การศึกษาการดำเนินการจราจรในสถานการณ์ที่มีรถโดยสารสาธารณะไร้คนขับ

A Study of Traffic Operations under Conditions with Autonomous Buses

อริสรา รุ่งอินทร์[1] และ วศิน เกียรติโกมล[2,*]

[1,2] สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร
**Corresponding author; E-mail address: vasin.kia@kmutt.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการดำเนินการจราจรบนถนนในกรณีที่มีการใช้รถโดยสารสาธารณะไร้คนขับ โดยทำการวิเคราะห์สภาพจราจรปัจจุบันและสร้างแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบการจราจรระหว่างสถานการณ์ที่มีและไม่มีรถโดยสารสาธารณะไร้คนขับ โดยเก็บข้อมูลการจราจรบนถนนพหลโยธินฝั่งขาเข้ากรุงเทพมหานคร บริเวณป้ายรถโดยสารประจำทางตรงข้ามสวนจตุจักร แล้วสร้างแบบจำลองโดยใช้พฤติกรรมการขับขี่ตามกันของยานพาหนะทั่วไปในโปรแกรม VISSIM ด้วยพารามิเตอร์ของ Wiedemann 99 และใช้พฤติกรรมการขับขี่ของรถโดยสารสาธารณะไร้คนขับด้วยพารามิเตอร์ของ CoEXist All-knowing ผลการศึกษาพบว่า ภาพรวมของสภาพการจราจรหลังเปลี่ยนรถโดยสารสาธารณะเป็นระบบไร้คนขับมีแนวโน้มดีขึ้น, Queue Delay ลดลงร้อยละ 24 และความเร็วของยานพาหนะเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 ในส่วนของรถโดยสารประจำทาง Queue Delay ลดลงร้อยละ 21 และความเร็วของยานพาหนะเพิ่มขึ้นร้อยละ 24 และทำให้เวลาในการเดินทางของยานพาหนะบนท้องถนนลดลง โดยส่งผลให้ความล่าช้าจากการหยุดของจราจรโดยรวมลดลงถึงร้อยละ 53 จำนวนครั้งการหยุดโดยเฉลี่ยลดลงร้อยละ 20 และความล่าช้าลดลงร้อยละ 17 ความล่าช้าจากการหยุดของรถโดยสารประจำทางลดลงร้อยละ 50 จำนวนครั้งการหยุดโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 8 และความล่าช้าลดลงร้อยละ 10

คำสำคัญ: รถโดยสารประจำทาง, รถโดยสารประจำทางไร้คนขับ, ยานยนต์ไร้คนขับ

Abstract

This study looks at traffic operations on a major road with autonomous buses. In this study, current traffic conditions are analyzed, and a traffic simulation model is created to compare scenarios with and without autonomous buses. Necessary data are collected on Phahon Yothin Road in the inbound direction, near the bus stop opposite Chatuchak Park. The data is then processed and imported into the VISSIM program to simulate the scenarios in which all normal buses are changed to autonomous buses. The car-following parameters used for normal vehicles in the VISSIM model are based on the Wiedemann 99 model, and the parameters for autonomous buses are based on CoEXist All-knowing. Results for the scenarios with and without autonomous vehicles are statistically compared for the changes in traffic operations performance, including speed and travel delay. This study found that overall traffic conditions tend to improve after replacing all public buses with autonomous public buses. There was a 24 percent decrease in queue delays and a 15 percent increase in vehicle speed, and the travel time of vehicles on the road was reduced compared to before. It was found that the use of unmanned buses As a result, overall traffic delays were reduced by 53 percent, the average number of stops decreased by 20 percent, and delays decreased by 17 percent, and bus stop delays decreased by 50 percent, the average number of stops increased by 8 percent, and delays decreased by 10 percent.

