การวิเคราะห์และเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาความทับซ้อนของเส้นทางเดินรถระหว่างรถโดยสารประจำทางและรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

(Analysis and Recommendation for Solving the Overlapping Routes between Buses and Mass Transit Lines the Civil Engineering Project)

วิชาโครงงานทางวิศวกรรมโยธา

CIVIL ENGINEERING PROJECT

นาย พีรวัส โอฬารกิจวานิช นางสาวรสกร ธีระตระกูล และ อ. ดร. พงษ์สันธ์ บัณฑิตสกุลชัย
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จ.กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

โครงงานปริญญานิพนธ์นี้ศึกษาการวิเคราะห์และเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาความทับซ้อนของเส้นทางเดินรถระหว่างรถโดยสารประจำทางและรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน โดยนำเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทางมาหาความทับซ้อนกับเส้นทางเดินรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล การศึกษานี้ประยุกต์ใช้โปรแกรมการจัดการข้อมูลทางภูมิศาสตร์ QGIS เพื่อวิเคราะห์ระยะทับซ้อนของเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทางกับเส้นทางเดินรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน เนื่องจากปัจจุบันในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีการให้บริการเส้นทางที่ซ้ำซ้อนกันของรถโดยสารประจำทางและรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงมีความจำเป็นในการศึกษาความทับซ้อนของการเดินรถระหว่างรถโดยสารประจำทางและรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน เพื่อพัฒนาศักยภาพในการให้บริการขนส่งมวลชนโดยรวมในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

คำสำคัญ: รถโดยสารประจำทาง; รถไฟฟ้าขนส่งมวลชน; เส้นทางทับซ้อน; ระบบขนส่งมวลชนรอง

Abstract

This senior project aims to study the analysis and propose solutions to address the problem of overlapping routes between buses and mass transit trains. It focuses on examining the overlapping areas between bus routes and mass transit train routes in Bangkok and its metropolitan area. The study utilizes the Geographic Information System (GIS) software, QGIS, to analyze the overlapping distances between bus routes and mass transit train routes. Currently, there is a duplication of services provided by buses and mass transit trains in Bangkok and its metropolitan area, resulting in economic losses and environmental impacts. Therefore, it is necessary to investigate the overlapping routes between buses and mass transit trains to enhance the overall efficiency of public transportation services in Bangkok and its metropolitan area.

Keywords: Buses; Mass Transit Lines; Overlapping Routes; Feeder

1. บทนำ

ระบบการคมนาคมขนส่ง ถือเป็นสิ่งที่สำคัญมากในปัจจุบัน ระบบขนส่งถือเป็นสื่อกลางในการเคลื่อนย้าย ผู้โดยสารและสินค้า จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ซึ่งการขนส่งนั้นประกอบด้วยสองประเภทหลัก ๆ ได้แก่ ขนส่งสาธารณะ และ รถส่วนบุคคล ในปัจจุบันปฏิเสธไม่ได้เลยว่า ขนส่งธารณะมีการใช้งานและได้รับการพัฒนาสูงขึ้นมากในปัจจุบัน อันเนื่องมาจากข้อดีของขนส่งสาธารณะในหลาย ๆ ด้าน ดังต่อไปนี้ อย่างแรกคือส่งเสริมความเท่าเทียมกันในสังคม เนื่องจากสามารถเข้าถึงผู้ใช้งานทุกระดับรายได้ และมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่ต่ำกว่ารถยนต์ส่วนบุคคล เพราะไม่มีค่าใช้จ่ายที่ซ้ำซ้อน เช่น ค่าน้ำมัน ค่าจอดรถ ค่าทางด่วน และอีกมากมาย อย่างต่อมาคือขนส่งสาธารณะ มีการปล่อยมลพิษที่ต่ำกว่ารถยนต์ส่วนบุคคล เนื่องจากขนส่งสาธารณะมีแนวโน้มที่จะมีการใช้พลังงานสะอาดที่มากขึ้น ปล่อยมลภาวะน้อยลง และลดการจราจรที่ติดขัด ดังนั้นเส้นทางการเดินทางของรถโดยสารสาธารณะจึงได้รับการพัฒนา และปรับปรุงเส้นทางอยู่เสมอเพื่อ เพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวก โดยประเทศที่มีการพัฒนาระบบขนส่ง

