

การคัดเลือกระบบขนส่งมวลชนขนาดรองในพื้นที่กรุงเทพมหานคร
โดยวิธีการวิเคราะห์ทฤษฎีคุณลักษณะอรรถประโยชน์พหุลักษณะ
และวิธีการจัดลำดับชนิดเข้าหาศูนย์กลาง
กรณีศึกษาบริเวณสถานีประตูน้ำ (รถไฟฟ้าสายสีส้ม) ถึง แยกผาสุก (ถนนอ่อนนุช)
Selection of Bangkok Metropolitan Feeder Systems
Using Multi Attribute Utility Theory and Rank Order Centroid Methods:
A Case Study of Pratunum MRTA Orange Line Station to Phasuk
Intersection (On Nut Road) Section

วิชาญยุทธ มีพุง และ เอกชัย ศิริกิจพานิชย์กุล

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: vichanyut.m@ku.th และ fengacs@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การคัดเลือกระบบขนส่งมวลชนขนาดรองในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยวิธีการวิเคราะห์ทฤษฎีคุณลักษณะอรรถประโยชน์พหุลักษณะ และวิธีการจัดลำดับเข้าหาศูนย์กลาง กรณีศึกษาบริเวณสถานีประตูน้ำ (รถไฟฟ้าสายสีส้ม) ถึง แยกผาสุก (ถนนอ่อนนุช) มีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณาระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่เหมาะสมในบริเวณดังกล่าว ซึ่งงานวิจัยได้แบ่งผู้มีส่วนได้ส่วนเสียออกเป็น 4 ส่วนคือ 1. ผู้ออกแบบและกำหนดโครงการ 2. ภาครัฐ 3. ผู้ให้บริการ และ 4. ผู้ใช้บริการ โดยจัดทำแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ ส่วนที่ 1-3 จำนวน 17 ตัวอย่าง และแบบสอบถามสำหรับผู้ให้บริการ ส่วนที่ 4 จำนวน 425 ตัวอย่าง ผู้ตอบแบบสอบถามให้คะแนนตัวแปรการตัดสินใจในแต่ละทางเลือก และจัดลำดับความสำคัญของตัวแปรการตัดสินใจ จากนั้นทำการวิเคราะห์คะแนนโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ทฤษฎีคุณลักษณะอรรถประโยชน์พหุลักษณะ (Multi Attribute Utility Theory, MAUT) และทำการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญ โดยใช้วิธีการจัดลำดับชนิดเข้าหาศูนย์กลาง (Rank Order Centroid, ROC) จากการวิเคราะห์จะได้ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยผู้ออกแบบและกำหนดโครงการ เลือก Monorail เป็นอันดับแรก และภาครัฐเลือก Monorail, AGT และ LRT เป็นอันดับแรก ผู้ให้บริการเลือก Surface BRT เป็นอันดับแรก และผู้ใช้บริการเลือก Monorail หรือ LRT เป็นอันดับแรก และจากการให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียแต่ละกลุ่มมีความสำคัญเท่ากัน ผลวิเคราะห์การคัดเลือกระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่เหมาะสมรวมกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้เลือก Monorail เป็นอันดับแรก

 **คำสำคัญ :** การวิเคราะห์ทฤษฎีคุณลักษณะอรรถประโยชน์พหุลักษณะ; การจัดลำดับชนิดเข้าหาศูนย์กลาง; ระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง; การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์; การตัดสินใจ

Abstract

The objective of selection of light transit system in Bangkok by Multi Attribute Utility Theory Method and Rank Order Centroid Method: A Case Study of Pratunum MRTA Orange Line Station to Phasuk Intersection (On Nut Road) Section is to select the most appropriate type of light transit system on the target corridor. The research involves four groups of stakeholders including

1. Designers and Developers, 2. Communities, 3. Operators and 4. Transit Users. In this research, 17 representatives randomly selected from the first three groups are interviewed on how each influencing factor affect their transit mode selection (scoring) and the prioritization of those factors (weighting). Similar questionnaires are also collected from 425 randomly selected respondents. The ranking of the most appropriate type of light transit system are determined using the Multi Attribute Utility Theory (MAUT) and Rank Order Centroid (ROC) techniques. Consequently, the most favorable type of light transit system for each stakeholder group is revealed. Those include monorail for designers and developers, monorail, AGT and LRT for community, surface BRT for service providers, and monorail or LRT for transit users, respectively. If all stakeholder groups are equity, the most favorable type of light transit system for every stakeholder group is monorail.

Keywords: Multi Attribute Utility Theory (MAUT); Rank Order Centroid (ROC); Light Public Transportation System; Multi Criteria Decision Analysis; Decision Making

1. บทนำ

การพัฒนาระบบขนส่งมวลชนของประเทศไทยถือเป็นส่วนสำคัญในการสนับสนุนการพัฒนา และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ซึ่งภาครัฐให้ความสำคัญในการพัฒนาระบบขนส่งมวลชน เพื่อให้เกิดความทันสมัย ปลอดภัย สะดวกสบาย สามารถขนส่งผู้โดยสาร และสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด กรุงเทพมหานครเป็นมหานครขนาดใหญ่ที่มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว เกิดการรวมศูนย์ของประชากรจนก่อให้เกิดปัญหาด้านการคมนาคมขนส่ง โดยเฉพาะการจราจรที่ติดขัดและระบบขนส่งมวลชนที่ยังไม่ครอบคลุมทั่วถึง เพื่อที่จะบรรเทาปัญหาการจราจรในกรุงเทพมหานคร ภาครัฐจึงมีนโยบายพัฒนาระบบขนส่งมวลชนทางราง โดยกำหนดนโยบายโครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าขนาดใหญ่ภายในกรุงเทพมหานครครอบคลุมพื้นที่ตามแนวเส้นทางคมนาคมขนส่งหลักของกรุงเทพมหานคร อย่างไรก็ตาม การเข้าถึงระบบ

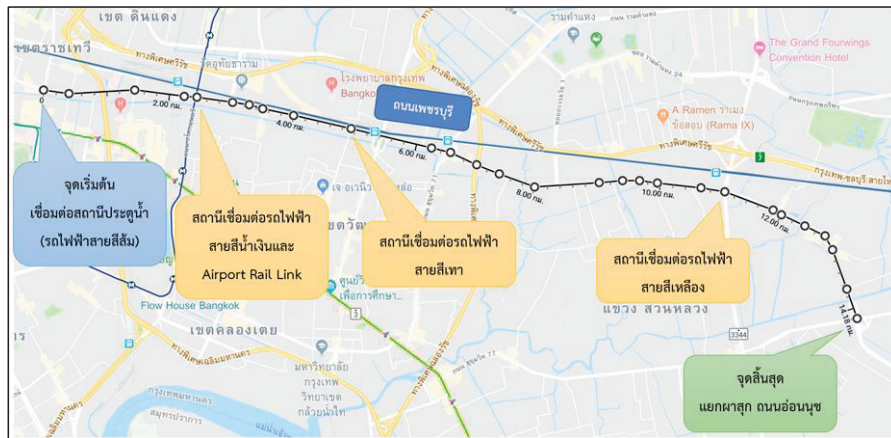
ขนส่งทางรางในบางพื้นที่ซึ่งเป็นเส้นทางช่วงสั้น แต่เป็นเส้นทางที่มีการขยายตัวเศรษฐกิจ มีปริมาณการจราจรคับคั่ง เช่น ช่วงเส้นทางตั้งแต่พื้นที่บริเวณแยกราชประสงค์ ถนนเพชรบุรี ตรงเข้าถนนพัฒนาการผ่านแยกพัฒนาการ และไปสิ้นสุดถนนพัฒนาการแยกผาสุก ตัดกับถนนอ่อนนุช ซึ่งใช้เป็นกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ ยังทำได้อย่างจำกัด ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองจึงเป็นหนึ่งในทางออกที่จะเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงระบบขนส่งทางรางที่มีอยู่และบรรเทาปัญหาการจราจรในพื้นที่เฉพาะ ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่เหมาะสมสำหรับเส้นทางกรณีศึกษา สถานีประตุน้ำ (รถไฟฟ้าสายสีส้ม)–แยกผาสุก ถนนอ่อนนุช ในกรุงเทพมหานคร ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยวิธีการวิเคราะห์ทฤษฎีคุณลักษณะอรรถประโยชน์หลัก และวิธีการจัดลำดับชนิดเข้าหาศูนย์กลาง โดยศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ของแต่ละกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อประกอบการตัดสินใจคัดเลือกระบบขนส่งมวลชนทางรองที่เหมาะสมกับพื้นที่บริเวณดังกล่าว

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง

จากการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองรูปแบบต่างๆ ทั้งในแง่ของเทคโนโลยี และประสิทธิภาพในการให้บริการ พบว่าระบบขนส่งมวลชนที่เหมาะสมเป็นทางเลือกสำหรับกรณีศึกษา ได้แก่ ระบบรถโดยสารประจำทางด่วนพิเศษ (Bus Rapid Transit, BRT) ระบบรถไฟฟ้าลอยทางวิ่งด้วยระบบนำทางอัตโนมัติ (Automated Guideway Transit, AGT) ระบบรถไฟฟ้ารางเดี่ยว (Monorail)