Keywords: Autonomous Bus, Autonomous Vehicle, Bus

1. บทนำ

ยานยนต์ไร้คนขับ (Autonomous Vehicles) เป็นยานพาหนะที่สามารถเคลื่อนที่ได้เองตามคำสั่ง โดยสามารถวิเคราะห์ ตัดสินใจ และตอบสนองภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ ได้เองโดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาการควบคุมของผู้ใช้งานขณะเดินทาง ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยียานยนต์ไร้คนขับมาใช้บนท้องถนนในหลากหลายประเทศ จากการศึกษาเกี่ยวกับยานยนต์ไร้คนขับ พบว่า มีการบ่งชี้ถึงผลกระทบเชิงบวกของการนำเทคโนโลยียานยนต์ไร้คนขับมาใช้ ยานยนต์ไร้คนขับจึงเป็นเทคโนโลยีที่น่าจับตามองถึงแนวโน้มการใช้งานและผลกระทบต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในประเทศไทย รวมถึงแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงรถขนส่งสาธารณะให้เป็นยานยนต์ไร้คนขับเพื่อพัฒนาระบบขนส่งในประเทศไทยให้ดีและมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้นเช่นกัน

อย่างไรก็ตาม หลากหลายประเทศได้มีการเริ่มต้นทดลองใช้รถโดยสารสาธารณะไร้คนขับแล้วในปัจจุบัน อาทิเช่น เมื่อปี 2021 ในเมืองอ็อกซ์ฟอร์ดเชียร์ ประเทศอังกฤษ ที่มีการประกาศเปิดตัวรถโดยสารไร้คนขับโดย

กระทรวงวิทยาศาสตร์ และทดลองนำรถโดยสารไร้คนขับมาใช้โดยไม่เก็บค่าใช้จ่าย รวมไปถึงประเทศสิงคโปร์ที่มีการเริ่มต้นใช้รถโดยสารไร้คนขับบริเวณรอบ Science Park ในปีเดียวกัน และในปี 2022 บริษัทในสหราชอาณาจักรได้มีการทดสอบการบริการรถบัสโดยสารไร้คนขับระดับที่ 4 ซึ่งมีความสามารถในการขับเคลื่อน ตัดสินใจ และตอบสนองอย่างอัตโนมัติในสภาพการจราจรที่ซับซ้อนโดยไม่จำเป็นต้องพึ่งคนควบคุม เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีการทดสอบการใช้รถโดยสารสาธารณะไร้คนขับในประเทศไทย ดังนั้นควรมีการศึกษาด้านสถานะ รูปแบบ และการใช้งานรถโดยสารสาธารณะไร้คนขับควบคู่กับผลกระทบทางด้านสภาพการจราจรที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำเทคโนโลยียานยนต์ไร้คนขับเข้ามาใช้กับรถโดยสารสาธารณะ การศึกษานี้สนใจประสิทธิภาพการจราจรในกรณีที่มีการใช้งานรถโดยสารสาธารณะไร้คนขับ โดยทำการสร้างแบบจำลองสภาพการจราจรภายใต้เงื่อนไขที่มีรถโดยสารสาธารณะไร้คนขับอยู่บนท้องถนน และเปรียบเทียบสภาพการจราจรระหว่างเงื่อนไขของการจราจรที่มีและไม่มีรถโดยสารสาธารณะไร้คนขับว่าแตกต่างกันอย่างไร เพื่อวิเคราะห์และเป็นข้อมูลสำหรับแนวทางการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในรูปแบบไร้คนขับในประเทศไทยต่อไปในอนาคต

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายและระดับของยานยนต์ไร้คนขับ

ยานยนต์ไร้คนขับ (Autonomous vehicle) เป็นยานยนต์ที่สามารถตัดสินใจและเคลื่อนที่ได้อย่างอัตโนมัติโดยที่ผู้ขับขี่ไม่จำเป็นต้องเป็นผู้ควบคุม โดย Society of Automotive Engineer (SAE) ได้กำหนดระดับความสามารถของยานยนต์ไร้คนขับเป็นทั้งหมด 6 ระดับ [1] ดังนี้

2.1.1 Level 0: No Driving Automation

ผู้ขับขี่ควบคุมระบบทั้งหมดของยานพาหนะ โดยที่ยานยนต์ไม่มีระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ

2.1.2 Level 1: Driver Assistance

ผู้ขับขี่ควบคุมยานพาหนะ โดยมีระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติช่วยเหลือในการเคลื่อนที่และจอดยานยนต์ได้อย่างปลอดภัย

