

การคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับพื้นที่ผังเมืองรวมขอนแก่น โดย บูรณาการวิธี Analytic Hierarchy Process (AHP), Fuzzy Scoring Method (FSM) และ Simple Additive Weight (SAW)

Selection of Appropriate Public Transportation Mode in Khon Kaen Town Plan Area Using the Integration of Analytic Hierarchy Process (AHP), Fuzzy Scoring Method (FSM) and Simple Additive Weight (SAW) Methods

นนทวิทย์ ชมภูนาวัฒน์ (Nonthawit Chompunavat)* พนภุชณ คลังบุญครอง (Pongrid Klungboonkrong)^{1**}

(Received: December 3, 2021; Revised: February 16, 2022; Accepted: March 9, 2022)

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับเส้นทางสายเหนือ-ใต้ (สำราญ-ท่าพระ) ในพื้นที่ผังเมืองรวมขอนแก่น โดยใช้วิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย (Multi-Attribute Decision Making, MADM) ซึ่งเป็นการบูรณาการวิธี Analytic Hierarchy Process (AHP), Fuzzy Scoring Method (FSM) และ Simple Additive Weight (SAW) โดยอาศัยหลักการพัฒนายั่งยืน (Sustainable Development) เพื่อสร้างสมดุลของ 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ (1) การพัฒนาเศรษฐกิจ (Economic development) (2) ความรับผิดชอบต่อสังคม (Social responsibility) และ (3) การปกป้องสิ่งแวดล้อม (Environmental protection) ที่จะนำมาใช้ในการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาพบว่า รถโดยสารด่วนพิเศษ (Bus Rapid Transit, BRT) และ รถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit, LRT) มีความเหมาะสมเท่าเทียมกัน

ABSTRACT

This article is addressed the selection of appropriate public transportation mode in Khon Kaen town plan area for the North-South (N-S) route (Samran-Tha Phra). By applying the Multi-Attribute Decision Making (MADM) methods that is on integrations of Analytic Hierarchy Process (AHP), Fuzzy Scoring Method (FSM) and Simple Additive Weight (SAW) methods. The concept of Sustainable Development is also adapted to create a balance among the 3 main factors including (1) Economic development (2) Social responsibility and (3) Environmental protection. It was found that Bus Rapid Transit (BRT) and Light Rail Transit (LRT) are equally suitable for N-S route in the study area.

คำสำคัญ: การคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะ วิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย (MADM) ประเทศไทย

Keywords: Selection Public Transportation Mode, Multi-Attribute Decision Making, Thailand

¹Corresponding author: ponklung@gmail.com

*นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**ศาสตราจารย์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

การพัฒนากระบวนขนส่งสาธารณะในเขตเมืองเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดทิศทางการพัฒนาเมือง และการพัฒนาประเทศ ซึ่งมีความจำเป็นจะต้องให้ความสำคัญแก่ผู้เดินทางทุกกลุ่มเพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตของประชาชน โดยที่การวางแผนพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะไม่เพียงแต่จะช่วยแก้ไขปัญหาจราจรติดขัด แต่ยังเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาและการออกแบบเมือง ในปัจจุบันมีหลายเมืองในประเทศไทยกำลังมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองต่อการเติบโตทางด้านประชากร เศรษฐกิจ และสังคม [1] หนึ่งในเมืองเหล่านั้นคือ จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นจุดยุทธศาสตร์ที่สำคัญของประเทศในหลายด้าน เช่น ศูนย์กลางทางการศึกษา ศูนย์กลางการคมนาคมและโลจิสติกส์ MICE city และ smart city [2] ทำให้มีผู้คนย้ายถิ่นฐานเข้ามาในจังหวัดเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะในเขตพื้นที่เทศบาลนครขอนแก่น จึงทำให้เกิดการขยายตัวของเมืองและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างไร้ทิศทาง (City sprawling) [3] ในขณะที่จังหวัดขอนแก่นยังไม่มีระบบขนส่งสาธารณะที่มีประสิทธิภาพและให้บริการเพื่อรองรับอุปสงค์ในการเดินทางของประชาชน จึงทำให้การใช้รถยนต์ส่วนบุคคลกลายเป็นประเภทการเดินทางหลัก และก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น การจราจรติดขัด อุบัติเหตุทางถนน ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อประชาชนในพื้นที่โดยตรง หากมีกระบวนการวางแผนและพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะที่มีประสิทธิภาพในพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองขอนแก่น เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ผู้เดินทางจะสามารถตัดสินใจเลือกใช้บริการได้ จะสามารถช่วยบรรเทาปัญหาต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล อีกทั้งก็จะส่งเสริมการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมและช่วยอนุรักษ์สภาพแวดล้อมที่ดีของเมืองไว้ได้อีกด้วย ดังนั้นกระบวนการคัดเลือกกระบวนขนส่งสาธารณะจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม ได้มีโครงการการศึกษาออกแบบรายละเอียดระบบขนส่งสาธารณะในเขตจังหวัดขอนแก่นและผลกระทบสิ่งแวดล้อม [2] ซึ่งได้ประยุกต์ใช้วิธี Fuzzy Multi-Attribute Decision Making ในการคัดเลือกเส้นทางนำร่องเพื่อพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะสำหรับเมืองขอนแก่น จากทั้งหมด 5 เส้นทาง แสดงในภาพที่ 1 ผลการศึกษาสรุปได้ว่า เส้นทางสายเหนือ-ใต้ (สำราญ-ท่าพระ) เป็นเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาเป็นเส้นทางโครงการนำร่อง และ สนข. [2] ได้จัดทำการศึกษาการจัดทำแผนหลักการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเมืองภูมิภาค พบว่าในระยะยาว 20 ปี ระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองขอนแก่น คือรถโดยสารด่วนพิเศษ (Bus Rapid Transit, BRT) และรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit, LRT)

ในกระบวนการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะจะเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน (ill-structured decision making) และจะเกี่ยวข้องกับหลากหลายปัจจัย ทั้งที่สามารถวัดค่าเป็นตัวเลขได้และวัดค่าเป็นตัวเลขไม่ได้ และปัจจัยเหล่านั้นมักจะมีน้ำหนักความสำคัญที่แตกต่างกันจึงทำให้มีความสอดคล้องกันกับหลักการของการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย (Multi-attributes Decision Making, MADM) [1] นอกจากนั้นการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะสำหรับพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองขอนแก่น ควรอยู่ภายใต้หลักการพัฒนายั่งยืน (Sustainable Development) [4] คือ การพัฒนาในด้านใดก็ตามต้องมีความสมดุลทั้งในด้านการพัฒนาเศรษฐกิจ ความรับผิดชอบต่อสังคม และการปกป้องสิ่งแวดล้อมในเป้าประสงค์การพัฒนายั่งยืน (Sustainable Development Goals, SDGs) นั้นประกอบไปด้วย 17 เป้าประสงค์ และ 169 เป้าหมาย ซึ่งเป้าหมายสำคัญที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ คือ เป้าหมายที่ 11.2 คือ จัดให้มีการเข้าถึงระบบคมนาคมขนส่งที่ยั่งยืน เข้าถึงได้ ปลอดภัย ในราคาที่สามารถจ่ายได้ สำหรับทุกคน พัฒนาความปลอดภัยทางถนนโดยการขยายระบบขนส่งสาธารณะ และคำนึงเป็นพิเศษถึงกลุ่มคนที่อยู่ในสถานการณ์ที่เปราะบาง ผู้หญิง เด็ก ผู้มีความบกพร่องทางร่างกาย และผู้สูงอายุ ภายในปี 2573 [4] ดังนั้นเพื่อในการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะได้อย่างเหมาะสมที่สุดกับพื้นที่การศึกษา ในบทความนี้จึงได้ประยุกต์ใช้วิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย รวมทั้งได้นำหลักการของการพัฒนายั่งยืนมาใช้เป็นกรอบแนวคิดหลักในงานวิจัยนี้ โดยบทความนี้ได้จัดลำดับของการนำเสนอ ดังนี้ (1) วัตถุประสงค์การ

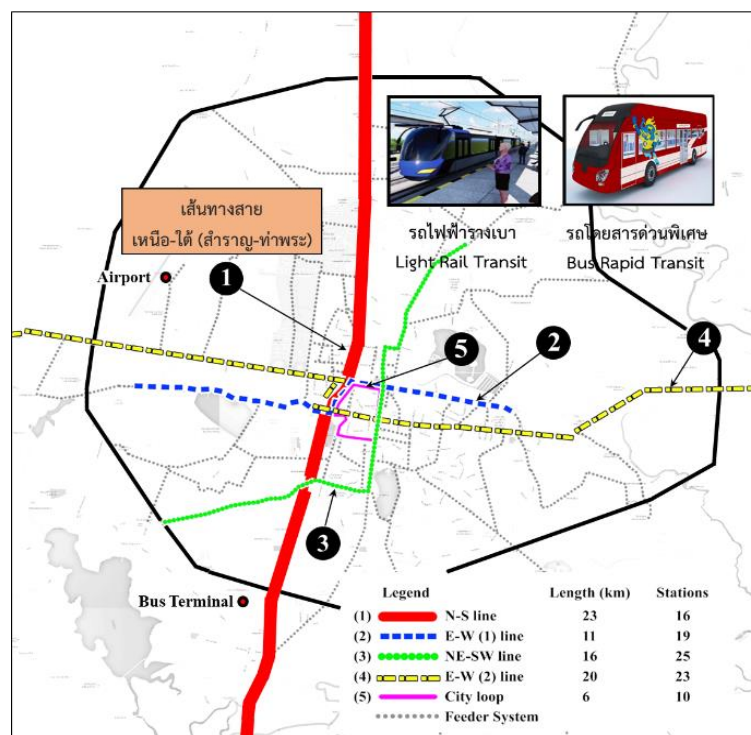
วิจัย (2) พื้นที่การศึกษา (3) การทบทวนวรรณกรรม (4) วิธีการวิจัย (5) การบูรณาการวิธี AHP FSM และ SAW (6) ผลการศึกษา (7) สรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมสำหรับเส้นทางสายเหนือ-ใต้ (สำราญ-ท่าพระ) ในพื้นที่ฝั่งเมืองรวมเมืองขอนแก่น

พื้นที่การศึกษา

ฝั่งเมืองรวมเมืองขอนแก่นมีพื้นที่ครอบคลุมประมาณ 228 ตารางกิโลเมตร ในจังหวัดขอนแก่น และมีแผนพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะโดยเส้นทางนำร่องคือ เส้นทางสายเหนือ-ใต้ (สำราญ-ท่าพระ) ซึ่งมีระยะทางประมาณ 23 กิโลเมตร จำนวน 16 สถานี ซึ่งเป็นเส้นทางที่ให้บริการมีสถานที่สำคัญที่เป็นแหล่งดึงดูดการเดินทางจำนวนมากเช่น สถานศึกษา ห้างสรรพสินค้า สถานที่ราชการ ฯลฯ [2] ในงานวิจัยนี้จะทำการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมสำหรับเส้นทางสายเหนือ-ใต้ พื้นที่ฝั่งเมืองรวมเมืองขอนแก่น ซึ่งมี 2 ทางเลือกคือ รถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT) และรถไฟฟ้ารางเบา (LRT) ภาพที่ 1 แสดงเส้นทางระบบขนส่งสาธารณะในพื้นที่ฝั่งเมืองรวมเมืองขอนแก่น รวมถึงภาพตัวอย่างระบบขนส่งสาธารณะ



ภาพที่ 1 เส้นทางระบบขนส่งสาธารณะในพื้นที่ฝั่งเมืองรวมเมืองขอนแก่น [5]

ทบทวนวรรณกรรม

จากการศึกษาเกี่ยวกับการพิจารณาคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะส่วนใหญ่นั้นจะพิจารณาพื้นฐานจากการวิเคราะห์ตามหลักเศรษฐศาสตร์ เช่น ต้นทุนและผลประโยชน์ ซึ่งไม่สามารถพิจารณาปัจจัยที่ไม่ใช่ตัวเงินได้ ซึ่งการ

คัดเลือกระบบขนส่งสาธารณะนั้นต้องคำนึงถึงการยอมรับต่อสังคมและด้านความยั่งยืน ซึ่งไม่สามารถกำหนดเป็นค่าตัวเงินได้ [6] การนำกระบวนการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย (MADM) มาใช้ในการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อตอบสนองต่อพิจารณาปัจจัยที่เป็นทั้งด้านคุณภาพและด้านปริมาณ ปัจจุบันจึงได้มีงานศึกษาหลายงานที่ได้นำกระบวนการตัดสินใจแบบหลายปัจจัยมาใช้ โดยนำเสนอ ดังนี้

Ignaccolo และ Inturri [6] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระบบขนส่งสาธารณะระหว่าง BRT และ LRT โดยใช้วิธี Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS) ซึ่งอาศัยปัจจัยทั้งสิ้น 30 ปัจจัย เช่น ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและค่าบำรุงรักษา การใช้พลังงาน ปริมาณความจุของรถโดยสาร การตรงต่อเวลาของรถโดยสาร เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่า BRT มีความเหมาะสมกับเมืองขนาดกลาง และ LRT เหมาะสมกับเมืองขนาดใหญ่

Shafabakhsh และคณะ [7] ได้คัดเลือกระบบขนส่งสาธารณะเพื่อเข้าถึงสนามบินนานาชาติ sari ประเทศอิหร่านโดยอาศัยวิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย โดยวิธี Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) และ วิธี TOPSIS โดยอาศัยปัจจัยในการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะ 9 ปัจจัย เช่น ความปลอดภัย ต้นทุนการก่อสร้าง ความสบายใจในการเดินทาง ความน่าเชื่อถือ เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่า รถไฟเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ตามมาด้วยรถโดยสารปรับอากาศ และ รถตู้

