

การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการที่เหมาะสมในการจัดการจราจร บนถนนสายรองในมหาวิทยาลัยขอนแก่นโดยใช้วิธีการตัดสินใจ แบบหลายปัจจัยอย่างผสมผสาน

Prioritization of Suitable Measures for Traffic Management Scheme on A Collector Road in Khon Kaen University

พัฒนพงศ์ กิจหนองสรวง (Pattanapong Kitnongsuang)* พนภุชณ คลังบุญครอง (Pongrid Klungboonkrong)^{1**}

มนสิชา เพชรานนท์ (Monsicha Bejrananda)*** ณัฐพจน์ ฝ้ายบุญ (Natthapoj Faiboun)****

(Received: February 22, 2022; Revised: April 26, 2022; Accepted: May 18, 2022)

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาเพื่อการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการต่าง ๆ ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการจราจรบริเวณถนนสายรองด้านหน้าศูนย์อาหารและบริการในมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยประยุกต์ใช้วิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัยอย่างผสมผสาน ซึ่งอาศัยปรัชญาการพัฒนายั่งยืนและหลักการของวิธีการตัดสินใจสิ่งแวดล้อม เพื่อจัดลำดับความสำคัญของมาตรการต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา โดยมีผลการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการดังนี้ มาตรการที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ย่านการเปลี่ยนแปลง 3 ลำดับแรก คือ การยกระดับผิวทางบริเวณทางแยก (0.664) ทิศนวิสัย (0.655) และการก่อสร้างเนินชะลอความเร็ว (0.653) ส่วนมาตรการที่เหมาะสมในพื้นที่ย่านแกนกลางสูงสุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ การก่อสร้างแถบชะลอความเร็ว (0.736) การทำรั้วกันสำหรับคนเดินข้าม (0.688) และการติดตั้งไฟฟ้าส่องสว่าง (0.679) ซึ่งมาตรการต่าง ๆ มีความสอดคล้องกันกับมาตรการที่ได้ดำเนินการจริงในพื้นที่ศึกษา

ABSTRACT

This paper presents the prioritization of appropriate traffic management measures along a collector road in front of the complex building in Khon Kaen University. The study applied Hybrid Multiple-Attribute Decision Making (HMADM) based on the Sustainable Development (SD) principles and the Environmental Adaptation Method (EAM) for such prioritization. The results of prioritizing measures are as follows: the top three measures for the transition zone are raised pavement at the intersection (0.664), visibility (0.655) and speed hump (0.653). For the core zone, the three top ranking measures are mid-block crossing (0.736), railing footpath and median (0.688) and street lighting (0.679). The above measures are consistent with the measures that were implemented in the study area.

คำสำคัญ: การตัดสินใจแบบหลายปัจจัยแบบผสมผสาน วิธีการตัดสินใจทางสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Keywords: Hybrid Multi-Attribute Decision Making (HMADM), Environmental Adaptation Method (EAM), Khon Kaen University.

¹Corresponding author: ponklung@gmail.com

*นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**ศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

***รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาสถาปัตยกรรมผังเมืองและการออกแบบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

****นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

มหาวิทยาลัยขอนแก่นมีการบูรณาการหลายศาสตร์เข้าด้วยกันมีคณะวิชารวมทั้งสิ้น 26 คณะมีจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 39,684 คน มีบุคลากรและฝ่ายสนับสนุนรวมทั้งสิ้น 11,313 คน มีผู้อยู่อาศัยและเข้ามาเพื่อใช้บริการหรือติดต่อทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นจำนวนมากในแต่ละวัน มีศูนย์วิจัยเฉพาะทางต่าง ๆ และโรงพยาบาลศรีนครินทร์ที่มีเป้าหมายการพัฒนาเป็นศูนย์การแพทย์ (Medical Hub) ของภูมิภาคซึ่งมีบุคลากรและนักศึกษากลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพรวมทั้งสิ้น 7,688 คน [1] มหาวิทยาลัยขอนแก่นจึงเปรียบเสมือนเมืองขนาดเล็ก (Small Town) เมื่อมีประชาชนเข้ามาประกอบกิจกรรมต่าง ๆ เป็นจำนวนมากสิ่งที่ตามมาคือปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ เช่น ปัญหาการจราจรที่ติดขัด ปัญหาด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อม ปัญหาความปลอดภัยต่อผู้ใช้รถใช้ถนนและคนเดินเท้า จากรายงาน Global Status Report on Road Safety ขององค์การอนามัยโลกปี ค.ศ. 2009 2013 2015 และ 2018 [2-5] พบว่าอัตราของอุบัติเหตุชนคนเดินเท้ามีประมาณร้อยละ 8 และในกรุงเทพมหานครซึ่งมีสถิติการเสียชีวิตของผู้ใช้ทางเท้าในระหว่างปี พ.ศ. 2554-2563 สูงถึง 6,769 คน [6] ซึ่งบ่งชี้ว่าประเทศไทยนั้นมีปัญหาด้านความปลอดภัยต่อคนเดินเท้าขณะข้ามถนนซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าประเทศไทยยังขาดองค์ความรู้ในการจัดการจราจรที่เหมาะสมสำหรับถนนในพื้นที่ที่มีกิจกรรมคนเดินเท้าข้ามถนนที่หนาแน่น และได้เล็งเห็นการนำหลักการวิธีระบบความปลอดภัย (Safe System Approach) ที่ว่ามนุษย์ย่อมมีข้อผิดพลาดแต่การผิดพลาดนั้นจะต้องไม่ทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิต [7] โดยถนนที่พาดผ่านด้านหน้าศูนย์อาหารและบริการภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่นซึ่งเป็นถนนสายรอง (Collector Road) ซึ่งต้องมีการให้ความสำคัญด้านการสัญจรของยานพาหนะ (Mobility) และการเข้าถึงที่ดินริมถนน (Land use access) ที่เท่าเทียมกันจึงเกิดปัญหาด้านความขัดแย้งระหว่างคนเดินเท้าและยานพาหนะที่สัญจรบนถนนสายรองภายในพื้นที่ศึกษานี้ การประยุกต์ใช้วิธีการดัดแปลงทางสิ่งแวดล้อม เพื่อจัดปัญหาความขัดแย้ง (Conflicts) ระหว่างคนเดินเท้าและกระแสจราจรของยานพาหนะที่แล่นผ่านถนนสายรองด้านหน้าศูนย์อาหารและบริการมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยอาศัยแนวคิดการแบ่งปันการใช้ผิวจราจรร่วมกันระหว่างคนเดินเท้ากับยานพาหนะ [7] หนึ่งในขั้นตอนที่ทำนายและสร้างสรรค์ที่สุดของแนวคิดนี้ คือ การคัดเลือกและจัดลำดับความสำคัญของมาตรการที่เหมาะสมต่าง ๆ ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการจราจรบนถนนสายรองเส้นนี้