สาธารณะอย่างดี เช่น ประเทศญี่ปุ่น เป็นประเทศที่มีการขยายตัวของเครือข่ายรถไฟฟ้าและรถเมล์ อย่างกว้างขวาง และขึ้นชื่อเรื่องความตรงเวลาและความเชื่อถือได้ อีกประเทศหนึ่งที่ระบบขนส่งสาธารณะมีการพัฒนาที่สูงได้แก่ ประเทศเยอรมัน โดยมีการพัฒนาเครือข่ายรถไฟ รถเมล์ และรถแทรมอย่างกว้างขวาง และให้ความสำคัญกับความยั่งยืน โดยในหลาย ๆ เมืองได้ลงทุนกับพลังงานสะอาด และ รถเมล์ไฟฟ้า

ในส่วนของระบบขนส่งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แต่ก็ยังมีปัญหามากมายที่ต้องแก้ไขดังนี้ ปัญหาแรกคือ ความขาดแคลนขนส่งสาธารณะ ถึงแม้จะมีรถไฟฟ้าบีทีเอส และ รถไฟฟ้ามหานคร (MRT) แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ทำให้คนหันไปใช้รถยนต์ส่วนตัวและรถจักรยานยนต์แทน และปัญหาความจุของถนนไม่เพียงพอ เมื่อเทียบกับปริมาณยานพาหนะบนถนน ทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด

การพัฒนาระบบรถไฟฟ้าให้เป็นทางเลือกการเดินทางหลัก สามารถแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดได้อย่างยั่งยืน และ มีประสิทธิภาพ ระบบรถไฟฟ้าถือเป็นระบบที่มีความปลอดภัยสูง และปล่อยมลพิษต่ำ แต่ในปัจจุบัน การเข้าถึงรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล นั้นมีข้อจำกัด เนื่องจากระบบขนส่งรอง (Feeder) ซึ่งเป็นระบบที่ขนส่งคนจากสถานที่ต่าง ๆ ไปยังระบบรถไฟฟ้านั้นไม่มีประสิทธิภาพ โดยพบปัญหาดังนี้ ปัญหาแรกคือ จำนวนรถโดยสารประจำทางไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้โดยสาร และอีกปัญหาหนึ่งคือการกระจายเส้นทางเดินรถประจำทางที่ไม่มีประสิทธิภาพ และไม่เหมาะสม เนื่องจาก มีการซ้อนทับกันระหว่างเส้นทางรถโดยสารประจำทาง และ รถไฟฟ้าขนส่งมวลชน และอีกปัญหาคือ เส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางที่มีระยะทางมากเกินไป ซึ่งส่งผลให้ในบางบริเวณมีการเดินทางของรถโดยสารน้อยหรือไม่มีเลย

การเก็บข้อมูลการซ้อนทับกันของเส้นทางการเดินรถระหว่าง รถโดยสารประจำทาง และ รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแล้วนำมาวิเคราะห์ จะทำให้ทราบถึงจุดที่ควรแก้ไขปรับปรุง และพัฒนาการเดินรถในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แล้วจะสามารถนำไปวิเคราะห์เส้นทางโดยสารประจำทางในอนาคต เพื่อให้เป็นระบบขนส่งรอง (Feeder) โดยมีระยะซ้อนทับกับรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนน้อย และมีระยะทางที่ไม่ยาวจนเกินไป