2.1.3 Level 2: Partial Automation

ยานยนต์สามารถช่วยเหลือผู้ขับขี่ในการเลี้ยว เร่งความเร็ว เบรกเมื่อมีสิ่งกีดขวาง และรักษาความเร็ว โดยผู้ขับขี่ยังคงต้องบังคับพวงมาลัยและควบคุมเมื่อจำเป็น

2.1.4 Level 3: Conditional Automation

ยานยนต์สามารถพิจารณาและวิเคราะห์ข้อมูลของสภาพแวดล้อมรอบข้างเพื่อตัดสินใจในการขับเคลื่อนได้เองอย่างอัตโนมัติ ผู้ขับขี่ยังคงจำเป็นต้องควบคุมยานพาหนะเมื่อจำเป็น

2.1.5 Level 4: High Automation

ยานยนต์สามารถขับเคลื่อนระบบเองทั้งหมดโดยพิจารณาจากข้อมูลยานยนต์ไร้คนขับในระดับนี้ไม่จำเป็นต้องมีผู้ขับขี่ โดยที่มนุษย์ยังสามารถควบคุมยานพาหนะได้ด้วยตนเองหากต้องการ

2.1.6 Level 5: Full Automation

ยานยนต์สามารถตัดสินใจเคลื่อนที่โดยไม่พึ่งพาการควบคุมของมนุษย์ ไม่มีระบบไดนามิกในยานยนต์ระดับนี้ ระบบทั้งหมดเป็นแบบอัตโนมัติและสามารถขับเคลื่อนได้เองทุกสถานการณ์

2.2 ผลกระทบของยานยนต์ไร้คนขับต่อความจุของจราจร

ยานยนต์ไร้คนขับถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยเพิ่มความสบายในการขับขี่ในเมืองที่มีการจราจรติดขัด และช่วยลดความผิดพลาดของผู้ขับขี่ที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน นอกจากนี้ ยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจราจรให้มีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น การทราบการเปลี่ยนแปลงของความจุของถนนจากการใช้งานยานยนต์ไร้คนขับเป็นสิ่งสำคัญ จากการศึกษาพบว่าการนำ AVs เข้ามามีส่วนร่วมบนถนนส่งผลดีต่อการปรับปรุงความจุของจราจร การไหลของกระแสจราจรสูงสุดในกรณีที่ยานพาหนะบนท้องถนนเป็นยานยนต์อัตโนมัติทั้งหมดนั้นสูงกว่ากว่าสถานการณ์ที่มียานพาหนะทั่วไปปะปนอยู่บนถนนด้วย ผลลัพธ์ในเชิงบวกนี้เกิดมาจากการระยะเวลาระหว่างยวดยาน (Headway) ที่สั้นกว่า และเวลาในการตอบสนองต่อสถานการณ์รอบข้างที่น้อยกว่าการขับขี่โดยยานพาหนะทั่วไป

นอกจากนี้ ในการศึกษายังพบอีกว่าความหนาแน่นของจราจรมีผลลัพธ์ที่ดีขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนสัดส่วนในการใช้ยานยนต์อัตโนมัติบนท้องถนน ค่าความหนาแน่นของจราจรค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อมียานพาหนะบนท้องถนนเป็นสัดส่วนร้อยละ 40 หมายความว่าผลลัพธ์เชิงบวกในการใช้ยานยนต์ไร้คนขับบนท้องถนนจะเห็นได้ไม่ชัดนักเมื่อมียานยนต์ไร้คนขับบนถนนในอัตราส่วนที่น้อยเกินไป เนื่องจากยานยนต์ไร้คนขับจำเป็นต้องปรับพฤติกรรมให้เข้ากับยานพาหนะทั่วไปอย่างเห็นได้ชัด [2]

2.3 การใช้ยานยนต์ไร้คนขับในระบบขนส่งสาธารณะ

ในปัจจุบัน เมืองหลวงของหลายประเทศได้มีการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะให้ทันสมัยมากขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ให้แก่ทั้งประชากรและนักท่องเที่ยว [3]

2.3.1 รถรางไร้คนขับในเมือง Potsdam ประเทศเยอรมนี (ปี 2018)