สำหรับกระบวนการคัดเลือกมาตรการที่เหมาะสมต่าง ๆ เพื่อนำมาจัดลำดับความสำคัญเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างการตัดสินใจที่ไม่ชัดเจน และจะต้องตัดสินใจโดยพิจารณาหลายปัจจัย ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีน้ำหนักความสำคัญที่แตกต่างกันและมีการให้ค่าคะแนนของมาตรการต่างภายใต้ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีลักษณะเป็นคำพูด ดังนั้นปัญหาการตัดสินใจในลักษณะนี้จึงมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวิธี Multiple Attribute Decision-making (MADM)

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อจัดลำดับความสำคัญของมาตรการที่เหมาะสมต่าง ๆ ในการจัดการจราจรบนถนนสายรองบริเวณด้านหน้าศูนย์อาหารและบริการในมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยวิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัยอย่างผสมผสาน (Hybrid Multiple-Attribute Decision Making, HMADM)

ทบทวนวรรณกรรม

Westerman [8] และ Brindle [9] ได้เสนอวิธีการดัดแปลงทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Adaptation Method, EAM) [8] ซึ่งเป็นกระบวนการที่จะปรับปรุงพื้นที่ถนนสายต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับผู้ใช้และผู้มาเยี่ยมชมโดยประยุกต์มาตรการด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินและการขนส่งมาใช้ร่วมกันอย่างมีบูรณาการ (Integrated Approach) เพื่อให้

บรรลุลักษณะด้านความปลอดภัยทางถนน การจัดการจราจร ความผาสุกของพื้นที่ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยผสมผสานมาตรการจากหลักการสงบการจราจร (Traffic Calming) ซึ่งประสบความสำเร็จหลายประเทศในภูมิภาคยุโรป [10-11] ต่อมาหลักการดังกล่าวถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย โดยมีการประยุกต์ใช้ทั้งในพื้นที่ประเภทเมืองขนาดเล็ก และในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัย ในประเทศออสเตรเลีย [12-13] สหรัฐอเมริกา [14] จีน [15] และไทย [16-17] ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจราจรก่อนมีการปรับปรุงโดยใช้หลักการ EAM มักจะมีผลกระทบจากการจราจร เช่น ความยากลำบากในการเข้าถึงพื้นที่ [12] ความเสี่ยงจากการเกิดอุบัติเหตุกับคนเดินถนน ผลกระทบสิ่งแวดล้อมการจราจร ความผาสุก (Amenity) [17] และความปลอดภัยของพื้นที่ซึ่งมักจะเกิดขึ้นกับพื้นที่ที่เป็นศูนย์รวมกิจกรรม [16] โดยมาตรการที่ประยุกต์ใช้ในพื้นที่ ได้แก่ ลดขนาดความกว้างของผิวจราจร การสร้างประตูทางเข้าอย่างสร้างสรรค์ การปรับปรุงทางแยก การก่อสร้างเนินชะลอความเร็ว การปลูกต้นไม้บริเวณถนนและพื้นที่ริมถนน การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรสำหรับคนเดินเท้า ปรับปรุงภูมิทัศน์ และ ติดตั้งป้ายลดความเร็ว [14] เป็นต้น ปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกมาตรการต่าง ๆ นั้น มีความแตกต่างกันและมีบางปัจจัยที่มีความคล้ายคลึงกัน เป็นทั้งปัจจัยเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้นำปัจจัยภายใต้หลักการพัฒนาย่างยั่งยืน [18-19] ที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญโดยตรง เพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญมาตรการต่าง ๆ ในการจัดการจราจรบริเวณย่านแกนกลางและย่านการเปลี่ยนแปลง พบว่าปัจจัยที่ควรให้ความสำคัญมากที่สุด คือ การลดความเร็วของกระแสจราจร [20] และมาตรการทางเลือกที่ช่วยในการลดความเร็ว เช่น การติดตั้งเนินชะลอความเร็ว เป็นต้น [21]

จากการเปรียบเทียบวิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัยที่มีอยู่ด้วยกันหลายวิธีการ [13, 22-23] ในบทความนี้จึงได้ประยุกต์ใช้การบูรณาการวิธี Analytic Hierarchy Process (AHP) วิธี Fuzzy Scoring Method (FSM) และวิธี Simple Additive Weight (SAW) เนื่องจากวิธีการที่สามารถจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกได้ โดยมีโครงสร้างการตัดสินใจที่ชัดเจน อาศัยการตัดสินใจจากดุลพินิจของผู้เชี่ยวชาญโดยตรง สามารถเปลี่ยนข้อมูลที่คลุมเครือ (ค่าคะแนนที่เป็นคำพูด) ให้กลายเป็นค่าตัวเลขที่แน่นอนได้ สามารถวัดความสอดคล้อง (Consistency) ในการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญได้ และสามารถรวมค่าน้ำหนักในการตัดสินใจแบบกลุ่มจากผู้เชี่ยวชาญหลายคนได้ [24]

พื้นที่ศึกษา

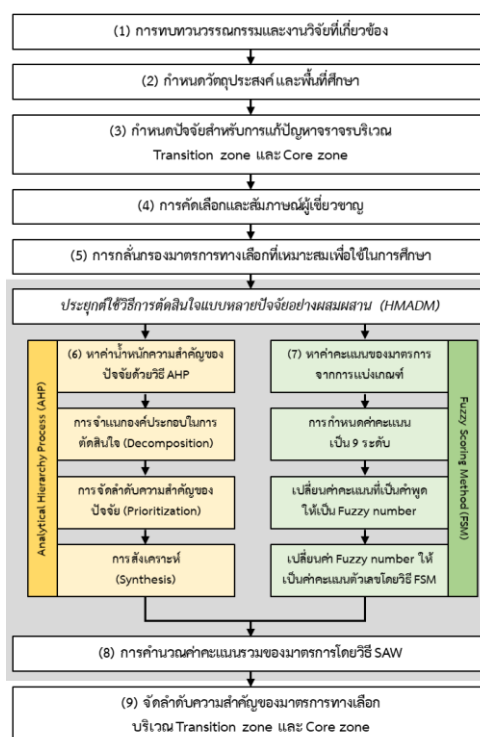
งานวิจัยนี้ได้คัดเลือกพื้นที่ศึกษาบริเวณย่านแกนกลาง (Core zone) และย่านการเปลี่ยนแปลง (Transition zone) ถนนบริเวณด้านหน้าศูนย์อาหารและบริการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยบริเวณดังกล่าวเป็นศูนย์รวมกิจกรรมที่หลากหลาย ได้แก่ ศูนย์อาหารขนาดใหญ่ สำนักวิทยบริการ (หอสมุด) เป็นต้น จึงมีนักศึกษา บุคลากร และประชาชนในเขตมหาวิทยาลัยขอนแก่นมาประกอบกิจกรรมบริเวณดังกล่าวที่หนาแน่น รวมทั้งมีปริมาณคนเดินเท้าข้ามถนนและปริมาณการจราจรที่ผ่านเส้นทางดังกล่าวสูง ดังนั้นจึงควรศึกษาเพื่อคัดเลือกมาตรการที่เหมาะสมในการจัดการจราจรบนถนนสายรองในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อก่อให้เกิดความปลอดภัยของผู้ใช้รถใช้ถนนมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาบริเวณถนนด้านหน้าศูนย์อาหารและบริการ

