

แนวทางการจัดการระบบฟีดเดอร์ตามแนวเส้นทางระบบขนส่งมวลชน นครราชสีมาด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์

กรณีศึกษาสถานีคลังปลาใหม่

Guidelines for Managing Feeder System along the Route of the Nakhon Ratchasima Mass Transit System by Simulating a Case Study of the New Klang Plaza Station.

Received : October 19, 2023

Revised : November 17, 2023

Accepted : November 29, 2023

ศุภกฤต พริ้วไรสง, วท.ม. (Supagrid Prewthaisong, M.Sc.)^{1*}

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาระบบขนส่งสาธารณะรองที่ช่วยสนับสนุนในการป้อนผู้โดยสารเข้าสู่สถานีคลังปลาใหม่ ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์ แบบมอนติคาร์โล

วิธีการวิจัย: พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา บริเวณหน้าห้างสรรพสินค้าคลังปลา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา นำข้อมูลมาจำลองสถานการณ์หาจำนวนผู้มาใช้บริการรถสองแถวในแต่ละช่วงเวลา และวางแผนการจัดการเดินรถเพื่อเข้าไปรับ-ส่งผู้โดยสารที่สถานีรถไฟฟ้ารางเบาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดำเนินการศึกษาระหว่างวันที่ 1-7 มิถุนายน พ.ศ. 2564

ผลการวิจัย: พบว่า ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้ามีจำนวนรถสองแถวที่สามารถเข้าไปรับผู้โดยสารที่สถานีรถไฟฟ้ารางเบาได้ คิดเป็นร้อยละ 61.36 ในช่วงเวลาปกติมีจำนวนรถสองแถวที่สามารถเข้าไปรับผู้โดยสารได้ที่สถานีรถไฟฟ้าได้ คิดเป็นร้อยละ 100 และในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็นมีจำนวนรถสองแถวที่สามารถเข้าไปรับผู้โดยสารที่สถานีรถไฟฟ้าได้ คิดเป็นร้อยละ 82.75

คำสำคัญ: การจำลองสถานการณ์, รถสองแถว, รถไฟฟ้ารางเบา, ระบบฟีดเดอร์

¹อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล จังหวัดนครราชสีมา

(Lecturer at Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University, Nakhon Ratchasima Province)

*ผู้เขียนหลัก (Corresponding author)

E-mail: kataphon_pre@vu.ac.th

Abstract

Objective: This study aimed to study the secondary public transportation system that supports being a feeder for passengers into the new Khlang Plaza Station by using Monte Carlo simulation methods.

Methods: The area used for the study located in front of the Klang Plaza Department Store, Mueang District, Nakhon Ratchasima Province. The data retrieved was used in a simulation to find the number of people using the minibus service in each time period and plan bus management to efficiently pick up and drop off passengers at the light rail stations. The study was conducted from 1-7 June 2021.

Results: The results of the research found that, during the morning rush hour, the number of minibuses that were able to pick up passengers at the light rail station was 61.36 percent. During the normal time, the number of minibuses that could pick up passengers at the light rail station was 100 percent. During the evening rush hour, the number of minibuses that could pick up passengers at the light rail station was 82.75 percent.

Keywords: Simulation, Minibus, Light Rail Transit, Feeder System

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการจราจรในเขตอำเภอเมือง นครราชสีมาประสบปัญหาความแออัดคับคั่ง การเดินทางมีความล่าช้าในเวลาชั่วโมงเร่งด่วน และมีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจด้านการขนส่งและคมนาคมโดยรวม อีกทั้งยังทำให้ภาพลักษณ์เมืองต้นแบบอัจฉริยะของชาวโคราชไม่ดีอีกด้วย (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, ม.ป.ป.; ศุภกฤต พรวิโรธสง, 2561; นรรัฐ รื่นกวี, 2562) การจัดให้มีระบบขนส่งมวลชนที่มีประสิทธิภาพของรัฐบาลโดยเฉพาะรูปแบบการขนส่งระบบราง เนื่องจากมีต้นทุนที่ต่ำและปลอดภัยกว่า ซึ่งเทคโนโลยีที่ได้ถูกนำเสนอจากประชาชนชาวโคราชคือ ระบบรถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit-LRT) เนื่องจากเป็นทางเลือกที่เหมาะสมและตอบโจทย์การให้บริการประชาชน

ในจังหวัดนครราชสีมา (บริษัทที่ปรึกษา NMGC, 2562) โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อส่งเสริมให้ลดการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลในเขตเมือง โดยเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะเพิ่มขึ้น จากการศึกษาข้อมูลในโครงการศึกษาแผนแม่บทจราจรแผนพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมาของสำนักงานนโยบายแผนการขนส่งและจราจรหรือ สนข. ได้มอบหมายให้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2560) ดำเนินการศึกษา ซึ่งผลการศึกษาได้กำหนดการก่อสร้างแบ่งออกเป็น 3 ระยะใน 3 เส้นทางหลักได้แก่ สายสีเขียว สายสีส้ม และสายสีม่วง โดยระยะแรกจะดำเนินการก่อสร้างทางสายสีเขียวก่อน จุดเริ่มต้นจากสถานีเซฟวันไปถึงสถานคู้มครองและพัฒนาอาชีพบ้านนาวิสัย ระยะทาง 11.17 กิโลเมตร อย่างไรก็ตามรถไฟฟ้ารางเบาไม่ได้เป็นระบบการเดินทางจากต้นทางไปถึงยังปลายทางโดยตรง (Door to Door)

