ปัญหาการดำเนินงานของระบบขนส่งมวลชนและแนวทางการแก้ไข

อิทธิพงษ์ เขมะเพชร[1]* และ ลักขณา คิดบรรจง[2]

บทคัดย่อ

ระบบขนส่งมวลชนเป็นโครงสร้างพื้นฐานในการรองรับการเจริญเติบโตของสังคมโดยมีลักษณะของกิจการสำหรับการบริการซึ่งไม่แสวงหาผลกำไร ส่งผลให้เกิดความท้าทายในการดำเนินงานเพื่อให้เกิดคุณภาพในการให้บริการและผลกำไร องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) เป็นหน่วยงานของรัฐที่ดูแลรับผิดชอบระบบการเดินรถโดยสารประจำทางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลซึ่งประสบกับปัญหาขาดทุนสะสม การศึกษาและวิเคราะห์ระบบการเดินรถโดยสารประจำทางจึงมีความจำเป็นต่อการบรรเทาปัญหาดังกล่าว บทความนี้สรุปปัญหาของระบบขนส่งมวลชนจากทั้ง ขสมก. และองค์กรในต่างประเทศ ทบทวนผลการศึกษาและงานวิจัยด้านการจำลองระบบขนส่งมวลชนหรือระบบจราจรด้วยระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งช่วยลดต้นทุนในการศึกษาพฤติกรรมและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง รวมถึงนำเสนอแนวทางในการศึกษาและพัฒนาการดำเนินงานของ ขสมก. โดยการศึกษาความสิ้นเปลืองของต้นทุนการดำเนินงานจากการทับซ้อนของเส้นทางการเดินรถ

คำสำคัญ: ระบบขนส่งมวลชน ระบบการเดินรถโดยสารประจำทาง องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ การจำลองด้วยระบบคอมพิวเตอร์ การทับซ้อนของเส้นทางการเดินรถ

[1] อาจารย์ สาขาวิชาเว็บและโมบายเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

[2] อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

* ผู้นิพนธ์ประสานงานโทรศัพท์ 0-2697-6506 อีเมล: ittipong_khe@utcc.ac.th

รับเมื่อ 3 มกราคม 2557 ตอบรับเมื่อ 19 พฤษภาคม 2557

Operational Issues and Solutions of Public Transportation System

Ittipong Khemapech[1]* and Lakkana Kidbunjong[2]

Abstract

Public transportation plays a major role in being one of important infrastructures which supports the growth of society. As a service-oriented organization, making profits and providing good services are challenging. Bangkok Mass Transit Authority (BMTA) is a government agency which is mainly responsible for providing bus services in Bangkok and metropolitan areas. It has been struggling with accumulated losses. Proper studies and analyses on the bus system are therefore crucial for understanding and tackling such problem. This article summarizes the problems and suggestions addressed by BMTA and international agencies. Previous studies and researches on simulating public transport or traffic system on computer are reviewed. Moreover, the recommendations for future study on excessive operating costs of the existing overlapping bus routes are suggested.

Keywords: Public Transportation, Bus Transport System, Bangkok Mass Transit Authority (BMTA), Computer Simulation, Overlapping Bus Routes

[1] Lecturer, Department of Web and Mobile Technology, School of Science and Technology, The University of the Thai Chamber of Commerce.

[2] Lecturer, Department of Computer Science, School of Science and Technology, The University of the Thai Chamber of Commerce.

* Corresponding Author, Tel. 0-2697-6506, E-mail: ittipong_khe@utcc.ac.th

Received 3 January 2014; Accepted 19 May 2014

1. บทนำ

การขนส่งและการเดินทางนับเป็นกลไกหลักกลไกหนึ่งในการพัฒนาสังคมและประเทศ และสะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาของเมืองหรือชุมชน กรุงเทพมหานครเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ สังคม การศึกษา และอื่นๆ ส่งผลให้เกิดการขยายตัวและเกิดความต้องการระบบขนส่งมวลชนขึ้น ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นในชีวิตประจำวันของชาวกรุงเทพมหานครที่ไม่มียานพาหนะส่วนตัว ความประหยัดและความสะดวกสบายเป็นสิ่งที่ผู้ใช้บริการคาดหวัง ขณะที่ผู้ให้บริการคาดหวังกำไรแต่เป็นไปได้ยาก ในทางปฏิบัติเนื่องด้วยระบบขนส่งมวลชนเป็นการให้บริการต่อประชาชนและดำเนินการด้วยองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร ปัญหาด้านการจราจรมีให้พบเห็นโดยทั่วไปโดยเฉพาะเมืองใหญ่ จำนวนผิวการจราจรมีไม่เพียงพอสำหรับรองรับปริมาณยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ความสิ้นเปลืองจากปัญหาการจราจรติดขัดย่อมส่งผลต่อต้นทุนการดำเนินงานด้านการขนส่งของภาครัฐหรือธุรกิจ