รถรางไร้คนขับถูกพัฒนาและใช้งานในเดือนกันยายน ค.ศ.2018 โดยบริษัทต่างๆ ได้ทำการทดสอบรถรางบนเส้นทางเครือข่ายรถรางเป็นระยะทาง 6 กิโลเมตร โดยที่รถรางอัตโนมัติถูกติดตั้งกล้อง เซ็นเซอร์ เรดาร์ และลิดาร์ ซึ่งช่วยให้ยานพาหนะสามารถมีส่วนรวมกับสภาพการจราจรจริงได้อย่างไม่มีปัญหา รถรางสามารถตอบสนองอย่างรวดเร็วต่อการข้ามของคนเดินเท้า ยานพาหนะหรือสิ่งกีดขวางอื่น และสามารถเข้าจอดในสถานีได้อย่างแม่นยำ

2.3.2 มินิบัสในเมือง Helsinki ประเทศฟินแลนด์ (ปี 2018)

รถมินิบัสไร้คนขับให้บริการทั้งหมดหกเดือน ในช่วงระหว่างเวลา 9.00 น. ถึง 15.00 น. จำนวน 3-6 เที่ยวต่อชั่วโมง รถบัสให้บริการเส้นทางไมล์สุดท้ายซึ่งไม่ได้เดินเส้นทางตามระบบขนส่งสาธารณะทั่วไป เช่น การรับ-ส่งผู้โดยสารไปยังบ้าน ที่ทำงาน หรือสถานที่ที่ใกล้ที่สุด เป็นโครงการเพื่อทดลองว่าประชาชนจะเลือกระบบขนส่งสาธารณะมากกว่าการใช้รถยนต์ส่วนตัวหรือไม่

2.3.3 รถบัสโรบอทกาชา ในเมือง Helsinki ประเทศฟินแลนด์ (ปี 2020)

นอกจากมินิบัสแล้ว เมือง Helsinki ได้มีรถประจำทางไร้คนขับอีกประเภทหนึ่งชื่อว่ากาชา ออกแบบโดยร้าน Muji ของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งใช้เทคโนโลยียานยนต์ไร้คนขับระดับ 4 กาชาถูกนำเสนอว่าสามารถเดินทางได้ในทุกสภาพอากาศ โดยมีความจุทั้งหมด 10 ที่นั่ง และ 6 ที่สำหรับยืน และเดินทางด้วยความเร็วถึง 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

2.3.4 Volvo's autonomous bus (ปี 2019)

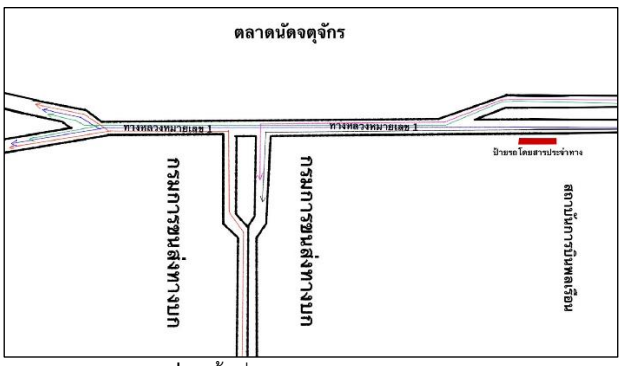
Volvo พัฒนารถบัสไร้คนขับเต็มรูปแบบ (ระดับ 5) ครั้งแรกของโลก โดยเปิดตัวในสิงคโปร์เมื่อปี 2019 โดยร่วมมือกับ Nanyang Technological University, Singapore (NTU Singapore) รถบัสสามารถขับเคลื่อนได้โดยไม่มีการบังคับใด ๆ ของมนุษย์ โดยสามารถจุได้ทั้งหมด 80 ที่นั่ง นอกจากนี้ยังติดตั้งเซ็นเซอร์ลิดาร์ถึงสี่ตัว ซึ่งทำให้สามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางบนเส้นทางและเบรกได้อย่างอิสระ

รถโดยสารสาธารณะไร้คนขับเป็นอนาคตของระบบขนส่งสาธารณะ เพราะสามารถให้ความปลอดภัย ประสิทธิภาพ ความน่าเชื่อถือ และความสะดวกสบายแก่ผู้โดยสารได้เป็นอย่างดี [4]