Sathya [8] ได้คัดเลือกระบบขนส่งสาธารณะสำหรับเมือง Madurai ประเทศอินเดีย โดยอาศัยวิธี TOPSIS ซึ่งปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักสูงสุด 3 ลำดับ คือ (1) ความปลอดภัย (2) ความล่าช้าในการเดินทาง (3) มลพิษและสิ่งแวดล้อม โดยผลการศึกษาพบว่า รถไฟฟ้ารางเดียว มีความเหมาะสมมากที่สุด ตามมาด้วยรถไฟฟ้างานหนัก และรถโดยสารประจำทาง

Lee [9] ได้ทำการศึกษาเพื่อคัดเลือกระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับประเทศเกาหลีใต้ โดยใช้วิธี AHP ซึ่งแบ่งพื้นที่การศึกษาออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับเมืองมหานคร และ เมืองขนาดเล็กถึงขนาดกลาง โดยอาศัยปัจจัยหลัก 2 ด้าน ได้แก่ เกณฑ์สำหรับผู้ให้บริการ และเกณฑ์สำหรับผู้ใช้บริการ และยังมีปัจจัยย่อยอีกหลายปัจจัย เช่น ต้นทุนโครงสร้างพื้นฐานของระบบ ความสะดวกสบายในการเดินทาง ความปลอดภัย ความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ภาพลักษณ์ของระบบ เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่า ระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับเมืองมหานครคือ LRT และ ประเภทระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับเมืองขนาดเล็กและเมืองขนาดกลางคือ BRT

Aydin และ Kahraman [10] ได้ทำการศึกษาเพื่อคัดเลือกระบบขนส่งมวลชนที่เหมาะสมกับเมือง Ankara ประเทศ ตุรกี โดยใช้วิธี AHP และ วิธี VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) ปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสังคม และด้านเทคโนโลยี ซึ่งยังมีปัจจัยรองอีก 15 ปัจจัย เช่น มูลค่าในการลงทุน ค่าบำรุงรักษา มลพิษทางเสียง ประสิทธิภาพของรถโดยสาร ความปลอดภัย เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่า รถโดยสารประจำทางประเภท Compressed Natural Gas Buses เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดตามมาด้วย รถโดยสารประจำทางประเภท Propane Buses และรถโดยสารประจำทางประเภท Electric Buses

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ในแต่ละพื้นที่จะพิจารณาประเภทระบบขนส่งสาธารณะที่แตกต่างกันออกไป รวมถึงปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งพบว่ามีด้วยกันหลากหลายปัจจัย มีทั้งปัจจัยที่เป็นเชิงปริมาณ และปัจจัยที่เป็นเชิงคุณภาพ ในบทความนี้จะได้นำปัจจัยต่างๆที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมมาประยุกต์ใช้เป็นปัจจัยรองในการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับพื้นที่การศึกษาต่อไป

จากกระบวนการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย (MADM) ที่มีอยู่ด้วยหลายวิธีการ ในบทความนี้จะได้ประยุกต์การบูรณาการ 3 วิธีการ ในการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับพื้นที่การศึกษา (1) วิธี AHP ใช้ในการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้ จะใช้ดุลพินิจของผู้เชี่ยวชาญโดยตรงทำให้สามารถดึงเอาองค์ความรู้ ประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญให้สัมภาษณ์ออกมาได้ อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบความสอดคล้อง

(Consistency) ในการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งสามารถรวมค่าน้ำหนักความสำคัญแบบกลุ่ม และยังสามารถวิเคราะห์ความอ่อนไหวได้ (Sensitivity Analysis) (2) วิธี FSM ใช้การคำนวณค่าคะแนนของทางเลือก ซึ่งวิธีการดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการหาค่าคะแนนของทางเลือกที่คลุมเครือ ให้เป็นค่าคะแนนที่เป็นตัวเลขจริงได้ (3) วิธี SAW ใช้การคำนวณค่าคะแนนรวมเพื่อจัดลำดับทางเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการที่ง่ายต่อการนำไปวิเคราะห์ในการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะอีกทั้งวิธีการดังกล่าวยังมีหลักการที่สอดคล้องกับการตัดสินใจของมนุษย์ [1, 11-17]

วิธีการวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัย ได้แสดงไว้ในภาพที่ 2 โดยขั้นตอนต่างๆ สามารถอธิบายพอสังเขปได้ดังนี้

1. การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง : โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน (1) การคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะโดยวิธี MADM ต่างๆ (2) วิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัยต่างๆ

2. กำหนดวัตถุประสงค์ และพื้นที่ศึกษา

3. การกำหนดปัจจัยในการตัดสินใจ : ในบทความนี้ได้กำหนดปัจจัยหลักจากหลักการ การพัฒนาอย่างยั่งยืน [4] ประกอบไปด้วย 3 ปัจจัย คือ (1) การพัฒนาเศรษฐกิจ (2) ความรับผิดชอบต่อสังคม (3) การปกป้องสิ่งแวดล้อม โดยที่ปัจจัยรองได้จาก (1) การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกระบบขนส่งสาธารณะ (2) แนวคิดการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะของ Vuchic [18] (3) การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญโดยตรง โดยปัจจัยรองประกอบไปด้วย 11 ปัจจัย คือ (1) ความคุ้มค่าในการลงทุน (2) ส่งเสริมความเติบโตทางเศรษฐกิจ (3) ศักยภาพในการสร้างรายได้ (4) ผลกระทบต่อความปลอดภัยทางถนน (5) ผลกระทบต่อกระแสรถจักรยาน (6) ศักยภาพในการดึงดูดผู้ใช้บริการ (7) ส่งเสริมให้เกิดถนนและสภาพแวดล้อมที่น่าอยู่ตามแนวเส้นทาง (8) มลพิษทางอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (9) มลพิษทางเสียงและการสั่นสะเทือน (10) ผลกระทบจากปริมาณของเสียของระบบขนส่งสาธารณะ (11) ผลกระทบต่อทัศนียภาพของเมือง

4. หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ : (1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการวางแผนเพื่อพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ (2) เป็นผู้ที่มีความเข้าใจการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสม โดยการศึกษาครั้งนี้มีผู้เชี่ยวชาญทั้งสิ้น 16 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาการ 8 คน ประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการวางแผนการขนส่ง ผู้เชี่ยวชาญด้านผังเมืองและออกแบบผังเมือง และผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน 8 คน ซึ่งเป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการผลักดันให้เกิดโครงการเกี่ยวกับการออกแบบเมือง การวางแผนพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะและการวางแผนพัฒนา TOD

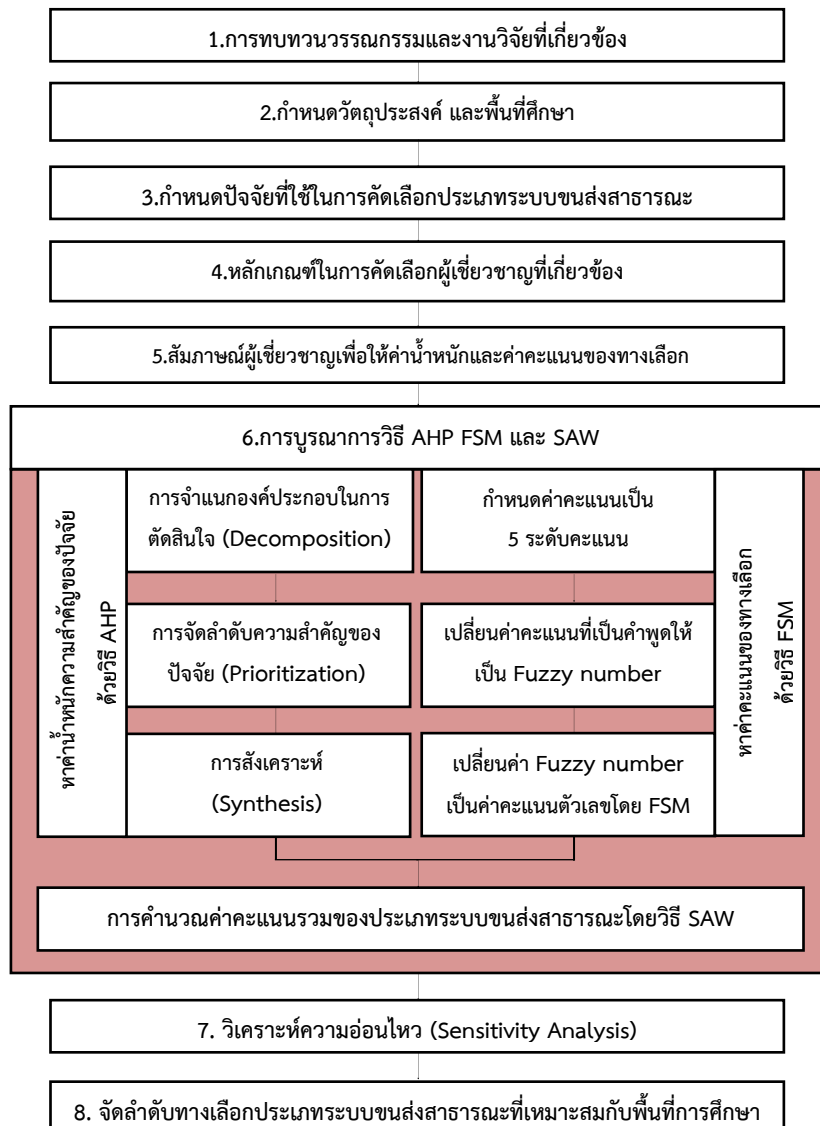
5. สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ค่าน้ำหนักของปัจจัยและค่าคะแนนของทางเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะ : แบ่งการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญออกเป็น 2 ส่วน (1) สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ค่าน้ำหนักของปัจจัยต่างๆ (2) สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ค่าคะแนนของทางเลือกภายใต้ปัจจัยต่างๆ

6. การบูรณาการวิธี AHP FSM และ SAW: การคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะในการวิจัยครั้งนี้จะใช้ (1) การหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยจากวิธี AHP (2) การหาค่าคะแนนของทางเลือก โดยการกำหนดค่าคะแนนของทางเลือกเป็น 5 ระดับคะแนน (สูงมาก/สูง/ปานกลาง/ต่ำ/ต่ำมาก) แล้วใช้วิธี FSM ในการแปลงค่าคะแนนที่เป็นค่าคลุมเครือให้เป็นค่าคะแนนที่เป็นตัวเลขจริง และ (3) การคำนวณค่าคะแนนรวมของประเภทระบบขนส่งสาธารณะโดยใช้วิธี SAW

7. วิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) : ใช้วิธีการปรับเปลี่ยนค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยเพื่อพิจารณาผลกระทบต่อค่าคะแนนรวมและการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกที่พิจารณา

8. คัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับพื้นที่การศึกษา : ทำการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก

ประเภทระบบขนส่งสาธารณะจากค่าคะแนนรวมที่ได้จากขั้นตอนที่ 6

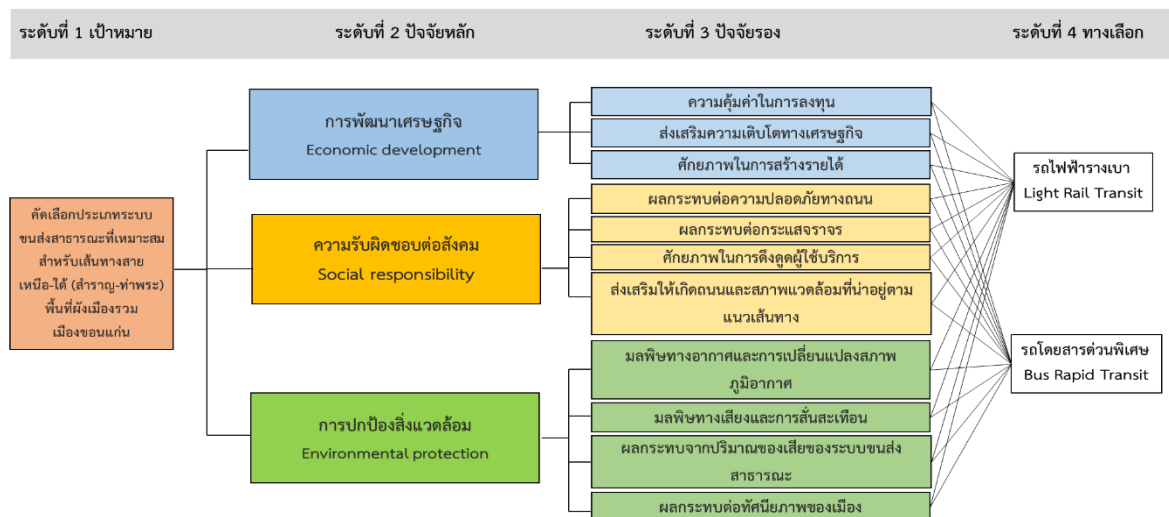


ภาพที่ 2 ขั้นตอนการศึกษา

การคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยการตัดสินใจโดยวิธี Analytic Hierarchy Process (AHP) Klungboonkrong [1] ได้อ้างอิงจาก [19-21, 23] โดยอธิบายว่าวิธี AHP เป็นทฤษฎีการตัดสินใจโดยจากการสร้างโครงสร้างลำดับชั้น (Hierarchy structure) ของปัจจัยการตัดสินใจและการเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ (Pairwise comparison) โดยวิธีการให้อัตราส่วน (Ratio scales) จาก 1 ถึง 9 [19] โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การจำแนกองค์ประกอบการตัดสินใจ (Decomposition) เป็นขั้นตอนที่ผู้ตัดสินใจจะมีการจำแนกปัจจัยการตัดสินใจ ออกเป็นลำดับชั้น เพื่อจัดรูปแบบโครงสร้างการตัดสินใจ (Hierarchy structure) โดยมีความซับซ้อนที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับระดับความสำคัญขององค์ประกอบของปัจจัย จากลำดับชั้นบนสุด (เป้าหมายการศึกษา) ถึงลำดับชั้นล่างสุด (ทางเลือกที่ใช้ในการพิจารณา) ซึ่งโครงสร้างการตัดสินใจของงานวิจัยครั้งนี้แสดงในภาพที่ 3