ขอบเขตการวิจัยด้านระบบขนส่งมวลชนได้รับความสนใจจากนักวิจัยหรือองค์กรจากทั้งในและต่างประเทศอย่างกว้างขวาง โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษา และวิเคราะห์พฤติกรรมขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาสาเหตุ และวิธีการบรรเทาปัญหาการจราจร เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการจำลององค์ประกอบต่างๆ ในระบบขนส่งมวลชน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์จากการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงต่อระบบช่วยลดต้นทุนและผลกระทบต่อประชาชน นอกจากนี้การศึกษาที่สำคัญอีกประเภทหนึ่งของระบบขนส่งมวลชนคือการนำเสนอมาตรการหรือแนวความคิดในการลดปัญหาของการจราจรรวมถึงการปรับปรุงระบบการดำเนินงานของระบบขนส่งมวลชน

บทความนี้สรุปปัญหาการดำเนินงานของระบบขนส่งมวลชนในเขตกรุงเทพมหานคร โดยมุ่งเน้นศึกษาระบบการเดินรถโดยสารประจำทางซึ่งดำเนินงานโดยองค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) รวมถึงทบทวนการศึกษาหรืองานวิจัยทั้งในระดับนโยบายจากองค์กรในต่างประเทศ การจำลองระบบจราจรหรือขนส่งด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ข้อเสนอแนะเพื่อลดปัญหา พร้อมทั้งชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มที่ควรศึกษาและพัฒนาต่อไป

2. ปัญหาการดำเนินงานของระบบขนส่งมวลชน

ปัญหาการจราจรในกรุงเทพมหานครมีแนวโน้มรุนแรงขึ้นเนื่องจากปริมาณรถยนต์ส่วนบุคคลเพิ่มขึ้น นับเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการศึกษา วิเคราะห์ และแก้ไขอย่างถูกวิธีและเป็นระบบ ได้มีการศึกษาปัญหาของระบบขนส่งมวลชนอย่างกว้างขวางโดยองค์กรจากทั้งในและต่างประเทศ รายงานของธนาคารโลกระบุปัญหาและความท้าทายของการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานครโดยสรุปได้ดังนี้ [1]

1. คุณภาพของระบบขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานครยังล้าหลังเมืองสำคัญอื่นๆ ในภูมิภาคเดียวกัน โดยโครงการระบบรางได้ถูกพัฒนาในลักษณะที่เป็นโครงการเดี่ยว ขาดการเชื่อมต่อกับระบบรถโดยสารประจำทาง

2. การเชื่อมต่อทั้งภายในเครือข่ายระหว่างระบบขนส่งมวลชนแหล่งกิจกรรมและแหล่งชุมชนขาดประสิทธิภาพ

3. ชาวกรุงเทพมหานครใช้เวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาก โดยไม่สามารถคาดการณ์เวลาที่ใช้ในการเดินทางได้

4. พื้นที่การจราจรถูกครอบครองโดยรถยนต์ส่วนบุคคลเป็นหลัก

5. ระบบโลจิสติกส์ถูกละเลยและยังขาดความเข้าใจในการนำมาประยุกต์ใช้

ทั้งนี้ คณะผู้ศึกษาได้เสนอแนะให้มีการเชื่อมต่อระบบรถโดยสารประจำทางซึ่งเป็นระบบขนส่งมวลชนหลักของกรุงเทพมหานครเข้ากับระบบราง พร้อมทั้งพัฒนาพื้นผิวการจราจรทางเท้าเพื่อเพิ่มความสะดวกและปลอดภัยให้ประชาชน โดยแผนปฏิบัติการระยะสั้นที่เกี่ยวข้องกับระบบรถโดยสารประจำทาง ได้แก่ การปรับเส้นทางการเดินรถและบริการ เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้โดยสารและหันมาใช้บริการรถโดยสารประจำทางมากขึ้น เพื่อลดปริมาณ

ยานพาหนะบนถนนและบรรเทาปัญหาการจราจรติดขัด

นอกจากปัญหาการจราจรติดขัดแล้ว ปัญหาทางมลพิษในเมืองเป็นผลกระทบจากปริมาณยานพาหนะที่มีจำนวนเกินกว่าพื้นผิวถนนสามารถรองรับได้ การใช้เวลาในการเดินทางนานย่อมส่งผลโดยตรงในการเพิ่มปริมาณก๊าซที่เป็นมลพิษในอากาศ มาตรการเร่งด่วน 4 ประการได้ถูกเสนอแนะ [2] เพื่อเสริมสร้างระบบขนส่งมวลชนในเมืองที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมไว้ดังนี้