วิธีการวิจัย

สำหรับวิธีการวิจัยเริ่มจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ หลักการพัฒนาอย่างยั่งยืน วิธีการดัดแปลงทางสิ่งแวดล้อม (EAM) และวิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย (MADM) ต่อมาจึงกำหนดพื้นที่ที่ศึกษาและกำหนดปัจจัยในการตัดสินใจเพื่อจัดลำดับความสำคัญของมาตรการทางเลือกต่าง ๆ สำหรับย่านแกนกลางและย่านการเปลี่ยนแปลง บนถนนสายรองในพื้นที่ศึกษาโดยอาศัยแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) และวิธี EAM รวมทั้งคัดเลือกและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงการกลั่นกรองมาตรการทางเลือกต่าง ๆ จากคู่มือ Sharing The Main Street [8] โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญโดยตรงเพื่อช่วยตัดสินใจในการกลั่นกรองมาตรการที่เหมาะสมกับการจัดการจราจรบริเวณย่านแกนกลางและย่านการเปลี่ยนแปลง ต่อมาจึงหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรอง ซึ่งได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญโดยตรงโดยประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) และหาค่าคะแนนของมาตรการทางเลือกต่าง ๆ ภายใต้อัตถัพจน์ของแต่ละปัจจัยที่พิจารณา โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และการประยุกต์ใช้วิธี FSM เพื่อแปลงจากค่าคะแนนที่เป็นคำพูดหรือค่าคะแนนที่คลุมเครือ (Fuzzy scores) ให้เป็นค่าคะแนนที่เป็นตัวเลข (Crisp scores) คำนวณหาค่าคะแนนรวมของแต่ละมาตรการจากค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ และค่าคะแนนของแต่ละมาตรการทางเลือกโดยการประยุกต์ใช้วิธี SAW และจัดลำดับความสำคัญรวมทั้งคัดเลือกมาตรการทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อการจัดการจราจรบริเวณ ย่านแกนกลางและย่านการเปลี่ยนแปลง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการนำเสนอแสดงในภาพที่ 2

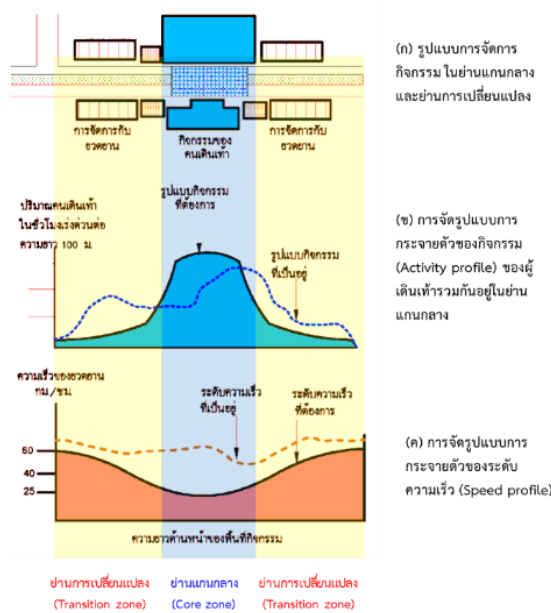


ภาพที่ 2 ขั้นตอนของวิธีการศึกษา

กระบวนการค้นคว้าพิจารณาและกลั่นกรองมาตรการที่เหมาะสม

การคัดกรองมาตรการทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้พื้นที่ศึกษานั้นได้มาจากคู่มือ Sharing the main street [8] ซึ่งมีมาตรการทั้งหมด 30 มาตรการ ซึ่งใช้หลักการการดัดแปลงทางสิ่งแวดล้อม (EAM) เพื่อการลดความขัดแย้ง (Conflict) ซึ่งประกอบด้วยความเสี่ยงด้าน (Friction) คือ ความสำคัญของถนนที่ทำหน้าที่ให้บริการแก่การจราจร

ที่ถูกกีดขวางโดยกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามแนวนอน และผลกระทบ (Impacts) คือ ความสำคัญของกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามแนวนอนที่กำลังประสบปัญหาเรื่องผลกระทบสิ่งแวดล้อมและปัญหาความไม่ปลอดภัยต่อคนเดินเท้า สำหรับถนนสายรองให้ความสำคัญของการเสียตาทนและผลกระทบเท่าเทียมกัน วิธีการลดความขัดแย้ง คือ รวมเอากิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้เดินเท้าให้มาอยู่รวมกันภายในบริเวณที่เรียกว่าย่านแกนกลาง (Core zone) คือ ย่านใจกลางชุมชนพื้นที่นี้เป็นพื้นที่ที่ต้องการความเร็วที่ช้าลงกว่าเดิมเพื่อความปลอดภัยของชุมชนมักจะมีปัจจัยในการออกแบบที่แตกต่างจากพื้นที่อื่นโดยเน้นการส่งเสริมการเข้าถึงกิจกรรมสำหรับผู้ใช้งานทุกประเภท และจัดการให้กิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับยานพาหนะเป็นหลักให้มารวมกันอยู่ในย่านการเปลี่ยนแปลง (Transition zone) คือ ย่านอยู่ระหว่างย่านศูนย์กลางธุรกิจชุมชนกับถนนสายหลักหรือย่านที่พักอาศัย ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ผู้ขับขี่จะต้องลดความเร็วเพื่อการเดินทางอย่างปลอดภัยก่อนเดินทางสู่พื้นที่อีกประเภท ตามทฤษฎีแล้วความยาวและตำแหน่งของพื้นที่นี้จะระบุโดยลักษณะทางกายภาพ การให้บริการ องค์ประกอบความปลอดภัย จัดการให้มีรูปแบบการกระจายตัวของความเร็วของยานพาหนะ (Speed Profile) และรูปแบบของการกระจายตัวของระดับกิจกรรม (Activity Profile) ให้สอดคล้องกับพื้นที่ย่านแกนกลางและย่านการเปลี่ยนแปลง [25] โดยให้ค่าความเร็วของยานพาหนะ (ที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์) ในย่านแกนกลางให้มีค่าไม่เกิน 25-35 กม./ชม. และในย่านการเปลี่ยนแปลงมีค่าไม่เกิน 40 กม./ชม. ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ภาพตัวอย่างหน้าตัดกิจกรรมและหน้าตัดความเร็ว [26]