ผู้มาใช้บริการอาจต้องใช้การเดินทางหลายรูปแบบ เช่น การเดินทางด้วย จักรยานยนต์รับจ้าง รถสามล้อ และรถโดยสารประจำทาง/รถสองแถว เป็นต้น (กรมการขนส่งทางบก, 2562; ลิสเชิม โลจิสติกส์, 2563) เพื่อไปยังจุดหมายที่ต้องการ ด้วยปัจจัยนี้เองที่อาจเป็นข้อด้อยทำให้ผู้มาใช้ บริการระบบรถไฟฟ้ารางเบาไม่มีความสะดวกในการ เดินทางเข้าสู่สถานี การสนับสนุนระบบขนส่งมวลชน หลักสามารถทำได้โดยการพัฒนาพัฒนาร่วมกับระบบบริการ ขนส่งสาธารณะรอง (Feeder System) ทำหน้าที่ รวบรวมผู้โดยสารมาขึ้นรถสองแถวที่แต่ละสถานี และรับผู้โดยสารออกจากระบบขนส่งสาธารณะ หลักแต่ละสถานีไปส่งยังที่หมาย ตอบโจทย์แก่ผู้ที่ อยู่ในย่านที่ระบบหลักเข้าไม่ถึงหรือในพื้นที่ เศรษฐกิจในถนนรองในพื้นที่ชั้นใน ซึ่งบริเวณถนน รองต่างๆ ของนครราชสีมาจะช่วยเพิ่มศักยภาพ และอำนวยความสะดวกในการเชื่อมการเดินทางเข้าสู่ สถานีรถไฟฟ้าไปยังจุดหมายต่างๆ ในพื้นที่ ศูนย์กลางเมือง โดยจะทำหน้าที่เชื่อมโยงสอดรับ กันครอบคลุมพื้นที่ให้บริการ กล่าวได้ว่าเป็นระบบ ที่บริการประชาชนให้เข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะหลัก ในบริเวณกว้างได้มากขึ้น (ทรานสปอร์ต เจอนัล, 2563; กรุงเทพฯธุรกิจ, 2564) ผู้วิจัยเลือกกลุ่ม ตัวอย่างตรงบริเวณจุดจอดรถสองแถวหน้า ห้างสรรพสินค้าคลังปลาใหม่ในการเก็บรวบรวม ข้อมูล เนื่องจากมีจำนวนรถสองแถวแต่ละสายมา รวมกันเป็นจำนวนมากเพราะว่าเป็นจุดศูนย์กลาง เมือง และไม่ไกลจากจุดจอดรถนี้ไปก็จะมีสถานี รถไฟฟ้าเรื่อยๆ กันซึ่งก็คือสถานีคลังปลาใหม่ เกิดเป็นโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะที่สมบูรณ์ สามารถรองรับความต้องการที่จะเดินทางได้อย่างมี ประสิทธิภาพสอดคล้องกับการพัฒนาเมืองในอนาคต

นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดประโยชน์ต่อภาพรวมของ การพัฒนา ทั้งทางเศรษฐกิจและสังคม ตลอดจน คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของประชาชน (การรถไฟฟ้า ขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย, 2566; มติชน ออนไลน์, 2562)

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาระบบขนส่งสาธารณะรองที่ ช่วยสนับสนุนในการป้อนผู้โดยสารเข้าสู่สถานีคลัง ปลาใหม่

2.2 เพื่อการจัดการระบบขนส่งสาธารณะ รองด้วยการจำลองสถานการณ์ แบบมอนติคาร์โล

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์ แบบมอนติ คาร์โล ซึ่งเป็นวิธีการสร้างข้อมูลโดยใช้ตัวเลข แบบสุ่มและความน่าจะเป็นสะสม ตัวเลขแบบสุ่มที่ ได้อาจได้มาจากตารางเลขสุ่ม (Random number table) หรือซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถ สร้างตัวเลขที่มีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็น ในลักษณะแบบสม่ำเสมอ (Uniform) (Fippel & Brainlab, 2021) ส่วนค่าความน่าจะเป็นสะสม คือ ค่าความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูลอาจได้มา จากข้อมูลในอดีตหรือการทดลองหรือทราบมาจาก ลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็น (Landau & Binder, 2021)

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทรงพร สุวดีกะและคณะ (2564) ได้ ศึกษาการให้บริการระบบนำส่งผู้โดยสาร (Feeder) ด้วยรถโดยสารประจำทาง เพื่อสนับสนุนการเดินทาง ด้วยรถไฟฟ้า (MRT) สายสีม่วง ช่วงของสถานี

เตาปูน - คลองบางไผ่ โดยเก็บข้อมูลและวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทางของผู้โดยสารด้วยรถไฟฟ้ามหานคร และทำการคัดเลือกและออกแบบเส้นทางจากหลักเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยได้คัดเลือกเส้นทางนำร่อง 1 เส้นทางที่มีการเดินทางระหว่างทางรางทางบกและทางน้ำ เพื่อทำการทดลองระบบนำส่งเป็นระยะเวลา 1 เดือน คือ เส้นทางสถานีแยกติวานนท์-ท่าช้างนันทบุรี โดยการเช่ารถพร้อมกับให้ผู้โดยสารประเมินผลการให้บริการ ผลการทดลองพบว่าในการให้บริการจริงมีผู้โดยสารใช้บริการเฉลี่ย 218 คน/วัน ในวันธรรมดาและ 106 คน/วันในวันหยุด ซึ่งน้อยกว่าที่คาดการณ์ไว้ ส่วนการประเมินผลการให้บริการ ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจมากที่สุด ผู้วิจัยแนะนำว่าควรมีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มเติม เช่น GPS ระบุตำแหน่งรถ การชำระค่าโดยสารผ่านระบบออนไลน์ และตารางระบุเวลา เป็นต้น เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเดินทางในเส้นทางสายอื่นๆ ได้ต่อไป

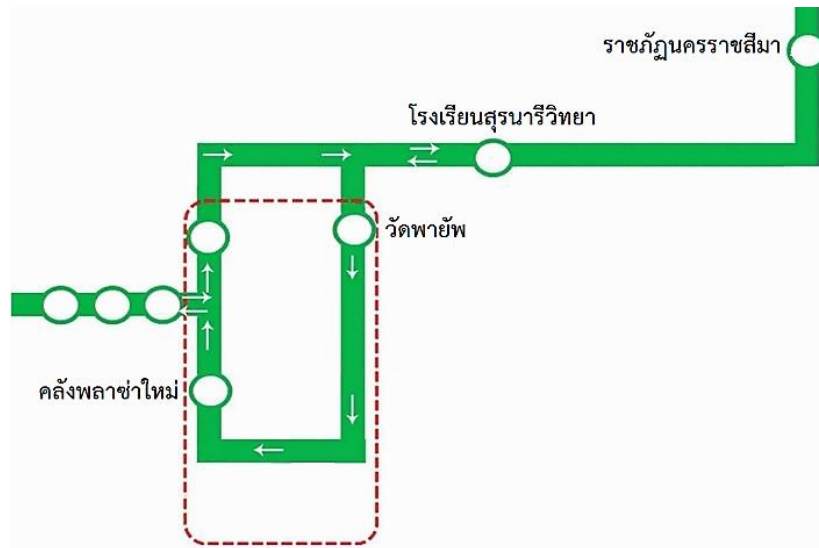
กองนโยบายและแผนงานฯ (2563). ได้ศึกษาระบบขนส่งเสริม (Feeder System) ตามแนวรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนกรณีศึกษา สถานีบางหว้า เพื่อศึกษาระบบขนส่งเสริมที่ช่วยสนับสนุนในการป้อนผู้โดยสารเข้าสู่สถานรถไฟฟ้ามหานคร จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ระบบขนส่งเสริมที่นิยมใช้มากที่สุดคือรถยนต์ส่วนบุคคล/รถจักรยานยนต์และรถโดยสารประจำทางมีการใช้ประจำมากที่สุด สิ่งที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการให้มีการปรับปรุงมากที่สุดในการใช้ระบบขนส่งเสริมคือค่าโดยสาร ความตรงต่อเวลา และความปลอดภัย สะท้อนให้เห็นถึงค่าโดยสารมีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากค่าโดยสารส่งผลต่อค่าครองชีพในการดำรงชีวิต