1. ปรับปรุงสิ่งแวดล้อมและสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการขนส่งแบบไม่ใช้เครื่องยนต์

2. ปรับปรุงระบบรถโดยสารประจำทาง

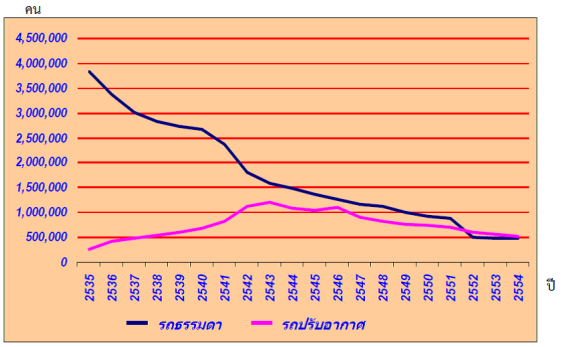
3. พัฒนาระบบการขนส่งแบบราง

4. บริหารจัดการประสิทธิภาพของระบบขนส่งมวลชนพร้อมทั้งปรับปรุงการให้บริการ

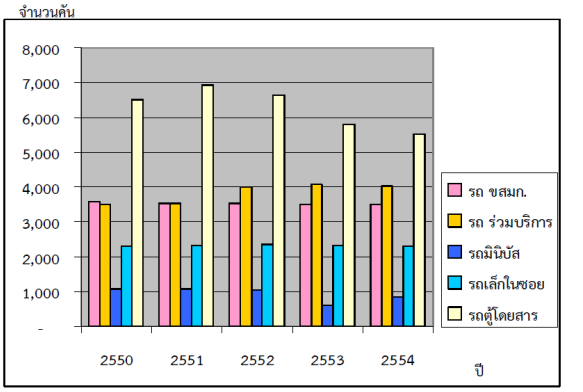
จากการวิเคราะห์มาตรการทั้ง 4 ข้อข้างต้น พบว่าสอดคล้องกับรายงานของธนาคารโลกในด้านความต้องการในการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของระบบ

กรุงเทพมหานครประสบกับปัญหาด้านการจราจรมายาวนาน โดยมีปริมาณการเดินทางกว่า 17 ล้านเที่ยวต่อวัน และมีการคาดหมายว่าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 60 ในปี พ.ศ. 2564 เป็นกว่า 26.2 ล้านเที่ยวต่อวัน ส่งผลต่อเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และคุณภาพชีวิตของประชาชน จึงมีแนวความคิดในการเชื่อมต่อระบบขนส่งมวลชนทั้งรถโดยสารประจำทางที่ดำเนินงานโดย ขสมก. รถร่วมบริการ เรือโดยสาร และระบบรางเข้าด้วยกัน ส่งเสริมและสนับสนุนการเดินทางด้วยจักรยาน และยานพาหนะที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการใช้มาตรการในการบริหารจัดการการใช้พื้นผิวถนนเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการสัญจร เช่น การห้ามจอดรถในพื้นที่ที่มีการจราจรคับคั่ง และการเก็บค่าธรรมเนียม เป็นต้น [3]

จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการรถโดยสารประจำทางของ ขสมก. ลดลงอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในรูปที่ 1 ส่งผลให้ ขสมก. ประสบปัญหาขาดทุนสะสมกว่า 5,125 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2554 โดยมีรายได้หลักจากการจำหน่ายตั๋วโดยสารกว่า 4,088 ล้านบาท ในขณะที่

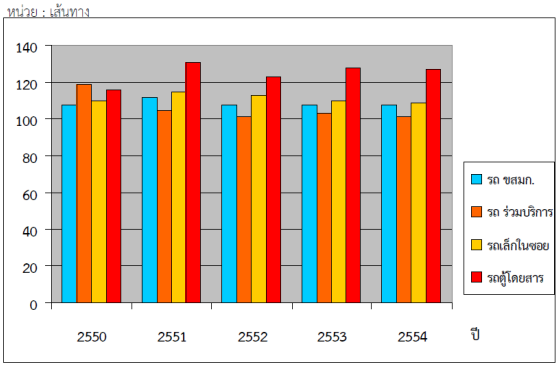


รูปที่ 1 จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการรถโดยสารประจำทางของ ขสมก. ช่วงปีงบประมาณ 2535-2554 [4]