3. ขอบเขตงานวิจัยและการเก็บข้อมูล

3.1 การเก็บข้อมูลจราจร

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้ประกอบด้วยข้อมูลจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า โดยใช้วิธีการตั้งกล้องวิดีโอเพื่อเก็บข้อมูลบนถนนพหลโยธินฝั่งขาเข้ากรุงเทพมหานคร บริเวณป้ายรถโดยสารประจำทางตรงข้ามสวนจตุจักร โดยเก็บข้อมูลปริมาณจราจร จำนวนผู้โดยสารขึ้น-ลงรถประจำทาง เวลาที่รถประจำทางจอดตรงป้าย และความเร็วเฉลี่ยเพื่อใช้ในการนำเข้าข้อมูลและปรับเทียบแบบจำลอง โดยพื้นที่การศึกษาและสร้างแบบจำลอง รวมไปถึงทิศทางการจราจรแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 พื้นที่การศึกษาและทิศทางการจราจร

3.1.1 ปริมาณจราจร

ข้อมูลปริมาณจราจรที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลจากช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า โดยนับปริมาณการจราจรทั้งหมดบนหน้าตัดของช่วงถนนที่ทำการศึกษา ซึ่งประกอบด้วยรถประเภทต่างๆ ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ รถบรรทุกขนาดเล็ก รถตู้ และรถประจำทาง แบ่งช่วงเวลาทุก 15 นาที

3.1.2 ความเร็วรถ

หาข้อมูลความเร็วรถด้วยวิธีการ Spot Speed โดยทำการจับเวลาที่รถใช้ในการเดินทางระหว่างสองจุดที่ทราบระยะห่าง และคำนวนความเร็วเฉลี่ย จากนั้นป้อนค่าที่ได้ลงในโปรแกรม VISSIM เพื่อสร้างแบบจำลองและเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ของแบบจำลอง

3.1.3 จำนวนผู้โดยสารขึ้น-ลง

เก็บข้อมูลจำนวนผู้โดยสารที่ขึ้นและลงรถโดยสารประจำทางตรงป้ายรอรถประจำทาง โดยนับจำนวนจากวิดีโอและนำค่าที่นับได้ไปใช้ในแบบจำลองของ VISSIM

3.1.4 เวลาที่รถประจำทางจอดตรงป้าย

จับเวลาที่รถหยุดตรงป้ายรถโดยสารประจำทาง เพื่อนำข้อมูลเวลาการเปิด-ปิดประตู และเวลาที่รถโดยสารหยุดรอที่ป้ายในแบบจำลอง VISSIM

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

นำข้อมูลที่เก็บมาสร้างแบบจำลองการจราจรโดยโปรแกรม VISSIM ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดยบริษัท PTV ประเทศเยอรมนี โดยสามารถใช้จำลองสภาพการจราจรเสมือนจริงเพื่อวิเคราะห์และเก็บข้อมูลการจราจรภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขต่าง ๆ VISSIM สามารถจำลองการเดินทางได้หลากหลายรูปแบบ อีกทั้งยังสามารถปรับแก้ค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่โปรแกรมนำมาวิเคราะห์เพื่อให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากที่สุด โดยที่พฤติกรรมการจราจร การขับขี่ตามกัน และองค์ประกอบอื่น ๆ จะถูกนำมาคำนวณเพื่อแสดงพฤติกรรมการขับขี่ในแบบจำลอง [5]

3.3 แบบจำลองสถานการณ์ของรถโดยสารประจำทางไร้คนขับ

สร้างแบบจำลองในโปรแกรม VISSIM โดยใช้ข้อมูลการจราจรจริง โดยนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองทั้งหมดสองสถานการณ์ คือสถานการณ์ที่มีรถโดยสารประจำทางไร้คนขับไปอัตราส่วนร้อยละ 0 (สถานการณ์พื้นฐาน) และ 100 (สถานการณ์ที่มีรถโดยสารประจำทางไร้คนขับ) โดยสถานการณ์แรกไม่มีไม่มีรถโดยสารประจำทางไร้คนขับอยู่บนถนนเลย สถานการณ์ที่สองคือรถโดยสารสาธารณะทั้งหมดใช้เทคโนโลยียานยนต์ไร้คนขับ

