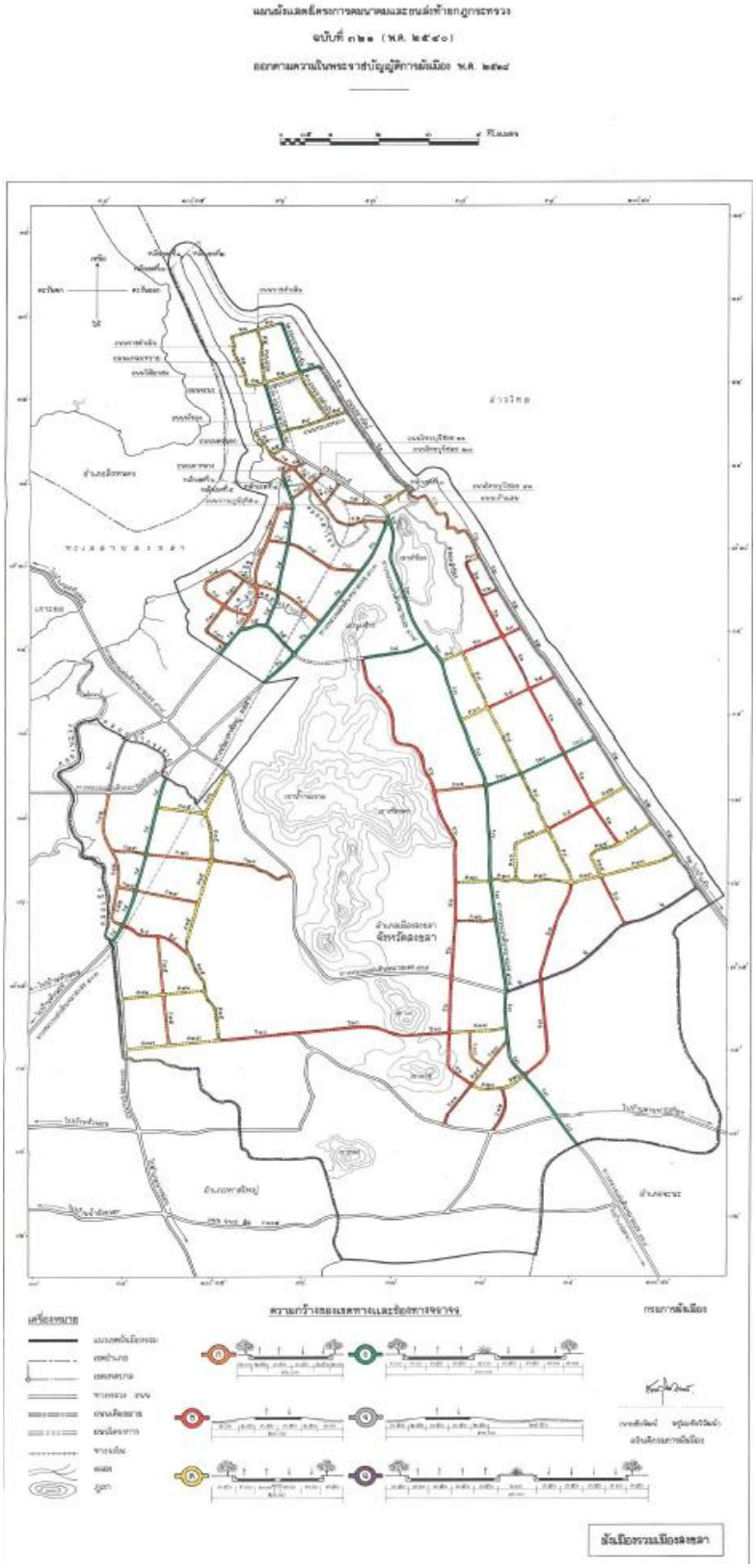
.....

.....

☺☺☺☺ **ขอขอบพระคุณที่ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษานี้** ☺☺☺☺

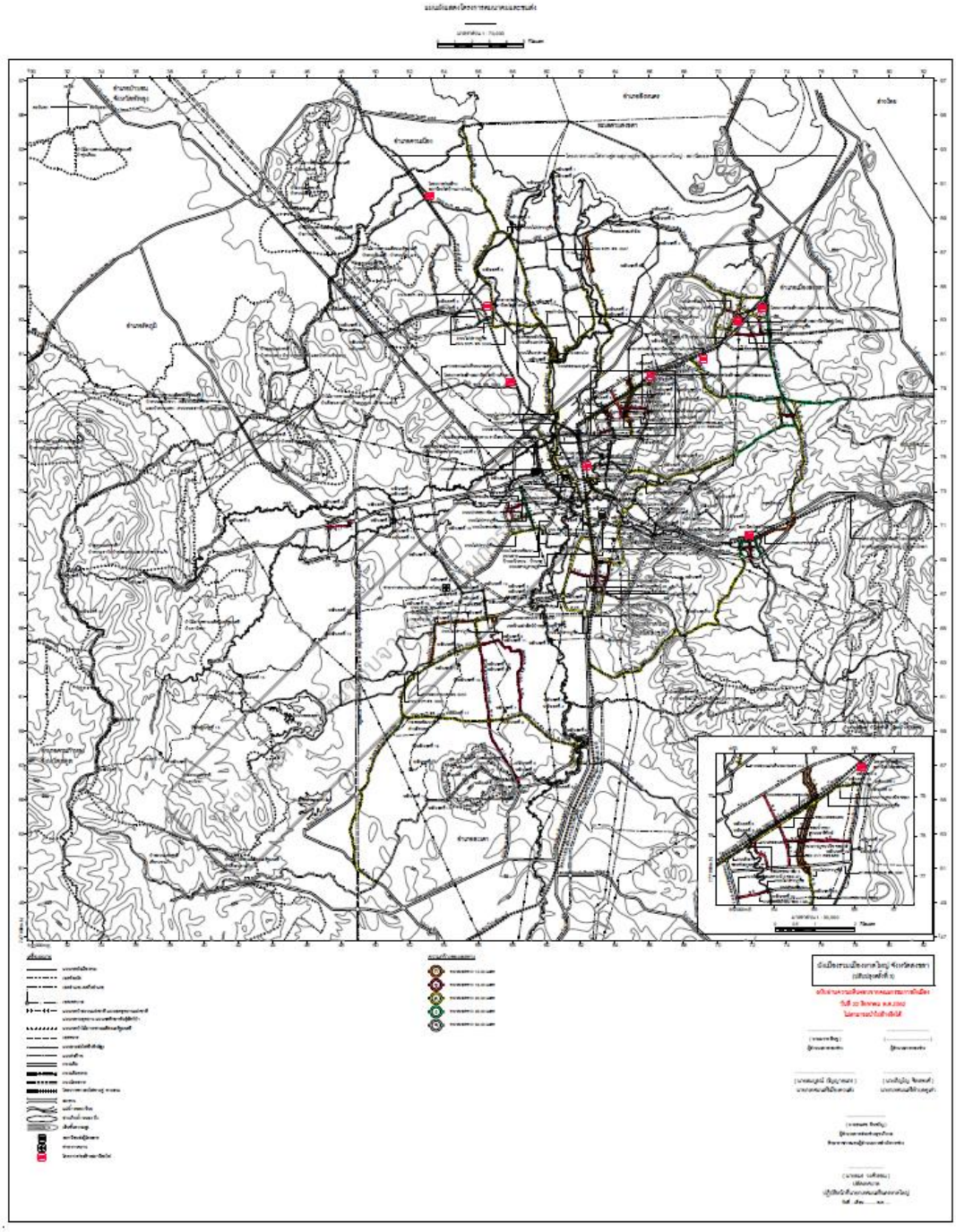
นายธนกฤต อรัญดร นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิศวกรรมขนส่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

# ภาคผนวก ข
# แผนที่ผังเมืองคมนาคมผังเมืองสงขลาในการศึกษานี้



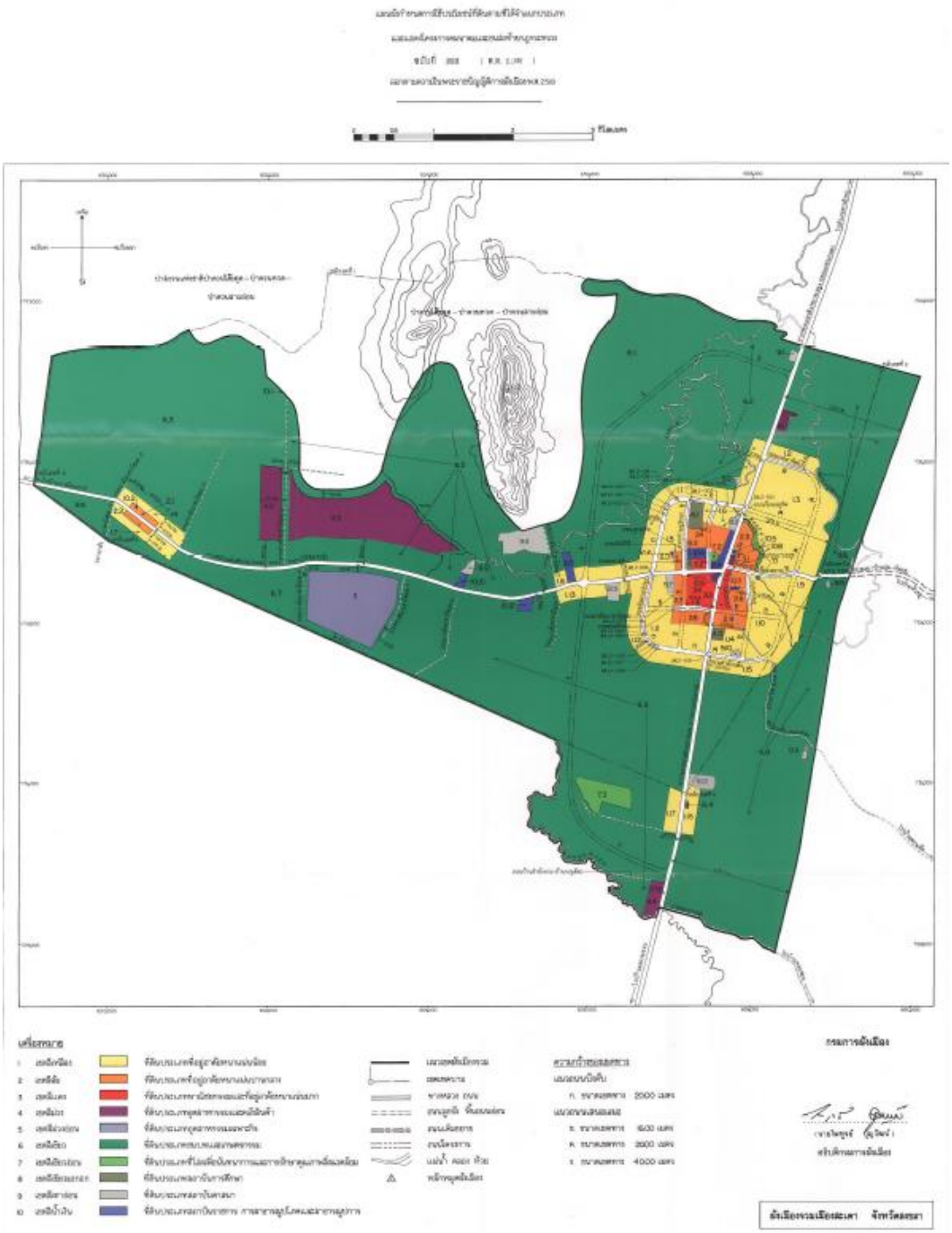

*ที่มา: กฎกระทรวงให้ใช้ผังเมืองรวมเมืองสงขลาจังหวัดสงขลา พ.ศ.2540*

รูปที่ ข-1 แผนผังโครงการคมนาคมและขนส่งของผังเมืองรวมเมืองสงขลา



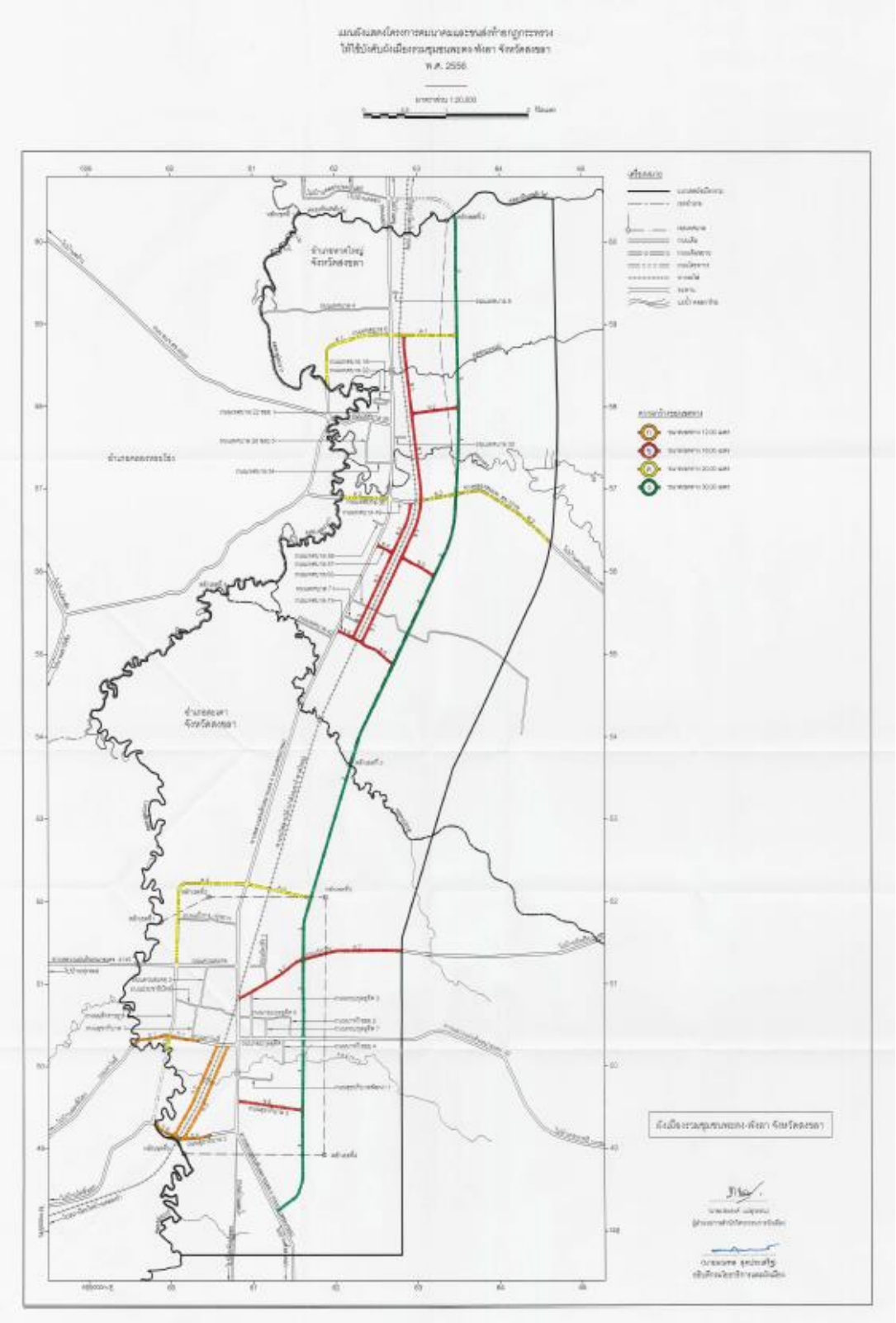
*ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการผังเมือง ณ เดือนสิงหาคม (2562)*

รูปที่ ข-2 แผนผังโครงการคมนาคมและขนส่งของผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่



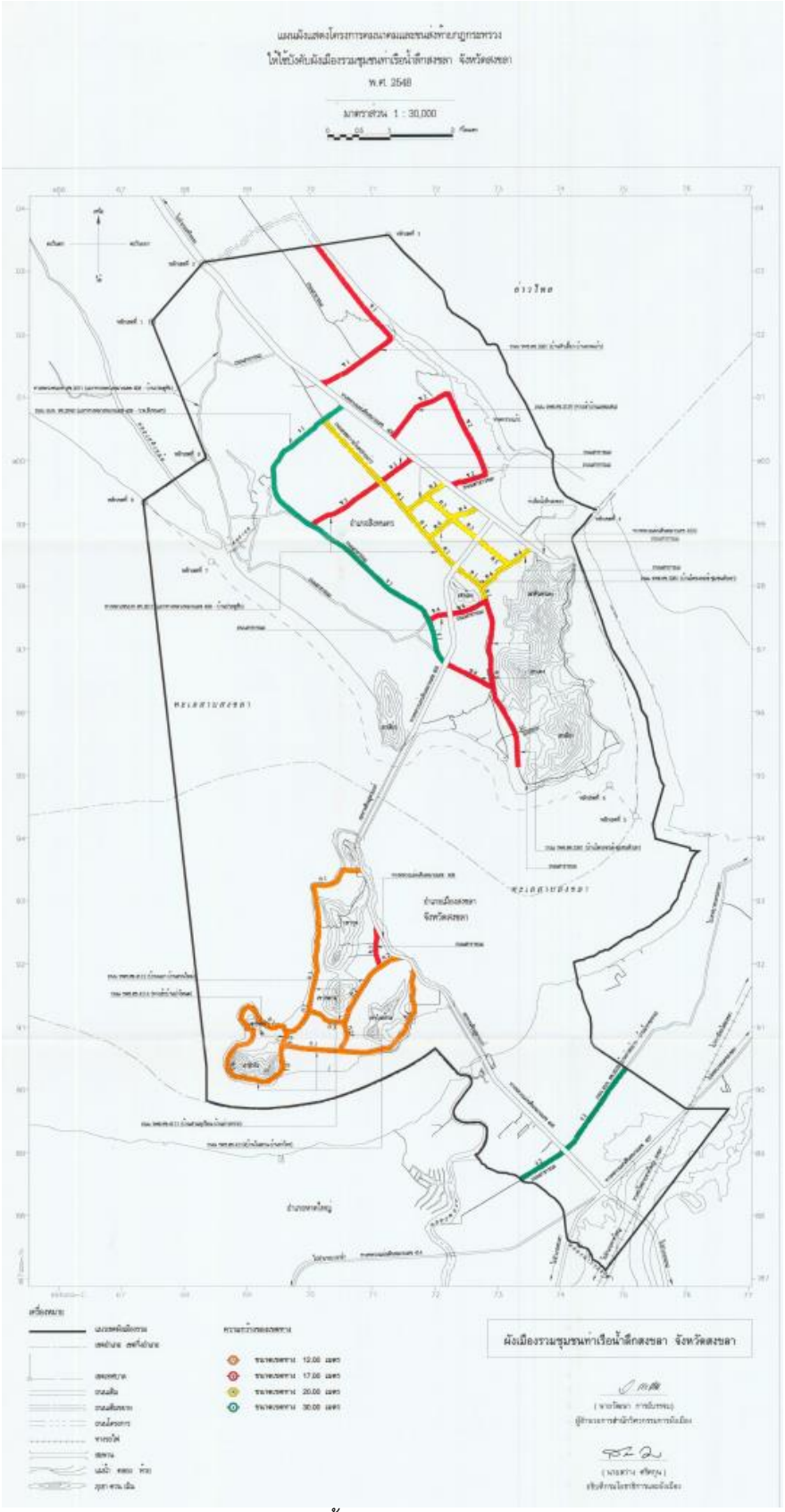
*ที่มา: กฎกระทรวงให้ใช้ผังเมืองรวมเมืองสะเดาจังหวัดสงขลา พ.ศ.2541*