หลักเกณฑ์ที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการกลั่นกรองมาตรการต่าง ๆ ได้แก่ (1) ความเหมาะสมได้ทางเทคนิค (Technically Feasible) (2) การยอมรับของประชาชนในพื้นที่หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Acceptability) (3) ประสิทธิภาพในการประยุกต์ใช้ (Effectiveness) และ (4) ความสามารถในการได้รับงบประมาณเพื่อการก่อสร้าง (Affordability) [15], [27] ผู้เชี่ยวชาญจะถูกสัมภาษณ์เพื่อได้ค่าคะแนนแก่มาตรการต่าง ๆ โดยอาศัย 5 Likert scale (ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด) โดยพิจารณาภายใต้ 4 หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการกลั่นกรองมาตรการทางเลือกต่าง ๆ จากนั้น จะทำการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลด้วยเทคนิค (Cluster Analysis) โดยการศึกษาครั้งนี้จะแบ่งกลุ่มมาตรการในแต่ละพื้นที่ออกเป็น 3 กลุ่มและคัดกลุ่มมาตรการที่มีคะแนนน้อยที่สุดในบรรดา 3 กลุ่มช่วงคะแนนออกแล้วคัดเลือกมาตรการที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้ในพื้นที่ศึกษาแต่ละพื้นที่ โดยมีมาตรการทางเลือกสำหรับย่านการเปลี่ยนแปลงและย่านแกนกลางที่ผ่านการกลั่นกรองแล้วแสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ภาพตัวอย่างมาตรการต่าง ๆ สำหรับย่านการเปลี่ยนแปลงที่ผ่านการกลั่นกรอง [8]

มาตรการทางเลือกสำหรับย่านการเปลี่ยนแปลง (Transition zone)			
			
D-1 จุดหลจอดข้างถนน (Off-line Bay) เพิ่มพื้นที่ (space) ให้ยานพาหนะและสร้างพื้นที่จอดรถเพิ่ม	D-4 การทำเนินชะลอความเร็ว (Speed hump) เพื่อลดความเร็วช่วงถนน	D-7 วงเวียน (Roundabout) เพื่อสร้างการเคลื่อนไหวของการจราจร และลดความเร็วของการจราจร และพัฒนาการเชื่อมต่อของถนนท้องถิ่น	D-10 การยกระดับผิวถนนที่ บริเวณทางแยก (Raised pavement at intersection) เพื่อให้ผู้ใช้รับรู้ถึงสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป และระบุทางเข้าสู่ศูนย์กลางเพื่อตระหนักถึงการเข้าสู่พื้นที่ศูนย์กลาง
			
D-11 การจัดการทางเข้า (Entry threshold) เพื่อสร้างทางเข้าให้กับถนนสายหลัก ลดการจราจรขวาง (through traffic) และลดความเร็วการจราจรทางเข้า	D-12 ประตูทางเข้า (Gateway) เพื่อลดความเร็วการจราจรทางเข้า ให้ผู้ใช้รับรู้ถึงสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป และระบุทางเข้าสู่ศูนย์กลางเพื่อสร้างภาพลักษณ์ของ ศูนย์กลาง	D-13&14 การปลูกต้นไม้บนเกาะกลางถนน และไหล่ทาง (Tree planting in median and shoulder) เพื่อสร้างเอกลักษณ์ที่ชัดเจนกับถนนสายหลัก และทำให้พื้นที่ของผู้คนชัดเจนมากขึ้น	D-15 ทัศนวิสัย (Visibility) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นผู้คนและสามารถหยุดยานพาหนะได้ ทำให้คนข้ามถนนสามารถมองเห็นยานพาหนะที่เข้ามาได้ และทำให้ผู้ใช้รับรู้ถึงมาตรการลดความเร็วทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน

ตารางที่ 2 ภาพตัวอย่างมาตรการต่าง ๆ สำหรับย่านแกนกลางที่ผ่านการกลั่นกรอง [8]

มาตรการทางเลือกสำหรับย่านแกนกลาง (Core zone)			
			
D-2 การขยายขนาดทางเท้า (Footpath extension) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยของคนเดินเท้าและช่วยลดปริมาณจราจร	D-20 การทำแถบชะลอความเร็วที่จุดข้ามถนน (Mid-block crossing) เพื่อสร้างความปลอดภัยในการข้ามถนนที่มากขึ้น และระบุให้ชัดเจนว่าผู้คนมีความสำคัญที่สุดในบริเวณนี้	D-21 ไฟฟ้าส่องสว่าง (Street lighting) เพื่อสร้างความปลอดภัยสำหรับผู้คนและการจราจร	D-23 การทำแนวกันบริเวณทางเท้าและเกาะกลาง (Railing footpath & median) เพื่อลดการลักลอบข้ามถนน (jaywalking)
			
D-27 การออกแบบพื้นผิวทางเท้า (Pavement designed footpath) เพื่อพัฒนาฟังก์ชันการข้ามถนนและภาพลักษณ์ของพื้นที่ผู้คน	D-28 มาตรการสำหรับผู้พิการ (Provision for impaired) เพื่อระบุความและสนองต้องการของผู้พิการทุกประเภท (การมองเห็น การได้ยิน สติปัญญา)	D-30 การปลูกต้นไม้บนทางเท้า (Tree planting in footpath) เพื่อเพิ่มร่มเงาให้กับยานพาหนะ ลดมลภาวะ และสร้างความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างพื้นที่เปลี่ยนผ่าน และพื้นที่ศูนย์กลาง	

วิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัยอย่างผสมผสาน (Hybrid Multi-Attribute Decision Making, HMADM)

การศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้ HMADM ซึ่งเป็นการบูรณาการกัน 3 วิธีการ ได้แก่ (1) วิธี AHP (2) วิธี FSM และ (3) วิธี SAW โดยจะประยุกต์ใช้ AHP เพื่อกำหนดน้ำหนักความสำคัญ (Relative weights) ของปัจจัยต่าง ๆ จะประยุกต์ใช้วิธี FSM เพื่อแปลงค่าคะแนนของมาตรการต่าง ๆ ภายใต้อำนาจการตัดสินใจที่พิจารณาที่เป็นค่าพูดหรือค่าคะแนนคลุมเครือ (Fuzzy scores) ให้เป็นค่าคะแนนที่เป็นตัวเลข (Crisp score) และจะประยุกต์วิธี SAW ใช้เพื่อกำหนดน้ำหนักคะแนนรวมของมาตรการต่าง ๆ

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process, AHP)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) คือ ทฤษฎีการตัดสินใจซึ่งจะสร้างโครงสร้างลำดับชั้น (Hierarchy structure) ของปัจจัยการตัดสินใจและมีการเปรียบเทียบปัจจัยการตัดสินใจแบบเป็นคู่ (Pairwise comparison) โดยใช้สเกลอัตราส่วน (Ratio scales) [24] โดยทั่วไปขั้นตอนการดำเนินการของ AHP ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ (1) การจำแนกองค์ประกอบของการตัดสินใจออกเป็นส่วนย่อย ๆ (Decomposition) (2) การจัดลำดับความสำคัญ (Prioritization) และ (3) การสังเคราะห์ (Synthesis) [24]