ระบบรถไฟฟ้าทางรางขนาดเบา (LRT) รถรางไฟฟ้า (Tram) รถรางไฟฟ้าแบบใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ (E-Mobility Train) และระบบรถประจำทางด่วนพิเศษใช้ระบบขับเคลื่อน 2 ระบบแบบควบคุมกึ่งอัตโนมัติ (Bimodal Tram) โดยแต่ละระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายในการเดินรถและซ่อมบำรุง ระยะห่างระหว่างสถานีความสามารถในการขนส่งผู้โดยสารต่อชั่วโมงต่อทิศทาง และความถี่การให้บริการที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 [1-8]



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงเส้นทางที่ใช้ศึกษางานวิจัยฉบับนี้

ตารางที่ 1 ตารางแสดงข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง [1-8]

ระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง		ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (ล้านบาท/กม.)	ค่าใช้จ่ายดำเนินการ (บาท/ผู้โดยสาร-กม.)	ความสามารถในการขนส่ง (ผู้โดยสาร/ชม./ทิศทาง)	รอบการให้บริการต่อ ขบวน (นาทีต่อขบวน)	ระยะห่างระหว่างสถานี (กม.)
Surface	BRT	300 - 88	1.25	4,000	15	0.80
	Tram	300 - 500	1.75	6,000	12	0.80
	Bi-Modal Tram	200 - 400	1.75	4,000	15	0.80
	E-Mobility	300 - 500	1.75	4,000	15	0.80
Elevated	BRT	600 - 800	1.75	8,000	5	1.00
	LRT	1,300 - 2,000	1.75	35,000	5	1.00
	AGT	1,100 - 1,800	1.75	35,000	5	1.00
	Monorail	1,2 - 100,000	1.75	45,000	5	1.00

2.2 การตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making)

การจำแนกการตัดสินใจ โดยใช้เกณฑ์การแบ่งระดับของการตัดสินใจ ประกอบด้วย ความถี่ กรอบระยะเวลาที่มีผล ความไม่แน่นอน และสภาพแวดล้อมของการตัดสินใจ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1. การตัดสินใจระดับกลยุทธ์ (Strategic Decision) 2. การตัดสินใจระดับยุทธวิธี (Tactical Decision) 3. การตัดสินใจระดับปฏิบัติการ (Operational Decision) และขั้นตอนที่จะทำให้กระบวนการตัดสินใจได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Optimal Solution) ประกอบไปด้วยขั้นตอน 1. การระบุปัญหา (Problem Recognition) 2. การพิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้ (Identification of Alternative) 3. การวิเคราะห์ศักยภาพของแต่ละทางเลือก (Alternative Analysis) 4. การตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด (Choice Process) 5. การประเมินผลทางเลือกหลังการตัดสินใจ (Post-Choice Evaluation) [9, 10]

การตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์ (MCDA) ในการจำแนกปัญหา พบว่ามีการพัฒนาอย่างรวดเร็วในช่วงที่ผ่านมา ตัวอย่างการใช้วิธี MCDA มีส่วนทำให้การจำแนกปัญหาด้วยการพิจารณาหลายเกณฑ์ให้ผลไปในทางบวก จากการศึกษาวิธีต่างๆ ของ MCDA เช่น ELECTRE TRI, PROAFTN, PAIRCLAS และ PROMETHEE TRI เพิ่มเติม พบว่าข้อดีของวิธี MCDA คือช่วยผู้ตัดสินใจในการพิจารณากระบวนการตัดสินใจของลักษณะที่ไม่สามารถชดเชยและระบุทางเลือกของปัญหาที่มีลักษณะพิเศษที่นำมา รวมกัน และเปรียบเทียบกันไม่ได้ จึงนิยามวิธี MCDA เปรียบเสมือนการศึกษาวิจัยขั้นสูงและเป็นการบริหาร การตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ โดยได้พัฒนาระบบที่จะมารองรับการตัดสินใจสำหรับปัญหาการตัดสินใจที่ซับซ้อน และการขัดแย้งกันของเกณฑ์วัตถุประสงค์ [11]

2.3 ทฤษฎีคุณลักษณะอรรถประโยชน์พหุลักษณะ (Multi-Attribute Utility Theory, MAUT)

MAUT เป็นวิธีการที่ใช้ในการตัดสินใจ ประโยชน์ของแต่ละตัวเลือก ซึ่งทำให้ผู้ตัดสินใจสามารถ แยกตัวเลือกที่มีประโยชน์สูงสุดออกจากตัวเลือกที่ไม่มีประโยชน์ได้ [12, 13] วิธี MAUT เป็นเครื่องมือ ในการประเมิน เมื่อลักษณะปัญหาหรือเป้าหมาย ของสิ่งที่ต้องการแก้ไขปัญหามีลักษณะ 1. เมื่อมีปัญหา หรือเป้าหมายที่ต้องนำสิ่งต่างๆ มาเปรียบเทียบกัน เพื่อให้ได้สิ่งที่ดีที่สุด 2. เมื่อปัญหาหรือเป้าหมาย เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) หลายกลุ่ม 3. เมื่อมีหลายปัญหาหรือหลายเป้าหมาย โดยแต่ละปัญหาหรือเป้าหมายมีความสำคัญไม่เท่ากัน 4. ผู้ตัดสินใจมีส่วนร่วมในการประเมิน 5. หากปัญหา หรือเป้าหมายมีการใช้ความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับ ความสำคัญ ให้ใช้ตัวเลขแทนความคิดเห็นเกี่ยวกับ ระดับความสำคัญ 6. การประเมินที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ [14]

ข้อดีของวิธี MAUT ไว้ว่า วิธีดังกล่าว ช่วยลดช่องว่างของการประเมินที่ใช้ดุลยพินิจกับ ความรู้สึก เนื่องจากวิธี MAUT มีการใช้ตัวเลข ในการประเมินแทนการใช้ความคิดเห็น และยังสามารถ ประเมินทางเลือกที่มีความซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ [15]

ตัวอย่างงานวิจัยที่ได้ใช้วิธี MAUT ในการตัดสินใจได้แก่ [16] ได้ใช้วิธี MAUT ในการจัดลำดับความสำคัญของรูปแบบโครงการ อาหารกลางวันในโรงเรียน [17] ได้ใช้วิธี MAUT ในการ Normalized ให้เป็นข้อมูลมาตรฐาน ประกอบการตัดสินใจคัดเลือกระบบขนส่งมวลชน [18] ได้นำวิธี MAUT มาสนับสนุนการตัดสินใจ ในการนำ ยางรถยนต์ที่หมดอายุการใช้งานและมาใช้ใหม่ [19] ได้ใช้วิธี MAUT ศึกษาวิจัยประเมินความพึงพอใจของ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียแต่ละส่วนในการวางแผนเมือง [20]

ได้ใช้วิธี MAUT ศึกษาหาวิธีการตอบสนองที่เหมาะสมของเครื่องจักร Electric Discharge Machine (EDM) [21] พบว่า วิธี MAUT ได้ช่วยการแก้ปัญหาจุดด้อยในยุทธศาสตร์การบำรุงรักษาเชิงป้องกันมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งกับระบบอุตสาหกรรมและระบบห่วงโซ่อุปทาน

ข้อจำกัดของวิธี MAUT ปริมาณข้อมูลที่สำคัญในการนำเข้ามามีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลปริมาณมาก ระดับของการวัดผลข้อมูลที่นำเข้า และข้อมูลตัวเลขปริมาณมาก อาจไม่ได้ถูกนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการตัดสินใจปัญหา ดังนั้นหากเรามีข้อมูลหรือตัวแปรต่างๆ ไม่มากพอ วิธี MAUT อาจไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมในการตัดสินใจ [22]

2.4 การจัดลำดับชนิดเข้าหาศูนย์กลาง (Rank Order Centroid)

วิธีการจัดลำดับค่าน้ำหนักที่นิยมใช้กันมากที่สุดได้แก่ Equal weight (EW), Rank sum weight (RS), Rank exponent weight (RE), Rank order centroid weight (ROC) และ Rank reciprocal (Inverse) weight (RR) [23] และจากการศึกษาพบว่า วิธี Rank order centroid เป็นวิธีที่ดีที่สุด ให้ผลชัดเจนทางด้านสถิติทั่วไป และสถิติขั้นสูง โดยได้เปรียบเทียบรูปแบบของค่าน้ำหนักที่คำนวณจากวิธี ROC, RR, RS,

EW พบว่าวิธี ROC สามารถชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างที่ชัดเจน ระหว่างเกณฑ์ที่มีความสำคัญมากที่สุดกับเกณฑ์ที่มีความสำคัญน้อยที่สุด และพบความคลาดเคลื่อนจากการจัดลำดับเกณฑ์น้อยมาก [23-25]

ตัวอย่างงานวิจัยที่ได้ใช้วิธี ROC ในการทำวิจัยได้แก่ [26] ได้ใช้วิธี ROC ในการคำนวณค่าน้ำหนักของเกณฑ์การคัดเลือกผู้จัดส่งวัตถุดิบอุตสาหกรรมในร้านอาหาร [27] ได้ศึกษาการใช้ข้อมูลเชิงตัวเลขเพื่อคาดการณ์ราคาจำนวนนับ โดยเลือกใช้วิธี ROC พบว่าผลข้อมูลเชิงตัวเลขที่ได้ให้ผลดีที่สุด [17] ใช้วิธี ROC เพื่อที่จะแก้ปัญหาการให้คะแนนค่าน้ำหนักที่ไม่อยู่ในกับความเป็นจริง หรือเป็นที่ยอมรับยากสำหรับบางกลุ่มของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

2.5 เกณฑ์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพิจารณาแบบหลายเกณฑ์ของระบบขนส่งมวลขน