Aziz & Mohamad (2020) ได้ศึกษาแนวทางการปรับปรุงให้บริการขนส่งสาธารณะรถประจำทางในป็นัง ประเทศมาเลเซีย ที่ช่วยส่งผ่านผู้โดยสารไปยังรถไฟ (Butterworth) เรือเฟอร์รี่ และรถบัสเพื่อให้เกิดการบูรณาการแบบจุดต่อร่วมกัน โดยนำข้อมูลระบบขนส่งสาธารณะของเมืองและเครือข่าย Rapid Penang Bus มาวิเคราะห์การดำเนินงานและใช้ระบบตัวบ่งชี้ที่ได้จากการสำรวจที่ผู้ให้บริการมาประกอบ ผู้วิจัยยังให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงความน่าเชื่อถือ ความสะดวก การเข้าถึง การประสานความพยายามทางกายภาพและค่าโดยสารที่ยุติธรรม โดยให้รัฐบาลและผู้ปฏิบัติงานจัดให้มีแพลตฟอร์มที่สามารถทำงานร่วมกัน การวางแผนและการประสานงานที่ดีจึงเป็นเกณฑ์สำคัญในการบรรลุเป้าหมายนี้

นฤตม์ พูลรส (2559) ศึกษาเรื่องรูปแบบการเดินทางเข้าถึงสถานีรถไฟฟ้ามหานครของผู้ใช้อาศัยในอาคารชุดรอบสถานี กล่าวว่า ระยะทางมีผลต่อการเลือกเดินทางเข้าถึงสถานี ในปัจจุบันการเข้าสู่สถานีมีทางเลือกเพียงการเดิน และการใช้บริการจักรยานยนต์รับจ้างซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกเดินทาง หากเข้าถึงยากและจำเป็นต้องมีการเดินทางหลายต่ออาจจำเป็นต้องสนับสนุนระบบขนส่งสาธารณะเพื่อเข้าถึงสถานีและทำควบคู่กับการพัฒนาเมืองระหว่างจุดหมายปลายทางของพื้นที่ เพื่อเป็นการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. วิธีดำเนินการวิจัย

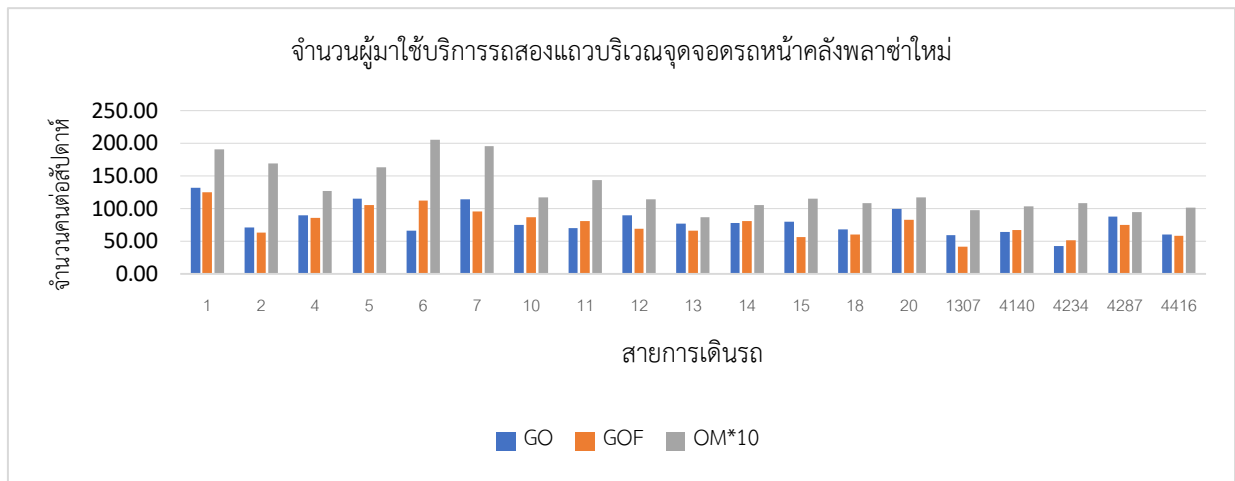
4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล



รูปที่ 1 จุดสำรวจข้อมูล

การเก็บข้อมูลตรงบริเวณจุดจอดรถสองแถวหน้าห้างสรรพสินค้าคลังพลาซ่าใหม่ ซึ่งมีจำนวนรถสองแถว 19 สายประกอบด้วยสาย 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 20, 1307, 4140, 4234, 4287 และ 4416 แสดงดังรูปที่ 1 โดยมีระยะเวลาดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล 1 สัปดาห์ ระหว่างวันที่ 1-7 มิถุนายน 2564 ในวันทำงานปกติและวันหยุดเสาร์ อาทิตย์ เริ่มบันทึกข้อมูลตั้งแต่วันที่ 07.00-18.00 น. โดยแบ่งช่วงเวลาออกเป็น 3 ช่วงเวลาที่สำคัญคือ ในช่วงเวลาชั่วโมงเร่งด่วนเช้า (07.00-08.30 น.) ช่วงเวลาปกติ (08.31-10.00 น.) และช่วงเวลาชั่วโมงเร่งด่วนเย็น (16.00-18.00 น.) เพื่อให้ได้ข้อมูลครอบคลุมถึงความต้องการในการเดินทางด้วยรถสองแถวสาธารณะของประชาชนในเขตเทศบาลเมืองนครราชสีมา ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เพียงพอสำหรับนำข้อมูลมาวิเคราะห์เบื้องต้นของการให้บริการและผู้มารับบริการ สอดคล้องกับงานวิจัยของกฤษฎา นามฉิมพลี (2559) ที่เก็บข้อมูลผู้มาใช้บริการ

รถสาธารณะในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าโดยใช้ระยะเวลาหนึ่งสัปดาห์ และในช่วงที่ศึกษานี้มีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในช่วงเริ่มต้น จังหวัดนครราชสีมา ยังไม่มีมาตรการล็อกดาวน์ เนื่องจากรถสองแถวมีจำนวนที่นั่งและที่ยืนจำกัดมาก อาจเป็นไปได้ยากที่จะจัดที่นั่งโดยเว้นระยะห่างกันมากการกำหนดให้สวมหน้ากากอนามัยตลอดเวลา จึงน่าจะเป็นทางออกที่ดีกว่า และภาครัฐได้ให้การส่งเสริมหน่วยงานราชการและบริษัทเอกชนสนับสนุนนโยบาย Work from Home ด้วย แต่บริษัทเอกชนส่วนใหญ่ยังไม่เปิดโอกาสให้ประชาชนสามารถทำงานจากบ้านได้ จึงมีผลทำให้ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนผู้คนยังมีความจำเป็นต้องเดินทางไปทำธุระด้วยรถโดยสารสาธารณะเช่นเดิม และการวิเคราะห์ข้อมูลผู้มารับบริการรถสองแถว (จำนวนคนต่อสัปดาห์) พิจารณาจากตัวแปรต่างๆ คือ จำนวนคนขึ้นรถ (Get On: GO), จำนวนคนลงรถ (Get Off: GOF) และจำนวนคนบนรถ (On Minibus: OM) แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 จำนวนผู้มาใช้บริการรถสองแถวบริเวณจุดจอดหน้าคลังปลาชำใหม่

จากรูปที่ 2 ทำให้ทราบว่าจำนวนผู้มาใช้บริการรถสองแถวต่อหนึ่งสัปดาห์มากที่สุดคือสาย 6 รองลงมาคือ สาย 7 และน้อยที่สุดคือสาย 13 เนื่องจากเป็นสายที่วิ่งระยะสั้นและมีจำนวนรถให้บริการน้อย ซึ่งข้อกำหนดของรถสองแถวสามารถนั่งได้แถวละ 5 คน จึงสามารถรับผู้โดยสารได้ไม่เกิน 10 คน (นั่งเท่านั้น ห้ามยืน) โดยขออนุญาตดัดแปลงใส่ที่นั่งจากสำนักงานขนส่งฯ (กรมการขนส่งทางบก, 2563) รถสองแถวแต่ละคันจะมีหมายเลขกำกับและสีของรถก็จะแตกต่างกันไปตามเส้นทางที่วิ่งให้บริการ

4.2 วิธีการจำลองสถานการณ์

ในการจำลองสถานการณ์หาจำนวนผู้มาใช้บริการรถสองแถวในแต่ละช่วงเวลานั้น ผู้วิจัยได้กำหนดโอกาสที่เหตุการณ์ต่างๆ ของแต่ละเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในแต่ละครั้งของแต่ละเหตุการณ์เปรียบได้กับลูกเต๋าซึ่งมี 6 หน้า ฉะนั้นโอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นในแต่ละครั้งในแต่ละหน้าของลูกเต๋ามีโอกาสที่จะเกิดขึ้นเท่าๆ กัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ $1/6$ หรือเท่ากับ 0.1666 ซึ่งจะนำมาใช้ในการกำหนดความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น เช่นเดียวกับเหตุการณ์ของลูกเต๋า เพียงแต่ลูกเต๋าของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้มีเพียง 4 ช่วงเวลานั้น แสดงดังตารางที่ 1 และตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ของรถสองแถวสาย 1 บริเวณจุดจอดหน้าคลังปลาชำใหม่ ทำการทดลองเลขสุ่มจากโปรแกรมสำเร็จรูป แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การกำหนดช่วงเลขสุ่มแทนการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ของจำนวนผู้มาใช้บริการรถสองแถว
ในช่วงเวลา 07.00-07.40 น.

ลำดับ	เวลา	ช่วงของตัวเลขการสุ่ม		เหตุการณ์ (คนบนรถ)
1	07.00-07.10	0	0.25	8.29
2	07.11-07.20	0.25	0.5	9.29
3	07.21-07.30	0.5	0.75	9.86
4	07.31-07.40	0.75	1	10.00
1	07.00-07.10	0	0.25	0.57
2	07.11-07.20	0.25	0.5	0.86
3	07.21-07.30	0.5	0.75	0.71
4	07.31-07.40	0.75	1	1.14

ตารางที่ 2 ผลการจำลองสถานการณ์จำนวนผู้มาใช้บริการรถสองแถวในช่วงเวลา 07.00-07.40 น.

ลำดับ	ตัวเลขสุ่ม	เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น (คนบนรถ)
3	0.81797	10.00
4	0.53479	9.86
5	0.75907	10.00
6	0.72100	9.86
3	0.68176	0.71
4	0.93848	1.14
5	0.71021	0.71
6	0.69893	0.71

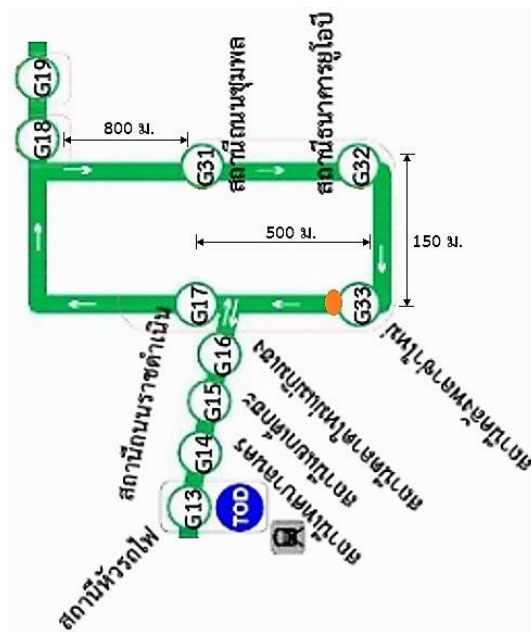
จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าโอกาสหรือความน่าจะเป็นทั้ง 4 เหตุการณ์ ในแต่ละเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนั้นมีโอกาสเท่าๆ กัน คือ 25% ดังนั้นในการจำลองสถานการณ์หาจำนวนผู้มาใช้บริการรถสองแถวในแต่ละช่วงเวลา จะต้องทำการสุ่มตัวเลขขึ้นมาแทนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นโดยสร้างตารางข้อมูลในโปรแกรม Microsoft Excel ค่าความต้องการนี้เกิดจากเงื่อนไขตัวเลขสุ่มที่ได้สร้างไว้จากข้อมูลความต้องการของผู้มาใช้บริการในอดีต ซึ่งในการให้ช่องเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นดังกล่าวแสดงค่าที่ได้

จากเงื่อนไขตัวเลขสุ่มจะใช้ชุดคำสั่ง VLOOKUP (lookup_value,table_array,col_index_num,range_lookup) ในโปรแกรม Microsoft Excel (สุวรรณ พลภักดีและนิภาส สีนะธรรม, 2563; ทิพย์พิชา เจริญผล, 2565) แล้วนำผลลัพธ์จากการจำลองสถานการณ์ของทั้งสองกรณีมารวมกันก็จะได้จำนวนผู้โดยสารไปกับรถ เพื่อจะได้ทราบว่ารถสองแถวในช่วงเวลานั้นจะสามารถรองรับผู้โดยสารที่เพิ่มเข้ามาได้หรือไม่