รูปที่ ข-3 แผนผังโครงการคมนาคมและขนส่งของผังเมืองรวมเมืองสะเดา



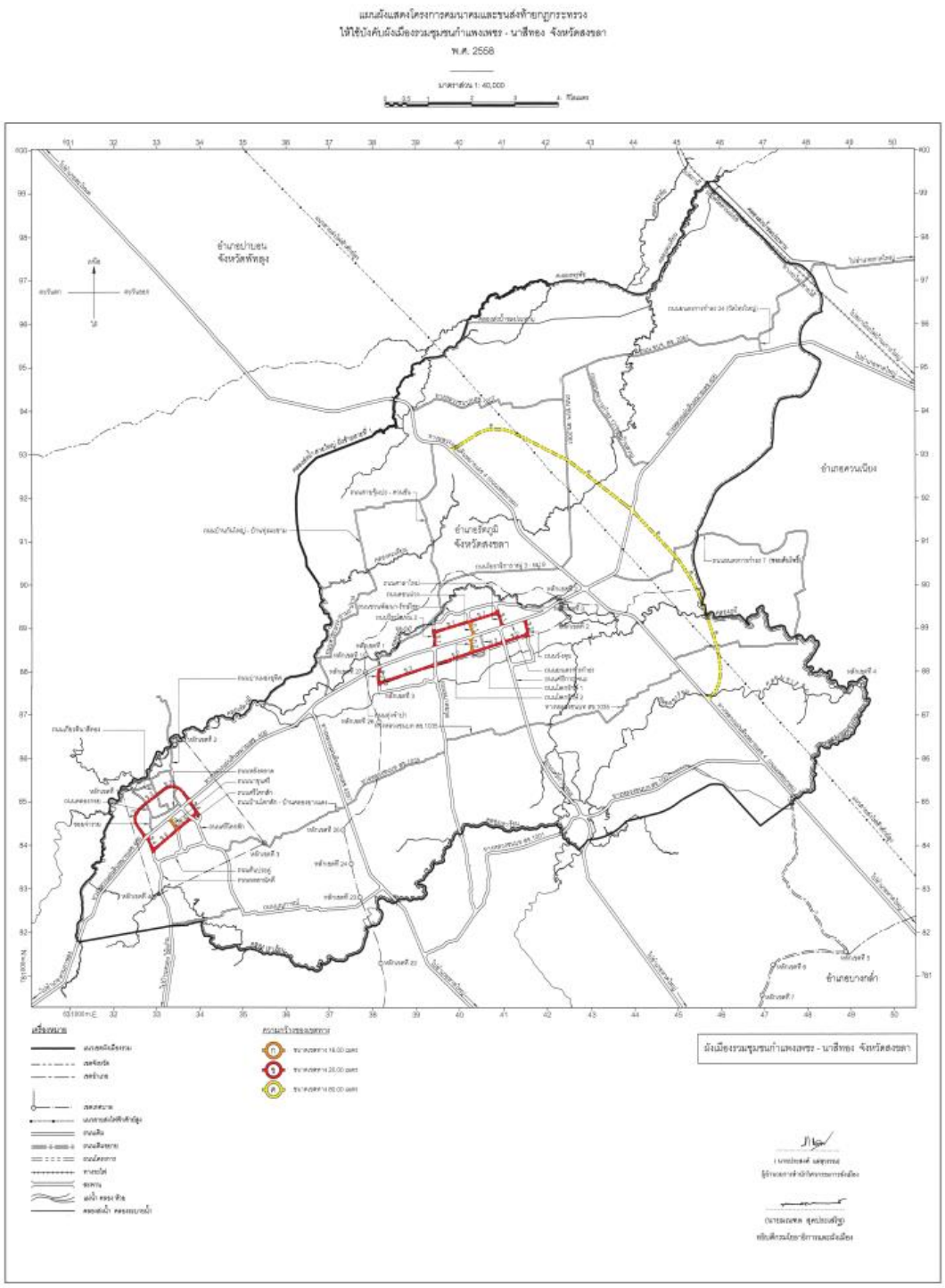
*ที่มา: กฎกระทรวงให้ใช้ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลาจังหวัดสงขลา พ.ศ.2556*

รูปที่ ข-4 แผนผังโครงการคมนาคมและขนส่งของผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา



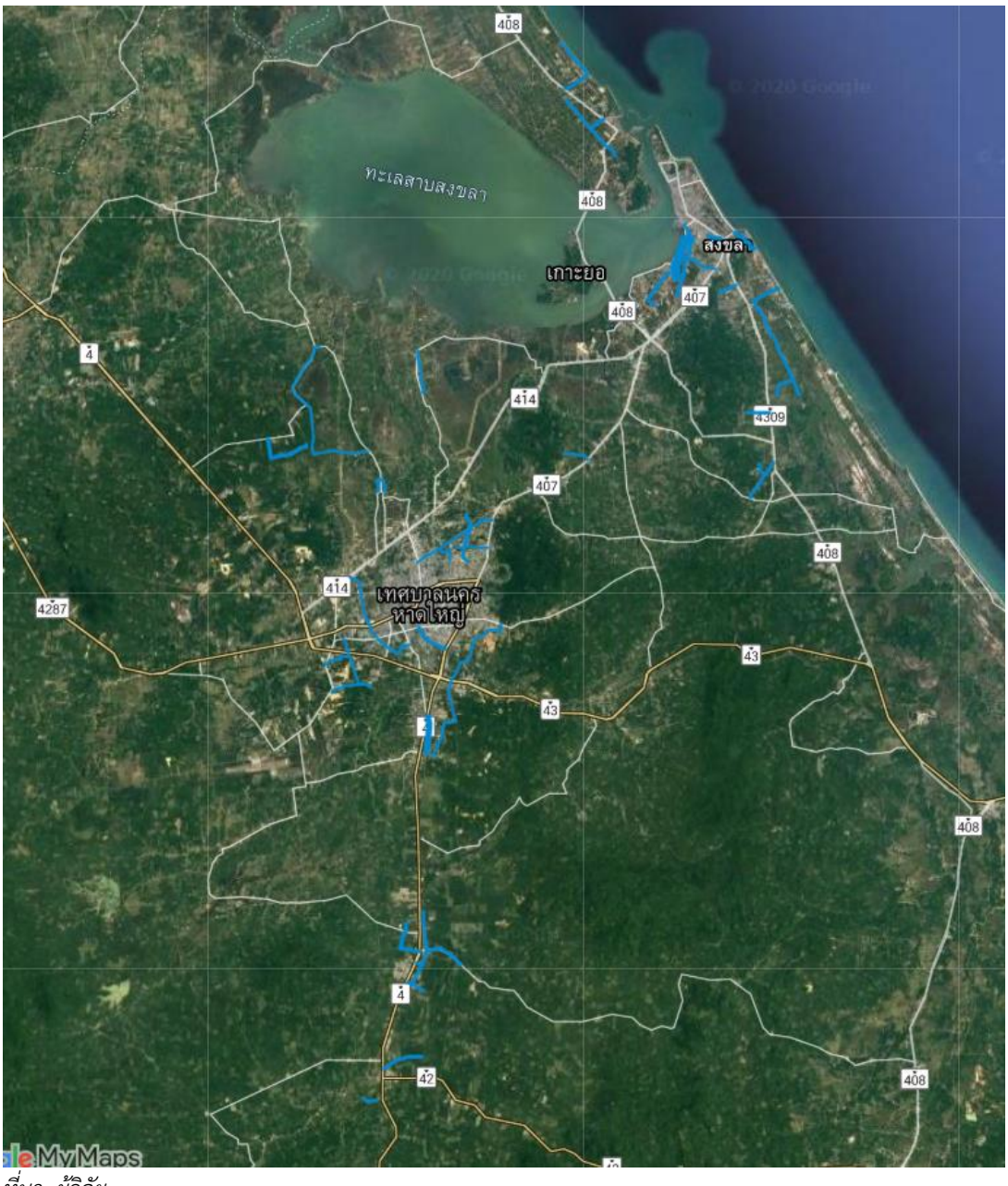

*ที่มา: กฎกระทรวงให้ใช้ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึกจังหวัดสงขลา พ.ศ.2548*

รูปที่ ข-5 แผนผังโครงการคมนาคมและขนส่งของผังเมืองรวมชุมชนชุมชนท่าเรือน้ำลึก



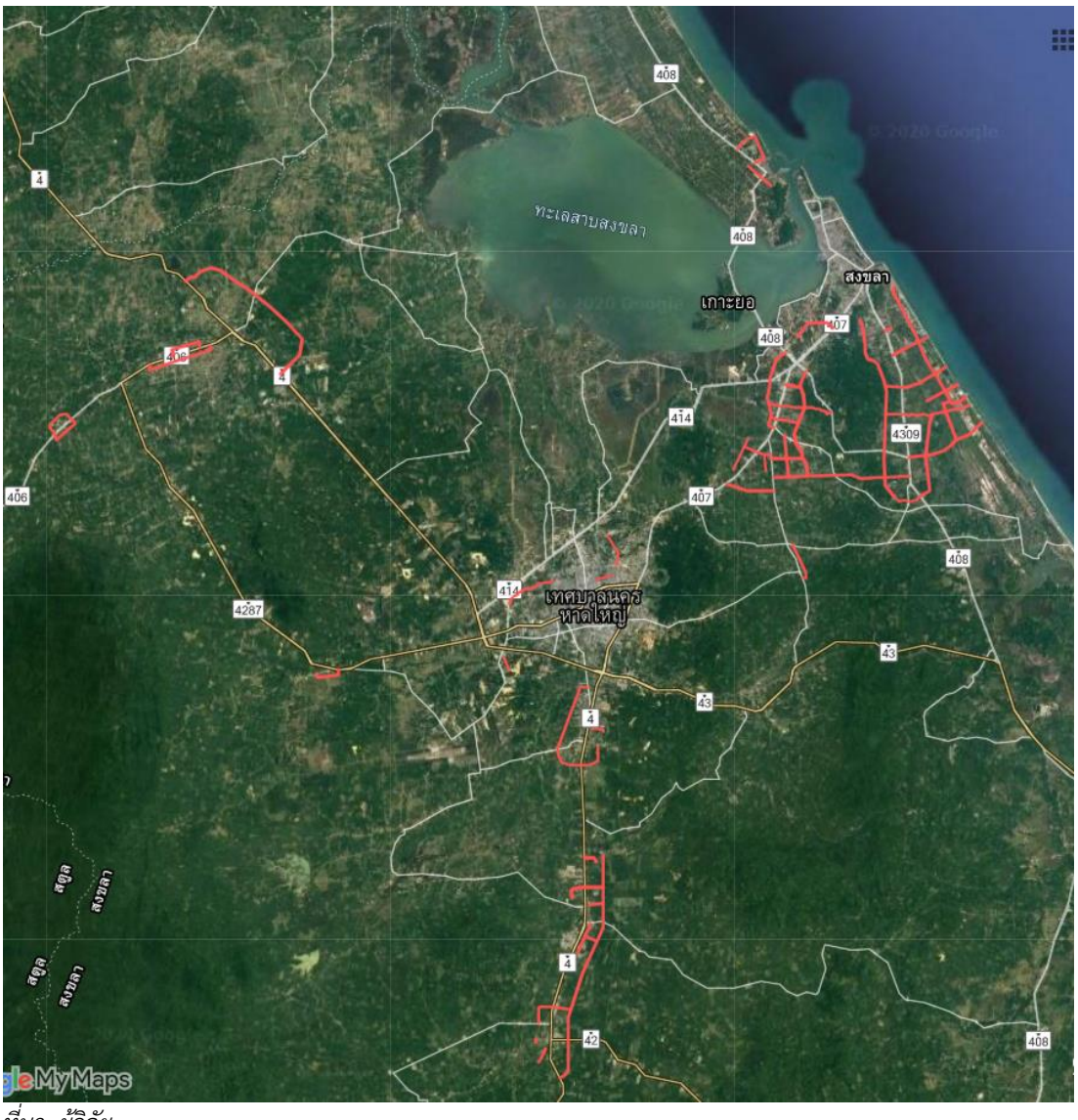

*ที่มา: กฎกระทรวงให้ใช้ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทองจังหวัดสงขลา พ.ศ.2548*

รูปที่ ข-6 แผนผังโครงการคมนาคมและขนส่งของชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ข-7 โครงการถนนปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ในการศึกษานี้




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ข-8 โครงการถนนก่อสร้างใหม่ในการศึกษานี้

# ภาคผนวก ค
# ข้อมูลรายละเอียดของโครงข่าย

ตารางที่ ค-1-1 รายละเอียดโครงการถนนการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

| ชื่อถนนผังเมือง | อำเภอ | จังหวัด | ราคาทั้งหมด (ลบ) | จักรยานยนต์ (คัน) | รถยนต์ (คัน) | รถตู้ (คัน) | รถโดยสารขนาดใหญ่และรถ 6 ล้อ (คัน) | รถใหญ่ (คัน) | สัดส่วนรถใหญ่ (เปอร์เซ็นต์) | สัดส่วนจักยานยนต์ (เปอร์เซ็นต์) | ปริมาณการจราจร Peak (PCU/ชม.) | ความเร็ว (กม./ชม.) | ระยะทาง (กิโลเมตร) | ความกว้าง ในแบบ (เมตร) | ความกว้าง จริง (เมตร) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ถนนผังเมืองสาย ก.6 | เมือง | สงขลา | 35.31 | 383 | 157 | 2 | 0 | 0 | 0.000 | 70.664 | 287.539 | 25.00 | 1.790 | 16.000 | 10.000 |
| ก5 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 26.52 | 130 | 64 | 3 | 0 | 0 | 0.000 | 65.990 | 111.790 | 28.00 | 0.687 | 16.000 | 7.000 |
| ก7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 37.71 | 481 | 846 | 5 | 8 | 17 | 1.253 | 35.446 | 1072.973 | 59.00 | 2.270 | 16.000 | 14.000 |
| ก8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 102.41 | 127 | 118 | 0 | 2 | 0 | 0.000 | 51.417 | 164.491 | 25.28 | 2.000 | 16.000 | 7.000 |
| ก10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 95.84 | 320 | 203 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 61.185 | 309.560 | 41.44 | 2.290 | 16.000 | 7.000 |
| ก16 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 20.27 | 36 | 31 | 0 | 2 | 0 | 0.000 | 52.174 | 47.188 | 40.00 | 1.130 | 16.000 | 7.000 |
| ก17 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 30.67 | 97 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 65.986 | 82.301 | 38.00 | 1.450 | 16.000 | 7.000 |
| ข3 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 21.57 | 62 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 65.263 | 53.646 | 29.00 | 1.470 | 20.000 | 8.000 |
| ข11 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 14.81 | 87 | 35 | 0 | 2 | 0 | 0.000 | 70.161 | 68.171 | 40.00 | 0.771 | 20.000 | 6.000 |
| ค9 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 93.94 | 125 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 69.832 | 95.625 | 28.00 | 5.590 | 20.000 | 7.000 |
| ค11 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 20.05 | 30 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 68.182 | 23.990 | 27.00 | 1.340 | 20.000 | 7.000 |
| ค19 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 17.73 | 82 | 36 | 0 | 1 | 0 | 0.000 | 68.908 | 65.406 | 40.00 | 0.728 | 20.000 | 6.000 |
| ง4 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 139.02 | 620 | 533 | 0 | 7 | 10 | 0.855 | 52.991 | 779.160 | 57.14 | 3.760 | 30.000 | 25.000 |
| ง8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 51.94 | 104 | 62 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 62.651 | 96.632 | 43.00 | 0.926 | 30.000 | 14.000 |
| ข1 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | สิงหนคร | สงขลา | 38.93 | 238 | 263 | 0 | 0 | 21 | 4.023 | 45.594 | 394.754 | 46.80 | 3.530 | 17.000 | 17.000 |
| ค1 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | สิงหนคร | สงขลา | 79.46 | 236 | 135 | 0 | 0 | 4 | 1.067 | 62.933 | 223.588 | 52.00 | 3.930 | 20.000 | 10.000 |
| ค2 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | สิงหนคร | สงขลา | 25.35 | 80 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 80.000 | 46.640 | 26.00 | 0.789 | 20.000 | 7.000 |
| ก2 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | รัตภูมิ | สงขลา | 6.79 | 36 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 60.000 | 35.988 | 42.50 | 0.283 | 16.000 | 8.000 |
| ก3 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | รัตภูมิ | สงขลา | 4.16 | 46 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 74.194 | 31.318 | 29.17 | 0.282 | 16.000 | 7.000 |
| ก4 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | สะเดา | สงขลา | 9.30 | 55 | 15 | 2 | 0 | 0 | 0.000 | 76.389 | 36.315 | 28.23 | 0.751 | 12.000 | 7.000 |
| ข1 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | สงขลา | 72.77 | 286 | 50 | 3 | 0 | 0 | 0.000 | 84.366 | 149.738 | 25.72 | 3.920 | 16.000 | 7.000 |
| ข4 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | สงขลา | 6.89 | 10 | 12 | 0 | 0 | 1 | 4.348 | 43.478 | 17.830 | 20.00 | 0.238 | 16.000 | 7.000 |
| ข6 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | สงขลา | 23.20 | 105 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 73.427 | 72.965 | 27.89 | 0.989 | 16.000 | 10.000 |
| ข7 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | สะเดา | สงขลา | 30.23 | 144 | 106 | 1 | 2 | 4 | 1.556 | 56.031 | 169.652 | 27.72 | 2.120 | 16.000 | 8.000 |
| ค2 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | สงขลา | 15.86 | 152 | 120 | 0 | 1 | 8 | 2.847 | 54.093 | 192.716 | 36.00 | 0.551 | 20.000 | 10.000 |
| ค3 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | สงขลา | 40.97 | 414 | 281 | 5 | 1 | 3 | 0.426 | 58.807 | 435.962 | 48.28 | 2.010 | 20.000 | 10.000 |
| ก1 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 40.66 | 70 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 85.366 | 35.310 | 22.00 | 2.370 | 12.000 | 8.000 |
| ก3 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 13.59 | 22 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 61.111 | 21.326 | 24.00 | 0.801 | 12.000 | 7.000 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