จากการศึกษางานวิจัยและวรรณกรรมด้านระบบขนส่งมวลขนหลายแห่ง เพื่อหาเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์คัดเลือกระบบขนส่งมวลขนขนาดรอง สามารถทำเป็นตารางสรุปเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์คัดเลือกระบบขนส่งมวลขนขนาดรอง ดังแสดงในตารางที่ 2 [17], [28-34]



ตารางที่ 2 ตารางแสดงเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์คัดเลือกระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง [17], [28-34]

ประเทศ	เมือง	ทางเลือก ที่ตัดสินใจ	ตัวแปรการตัดสินใจ											
			ความจุของระบบ	ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง	ความถี่ในการให้บริการ	ความสะดวกในการเชื่อมต่อกับระบบขนส่งอื่น	ความน่าเชื่อถือของระบบ	ความปลอดภัย	การใช้น้ำมัน/พลังงาน	ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง	ค่าใช้จ่ายยานพาหนะ	ระยะเวลาและความยากในการก่อสร้าง	ค่าใช้จ่ายเดินรถซ่อมบำรุง	ความยืดหยุ่นของระบบ
The UK	Luton-Dunstable	BRT		o	o	o							o	
	Cross River	Tram	o	o	o		o			o	o		o	
Australia	Adelaide	Guided Busway		o	o		o			o	o		o	
	Brisbane	BRT			o		o						o	
	Gold Coast	LRT		o	o		o						o	
	Sydney	BRT			o		o						o	
Canada	Ottawa	BRT	o							o	o		o	
India	Delhi	commuter			o		o	o						
Poland	Krakow	Tram/Bus					o	o						
Thailand	Bangkok	Tram	o		o	o	o	o		o	o	o	o	
Thailand	Phuket	BRT	o	o	o	o	o	o	o					
Brazil	Florianopolis	BRT (Bus)	o				o						o	
South Korea	Metropolis	LRT				o	o	o		o	o	o	o	
	Small & Medium Scale City	Bi-Modal Tram				o	o	o		o	o	o	o	
Lithuania	Vilnius	BRT		o	o		o	o						
ความถี่			5	6	10	4	13	7	1	6	6	3	6	9

ประเทศ	เมือง	ทางเลือก ที่ตัดสินใจ	ตัวแปรการตัดสินใจ											
			ความน่าดึงดูด	การเข้าถึงของผู้ใช้บริการ	ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	ภาพลักษณ์ของเมือง	ความต้องการใช้ระบบขนส่ง	ค่าใช้จ่าย	ใช้จายมีประสิทธิภาพ	ระดับการให้บริการ	ประโยชน์ต่อสังคม	ความหนาแน่นของประชากร	ผลกระทบจราจร	การนำกลับมาใช้ใหม่
The UK	Luton-Dunstable	BRT		o			o		o	o	o			
	Cross River	Tram		o	o	o	o		o	o	o		o	o
Australia	Adelaide	Guided Busway		o			o		o	o		o	o	
	Brisbane	BRT		o			o		o	o		o		
	Gold Coast	LRT		o	o		o	o	o	o	o	o	o	o
	Sydney	BRT		o			o			o		o	o	o
Canada	Ottawa	BRT			o		o			o		o		
India	Delhi	commuter	o	o				o		o				
Poland	Krakow	Tram/Bus		o						o				
Thailand	Bangkok	Tram		o	o								o	
Thailand	Phuket	BRT												
Brazil	Florianopolis	BRT (Bus)		o						o				
South Korea	Metropolis	LRT	o	o	o	o	o							
	Small & Medium Scale City	Bi-Modal Tram	o	o	o	o	o							
Lithuania	Vilnius	BRT		o	o	o								
ความถี่			3	13	7	3	9	2	5	10	3	6	5	3

3. วิธีการวิจัย

ขั้นตอนวิธีการศึกษาวิจัยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน และสามารถเขียนสรุปแผนภูมิขั้นตอนการวิเคราะห์การตัดสินใจ ดังแสดงในภาพที่ 2 มีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การกำหนดเป้าหมาย ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
เกณฑ์ที่นำมาใช้พิจารณา กำหนดตัวแปรการตัดสินใจในแต่ละเกณฑ์ และกำหนดทางเลือก

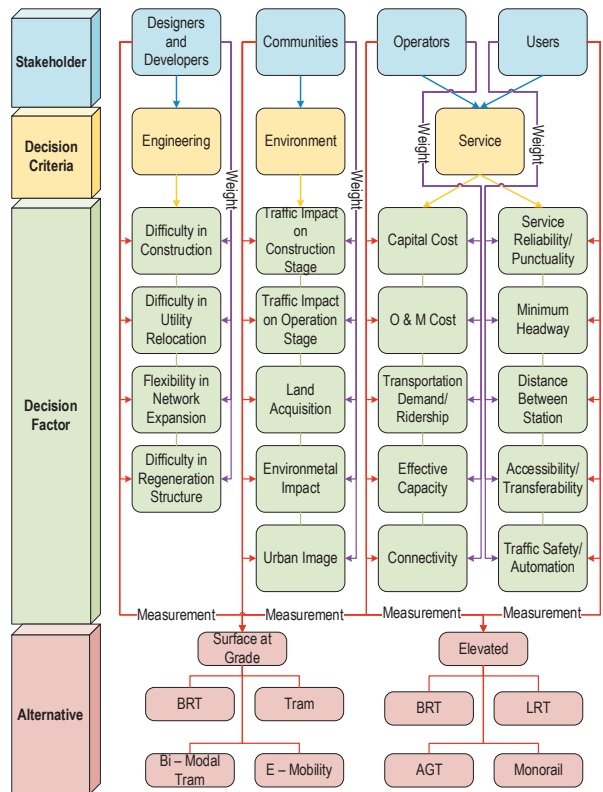
3.1.1 การกำหนดเป้าหมาย

เป้าหมายคือการคัดเลือกระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง กรณีศึกษาเส้นทางบริเวณสถานีประตูน้ำ (จุดเชื่อมต่อโครงการรถไฟฟ้าสายสีส้ม) ถึงแยกพาสก (ถนนอ่อนนุช) ระยะทางประมาณ 14 กิโลเมตร

3.1.2 การกำหนดผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก

การกำหนดผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งมวลชน ซึ่งสามารถแบ่งผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมด 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. ผู้ออกแบบและกำหนดโครงการ (Designers and Developers) หมายถึง หน่วยงานภาครัฐ ผู้กำหนดนโยบาย กฎเกณฑ์ ในการกำหนดทิศทางของระบบขนส่งมวลชน
2. ภาคสังคม (Communities) หมายถึง หน่วยงานภาครัฐ และเอกชน ตัวแทนหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านสังคม สิ่งแวดล้อม
3. ผู้ให้บริการ (Operators) หมายถึง ผู้ให้บริการระบบขนส่งมวลชน โดยเป็นผู้จัดหาขบวนรถ ระบบการเดินรถ และเป็นผู้ให้บริการขนส่งผู้โดยสาร ทั้งนี้อาจเป็นภาครัฐ หรือภาคเอกชนซึ่งรับสัมปทานหรือรับจ้างการเดินรถจากหน่วยงานของรัฐ หรือภาคเอกชนซึ่งลงทุนให้บริการระบบขนส่งมวลชนเอง
4. ผู้ใช้บริการ (Users) หมายถึง ประชาชนทั่วไป ผู้มาใช้บริการระบบขนส่งมวลชน ทั้งผู้ใช้บริการปัจจุบัน และผู้ที่อาจมาใช้บริการจากการเกิดขึ้นของเส้นทางศึกษานี้ในอนาคต



ภาพที่ 2 แผนภูมิขั้นตอนการวิเคราะห์การตัดสินใจ

3.1.3 การกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจ และกำหนดตัวแปรการตัดสินใจในแต่ละเกณฑ์

แบ่งการกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจตามประเภทของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ซึ่งแบ่งเกณฑ์การตัดสินใจออกเป็น 3 เกณฑ์หลักและตัวแปรที่ใช้ประกอบการตัดสินใจ ในแต่ละเกณฑ์หลัก ดังต่อไปนี้

1. ด้านผู้ออกแบบและกำหนดโครงการ (Designers and Developers) ได้กำหนดเกณฑ์หลักเป็นเกณฑ์ด้านวิศวกรรม (Engineering) และแบ่งตัวแปรการตัดสินใจออกเป็น 4 ตัวแปร ดังนี้

1.1 ความยากในการก่อสร้าง (Difficulty in Construction) คือ ความยากหรือง่ายในการก่อสร้างโครงสร้าง เพื่อรองรับระบบขนส่งมวลชน

1.2 ความยากในการรื้อย้ายระบบสาธารณูปโภค (Difficulty in Utility Relocation) เช่น งานรื้อย้าย เสาไฟฟ้าบนดิน ระบบสายไฟฟ้าใต้ดิน ท่อประปา สายโทรศัพท์สื่อสาร ฯลฯ

1.3 ความสามารถในการขยายโครงข่าย (Flexibility in Network Expansion) ในการก่อสร้าง ส่วนต่อขยายในอนาคต

1.4 ความยากในการรื้อและก่อสร้างใหม่ (Difficulty in Regeneration Structure) เมื่อโครงสร้างหมดอายุการใช้งาน และไม่สามารถหรือคุ้มค่าต่อการซ่อมบำรุง จึงต้องรื้อถอนและเปลี่ยนโครงสร้างใหม่ ในบางช่วงของโครงการเมื่อถึงกำหนดระยะเวลา