ขั้นตอนที่ 2 การจัดลำดับความสำคัญ (Prioritization) หลังจากสร้างโครงสร้างลำดับชั้นในการตัดสินใจแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นขั้นตอนการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยการตัดสินใจ (Relative weights) โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบองค์ประกอบการตัดสินใจทีละคู่ (pairwise comparison) โดยเปรียบเทียบภายใต้ระดับชั้นเดียวกันของโครงสร้างการตัดสินใจ โดยมีอัตราส่วนตั้งแต่ 1 (สำคัญเท่ากัน) ไปถึง 9 (สำคัญสูงสุด) [19] โดยค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยจะได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญโดยตรง ทั้งหมด 16 คน ซึ่งในกระบวนการดังกล่าวจะมีการหาค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) โดยทั่วไปค่า CR จะยอมรับได้เมื่อมีค่าน้อยกว่า 0.10 ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความสอดคล้องของการให้น้ำหนักของผู้เชี่ยวชาญ [19] ในงานวิจัยนี้ใช้วิธี Normalisation of the Geometric Mean of the Row (NGM) ในการประมาณค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย [20] หลังจากการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยโดยวิธี AHP ในแต่ละผู้เชี่ยวชาญแล้ว ขั้นตอนต่อมาจะเป็นการรวมน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย จากการให้ค่าน้ำหนักของผู้เชี่ยวชาญทุกคน โดยวิธีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean Method, GMM) ซึ่งค่าเฉลี่ยเรขาคณิตได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ของกลุ่มในโครงสร้างลำดับชั้นการตัดสินใจ ซึ่งวิธี GMM นั้นสามารถรักษาสอดคล้องการเป็นส่วนกลับ (Reciprocal property) และสามารถตรวจวัดความสอดคล้อง (Consistency) ของการตัดสินใจแบบกลุ่มได้ [21] ตารางที่ 1



แสดงตัวอย่างการให้น้ำหนักของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยพบว่าค่าอัตราส่วนความสอดคล้องกลุ่ม (Group Consistency Ratio, GCR) น้อยกว่า 0.1 แสดงว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมีการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่สอดคล้องกันเป็นอย่างดี

ภาพที่ 3 โครงสร้างการตัดสินใจ (Hierarchy structure) [22]

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการเปรียบเทียบการตัดสินใจทีละคู่ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญภายใต้ปัจจัยหลัก

ปัจจัยหลัก	(1)	(2)	(3)	ค่าน้ำหนัก
(1).การพัฒนาเศรษฐกิจ	1.0000	1.0026	2.2473	0.4085
(2).ความรับผิดชอบต่อสังคม	0.9975	1.0000	2.3091	0.4115
(3).การปกป้องสิ่งแวดล้อม	0.4450	0.4331	1.0000	0.1800

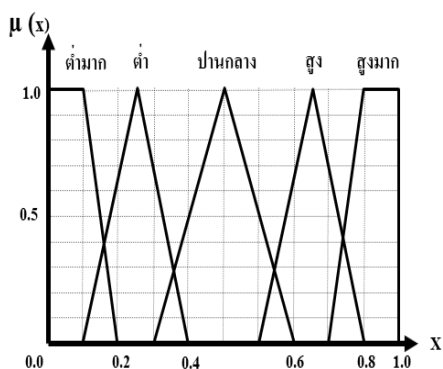
$$\lambda_{\max} = 3.0001, \text{ GCI} = 0.0000, \text{ GCR} = 0.0001$$

ขั้นตอนที่ 3 การสังเคราะห์การตัดสินใจ (Synthesis) หลังจากหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในแต่ละลำดับชั้นของโครงสร้างลำดับชั้นแล้ว วิธี AHP จะใช้หลักการ “Principle of Hierarchy Composition” ในการสังเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญเป็นน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์รวม (Global Relative Importance) [19, 23] โดยขั้นตอนดังกล่าวจะใช้วิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรอง ที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยหลัก ผลการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก และปัจจัยรองแสดงในภาพที่ 5 ในหัวข้อผลการวิจัย

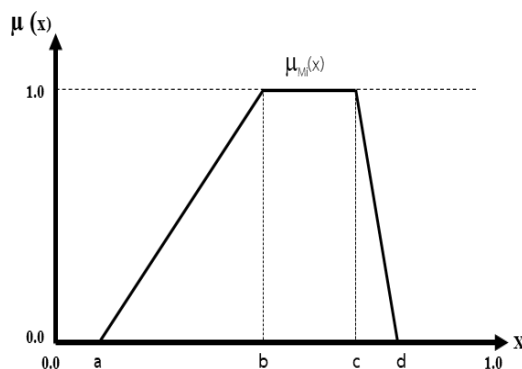
การคำนวณค่าคะแนนของทางเลือกโดยวิธี Fuzzy Scoring Method (FSM)

การคำนวณค่าคะแนนของทางเลือกโดยการกำหนดเกณฑ์ในการแบ่งค่าคะแนนออกเป็น 5 ระดับ และทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ค่าคะแนนของทางเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะ เมื่อทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญแล้วจะประยุกต์ใช้วิธี Fuzzy Scoring Method (FSM) [24] โดยวิธีการเปลี่ยนค่าคะแนนที่เป็นคำพูด ให้เป็นตัวเลขจริง