ตารางที่ ค-1-1 รายละเอียดโครงการถนนการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ (ต่อ)

| ชื่อถนนผังเมือง | อำเภอ | จังหวัด | ราคาทั้งหมด (ลบ) | จักรยานยนต์ (คัน) | รถยนต์ (คัน) | รถตู้ (คัน) | รถโดยสารขนาดใหญ่และรถ 6 ล้อ (คัน) | รถใหญ่ (คัน) | สัดส่วนรถใหญ่ (เปอร์เซ็นต์) | สัดส่วนจักยานยนต์ (เปอร์เซ็นต์) | ปริมาณการจราจร Peak (PCU/ชม.) | ความเร็ว (กม./ชม.) | ระยะทาง (กิโลเมตร) | ความกว้าง ในแบบ (เมตร) | ความกว้าง จริง (เมตร) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก4 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 9.40 | 54 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 57.447 | 57.982 | 25.00 | 0.737 | 12.000 | 7.000 |
| ก5 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 37.82 | 337 | 182 | 0 | 6 | 0 | 0.000 | 64.190 | 306.821 | 39.00 | 2.670 | 12.000 | 8.000 |
| ก6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 37.67 | 295 | 246 | 0 | 4 | 0 | 0.000 | 54.128 | 352.635 | 42.50 | 2.680 | 12.000 | 8.000 |
| ข5 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 15.18 | 283 | 151 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 65.207 | 245.239 | 26.65 | 1.090 | 16.000 | 12.000 |
| ข6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 24.91 | 185 | 72 | 0 | 0 | 1 | 0.388 | 71.705 | 136.105 | 34.00 | 1.640 | 16.000 | 14.000 |
| ข9 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 35.16 | 63 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 60.000 | 62.979 | 26.00 | 1.440 | 16.000 | 7.000 |
| ข14 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 33.50 | 188 | 100 | 2 | 1 | 4 | 1.356 | 63.729 | 177.704 | 36.00 | 1.910 | 16.000 | 14.000 |
| ข15 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 31.95 | 30 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 62.500 | 27.990 | 20.50 | 1.940 | 16.000 | 7.000 |
| ค2 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 130.67 | 130 | 153 | 0 | 0 | 4 | 1.394 | 45.296 | 206.290 | 50.08 | 9.430 | 20.000 | 16.000 |
| ค9 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 42.06 | 42 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 73.684 | 28.986 | 25,4 | 1.340 | 20.000 | 7.000 |
| ค11 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 195.52 | 314 | 247 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 55.971 | 351.562 | 35.30 | 4.500 | 20.000 | 10.000 |
| ค20 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 158.66 | 174 | 449 | 5 | 10 | 2 | 0.313 | 27.188 | 540.442 | 36.00 | 7.410 | 20.000 | 12.000 |
| ค22 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 64.17 | 431 | 387 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 52.689 | 530.523 | 24.23 | 1.910 | 20.000 | 12.000 |
| ค25 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 43.83 | 26 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 52.000 | 32.658 | 28.71 | 2.420 | 20.000 | 7.000 |
| ค32 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 29.19 | 57 | 20 | 0 | 0 | 1 | 1.282 | 73.077 | 41.481 | 38.00 | 1.720 | 20.000 | 7.000 |
| ง4 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 85.53 | 16 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 66.667 | 13.328 | 24.00 | 2.470 | 25.000 | 10.000 |
| จ1 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 47.34 | 104 | 112 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 48.148 | 146.632 | 33.09 | 3.090 | 30.000 | 8.000 |
| จ4 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 371.81 | 70 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 69.307 | 54.310 | 21.00 | 5.910 | 30.000 | 7.000 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

ตารางที่ ค-1-2 รายละเอียดโครงการถนนการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

| ชื่อถนนผังเมือง | ผิวทาง | ระดับการให้บริการ | จำนวนความถี่อุบัติเหตุ (ครั้ง) | อัตราส่วนความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ | ลักษณะพื้นที่สายทางผ่าน | จุดเชื่อมต่อโครงข่าย (จุด) | ความจำเป็นเร่งด่วน | ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | จำนวนแปลงที่ดินที่ได้รับผลกระทบเฉลี่ย (แปลง ต่อ กม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก6 ถนนผังเมืองรวมสงขลา | แอสฟัลท์ | B | 2 | 0.005 | อยู่อาศัย ราชการ | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 212.849 |
| ก5 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | แอสฟัลท์ | A | 0 | 0.001 | อุตสาหกรรม พาณิช | 4 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 176.128 |
| ก7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | แอสฟัลท์ | A | 2 | 10.904 | อยู่อาศัย ราชการ | 16 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 144.493 |
| ก8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | คอนกรีต | B | 1 | 0.081 | อยู่อาศัย ราชการ | 6 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 147.500 |
| ก10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | แอสฟัลท์ | A | 0 | 1.430 | อยู่อาศัย ราชการ | 10 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 0.437 |
| ก16 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | แอสฟัลท์ | A | 0 | 0.001 | อยู่อาศัย ราชการ | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 73.451 |
| ก17 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | คอนกรีต | B | 0 | 0.134 | อุตสาหกรรม พาณิช | 4 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 61.379 |
| ข3 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | แอสฟัลท์ | A | 0 | 0.001 | อุตสาหกรรม พาณิช | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 71.429 |
| ข11 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | คอนกรีต | A | 0 | 0.001 | ชนบท เกษตร | 1 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 118.029 |
| ค9 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | แอสฟัลท์ | B | 1 | 0.004 | อุตสาหกรรม พาณิช | 9 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 118.247 |
| ค11 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | แอสฟัลท์ | D | 0 | 0.001 | อยู่อาศัย ราชการ | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 136.567 |
| ค19 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | คอนกรีต | A | 0 | 0.002 | อยู่อาศัย ราชการ | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 35.714 |
| ง4 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | แอสฟัลท์ | A | 5 | 0.593 | อุตสาหกรรม พาณิช | 26 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 167.553 |
| ง8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | คอนกรีต | A | 0 | 0.001 | อยู่อาศัย ราชการ | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 118.790 |
| ข1 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | แอสฟัลท์ | A | 0 | 1.592 | อยู่อาศัย ราชการ | 8 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 87.535 |
| ค1 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | แอสฟัลท์ | A | 0 | 0.019 | อยู่อาศัย ราชการ | 13 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 193.384 |
| ค2 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | คอนกรีต | D | 0 | 0.226 | อุตสาหกรรม พาณิช | 5 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 195.184 |
| ก2 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | แอสฟัลท์ | A | 0 | 0.003 | อยู่อาศัย ราชการ | 2 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 208.481 |
| ก3 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | แอสฟัลท์ | B | 0 | 0.003 | อยู่อาศัย ราชการ | 1 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 287.234 |
| ก4 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | แอสฟัลท์ | C | 0 | 0.001 | อยู่อาศัย ราชการ | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 31.957 |
| ข1 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | แอสฟัลท์ | D | 1 | 2.202 | อยู่อาศัย ราชการ | 9 | ใช่ | ไม่กระทบ | 76.276 |
| ข4 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | คอนกรีต | D | 0 | 0.010 | อยู่อาศัย ราชการ | 2 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 46.218 |
| ข6 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | คอนกรีต | B | 0 | 0.385 | อยู่อาศัย ราชการ | 5 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 126.390 |
| ข7 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | แอสฟัลท์ | C | 0 | 0.004 | อุตสาหกรรม พาณิช | 5 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 43.868 |
| ค2 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | คอนกรีต | A | 1 | 0.062 | ชนบท เกษตร | 2 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 34.483 |
| ค3 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | แอสฟัลท์ | B | 0 | 0.016 | อยู่อาศัย ราชการ | 5 | ใช่ | ไม่กระทบ | 63.184 |
| ก1 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | คอนกรีต | E | 0 | 0.083 | อยู่อาศัย ราชการ | 12 | ใช่ | ไม่กระทบ | 86.920 |
| ก3 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | คอนกรีต | C | 0 | 0.000 | อยู่อาศัย ราชการ | 5 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 133.583 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

ตารางที่ ค-1-2 รายละเอียดโครงการถนนการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ (ต่อ)

| ชื่อถนนผังเมือง | ผิวทาง | ระดับการให้บริการ | จำนวนความถี่อุบัติเหตุ (ครั้ง) | อัตราส่วนความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ | ลักษณะพื้นที่สายทางผ่าน | จุดเชื่อมต่อโครงข่าย (จุด) | ความจำเป็นเร่งด่วน | ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | จำนวนแปลงที่ดินที่ได้รับผลกระทบเฉลี่ย (แปลง ต่อ กม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก4 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | แอสฟัลท์ | B | 0 | 0.001 | อยู่อาศัย ราชการ | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 120.760 |
| ก5 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | แอสฟัลท์ | A | 2 | 0.304 | อยู่อาศัย ราชการ | 12 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 146.067 |
| ก6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | แอสฟัลท์ | A | 0 | 0.299 | อยู่อาศัย ราชการ | 11 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 80.597 |
| ข5 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | แอสฟัลท์ | A | 1 | 0.005 | อยู่อาศัย ราชการ | 6 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 171.560 |
| ข6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | แอสฟัลท์ | A | 0 | 2.323 | อยู่อาศัย ราชการ | 6 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 225.610 |
| ข9 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | คอนกรีต | C | 0 | 0.023 | อุตสาหกรรม พาณิช | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 109.028 |
| ข14 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | คอนกรีต | A | 0 | 0.683 | อุตสาหกรรม พาณิช | 6 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 118.325 |
| ข15 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | แอสฟัลท์ | E | 0 | 0.194 | อุตสาหกรรม พาณิช | 6 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 269.600 |
| ค2 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | แอสฟัลท์ | A | 0 | 0.046 | ชนบท เกษตร | 20 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 60.445 |
| ค9 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | คอนกรีต | B | 0 | 0.127 | อยู่อาศัย ราชการ | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 49.254 |
| ค11 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | แอสฟัลท์ | A | 0 | 1.173 | อยู่อาศัย ราชการ | 17 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 80.000 |
| ค20 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | แอสฟัลท์ | A | 0 | 2.866 | อยู่อาศัย ราชการ | 21 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 105.668 |
| ค22 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | แอสฟัลท์ | B | 0 | 0.639 | อุตสาหกรรม พาณิช | 5 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 119.372 |
| ค25 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | แอสฟัลท์ | C | 0 | 0.025 | อยู่อาศัย ราชการ | 6 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 79.339 |
| ค32 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | แอสฟัลท์ | A | 0 | 0.179 | ชนบท เกษตร | 4 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 53.488 |
| ง4 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | คอนกรีต | D | 0 | 0.012 | อุตสาหกรรม พาณิช | 6 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 59.514 |
| จ1 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | แอสฟัลท์ | A | 0 | 0.863 | อุตสาหกรรม พาณิช | 4 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 50.162 |
| จ4 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | แอสฟัลท์ | E | 0 | 0.002 | อยู่อาศัย ราชการ | 7 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 64.129 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

ตารางที่ ค-2 คะแนนของโครงการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

| ชื่อถนนผังเมือง | ปริมาณจราจรช่วงวิกฤต | ระดับการให้บริการ | ชนิดผิวทาง | จำนวนอุบัติเหตุ | ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่สายทางผ่าน | จุดเชื่อมต่อโครงข่ายอื่น | ความจำเป็นเร่งด่วนของสายทาง | ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | ผลกระทบที่ดินเวนคืน | คะแนนรวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก6 ถนนผังเมืองรวมสงขลา | 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 66.996 |
| ก5 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 52.792 |
| ก7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 87.496 |
| ก8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 61.567 |
| ก10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 5 | 82.124 |
| ก16 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 4 | 51.692 |
| ก17 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 57.092 |
| ข3 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 52.024 |
| ข11 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 46.358 |
| ค9 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 | 59.195 |
| ค11 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 54.931 |
| ค19 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 5 | 52.860 |
| ง4 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 79.914 |
| ง8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 4 | 51.526 |
| ข1 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | 5 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 79.163 |
| ค1 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 2 | 2 | 60.686 |
| ค2 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 56.997 |
| ก2 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 49.024 |
| ก3 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 47.587 |
| ก4 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 5 | 56.075 |
| ข1 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 3 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 87.291 |
| ข4 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 5 | 55.330 |
| ข6 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 59.155 |
| ข7 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 5 | 62.237 |
| ค2 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 5 | 57.543 |
| ค3 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 66.990 |
| ก1 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 62.514 |
| ก3 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 52.765 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

ตารางที่ ค-2 คะแนนของโครงการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ (ต่อ)

| ชื่อถนนผังเมือง | ปริมาณจราจรช่วงวิกฤต | ระดับการให้บริการ | ชนิดผิวทาง | จำนวนอุบัติเหตุ | ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่สายทางผ่าน | จุดเชื่อมต่อโครงข่ายอื่น(จุด) | ความจำเป็นเร่งด่วนของสายทาง | ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | ผลกระทบที่ดินเวนคืน | คะแนนรวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก4 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 4 | 55.318 |
| ก5 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 5 | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 75.872 |
| ก6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 69.166 |
| ข5 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 5 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 64.413 |
| ข6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 1 | 2 | 2 | 72.291 |
| ข9 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 52.804 |
| ข14 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 4 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 | 67.210 |
| ข15 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 59.456 |
| ค2 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 59.814 |
| ค9 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 5 | 58.094 |
| ค11 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 5 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 80.790 |
| ค20 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 5 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 80.790 |
| ค22 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 5 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 | 73.105 |
| ค25 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 56.368 |
| ค32 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 5 | 55.298 |
| ง4 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 5 | 55.187 |
| จ1 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 5 | 67.084 |
| จ4 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 2 | 5 | 2 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 61.518 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