2. ด้านภาคสังคม (Communities) ได้กำหนดเกณฑ์หลักเป็นเกณฑ์ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) และแบ่งตัวแปรการตัดสินใจออกเป็น 5 ตัวแปร ดังนี้

2.1 ผลกระทบด้านการจราจรขณะก่อสร้าง (Traffic Impact on Construction Stage) ซึ่งเป็นผลกระทบชั่วคราว

2.2 ผลกระทบด้านการจราจรเมื่อเปิดใช้งาน (Traffic Impact on Operation Stage) ซึ่งเป็นผลกระทบการจราจรที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างถาวร

2.3 การเวนคืนที่ดิน (Land Acquisition) เพื่อใช้ในการทำเป็นโครงสร้างทาง โครงสร้างสถานี ศูนย์ซ่อมบำรุง ศูนย์ควบคุมการเดินรถ สถานีจ่ายไฟฟ้า เข้าระบบขนส่งมวลชน เป็นต้น

2.4 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact) คือ ผลกระทบต่างๆ ที่เกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในขณะที่ดำเนินการก่อสร้าง หรือหลังดำเนินการก่อสร้างเสร็จ เช่น ผลกระทบด้านฝุ่นละออง ด้านการสิ้นสละเทือน ด้านการหลุดตัวของโครงสร้างเดิม ด้านเสียง การบดบังทัศนียภาพ ความมากมายของการเกิดมลภาวะเพิ่มขึ้นจากการมีระบบขนส่งมวลชน เป็นต้น

2.5 ภาพลักษณ์ของเมือง (Urban Image) คือ ภาพลักษณ์ของเมืองที่เปลี่ยนแปลงไปจากการมีระบบขนส่งมวลชนใหม่

3. ด้านภาคสังคม (Communities) ได้กำหนดเกณฑ์หลักเป็นเกณฑ์ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) และแบ่งตัวแปรการตัดสินใจออกเป็น 5 ตัวแปร ดังนี้

3.1 ผลกระทบด้านการจราจรขณะก่อสร้าง (Traffic Impact on Construction Stage) ซึ่งเป็นผลกระทบชั่วคราว

3.2 ผลกระทบด้านการจราจรเมื่อเปิดใช้งาน (Traffic Impact on Operation Stage) ซึ่งเป็นผลกระทบการจราจรที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างถาวร

3.3 การเวนคืนที่ดิน (Land Acquisition) เพื่อใช้ในการทำเป็นโครงสร้างทาง โครงสร้างสถานี ศูนย์ซ่อมบำรุง ศูนย์ควบคุมการเดินรถ สถานีจ่ายไฟฟ้า เข้าระบบขนส่งมวลชน เป็นต้น

3.4 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact) คือ ผลกระทบต่างๆ ที่เกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในขณะที่ดำเนินการก่อสร้าง หรือหลังดำเนินการก่อสร้างเสร็จ เช่น ผลกระทบด้านฝุ่นละออง ด้านการสิ้นสละเทือน ด้านการหลุดตัวของโครงสร้างเดิม ด้านเสียง การบดบังทัศนียภาพ ความมากมายของการเกิดมลภาวะเพิ่มขึ้นจากการมีระบบขนส่งมวลชน เป็นต้น

3.5 ภาพลักษณ์ของเมือง (Urban Image) คือ ภาพลักษณ์ของเมืองที่เปลี่ยนแปลงไปจากการมีระบบขนส่งมวลชนใหม่

4. ด้านผู้ให้บริการ (Operator) ได้กำหนดเกณฑ์หลักเป็นเกณฑ์ด้านการบริการ (Service) และแบ่งตัวแปรการตัดสินใจออกเป็น 5 ตัวแปร ดังนี้

4.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนโครงสร้าง (Capital Costs) คือ ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างโครงสร้าง ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อยานพาหนะ เป็นต้น

4.2 ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการและซ่อมบำรุง (Operating and Maintenance Costs) คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินรถ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง โครงสร้าง ยานพาหนะ และระบบการเดินรถ ค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงาน เป็นต้น

4.3 ปริมาณผู้โดยสาร (Transportation Demand/Ridership) คือ ความต้องการในการใช้ระบบขนส่งมวลชน ปริมาณผู้โดยสารที่มาใช้บริการ รวมถึงปริมาณจำนวนเที่ยวของผู้ใช้บริการ

4.4 ปริมาณความจุในการขนส่งต่อทิศทาง (Effective Capacity) คือ ปริมาณความจุผู้โดยสารของขบวนรถ 1 ขบวน (Transit Unit) ที่สามารถขนส่งได้ใน 1 ชม. ต่อ 1 ทิศทาง

4.5 ความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบขนส่งอื่น (Connectivity) คือ ความสามารถของระบบขนส่งมวลชนที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบขนส่งอื่นได้อย่างสะดวกสบาย

5. ด้านผู้ให้บริการ (User) ได้กำหนดเกณฑ์หลักเป็นเกณฑ์ด้านการบริการ (Service) และแบ่งตัวแปรการตัดสินใจออกเป็น 5 ตัวแปร ดังนี้

5.1 ความน่าเชื่อถือ/ตรงต่อเวลาของระบบ (Service Reliability/Punctuality) คือ ระบบขนส่งมวลชนมีความน่าเชื่อถือ ไม่ขัดข้อง และตรงต่อเวลาสูง

5.2 ความถี่ในการให้บริการต่ำสุด (Minimum Headway) คือ ระยะเวลาที่ผู้โดยสารรอคอยขบวนรถโดยสาร เมื่อขบวนรถโดยสารออกจากสถานีไปจนถึงขบวนรถขบวนต่อไปเข้าสถานีต่ำที่สุด

5.3 ระยะห่างระหว่างสถานี (Distance between Station) คือ ระยะห่างระหว่างสถานีหนึ่งไปยังอีกสถานีหนึ่ง

5.4 การเข้าถึงระบบขนส่ง (Accessibility /Transferability) คือ ระบบขนส่งที่สามารถเชื่อมต่อกับสถานที่ต่างๆ ทำให้ผู้โดยสารสามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนได้ง่าย

5.5 ระบบความปลอดภัยในการเดินทาง (Traffic Safety Automation) โดยแบ่งเป็นระบบขนส่งที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เคนรถอัตโนมัติ ไม่มีคนขับ (Driverless) หรือระบบขนส่งที่ควบคุมด้วยคนขับ (Driver)

3.1.4 การกำหนดทางเลือกที่ใช้ในการตัดสินใจ

งานวิจัยฉบับนี้ได้คัดเลือกระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง โดยแบ่งประเภทหลักออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองชนิดให้บริการเสมอผิวจราจร (Surface at Grade) และระบบขนส่งมวลชนขนาดรองชนิดให้บริการแบบยกระดับ (Elevated) โดยได้คัดเลือกระบบขนส่งมวลชนขนาดรองชนิดต่างๆ ในแต่ละประเภทเป็นทางเลือกในการตัดสินใจ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองชนิดต่างๆ ในแต่ละประเภท

ประเภทระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง	ชนิดระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง
ให้บริการเสมอผิวจราจร (Surface at Grade)	รถประจำทางด่วนพิเศษ (Bus Rapid Transit, BRT)
	รถรางไฟฟ้า (Tram)
	รถประจำทางด่วนพิเศษกึ่งอัตโนมัติใช้ระบบเชื้อเพลิง 2 ระบบ (Bi-Modal Tram)
	รถไฟฟ้าใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ (E-Mobility)
ให้บริการยกระดับ (Elevated)	รถประจำทางด่วนพิเศษ (Bus Rapid Transit, BRT)
	รถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit, LRT)
	รถไฟฟ้าแบบล้อวางวิ่งบนรางอัตโนมัติ (Automated Guideway Transit, AGT)
	รถไฟฟ้าชนิดรางเดี่ยว (Monorail)

3.2 กำหนดการวัดผลของตัวแปรการตัดสินใจในแต่ละเกณฑ์

กำหนดการวัดผลของตัวแปรการตัดสินใจในแต่ละเกณฑ์ หากตัวแปรการตัดสินใจตัวแปรใดที่ทราบค่า วัดผลได้เชิงปริมาณ ให้กำหนดการวัดผลเป็นเชิงปริมาณ และหากตัวแปรการตัดสินใจตัวแปรใดที่ต้องวัดผลโดยเชิงคุณภาพ ให้กำหนดการวัดผลโดยการสอบถามความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ซึ่งสามารถสรุปการกำหนดการวัดผลของตัวแปรการตัดสินใจได้ ดังแสดงในตารางที่ 4