รูปที่ 2 เปรียบเทียบสัดส่วนของรถโดยสารประจำทางที่วิ่งบริการบนเส้นทางการเดินรถในเขตกรุงเทพมหานคร ช่วงปีงบประมาณ 2550-2554 [4]

ค่าใช้จ่ายในการเดินรถหลักเกิดจากเงินเดือนและผลประโยชน์ตอบแทนจำนวนกว่า 3,105 ล้านบาท และค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่นกว่า 3,092 ล้านบาท ซึ่งสูงกว่าในปี พ.ศ. 2553 [5] จากการประสบปัญหาขาดทุนอย่างต่อเนื่อง ขสมก. จึงคงการลงทุนไว้โดยไม่เพิ่มจำนวนรถโดยสารซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 3,509 คัน แบ่งเป็นรถธรรมดา 1,659 คัน และรถปรับอากาศ 1,850 คัน โดยวิ่งให้บริการรวมทั้งสิ้น 108 เส้นทาง แบ่งเป็น 8 เขตการเดินรถ รวมถึงเพิ่มประเภทของรถโดยสารประจำทางในการให้บริการนับเป็นการเพิ่มความสะดวกให้กับผู้โดยสาร [4] ดังแสดงในรูปที่ 2 และรูปที่ 3



รูปที่ 3 เปรียบเทียบสัดส่วนของเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทางที่วิ่งบริการในเขตกรุงเทพมหานคร ช่วงปีงบประมาณ 2550-2554 [4]

นอกจากนี้ ขสมก. ได้วิเคราะห์ถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากทั้งภายในและภายนอก ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ [5]

ปัจจัยภายนอก

1. นโยบายและวัตถุประสงค์ที่ไม่สอดคล้องกันระหว่างกระทรวงคมนาคมที่เน้นกิจการบริการสาธารณะและกระทรวงการคลังที่เน้นผลกำไร ส่งผลให้เกิดความไม่ชัดเจนในการวางแผนและดำเนินการ

2. การสนับสนุนทางการเงินจากภาครัฐไม่เพียงพอและให้มีการควบคุมอัตราค่าโดยสารให้ต่ำกว่าต้นทุนที่เกิดขึ้นจริง ส่งผลให้เกิดการขาดทุนสะสมอย่างต่อเนื่อง

3. ปัญหาการจราจรติดขัดส่งผลให้คุณภาพการบริการลดลงและต้นทุนด้านน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น รวมถึงสภาวะการแข่งขันเพิ่มมากขึ้น ประชาชนจึงเปลี่ยนไปใช้บริการประเภทอื่นหรือใช้รถยนต์ส่วนตัวมากขึ้น

4. เส้นทางการเดินรถและการประกอบการที่ไม่เป็นระบบและขาดประสิทธิภาพ ได้แก่ ปัญหาเส้นทางการเดินรถที่ยาวมากและปริมาณความต้องการใช้ในชั่วโมงเร่งด่วนเกิดขึ้นเฉพาะบางช่วงของเส้นทาง อีกทั้งยังไม่ได้วางแผนเส้นทางอย่างเป็นระบบและไม่มีการปรับเปลี่ยนตามความต้องการของผู้โดยสาร

ปัจจัยภายใน

ขสมก. ขาดแคลนเงินทุนในการดำเนินการตั้งแต่เริ่มก่อตั้ง มีโครงสร้างองค์กรขนาดใหญ่และลำดับชั้นแบบราชการ รวมถึงการค้างจ่ายค่าซ่อมบำรุงและค่าเช่าอู่จอดรถและสถานที่ทำการจากเอกชน

3. การจำลองด้วยระบบคอมพิวเตอร์

การวิเคราะห์และจำลองสภาพการจราจรเป็นงานวิจัยที่มีขอบเขตกว้าง นับตั้งแต่การนำเสนอตัวแบบ (Model) ที่สะท้อนถึงสภาพการจราจรซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ การวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ขับขี่ซึ่งสัมพันธ์กับเวลา ภายใต้อิทธิพลของยานพาหนะในบริเวณใกล้เคียง หรือตัวแบบไมโครสโคปิค (Microscopic Model) การวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ขับขี่โดยมิได้คำนึงถึงความสัมพันธ์กับเวลา หรือตัวแบบเมโซสโคปิค (Mesoscopic Model) และการวิเคราะห์การเคลื่อนที่และสะสมของยานพาหนะ หรือตัวแบบมาโครสโคปิค (Macroscopic Model) [6]