4.3 วางแผนการจัดการเดินรถและ ประมาณการผู้โดยสาร

4.3.1 การวางแผนการจัดการเดินรถใหม่ โดยนำเสนอแนวทางให้รถสองแถวมีโอกาสรับผู้โดยสารได้มากขึ้น เมื่อเทียบกับปัจจุบันในช่วงเวลาปกติคนมาใช้บริการน้อยเฉลี่ย 4-5 คน/คัน เพื่อรองรับกับระบบรถไฟฟ้ารางเบา (LRT) สายสีเขียวที่จะเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2572 การให้บริการรถสองแถวจึงมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายคนจากจุด

จอดรถไปยังสถานีต่างๆ ของรถไฟฟ้ารางเบา โดยดูจากจำนวนคนที่อยู่บนรถต้องไม่เกินความจุมาตรฐานของรถสองแถวเพื่อที่จะสามารถไปรับคนที่อยู่ตรงบริเวณสถานีรถไฟฟ้ารางเบาได้ ส่วนรถที่มีจำนวนผู้โดยสารเกินความจุในช่วงเวลาใดๆ ก็ตามรถสองแถวคันดังกล่าวจะไม่สามารถเข้าไปรับคนที่สถานีรถไฟฟ้าได้ และสถานที่ตั้งของสถานีรถไฟฟ้าที่อยู่ใกล้จุดสำรวจ แสดงดังรูปที่ 3 โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3 จุดจอดรถสองแถวหน้าคลังปลาซ่าใหม่ใกล้กับสถานีรถไฟฟ้ารางเบา

จากรูปที่ 3 ก่อนถึงสถานีคลังปลาซ่าใหม่ รถสองแถวบางคันต้องผ่าน G31 สถานีถนนชุมพล เดินทางต่อไป G32 สถานีธนาคารยูโอปิ๊ก ประมาณ 500 เมตร ซึ่งถนนเส้นนี้มีรถสองแถวให้บริการทั้งสิ้น 11 สายและจากจุดนี้เลี้ยวขวาต่อไปยังสถานีต่อไปคือ G33 สถานีคลังปลาซ่าใหม่ ระยะทางประมาณ 150 เมตร ซึ่งจุดจอดสองแถวหน้าคลังปลาซ่าใหม่ (จุดวงกลม) ต่อไปยังสถานีรถไฟฟ้ารางเบา G16 สถานีตลาดใหม่แม่กิมเฮง ประมาณ 500 เมตร จากจุดนี้ไปยังสถานีต่อไปคือ G15 สถานีแยกเต็กฮะอีกประมาณ 200 เมตร จาก

จุดนี้ต่อไปยังสถานีต่อไปคือ G14 สถานีเทศบาลนครประมาณ 200 เมตร และจากจุดนี้ต่อไปยังสถานีต่อไปคือ G13 สถานีห้วยรถไฟ (TOD) ประมาณ 200 เมตร ซึ่งสถานี G13 นี้ผู้โดยสารสามารถเปลี่ยนไปใช้บริการรถไฟฟ้าทางคู่ได้หรือไปยังที่จอดรถยนต์ (Park and Ride) ได้ ถ้านั่งรถตรงไปก็จะผ่านสถานี G17 สถานีถนนราชดำเนิน ถนนเส้นนี้มีรถสองแถวให้บริการทั้งสิ้น 19 หมายเลข กรณีที่ผู้โดยสารบนรถสองแถวมีน้อยกว่าความจุของรถสองแถวคันดังกล่าวสามารถเข้าไปรับผู้โดยสารที่สถานีรถไฟฟ้าต่อไปได้ ซึ่งสถานที่ตั้งสถานีรถไฟฟ้า

จะอยู่ตรงเกาะกลางถนนทางขวามือหรือบริเวณ
ใกล้ลานย่าโม และกรณีที่รถสองแถวมีจำนวนคน
เต็มความจุของรถ จะไม่สามารถเข้าไปรับผู้โดยสาร
ได้อีกเพื่อความสะดวกและปลอดภัยของผู้โดยสาร

4.3.2 ประมาณการผู้มาใช้บริการของ
ระบบรถไฟฟ้ารางเบา ปริมาณผู้โดยสารระบบขนส่ง
มวลชนนครราชสีมา สายสีเขียว โดยทำการประมาณ
การผู้มาใช้บริการทุกๆ 10 ปี แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณผู้โดยสารระบบขนส่งมวลชนจังหวัดนครราชสีมา สายสีเขียว

ปี	ผู้โดยสาร (คน-เที่ยวต่อวัน)	อัตราการเติบโต ร้อยละต่อปี	MAX Line Load คน-เที่ยวต่อชม.
2572	9,920	-	719
2578	18,600	5.88	1,349
2588	23,700	2.42	1,718
2598	28,900	1.98	2,095

ที่มา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2560)

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โล

ในตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างผลการจำลองสถานการณ์ผู้มาใช้บริการรถสองแถวสาย 5, 6, 7 ณ จุดจอดรถสองแถวหน้าห้างสรรพสินค้าคลังปลาซ่าใหม่

ตารางที่ 4 ผลการจำลองสถานการณ์รถสองแถวสาย 5, 6, 7 ในช่วงเวลา 07.00-18.00 น.

ลำดับ	เวลา	คนเดินทางไปกับรถเฉลี่ย (รถสาย 5)	คนเดินทางไปกับรถเฉลี่ย (รถสาย 6)	คนเดินทางไปกับรถเฉลี่ย (รถสาย 7)
1	07.00-07.36	9.04	9.93	9.89
2	07.37-08.12	11.21	9.96	13.07
3	08.13-08.48	6.57	9.61	9.29
4	08.49-09.24	6.11	7.32	6.93
5	09.25-10.00	4.89	6.07	6.18
6	16.00-16.36	9.11	10.43	10.11
7	16.37-17.12	7.47	10.11	8.07
8	17.13-17.48	6.14	8.14	7.43
9	17.49-18.06	4.79	5.93	5.72