ตารางที่ ค-3 รายละเอียดโครงการก่อสร้างใหม่

| ชื่อถนนผังเมือง | อำเภอ | จังหวัด | ปริมาณการจราจร Peak (PCU/ชม.) | ระยะทาง (กิโลเมตร) | ความกว้าง (เมตร) | ผิวทาง | งบประมาณโครงการ (ลบ.) | สายทางตั้งอยู่ในพื้นที่ | จุดเชื่อมต่อโครงข่าย (จุด) | ความจำเป็นเร่งด่วน | ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | จำนวนแปลงที่ดินที่ได้รับผลกระทบเฉลี่ย (แปลง ต่อ กม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก11 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 777.62 | 0.967 | 16.000 | คอนกรีต | 20.26 | อยู่อาศัย ราชการ | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 97.21 |
| ก12 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 3775.93 | 2.910 | 16.000 | คอนกรีต | 93.58 | อยู่อาศัย ราชการ | 8 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 154.30 |
| ก13 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 1861.82 | 3.710 | 16.000 | คอนกรีต | 86.14 | อยู่อาศัย ราชการ | 6 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 153.10 |
| ก14 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 3775.93 | 1.600 | 16.000 | คอนกรีต | 36.17 | อยู่อาศัย ราชการ | 5 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 63.13 |
| ก15 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 604.37 | 2.330 | 16.000 | คอนกรีต | 49.15 | อยู่อาศัย ราชการ | 6 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 51.07 |
| ข1 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 649.52 | 7.380 | 20.000 | คอนกรีต | 158.16 | อุตสาหกรรม พาณิช | 11 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 61.25 |
| ข4 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 649.52 | 1.590 | 20.000 | คอนกรีต | 36.02 | อุตสาหกรรม พาณิช | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 160.38 |
| ข5 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 649.52 | 1.130 | 20.000 | คอนกรีต | 20.81 | อยู่อาศัย ราชการ | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 20.35 |
| ข6 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 777.62 | 10.700 | 20.000 | คอนกรีต | 257.39 | อยู่อาศัย ราชการ | 30 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 52.99 |
| ข7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 214.083 | 4.980 | 20.000 | คอนกรีต | 107.47 | อยู่อาศัย ราชการ | 8 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 52.81 |
| ข8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 214.083 | 1.720 | 20.000 | คอนกรีต | 31.12 | อยู่อาศัย ราชการ | 2 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 50.58 |
| ข10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 248.597 | 4.450 | 20.000 | คอนกรีต | 89.83 | ชนบท เกษตร | 5 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 69.89 |
| ค8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 53.646 | 0.307 | 20.000 | คอนกรีต | 8.07 | อยู่อาศัย ราชการ | 2 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 159.61 |
| ค10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 95.625 | 0.578 | 20.000 | คอนกรีต | 21.06 | อยู่อาศัย ราชการ | 2 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 354.67 |
| ค12 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 649.52 | 0.805 | 20.000 | คอนกรีต | 19.61 | อุตสาหกรรม พาณิช | 2 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 198.76 |
| ค13 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 214.083 | 4.880 | 20.000 | คอนกรีต | 177.44 | อุตสาหกรรม พาณิช | 6 | ใช่ | ไม่กระทบ | 85.04 |
| ค14 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 214.083 | 1.850 | 20.000 | คอนกรีต | 43.29 | อุตสาหกรรม พาณิช | 4 | ใช่ | ไม่กระทบ | 112.97 |
| ค15 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 248.597 | 6.290 | 20.000 | คอนกรีต | 189.85 | อยู่อาศัย ราชการ | 11 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 63.28 |
| ค16 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 248.597 | 0.947 | 20.000 | คอนกรีต | 22.88 | อยู่อาศัย ราชการ | 4 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 163.67 |
| ค16 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 248.597 | 1.740 | 20.000 | คอนกรีต | 53.51 | อยู่อาศัย ราชการ | 4 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 33.33 |
| ค17 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 248.597 | 1.900 | 20.000 | คอนกรีต | 56.15 | อุตสาหกรรม พาณิช | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 39.47 |
| ค18 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 82.301 | 1.400 | 20.000 | คอนกรีต | 41.91 | อุตสาหกรรม พาณิช | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 71.43 |
| ค20 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 82.301 | 1.620 | 20.000 | คอนกรีต | 49.70 | อยู่อาศัย ราชการ | 4 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 120.37 |
| ง5 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 417.169 | 2.430 | 30.000 | คอนกรีต | 178.56 | อยู่อาศัย ราชการ | 7 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 155.14 |
| ง10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 649.52 | 2.690 | 30.000 | คอนกรีต | 66.75 | อยู่อาศัย ราชการ | 4 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 83.64 |
| จ3 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 231.078 | 1.840 | 30.000 | คอนกรีต | 82.46 | ชนบท เกษตร | 3 | ไม่ใช่ | ไม่กระทบ | 208.70 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

ตารางที่ ค-3 รายละเอียดโครงการการก่อสร้างใหม่ (ต่อ)

| ชื่อถนนผังเมือง | อำเภอ | จังหวัด | ปริมาณการจราจร Peak (PCU/ชม.) | ระยะทาง (กิโลเมตร) | ความกว้าง (เมตร) | ผิวทาง | งบประมาณโครงการ (ลบ.) | สายทางตั้งอยู่ในพื้นที่ | จุดเชื่อมต่อโครงข่าย (จุด) | ความจำเป็นเร่งด่วน | ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | จำนวนแปลงที่ดินที่ได้รับผลกระทบเฉลี่ย (แปลง ต่อ กม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ฉ ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | เมือง | สงขลา | 649.52 | 4.720 | 40.000 | คอนกรีต | 129.60 | อยู่อาศัย ราชการ | 7 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 60.38 |
| ข2 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | สิงหนคร | สงขลา | 79.979 | 3.240 | 17.000 | คอนกรีต | 79.17 | อุตสาหกรรม พาณิช | 4 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 61.42 |
| ค3 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | สิงหนคร | สงขลา | 46.64 | 1.030 | 20.000 | คอนกรีต | 38.97 | อุตสาหกรรม พาณิช | 6 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 235.92 |
| ค5 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | สิงหนคร | สงขลา | 142.292 | 0.650 | 20.000 | คอนกรีต | 23.99 | อยู่อาศัย ราชการ | 4 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 230.77 |
| ข1 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | รัตภูมิ | สงขลา | 74.642 | 2.230 | 20.000 | คอนกรีต | 51.61 | อยู่อาศัย ราชการ | 10 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 96.86 |
| ข2 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | รัตภูมิ | สงขลา | 23.322 | 4.220 | 20.000 | คอนกรีต | 103.45 | อยู่อาศัย ราชการ | 10 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 102.61 |
| ข3 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | รัตภูมิ | สงขลา | 29.984 | 2.130 | 20.000 | คอนกรีต | 42.40 | อยู่อาศัย ราชการ | 5 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 46.01 |
| ข4 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | รัตภูมิ | สงขลา | 38.648 | 1.980 | 20.000 | คอนกรีต | 53.04 | อยู่อาศัย ราชการ | 6 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 82.90 |
| ค ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | รัตภูมิ | สงขลา | 1539.16 | 10.700 | 20.000 | คอนกรีต | 378.37 | ชนบท เกษตร | 8 | มีความจำเป็นเร่งด่วน | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 36.36 |
| ก3 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | สะเดา | สงขลา | 36.315 | 0.797 | 12.000 | คอนกรีต | 16.85 | อยู่อาศัย ราชการ | 1 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 5.02 |
| ข2 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | สงขลา | 149.738 | 0.735 | 16.000 | คอนกรีต | 17.13 | อยู่อาศัย ราชการ | 2 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 4.08 |
| ข3 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | สงขลา | 149.738 | 1.820 | 16.000 | คอนกรีต | 51.12 | อยู่อาศัย ราชการ | 8 | มีความจำเป็นเร่งด่วน | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 81.87 |
| ข5 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | สงขลา | 149.738 | 0.638 | 16.000 | คอนกรีต | 14.84 | อยู่อาศัย ราชการ | 2 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 65.83 |
| ค1 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | หาดใหญ่ | สงขลา | 41.481 | 2.230 | 20.000 | คอนกรีต | 65.87 | อยู่อาศัย ราชการ | 5 | มีความจำเป็นเร่งด่วน | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 43.05 |
| ค4 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | สะเดา | สงขลา | 14.66 | 2.740 | 20.000 | คอนกรีต | 80.16 | อยู่อาศัย ราชการ | 4 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 29.20 |
| ค5 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | สะเดา | สงขลา | 5.665 | 0.165 | 20.000 | คอนกรีต | 47.39 | อยู่อาศัย ราชการ | 2 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 90.91 |
| ง ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | สะเดา | สงขลา | 2679.89 | 13.200 | 30.000 | คอนกรีต | 520.85 | อยู่อาศัย ราชการ | 8 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 58.94 |
| ข2 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 98.142 | 0.910 | 16.000 | คอนกรีต | 19.62 | อุตสาหกรรม พาณิช | 2 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 13.19 |
| ข4 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 351.562 | 1.880 | 16.000 | คอนกรีต | 55.97 | อยู่อาศัย ราชการ | 8 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 169.15 |
| ข8 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 102.277 | 0.824 | 16.000 | คอนกรีต | 38.67 | อุตสาหกรรม พาณิช | 3 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 186.89 |
| ข10 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 62.979 | 0.750 | 16.000 | คอนกรีต | 15.34 | อุตสาหกรรม พาณิช | 2 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 128.00 |
| ข11 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 743.79 | 1.700 | 16.000 | คอนกรีต | 35.95 | อุตสาหกรรม พาณิช | 5 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 91.18 |
| ข17 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 177.704 | 0.679 | 16.000 | คอนกรีต | 19.50 | อุตสาหกรรม พาณิช | 3 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 178.20 |
| ค7 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 237.938 | 1.920 | 20.000 | คอนกรีต | 55.44 | อยู่อาศัย ราชการ | 4 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 47.40 |
| ค8 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 595.3 | 1.610 | 20.000 | คอนกรีต | 41.65 | อุตสาหกรรม พาณิช | 4 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 119.25 |
| ค13 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 595.3 | 2.220 | 20.000 | คอนกรีต | 66.31 | อยู่อาศัย ราชการ | 5 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 58.56 |
| ค26 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 1022.21 | 7.940 | 20.000 | คอนกรีต | 234.43 | อุตสาหกรรม พาณิช | 20 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 93.32 |
| จ2 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 595.3 | 2.710 | 30.000 | คอนกรีต | 81.52 | อยู่อาศัย ราชการ | 4 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 116.24 |
| จ5 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 89.494 | 2.990 | 30.000 | คอนกรีต | 120.10 | อยู่อาศัย ราชการ | 9 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 92.64 |
| จ6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | หาดใหญ่ | สงขลา | 123.271 | 0.760 | 30.000 | คอนกรีต | 28.73 | ชนบท เกษตร | 2 | ไม่มีความจำเป็น | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 14.47 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

ตารางที่ ค-4 คะแนนยกระดับโครงการก่อสร้างใหม่

| ชื่อถนนผังเมือง | ปริมาณจราจรช่วงวิกฤต | ชนิดผิวทาง | ลักษณะทางกายภาพของสายทาง | งบประมาณโครงการ | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่สายทางผ่าน | จุดเชื่อมต่อโครงข่ายอื่น | ความจำเป็นเร่งด่วนของสายทาง | ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | ผลกระทบที่ดินเวนคืน | คะแนนรวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก11 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 4 | 83.015 |
| ก12 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 78.733 |
| ก13 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 78.733 |
| ก14 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 84.693 |
| ก15 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 1 | 2 | 5 | 86.002 |
| ข1 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 | 4 | 70.280 |
| ข4 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 79.563 |
| ข5 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 5 | 84.324 |
| ข6 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 1 | 4 | 4 | 1 | 2 | 5 | 73.732 |
| ข7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 5 | 76.703 |
| ข8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 5 | 84.324 |
| ข10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 4 | 75.760 |
| ค8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 2 | 2 | 3 | 5 | 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 76.421 |
| ค10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 69.152 |
| ค12 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 78.253 |
| ค13 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 71.496 |
| ค14 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 83.767 |
| ค15 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 1 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 72.422 |
| ค16 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 81.705 |
| ค16 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 | 5 | 79.675 |
| ค17 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 5 | 77.533 |
| ค18 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 70.939 |
| ค20 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 4 | 73.081 |
| ง5 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 64.658 |
| ง10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 | 4 | 73.589 |
| จ3 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 66.686 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

ตารางที่ ค-4 คะแนนยกระดับโครงการก่อสร้างใหม่ (ต่อ)

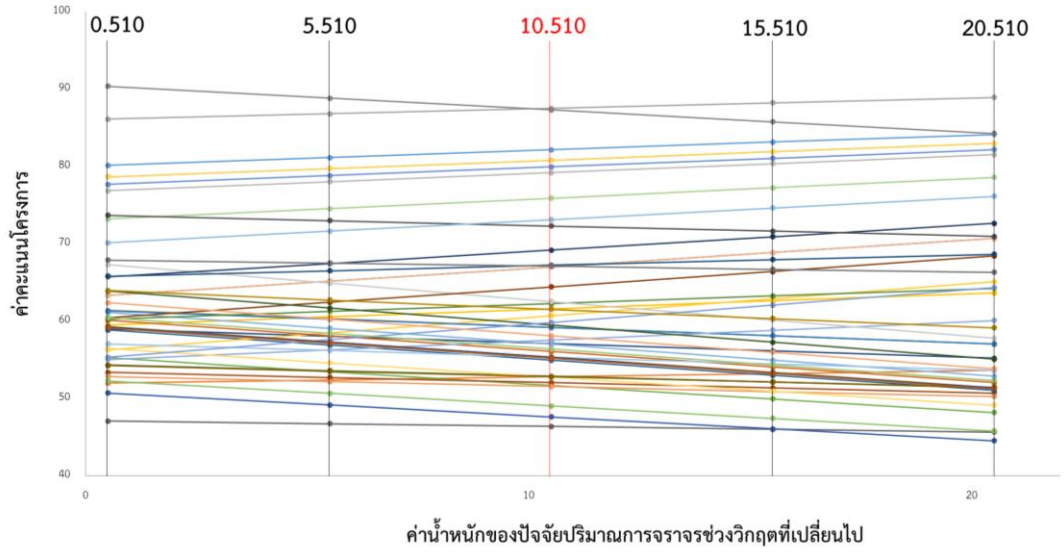
| ชื่อถนนผังเมือง | ปริมาณจราจรช่วงวิกฤต | ชนิดผิวทาง | ลักษณะทางกายภาพของสายทาง | งบประมาณโครงการ | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่สายทางผ่าน | จุดเชื่อมต่อโครงข่ายอื่น(จุด) | ความจำเป็นเร่งด่วนของสายทาง | ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | ผลกระทบที่ดินเวนคืน | คะแนนรวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ฉ ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 5 | 2 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 70.617 |
| ข2 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 66.290 |
| ค3 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 66.686 |
| ค5 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 73.773 |
| ข1 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 71.787 |
| ข2 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 63.827 |
| ข3 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 1 | 2 | 5 | 72.758 |
| ข4 ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 66.798 |
| ค ผังเมืองรวมชุมชนกำแพงเพชร-นาสีทอง | 5 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 5 | 70.664 |
| ก3 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 2 | 5 | 71.790 |
| ข2 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 5 | 77.702 |
| ข3 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 76.315 |
| ข5 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 4 | 76.392 |
| ค1 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 5 | 71.002 |
| ค4 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 | 5 | 66.430 |
| ค5 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 5 | 71.080 |
| ง ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 5 | 2 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 5 | 67.278 |
| ข2 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 5 | 72.249 |
| ข4 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 5 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 | 78.733 |
| ข8 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 71.631 |
| ข10 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 69.629 |
| ข11 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 5 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 | 82.551 |
| ข17 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 76.252 |
| ค7 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 5 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 | 5 | 79.675 |
| ค8 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 5 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 80.873 |
| ค13 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 5 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 5 | 81.353 |
| ค26 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 | 4 | 70.280 |
| จ2 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 5 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 | 4 | 73.589 |
| จ5 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 60.684 |
| จ6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 3 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 5 | 68.643 |

*ที่มา: ผู้วิจัย*

# ภาคผนวก ง
# การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

**การปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์**

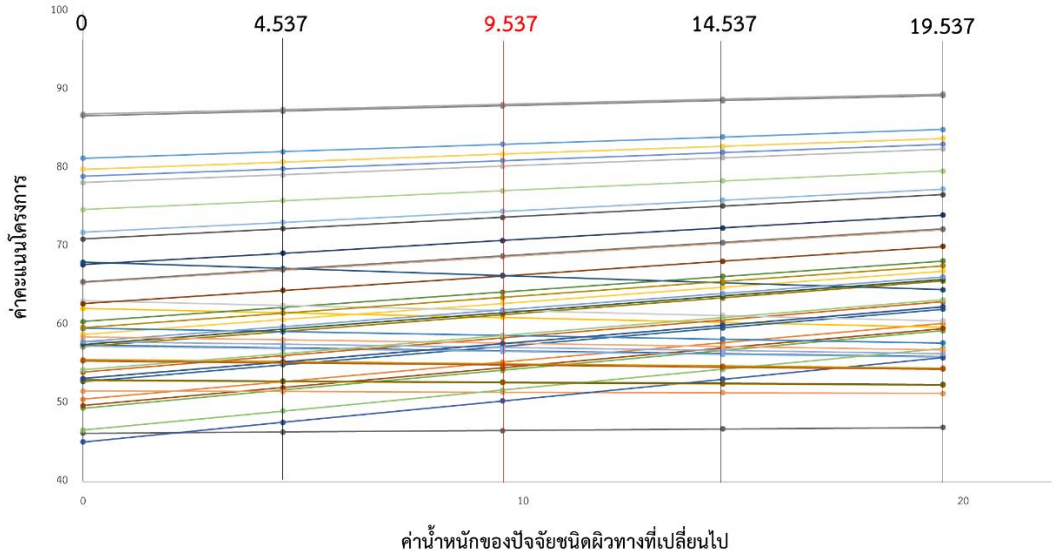
*ปัจจัยปริมาณจราจรช่วงวิกฤต* (115 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-1 ความอ่อนไหวปัจจัยปริมาณจราจรช่วงวิกฤตการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

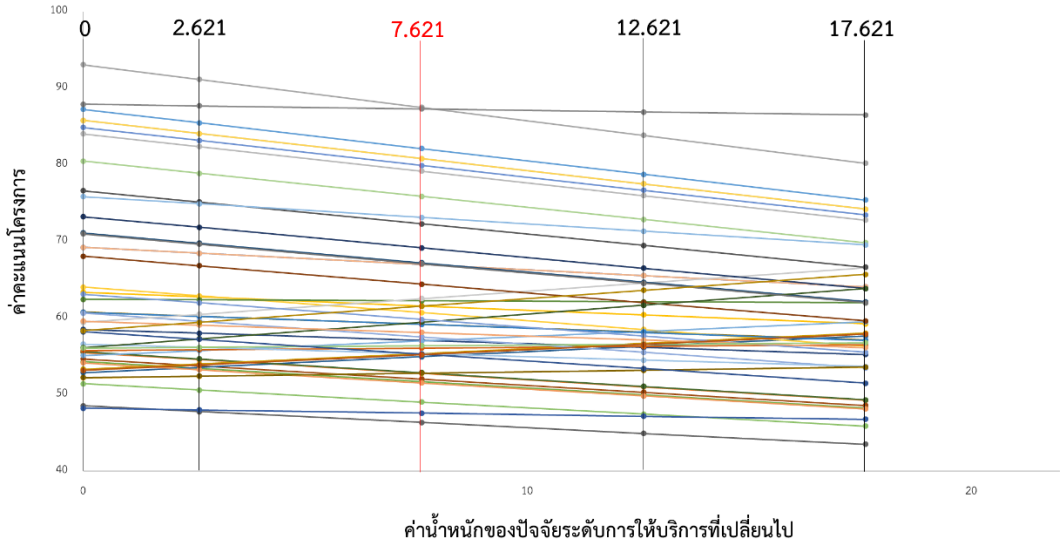
*ปัจจัยชนิดผิวทาง* (109)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-2 ความอ่อนไหวปัจจัยชนิดผิวทางการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