โปรแกรมประยุกต์ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อจำลองระบบขนส่งมวลชน PIMTRACS (The Road Traffic Control System Simulator by PIM) ได้ถูกพัฒนาขึ้น [7] โดยมีการแบ่งหน่วยของการจำลอง เช่น ถนน สัญญาณไฟจราจร และยานพาหนะ รวมถึงใช้ตัวแบบไมโครสโคปิคในการวิเคราะห์ เช่นเดียวกับใน [8] ที่ได้แยกแบบจำลองยานพาหนะ ในขณะที่ [9] ได้ศึกษาการจำลองป้ายหยุดรถโดยสารประจำทางเพื่อวิเคราะห์โจทย์ปัญหาด้านความคับคั่ง ณ จุดที่มีการเชื่อมต่อเส้นทาง FreeSim [10] ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยรองรับตัวแบบไมโครสโคปิค และมาโครสโคปิค ข้อมูลนำเข้ามีลักษณะเป็นโครงสร้างข้อมูลแบบกราฟ และผู้ใช้สามารถกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของเส้นขอบระหว่างโหนดได้

หลักการทางชีววิทยาได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการจำลองและวิเคราะห์การจราจร ด้วยการจำลองยานพาหนะให้เปรียบเสมือนแมลง ซึ่งจะปล่อยสารฟีโรโมน (Pheromone) ในปริมาณที่แปรตามความหนาแน่น

ของการจราจร [11] โดยหลักการนี้ไม่ต้องการควบคุมจากส่วนกลาง และสามารถทำนายสภาพการจราจรได้ เทคนิคจีเนติคอัลกอริทึม (Genetic Algorithm-GA) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ [12] ซึ่งให้ความสนใจด้านการควบคุมและเฝ้าสังเกตสภาพการจราจรโดยพัฒนาระบบการบริหารจัดการจราจรซึ่งสามารถช่วยเหลือพนักงานในการควบคุมเฝ้าสังเกต และให้ข้อมูลแบบทันเวลา (Real-time) ช่วยในการตัดสินใจดำเนินการเพื่อบรรเทาสภาพการจราจร และสามารถควบคุมการจราจรแบบแยกศูนย์ (Decentralized) โดยการสร้างและแพร่กระจายข้อความซึ่งแสดงถึงสภาพการจราจรระหว่างโหนดหรือทางแยก

เทคโนโลยี Advanced Traveler Information Systems (ATIS) ได้ถูกนำมาประยุกต์เพื่อจำลองพฤติกรรมของผู้ขับขี่ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งก่อนและระหว่างการเดินทาง และข้อมูลจุดเปลี่ยนของการเดินทาง (Transit) รวมถึงสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ โดยใช้ข้อมูลเส้นทางจากฐานข้อมูลของระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information Systems-GIS) นอกจากนี้เทคนิคการประมวลผลทางสถิติได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการประมวลผลของระบบซึ่งเป็นการแนะนำรูปแบบและเส้นทางของการเดินทาง [13]

งานวิจัยที่กล่าวถึงข้างต้นเป็นการศึกษาการจำลองสภาพการจราจรซึ่งรวมถึงระบบขนส่งมวลชน ได้มีการศึกษาพฤติกรรมของผู้โดยสาร การวิเคราะห์การดำเนินงานของระบบการเดินรถโดยสารประจำทาง เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการบริหารจัดการ โดยใช้วิธีการทางมัลติเอเจนต์ (Multiagent Approach) และพัฒนาต้นแบบของจำลองระบบขนส่งมวลชน โดยบูรณาการเข้ากับระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อออกแบบและประเมินระบบการเดินรถโดยสารประจำทาง ผลการศึกษาพบว่าจำนวนผู้โดยสารสูงสุดอยู่ในช่วงเวลา 7, 12 และ 17 นาฬิกา และควรมีจำนวนรถโดยสารอย่างน้อย 36 คันเพื่อรักษาระยะเวลาของการรอให้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10 นาที ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงและผู้ดำเนินการคาดหวัง ตามลำดับ [14]

ระบบการเดินรถโดยสารประจำทางและระบบรางเป็นสองระบบขนส่งมวลชนหลักซึ่งสามารถเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายเพื่ออำนวยความสะดวกและลดระยะเวลาในการเดินทาง ระบบการทำงานร่วมกันระหว่างรถโดยสารประจำทางและรถรางได้ถูกจำลองขึ้นใน [15] โดยแบ่งออกเป็น 2 ระบบย่อยได้แก่ ตัวแบบย่อยเส้นทาง (Routing Sub Model) และตัวแบบย่อยการจัดกำหนดการ (Scheduling Sub Model) ทั้งนี้ ตัวแบบย่อยทั้งสองได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับระบบการเดินรถโดยสารประจำทาง โดยใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากระบบบรถรางเป็นที่ตั้ง เทคนิค GA ได้ถูกนำมาประยุกต์หาผลลัพธ์ที่เหมาะสม ซึ่งประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรที่ใช้ในการวิเคราะห์ ผลการศึกษาแสดงถึงประสิทธิภาพของการบริหารการดำเนินการรถโดยสาร ในการลดระยะเวลาการรอรถโดยสารประจำทางได้