จากตารางที่ 4 ผลการจำลองสถานการณ์ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า พบว่ารถสองแถวสาย 5 ที่เวลา 07.00-7.36 มีจำนวนผู้โดยสารเดินทางไปกับรถเฉลี่ย 9.04 คนหรือประมาณ 10 คนต่อคัน ต่อมาเวลา 07.37-08.12 เฉลี่ย 11.21 คนหรือประมาณ 12 คนต่อคัน ต่อมาเวลา 08.13-08.48 เฉลี่ย 6.57 คนหรือประมาณ 7 คนต่อคัน และผลการจำลองสถานการณ์ในช่วงเวลาปกติ ที่เวลา 08.49-09.24 มีจำนวนผู้โดยสารเดินทางไปกับรถเฉลี่ย 6.11 คนหรือประมาณ 7 คนต่อคัน ต่อมาเวลา 09.25-10.00 เฉลี่ย 4.89 คนหรือประมาณ 5 คนต่อคัน และผลการจำลองสถานการณ์ในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น ที่เวลา 16.00-16.36 มีจำนวนผู้โดยสารเดินทางไปกับรถเฉลี่ย 9.11 คนหรือประมาณ 10 คนต่อคัน ต่อมาเวลา 16.37-17.12 เฉลี่ย 7.47 คนหรือประมาณ 8 คนต่อคัน ต่อมาเวลา

17.13-17.48 เฉลี่ย 6.14 คนหรือประมาณ 7 คนต่อคัน ต่อมาเวลา 17.49-18.06 เฉลี่ย 4.79 คนหรือประมาณ 5 คนต่อคัน ส่วนการอธิบายผลการจำลองสถานการณ์ผู้มาใช้บริการรถสองแถวสาย 6, 7 ก็สามารถอธิบายได้ทำนองเดียวกันกับรถสองแถวสาย 5

5.2 วางรูปแบบการจัดการรถสองแถว

จากผลการจำลองสถานการณ์ในตารางที่ 4 ทำให้ทราบถึงปริมาณคนที่เข้ามาใช้บริการในแต่ละช่วง เวลาของการเดินรถ แล้วนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์และวางรูปแบบการจัดการรถสองแถวให้สอดคล้องกับความต้องการในแต่ละช่วงเวลา ตัวอย่าง การวางรูปแบบการจัดการรถสองแถวสาย 5, 6, 7 ณ จุดจอดรถหน้าห้างสรรพสินค้าคลังพลาซ่าใหม่ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 วางรูปแบบการจัดการรถสองแถว สาย 5,6,7 ในแต่ละช่วงเวลา

เวลา	ความสามารถรับผู้โดยสารเพิ่ม (สาย 5)	สถานีรถไฟฟ้าต่อไป	ความสามารถรับผู้โดยสารเพิ่ม (สาย 6)	สถานีรถไฟฟ้าต่อไป	ความสามารถรับผู้โดยสารเพิ่ม (สาย 7)	สถานีรถไฟฟ้าต่อไป
07.00-07.36	0	-	0	-	0	-
07.37-08.12	0	-	0	-	0	-
08.13-08.48	3	G17	0	-	0	-
08.49-09.24	3	G17	2	G17	3	G17
09.25-10.00	5	G17	3	G17	3	G17
16.00-16.36	0	-	0	-	0	-
16.37-17.12	2	G17	0	-	1	G17
17.13-17.48	3	G17	1	G17	2	G17
17.49-18.06	5	G17	4	G17	4	G17

จากตารางที่ 5 นั้นพบว่า รถสาย 5 ที่วิ่งผ่านหน้าห้างคลั่งปลาซ่าใหม่ตั้งแต่เวลา 07.00-18.00 น. แบ่งเป็น 9 ช่วงเวลา ซึ่งมี 3 ช่วงเวลาที่มีจำนวนผู้โดยสารเต็มความจุของรถสองแถว จึงไม่สามารถเข้าไปรับคนจากสถานีรถไฟฟ้าได้ คือเวลา 07.00-07.36 น., 07.37-08.12 น. และ 16.00-16.36 น. ต่อมาอีก 6 ช่วงเวลาที่เหลือคือ 08.13-08.48 น. รถสองแถวสามารถรับคนเพิ่มได้อีก 3 คน โดยวิ่งตรงไปเข้าไปรับคนที่สถานีรถไฟฟ้า G17 สถานีถนนราชดำเนิน และช่วงเวลา 08.49-09.24 น. รถสามารถรับคนเพิ่มได้ 3 คน ช่วงเวลา 09.25-10.00 น. รถสามารถรับคนเพิ่มได้ 5 คน ช่วงเวลา 16.37-17.12 น. รถสามารถรับคนเพิ่มได้ 2 คน

ช่วงเวลา 17.13-17.48 น. รถสามารถรับคนเพิ่มได้ 3 คน และสุดท้ายช่วงเวลา 17.49-18.06 น. รถสามารถรับคนเพิ่มได้ 5 คน โดยสามารถวิ่งเข้าไปรับผู้โดยสารที่สถานีรถไฟฟ้าถัดไป ส่วนรถสาย 6, 7 ก็สามารถอธิบายได้ทำนองเดียวกันกับรถสาย 5 ดังที่กล่าวมา ดังนั้นผลของการวางรูปแบบการจัดการรถสองแถว จึงทำให้ทราบว่าจำนวนรถสองแถวที่สามารถเข้าไปรับคนที่สถานีรถไฟฟ้ารางเบาในแต่ละช่วงเวลามีจำนวนเท่าใด แล้วนำข้อมูลไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการสำรวจบริเวณจุดจอดรถหน้าห้างปลาซ่าใหม่ แสดงดังตารางที่ 6 และรูปที่ 4 ดังต่อไปนี้

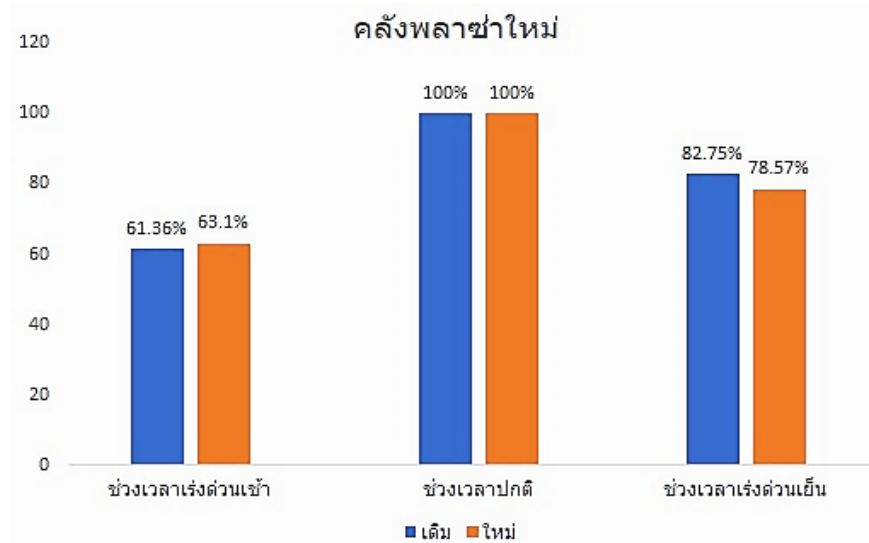
ตารางที่ 6 จำนวนคนที่รถสองแถวสามารถเข้าไปรับที่สถานีได้ ในแต่ละช่วงเวลา