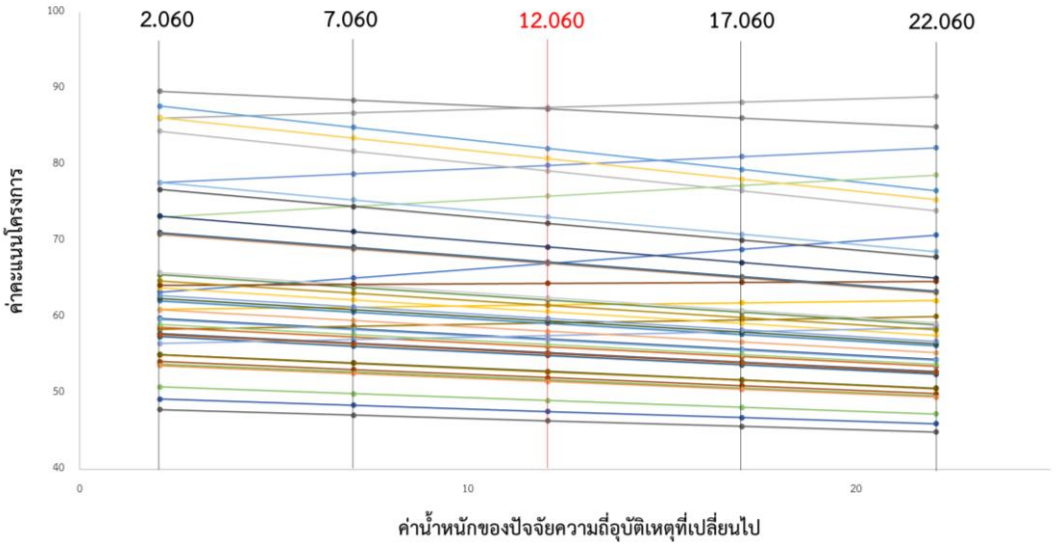
*ปัจจัยระดับการให้บริการ* (119 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-3 ความอ่อนไหวปัจจัยระดับการให้บริการการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

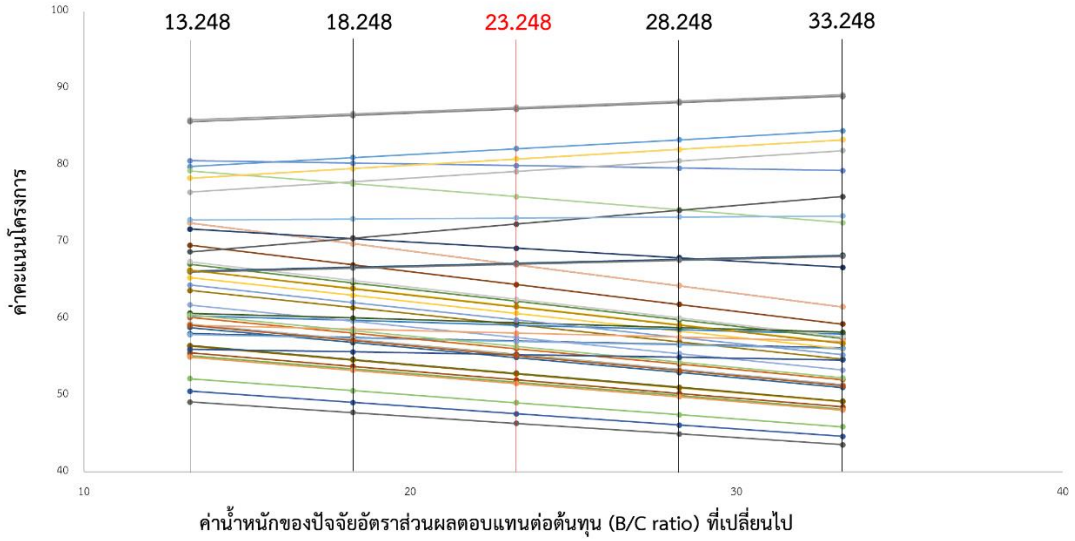
*ปัจจัยความถี่อุบัติเหตุ* (66 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-4 ความอ่อนไหวปัจจัยความถี่อุบัติเหตุการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

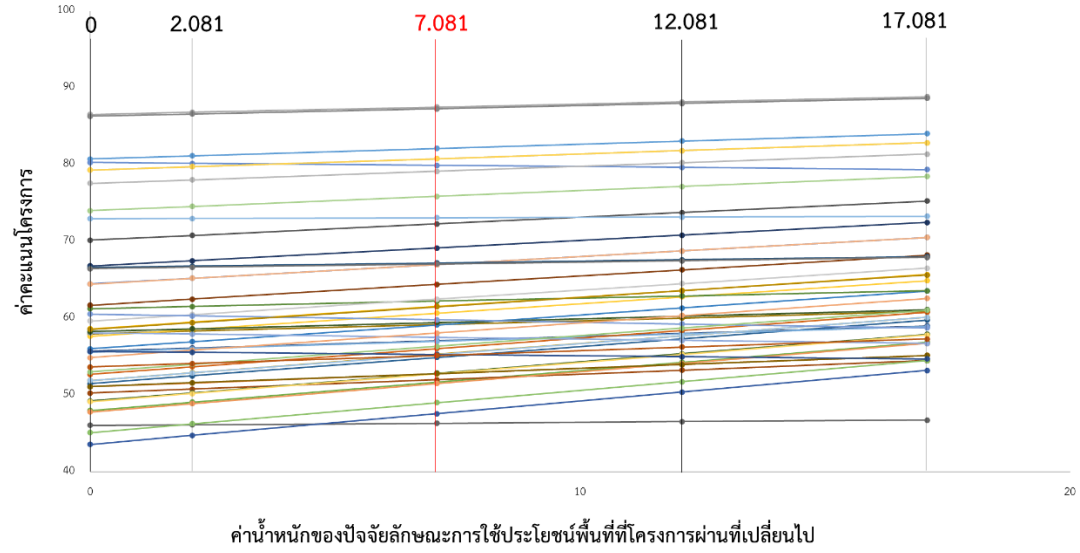
*ปัจจัยอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน* (72 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-5 ความอ่อนไหวปัจจัยอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio)
การปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

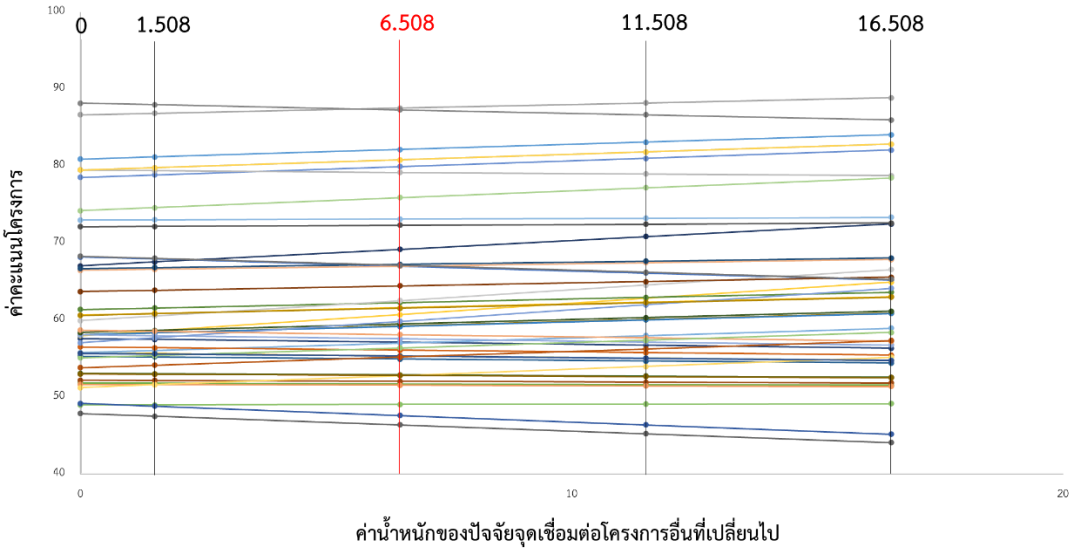
*ปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน* (62 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-6 ความอ่อนไหวปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน
การปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

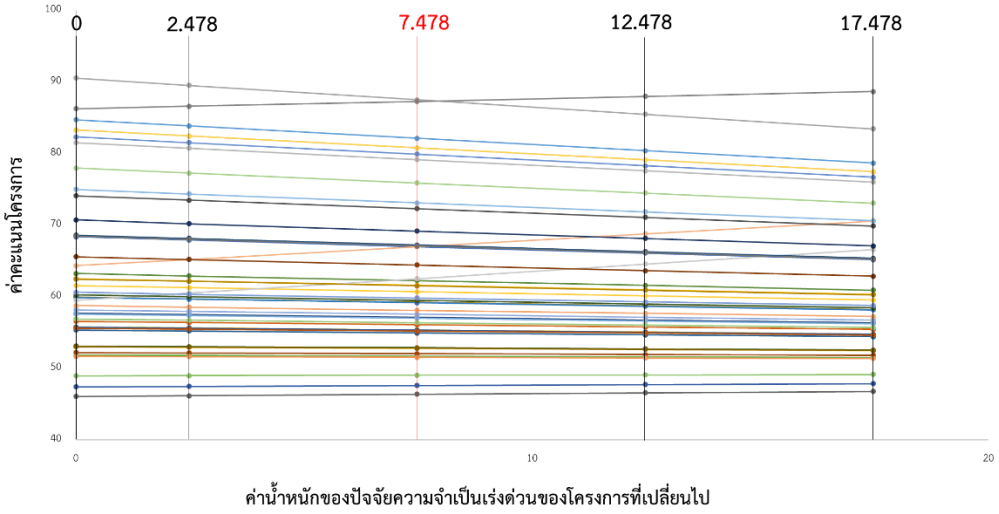
*ปัจจัยจุดเชื่อมต่อโครงการอื่น* (53 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-7 ความอ่อนไหวปัจจัยจุดเชื่อมต่อโครงการอื่นการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

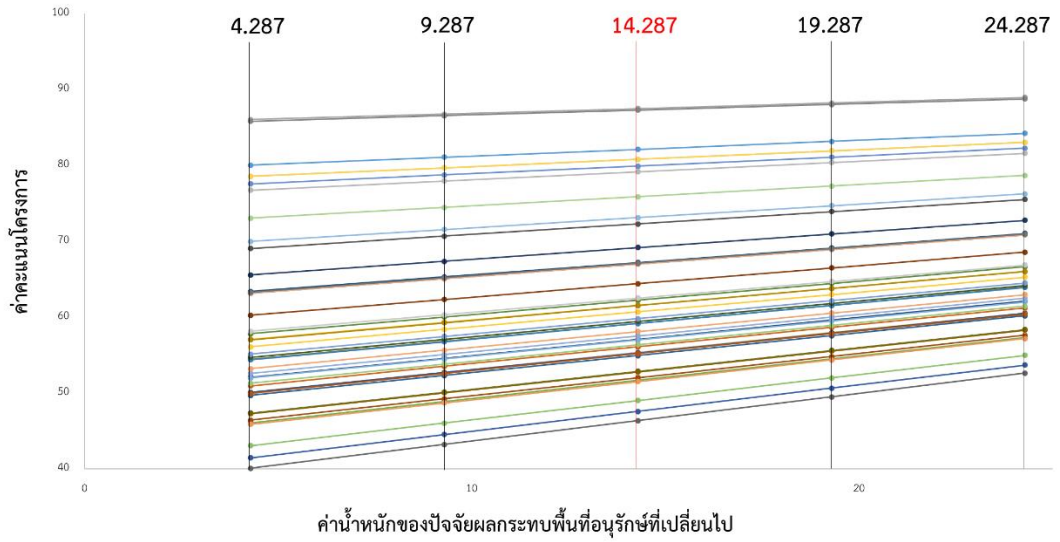
*ปัจจัยความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ* (15 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-8 ความอ่อนไหวปัจจัยความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

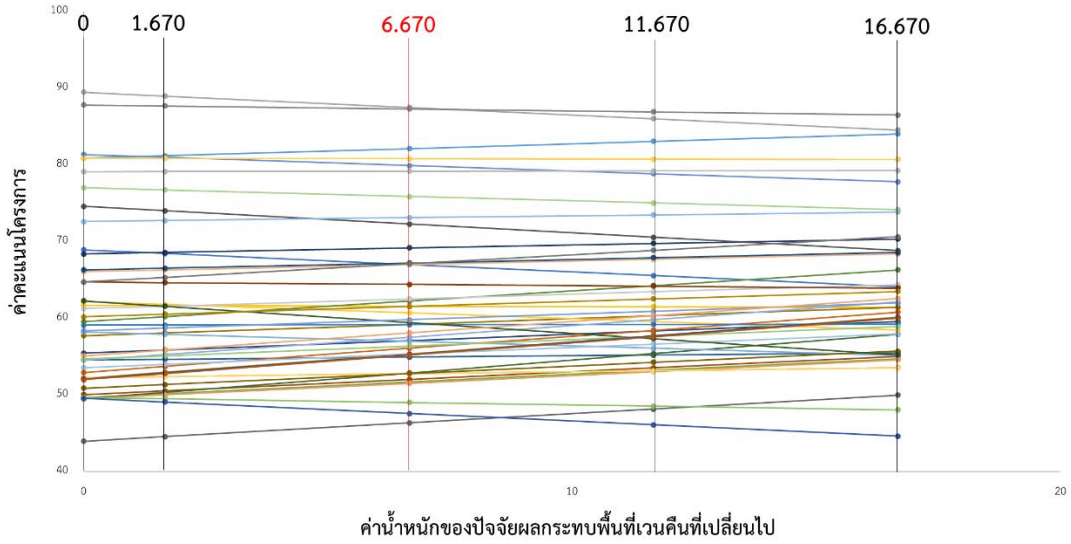
*ปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ของโครงการ* (0 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-9 ความอ่อนไหวปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ของโครงการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

*ปัจจัยผลกระทบพื้นที่เวนคืน* (85 จุด)

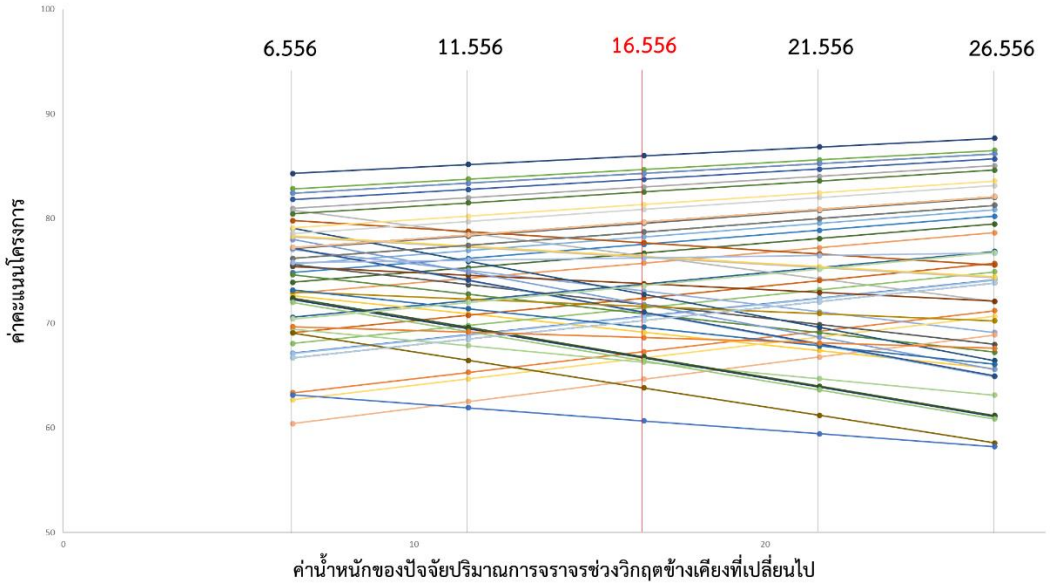



*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-10 ความอ่อนไหวปัจจัยผลกระทบพื้นที่เวนคืนการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

**การก่อสร้างใหม่**

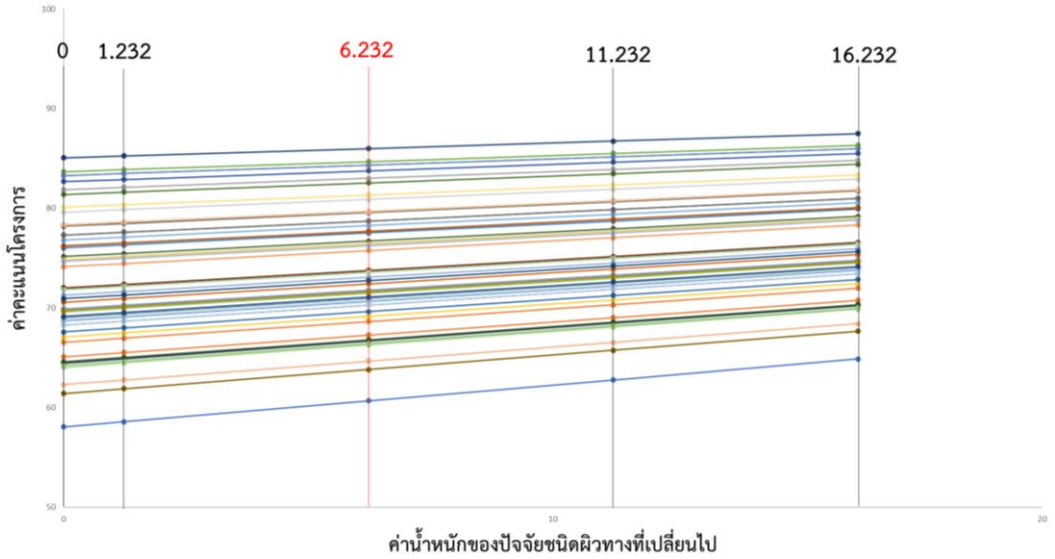
*ปัจจัยปริมาณจราจรช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียง* (230 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-11 ความอ่อนไหวปัจจัยปริมาณจราจรช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียงการก่อสร้างใหม่