4. การศึกษาหรือข้อเสนอแนะเพื่อลดปัญหา

ระบบขนส่งมวลชนในปัจจุบันต้องได้รับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเพื่อให้เห็นถึงปัญหาก่อนจะดำเนินการแก้ไขต่อไปโดยพิจารณาดัชนีที่ใช้ชี้วัดประสิทธิภาพของระบบ ดัชนีที่ใช้ใน [16] ได้แก่ การใช้งานหมู่ยานพาหนะ (Fleet Utilization) จำนวนผู้โดยสารที่รถโดยสารแต่ละคันสามารถบรรทุกได้ต่อวัน (The Number of Passengers Carried per Vehicle per Day-PPVPD) ระยะทางที่รถโดยสารแต่ละคันเดินทางได้ (กิโลเมตร) ต่อวัน (Kilometers per Vehicle per Day-KPVPD) และร้อยละของโหลดแฟกเตอร์ (Percentage Load Factor-PLF) ซึ่งคำนวณจากผลคูณระหว่างจำนวนผู้โดยสารกับระยะตามเส้นทางต่อความจุของรถ พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้แก่ การปรับกำหนดการเดินรถตามเส้นทางให้สอดคล้องกับความต้องการในแต่ละช่วงเวลา รวมถึงการทดแทนรถเก่าเพื่อเพิ่ม KPVPD และรายได้ที่เพิ่มขึ้นตามระยะทาง

วิธีการหาค่าที่เหมาะที่สุดและการปรับวิธีการดำเนินงานในเครือข่ายของระบบขนส่งมวลชนซึ่งมุ่งเน้นไปที่เส้นทางการเดินรถโดยการวิเคราะห์คลัสเตอร์ (Cluster)

ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์เชิงสถิติใช้ในการวิเคราะห์และประเมินระดับการให้บริการ รวมถึงคุณลักษณะและความสามารถของแต่ละเส้นทางการเดินรถ โดยได้พิจารณาถึงดัชนีสำหรับเครือข่ายรถโดยสาร และดัชนีสำหรับเส้นทางการเดินรถโดยสาร ทั้งนี้ ได้มีการแบ่งเส้นทางการเดินรถออกเป็นคลาสแบ่งตามคุณลักษณะเชิงกายภาพ การไหล และผลประโยชน์ สำหรับการปรับเปลี่ยนได้แก่ คงการดำเนินงานเดิมไว้ ขยายเส้นทางการเดินรถในแนวเส้นตรง ย้ายเส้นทางไปยังถนนอื่น ขยายเส้นทาง ปรับเส้นทางให้สั้นลง ควบรวมเส้นทาง และยกเลิกเส้นทาง [17]

วิธีการแก้ไขปัญหาที่สอดคล้องกับข้อแนะนำจาก [2] ได้ถูกนำเสนอโดย [18] ได้แก่ การใช้พลังงานสะอาดทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิง การปรับปรุงการออกแบบและกระบวนการบำรุงรักษารถโดยสารให้ผู้โดยสารได้รับความสะดวกสบายเพิ่มขึ้น และการจัดเส้นทางพิเศษให้กับรถโดยสารด่วนพิเศษ (Bus Rapid Transit-BRT) ซึ่งสามารถลดระยะเวลาในการเดินทาง และเพิ่มแรงจูงใจให้กลับมาใช้บริการระบบขนส่งมวลชนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามระบบการเดินรถ BRT มีข้อจำกัดเนื่องจากต้องใช้พื้นผิวการจราจรพิเศษส่งผลให้ไม่สามารถเปิดให้บริการได้อย่างครอบคลุม ทั้งนี้กรุงเทพมหานครได้เปิดให้บริการระบบการเดินรถ BRT สายแรกระหว่างสถานีสาทรและสถานีราชพฤกษ์ รวมระยะทาง 15.9 กิโลเมตร 12 สถานี

5. แนวทางในการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาระบบการเดินรถโดยสารประจำทางของ ขสมก.

องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) ประสบกับปัญหาขาดทุนมาโดยตลอด ส่งผลให้จำนวนผู้โดยสารลดลงอย่างต่อเนื่อง จากบทสรุปของปัญหาที่ ขสมก. ได้วิเคราะห์ดังแสดงในหัวข้อที่ 2 พบว่าการกำหนดเส้นทางการเดินรถโดยสารยังไม่เป็นระบบและขาดความยืดหยุ่น ทั้งนี้ เส้นทางการเดินรถส่วนใหญ่ในปัจจุบันมีความยาวมาก อีกทั้งยังเกิดการทับซ้อนของเส้นทางในบริเวณแหล่งชุมชนในเมือง ส่งผลให้รายได้ลดลงเนื่องจากจำนวนเที่ยวในการเดินรถลดลง และเพิ่มจำนวนยานพาหนะเข้าสู่ระบบจราจร

การวิเคราะห์การทับซ้อนของเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทางนั้นสามารถดำเนินการได้โดยการศึกษาเส้นทางของรถโดยสารประจำทาง แล้วประยุกต์ใช้ทฤษฎีกราฟในการสร้างเครือข่ายของระบบการเดินรถโดยสารประจำทาง เนื่องด้วยจำนวนจุดหยุดรับผู้โดยสารมีจำนวนมากและบางจุดมีรถโดยสารผ่านเพียงสายเดียว จึงอาจกำหนดให้ทางแยกหรือสถานที่สำคัญซึ่งเชื่อมต่อเส้นทางการเดินรถมากกว่าหนึ่งสายเป็นโหนด (Node) และเส้นทางการเดินรถซึ่งสอดคล้องกับผิวการจราจรเป็นขอบ (Edge) ซึ่งมีการกำหนดน้ำหนักเป็นจำนวนเส้นทางการเดินรถที่เกิดการทับซ้อน

จากการศึกษาดังกล่าว สามารถได้ข้อสรุปด้านความสิ้นเปลืองของต้นทุนซึ่งมีสาเหตุจากการทับซ้อน เช่น เวลา น้ำมันเชื้อเพลิง และจำนวนรอบของการให้บริการ เป็นต้น นอกจากนี้ ข้อมูลการทับซ้อนจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับเส้นทางการเดินรถโดยสาร บนถนนแต่ละสายไม่ควรมีรถโดยสารหลายสายวิ่งให้บริการเพื่อลดจำนวนยานพาหนะบนพื้นผิวการจราจร รวมถึงการปรับลดความยาวของเส้นทาง เพื่อนำรถโดยสารมาเพิ่มจำนวนเที่ยวของการให้บริการได้ ส่งผลให้ระยะเวลาในการรอรถโดยสารลดลง เพิ่มระดับความพึงพอใจของผู้โดยสาร ช่วยเพิ่มรายได้ และบรรเทาปัญหาการขาดทุนได้

อย่างไรก็ตาม แนวความคิดในการปรับเส้นทางการเดินรถดังกล่าวส่งผลต่อผู้โดยสาร ซึ่งอาจต้องเพิ่มจำนวนของการเปลี่ยนเส้นทางเพื่อไปสู่ปลายทางเพราะระยะทางของการเดินรถโดยสารลดลง และอาจต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในการเดินทางอีกด้วย ประเด็นปัญหาดังกล่าวควรได้รับการศึกษาในระดับนโยบายซึ่งต้องพิจารณาถึงข้อดีและข้อเสีย รวมถึงอาจมีการใช้มาตรการเพื่อลดภาระที่เพิ่มขึ้นของประชาชน เช่น การใช้ระบบบัตรโดยสารร่วมหรือการส่งเสริมให้มีการซื้อบัตรโดยสารล่วงหน้า (รายวัน รายสัปดาห์ หรือรายเดือน) ในราคาประหยัด พร้อมทั้งสื่อสารและชี้แจงให้ประชาชนที่ได้รับผลกระทบรับทราบและเข้าใจ