2. ทบทวนรวรรณกรรม

2.1 ระบบขนส่งสาธารณะรอง

ระบบขนส่งสาธารณะรอง หรือ Feeder เป็นระบบขนส่งที่มีหน้าที่รวบรวมผู้โดยสารระหว่างแหล่งพื้นที่ชุมชนกับสถานีของระบบขนส่งมวลชนหลักและรอง มักให้บริการตามแนวเส้นทางที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินต่ำเพื่อเพิ่มศักยภาพและอำนวยความสะดวกในการเดินทางเข้าถึงระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนหลักและรองรูปแบบของระบบสามารถเป็นได้ทั้งระบบรถโดยสารประจำทางหรือรถตู้โดยสาร โดยแนวคิดในการกำหนดเส้นทางของระบบขนส่งมวลชนเสริมนั้นจะเน้นที่บริเวณปลายเส้นทางระบบขนส่งมวลชนหลักหรือรอง เน้นแนวเส้นทางที่ผ่านบริเวณชุมชน และระยะเวลาในการเดินทางของประชาชนที่อยู่ระบบขนส่งมวลชนเสริมไม่ควร เกิน 30 นาที หรือประมาณ 5-10 กิโลเมตร การพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะรองนี้ จะเป็นการเพิ่มศักยภาพและอำนวยความสะดวกในการเชื่อมการเดินทางเข้าสู่สถานีรถไฟฟ้าไปยังจุดหมายต่างๆ ในพื้นที่ศูนย์กลางเมือง โดยจะทำหน้าที่เชื่อมโยงสอดรับกันครอบคลุมพื้นที่ให้บริการ เป็นระบบที่บริการประชาชนให้เข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะหลักในบริเวณกว้างได้มากขึ้น ซึ่งระบบขนส่งสาธารณะรองอาจเป็นไปได้ทั้งในรูปแบบของ

ทางบก – รถบัส รถโดยสารประจำทาง แท็กซี่ จักรยานยนต์ รถสามล้อเครื่อง รถสองแถวประจำทาง รถตู้ประจำทาง รถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT) เป็นต้น

ทางราง – รถไฟฟ้าสายรองที่ให้บริการในเส้นทางรอบเมือง เช่น รถไฟฟ้าสายสีชมพู ช่วงแคราย – มีนบุรี รถไฟฟ้าสายสีเหลือง ช่วงลาดพร้าว – สำโรง รถไฟฟ้าสายสีแดง ช่วงบางซื่อ – รังสิต ฯลฯ รถไฟฟ้าล้อยาง เช่น รถไฟฟ้าสายสีทอง ช่วงกรุงธนบุรี-สำนักงานเขตคลองสาน เป็นต้น

ทางน้ำ – เรือโดยสารในแม่น้ำเจ้าพระยา เรือโดยสารในคลองแสนแสบ เรือโดยสารคลองรังสิต เรือโดยสารคลองภาษีเจริญ เป็นต้น

รวมไปถึงการเดินทางโดยไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-Motorized Travel) หรือการใช้ยานพาหนะที่ไม่มีเครื่องยนต์แต่ใช้พลังงานจากแรงคนหรือพลังธรรมชาติ เช่น การเดินเท้า รถจักรยาน เป็นต้น

2.2 ระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก

ระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก (Paratransit) ถือเป็น ระบบขนส่งมวลส่วนบุคคล ที่ไม่มีระยะทางที่ตายตัว และ ไม่มีเวลาที่แน่นอน โดยอาจอยู่ในรูปแบบรถร่วม (shared-ride services) เช่น รถตู้ รถสาธารณะ หรือ รถขนาดเล็กที่วิ่งตามเส้นทางและจะจอดเมื่อผู้โดยสารต้องการจะขึ้นหรือลง รูปแบบการบริการขนส่งถึงหน้าบ้าน (door-to-door services) และ รูปแบบการบริการยานพาหนะผ่านทางแอปพลิเคชัน (Ride-hailing service) ในกรุงเทพมหานคร และ ปริมณฑล บริการ ระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก (Paratransit) มักจะรวมกลุ่มใกล้บริเวณสถานีขนส่งมวลชน และ บริเวณที่มีกิจกรรมทางเศรษฐกิจ เช่น ตลาด

ระบบ Paratransit Feeding คือระบบที่ใช้ รถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก (Paratransit) ถ่ายโอนผู้โดยสารไปยังระบบโดยสารที่ใหญ่กว่า เช่น รถไฟฟ้า โดย Paratransit Feeding มีหลากหลายชนิดดังนี้

1. Dial-a-ride ซึ่งมีการบริการที่ยืดหยุ่น ผู้โดยสารสามารถเลือกตารางเวลาล่วงหน้า หรือ ตามความต้องการ
2. Flex route เป็นบริการที่ขับไปตามเส้นทางที่สามารถยืดหยุ่นได้ ตามความต้องการของผู้โดยสาร
3. Deviated fixed route เป็นบริการที่ขับไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้ เพื่อไปรับและส่งผู้โดยสารที่ไม่สามารถเข้าถึงเส้นทางปกติได้