3.3.1 สถานการณ์พื้นฐาน

จำลองสถานการณ์จริงที่รถโดยสารประจำทางทั้งหมดเป็นรถโดยสารแบบธรรมดาที่มีคนขับรถควบคุม และไม่มีการใช้รถโดยสารประจำทางอัตโนมัติบนถนนซึ่งเป็นสถานการณ์จริงในปัจจุบัน (2023) ใช้สัดส่วนของรถแต่ละประเภทตามข้อมูลจริง

3.3.2 สถานการณ์ที่มีรถโดยสารประจำทางไร้คนขับ

จำลองสถานการณ์ที่รถโดยสารประจำทางทั้งหมดถูกเปลี่ยนเป็นรถโดยสารประจำทางไร้คนขับ และไม่มีการใช้รถโดยสารประจำทางแบบธรรมดาบนท้องถนน โดยยังคงสัดส่วนยานพาหนะทุกประเภทตามข้อมูลจริง เปลี่ยนเพียงพฤติกรรมของรถโดยสารประจำทางให้มีพฤติกรรมการขับขี่ของ Avs แบบ All-Knowing ของ CoEXist ซึ่งตรงกับยานยนต์ไร้คนขับระดับ 4

3.4 ความเชื่อมั่นของแบบจำลอง

ใช้การปรับเทียบแบบจำลองตามกำหนดของ Dowling (2004) [6] เพื่อจำลองค่าของสภาพจราจรให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยปรับเทียบจากสองตัวแปร หนึ่งคือปริมาณจราจรที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนาม และปริมาณจราจรที่ได้จากแบบจำลอง จากนั้นนำมาคำนวณหาค่า GEH ตามสมการซึ่งแสดงในสมการที่ (1) เพื่อวัดค่ากับมาตรฐานว่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลองสามารถยอมรับได้หรือไม่

$$GEH = \sqrt{\frac{(\text{ปริมาณจราจรจากแบบจำลอง} - \text{ปริมาณจราจรจากข้อมูลจริง})^2}{(\text{ปริมาณจราจรจากแบบจำลอง} + \text{ปริมาณจราจรจากข้อมูลจริง})/2}} \quad (1)$$

ค่า GEH ที่ได้ต้องไม่มากกว่า 5 และมีค่าน้อยกว่า 4 สำหรับผลเฉลี่ยของทุกลิงค์ และตัวแปรที่สองคือความเร็ว โดยปรับเทียบความเร็วเฉลี่ยจากข้อมูลการ spot speed กับความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง จากนั้นพิจารณาว่ามีความใกล้เคียงกันหรือไม่

4. ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์สภาพการจราจรในสองสถานการณ์ที่มีรถประจำทางไร้คนขับเป็นร้อยละ 0 และ 100 บนถนนพหลโยธินฝั่งขาเข้ากรุงเทพมหานคร บริเวณป้ายรถโดยสารประจำทางตรงข้ามสวนจตุจักร เป็นไปดังนี้

4.1 วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบจำลอง

นำผลลัพธ์จากแบบจำลองมาวิเคราะห์ความเชื่อมั่นว่าแบบจำลองนี้มีความน่าเชื่อถือเพียงพอที่จะทำข้อมูลมาวิเคราะห์หรือไม่ โดยนำสองตัวแปรมาเปรียบเทียบ นั่นคือปริมาณจราจรในภาคสนามเปรียบเทียบกับปริมาณจราจรที่แบบจำลองวิเคราะห์ออกมาได้ และความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากการ Spot Speed มาเปรียบเทียบกับความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง ผลการวิเคราะห์เป็นไปดังนี้