1) การจำแนกองค์ประกอบของการตัดสินใจออกเป็นส่วนย่อย ๆ (Decomposition) คือ การจำแนกปัจจัยการตัดสินใจ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วพัฒนาต่อเป็นรูปแบบโครงสร้างลำดับชั้น (Hierarchy structure) ของการตัดสินใจโดยมีความแตกต่างกันไปตามความซับซ้อนของปัญหาการตัดสินใจ สำหรับปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาได้จากการทบทวนรายงานการศึกษาและวิจัย รวมทั้งบทความทางวิชาการและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญโดยตรง โดยมีปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย ได้แก่ ความรับผิดชอบต่อสังคม ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวคิดภายใต้หลักการการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable development) และมีปัจจัยรอง 6 ปัจจัย ได้แก่ ความปลอดภัยของผู้ใช้รถใช้ถนน (มาตรการที่ประยุกต์ใช้ควรทำให้ความเร็วของยานพาหนะเหมาะสมกับพื้นที่ ปรับปรุงพฤติกรรมผู้ขับขี่ ลดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนท้องถนน ช่วยให้พื้นที่สามารถทำกิจกรรมได้อย่างปลอดภัย) การลดความขัดแย้งระหว่างคนเดินเท้ากับยานพาหนะ (มาตรการที่ประยุกต์ใช้จะต้องอำนวยความสะดวกในการข้ามถนนเพื่อทำกิจกรรมบริเวณดังกล่าว โดยกิจกรรมบริเวณพื้นที่นั้น ๆ ควรได้รับผลกระทบจากการจราจรน้อยที่สุด) ความคุ้มค่าการลงทุน (ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการประยุกต์ใช้มาตรการเปรียบเทียบกันระหว่างมูลค่าการก่อสร้างดำเนินการกับความสามารถในการลดความเสียหายและยับยั้งการเกิดอุบัติเหตุ การปลดปล่อยมลพิษจากยานพาหนะ และการส่งเสริมกิจกรรมที่ผลต่อเศรษฐกิจ) งบประมาณดำเนินการก่อสร้าง (มาตรการที่ประยุกต์ใช้ควรมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างที่เหมาะสม มีอายุการใช้งานเป็นเวลานานและสามารถซ่อมแซมได้ง่าย) เสียงและการสั่นสะเทือน (มาตรการไม่ควรก่อให้เกิดเสียงรบกวนและการสั่นสะเทือนต่อผู้คนเพื่อให้การดำเนินกิจกรรมได้อย่างปกติ) และการพัฒนาภูมิทัศน์และทัศนียภาพ (มาตรการควรสร้างความสะดวกให้กับผู้คน สร้างที่ปกป้องผู้คนจากสภาพอากาศ ออกแบบทางเท้าให้มีการใช้งานที่หลากหลาย สร้างพื้นที่สำหรับกิจกรรมทางสังคม) ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 โครงสร้างการตัดสินใจลำดับชั้นเพื่อการคัดเลือกมาตรการจัดการจราจรที่เหมาะสมสำหรับย่านแกนกลางและย่านการเปลี่ยนแปลง

2) การจัดลำดับความสำคัญ ภายหลังจากการพัฒนาโครงสร้างลำดับชั้นแล้วการคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญ (Relative weights) ของปัจจัยการตัดสินใจต่าง ๆ จะสามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยทีละคู่และโดยใช้สเกลอัตราส่วนซึ่งมีค่าสเกลตั้งแต่ 1 (สำคัญเท่ากัน) ไปจนถึง 9 (สำคัญสูงสุด) [26] ซึ่งได้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 12 คน โดยแบ่งผู้เชี่ยวชาญออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน ได้แก่ (1) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมจราจรและขนส่ง (2) ผู้เชี่ยวชาญด้านผังเมืองและออกแบบเมือง (3) ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม และ (4) ผู้บริหารมหาวิทยาลัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานด้านการจราจรและขนส่ง

ค่าของ Largest eigen value ($\lambda_{\max}$) ที่พบจะมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ n เมื่อค่าของ $\lambda_{\max}$ มีค่าที่ใกล้เคียงกับค่า n ตารางเมตริกการตัดสินใจที่ได้จากการเปรียบเทียบเป็นคู่ขององค์ประกอบการตัดสินใจในระดับชั้นเดียวกัน ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยการตัดสินใจอื่นในระดับที่สูงขึ้นไป 1 ชั้น (เมตริก A) ที่พิจารณาจะมีความสอดคล้อง [28] ซึ่งเป็นเหตุผลที่ใช้เป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้พิจารณาความไม่สอดคล้องที่เกิดขึ้นในการพิจารณาของเมตริก A ดังแสดงในสมการดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index, CI) $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$ ได้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อแสดงจากดัชนีความสอดคล้องสุ่ม (Random Consistency Index, RCI) ดังแสดงในตารางที่ 3 ค่าอัตราส่วนระหว่าง CI และ RCI เรียกว่า อัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) โดยทั่วไปค่า CR จะยอมรับได้เมื่อ CR มีค่าน้อยกว่า 0.10 ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความสอดคล้องของกระบวนการตัดสินใจ ดังแสดงในสมการ $CR = CI / RCI$

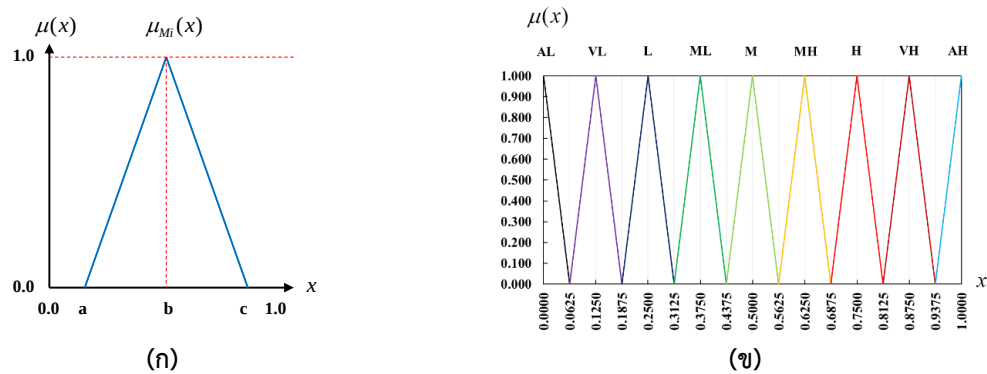
ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความสอดคล้องสุ่ม (RCI)

จำนวนปัจจัย	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RCI	0.00	0.00	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.49