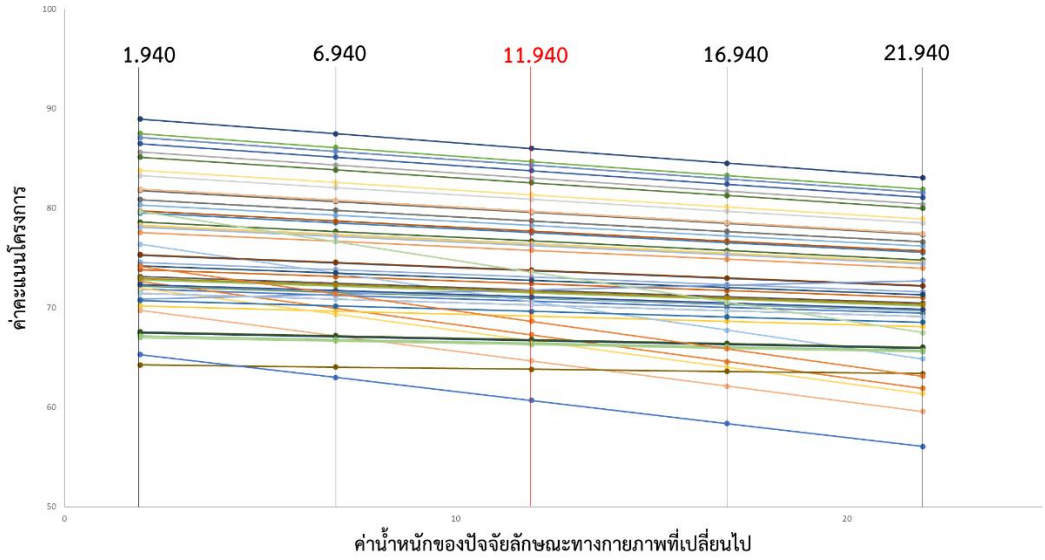
*ปัจจัยชนิดผิวทาง* (0 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-12 ความอ่อนไหวปัจจัยชนิดผิวทางการก่อสร้างใหม่

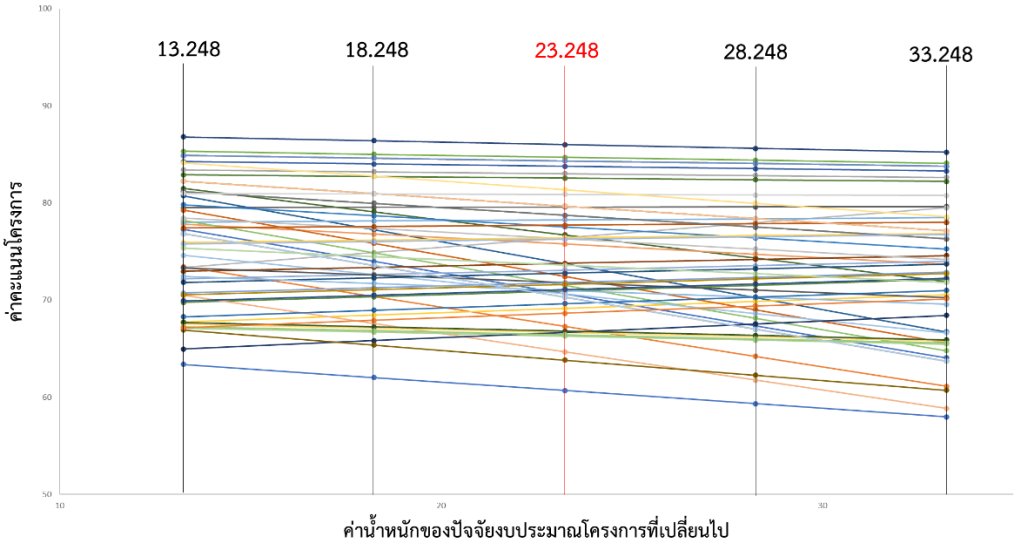
*ปัจจัยลักษณะทางกายภาพ* (116 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-13 ความอ่อนไหวปัจจัยลักษณะทางกายภาพก่อสร้างใหม่

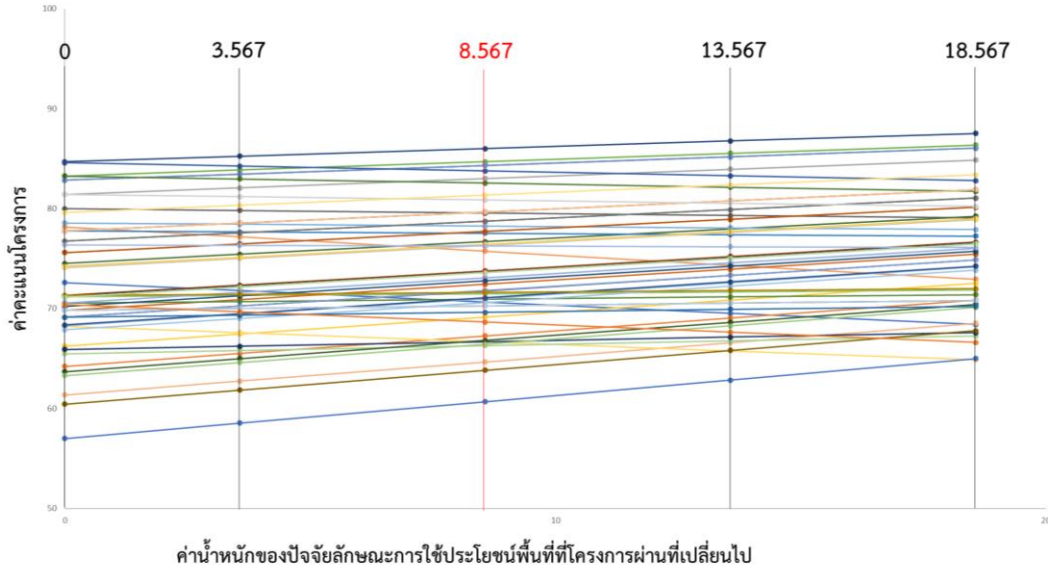
ปัจจัยงบประมาณโครงการ (232 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-14 ความอ่อนไหวปัจจัยงบประมาณโครงการก่อสร้างใหม่

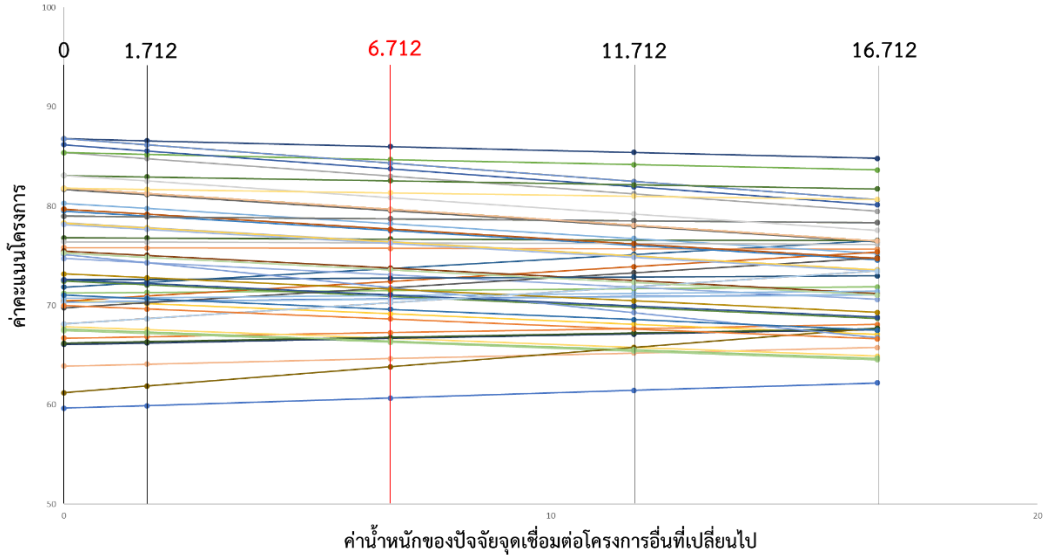
*ปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน* (132 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-15 ความอ่อนไหวปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่านการก่อสร้างใหม่

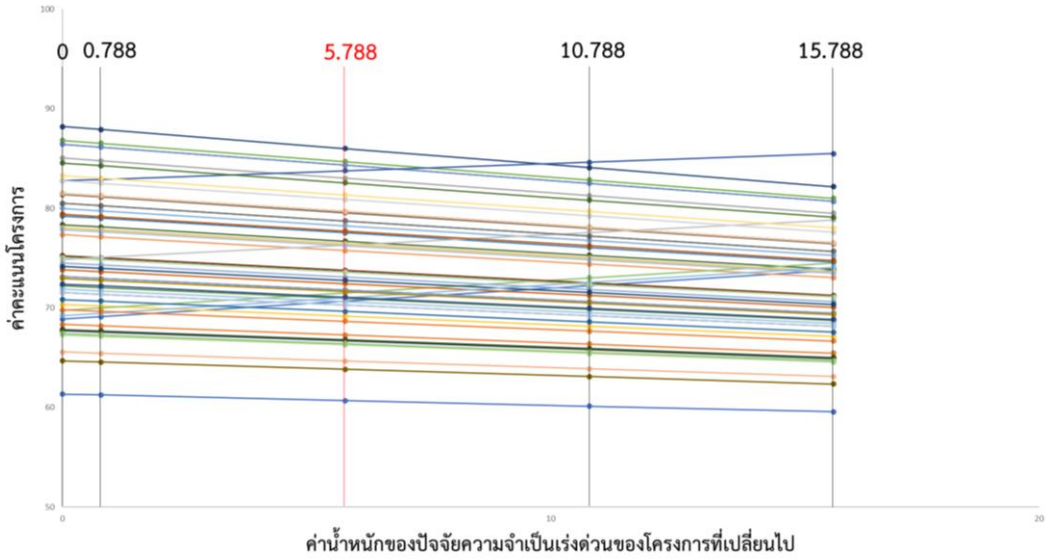
*ปัจจัยจุดเชื่อมต่อโครงการอื่น* (152 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-16 ความอ่อนไหวปัจจัยจุดเชื่อมต่อโครงการอื่นการก่อสร้างใหม่

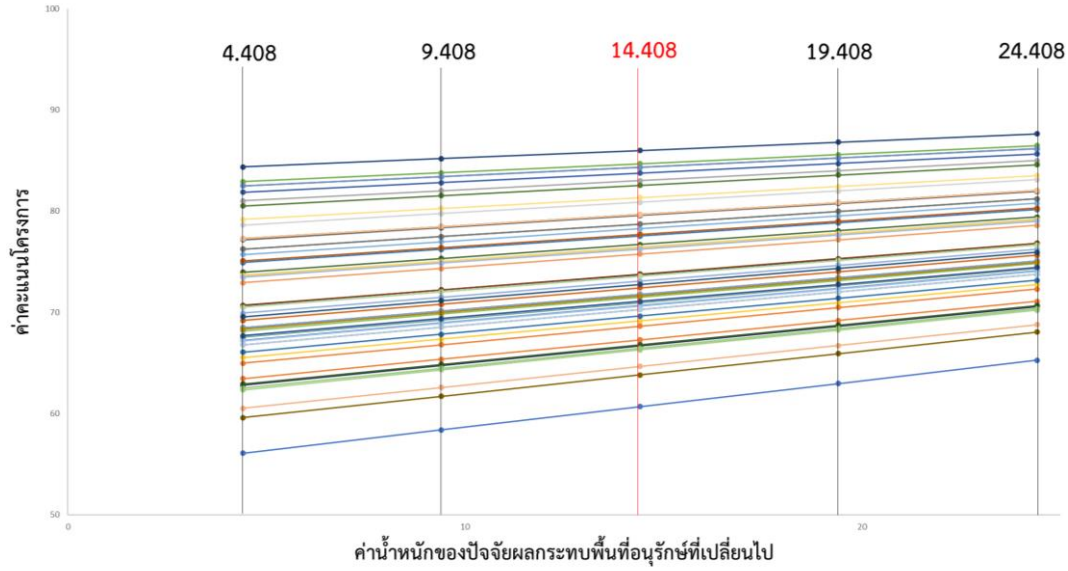
*ปัจจัยความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ* (96 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-17 ความอ่อนไหวปัจจัยความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการการก่อสร้างใหม่

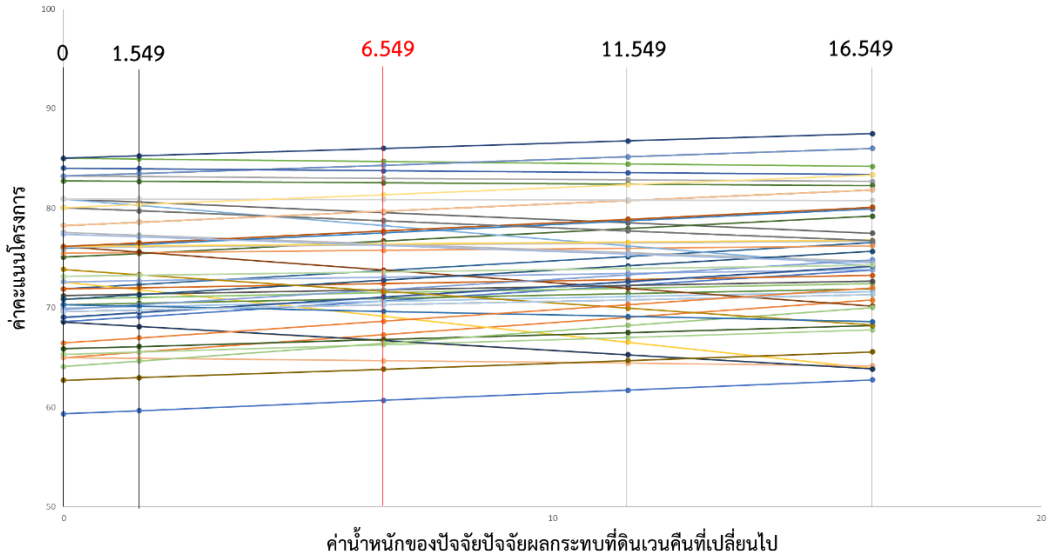
*ปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์โครงการ* (0 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-18 ความอ่อนไหวปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ของโครงการการก่อสร้างใหม่

*ปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืนของโครงการ* (166 จุด)




*ที่มา: ผู้วิจัย*

รูปที่ ง-19 ความอ่อนไหวปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืนของโครงการการก่อสร้างใหม่

# ภาคผนวก จ
# บทความวิจัยที่นำเสนอและได้รับการตีพิมพ์

**บทความงานวิจัย**

งานวิจัยบางส่วนได้รับการตอบรับให้ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. (UBU Engineering Journal) ปีที่ 14 ขณะนี้บทความได้รับการยอมรับการตีพิมพ์จากทางวารสารแล้ว แต่ทางวารสารยังไม่ได้ระบุ ฉบับและหน้าของบทความอย่างแน่ชัด ดังหนังสือตอบรับข้างล่างนี้ ส่วนรายละเอียดของบทความอยู่ในหน้าถัดไป

ที่ อว 0604.8.1.3 /656

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
เลขที่ 85 ถ.สถลมาร์ค
ต.เมืองศรีไค อ.วารินชำราบ
จ.อุบลราชธานี 34190

5 มิถุนายน 2563

**เรื่อง** ตอบรับบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.

**เรียน** คุณธนกฤต อรัญดร

ตามที่ ท่านได้ส่งบทความวิจัย เรื่อง "การจัดลำดับความสำคัญของโครงการลงทุนก่อสร้างและปรับปรุงถนนในจังหวัดสงขลา" โดยมีผู้เขียนร่วม คือ คุณอรกมล วังอภิสิทธิ์ เพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. ตามความทราบแล้วนั้น

บัดนี้ บทความดังกล่าวของท่าน ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว และกองบรรณาธิการ วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. ได้พิจารณาเห็นชอบในการนำบทความของท่าน เพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. ปีที่ 14 ประจำปี 2564 ประเภท บทความวิจัย และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ท่านจะให้ความสนใจในการส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ ในวารสารฯ ในโอกาสต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภฤกษ์ จันทร์จรัสจิตต์)
บรรณาธิการวารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ

สำนักงานกองบรรณาธิการวารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.
โทร. 045 –353319 โทรสาร 045-353333

วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.
UBU Engineering Journal

บทความวิจัย

# การจัดลำดับความสำคัญของโครงการลงทุนก่อสร้างและปรับปรุงถนนในจังหวัดสงขลา

# The prioritization on road investment projects in Songkhla

ธนกฤต อรัญดร[1]* อรกมล วังอภิสิทธิ์[1]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

Thanakrit Arundon[1]* Ornkamon Wang-a-pisit[2]

[1] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkhla University, Hatyai, Songkhla 90112

* Corresponding author.