Klungboonkrong [1, 25] โดยกล่าวว่าวิธี Fuzzy Scoring Method (FSM) พัฒนาขึ้นโดย Chen และ Hwang [24] ใช้ในการประมาณค่าคะแนนตัวเลขจริง จากตัวเลขฟัซซี่ (Fuzzy number) โดยการคำนวณหาค่าคะแนนอรรถประโยชน์ทั้งด้านซ้ายและด้านขวาในการหาค่าคะแนนอรรถประโยชน์รวมซึ่งแสดงในภาพที่ 4 (ก) เวลาต่อมาตัวเลขฟัซซี่สามารถแสดงให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ซึ่งใช้อย่างกว้างขวางในการปฏิบัติ ซึ่งแสดงในภาพที่ 4 (ข) เพื่อคำนวณตัวเลขที่ยู่ยากให้ ลดลง สำหรับ Mtpz คือค่าสมาชิกเพิ่มขึ้นเชิงเส้นจาก a ถึง b และลดลงจาก c ถึง d ในช่วง (b, c) จะมีค่าส่วนใหญ่เป็น 1.0 ค่าต่าง ๆ น้อยกว่า a หรือมากกว่า d เป็นการพิจารณาที่เป็นไปไม่ได้ มันจะหมายความว่าสามเหลี่ยมตัวเลขฟัซซี่ (Triangular Fuzzy Number) จะสามารถหาในกรณีพิเศษของสี่เหลี่ยมคางหมูตัวเลขฟัซซี่ (เมื่อ $b = c$) โดยที่ $Mtpz = (a, b, c, d)$ ซึ่งค่าคะแนนอรรถประโยชน์รวมสามารถคำนวณได้ดังสมการ ค่าคะแนนอรรถประโยชน์รวม = $(1/2) * ((d/(1-c+d)) + (b/(b-a+1)))$ และค่าคะแนนอรรถประโยชน์รวมสำหรับ 5 ระดับคำพูดมีค่า สูงมาก(1.000) / สูง (0.7891) / ปานกลาง (0.5500) / ต่ำ (0.3109) / ต่ำมาก (0.1000) [1]



ภาพที่ 4 (ก)



ภาพที่ 4 (ข)

ภาพที่ 4 (ก) คือ การแปลง 5 คำพูดที่คลุมเครือให้เป็น Fuzzy number [1] 4 (ข) คือ แผนภาพการคำนวณค่าคะแนนฟัซซี่โดยวิธีของ Cheng and Hwang [24]

เมื่อสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ค่าคะแนนของทางเลือก BRT และ LRT และปรับเป็นค่าคะแนนอรรถประโยชน์ครบทุกคนแล้ว จะต้องนำค่าคะแนนของทางเลือกที่ได้ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย (Arithmetic

mean) สำหรับทุกปัจจัย เพื่อหาค่าคะแนนเฉลี่ยของทางเลือก จากนั้นนำค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาปรับเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐาน โดยวิธีการ Normalization และนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานของทางเลือกดังกล่าวที่ได้สำหรับทุกปัจจัยไปคำนวณหาค่าคะแนนรวมของ BRT และ LRT ซึ่งค่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานของทางเลือก ได้แสดงในตารางที่ 2

การคำนวณค่าคะแนนรวมของทางเลือกโดยวิธี Simple Additive Weight (SAW)

Pattulee และคณะ [16] ได้อ้างอิงจาก [23] กล่าวว่า วิธี Simple Additive Weight (SAW) เป็นวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าคะแนนรวม (Composite Scores Index, CSI_i) [23] เพื่อใช้ในการจัดลำดับทางเลือก ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ $CSI_i = \sum_{j=1}^n (W_j * S_{ij})$ โดยที่ W_j คือค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย j , S_{ij} คือค่าคะแนนของทางเลือก i เมื่อพิจารณาปัจจัย j และ n คือ จำนวนปัจจัยที่พิจารณา ผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนรวมของทางเลือก BRT และ LRT แสดงในหัวข้อผลการวิจัยในลำดับถัดไป

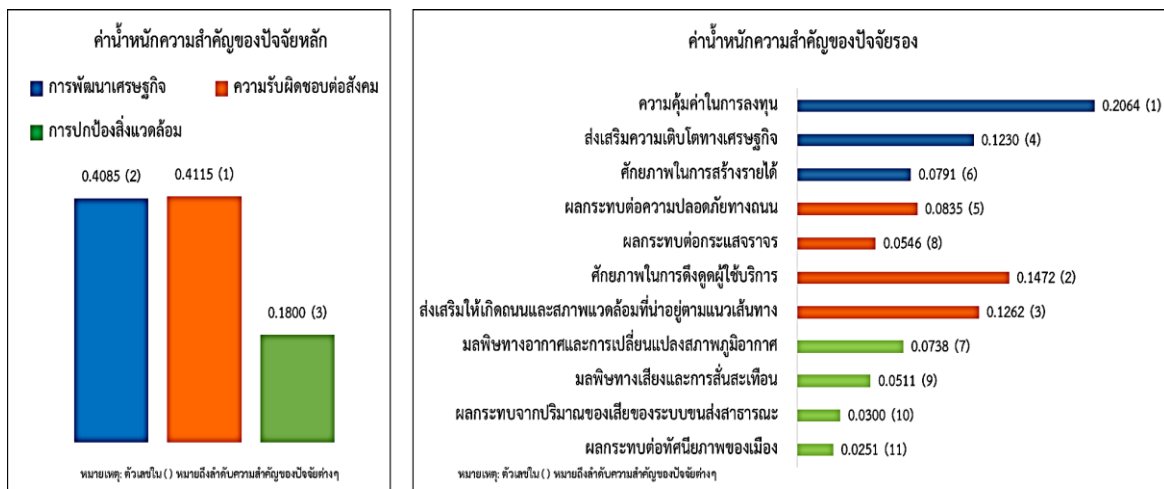
การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

Klungboonkrong [1] ได้อ้างอิงจาก [21] กล่าวว่า การวิเคราะห์ความอ่อนไหว เป็นการทดสอบว่าเมื่อข้อมูลที่ตัดสินใจมีการเปลี่ยนแปลงค่าไปเล็กน้อย จะส่งผลต่อลำดับความสำคัญของทางเลือกอย่างไร ในบทความนี้ได้ใช้การวิเคราะห์ความอ่อนไหวในระดับน้ำหนักความสำคัญ (Weight) ซึ่งจะพิจารณาผลการผันแปรค่าน้ำหนักของปัจจัยว่าจะมีผลกระทบต่อการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกอย่างไรบ้าง หากลำดับของทางเลือกไม่เปลี่ยนแปลงจะหมายถึงการตัดสินใจมีความแน่นอนสูง แต่หากลำดับของทางเลือกมีการเปลี่ยนแปลงจะถือว่าปัจจัยดังกล่าวมีความอ่อนไหวสูง [21]

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรองจากวิธี AHP

ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรองแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก และปัจจัยรองจากวิธี AHP

ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยมาตรฐานของทางเลือกโดยวิธี FSM

เมื่อพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานของทางเลือกในแต่ละปัจจัย ซึ่งแสดงในตารางที่ 2 จะสามารถบอกได้ว่า ภายใต้ปัจจัยที่พิจารณา ทางเลือกใดที่มีค่าคะแนนสูงกว่าหมายถึงเป็นทางเลือกที่ดีกว่า ซึ่งจะพบว่าภายใต้ปัจจัยที่ค่า

คะแนนเฉลี่ยมาตรฐานของ BRT สูงกว่า LRT ได้แก่ (1) ความคุ้มค่าในการลงทุน (2) ผลกระทบต่อความปลอดภัยทางถนน และ (3) มลพิษทางเสียงและการสั่นสะเทือน ภายใต้ปัจจัยที่ค่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานของ LRT สูงกว่า BRT ได้แก่ (1) ส่งเสริมความเติบโตทางเศรษฐกิจ (2) ศักยภาพในการสร้างรายได้ (3) ศักยภาพในการดึงดูดผู้ใช้บริการ (4) ส่งเสริมให้เกิดถนนและสภาพแวดล้อมที่น่าอยู่ตามแนวเส้นทาง และ (5) ผลกระทบจากปริมาณของเสียของระบบขนส่งสาธารณะ และ ภายใต้ปัจจัยที่ค่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานของ BRT เท่าเทียมกับ LRT ได้แก่ (1) ผลกระทบต่อกระจ่างจรร (2) มลพิษทางอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และ (3) ผลกระทบต่อทัศนียภาพ