3) การสังเคราะห์ (Synthesis) เมื่อคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว วิธี “Principle of Hierarchy Composition” จะถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการสังเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์รวม (Global relative importance) เพื่อประเมินผลและคัดเลือกมาตรการทางเลือกที่ดีที่สุด [24], [29] ในการตัดสินใจแบบกลุ่ม (Group Decision Making) กระบวนการ AHP สามารถพิจารณาการตัดสินใจแบบกลุ่มได้โดยอาศัยวิธีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean Method, GMM) เนื่องจากวิธีนี้จะช่วยลดผลกระทบจากความแตกต่างกันในการตัดสินใจของแต่ละผู้เชี่ยวชาญและจะยังคงรักษาคุณสมบัติของการคำนวณหาค่า Group Consistency index (GCI) และค่า Group Consistency ratio (GCR) แบบกลุ่มไว้ได้

วิธี Fuzzy Scoring Method (FSM)

Klungboonkrong and Taylor [12-13] ได้ประยุกต์ใช้วิธี FSM [22] ซึ่งได้พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าคะแนนที่เป็นตัวเลขที่แน่นอน (Crisp score) จากค่าคะแนนที่คลุมเครือ (Fuzzy scores) โดยอาศัยการคำนวณหาค่าคะแนนอรรถประโยชน์ทั้งด้านซ้ายและด้านขวาแล้วนำมาคำนวณหาค่าคะแนนอรรถประโยชน์รวมซึ่ง วิธีของ Chen และ Hwang [22], [30] ได้เสนอวิธีการหาค่าคะแนนแบบอรรถประโยชน์รวม (Utility Scoring Method) จากสมการ $\mu_T(i) = (1/2) \times [(c / (1 - b + c)) + (c / (b - a + 1))]$ (ภาพที่ 5) ในการหาค่าคะแนนรวมสำหรับตัวเลขฟัซซี่ 9 ระดับดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งค่าคะแนนที่เป็นตัวเลขของฟัซซี่ 9 ระดับ ได้แก่ (1) ต่ำสุดสัมบูรณ์ (Absolutely Low, AL) (2) ต่ำมาก (Very Low, VL) (3) ต่ำ (Low, L) (4) ปานกลางต่ำ (Medium Low, ML) (5) ปานกลาง (Medium, M) (6) ปานกลางสูง (Medium High, MH) (7) สูง (High, H) (8) สูงมาก (Very High, VH) และ (9) สูงสุดสัมบูรณ์ (Absolutely High, AH)



ภาพที่ 5 (ก) แผนภาพมิติของค่าตัวเลขฟัซซี่ และ (ข) แสดงค่าตัวเลขฟัซซี่ของค่าคะแนนคลุมเครือ 9 ระดับ [31]

ตารางที่ 4 การประมาณอรรถประโยชน์รวมสำหรับ 9 ระดับค่าพูด

ตัวเลขฟัซซี่ M_{ij}	ต่ำสุด สมบูรณ์	ต่ำมาก	ต่ำ	ปาน กลางต่ำ	ปาน กลาง	ปาน กลางสูง	สูง	สูงมาก	สูงสุด สมบูรณ์
ค่าคะแนนอรรถประโยชน์รวม	0.0294	0.1471	0.2647	0.3824	0.500	0.6176	0.7353	0.8529	0.9706
ค่าคะแนนอรรถประโยชน์รวมมาตรฐาน	0.0303	0.1515	0.2727	0.3939	0.5151	0.6364	0.7576	0.8788	1.0000

หลังจากได้คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญจากวิธี AHP แล้ว จะต้องกำหนดค่าคะแนนของแต่ละมาตรการทางเลือกภายใต้ปัจจัยรอง โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อกำหนดค่าคะแนนทางเลือกของมาตรการที่มีความเหมาะสมบริเวณย่านแกนกลางและย่านการเปลี่ยนแปลงโดยวิธี FSM สำหรับเกณฑ์การกำหนดค่าคะแนน (Score) สำหรับแต่ละปัจจัยรองที่ใช้ในการพิจารณาจัดลำดับความสำคัญของมาตรการทั้ง 15 มาตรการ (8 มาตรการสำหรับย่านการเปลี่ยนแปลงและ 7 มาตรการสำหรับย่านแกนกลาง)

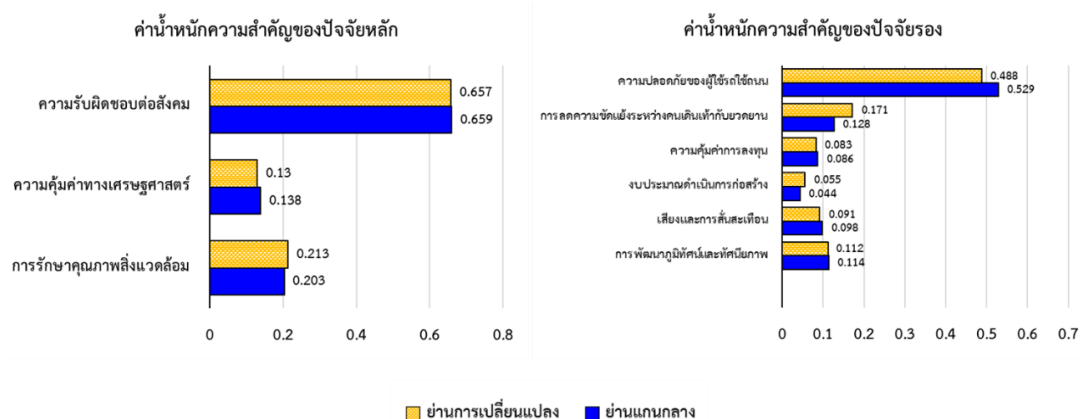
ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์เพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรองต่าง ๆ ในตารางที่ 5 แสดงตัวอย่างตารางการตัดสินใจที่ได้จากการเปรียบเทียบปัจจัยการตัดสินใจในระดับชั้นเดียวกันทีละคู่ และแสดงผลการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักในระดับเดียวกันโดยผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 พบว่ามีค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) เท่ากับ 0.028 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.1 และในงานวิจัยนี้ใช้วิธี Normalization of the Geometric Mean of the Row (NGM) [24], [29] ในการคำนวณเพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยการตัดสินใจที่พิจารณา ซึ่งผลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 12 คน จะสามารถคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรองของในพื้นที่ย่านแกนกลางและย่านการเปลี่ยนแปลงได้ดังแสดงดังในภาพที่ 6 [32]

ตารางที่ 5 ตัวอย่างการเปรียบเทียบปัจจัยการตัดสินใจเพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญแก่ปัจจัยหลักโดยผู้เชี่ยวชาญ 1 คน

ปัจจัยหลัก	(1)	(2)	(3)	ค่าน้ำหนักความสำคัญ
(1) ความรับผิดชอบต่อสังคม	1	5	1/3	0.637
(2) ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์	1/5	1	1/3	0.105
(3) การปกป้องคุณภาพสิ่งแวดล้อม	3	3	1	0.258

$$\lambda_{max} = 3.029, CI = 0.015 \text{ และ } CR = 0.028$$



ภาพที่ 6 ค่าน้ำหนักความสำคัญแบบกลุ่ม (Group relative weight) ของปัจจัยหลัก และปัจจัยรองสำหรับย่านแกนกลางและย่านการเปลี่ยนแปลง