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

วันที่รับบทความ dd mmmm 2563; วันแก้ไขบทความครั้งที่ 1 dd mmmm 2563; วันที่ตอบรับบทความ dd mmmm 2563

**บทคัดย่อ**

ถนนเป็นระบบขนส่งหลักในประเทศไทย รองรับความต้องการในการเดินทาง 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 และนำน้ำหนักความสำคัญมาให้คะแนนเพื่อจัดลำดับโครงการที่ดำเนินการ ผลการศึกษาพบว่า ทั้งสามหน่วยงานให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านวิศวกรรมเป็นอันดับหนึ่ง เฉลี่ยร้อยละ 34.73 และให้ความสำคัญกับปัจจัยอื่นๆ โดยมีความสำคัญเฉลี่ย ด้านเศรษฐศาสตร์ร้อยละ 23.25 ด้านการเมืองและนโยบายร้อยละ 21.07 และด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมร้อยละ 20.96 ตามลำดับ และจากความเห็นเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดพบว่า การลงทุนโครงการก่อสร้างและปรับปรุงถนนเพื่อพัฒนาพื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการมีความสำคัญเป็นลำดับแรก ก่อนพื้นที่พาณิชยกรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรม พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม พื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการและสิ่งแวดล้อม 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

ระบบขนส่งมีความสำคัญอย่างมากในปัจจุบันและยังเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นอยู่และความมั่นคงของประชาชน 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 ย่อมส่งผลต่อความเป็นอยู่ที่ดีของประชาชน และส่งผลต่อเศรษฐกิจของประเทศให้ดีขึ้น 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] โดยแต่ละหน่วยงานได้รับ

งบประมาณในการดำเนินการโครงการถนนที่จำกัดไม่เพียงพอแก่การก่อสร้าง และปรับปรุงทุกโครงการที่รับผิดชอบได้ทั้งหมดในแต่ละปีงบประมาณ ซึ่งแต่ละหน่วยงานมีความจำเป็นในการจัดลำดับความสำคัญในการวางแผนดำเนินการโครงการถนนในสายทางที่สำคัญและมีความจำเป็นเร่งด่วนที่แตกต่างกันของแต่ละหน่วยงาน

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

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

**รูปที่ 1** จำนวนสายทางถนนในความรับผิดชอบของจังหวัดในภาคใต้ [2-4]

ประมาณและบุคลากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากข้อมูลจำนวนโครงการถนนที่มีจำนวนมากข้างต้น การพิจารณาลำดับในการลงทุนอย่างเหมาะสมนั้น จำเป็นต้องมีวิธีการตัดสินใจ หมายถึง กระบวนการเลือก ทางเลือกใดทางเลือกในการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ Sa-ngeumram [5] อธิบายว่า การตัดสินใจ หมายถึง กระบวนการเลือก ทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งจากหลายทางเลือกที่พิจารณา โดยประเมินอย่างดีแล้วว่าเป็นทางเลือกที่บรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมาย

### 2.1 การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making: MCDM)

อภิรดี [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) เป็นการตัดสินใจที่-

พิจารณาตามวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นการหาวิธีการที่ดีที่สุดในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้

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 เป็นวิธีที่สามารถขจัดการตัดสินใจที่มีความลำเอียงได้ดี และ มีการใช้ตัวเลขฟัซซีตัดสินใจเปรียบเทียบ เพื่อช่วยในตัดสินใจภายใต้ความไม่ชัดเจนและความไม่แน่นอนของปัจจัยได้คล้ายคลึงกับกระบวนการคิดของมนุษย์ ทำให้การตัดสินใจมีประสิทธิภาพมากขึ้น

## 2.2 Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP) เป็นเครื่องมือช่วยการตัดสินใจที่มีความสามารถในการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าว สามารถเป็นได้ทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ โดย FAHP มีแนวความคิดพื้นฐานมาจากกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านให้การยอมรับ

**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 | กำหนดเป้าหมายในอุดมคติไว้และทางเลือกใหนมีค่าเข้าใกล้เป้าหมายในอุดมคติมากที่สุดและไกลจากจุดอุดมคติเชิงลบมากที่สุด |
| AHP | ให้ค่าน้ำหนักของเกณฑ์และค่าคะแนนความเหมาะสม โดยใช้หลักการเปรียบเทียบทีละคู่ |
| FAHP | ให้ค่าน้ำหนักของเกณฑ์และค่าคะแนนความเหมาะสม โดยใช้หลักการเปรียบเทียบทีละคู่ เช่นเดียวกับ AHP เพียงแต่ใช้ระบบตัวเลขฟัซซีเข้ามาช่วย |

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

Chen และคณะ [8] กล่าวว่า FAHP ประยุกต์แนวคิดของทฤษฎีเซ็ตคลุมเครือแทนการใช้ค่าทวินัยที่ใช้ตัวเลขเปรียบเทียบ ทำให้ FAHP มีความสามารถในการตัดสินใจภายใต้ความไม่ชัดเจน และความไม่แน่นอน ของปัจจัยได้คล้ายคลึงกับกระบวนการคิดของมนุษย์ ช่วยให้การตัดสินใจมีประสิทธิภาพมากขึ้น 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 โดยใช้ฟัซซีนัมเบอร์ในการให้คะแนนเปรียบเทียบจากตารางที่ 3 โดยระดับความสำคัญแต่ละระดับจะใช้ฟังก์ชันสมาชิกแบบสามเหลี่ยมในการคิด ดังรูปที่ 2

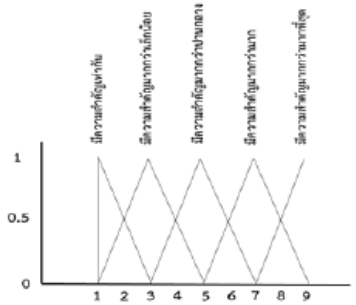
2) กำหนดขอบเขตเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ตัดสินใจโดยกำหนดเมทริกซ์ $A$ เป็นเมทริกซ์แสดงการเปรียบเทียบของแต่ละเกณฑ์โดย $\tilde{a}_{ij}$ เป็นตัวเลขฟัซซีค่าระดับความสำคัญเปรียบเทียบ ที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างหลักเกณฑ์ที่ $i$ และ $j$ โดยที่ $i$ และ $j$ = 1,2,3,..,n สามารถแสดงได้ดัง สมการ (1)

$$\tilde{A}=\begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix} (1,1,1) & (l_{12},m_{12},u_{12}) & \cdots & (l_{1m},m_{1m},u_{1m}) \\ (l_{21},m_{21},u_{21}) & (1,1,1) & \cdots & (l_{2m},m_{2m},u_{2m}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ (l_{n1},m_{n1},u_{n1}) & (l_{n2},m_{n2},u_{n2}) & \cdots & (1,1,1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

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

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




**รูปที่ 2** การกำหนดฟัซซีนัมเบอร์ให้กับระดับของความชอบฟังก์ชันภาวะสมาชิกแบบสามเหลี่ยม [12]

**ตารางที่ 3** ระดับความสำคัญของ FAHP [13]

| ระดับความสำคัญ | ตัวเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยม |
|---|---|
| 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) วิเคราะห์ค่าขอบเขตสังเคราะห์ฟัซซี โดยการหาค่า the geometrical means จากสมการ 2 ในแต่ละ $i$

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

4) คำนวณน้ำหนักความสำคัญตัวเลขฟัซซีของหลักเกณฑ์ จากสมการ 3

$$\tilde{w}_i=\tilde{r}_i\otimes(\tilde{r}_1\oplus\tilde{r}_2\oplus\tilde{r}_3\oplus\ldots\oplus\tilde{r}_n)^{-1} \quad (2)$$

$$=(lw_i,mw_i,uw_i)$$

โดยตัวอย่างการดำเนินการของเลขฟัซซี 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.) เป็นการตรวจสอบข้อมูลการตัดสินใจที่ได้จากการเปรียบเทียบในเมทริกซ์และการหาความสอดคล้องของในการเปรียบเทียบเชิงคู่ โดยจะใช้ทฤษฎีไอเกนเวคเตอร์ [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) = ค่าไอเกนของแต่ละแถวต่อผลรวมของค่าไอเกนของทุกสตมภ์

$N$ = จำนวนสมาชิกในแถวหรือหลัก

$R.I.$ = ดัชนีความสอดคล้องของข้อมูลที่ใช้กับจำนวนสมาชิกในการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 4

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

### 2.4 งานวิจัยการตัดสินใจลงทุนในโครงการระบบขนส่งที่น่าสนใจ

Peter J. Mackie [20] กล่าวถึงการตัดสินใจลงทุนการขนส่งของภาครัฐในประเทศอังกฤษ โดยกล่าวถึงปัจจัยทางด้านสังคม เศรษฐศาสตร์และการเมือง โดยทั้งสามปัจจัยจะถูกนำมาพิจารณารวมกันในระบบการวางแผนการลงทุน Dongmin Lee [21] ได้ทำการจัดลำดับความสำคัญของโครงการก่อสร้างทางหลวงเอเชียในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยใช้ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและปัจจัยด้านมุมมองทางการเมือง-

**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 |

ในการพิจารณา Sahadev Bahadur Bhandari [22] ทำการจัดลำดับโครงการถนนชนบทในเนปาล และเชิดสกุล [7] ทำการจัดลำดับโครงการก่อสร้างถนนของกรมทางหลวงชนบทจังหวัดบึงกาฬ โดยปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ด้านเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อม กิติพงษ์และวชรภูมิ [23] ทำการศึกษาเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบทให้สอดคล้องตามสภาพภูมิประเทศและลักษณะการใช้งาน โดยใช้ปัจจัย ด้านวิศวกรรมขนส่งและจราจร ด้านเศรษฐกิจและสังคม ในการวิเคราะห์โดยมีปัจจัยรองที่น่าสนใจจากงานวิจัยต่างๆ ข้างต้น เช่น ปริมาณจราจร สัดส่วนรถบรรทุก ความหนาแน่นของประชากร การเข้าถึงบริการภาครัฐ ต้นทุนการก่อสร้าง ค่าบำรุงรักษา ประชากรที่ให้บริการ จุดเชื่อมต่อโครงการ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ เป็นต้น

## 3. วิธีการศึกษา

### 3.1 ระเบียบวิธีการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนของงานวิจัย โดยจำแนกออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังรูปที่ 3 ซึ่งดำเนินการโดยแบ่งเป็นลักษณะของโครงการถนน และศึกษากลุ่มตัวอย่างในจังหวัดสงขลา โดยอธิบายในหัวข้อถัดไป

### 3.2 ขอบเขตการศึกษา ประกอบด้วย 3 ปัจจัยในการพิจารณาดังนี้

#### 3.2.1 กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ทำการศึกษาการตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการถนนแต่ละหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบโครงการถนนในจังหวัดสงขลา โดยสอบถามกลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญ มีความรู้และมีประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับการ

ดำเนินการโครงการถนน ได้แก่ ผู้อำนวยการ หัวหน้าฝ่าย นักบริหารงาน วิศวกรโยธา และนายช่างอาวุโส ดังต่อไปนี้

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

2) กรมทางหลวงชนบท (ทช.) แบ่งออกเป็น 2 หน่วยงานย่อย ได้แก่ สำนักทางหลวงชนบทที่ 12 และแขวงทางหลวงชนบทสงขลา รวมจำนวน 13 คน

3) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) เนื่องจากจังหวัดสงขลาเป็นจังหวัดที่มีขนาดใหญ่และมีความหลากหลายในลักษณะทางภูมิประเทศ ทำให้กลุ่มตัวอย่างขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ผู้วิจัยสำรวจ มีจำนวนมากและมีลักษณะที่กระจายตัวของแต่ละหน่วยงานทั่วจังหวัด โดยในจังหวัดสงขลาแบ่งออกเป็น 141 หน่วยงาน มีจำนวนผู้ความเชี่ยวชาญดังกล่าวอยู่รวมจำนวน 201 คน ตามข้อมูล ทำเนียบบุคลากรของหน่วยงานต่างๆ [24] โดยพิจารณากลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการของ [25] ดังนี้

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

$n$ คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

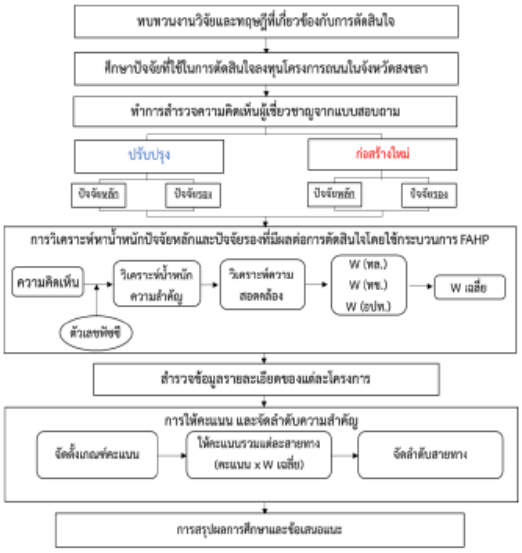
$N$ คือ ขนาดของประชากร

$e$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

โดยจากการคำนวณจากสูตร ได้กลุ่มตัวอย่าง 66.77 คน ที่ความคลาดเคลื่อน 0.1 การศึกษานี้จึงใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างของ อปท. จำนวนรวม 70 คน กระจายตามพื้นที่ในจังหวัดสงขลา

### 3.2.2 โครงการถนนที่ทำการจัดลำดับความสำคัญ

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




**รูปที่ 3** ระเบียบวิธีวิจัย

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

1) *ถนนที่สมบูรณ์แล้ว* ถนนที่ดำเนินการก่อสร้างแล้วมีความสมบูรณ์ตามแบบแผนผังของกรมโยธาธิการและผังเมือง หรือ ถนนที่ได้ก่อสร้างไว้แล้วและไม่สามารถยกระดับได้แล้ว

2) *ถนนที่ยังไม่สมบูรณ์* ถนนที่ดำเนินการก่อสร้างแล้วแต่ปรับปรุงให้มีความสามารถการให้บริการได้ 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 เป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อดำเนินการก่อสร้างถนนที่กระทบต่อทั้งผู้คนที่อาศัยอยู่บริเวณโครงการและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่สูญเสียไปจากการก่อสร้าง

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

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

$A_i$ 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 โดยการวิเคราะห์

เริ่มต้นจากการเปลี่ยนค่าดังกล่าวเป็นตัวเลขฟัซซี จากเมทริกซ์เปรียบเทียบในสมการ 1 ดังตารางที่ 6 จากนั้นทำการหา The geometrical means ($\tilde{r}_i$) จากสมการ 2 โดย $\tilde{r}_i = ((1\times3\times1\times1)^{1/4}, (1\times5\times1\times3)^{1/4}, (1\times7\times3\times5)^{1/4}) = (1.316, 1.968, 3.2)$ 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 $w_1$ = 0.429 $w_2$ = 0.128 $w_3$ = 0.310 และ $w_4$ = 0.130 ซึ่งจะเป็นน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยวิศวกรรม ปัจจัยเศรษฐศาสตร์ ปัจจัยการเมืองและนโยบาย ปัจจัยสังคมและสิ่งแวดล้อมตามลำดับ เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนทั้งหมด จึงตรวจสอบการหาค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล (C.R.) จากสมการ 6 และ สมการ 7 เป็นขั้นตอนสุดท้าย จากการตรวจสอบ มีชุดข้อมูลที่ไม่ผ่านเกณฑ์ความสอดคล้อง 16 ชุด แบบสอบถาม 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

### 4.2 การอภิปรายผลการให้น้ำหนักความสำคัญ

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

**ตารางที่ 6** ตัวอย่างการเปลี่ยนตัวเลขภู่ญี่

| | วิศวกรรม | เศรษฐศาสตร์ | การเมืองนโยบาย | สังคมและสิ่งแวดล้อม |
|---|---|---|---|---|
| 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 |
| การเมืองนโยบาย | 1/3,1,1 | 1,3,5 | 1,1,1 | 1,3,5 |
| สังคมและสิ่งแวดล้อม | 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 |

โดยปัจจัยรองการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ ทั้งสามหน่วยงานให้ความสำคัญกับความถี่อุบัติเหตุที่มีความสำคัญมากที่สุดในปัจจัยหลักด้านวิศวกรรม ส่วนในปัจจัยด้านการเมืองและนโยบาย กรมทางหลวงให้ความสำคัญกับลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่านมากที่สุด ต่างจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและทางหลวงชนบทที่ให้ความสำคัญความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ และจุดเชื่อมต่อโครงการอื่นมากที่สุด โดยกรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบทให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์มากกว่าผลกระทบที่ดินเวนคืนในปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม แตกต่างจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ให้ความสำคัญกับผลกระทบที่ดินเวนคืน โดยมีค่าเฉลี่ยมุมมองรวมของทั้งสามหน่วยงานดังตารางที่ 8

**ตารางที่ 8** น้ำหนักของปัจจัยการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

| ปัจจัยหลัก | ร้อยละ | | | ร้อยละเฉลี่ย | ปัจจัยรอง | ร้อยละ | | | ร้อยละเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ทล. | ทช. | อปท. | | | ทล. | ทช. | อปท. | |
| ด้านวิศวกรรม | 38.17 | 31.07 | 31.08 | 34.728 | เปรียบเทียบการจราจรช่วงวิกฤต | 12.02 | 10.87 | 8.08 | 10.510 |
| | | | | | ระยะทาง | 3.70 | 6.71 | 5.12 | 4.537 |
| | | | | | ระดับการให้บริการ | 7.46 | 6.80 | 8.28 | 7.621 |
| | | | | | ความถี่อุบัติเหตุ | 14.99 | 11.65 | 9.60 | 12.060 |
| ด้านเศรษฐศาสตร์ | 23.23 | 23.23 | 22.75 | 23.208 | อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) | 23.23 | 23.23 | 22.75 | 23.208 |
| ด้านการเมืองและนโยบาย | 20.80 | 16.69 | 26.33 | 21.067 | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | 7.41 | 6.29 | 10.13 | 7.081 |
| | | | | | ทุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | 6.83 | 7.20 | 5.08 | 6.508 |
| | | | | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ | 6.56 | 5.20 | 11.12 | 7.478 |
| ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม | 17.80 | 28.01 | 19.83 | 20.957 | ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 13.37 | 19.98 | 9.63 | 14.287 |
| | | | | | ผลกระทบที่ดินเวนคืน | 4.43 | 8.03 | 9.80 | 6.670 |