ตารางที่ 4 สรุปกำหนดการวัดผลของตัวแปรการตัดสินใจในแต่ละเกณฑ์

ลำดับ (No.)	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder)	เกณฑ์การตัดสินใจ (Decision Criteria)	ตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Factor)	การวัดผลของตัวแปร และผลกระทบทางบวก (+) หรือ ลบ (-) (Type of Factor and Impact)	หน่วยวัด (Unit)
1	ผู้ออกแบบและ ผู้กำหนดโครงการ (Designers and Developers)	ด้านวิศวกรรม (Engineering)	1.1 ความยากในการก่อสร้าง (Difficulty in Construction)	เชิงคุณภาพ (-) Qualitative (-)	มาตรฐานค่า Rating Scale
			1.2 ความยากในการรื้อย้าย ระบบสาธารณูปโภค (Difficulty in Utility Relocation)	เชิงคุณภาพ (-) Qualitative (-)	มาตรฐานค่า Rating Scale
			1.3 ความสามารถในการขยาย โครงข่าย (Flexibility in Network Expansion)	เชิงคุณภาพ (+) Qualitative (+)	มาตรฐานค่า Rating Scale
			1.4 ความยากในการรื้อและ ก่อสร้างใหม่ (Difficulty in Regeneration Structure)	เชิงคุณภาพ (-) Qualitative (-)	มาตรฐานค่า Rating Scale
2	ด้านสังคม (Communities)	ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment)	2.1 ผลกระทบการจราจร ระหว่างก่อสร้าง (Traffic Impact on Construction Stage)	เชิงคุณภาพ (-) Qualitative (-)	มาตรฐานค่า Rating Scale
			2.2 ผลกระทบการจราจรเมื่อ เปิดใช้งาน (Traffic Impact on Operation Stage)	เชิงคุณภาพ (-) Qualitative (-)	มาตรฐานค่า Rating Scale
			2.3 การเวนคืนที่ดิน (Land Acquisition)	เชิงคุณภาพ (-) Qualitative (-)	มาตรฐานค่า Rating Scale
			2.4 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact)	เชิงคุณภาพ (-) Qualitative (-)	มาตรฐานค่า Rating Scale
			2.5 ภาพลักษณ์ของเมือง (Urban Image)	เชิงคุณภาพ (+) Qualitative (+)	มาตรฐานค่า Rating Scale
3	ผู้ให้บริการ (Operators)	ด้านบริการ (Service)	3.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุน โครงการ (Capital Cost)	เชิงปริมาณ (-) Quantitative (-)	ล้านบาท/กม. (Million Baht per Kilometer)
			3.2 ค่าใช้จ่ายในการเดินรถและ ซ่อมบำรุง (O&M Cost)	เชิงปริมาณ (-) Quantitative (-)	บาท/ผู้โดยสาร-กม. (Baht/Passenger-Km)
			3.3 ปริมาณผู้โดยสาร (Transportation Demand/ Ridership)	เชิงคุณภาพ (+) Qualitative (+)	มาตรฐานค่า Rating Scale
			3.4 ปริมาณความจุในการขนส่ง ต่อทิศทาง (Effective Capacity)	เชิงปริมาณ (+) Quantitative (+)	ผู้โดยสาร/ชม./ทิศทาง (pphpd)
			3.5 ความสามารถในการเชื่อม ต่อกับระบบขนส่งมวลชนอื่น (Connectivity)	เชิงคุณภาพ (+) Qualitative (+)	มาตรฐานค่า Rating Scale

ตารางที่ 4 สรุปกำหนดการวัดผลของตัวแปรการตัดสินใจในแต่ละเกณฑ์ (ต่อ)

ลำดับ (No.)	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder)	เกณฑ์การตัดสินใจ (Decision Criteria)	ตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Factor)	การวัดผลของตัวแปร และผลกระทบทางบวก (+) หรือ ลบ (-) (Type of Factor and Impact)	หน่วยวัด (Unit)
4	ผู้ใช้บริการ (Users)	ด้านบริการ (Service)	4.1 ความถี่ในการให้บริการ ต่ำสุด (Headway)	เชิงปริมาณ (-) Quantitative (-)	นาที/ขบวน (Minute per Transit Unit)
			4.2 ความน่าเชื่อถือ/ตรงต่อ เวลาของระบบ (Service Reliability/Punctuality)	เชิงคุณภาพ (+) Qualitative (+)	มาตรฐานค่า Rating Scale
			4.3 ระยะทางระหว่างสถานี (Distance Between Station)	เชิงปริมาณ (-) Quantitative (-)	กม./สถานี (Kilometer per Interval)
			4.4 การเข้าถึงระบบขนส่ง (Accessibility/Transferability)	เชิงคุณภาพ (+) Qualitative (+)	มาตรฐานค่า Rating Scale
			4.5 ระบบความปลอดภัย ในการเดินทาง (Traffic Safety Automation)	เชิงปริมาณ (+) Quantitative (+)	มีคนขับ (-)/อัตโนมัติ (+) Driver (-)/ Driverless (+)

3.3 การให้คะแนนเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

การกำหนดคะแนนของทางเลือกที่มีในแต่ละตัวแปรการตัดสินใจ ในกรณีตัวแปรการตัดสินใจ มีการวัดผลเป็นเชิงปริมาณ (Quantitative) จะใส่ผลคะแนนของทางเลือกที่ทราบค่าตามหน่วยวัดของแต่ละตัวแปรการตัดสินใจได้ทันที ส่วนในกรณีตัวแปรการตัดสินใจมีการวัดผลเชิงคุณภาพ (Qualitative) เช่น การสอบถามความคิดเห็น ความรู้สึก หรือทัศนคติ จะเป็นการทำแบบสอบถามเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญในด้านผู้มีส่วนได้ส่วนเสียนั้นเป็นผู้ให้คะแนนทางเลือกต่างๆ ในแต่ละตัวแปรการตัดสินใจ โดยการให้คะแนนเป็นไปตามหลักทฤษฎีมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert rating scale)

3.4 จัดลำดับความสำคัญตัวแปรการตัดสินใจ

ผู้เชี่ยวชาญจัดลำดับความสำคัญของแต่ละตัวแปรการตัดสินใจ ภายใต้เกณฑ์ของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนได้ส่วนเสียในเกณฑ์นั้น

3.5 วิเคราะห์ผล

ขั้นตอนนี้จะเป็นการนำผลที่ได้จากขั้นตอน 3.3 และ 3.4 มาวิเคราะห์ โดยหลังจากการให้คะแนนในขั้นตอนที่ 3.3 แล้วเสร็จ จะต้องแปลงคะแนนต่างๆ ให้อยู่ในรูปของคะแนนมาตรฐาน โดยใช้หลักวิธีการวิเคราะห์ทฤษฎีคุณลักษณะอรรถประโยชน์พหุลักษณะ (Multi-Attribute Utility Theory, MAUT) มาแปลงค่าคะแนนให้เป็นคะแนนมาตรฐาน ซึ่งจะแปลงคะแนนต่างๆ ให้อยู่ในรูป 0 ถึง 1 ถ้าผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นบวกค่าคะแนนมาตรฐานจะแสดงในสมการที่ 1 [17] แต่หากผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นลบ ค่าคะแนนมาตรฐานจะแสดงในสมการที่ 2 [17]

$$f'_j(a_i) = \frac{f_j(a_i) - \min(f_j)}{\max(f_j) - \min(f_j)} \quad (1)$$

$$f'_j(a_i) = \frac{\max(f_j) - f_j(a_i)}{\max(f_j) - \min(f_j)} \quad (2)$$

เมื่อ $f_j(a_i)$ คือ คะแนนมาตรฐานของทางเลือกที่ a_i สำหรับตัวแปรการตัดสินใจที่ j

$f_j(a_i)$ คือ คะแนนของทางเลือกที่ a_i สำหรับตัวแปรการตัดสินใจที่ j

$\min(f_j)$ คือ ค่าคะแนนต่ำสุดท่ามกลางทางเลือกทั้งหมดสำหรับตัวแปรการตัดสินใจที่ j

$\max(f_j)$ คือ ค่าคะแนนสูงสุดท่ามกลางทางเลือกทั้งหมดสำหรับตัวแปรการตัดสินใจที่ j

หลังจากจัดลำดับความสำคัญของแต่ละตัวแปรการตัดสินใจในขั้นตอนที่ 3.4 นั้นแล้วเสร็จ จะแปลงค่าการจัดลำดับให้อยู่ในรูปคะแนน 0 ถึง 1 ด้วยวิธีการจัดลำดับชนิดเข้าหาศูนย์กลาง (Rank Order Centroid) แล้วนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกัน โดยกำหนดให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในแต่ละด้านมีความสำคัญเท่ากัน แล้วเปรียบเทียบจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกว่าทางเลือกใดเป็นทางเลือกอันดับที่ 1 คำนวณวิธี ROC หาได้จากสมการที่ 3 [17]

$$w_{jk} = \frac{1}{J_k} \sum_{i=j_k}^J \frac{1}{J_k} \quad (3)$$

เมื่อ w_{jk} คือ คำนวณวิธี ROC ของตัวแปรการตัดสินใจ j ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจ k

j_k คือ ลำดับของเกณฑ์การตัดสินใจ j ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจ k

J_k คือ จำนวนเกณฑ์การตัดสินใจทั้งหมดภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจ k

3.6 สรุปผล

สรุปผลทางเลือกที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 3.5

4. ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผลการวิจัย

ผลการวิจัยมาจากการจัดทำแบบสอบถาม โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 4 ชุด ตามประเภทผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ซึ่งผู้เชี่ยวชาญและผู้ให้บริการ

จะตอบแบบสอบถามเฉพาะชุดที่เกี่ยวข้องในด้านนั้นๆ โดยมีรายละเอียดการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญและผลการตอบแบบสอบถามดังต่อไปนี้

1. ด้านผู้ออกแบบและกำหนดโครงการ โดยได้จัดทำแบบสอบถามไปยังผู้เชี่ยวชาญในด้านนี้จำนวน 5 แบบสอบถาม

2. ด้านภาคสังคม โดยได้จัดทำแบบสอบถามไปยังผู้เชี่ยวชาญในด้านนี้จำนวน 4 แบบสอบถาม

3. ด้านผู้ให้บริการ โดยได้จัดทำแบบสอบถามไปยังผู้เชี่ยวชาญในด้านนี้จำนวน 8 แบบสอบถาม