จากผลการสัมภาษณ์กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 12 คน ในการพิจารณาปัจจัยหลักสำหรับย่านการเปลี่ยนแปลง มีค่า $GCI = 0.003$ และ $GCR = 0.005$ สำหรับย่านแกนกลางมีค่า $GCI = 0.016$ และค่า $GCR = 0.031$ ซึ่งบ่งบอกถึงการให้น้ำหนักความสำคัญสำหรับทั้ง 2 พื้นที่ที่มีความสอดคล้องของกระบวนการตัดสินใจ และพบว่าการให้น้ำหนักความสำคัญภายใต้ปัจจัยหลักและปัจจัยรองของพื้นที่ย่านแกนกลางและพื้นที่ย่านการเปลี่ยนแปลงมีความสอดคล้องกันโดยปัจจัยหลักด้านความรับผิดชอบต่อสังคมเป็นปัจจัยหลักที่มีน้ำหนักสำคัญที่สุด ตามมาด้วยด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และการปกป้องสิ่งแวดล้อมตามลำดับ ขณะที่ปัจจัยรองที่มีน้ำหนักความสำคัญสูงสุด คือ ความปลอดภัยของผู้ใช้รถใช้ถนน ตามมาด้วยการลดความขัดแย้งระหว่างคนเดินเท้ากับยานยนต์ การพัฒนาภูมิทัศน์และทัศนียภาพ เสียงและการสั่นสะเทือน ความคุ้มค่าการลงทุน และงบประมาณการดำเนินการก่อสร้าง ตามลำดับ

ค่าน้ำหนักความสำคัญที่ได้จากวิธี AHP และค่าคะแนนที่เป็นตัวเลขของมาตรการทางเลือกที่ได้จากวิธี FSM จะสามารถนำมาคำนวณหาค่าคะแนนรวม (Composite scores) ของแต่ละมาตรการและสามารถจัดลำดับความสำคัญต่าง ๆ สำหรับย่านแกนกลางและย่านการเปลี่ยนแปลงโดยวิธี SAW ได้ ในการคำนวณหาค่าคะแนนรวมของแต่ละมาตรการ จากสมการ $CS = \sum_{j=1}^n (W_j \times S_{ij})$ โดยที่ W_j คือค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรอง; S_{ij} คือค่าคะแนนเฉลี่ยของทางเลือก i เมื่อพิจารณาภายใต้ปัจจัยของ j และ n คือ จำนวนปัจจัยรองที่พิจารณา [32] ตัวอย่างการคำนวณเพื่อหาค่าคะแนนรวมของมาตรการ เนินชะลอความเร็ว (D4) ในย่านการเปลี่ยนแปลง $CS_i = [(0.083 \times 0.687) + (0.0552 \times 0.556) + (0.488 \times 0.727) + (0.17 \times 0.697) + (0.091 \times 0.465) + (0.011 \times 0.434)] = 0.653$ ซึ่งในตารางที่ 6 แสดงผลค่าคะแนนรวมของมาตรการทางเลือกต่าง ๆ สำหรับย่านแกนกลางและย่านการเปลี่ยนแปลง และการศึกษานี้จะทำการเปรียบเทียบมาตรการทางเลือกที่ได้จากผลการศึกษากับการปรับปรุงพื้นที่จริงดังแสดงในภาพที่ 7

ตารางที่ 6 ค่าคะแนนรวมมาตรการสำหรับแก้ปัญหาการจราจรบริเวณ Transition zone และ Core zone

ลำดับ	มาตรการสำหรับย่านการเปลี่ยนแปลง	ค่าคะแนนรวม	มาตรการสำหรับย่านแกนกลาง	ค่าคะแนนรวม
1	การยกระดับผิวถนนที่บริเวณทางแยก (D10)	0.664	การก่อสร้างแถบชะลอความเร็ว (D20)	0.736
2	ทัศนวิสัย (D15)	0.655	การทำแนวกันบริเวณทางเท้า (D23)	0.688
3	การก่อสร้างเนินชะลอความเร็ว (D4)	0.653	ไฟฟ้าส่องสว่าง (D21)	0.679
4	การจัดการทางเข้า (D11)	0.615	การขยายขนาดทางเท้า (D2)	0.629
5	ประตูทางเข้า (D12)	0.566	มาตรการสำหรับผู้พิการ (D28)	0.615
6	การปลูกต้นไม้ (D13,14)	0.538	การออกแบบพื้นผิวทางเท้า (D27)	0.584
7	วงเวียน (D7)	0.538	การปลูกต้นไม้บนทางเท้า (D30)	0.481
8	จุดหลบจอดข้างถนน (D1)	0.537		



ภาพที่ 7 ตัวอย่างสภาพถนนบริเวณพื้นที่ศึกษาก่อนและหลังการปรับปรุง

เมื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลการศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงจริง พบว่าในย่านการเปลี่ยนแปลงมีมาตรการที่ปรับปรุงจริงสอดคล้องกับผลการศึกษา 6 ใน 8 มาตรการ (ร้อยละ 75.0) และในย่านแกนกลางมีมาตรการที่ปรับปรุงจริงสอดคล้องกับผลการศึกษา 5 ใน 7 มาตรการ (ร้อยละ 71.4) อย่างไรก็ตามในพื้นที่ย่านแกนกลางมีมาตรการอื่น ๆ ที่ประยุกต์ใช้จริงที่เพิ่มเติมนอกเหนือจากมาตรการที่เสนอแนะในผลการศึกษา ได้แก่ พื้นที่แลกเปลี่ยน การสร้างจุดศูนย์รวมกิจกรรมของชุมชน การก่อสร้างแถบชะลอความเร็วที่จุดข้ามถนน และเกาะกลางขนาดใหญ่