2.3 ข้อดีและข้อเสียของระบบขนส่งสาธารณะรองแต่ละชนิด

ตารางที่ 1 ข้อดีและข้อเสียของระบบขนส่งสาธารณะรองแต่ละชนิด

ชนิด	ข้อดี	ข้อเสีย
Bus	-มีความปลอดภัย	- คอยเป็นเวลานาน ในช่วงเวลาเร่งด่วน

	-มีการจัดเส้นทางการเดินรถที่แน่นอน -สามารถติดตามตำแหน่งของรถได้ -มีพื้นที่สำหรับผู้พิการและผู้สูงอายุ -มี accessibility สูง	-ความถี่ในการเดินรถในช่วงเวลารถติด
Paratransit	-สะดวก -รวดเร็ว	-มีค่าใช้จ่ายที่ไม่แน่นอน -ความปลอดภัยต่ำ -ไม่มีตารางเวลาที่แน่นอน -ไม่มีเส้นทางการเดินรถที่แน่นอน

2.4 นโยบายของระบบขนส่งสาธารณะรองในกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานคร (กทม.) วางนโยบายการดำเนินโครงการความร่วมมือทดลองให้บริการเดินรถ Shuttle Bus เพื่อส่งเสริมการเดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชน เพื่อเป็น Feeder (ระบบขนส่งรอง) นำประชาชนเข้าสู่ระบบขนส่งมวลชนหลักระบบราง เป็นการเพิ่มทางเลือกในการเดินทาง เพื่อลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ลดปัญหาการจราจรในพื้นที่กรุงเทพฯ และลดปัญหามลพิษด้านอากาศและเสียง ซึ่งในเบื้องต้นกำหนดเส้นทางเดินรถไว้ 10 เส้นทาง แต่จะดำเนินการนำร่องก่อน 3 เส้นทาง ได้แก่

1.สถานีขนส่งผู้โดยสารกรุงเทพ (สายใต้ใหม่) – สถานี BTS บางหว้า

2.ศาลาว่าการกรุงเทพมหานคร 2 (ดินแดง) – สถานี BTS สนามเป้า

3.ชุมชนเคหะร่มเกล้า – Airport Rail Link ลาดกระบัง

โดย กทม. จะเปิดให้บริการฟรี และกำหนดจุดจอดรับส่งประชาชนเฉพาะจุดเท่านั้น ซึ่งได้ให้บริการไปเมื่อวันที่ 15 มี.ค. 2563 ระหว่างเวลา 05.00 – 21.00 น. ระยะห่างของช่วงเวลาการเดินรถประมาณ 15 – 30 นาที/คัน

ส่วนอีก 7 เส้นทางที่เหลือ กทม. จะศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมก่อนที่จะเปิดให้บริการในลำดับต่อไป สำหรับทั้ง 7 เส้นทาง ประกอบด้วย

1.พระราม 6 – สถานี BTS อารีย์

2.ทองหล่อ – เอกมัย

3.ท่าเรือกรุงเทพ – สถานี BTS อ่อนนุช

4.ซอยเสนานิคม – สถานี BTS เสนานิคม

5.สถานี BTS สยามสแควร์ – สนามหลวง

6.ศาลาว่าการกรุงเทพมหานคร 2 (ดินแดง) – มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

7.สายไหม – สถานี BTS สะพานใหม่

นอกจากนั้น กทม. จะศึกษาเส้นทางอื่นๆ ที่มีความเหมาะสมสำหรับการเปิดให้บริการเดินรถ Shuttle Bus เพิ่มเติม เพื่อเชื่อมโยงระบบขนส่งสาธารณะ ทั้ง ล้อ ราง เรือ ให้เข้าถึงกันได้อย่างสะดวก เพื่อให้ประชาชน รวมถึงนักท่องเที่ยว สามารถเดินทางได้อย่างสะดวกสบาย ปลอดภัย รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.5 การปรับปรุงเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทาง

การปรับปรุงเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทาง เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับหลากหลายหน่วยงาน และมีหลากหลายปัจจัย ซึ่งการปรับปรุงเส้นทางการเดินรถทำได้ดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ดังเช่น ข้อมูลความต้องการเดินทางของผู้โดยสาร, รูปแบบการจราจร และ ระยะซ้อนทับกันของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน และ รถโดยสารประจำทาง หรือ ระบบขนส่งสาธารณะอื่น ๆ โดยสามารถเก็บข้อมูลได้หลายวิธี เช่น การทำแบบสอบถาม, เซ็นเซอร์ต่าง ๆ และ ค่าจากจีพีเอส (Global Positioning System) เป็นต้น

2. วิเคราะห์ข้อมูลเส้นทางเดิมที่มีอยู่ เช่น ข้อมูลเส้นทางการเดินรถของรถโดยสารสาธารณะ ข้อมูล เส้นทางที่ซ้อนทับกันของขนส่งสาธารณะ และเส้นทางที่ไม่มีระบบขนส่งสาธารณะผ่าน เป็นต้น

3. ประสานงานกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เช่น ที่ว่าการกรุงเทพมหานคร (BMA) และ กรมขนส่งทางบก (DLT) เป็นต้น เพื่อขออนุมัติในการปรับปรุงเส้นทางในการเดินรถโดยสารประจำทาง

4. พิจารณาปรับปรุง เส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทาง จากการวิเคราะห์ข้อมูล โดยหลักการการพิจารณาปรับปรุงเส้นทางก็มีหลายหลักการ เช่น ใช้ The Exhaustive Search (ES) algorithm ในการหาเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมด และนำหลักการอื่น ๆ มาร่วมพิจารณา

5. ติดตามและประเมินผล เช่น ใช้ data envelopment analysis (DEA) ในการวิเคราะห์ ประเมินผลของเส้นทางใหม่ หลังปรับปรุง

6. สื่อสารกับผู้โดยสารที่ใช้บริการ เพื่อทราบผลตอบรับ จากการปรับปรุงเส้นทางใหม่ และ เพื่อทราบปัญหาในการปรับปรุงต่อไป การสื่อสารกับผู้โดยสารสามารถทำได้หลายวิธี เช่น เว็บไซต์, โซเชียลมีเดีย เป็นต้น

3. วิธีการศึกษา

3.1 การรวบรวมข้อมูล

3.1.1 ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ในการศึกษาครั้งนี้จะนำข้อมูลเส้นทางรถไฟฟ้าและรถโดยสารประจำทางจากเว็บไซต์ Longdo Map ซึ่งเป็นชุดบริการด้านแผนที่สำเร็จรูปที่ช่วยจัดการข้อมูลทางระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่สามารถเปลี่ยนภาพแผนที่ได้หลายแบบ มีข้อมูลสถานที่สำคัญ โดยผู้ศึกษาได้เก็บข้อมูลเส้นทางรถไฟฟ้าและรถโดยสารประจำทางจากเว็บไซต์ Longdo Map ได้ตามขั้นตอนดังนี้

1. เข้า Longdo Map แล้วเรียกใช้ Developer Tool โดยการกด F12 แล้วเลือกที่ Network

2. เลือกดาวน์โหลด ไฟล์ dataset ของค่าพิกัดสำคัญของสายรถเมล์

4. นำข้อมูลดังกล่าวไปใส่ใน code ที่เขียนไว้ เพื่อแปลงเป็นไฟล์ csv ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ต่อในโปรแกรม QGIS ได้

5. ได้ไฟล์ csv ของข้อมูลพิกัดสายรถเมล์ ที่ต้องการ ในรูปแบบที่พร้อมในการใช้ต่อในโปรแกรม QGIS

3.1.2 ข้อมูลเส้นทางรถไฟฟ้าในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ตารางที่ 2 โครงข่ายเส้นทางระบบขนส่งมวลชนทางราง