4. ด้านผู้ใช้บริการ โดยได้จัดทำแบบสอบถามประชาชนทั่วไป จำนวน 425 แบบสอบถาม

จากผลการให้คะแนนทางเลือกต่างๆ ในแต่ละตัวแปรการตัดสินใจ (Measurement) ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้ง 4 ด้าน หลังจากนั้นจะดำเนินการปรับคะแนนให้อยู่ในรูปคะแนนมาตรฐาน (Normalized) เพื่อให้สามารถนำมาวิเคราะห์ผลรวมกัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ทฤษฎีคุณลักษณะอรรถประโยชน์พหุลักษณะ (Multi-Attribute Utility Theory, MAUT)

จากการจัดลำดับความสำคัญของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในด้านต่างๆ (Weight) จะดำเนินการปรับคะแนนให้อยู่ในรูปคะแนน โดยใช้วิธีการจัดลำดับเข้าหาศูนย์กลาง (Rank Order Centroid, ROC)

โดยจากผลการศึกษา พบว่าเกณฑ์การตัดสินใจด้านวิศวกรรม ส่วนของผู้ออกแบบและกำหนดโครงการได้ให้ความสำคัญกับความยากง่ายในการก่อสร้างมากที่สุด ด้านสิ่งแวดล้อม ส่วนของภาคสังคมให้ความสำคัญกับผลกระทบการจราจรเมื่อเปิดใช้งานมากที่สุด ด้านบริการ ส่วนของผู้ให้บริการ ให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายในการลงทุนโครงการมากที่สุด ส่วนของผู้ใช้บริการ ให้ความสำคัญกับระบบความปลอดภัยในการเดินรถมากที่สุด ดังแสดงในค่า ROC Factor Weight ค่ามากที่สุดของแต่ละผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ดังแสดงในตารางที่ 5

เมื่อดำเนินการปรับคะแนนทางเลือกต่างๆ ให้อยู่ในรูปมาตรฐาน (Normalized) ด้วยวิธี MAUT และปรับลำดับความสำคัญที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้จัด ลำดับตัวแปรเกณฑ์การตัดสินใจให้อยู่ในค่ามาตรฐาน ROC Factor Weight ด้วยวิธี ROC แล้ว จากนั้นจะ คำนวณค่าน้ำหนักสุดท้าย ซึ่งเป็นผลรวมระหว่างค่า น้ำหนัก ROC Factor และคะแนนมาตรฐาน (Normalized) แต่ละทางเลือกภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจ ดังแสดงใน สมการที่ 4 ซึ่งผลที่คำนวณได้ จะได้ค่าน้ำหนักสุดท้าย ของแต่ละทางเลือกในเกณฑ์การตัดสินใจในแต่ละผู้ มีส่วนได้ส่วนเสีย ดังแสดงในตารางที่ 5

$$S_p(a_i) = \sum_{m=j_k}^{J_k} W_{j_{kp}} \times f_{j_k}(a_i) \quad (4)$$

เมื่อ $S_p(a_i)$ คือ ค่าน้ำหนักสุดท้ายของทางเลือกที่ a_i สำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย p

$f_{j_k}(a_i)$ คือ ค่าคะแนนมาตรฐาน (Normalized) ของทางเลือก a_i สำหรับตัวแปรการตัดสินใจ j ภายใต้ เกณฑ์การตัดสินใจ k

$W_{j_{kp}}$ คือ ค่าน้ำหนัก Rank Order Centroid (ROC) จากตัวแปรการตัดสินใจ j ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจ k โดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย p

J_k คือ จำนวนตัวแปรการตัดสินใจ ทั้งหมดภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจ k

ตารางที่ 5 ผลคำนวณค่าน้ำหนักสุดท้ายของแต่ละทางเลือกในเกณฑ์การตัดสินใจในแต่ละผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

เกณฑ์การตัดสินใจ	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	ตัวแปรการตัดสินใจ	ROC Factor Weight	ค่าคะแนนมาตรฐาน (Normalized) ของตัวแปรการตัดสินใจในแต่ละทางเลือก							
				เสมอมีจรรจร				โครงสร้างยกระดับ			
				BRT	Tram	Bi – Modal Tram	E-Mobility	BRT	LRT	AGT	Monorail
ด้านวิศวกรรม	1. ผู้ออกแบบและกำหนดโครงการ	1.1 ความยากในการก่อสร้าง	0.521	0.67	0.67	0.33	1.00	1.00	0.67	1.00	0.00
		1.2 ความยากในการรื้อย้ายระบบสาธารณูปโภค	0.146	0.00	0.00	0.00	1.00	1.50	1.00	1.00	0.00
		1.3 ความสามารถในการขยายโครงข่าย	0.271	0.33	0.67	0.67	0.00	0.00	0.33	0.33	1.00
		1.4 ความยากในการรื้อและก่อสร้างใหม่	0.062	0.25	0.25	0.25	0.75	1.00	0.75	0.75	0.00
		ค่าน้ำหนักของเกณฑ์ด้านวิศวกรรม		0.271	0.454	0.546	0.369	0.714	0.802	0.631	0.803
ด้านสิ่งแวดล้อม	2. ภาครัฐ	2.1 ผลกระทบการจราจรระหว่างก่อสร้าง	0.090	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		2.2 ผลกระทบการจราจรเมื่อเปิดใช้งาน	0.457	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		2.3 การเวนคืนที่ดิน	0.256	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		2.4 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม	0.157	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00
		2.5 ภาพลักษณ์ของเมือง	0.040	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		ค่าน้ำหนักของเกณฑ์ด้านสิ่งแวดล้อม		0.000	0.157	0.157	0.157	0.843	1.000	1.000	1.000

ตารางที่ 5 ผลคำนวณค่าน้ำหนักสุดท้ายของแต่ละทางเลือกในเกณฑ์การตัดสินใจในแต่ละผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (ต่อ)

เกณฑ์การตัดสินใจ	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	ตัวแปรการตัดสินใจ	ROC Factor Weight	ค่าคะแนนมาตรฐาน (Normalized) ของตัวแปรการตัดสินใจในแต่ละทางเลือก							
				เสมอผิวจราจร				โครงสร้างยกระดับ			
				BRT	Tram	Bi – Modal Tram	E-Mobility	BRT	LRT	AGT	Monorail
ด้านบริการ	3. ผู้ให้บริการ	3.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนโครงการ	0.457	1.00	0.84	0.87	0.81	0.65	0.00	0.19	0.13
		3.2 ค่าใช้จ่ายในการเดินรถและซ่อมบำรุง	0.257	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3.3 ปริมาณความจุผู้โดยสารในการขนส่งต่อทิศทาง	0.156	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.76	0.76	1.00
		3.4 ปริมาณผู้โดยสาร	0.040	0.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.67	0.67	1.00
		3.5 ความสามารถในการเชื่อมต่อระบบขนส่งมวลชนอื่น	0.090	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00
		ค่าน้ำหนักของเกณฑ์ด้านบริการ (ผู้ให้บริการ)		0.804	0.405	0.501	0.473	0.326	0.235	0.322	0.345
	4. ผู้ใช้บริการ	4.1 ความถี่ในการให้บริการต่ำสุด	0.257	0.00	0.30	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		4.2 ความน่าเชื่อถือ/ตรงต่อเวลาของระบบ	0.090	0.00	0.00	0.33	0.33	0.67	1.00	1.00	1.00
		4.3 ระยะห่างระหว่างสถานี	0.040	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		4.4 การเข้าถึงระบบขนส่ง	0.156	0.00	0.00	0.33	0.33	0.67	1.00	0.67	1.00
		4.5 ระบบความปลอดภัยในการเดินรถ	0.457	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
		ค่าน้ำหนักของเกณฑ์ด้านบริการ (ผู้ให้บริการ)		0.040	0.117	0.121	0.121	0.422	0.960	0.909	0.960

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าน้ำหนักสุดท้ายของทางเลือก Surface at Grade BRT สำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียผู้ออกแบบและกำหนดโครงการด้านวิศวกรรมเมื่อแทนค่าในสมการของแต่ละตัวแปรการตัดสินใจ จะได้ค่าน้ำหนักสุดท้ายออกมาเป็น

$$S_p(a_i) = ((0.521 \times 0.000) + (0.146 \times 0.000) + (0.271 \times 1.000) + (0.062 \times 0.000)) = 0.271$$

หลังจากนั้นจัดเรียงลำดับความสำคัญของค่าน้ำหนักสุดท้ายในแต่ละทางเลือกของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียดังกล่าว โดยจัดเรียงลำดับความสำคัญ

ผลการคำนวณค่าน้ำหนักสุดท้ายของเกณฑ์การตัดสินใจจะได้ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่เหมาะสมในแต่ละผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ดังแสดงในตารางที่ 6 และมีผลการจัดลำดับการเลือกระบบขนส่งมวลชนขนาดรองในแต่ละผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ดังนี้

ผู้ออกแบบและกำหนดโครงการเลือก Monorail อันดับที่ 1, LRT อันดับที่ 2, Elevated BRT อันดับที่ 3, AGT อันดับที่ 4, Bi-Modal Tram อันดับที่ 5, Tram อันดับที่ 6, E-Mobility อันดับที่ 7 และ Surface at Grade BRT อันดับที่ 8

การคัดเลือกระบบขนส่งมวลชนขนาดรองในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยวิธีการวิเคราะห์
ทฤษฎีคุณลักษณะ-อรรถประโยชน์พหุลักษณะ และวิธีการจัดลำดับชนิดเข้าหาศูนย์กลาง
กรณีศึกษาบริเวณสถานีประตูน้ำ (รถไฟฟ้าสายสีส้ม) ถึง แยกพาสก (ถนนอ่อนนุช)