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาได้การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการต่าง ๆ ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการจราจรบริเวณถนนสายรองด้านหน้าศูนย์อาหารและบริการในมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยประยุกต์ใช้ HMADM และอาศัยปรัชญาการพัฒนาอย่างยั่งยืน [18-19] และหลักการของวิธี EAM ในการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการต่าง ๆ จากการศึกษาพบว่าวิธีการ HMADM ซึ่งประกอบด้วยวิธี AHP วิธี FSM และวิธี SAW มีความเหมาะสมในการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาพบว่าค่าน้ำหนักความสำคัญภายใต้ปัจจัยหลักและปัจจัยรองของพื้นที่ย่านแกนกลางและพื้นที่ย่านการเปลี่ยนแปลงจากการประยุกต์ใช้วิธี AHP มีความสอดคล้องกัน โดยปัจจัยหลักด้านความรับผิดชอบต่อสังคมเป็นปัจจัยหลักที่มีน้ำหนักสำคัญที่สุด ตามมาด้วยด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และการปกป้องสิ่งแวดล้อมตามลำดับ ขณะที่ปัจจัยรองที่มีน้ำหนักความสำคัญสูงสุด คือ ความปลอดภัยของผู้ใช้รถใช้ถนน ตามมาด้วยการลดความขัดแย้งระหว่างคนเดินเท้ากับยานยนต์ การพัฒนาภูมิทัศน์และทัศนียภาพ เสียงและการสั่นสะเทือน ความคุ้มค่าการลงทุน และงบประมาณการดำเนินการก่อสร้าง ตามลำดับ โดยมีผลการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการดังนี้ มาตรการที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ย่านการเปลี่ยนแปลง 3 ลำดับแรก คือ การยกระดับผิวทางบริเวณทางแยก (0.664) ทัศนวิสัย (0.655) และการก่อสร้างเนินชะลอความเร็ว (0.653) ส่วนมาตรการที่เหมาะสมในพื้นที่ย่านแกนกลางสูงสุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ การก่อสร้างแถบชะลอความเร็ว (0.736) การทำรั้วกันสำหรับคนเดินข้าม (0.688) และการติดตั้งไฟฟ้าส่องสว่าง (0.679) และในการศึกษานี้ได้ตรวจสอบความสอดคล้องของผลการศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงจริง พบว่าในย่านการเปลี่ยนแปลงมีความสอดคล้องกันร้อยละ 75.0 และย่านแกนกลางมีความสอดคล้องกันร้อยละ 71.4

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นรวมทั้งบุคลากรทุกท่าน ที่สนับสนุนทางด้านข้อมูลและเทคนิคในการทำงานวิจัยเป็นอย่างดี รวมถึง รศ.วินัย ศรีอำพร และ รศ.ศุภฤกษ์ สิ้นสุพรรณ ที่เมตตาให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเขียนบทความ นายนนทวิทย์ ชมภูนาวัฒน์ และ นายณัฐพงศ์ ปัตตลี ที่คอยช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ และที่สำคัญใคร่ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ได้เสียสละเวลาและให้ความรู้และความเชี่ยวชาญในการสัมภาษณ์ประกอบการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

1. Strategy Division Khon Kaen University. Khon Kaen University Statistic Report. 2020.
2. World Health Organization. Global status report on road safety: time for action. Geneva, Switzerland; 2009.
3. World Health Organization. Global status report on road safety 2013: supporting a decade of action. Geneva, Switzerland; 2013.
4. World Health Organization. Global status report on road safety 2015. Geneva, Switzerland; 2015.
5. World Health Organization. Global status report on road safety 2018. Geneva, Switzerland; 2018.
6. Department of disease control. Report 2010-2020 year on Road Accident from Integrated Database. 2021.
7. OECD. Towards Zero: Achieving Ambitious Road Safety Targets through a Safe System Approach. Paris; 2008.
8. Roads and Traffic Authority. Sharing the Main Street. 2000; Available from: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Sharing+the+main+street#8>
9. Brindle BE. Traffic calming in Australia. A definition and commentary. Aust road Res. 1991;21(2):37-55.
10. HASS-KLAU C. A GERMAN LESSON IN TRAFFIC CALMING. London; 1992.
11. Pharaoh TM, Russell JRE. Traffic Calming Policy and Performance: The Netherlands, Denmark and Germany. Town Plan Rev [Internet]. 1991 Feb 16;62(1):79-105. Available from: <http://www.jstor.org/stable/40112985>
12. Klungboonkrong P, Taylor MAP. The experiences in evaluating the multicriteria traffic environmental impacts in urban road networks using SIMESEPT. Adv Transp. 2002;311-322.
13. Klungboonkrong P, Taylor MAP. An integrated planning tool for evaluating road environmental impacts. Comput Civ Infrastruct Eng. 1999;14(5):335-345.
14. Gilman C. Shared-Use Streets – An Application of “Shared Space” to an American Small Town. In: 3rd Urban Street Symposium. Seattle, Washington; 2007.
15. Pengpeng L, Xu C. Campus Traffic Calming: A Case Study of Xipu Campus, Southwest Jiaotong University. J Landsc Res. 2017;9(6):33-38.
16. Klungboonkrong P, Woolley JE. Modelling the Environmental Adaptation of a Collector Road in a Area of High Pedestrian Activity in the City of Khon Kaen. Transp Eng Aust. 2003;9(1):25-34.

17. Klungboonkrong P, Bejrananda M, Faiboun N. The Application of the Environmental Adaptation Concept to A Collector Road in KKU, Thailand. *J Sci Technol Mahasarakham Univ.* 2016;35(3):280–288.
18. Newman P, Kenworthy JR. Sustainability and cities: overcoming automobile dependence. Washington, D.C.: Island Press; 1999.
19. United Nation. The sustainable development goals report 2016. New York; 2016.
20. Guegan DP, Martin PT, Cottrell WD. Prioritizing Traffic-Calming Projects Using the Analytic Hierarchy Process. *Transp Res Rec J Transp Res Board.* 2000 Jan 1;1708(1):61–67.
21. Falamarzi A, Cheraghi S, Mahmoudian A. Using a fuzzy group TOPSIS model for prioritising and selecting traffic calming measures in residential streets. In: *ATRF 2017 - Australasian Transport Research Forum 2017, Proceedings.* 2017.
22. Chen S-J, Hwang C-L. Fuzzy Multiple Attribute Decision Making. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1992. (Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems; vol. 375).
23. Klungboonkrong P. Development of a decision support tool for the multicriteria environmental impact evaluation of urban road networks. University of South Australia; 1998.
24. Saaty TL. How to make a decision: The analytic hierarchy process. *Eur J Oper Res.* 1990 Sep;48(1):9–26.
25. Torbic DJ, Gilmore DK, Bauer KM, Bokenkroger CD, Harwood DW, Lucas LM, et al. Design Guidance for High-Speed to Low-Speed Transitions Zones for Rural Highways. Washington, D.C.: Transportation Research Board; 2012.
26. Klungboonkrong P. Sustainable Urban Transportation Planning: Principle and Practice. Faculty of civil engineering KhonKaen University; 2018.
27. South Carolina Department of Transportation. Traffic calming guidelines. 2006.
28. Saaty TL. The Analytic Hierarchy Process. Decision Analysis. 1980.
29. Rodriguez R. Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process. (Book Reviews). *Interfaces (Providence).* 2002 Feb 16; 32:93.
30. Chen SH. Ranking fuzzy numbers with maximizing set and minimizing set. *Fuzzy Sets Syst.* 1985;17(2):113–129.
31. Micale R, La Fata CM, La Scalia G. A combined interval-valued ELECTRE TRI and TOPSIS approach for solving the storage location assignment problem. *Comput Ind Eng.* 2019 Sep;135:199–210.
32. Nuthpahong P, Klungboonkrong P, Faiboun N, Waisurasingha C, 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) [In Thai]. *KKU Res J (Graduate Stud.* 2020;20(2 April-June).