4.1.1 ผลการเปรียบเทียบค่า GEH ของแบบจำลองพื้นฐาน

ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบจำลองโดยการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณจราจรภาคสนามดังที่แสดงในตารางที่ 1 (จำนวน 2365 คัน) และปริมาณจราจรในแบบจำลอง (จำนวน 2202 คัน) พบว่าในสัดส่วนของปริมาณจราจรทั้งหมดมีค่า GEH เท่ากับ 3.41 และปริมาณการจราจรเฉพาะรถโดยสารประจำทางมีค่า GEH เท่ากับ 0.08 ซึ่งทั้งสองค่ามีค่าต่ำกว่า 4 ดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 1 ปริมาณการจราจรบนหน้าตัดของช่วงถนนที่ทำการศึกษา

Time	ประเภทรถ						
	MC	Car	Van	Bus	Small Truck	Truck	Total
7.45-8.00	245	289	33	49	2	0	618
8.00-8.15	255	283	25	39	1	0	603
8.15-8.30	272	240	27	34	3	0	576
8.30-8.45	258	243	29	36	2	0	568
All	1030	1055	114	158	8	0	2365

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่า GEH ของแบบจำลองพื้นฐาน

Raw Data	Vissim	GEH	
2365	2202	3.41	< 4
			Pass

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่า GEH ของแบบจำลองพื้นฐาน (เฉพาะ Bus)

Raw Data	Vissim	GEH	
158	157	0.08	< 4
			Pass

ผลลัพธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองนี้เป็นไปตามเกณฑ์ปรับแก้ของ Dowling (2004) และมีสภาพการจราจรใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัจจุบันอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ สามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองนำมาวิเคราะห์ในลำดับต่อไป

4.1.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็ว

การเปรียบเทียบความเร็วของรถระหว่างข้อมูลจากภาคสนามและข้อมูลที่ได้จาก VISSIM เป็นไปตามตารางที่ 4 จากการเปรียบเทียบพบว่าค่าที่ได้จากแบบจำลอง VISSIM นั้นมีความใกล้เคียงกับความเร็วรถในสถานการณ์จริง โดยข้อมูลความเร็วที่ได้จากโปรแกรม VISSIM มีค่าน้อยกว่าความเร็วรถในสถานการณ์จริงร้อยละ 11

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความเร็วรถของแบบจำลองพื้นฐาน

Raw Data (km/h)	Vissim (km/h)	Percent Diff
25.93	23.28	-11%

4.2 ผลจากแบบจำลอง

ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเป็นไปตามตารางที่ 5 และ 6 ซึ่งตารางที่ 5 แสดงผลของยานพาหนะทุกประเภท และตารางที่ 6 แสดงผลเฉพาะส่วนของรถโดยสารประจำทาง

ตารางที่ 5 ผลจากแบบจำลอง (รถทุกประเภท)

Scenario 1 (Avs 0 Percent)		
TIMEINT	QUEUEDELAY (s)	SPEEDAVG (km/h)
0-3600	61.74	23.275
Scenario 2 (Avs 100 Percent)		
TIMEINT	QUEUEDELAY (s)	SPEEDAVG (km/h)
0-3600	47.145	26.795
Percent Diff	-24%	15%

จากผลลัพธ์ในตารางที่ 5 พบว่าภาพรวมของสภาพการจราจรหลังเปลี่ยนรถโดยสารสาธารณะทั้งหมดเป็นรถโดยสารสาธารณะไร้คนขับ สภาพการจราจรโดยรวมมีแนวโน้มที่ดีขึ้น Queue Delay ลดลงร้อยละ 24 และความเร็วของยานพาหนะเพิ่มขึ้นร้อยละ 15

ตารางที่ 6 ผลจากแบบจำลอง (เฉพาะรถโดยสารประจำทาง)

Scenario 1 (Avs 0 Percent)		
TIMEINT	QUEUEDELAY (s)	SPEEDAVG (km/h)
0-3600	60.77	22.775
Scenario 2 (Avs 100 Percent)		
TIMEINT	QUEUEDELAY (s)	SPEEDAVG (km/h)
0-3600	47.985	28.175
Percent Diff	-21%	24%

จากผลลัพธ์ในตารางที่ 6 Queue Delay ของรถโดยสารประจำทางลดลงร้อยละ 21 และความเร็วของยานพาหนะเพิ่มขึ้นร้อยละ 24