ภาคสังคมเลือก LRT, AGT และ Monorail เป็นอันดับที่ 1, Elevated BRT อันดับที่ 2, Tram, Bi-Modal Tram, E-Mobility อันดับที่ 3 และ Surface at Grade เป็นอันดับที่ 4

ด้านผู้ให้บริการเลือก Surface at Grade BRT เป็นอันดับที่ 1, Bi-Modal Tram เป็นอันดับที่ 2, E-Mobility เป็นอันดับที่ 3, Tram เป็นอันดับที่ 4,

Monorail เป็นอันดับที่ 5, Elevated BRT เป็นอันดับที่ 6, AGT เป็นอันดับที่ 7 และ LRT เป็นอันดับที่ 8

ด้านผู้ใช้บริการเลือก LRT, Monorail เป็นอันดับที่ 1, AGT เป็นอันดับที่ 2, Elevated BRT เป็นอันดับที่ 3, Bi-Modal Tram, E-Mobility เป็นอันดับที่ 4, Tram อันดับที่ 5 และ Surface at Grade BRT เป็นอันดับที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการจัดเรียงลำดับของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่เหมาะสมฯ ในแต่ละผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

ทางเลือกระบบขนส่ง มวลชนขนาดรอง		ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย							
		ผู้ออกแบบและกำหนด โครงการ		ภาคสังคม		ผู้ให้บริการ		ผู้ใช้บริการ	
		คะแนนค่า น้ำหนัก	การ จัดลำดับ	คะแนนค่า น้ำหนัก	การ จัดลำดับ	คะแนนค่า น้ำหนัก	การ จัดลำดับ	คะแนนค่า น้ำหนัก	การ จัดลำดับ
เสมอผิว จราจร	BRT	0.271	8	0.000	4	0.804	1	0.040	6
	Tram	0.454	6	0.157	3	0.405	4	0.117	5
	Bi-Modal Tram	0.546	5	0.157	3	0.501	2	0.121	4
	E-Mobility	0.369	7	0.157	3	0.473	3	0.121	4
โครงสร้าง ยกระดับ	BRT	0.714	3	0.843	2	0.326	6	0.422	3
	LRT	0.802	2	1.000	1	0.235	8	0.960	1
	AGT	0.631	4	1.000	1	0.322	7	0.909	2
	Monorail	0.803	1	1.000	1	0.345	5	0.960	1

เมื่อได้ผลการจัดเรียงลำดับความสำคัญ
ของแต่ละทางเลือกในแต่ละผู้มีส่วนได้ส่วนเสียแล้ว
สามารถวิเคราะห์เพิ่มเติม เพื่อหาผลสรุประบบขนส่ง
มวลชนขนาดรองที่เหมาะสมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร
กรณีศึกษาบริเวณสถานีประตูน้ำ (รถไฟฟ้าสายสีส้ม) ถึง
แยกพาสก (ถนนอ่อนนุช) รวมทุกผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้
โดยกำหนดให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกกลุ่มมีความสำคัญ

เท่ากัน และคำนวณการให้ความสำคัญ โดยปรับ
การจัดลำดับความสำคัญทางเลือกต่างๆ ของ
ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกกลุ่มให้อยู่ในค่ามาตรฐาน
ROC Factor Weight ด้วยวิธี ROC ดังแสดงใน
สมการที่ 3 ซึ่งผลการปรับการจัดลำดับความสำคัญ
ทางเลือกต่างๆ ให้อยู่ในรูป ROC Factor Weight
ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การปรับลำดับความสำคัญให้อยู่ในค่ามาตรฐาน (ROC Factor Weight) ในทางเลือกของแต่ละผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

ทางเลือกระบบขนส่ง มวลชนขนาดรอง		ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย							
		ผู้ออกแบบและกำหนด โครงการ		ภาคสังคม		ผู้ให้บริการ		ผู้ใช้บริการ	
		การจัดลำดับ	ROC Factor Weight	การจัดลำดับ	ROC Factor Weight	การจัดลำดับ	ROC Factor Weight	การ จัดลำดับ	ROC Factor Weight
เสมอผิว จราจร	BRT	8	0.016	4	0.063	1	0.340	6	0.028
	Tram	6	0.054	3	0.146	4	0.111	5	0.061
	Bi-Modal Tram	5	0.079	3	0.146	2	0.215	4	0.103
	E-Mobility	7	0.033	3	0.146	3	0.152	4	0.103
โครงสร้าง ยกระดับ	BRT	3	0.152	2	0.270	6	0.054	3	0.158
	LRT	2	0.215	1	0.521	8	0.016	1	0.408
	AGT	4	0.111	1	0.521	7	0.033	2	0.242
	Monorail	1	0.340	1	0.521	5	0.079	1	0.408

จากกำหนดให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกกลุ่มมีความสำคัญเท่ากัน สามารถคำนวณหาระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่เหมาะสมในพื้นที่กรุงเทพมหานครกรณีศึกษาบริเวณสถานีประตูน้ำ (รถไฟฟ้าสายสีส้ม) ถึงแยกผาสุก (ถนนอ่อนนุช) รวมทุกผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้โดยวิธีเฉลี่ยค่า ROC Factor Weight ของทุกกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในทางเลือกต่างๆ ดังแสดงตัวอย่างการคำนวณดังนี้

$$\text{ROC Factor Weight Surface at Grade BRT} = \frac{(0.016 + 0.063 + 0.340 + 0.028)}{4} = 0.112$$

จากนั้นจัดลำดับความสำคัญ เพื่อให้ได้ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 8 โดยมีผลการจัด ลำดับคือ Monorail อันดับที่ 1, LRT อันดับที่ 2, AGT อันดับที่ 3, Elevated BRT

อันดับที่ 4, Bi-Modal Tram อันดับที่ 5, E-Mobility อันดับที่ 6, Surface at Grade BRT อันดับที่ 7 และ Tram อันดับที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการจัดเรียงลำดับของระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่เหมาะสมฯ รวมทุกกลุ่ม

ทางเลือกระบบขนส่ง มวลชนขนาดรอง		รวมผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	
		ค่าเฉลี่ย ROC Factor Weight	การจัดลำดับ
เสมอผิว จราจร	BRT	0.112	7
	Tram	0.093	8
	Bi-Modal Tram	0.136	5
	E-Mobility	0.109	6
โครงสร้าง ยกระดับ	BRT	0.159	4
	LRT	0.290	2
	AGT	0.227	3
	Monorail	0.337	1



5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเส้นทางที่ศึกษาในงานวิจัยดังกล่าว ไม่ได้อยู่ในแผนแม่บทของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ซึ่งถือเป็นหน่วยงานภาครัฐ และเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้านผู้ออกแบบและกำหนดโครงการ ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งโครงการ จึงจัดอยู่ในกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้านผู้ให้บริการ ซึ่งภาคเอกชนเป็นผู้ลงทุนเอง โครงการเอง หากในอนาคตมีการปรับเปลี่ยนผู้ลงทุนโครงการเป็นหน่วยงานภาครัฐ ซึ่งอยู่ในกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้านออกแบบและกำหนดโครงการ ผู้วิจัยคาดว่าผลการวิจัย จะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และสามารถนำผลการวิจัยนี้ ไปประกอบการตัดสินใจคัดเลือกระบบขนส่งมวลชนขนาดรองในเส้นทางดังกล่าวได้

ข้อเสนอแนะงานวิจัยในการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต อาจให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียแต่ละกลุ่มสามารถจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจข้ามกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้ และสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกหาระบบขนส่งมวลชนขนาดรองเพิ่มเติมได้อีกด้วย แต่อาจต้องคำนึงถึงความเท่าเทียม จำนวนแบบสอบถามของแต่ละกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียประกอบการคัดเลือกระบบขนส่งมวลชนขนาดรองในพื้นที่กรุงเทพมหานครด้วย

ตัวแปรการตัดสินใจของผู้ใช้บริการในเรื่องของปัจจัยค่าโดยสาร (Travel Cost) ผู้วิจัยมีความเห็นว่าการค่าโดยสาร มีความน่าจะเป็นที่ราคาค่าโดยสารจะอยู่บนพื้นฐานของค่าโดยสารในระบบขนส่งมวลชนที่มีอยู่ในปัจจุบัน จึงมีความเห็นว่าราคาค่าโดยสารจะไม่แตกต่างกันมากในแต่ละทางเลือกที่ให้ผู้ตอบแบบสอบถามพิจารณา จึงมิได้กำหนดเรื่องปัจจัยค่าโดยสารเป็นหนึ่งในตัวแปรการตัดสินใจของผู้ใช้บริการในงานวิจัยฉบับนี้

ดังนั้นผู้ศึกษาวิจัยหรือผู้ตัดสินใจทำโครงการท่านอื่นสามารถนำประเด็นนี้มาพิจารณาประกอบการวิจัยหรือตัดสินใจโครงการเพิ่มเติมอีกได้

ตัวแปรการตัดสินใจของผู้ใช้บริการในเรื่องของระยะเวลาในการเดินทาง (Travel Speed/Time) ผู้วิจัยมิได้กำหนดระยะเวลาในการเดินทาง (Travel Speed/Time) โดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่าผู้ศึกษาวิจัยหรือผู้ตัดสินใจทำโครงการท่านอื่น สามารถนำประเด็นนี้มาพิจารณาประกอบการวิจัยหรือตัดสินใจโครงการเพิ่มเติมอีกได้