ตารางที่ 9 น้ำหนักของปัจจัยการดำเนินการก่อสร้างถนนใหม่

| ปัจจัยหลัก | ร้อยละ | | | ร้อยละ | ปัจจัยย่อย | ร้อยละ | | | ร้อยละ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ทล. | ทช. | อปท. | เฉลี่ย | | ทล. | ทช. | อปท. | เฉลี่ย |
| ด้านวิศวกรรม | 38.17 | 31.07 | 31.08 | 34.728 | ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตข้างเคียง | 18.26 | 15.93 | 15.05 | 16.556 |
| | | | | | ชนิดผิวทาง | 5.33 | 6.00 | 6.81 | 6.232 |
| | | | | | ลักษณะทางกายภาพโครงการ | 14.58 | 11.70 | 9.63 | 11.940 |
| ด้านเศรษฐศาสตร์ | 23.23 | 23.23 | 22.75 | 23.208 | งบประมาณโครงการ | 23.23 | 23.23 | 22.75 | 23.208 |
| ด้านการเมืองและนโยบาย | 20.80 | 16.69 | 26.33 | 21.067 | ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | 9.57 | 6.80 | 8.88 | 8.567 |
| | | | | | จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น | 6.27 | 6.80 | 6.97 | 6.712 |
| | | | | | ความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ | 6.96 | 3.05 | 10.08 | 5.788 |
| ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม | 17.80 | 28.01 | 19.03 | 20.957 | ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | 13.33 | 19.75 | 10.33 | 14.408 |
| | | | | | ผลกระทบที่ดินเวนคืน | 6.07 | 6.28 | 9.10 | 6.549 |

โดยปัจจัยการดำเนินการก่อสร้างถนนใหม่ จากตารางที่ 9 ทั้งสามหน่วยงานให้ความสำคัญกับปัจจัยปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียงที่มีความสำคัญมากที่สุด ในปัจจัยหลักด้านวิศวกรรม ในด้านการเมืองและนโยบาย กรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบทให้ความสำคัญปัจจัยรองด้านลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่านมากที่สุด แตกต่างกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ให้ความสำคัญกับความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการมากที่สุด โดยในปัจจัยหลักด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมทั้งสามหน่วยงานให้ความสำคัญกับผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์มากกว่าผลกระทบที่ดินเวนคืนในทำนองเดียวกัน

ในส่วนของมุมมองการลงทุนโครงการถนนในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลา ทั้งสามหน่วยงานให้น้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยดังรูปที่ 5 โดยมีพื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญเป็นลำดับแรก เนื่องจากเห็นถึงลักษณะความเป็นอยู่ของประชาชนเป็นหลักก่อนลักษณะพื้นที่ชนิดอื่น

รูปที่ 5 มุมมองเฉลี่ยหน่วยงานในการพัฒนาพื้นที่ในสงขลา

### 4.3 การให้คะแนนโครงการถนนในจังหวัดสงขลา

จากการลงสำรวจข้อมูลภาคสนาม ผู้วิจัยได้แบ่งช่วงระดับคะแนนในการให้คะแนนตามข้อมูลที่ได้ไปสำรวจเบื้องต้น ซึ่งจะนำมาคิดกับน้ำหนักของปัจจัยที่ได้วิเคราะห์มาจากข้อ 4.1 โดย เกณฑ์ระดับคะแนน ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้นจากข้อมูลที่สำรวจมา เพื่อสามารถแบ่งช่วงระดับคะแนนที่เหมาะสมกับการคัดแยกแต่ละโครงการได้ และได้จากการสอบถามความเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญจากลักษณะการทำงาน โดยแสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ช่วงระดับคะแนนในการวิเคราะห์

| ปัจจัย | เกณฑ์ (ระดับคะแนน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต (PCU) | ≥200 (5) | 150-200 (4) | 100-150 (3) | 50-100 (2) | ≤50 (1) |
| ปริมาณการจราจรช่วงวิกฤตโครงการข้างเคียง (PCU) | ≥200 (5) | 150-200 (4) | 100-150 (3) | 50-100 (2) | ≤50 (1) |
| ระดับการให้บริการ | E,F (5) | D (4) | C (3) | B (2) | A (1) |
| ชนิดผิวทาง (ซ่อมแซม) | แอสฟัลท์ (2) | | | คอนกรีต (1) | |
| ชนิดผิวทาง (ก่อสร้างใหม่) | คอนกรีต (2) | | | แอสฟัลท์ (1) | |
| ลักษณะทางกายภาพ (กว้าง) (เมตร) | ≤10 (5) | 10-15 (4) | 15-20 (3) | 20-25 (2) | ≥25 (1) |

**ตารางที่ 10** ช่วงระดับคะแนนในการวิเคราะห์ (ต่อ)

| ปัจจัย | เกณฑ์ (ระดับคะแนน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ความถี่อุบัติเหตุ ในถนนที่พิจารณาช่วงปี 60-62 (ครั้ง) | ≥2 (3) | 1 (2) | 0 (1) | | |
| อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) | ≥1 (4) | 0.5-1 (3) | 0.1-0.5 (2) | <0.1 (1) | |
| งบประมาณโครงการ (ล้านบาท) | <10 (5) | 10-50 (4) | 50-100 (3) | 100-150 (2) | ≥150 (1) |
| ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่โครงการผ่าน | ที่อยู่อาศัย ราชการฯ (4) | พาณิชย-กรรมฯ (3) | ชนบท เกษตรกรรม (2) | อนุรักษ์ สงวนฯ (1) | |
| จุดเชื่อมต่อโครงการอื่น (จุด) | ≥10 (4) | 5-10 (3) | 2-4 (2) | 1 (1) | |
| ความจำเป็นเร่งด่วนโครงการ | มีความจำเป็นเร่งด่วน (2) | | ไม่มีความจำเป็นเร่งด่วน (1) | | |
| ผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ | ไม่กระทบพื้นที่อนุรักษ์ (2) | | กระทบพื้นที่อนุรักษ์ทุกชนิด (1) | | |
| กระทบที่ดินเวนคืน (ตร.ม.) | 0-60 (5) | 61-120 (4) | 121-180 (3) | 181-240 (2) | ≥240 (1) |

โดยจาก ตารางที่ 10 หากได้ระดับคะแนน เต็ม {5} จะได้คะแนนรวมจากน้ำหนักของปัจจัยเฉลี่ยสามหน่วยงานทั้งหมด จาก ตารางที่ 8 และตารางที่ 9 ในการคำนวณ กลับกันหากได้ระดับคะแนน {1} คะแนนรวมที่ได้จากน้ำหนักของปัจจัยก็จะลดลง เหลือเพียง 1/5 ของน้ำหนักปัจจัยตามลงไปด้วย ตัวอย่างเช่น โครงการ ข6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ มีปริมาณการจราจรช่วงวิกฤต 136 PCU ได้คะแนน {3} จากตารางที่ 10 ทำให้ได้คะแนนรวมจากน้ำหนักของปัจจัยเฉลี่ยสามหน่วยงาน เป็น 3/5 x 10.587 เท่ากับ 6.352 คะแนน ไปรวมกับคะแนนรวมจากปัจจัยอื่นๆ จนเป็นคะแนนรวมทั้งหมด เป็นต้น

หลังจากทราบคะแนนโครงการถนนแต่ละโครงการ จึงทำการจัดลำดับเปรียบเทียบคะแนนจากคะแนนมากไปคะแนนน้อย เพื่อหาโครงการที่มีความเหมาะสมในการดำเนินการโครงการถนนตามลำดับ โดยแสดงลำดับการดำเนินการโครงการถนนประเภทการก่อสร้างและปรับปรุงถนนสายทางที่ที่ได้คะแนนมากที่สุด 10 อันดับ ดังตารางที่ 11 และตารางที่ 12

**ตารางที่ 11** ลำดับโครงการประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์

| ลำดับ | โครงการ | คะแนนรวม |
|---|---|---|
| 1 | ก7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 87.720 |
| 2 | ข1 ผังเมืองรวมชุมชนพะตง-พังลา | 87.440 |
| 3 | ก10 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 82.236 |
| 4 | ค11 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 80.928 |
| 5 | ค20 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 80.928 |
| 6 | ง4 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 80.068 |
| 7 | ข1 ผังเมืองรวมชุมชนท่าเรือน้ำลึก | 79.318 |
| 8 | ก5 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 75.920 |
| 9 | ค22 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 73.202 |
| 10 | ข6 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 72.466 |

**ตารางที่ 12** ลำดับโครงการประเภทการก่อสร้างถนนใหม่

| ลำดับ | โครงการ | คะแนนรวม |
|---|---|---|
| 1 | ก15 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 85.963 |
| 2 | ก14 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 84.671 |
| 3 | ข5 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 84.298 |
| 4 | ข8 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 84.298 |
| 5 | ค14 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 83.751 |
| 6 | ก11 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 83.006 |
| 7 | ข11 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 82.546 |
| 8 | ค16 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา | 81.714 |
| 9 | ค13 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 81.265 |
| 10 | ค8 ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ | 80.881 |

จากตารางที่ 11 โครงการ ก7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา ได้คะแนนรวมมากเป็นลำดับหนึ่ง เนื่องจากเป็นโครงการที่ได้คะแนนเต็มจากปัจจัยที่มีน้ำหนักความสำคัญมาก ทั้งปัจจัยความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ อีกทั้งยังเป็นโครงการที่เคยเกิดอุบัติเหตุมาแล้วถึง 2 ครั้ง และมีปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตถึง 1,072 PCU ซึ่งมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับโครงการอื่น เช่นเดียวกับ โครงการ ก15 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา จากตารางที่ 12 ซึ่งได้คะแนนเต็มจากปัจจัยปริมาณการจราจรในช่วงวิกฤตของโครงการข้างเคียง ปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ ปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืน และยังเป็นโครงการที่เป็นจุดเชื่อมต่อโครงการอื่นถึง 7 จุด อีกด้วย

## 5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอน้ำหนักของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจลงทุนดำเนินการโครงการก่อสร้างและปรับปรุงถนนในจังหวัดสงขลา โดยใช้วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP) พบว่า ทั้งสามหน่วยงานที่รับผิดชอบโครงการถนนในจังหวัดสงขลา ล้วนให้ลำดับความสำคัญกับน้ำหนักในการดำเนินการเกี่ยวกับโครงการถนนในแต่ละมุมมอง 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 ปัจจัยจุดเชื่อมต่อโครงการอื่น ปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ และปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืน ในประเภทการปรับปรุงถนนที่ไม่สมบูรณ์ และ ปัจจัยความจำเป็นเร่งด่วนของโครงการ ปัจจัยผลกระทบพื้นที่อนุรักษ์ และปัจจัยผลกระทบที่ดินเวนคืน ในประเภทการดำเนินการก่อสร้างถนนใหม่ ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ในส่วนของลักษณะพื้นที่ในการโครงการก่อสร้างและปรับปรุงถนน จากความเห็นเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดพบว่าการลงทุนโครงการถนนเพื่อพัฒนาพื้นที่ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการมีความสำคัญเป็นลำดับแรก ก่อนพื้นที่พาณิชยกรรม คลังสินค้าและอุตสาหกรรม พื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม พื้นที่อนุรักษ์ สงวน สันทนาการและสิ่งแวดล้อม ตามลำดับ

และจากการวิเคราะห์คะแนนจากโครงการถนนแต่ละโครงการในแผนผังเมืองรวมจากข้อมูลของสำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสงขลาของงานวิจัยนี้ พบว่าโครงการ ก7 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา มีคะแนนสูงสุดในการดำเนินการประเภทการปรับปรุงถนนที่ยังไม่สมบูรณ์ และโครงการ ก15 ผังเมืองรวมเมืองสงขลา มีคะแนนสูงสุดในการดำเนินการประเภทการก่อสร้างถนนใหม่ ซึ่งโครงการที่มีคะแนนมากที่สุดทั้งสองโครงการ มีความเหมาะสมที่ในการดำเนินการก่อน จากนั้นดำเนินการโครงการที่มีคะแนนรองลงมาตามลำดับ

โดยหากมีการดำเนินโครงการถนนในจังหวัดสงขลาในอนาคต น้ำหนักความสำคัญที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญของบทความนี้เป็นแนวทางในการตัดสินใจดำเนินการได้ เนื่องจากเป็นความคิดเห็นส่วนใหญ่ของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ และปฏิบัติงานเกี่ยวกับโครงการถนนในจังหวัดสงขลาโดยตรง และสามารถนำรายละเอียดของโครงการถนนอื่นๆ ในจังหวัดสงขลา มาทำการให้คะแนนจากวิธีที่ได้อภิปรายไปข้างต้น เพื่อจัดลำดับความสำคัญโครงการที่จำดำเนินการอย่างเหมาะสมอีกด้วย

## 6. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากบางโครงการไม่มีฐานข้อมูลเดิมโดยเฉพาะถนนก่อสร้างใหม่ ทำให้บางปัจจัยผู้วิจัยทำการลงสำรวจภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลศึกษาน้ำหนักปัจจัย สำหรับการศึกษาในอนาคตหากมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมของหน่วยงานต่างๆ หรือมีปัจจัยที่มีความเหมาะสมกับบริบทของแต่ละพื้นที่ อาจใช้ข้อมูลดังกล่าว ประกอบการวิเคราะห์เพิ่มเติมได้ อีกทั้งแผนที่ผังเมืองที่ผู้วิจัยใช้ในฐานข้อมูลของกรมโยธาธิการและผังเมือง บางแผนที่เป็นแผนที่ประกาศมาเป็นระยะเวลานาน จึงทำให้ลักษณะภูมิประเทศบริเวณโครงการมีการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้บางโครงการอาจไม่มีความเหมาะสมในการดำเนินการ เมื่อเทียบกับสภาพปัจจุบัน

เนื่องจากการศึกษานี้ใช้แผนที่ผังเมืองในการพิจารณา ทำให้มีสภาพถนนหลายประเภท โดยทั่วไปสภาพการจราจรของถนนแต่ละประเภท เช่น ถนนทางหลวง และถนนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีความแตกต่างกัน ทั้งจำนวนผู้ใช้ถนน ปริมาณการจราจร ความเร็วในการสัญจร การนำปัจจัยดังกล่าวมาเปรียบเทียบกัน อาจทำให้เกิดความแตกต่างของ

ข้อมูลได้ ในคำนวณ ค่า B/C ratio ที่ต้องใช้ปริมาณการจราจร ประกอบการคำนวณ เช่นเดียวกับปัจจัยระดับการให้บริการ ที่ผู้วิจัยนำความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากการสำรวจข้อมูลภาคสนามมาปรับเทียบกับ ปริมาณการจราจร และพิจารณาระดับการให้บริการจากความสัมพันธ์ใน Highway Capacity Manual [28] ในการศึกษาในอนาคตอาจทำการแยกประเภทถนนที่มีสภาพการจราจรที่แตกต่างกันในการศึกษา เพื่อผลการศึกษาที่มีความแม่นยำมากขึ้น

## 7. กิตติกรรมประกาศ

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

## เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. รายงานโลจิสติกส์ 2560. 2561.

[2] กองพัฒนาและส่งเสริมการบริหารงานท้องถิ่น. การจัดทำแผนพัฒนาถนนในความรับผิดชอบขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. เซตตุสิต กรุงเทพมหานคร: 2562.

[3] สำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท. โครงข่ายทางหลวงชนบท สำหรับงบประมาณ 2562. 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 Decistion Making Method. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2561.

[8] Chen YC, Lien H,Tzeng GH, Yang LS. Fuzzy MCDM approach for selecting the bestenvironment-watershedplan. 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 hierarchicalcal 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 ลือนาม. การจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี : แนวความคิดและการประยุกต์. วารสารการจัดการสมัยใหม่. 2556;11(1): 2-12.

[13] เมทินี จงไพบูลย์. การจัดลำดับความสำคัญของผลการดำเนินการ กิจกรรม และทฤษฎีบริหารจัดการองค์กรที่มีผลต่อการบริหารจัดการซัพพลายเชนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน. คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2558.

[14] Neeraj ST, Neha V, Manoj M. Industrail sustainability analysis using AHP and integrated. International Journal of Engineering Sciences & Research. 2018: 134-145.

[15] นิธิเดช คูหาทองสัมฤทธิ. การคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่เหมาะสมด้วยกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี: 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. Advances in Civil Engineering. 2015; 1-17. Available from: http://dx.doi.org/10.1155/2015/140189. [Accessed 14th July 2019].

[17] วิรัชญา จันพายเพ็ชร, 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. Internation 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; 129–142. Available from: https://doi.org/10.1002/atr.120. [Accessed 14th July 2019].

[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] กิติพงษ์ ประพันธ์อนุรักษ์, วชรภูมิ เบญจโอฬาร. การศึกษาเกณฑ์การคัดแยกทางหลวงชนบท. Naresuan University Engineering Journal. 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. งานวางผังเมือง. เข้าถึงได้จาก: www.yotasongkhla.go.th/news_cityplan/detail/7/. [เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2562]

[27] บริษัท พิสุทธิ์ เทคโนโลยี จำกัด. โครงการวางและจัดทำผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ปรับปรุงครั้งที่ 3). เข้าถึงได้จาก: www.hatyai-urbanplan.com/news/19การปิดประกาศตามสถานที่ต่างๆ-พื้นที่เมืองหาดใหญ่.html. [เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2562]

[28] Transportation Research Board. Highway Capacity Manual; 2000.