4.3 Travel Time Delay

ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองในส่วนของ Travel Time Delay เป็นไปตามตารางที่ 7 และ 8 ซึ่งตารางที่ 7 แสดงผลของยานพาหนะทุกประเภท และตารางที่ 8 แสดงผลเฉพาะส่วนของรถโดยสารประจำทาง

ตารางที่ 7 Travel Time Delay (รถทุกประเภท)

Scenario 1 (Avs 0 Percent)			
	VEHDELAY (s)	STOPS	STOPDELAY (s)
	77.46	8.88	34.43
Scenario 2 (Avs 100 Percent)			
	VEHDELAY (s)	STOPS	STOPDELAY (s)
	64.39	7.08	16.31
%Diff	-17%	-20%	-53%

จากผลลัพธ์ที่แสดงตามตารางที่ 7 พบว่าการใช้รถโดยสารประจำทางไร้คนขับ ส่งผลให้ความล่าช้าจากการหยุดของจราจรโดยรวมลดลงถึงร้อยละ 53 จำนวนครั้งการหยุดโดยเฉลี่ยลดลงร้อยละ 20 และความล่าช้าลดลงร้อยละ 17

ตารางที่ 8 Travel Time Delay (เฉพาะรถโดยสารประจำทาง)

Scenario 1 (Avs 0 Percent)			
	VEHDELAY (s)	STOPS	STOPDELAY (s)
	75.01	5.82	31.48
Scenario 2 (Avs 100 Percent)			
	VEHDELAY (s)	STOPS	STOPDELAY (s)
	67.64	6.3	15.7
%Diff	-10%	8%	-50%

จากผลลัพธ์ที่แสดงตามตารางที่ 8 พบว่าการใช้รถโดยสารประจำทางไร้คนขับ ส่งผลให้ความล่าช้าจากการหยุดของรถโดยสารประจำทางลดลงร้อยละ 50 จำนวนครั้งการหยุดโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 8 และความล่าช้าลดลงร้อยละ 10

5. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบการจราจรระหว่างสถานการณ์ที่มีและไม่มีรถโดยสารสาธารณะไร้คนขับ โดยเก็บข้อมูลการจราจรบนถนนพหลโยธินฝั่งขาเข้ากรุงเทพมหานคร บริเวณป้ายรถโดยสารประจำทางตรงข้ามสวนจตุจักร และนำไปสร้างแบบจำลองผ่านโปรแกรม VISSIM โดยผลการศึกษาพบว่า การใช้รถสาธารณะไร้คนขับช่วยลดความล่าช้าจากการหยุด และความล่าช้าการเดินทาง ซึ่งความล่าช้าจากการหยุดของการจราจรโดยรวมลดลงถึงร้อยละ 53 และลดลงร้อยละ 50 ในรถโดยสารสาธารณะ มีความล่าช้าในการเดินทางของการจราจรโดยรวมลดลงร้อยละ 17 และลดลงร้อยละ 10 สำหรับรถโดยสารประจำทาง นอกจากนี้พบว่า ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 สำหรับการจราจรโดยรวม และเพิ่มขึ้นร้อยละ 24 สำหรับรถโดยสารสาธารณะ สรุปได้ว่าการใช้รถโดยสารสาธารณะไร้คนขับจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในด้านการให้บริการของรถโดยสารและส่งผลให้การจราจรมีความคล่องมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้การสนับสนุนโปรแกรมแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค PTV VISSIM

เอกสารอ้างอิง

[1] The Society of Automotive Engineers (SAE) (2021). Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles. pp. 28-29.

[2] TRANSPORTATION LETTERS (2020), VOL. 12, NO. 8, 540–549

[3] TEHNIKA – MAŠINSTVO 70 (2021), The Use of Autonomous Vehicles in Transportation, pp. 171-173

[4] Evripidou S, Georgiou K, Doitsidis L, Amanatiadis A. A, Zinonos Z. and Chatzichristofis S. A, Educational Robotics: Platforms, Competitions and Expected Learning Outcomes, IEEE Access, Vol. 8, pp. 219534-219562, 2020.

[5] PTV VISSIM (2020). User Manual, PTV Group.

[6] Dowling, R., Skabardonis, A., and Alexisdis, V. (2004). Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guideline for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software, Dowling Associates, Inc. pp.64, pp.109.