ช่วงเวลา	รถสองแถวสาย												
	1	2	4	5	6	7	10	11	12	13	14	15	18
เร่งด่วนเช้า	0	1	2	3	0	0	2	4	3	6	6	2	4
ปกติ	5	6	8	8	5	6	10	9	8	11	10	8	8
เร่งด่วนเย็น	1	4	10	10	5	7	8	7	10	13	7	11	8

ช่วงเวลา	รถสองแถวสาย						รวม
	20	1307	4140	4234	4287	4416	
เร่งด่วนเช้า	3	4	2	6	3	5	56
ปกติ	8	10	4	10	9	4	147
เร่งด่วนเย็น	6	13	5	9	11	3	148

ผลที่ได้จากการจำลองในตารางที่ 6 จะเห็นว่ารถสองแถวสามารถเข้าไปรับคนที่สถานีรถไฟฟ้าได้แตกต่างกัน กรณีในช่วงเร่งด่วนเช้ารถสาย 1 ไม่สามารถเข้าไปรับผู้โดยสารที่สถานีได้,

สาย 2 สามารถเข้าไปรับผู้โดยสารเพิ่มได้ 1 คน, สาย 4 รับผู้โดยสารเพิ่มได้ 2 คน และรถสองแถวสายอื่นก็อธิบายได้เหมือนกับที่กล่าวมาข้างต้น



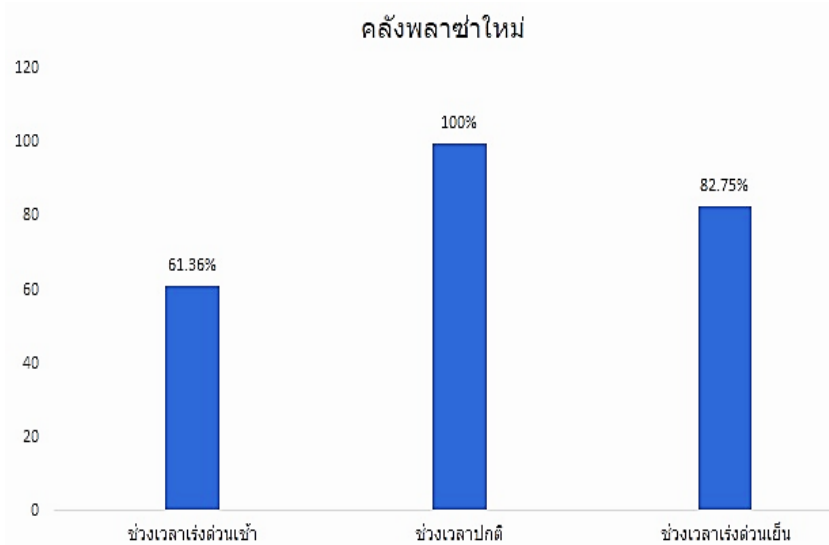
รูปที่ 4 เปรียบเทียบร้อยละของจำนวนรถในแต่ละช่วงเวลาที่สามารถรับคนเพิ่มได้

จากการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง กราฟ เดิมหมายถึงผลที่ได้จากการสำรวจและกราฟใหม่ หมายถึงผลที่ได้จากการวางรูปแบบการจัดการ รถสองแถว ตามรูปที่ 4 พบว่า ร้อยละของจำนวน รถในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า น้อยกว่าช่วงเวลากลางคืน และช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น ในขณะที่ช่วงเวลากลางคืนนั้น รถสองแถวทุกคันสามารถรับผู้โดยสารเพิ่มได้ เนื่องจากผู้โดยสารบนรถน้อยกว่ามาตรฐานความจุ ของรถสองแถว

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 วิธีการจัดการรถสองแถว

ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้ามีจำนวนรถ สองแถวที่สามารถเข้าไปรับผู้โดยสารได้ที่สถานี รถไฟฟ้าถัดไปได้ คิดเป็นร้อยละ 61.36 ในช่วงเวลา กลางคืน คิดเป็นร้อยละ 100 และในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น คิดเป็นร้อยละ 82.75 แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ร้อยละของรถสองแถวที่สามารถรับผู้โดยสารเพิ่มได้

6.2 วางรูปแบบการจัดการรถสองแถว

ในช่วงเวลาชั่วโมงเร่งด่วนเช้ารถสองแถวที่สามารถรับผู้โดยสารเพิ่มได้มากที่สุดคือรถสาย 13, 14, 4234 สายละ 6 คน รองลงมาคือสาย 4416 จำนวน 5 คน น้อยสุดคือ สาย 1, 6, 7 ไม่สามารถรับผู้โดยสารเพิ่มได้เลย รวมทั้งหมดเท่ากับ 56 คน ในช่วงเวลาปกติมากที่สุดคือ สาย 13 จำนวน 11 คน รองลงมาคือ สาย 10, 14, 1307, 4234 สายละ 10 คน น้อยสุดคือ สาย 4140, 4416 สายละ 4 คน รวมทั้งหมดเท่ากับ 147 คน และในช่วงเวลาชั่วโมงเร่งด่วนเย็นมากที่สุดคือ สาย 13, 1307 สายละ 13 คน รองลงมาคือ สาย 15, 4287 สายละ 11 คน น้อยสุดคือสาย 1 รับเพิ่มได้ จำนวน 1 คน รวมทั้งหมดเท่ากับ 148 คน

การศึกษานี้จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้ผู้ประกอบการรถสองแถวมีทางเลือกในการให้บริการเพิ่มมากขึ้น การปรับเปลี่ยนรูปแบบการให้บริการในอนาคตจึงเป็นทางออกที่ดี และควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้โดยสารเป็นอันดับแรกเพื่อสร้างความประทับใจและความเชื่อมั่นกลับคืนมาท้ายที่สุดแล้วก็จะเกิดผลดีต่อผู้ประกอบการรถสองแถวทั้งนี้เพราะเมื่อผู้มาใช้บริการเกิดความประทับใจก็จะมีการใช้บริการเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ผลการวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์จากแบบจำลองสถานการณ์ผู้มาใช้บริการรถสองแถวแต่เฉพาะในสัดส่วนของระบบฟีดเดอร์ของรถสองแถวเท่านั้น เมื่อมี LRT จะมีผู้ให้บริการจากรูปแบบอื่นเข้ามาด้วยเช่นกัน ดังนั้นอาจต้องมีการทำแบบสอบถามเพื่อพยากรณ์การปรับเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางและใช้ประกอบกับข้อมูลต่อไป