สาย	รูปแบบ	สถานีปลายทาง	จำนวนสถานี	ระยะทาง (กม.)
รถไฟฟ้าบีทีเอส				
สายสุขุมวิท	ขนส่งมวลชนเร็ว	คูคต – เคหะฯ	47	53.58
สายสีลม		สนามกีฬาแห่งชาติ – บางหว้า	14	14.67
สายสีทอง	ขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติ	กรุงธนบุรี – คลองสาน	3	1.80
รถไฟฟ้ามหานคร				
สายเฉลิมรัชมงคล	ขนส่งมวลชนเร็ว	ท่าพระ - ศูนย์วัฒนธรรมฯ – หลักสอง	38	47
สายฉลองรัชธรรม		คลองบางไผ่ – เตาปูน	16	23.6
สายสีเหลือง	ขนส่งมวลชนรอง	ลาดพร้าว – สำโรง	23	32
สายสีชมพู		ศูนย์ราชการนนทบุรี - มีนบุรี	32	34.5
รถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงก์				
สายซิตี้	ชานเมือง (เชื่อมท่าอากาศยาน)	สุวรรณภูมิ – พญาไท	8	28.6
รถไฟฟ้าสายสีแดง				
สายสีแดงเข้ม	ชานเมือง	สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ – รังสิต	10	26
สายสีแดงอ่อน		สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ – ตลิ่งชัน	4	15

3.1.3 ข้อมูลเส้นทางรถโดยสารประจำทางในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

สายการเดินรถโดยสารประจำทางในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แบ่งเป็นเส้นทางรถโดยสารประจำทางขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ มีทั้งหมด 8 เขตการเดินรถ จำนวน 123 เส้นทาง, เส้นทางรถโดยสารประจำทางร่วมบริการ จำนวน 115 เส้นทาง และเส้นทางที่มีรถโดยสารประจำทางขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ และรถโดยสารประจำทางร่วมบริการให้บริการร่วมกัน จำนวน 26 เส้นทาง รวมทั้งหมด 214 เส้นทาง

รูปที่ 1 จำนวนสายรถเมล์ต่อเขตในกรุงเทพฯ

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ศึกษาได้ใช้เครื่องมือทางระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ QGIS หรือ Quantum GIS ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภทจัดการข้อมูล GIS (Geographic Information System) โปรแกรมหนึ่งซึ่งมีส่วนติดต่อผู้ใช้เป็นแบบกราฟิก (Graphic User Interface: GUI)

QGIS ถูกพัฒนาขึ้นมาภายใต้สัญญาอนุญาตแบบเปิดเผยโค้ด (Open source) ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้อย่างไม่มีข้อจากัด อีกทั้งยังสามารถนำโค้ดไปพัฒนาต่อได้อีกด้วย QGIS จึงมีความสามารถหลากหลาย ทั้งการใช้งานทั่วไปอย่างการเรียกใช้งานข้อมูลภาพ ตารางสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ ข้อมูลแบบอ้างอิง ข้อมูลเชิงตาแหน่ง (Spatial query) ตลอดจนนำเสนอข้อมูลในรู้แบบแผนที่ทั้งแบบ Offline และ Online โดยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ชุดข้อมูล ดังนี้

3.2.1 วิเคราะห์ความทับซ้อนกันของรถไฟฟ้าและรถโดยสารประจำทาง

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการศึกษาความทับซ้อนของรถไฟฟ้าและรถโดยสารประจำทางในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เพื่อวิเคราะห์ความทับซ้อนกันของรถไฟฟ้าและรถโดยสารประจำทางที่มีการเดินรถในปัจจุบัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.นำไฟล์ csv ที่มีการระบุค่าพิกัดมาอัพโหลดเข้า QGIS ที่มีการเปิดแผนที่ไว้ (Open Street Map)

2.เมื่ออัพโหลดค่าพิกัดใน QGIS โปรแกรมจะแสดงผลดังรูป ซึ่งเป็นค่าพิกัดของรถไฟฟ้า และเส้นทางการเดินรถของรถโดยสารประจำทาง

3.หาระยะที่ทับซ้อนกันของรถโดยสารประจำทางและรถไฟฟ้าแต่ละสาย

3.2.2 การตรวจสอบศักยภาพของรถโดยสารประจำทางในการเป็นระบบขนส่งมวลชนรองให้แก่ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