ตารางที่ 2 ค่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานของทางเลือก BRT และ LRT จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 16 คน

ปัจจัยในการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับ เส้นทางสายเหนือ-ใต้ (สำราญ-ท่าพระ)	ค่าคะแนนเฉลี่ย มาตรฐานของ	ค่าคะแนนเฉลี่ย มาตรฐานของ	รวม
	BRT	LRT	
ความคุ้มค่าในการลงทุน	0.6539	0.3461	1.0000
ส่งเสริมความเติบโตทางเศรษฐกิจ	0.4127	0.5873	1.0000
ศักยภาพในการสร้างรายได้	0.4229	0.5771	1.0000
ผลกระทบต่อความปลอดภัยทางถนน	0.5644	0.4356	1.0000
ผลกระทบต่อกระจ่างจรร	0.4930	0.5070	1.0000
ศักยภาพในการดึงดูดผู้ใช้บริการ	0.4002	0.5998	1.0000
ส่งเสริมให้เกิดถนนและสภาพแวดล้อมที่น่าอยู่ตามแนวเส้นทาง	0.4261	0.5739	1.0000
มลพิษทางอากาศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	0.4993	0.5007	1.0000
มลพิษทางเสียงและการสั่นสะเทือน	0.6703	0.3297	1.0000
ผลกระทบจากปริมาณของเสียของระบบขนส่งสาธารณะ	0.3642	0.6358	1.0000
ผลกระทบต่อทัศนียภาพของเมือง	0.5066	0.4934	1.0000

ผลการคำนวณค่าคะแนนรวมของทางเลือกโดยวิธี Simple Additive Weight (SAW)

เมื่อได้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยการตัดสินใจจากการประยุกต์ใช้วิธี AHP และค่าคะแนนของทางเลือกจากการประยุกต์ใช้วิธี FSM ขั้นตอนต่อมาจะเป็นการวิเคราะห์ค่าคะแนนรวม (Composite Scores Index, CSI) จากวิธี SAW เพื่อใช้ในการจัดลำดับทางเลือก BRT และ LRT ผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนรวมของ BRT มีค่า 0.5006 และผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนรวมของ LRT มีค่า 0.4994 ซึ่งสรุปได้ว่ารถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT) และรถไฟฟ้ารางเบา (LRT) มีความเหมาะสมเท่าเทียมกัน

ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

ที่ค่าน้ำหนักของความสำคัญของปัจจัยปกติ พบว่า BRT และ LRT มีความเหมาะสมเท่าเทียมกัน การวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากระดับน้ำหนักความสำคัญ (Weights) จะพิจารณาจากการผันแปรค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ต้องการพิจารณาจาก 0.0 ถึง 1.0 ส่วนปัจจัยอื่นๆ ให้กระจายตามค่าสัดส่วนน้ำหนักความสำคัญ จะทำให้สังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงของค่าคะแนนรวมและลำดับความสำคัญของทางเลือกที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งปัจจัยที่มีความอ่อนไหวสูงจะสังเกตเห็นได้จากเส้นกราฟจะมีลักษณะความชันมาก และส่งผลให้ค่าคะแนนรวมเปลี่ยนแปลงไปมาก จึงทำให้ลำดับ

ความสำคัญของทางเลือกเปลี่ยนแปลงไป และปัจจัยที่มีความอ่อนไหวน้อย กราฟจะมีลักษณะความชันน้อย และส่งผลให้ค่าคะแนนรวมเปลี่ยนแปลงไปน้อยหรือไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้ลำดับความสำคัญของทางเลือกไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ปัจจัยรองที่มีความอ่อนไหวสูง 5 ลำดับและส่งผลให้ลำดับของทางเลือกเปลี่ยนแปลง คือ (1) ความคุ้มค่าในการลงทุน (2) มลพิษทางเสียงและการสั่นสะเทือน (3) ผลกระทบจากปริมาณของเสียของระบบขนส่งสาธารณะ (4) ศักยภาพในการดึงดูดผู้ใช้บริการ (5) ส่งเสริมความเติบโตทางเศรษฐกิจ [22]

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเพื่อคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับเส้นทางสายเหนือ-ใต้ (สำราญ-ท่าพระ) ในพื้นที่ฝั่งเมืองรวมเมืองขอนแก่น โดยใช้วิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย (MADM) ซึ่งเป็นการบูรณาการ 3 วิธีการได้แก่ (1) วิธี AHP (2) วิธี FSM และ (3) วิธี SAW โดยวิธีการเหล่านี้ มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เนื่องจาก (1) วิธีการดังกล่าวมีโครงสร้างการตัดสินใจที่ชัดเจน (2) เป็นวิธีการที่อาศัยการตัดสินใจจากดุลพินิจของผู้เชี่ยวชาญโดยตรง (3) สามารถเปลี่ยนข้อมูลที่คลุมเครือให้กลายเป็นค่าตัวเลขที่แน่นอนได้ (4) สามารถวัดความสอดคล้องในการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญได้ และเพื่อให้การคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะเกิดประโยชน์สูงสุดกับพื้นที่ศึกษา การศึกษานี้จึงได้นำหลักการของการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) มาใช้ประกอบการแนวคิดหลัก ที่ว่าด้วย การพัฒนาในด้านใดก็ตามต้องมีความสมดุลทั้งในด้านการพัฒนาเศรษฐกิจ ความรับผิดชอบต่อสังคม และการปกป้องสิ่งแวดล้อม จึงเกิดเป็นการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะที่ยั่งยืน

ผลการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยจากวิธี AHP พบว่าปัจจัยหลักที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ความรับผิดชอบต่อสังคมที่ ตามมาด้วยการพัฒนาเศรษฐกิจ และการปกป้องสิ่งแวดล้อม และปัจจัยรองที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุด คือ ความคุ้มค่าในการลงทุน ผลการคำนวณค่าคะแนนของทางเลือกจากวิธี FSM พบว่ามี 3 ปัจจัยที่ค่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานของ BRT สูงกว่า LRT มี 5 ปัจจัยที่ค่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานของ LRT สูงกว่า BRT และมี 3 ปัจจัยที่ค่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานของ BRT เท่าเทียมกับ LRT ผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนรวมโดยวิธี SAW พบว่าค่าคะแนนรวมของรถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT) คือ 0.5006 และค่าคะแนนรวมของรถไฟฟ้ารางเบา (BRT) คือ 0.4994 และจากผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจากระดับน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย พบว่าปัจจัยรองที่มีความอ่อนไหวมากที่สุดและส่งผลให้ลำดับของทางเลือกเปลี่ยนแปลง คือ ความคุ้มค่าในการลงทุน จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับพื้นที่การศึกษา ผลการศึกษาจากการบูรณาการทั้ง 3 วิธี สรุปได้ว่ารถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT) และ รถไฟฟ้ารางเบา (LRT) มีความเหมาะสมเท่าเทียมกัน

จากผลการวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงการกรันกรองประเภทระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมกับเส้นทางแนวเหนือ-ใต้ (สำราญ-ท่าพระ) ในพื้นที่ฝั่งเมืองรวมเมืองขอนแก่นเบื้องต้น ควรมีการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินเพื่อใช้ประกอบในการตัดสินใจในการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะได้อย่างละเอียดมากยิ่งขึ้น รวมถึงการรับฟังความคิดเห็นจากประชาชนเพื่อสะท้อนถึงความต้องการของประชาชนโดยตรง และการศึกษาในอนาคตในเส้นทางสายอื่นๆของพื้นที่ฝั่งเมืองรวมเมืองขอนแก่น ทางเลือกของประเภทระบบขนส่งสาธารณะอาจจะไม่ใช่ เพียงแค่ BRT หรือ LRT ทำให้ต้องมีการศึกษาปริมาณความต้องการในการเดินทางของเส้นทางสายอื่นๆ รวมทั้งข้อจำกัดของเส้นทาง เพื่อให้สอดคล้องกับการคัดเลือกประเภทระบบขนส่งสาธารณะของเส้นทางสายอื่นๆในพื้นที่ฝั่งเมืองรวมเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นรวมทั้งบุคลากรทุกท่าน ที่สนับสนุนทางด้านข้อมูลและเทคนิคในการทำงานวิจัยเป็นอย่างดี รวมถึง นาย ณัฐพจน์ ฝ่ายบุญ นายณัฐพงษ์ ปัตตูลี และ Mr.PARK MESA ที่คอยช่วยเหลือในการทำงานวิจัยครั้งนี้ และที่สำคัญใคร่ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาและให้ความรู้และความเชี่ยวชาญในการสัมภาษณ์เพื่อให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

1. Klungboonkrong P. Sustainable Urban Transportation Planning: Principle and Practice. Sustainable infrastructure research and development center, Faculty of civil engineering KhonKaen University; 2018.
2. Office of transport and Traffic Policy and Planning. Final Report of the study design details of the public transport system in Khon Kaen province, and environmental impact. Sustainable Infrastructure Research and Development Center; 2017.
3. Van Ninh T, Waisurasingha C. Land use/cover change and landscape fragmentation analyses in Khon Kaen City, Northeastern Thailand. International Journal of GEOMATE. 2018; 15(47): 201–208.
4. Sustainable T, Goals D. The Sustainable Development Goals Report; 2016.
5. Faiboun N, Klungboonkrong P, Topark-ngarm P, Aksorn P, Bhonsattayawong N. Prediction of carbon dioxide emissions reductions from light rail transit and transit oriented development by using the bottom-up 2 method. UBU Engineering Journal. 2021; 14(3): 10-22. Thai.
6. Ignaccolo M, Inturri G. COMPARISON BETWEEN BUS RAPID TRANSIT AND LIGHT-RAIL TRANSIT SYSTEMS: A MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS APPROACH. WIT Transactions on The Built Environment Vol 176. 2017; 176: 143–154.
7. Shafabakhsh GA, Hadjihoseinlou M, Taghizadeh SA. Selecting the appropriate public transportation system to access the Sari International Airport by fuzzy decision making. European Transport Research Review. 2014; 6(3): 277–285.
8. Sathya G. Prioritization of Urban Transport system for Madurai City. Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE) ISSN 2349-2163 Issue 1, Vol 2 (January 2015). 2015; 2(1): 318–322.
9. Lee DJ. A multi-criteria approach for prioritizing advanced public transport modes (APTM) considering urban types in Korea. Transportation Research Part A: Policy and Practice. 2018; 111(February): 148–161.
10. Aydin S, Kahraman C. Vehicle selection for public transportation using an integrated multi criteria decision making approach: A case of Ankara. Journal of Intelligent and Fuzzy Systems. 2014; 26(5): 2467–2481.
11. Tzeng GH, Huang JJ. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Boca Raton, FL: CRC Press; 2011.

12. Saravisutra A. Multi-Criteria Decision Making: Comparison between SAW, AHP and TOPSIS Concept and Methods. Princess of Naradhiwas University Journal. 2016; 8(2): 180-192. Thai.
13. Thipparat T. Selection of wall system using modified VIKOR and AHP. University of the Thai Chamber of Commerce Journal. 2014; 34(2): 57-74. Thai.
14. Sundari J, Anggraeni S, Siahaan FB. Comparison Topsis And Saw Method In The Selection Of Tourism Destination In Indonesia. 2018 Third International Conference on Informatics and Computing (ICIC). 2018; (February 2021): 1-6.
15. Alinezhad A, Khalili J. New Methods and Applications in Multiple Attribute Decision Making (MADM). Vol. 277, International Series in Operations Research and Management Science; 2019.
16. Pattulee N, Klungboonkrong P, Waisurasingha C, Faiboun N, Pramualsakdikul S, Bejrananda M. The selection of Transit Oriented Development (TOD) locations along Light Rail Transit (LRT) Route using the integration of Analytic Hierarchy Process (AHP), Fuzzy Scoring Method (FSM) and Simple Additive Weight (SAW). KKU Res J. 2020; 20(2): 161-172. Thai.
17. Klungboonkrong P, Taylor MAP. An integrated planning tool for evaluating road environmental impacts. Journal of Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. 1999; 14(5): 335-345.
18. Vuchic V. Urban Transit Systems and Technology. Hoboken, New Jersey: Joh Wiley and Sons; 2007.
19. Saaty TL. The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation. New York; London: McGraw-Hill International Book Co; 1980. Boston, MA: Springer US; 2001.
20. Saaty TL, Vargas LG. Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process; 2001.
21. Ishizaka A, Labib A. Review of the main developments in the analytic hierarchy process. Expert Systems with Applications. 2011; 38(11): 14336-14345.
22. Chompunavat N. Selection of appropriate public transportation mode in Khon Kaen town plan area by using multiple attributes decision making method (MADM) [Msc thesis]. Khon Kaen University; 2021. Thai.
23. Klungboonkrong P. A microcomputer-aided system for the multicriteria environment evaluation: The City of Unley case study, Australia. Journal of the Eastern Asia Society of Transportation Studies (EASTS): Environment and Safety. 1999; 3(1): 99-114.
24. Chen SJ, Hwang CL. Fuzzy Multiple Attribute Decision Making vol. 375. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1992.
25. Klungboonkrong P, Taylor MAP. Application of an expert system in the multicriteria environmental sensitivity evaluation of urban road network. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. 1995; 1(2): 469-486.