6. สรุป

ปัญหาของระบบขนส่งมวลชนและการดำเนินงานของหน่วยงานที่รับผิดชอบนับเป็นปัญหาสำคัญซึ่งส่งผลต่อสภาพเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่ต้องได้รับการศึกษา วิเคราะห์ และแก้ไขอย่างถูกต้อง บทความนี้สรุปปัญหาการดำเนินงานของระบบขนส่งมวลชนในเขตกรุงเทพมหานคร โดยมุ่งเน้นศึกษาระบบการเดินรถโดยสารประจำทางซึ่งดำเนินงานโดยองค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) รวมถึงทบทวนการศึกษาหรืองานวิจัยทั้งในระดับนโยบายจากองค์กรในต่างประเทศซึ่งต่างให้ข้อสรุปถึงสาเหตุและการแก้ไขที่ตรงกันในการปรับปรุงระบบการดำเนินงานของระบบการเดินรถโดยสารประจำทางและการเชื่อมต่อกับระบบราง การจำลองระบบจราจรหรือขนส่งด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ช่วยลดต้นทุนและผลกระทบต่อผู้ใช้บริการในการศึกษาและวิเคราะห์ถึงผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนการดำเนินงานของระบบขนส่งมวลชน ข้อเสนอในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบมีพื้นฐานจากดัชนีชี้วัดซึ่งสะท้อนถึงผลการดำเนินงานของระบบขนส่งมวลชน แนวความคิดของการศึกษาและวิเคราะห์ผลจากการทับซ้อนของเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทางของ ขสมก. นับเป็นวิธีการหนึ่งในการบรรเทาปัญหาการดำเนินงานของ ขสมก. โดยการลดความยาวของเส้นทาง ลดจำนวนเส้นทางการเดินรถที่ซ้ำซ้อนในบางเส้นทาง และเพิ่มจำนวนรอบของการให้บริการ

เอกสารอ้างอิง

[1] World Bank, *Strategic Urban Transport Policy Directions for Bangkok*, 2007.

[2] ESCAP, "Low Carbon Green Growth Roadmap for Asia and the Pacific," *Economic and Social Commission for Asia and the Pacific*, 2012.

[3] Bangkok Metropolitan Administration, *Bangkok Transportation over the Next Decade (2010-2020)*, Traffic and Transportation Department, 2010.

[4] Department of City Planning, "Report on Bangkok Mass Transit Authority Service Users," Bangkok Metropolitan Administrator, 2012 (in Thai).

[5] Bangkok Mass Transit Authority, "Annual Report 2011," 2011 (in Thai).

[6] S.P. Hongendoorn and P.H.L. Bovy, "State-of-the-art Vehicular Traffic Flow Modelling," *Special Issue on Road Traffic Modelling and Control of the Journal of Systems and Control Engineering*, 2001.

[7] M. Takanashi, T. Nakanishi, I. Miyoshi, and T. Fujikura, "The Evaluation of the Road Traffic System Simulator PIMTRACS by PIM," *Mathematics and Computers in Simulation*, vol. 59, 2002.

[8] Do, N.H., Le, Quynh-Lam N., and Nam, Ki-Chan H., "A Study on Developing a Traffic Simulation Program for Mixed Traffic Systems," *World Academy of Science, Engineering and Technology*, vol. 66, 2010.

[9] B. Bouzaiene-Ayari, M. Gendreau, and S. Nguyen, "Modeling Bus Stops in Transit Networks: A Survey and New Formulations," *Transportation Science*, vol. 35, no. 3, 2001.

[10] J. Miller and E. Horowitz, "FreeSim-A Free Real-Time Freeway Traffic Simulator," In *Proceedings of IEEE Intelligent Transportation Systems Conference*, 2007.

[11] O. Masutani, H. Sasaki, H. Iwasaki, Y. Ando, Y. Fukasawa, and S. Honiden, "Pheromone Model: Application to Traffic Congestion Prediction," In *Proceedings of AAMAS'05*, 2005.

[12] M. Kelly and Serugendo, Giovanna Di Marzo., "A Decentralised Car Traffic Control System

Simulation Using Local Message Propagation Optimised with a Genetic Algorithm," *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 4335, pp. 192-210, 2007.

[13] M. Abdel-Aty, "Design and Development of a Computer Simulation Experiment to Support Mode/Route Choice Modeling in the Presence of ATIS," *Final Report*, University of Central Florida, 2002.

[14] D. Meignan, O. Simonin, and A. Koukam, "Simulation and Evaluation of Urban Bus Networks Using a Multiagent Approach," *Elsevier Science*, 2007.

[15] P. Shrivastava and M. O'Mahony, "Modeling an Integrated Public Transport System-A Case Study in Dublin, Ireland," *European Transport*, vol. 41, 2009, pp. 1-19.

[16] P. Berhan, B. Beshah, and D. Kitaw, "Performance Analysis on Public Bus Transport of the City of Addis Ababa," *Computer Information Systems and Industrial Management Applications*, vol. 5, 2013, pp. 722-728.

[17] Li, Dong-Mei., B. Liu, and Y. Qu, "Study on Method for Public Traffic Network Optimization and Adjustment Based on Cluster Analysis," In *Proceedings of the 2011 International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, 2011.

[18] P.K. Agrawal and A.P. Singh, "Performance Improvement of Urban Bus System: Issues and Solution," *International Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 2, no. 9, pp. 4759-4766, 2010.