จากการสอบถามในงานวิจัยฉบับ มีข้อเสนอแนะสำหรับผู้วิจัยท่านอื่นๆ ในเรื่องแบบสอบถามการเก็บข้อมูล โดยงานวิจัยอาจต้องมีการกำหนดคุณลักษณะและคุณสมบัติของผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น การกำหนดการดำรงตำแหน่งและคุณสมบัติของแบบสอบถามต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้บริหารระดับสูงขึ้นไป วุฒิการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม ระยะเวลาในการทำงานของสายงานนั้น เป็นต้น หรืออาจเพิ่มคำถาม เพื่อสอบถามความรู้ความเข้าใจของทางเลือกต่างๆ เป็นผู้ได้รับผลกระทบโดยตรงหรือไม่ ในแบบสอบถาม ก่อนตอบเนื้อหาของแบบสอบถาม เป็นต้น เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์แยกแยะตอบแบบสอบถาม เพื่อนำไปสู่การวิจัยที่สามารถวิเคราะห์เชิงลึกได้

ข้อจำกัดของวิธี MAUT คือต้องมีปริมาณตัวแปรการตัดสินใจที่ไม่น้อยมากเกินไป ความเห็นของผู้วิจัยควรมิใช่น้อยกว่า 3 ตัวแปรการตัดสินใจ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์จากการใช้วิธี MAUT ออกมาได้ผลแม่นยำ เนื่องจากข้อจำกัดของวิธี MAUT จำเป็นต้องมีข้อมูลในการประกอบการคำนวณในปริมาณมาก หากมีปริมาณน้อยเกินไป อาจก่อให้เกิดการตัดสินใจที่ผิดพลาด เนื่องจากความห่างของผลคะแนนในแต่ละตัวแปรการตัดสินใจ



6. บทสรุป

จากการวิเคราะห์จะได้ระบบขนส่งมวลชนขนาดรองในพื้นที่กรุงเทพมหานครที่เหมาะสมกรณีศึกษาบริเวณสถานีประตูน้ำ (รถไฟฟ้าสายสีส้ม) ถึง แยกผาสุก (ถนนอ่อนนุช) ในแต่ละกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยผู้ออกแบบและกำหนดโครงการ เลือก Monorail เป็นอันดับแรก และภาคสังคมเลือก Monorail, AGT และ LRT เป็นอันดับแรก ผู้ให้บริการเลือก Surface BRT เป็นอันดับแรก และผู้ใช้บริการเลือก Monorail หรือ LRT เป็นอันดับแรก และจากการให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียแต่ละกลุ่มมีความสำคัญเท่ากัน ผลวิเคราะห์การคัดเลือกระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่เหมาะสมรวมกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้เลือก Monorail เป็นอันดับแรก



7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Office of Transport and Traffic Policy and Planning (2010). The Study of Adjustment Master Plan for Rail Transportation in Bangkok and Vicinity, p.290 (In Thai).
- [2] Office of Transport and Traffic Policy and Planning (2012). The Study of Passengers Travelling from Public Transportation Part 1 Phatum Thani Province Area, p.559 (In Thai).
- [3] Nikola (2013). New Generation of Trams. Available via DIALOG. <https://kojects.com/2013/03/20/new-generation-of-trams/>. Accessed 4 Jun. 2018.
- [4] Bombardier (2018). Clean. Quiet. Electric. -Moving with battery power. Available via DIALOG. <https://rail.bombardier.com/en/solutions-and-technologies/urban/e-mobility-battery-technology.html>. Accessed 15 May. 2019.
- [5] Bombardier (2012). INNOVIA monorail system-mass transit capabilities with iconic aesthetics. Available via DIALOG. <https://rail.bombardier.com/en/solutions-and-technologies/urban/monorail.html>. Accessed 15 May. 2019.
- [6] Siemens Mobility (2017). Val: The latest generation of fully Automated People Mover. Available via DIALOG. <https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/rail/rolling-stock/val-systems.html>. Accessed 20 Jun. 2019.
- [7] Mass Rapid Transit Authority of Thailand (2014). MRT Pink Line Project Khae Rai-Minburi Section. Available via DIALOG. <https://www.mrta.co.th/th/projectelectrictrain/bangkok-and-neighborhoods/pinkline/>. Accessed 17 May. 2018. (In Thai).
- [8] Mass Rapid Transit Authority of Thailand (2014). MRT Yellow Line Project Ladprao-Samrong Section. Available via DIALOG. <https://www.mrta.co.th/th/projectElectrictrain/bangkok-and-neighborhoods/yellowline/>. Accessed 17 May. 2018. (In Thai).
- [9] Opananon S (2013). Multiple Criteria Decision Making. Journal of Business Administration, 35(139): 4-7. (In Thai).
- [10] Opananon S (2013). Multiple Criteria Decision Making (2). Journal of Business Administration, 36(140): 5-9. (In Thai).
- [11] Zopounudis C, and Doumpos M (2004). Multicriteria decision aid in Classification problems. Available via DIALOG. <http://www.cs.put.poznan.pl/ewgmcda/pdf/OpZopounudis-Doumpos.pdf>. Accessed 13 Apr. 2018.

- [12] Alessio Ishizaka, and Philippe Nemery (2013). Multi-Criteria Decision Analysis Methods and Software. John Wiley and Sons, Ltd., West Sussex, PO19 8SQ.
- [13] Keeney R, and Raiffa H (1976). Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- [14] Edwards W, Guttentag M, and Snapper K (1975). A decision-theoretic approach to evaluation research. Sage Publication, Beverly Hills, CA.
- [15] Edwards W, and Newman J R (1982). Multi attribute evaluation. Sage Publication, Beverly Hills, CA.
- [16] Pholmanee S (1998). An Application of The Multi-Attribute Utility Theory in Prioritizing Types of The School-Lunch Program. The Master's Degree Dissertation, Chulalongkorn University. (In Thai).
- [17] Sirikijpanichkul A, Winyoopadit S, and Jenpanitsub A (2017). A multi-actor multi-criteria transit system selection model: A case study of Bangkok feeder system, Transportation Research Procedia, 25(2017): 3736-3755.
- [18] Kengpol A, and Salakkam T (2011). Decision Support Methodology for Recycling End of Life Parts of Vehicles: A Case Study of Automobile Tyre. The Journal of KMUTNB, 21 (1): 99-107. (In Thai).
- [19] Samstad A, Sundberg L, and Larsson A (2019). Assessing Stakeholder Preferences in Urban Planning-A Multi-Attribute Utility Approach. Proceeding of the 2019, (2019): 1417-1421.
- [20] Rohan S, Shubham J, Arpan P, Kishan F, and Jay V (2020). Multi-response Optimization of Electric Discharge Machining Using Grey Relational Analysis (GRA) and Multi-attribute Utility Theory (MAUT). 2020 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications, 2020: 65-69.
- [21] Xiao Zhao, Jianhua Yang, and Xin Shi (2018). Multi-Criteria Decision Model for Imperfect Maintenance using Multi-Attribute Utility Theory. International Journal of Performability Engineering, 14(12): 3014-3024.
- [22] Kraujaliene L (2019). Comparative Analysis of Multicriteria Decision-Making Methods Evaluating the Efficiency of Technology Transfer. Business, Management and Education, 17: 72-93.
- [23] Roszkowska E (2013). Rank Ordering Criteria Weight Methods-a Comparative Overview. Optimum Studia Ekonomiczne, 5(65): 14-33.
- [24] Jia J, Fischer G W, and Dyer J S (1998). Attribute Weighting Methods and Decision Quality in the Presence of Response Error: A Simulation Study. Journal of Behavioral Decision Making, 11(22): 85-105.
- [25] Barron F H, and Barrett B E (1996). Decision Quality using Ranked Attribute Weights. Management Science, 42(11): 1515-1523.
- [26] Sriwattananusart K, and Sureeyatanapas P (2017). Supplier Selection Using TOPSIS and ROC Methods: A Case Study of Restaurant Industry. The Journal of KMUTT, 40(30): 385-403. (In Thai).



- [27] Wang J, and Zionts S (2015). Using Ordinal Data to Estimate Cardinal Values. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 22(3-4): 185-196.
- [28] Luke S, and MacDonald M (2006). Public transport mode selection: a review of international practice. *The Association for European Transport Conference*, 18-20 September 2006, Strasbourg, France.
- [29] Suresh J, Preeti A, Prashant K, Shaleen S, and Prateek S (2014). Identifying public preferences using multi-criteria decision making for assessing the shift of urban commuters from private to public transport: A case study of delhi. *Transportation Research Part F*, 24(2014): 60-70.
- [30] Zofia B, and Lidia Z (2017). Multi-criteria evaluation of public transport interchanges. *Transportation Research Procedia*, 24(2017): 25-32.
- [31] Wongsiri A (2017). Evaluation of Phuket Transit System Performance and Flexible by Analytic Hierarchy Process (AHP). *The Master's Degree Dissertation*, Kasetsart University.
- [32] Samuel B B, Marcelo G G F, Elton M N, Jorge A C, Fernando A F, Jéssica G, and José B S O de A G (2017). Multi-criteria analysis model to evaluate transport systems: An application in Florianópolis, Brazil. *Transportation Research Part A*, 96(2017): 1-13.
- [33] Deok-Joo Lee (2018). A multi-criteria approach for prioritizing advanced public transport modes (APTM) considering urban types in Korea. *Transportation Research Part A*, 111(218): 148-161.
- [34] Rasa U, Edita Š, and Daiva Ž (2020). Multi-Criteria analysis of indicators of the public transport infrastructure. *Promet-Traffic & Transportation*, 32(1): 119-126.