จากการเก็บข้อมูลชุดแรก ผู้ศึกษาจะทำการวิเคราะห์และตรวจสอบแนวเส้นทางของรถโดยสารประจำทางที่มีศักยภาพเป็นระบบขนส่งมวลชนรอง (Feeder) ทำหน้าที่รับและส่งผู้โดยสารระหว่างแหล่งพื้นที่ชุมชนกับสถานีรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ซึ่งเป็นระบบขนส่งสาธารณะหลักในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยวิเคราะห์จากการนำค่าพิกัดของรถไฟฟ้าและเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทางมาหาจำนวนเส้นทางรถโดยสารประจำทางที่วิ่งผ่านสถานีรถไฟฟ้าในระยะรัศมี 500 เมตร โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สร้าง Buffer เป็นระยะ 500 เมตรรอบบริเวณสถานีรถไฟฟ้าเพื่อจำกัดพื้นที่การศึกษา

2.ใช้ฟังก์ชั่น Intersection เพื่อหาการทับซ้อนกันของเส้นทางรถไฟฟ้าและรถโดยสารประจำทาง

3.Clean ข้อมูลที่ได้จากการหา intersection ด้วย Microsoft Excel ด้วยฟังก์ชั่น Remove Duplicates และนับจำนวน intersection แต่ละสถานีด้วย R studio

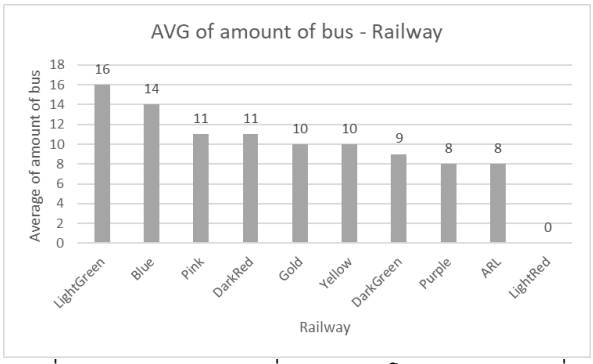
4. ผลการดำเนินงาน

4.1 การวิเคราะห์ความทับซ้อนกันของรถไฟฟ้าและรถโดยสารประจำทาง

ตารางที่ 3 ความทับซ้อนกันของรถไฟฟ้าและรถโดยสารประจำทาง

สาย	จำนวนสายรถโดยสารประจำทางที่ทับซ้อน	ระยะทางการทับซ้อน (กม.)	สายรถโดยสารประจำทางที่มีการทับซ้อนมากที่สุด	ระยะทางการทับซ้อน (กม.)
สายสุขุมวิท	95	655.05	25	22.88
สายสีลม	26	60.18	15	6.60
สายสีทอง	12	18.57	88	2.42
สายเฉลิมรัชมงคล	129	416.48	91ก	12.88
สายฉลองรัชธรรม	24	133.42	134	14.21
สายสีเหลือง	43	292.44	145	24.78
สายสีชมพู	61	402.69	15	18.70
สายซิตี้	11	79.64	555, S1	20.02
สายสีแดงเข้ม	15	125.20	504, 510, 538	11.92
สายสีแดงอ่อน	Y70E	12.08	Y70E	12.08

4.2 การตรวจสอบศักยภาพของรถโดยสารประจำทางในการเป็นระบบขนส่งมวลชนรองให้แก่ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน



รูปที่ 2 กราฟแสดงจำนวนเฉลี่ยของสายรถโดยสารประจำทางที่ผ่านรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

5. สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษาสรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ทั้งหมดข้างต้น พบว่ามีการทับซ้อนกันของเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางและรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนประมาณ 277 สาย โดยมีระยะทางการทับซ้อนรวม 2677.13 กิโลเมตร ระยะทางการทับซ้อนทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 33.6 ของเส้นทางการให้บริการรถโดยสารประจำทาง โดยระทางการทับซ้อนเฉลี่ย 9.66 กิโลเมตร รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนที่มีการเชื่อมต่อกับรถโดยสารประจำทางซึ่งทำหน้าที่เป็นระบบขนส่งมวลชนรอง (Feeder) ให้แก่ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนเฉลี่ยสูงสุดได้แก่ รถไฟฟ้าสายสีเขียวอ่อน สถานีอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ คือ 16 สายต่อสถานี และ รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนที่มีการเชื่อมต่อกับรถโดยสารประจำทางซึ่งทำหน้าที่เป็นระบบขนส่งมวลชนรอง (Feeder) ให้แก่ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนเฉลี่ยต่ำที่สุดได้แก่ รถไฟฟ้าสายสีแดงอ่อน คือ 0 สายต่อสถานี

สถานีรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนที่ไม่มีการเชื่อมต่อกับเส้นทางรถโดยสารประจำทางเลย คือ รถไฟฟ้าสายสีเขียวอ่อน : เซนต์หลุยส์ โพธิ์นิมิตร , รถไฟฟ้าสายสีแดงเข้ม : หลักหก , รถไฟฟ้าสายสีชมพู : มีนบุรี , รถไฟฟ้าสายสีเหลือง : ทิพวัล และ ทุกสถานีของรถไฟฟ้าสายสีแดงอ่อน

5.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

- ควรปรับเส้นทางการเดินรถของรถโดยสารประจำทางให้มีความเชื่อมต่อกับสถานีรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน และต้องไม่ทับซ้อนกับเส้นทางรถไฟฟเขนส่งมวลชน เพื่อส่งเสริมศักยภาพของของรถโดยสารประจำทางในการเป็นระบบขนส่งมวลชนรอง (Feeder) ให้แก่ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน
- ควรปรับเส้นทางการเดินรถของรถโดยสารประจำทางให้ระยะทางสั้นลง โดยไม่ควรมีระยะทางเกิน 30 กิโลเมตรและไม่ทับซ้อน

กับเส้นทางของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน เพื่อเพิ่มจำนวนรอบของการให้บริการและเพิ่มความสามารถในการทำกำไรให้กับผู้ประกอบเดินรถโดยสารประจำทาง และลดการสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการรอรถโดยสารประจำทางของประชาชนผู้ใช้บริการ

- ควรสนับสนุนค่าเดินทางให้แก่กลุ่มประชาชนผู้มีรายได้น้อย เพื่อให้ประชาชนทุกกลุ่มสามารถเข้าถึงบริการของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนได้อย่างเท่าเทียมกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเดินทางในด้านการลดเวลาการเดินทาง และลดปริมาณรถโดยสารประจำทางในเส้นทางที่ทับซ้อนกับเส้นทางของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน
- ควรสนับสนุนให้มีการพัฒนาพื้นที่หรือสถานีที่มีการรองรับรถโดยสารประจำทางที่ทำหน้าที่เป็นขนส่งมวลชนรองให้แก่ระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและประหยัดเวลาการเดินทางของผู้เดินทาง หรืออาจจะกระจายเส้นทางรถโดยสารประจำทางไปยังระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนสถานีอื่น เพื่อลดความหนาแน่นของสถานีที่มีการวิ่งผ่านของรถโดยสารประจำทางที่มาก

เอกสารอ้างอิง

[1] Richard D.Knowles & Fiona Ferbrache. *Transit Oriented Development and Sustainable Cities*. 2019.

[2] Saiyad, G., Srivastava, M. & Rathwa, D. *Assessment of Transit Accessibility Through Feeder Modes and Its Influence on Feeder Mode Choice Behavior*. Arab J Sci Eng 47, 2022, pp. 4483–4497.

[3] N. Vasudevan, N. Gore, R. Zope, S. Arkatkar and G. Joshi. “Re-orientation of Paratransit when confronted by mass transit system”. *Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies,* 13, 2019.

[4] Rafael H.M. Pereira & Geneviève Boisjoly. *Advances in Transport Policy and Planning*. Academic Press, 2021, pp.191-209.

[5] Tangphaisankun A., Nakamura F., and Okamura T., “Influences of paratransit as a feeder of mass transit system in developing countries based on commuter satisfaction”, *Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 8, 2009.

[6] Mistro R.D. and Behrens R., “Integrating the informal with the formal: An estimation of the impacts of a shift from paratransit line-haul to feeder service provision in Cape Town”, *Case Studies on Transport Policy*, Vol.3, No.2, pp.271-277, 2015.

[7] Tabassum S., Tanaka S., Nakamura F. and Ryo A. “Feeder Network Design for Mass Transit System in Developing Countries (Case study of Lahore, Pakistan)”. *Transportation Research Procedia*, 25, pp. 3129–3146, 2017.