7.2 ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้การสนับสนุนส่งเสริมนโยบายให้ประชาชนหันมาใช้รถขนส่งสาธารณะหรือระบบขนส่งมวลชนให้มากขึ้น โดยกำหนดนโยบายการใช้ระบบตั๋วโดยสารร่วม (Common Ticketing System) เพื่อเชื่อมต่อการเดินทางทุกระบบ เช่น รถไฟ รถไฟฟ้ารางเบาและรถขนส่งสาธารณะ ซึ่งทำให้ประชาชนได้รับความสะดวก และช่วยลดปัญหาการแข่งขัน การแย่งชิงลูกค้าระหว่างกัน

7.3 ผู้ให้บริการรถสองแถวควรเตรียมความพร้อมให้ความร่วมมือที่จะปรับปรุง ทั้งการให้บริการและสภาพรถให้มีความสะดวกสบาย และเหมาะสมสำหรับทุกคนอย่างแท้จริง ซึ่งเป้าหมายก็คือการพัฒนาเพื่อก้าวสู่เมืองที่กำลังเป็นสมาร์ทซิตี้โคราชสมาร์ทซิตี้ (Korat Smart City) ในอนาคต

8. เอกสารอ้างอิง

1. กรมการขนส่งทางบก. (2562). *ยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งของไทยระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580)*. สืบค้นเมื่อ 7 ธันวาคม 2566, จาก https://web.dlt.go.th/dlt-direction/media/attachments/2565/07/08/-20-_.62.pdf
2. กรมการขนส่งทางบก. (2563). *ระเบียบกรมการขนส่งทางบก. สืบค้นเมื่อ 11 กันยายน 2566*, จาก https://www.dlt-inspection.info/dlt/cl/pdfuploads/2019_10_02_09_43_58.pdf
3. กรุงเทพธุรกิจ. (2564). *เอกชนสนลงทุนฟีดเดอร์สายสีแดง*. สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2566, จาก <https://www.bangkokbiznews.com/business/928904>.

4. ฤชญา นามนิมพลี. (2559). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเดินทางเข้าสู่ย่านธุรกิจในช่วงโมงเร่งด่วนเช้า: กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
5. กองนโยบายและแผนงาน สำนักการวางผังและพัฒนาเมืองกรุงเทพมหานคร. (2563). *รายงานการศึกษาระบบขนส่งเสริม (Feeder System) ตามแนวรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน กรณีศึกษา สถานีบางหว้า*. กลุ่มงานวิจัยผังเมือง 2 กองนโยบายและแผนงานสำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.
6. การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.). (2566). *รายงานผลการสำรวจความพึงพอใจและความต้องการของผู้ใช้บริการรถไฟฟ้ามหานคร ปี 2566 (ครั้งที่ 1)*. สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2565, จาก <https://www.mrta.co.th/th/satisfaction-survey-reports/14804>
7. ทรงพร สุวัฒน์และคณะ (2564). การศึกษาระบบนำส่งผู้โดยสาร (Feeder) ด้วยรถโดยสารประจำทาง เพื่อสนับสนุนการเดินทางด้วยรถไฟฟ้า. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 26*. วันที่ 23-25 มิถุนายน 2564, การประชุมรูปแบบออนไลน์, หน้า 301-307.
8. ทรานสปอร์ต เจอนัล. (2563). *Feeder เชื่อมรถไฟฟ้า*. สืบค้นเมื่อ 9 ธันวาคม 2566, จาก <https://www.trjournalnews.com/16545>
9. ทิพย์พิชา เจริญผล. (2565). *การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการจัดการข้อมูล: กรณีศึกษาบริษัทจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์กำจัดแมลง*. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2566, จาก <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jitubru/article/view/246476/170647>
10. นรรัฐ รื่นกวี. (2562). การศึกษาความเป็นไปได้ในการลดปัญหาการขนส่งสาธารณะโดยเฉพาะรถสองแถว กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา. *การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาลัยนครราชสีมา ครั้งที่ 6*, วันที่ 30 มีนาคม 2562, วิทยาลัยนครราชสีมา, หน้า 183-191.
11. นรุตม์ พูลรส. (2559). *รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและการเดินทางเข้าถึงสถานีของผู้อยู่อาศัยในอาคารชุดรอบสถานี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวางแผนภาคและเมือง ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
12. บริษัทที่ปรึกษา NMGC. (2562). *เอกสารประกอบประชุมรับฟังความคิดเห็นของประชาชน ครั้งที่ 1 (การปฐมนิเทศโครงการ)*. สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2565, จาก <http://korat-transitgreenline.net/wp-content/uploads/2022/09/เอกสารประกอบการรับฟังความคิดเห็นของประชาชน ครั้งที่ 1 การปฐมนิเทศโครงการ.pdf>

13. มติชนออนไลน์. (2562). ยกระดับ "รถกะป๋อ-สองแถว". สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2566, จาก https://www.matichon.co.th/news-monitor/news_1384236.
14. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2560). *โครงการศึกษาแผนแม่บทจราจรและแผนแม่บทพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนครราชสีมา (รายงานฉบับสมบูรณ์)*. นครราชสีมา: ม.ป.ท.
15. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (ม.ป.ป.). *โครงการจัดทำแผนแม่บทและศึกษาความเหมาะสม ด้านวิศวกรรม เศรษฐกิจและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม*. สืบค้นเมื่อ 6 ธันวาคม 2566, จาก <http://ktran.sut.ac.th/background.php>
16. ลิสซิมโลจิสติกส์. (2563). *TRANSPORT MODES*. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2566, จาก <http://www.lissom-logistics.co.th/articles-details.php?id=79>.
17. สุวรรณา พลภักดีและนิภาส สีนะธรรม. (2563). การประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลเพื่อการจัดการอะไหล่สำหรับการบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม. *วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 15(1), 66-80.
18. ศุภกฤต พรวิไลสง. (2561). ความสามารถในการให้บริการรถสองแถวต่อความต้องการของประชาชนในพื้นที่บริเวณสถานีรถไฟรางคู่ในอนาคต, *การประชุมวิชาการ SMART LOGISTICS CONFERENCE ครั้งที่ 1*, 4 ตุลาคม พ.ศ. 2561, มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี, หน้า 217-229.
19. Aziz, A., & Mohamad, J. (2020). Public transport planning: Local bus service integration and improvements in Pe nang, Malaysia. *Planning Malaysia; Journal of the Malaysian Institute of Planners*, 18(3), 179 – 189.
20. Fippel, M., & Brainlab, A. G. (2021). Basics of monte carlo simulations. In Verhaegen, F., & Seco, J. (Ed.), *Monte Carlo Techniques in Radiation Therapy* (2nd ed) (pp. 17-28). CRC Press.
21. Landau, D., & Binder, K. (2021). *A guide to Monte Carlo simulations in statistical physics*. Cambridge university press.