

ผลกระทบด้านการจราจรของยานยนต์ไร้คนขับบนถนนในเมืองโดยใช้การจำลอง Traffic Operational Impacts of Autonomous Vehicles on Urban Street using Simulation

กীরตินุช กิรติศิวกุล^{1*}, ผศ. ดร.วศิน เกียรติโกมล²

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

*Corresponding author address: keeranuch.kee@mail.kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติหรือยานยนต์ไร้คนขับ (Autonomous Vehicle) ซึ่งเป็นรูปแบบยานพาหนะประเภทที่มีการใช้ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ โดยไม่ต้องอาศัยมนุษย์ในการควบคุม งานวิจัยนี้เล็งเห็นถึงความสำคัญของผลกระทบด้านการจราจรบนถนนในเขตเมืองกรณีที่มีการใช้งานยานยนต์ไร้คนขับร่วมกับยานยนต์ประเภทอื่นๆ โดยเฉพาะรถจักรยานยนต์ที่มีใช้งานอย่างแพร่หลายในประเทศไทย โดยศึกษาช่วงถนนประชาอุทิศ บริเวณทางเชื่อมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และซอยประชาอุทิศ45 ที่อยู่เอียงกันทั้ง 2 ฝั่งของถนน ซึ่งช่วงถนนดังกล่าวมีการจราจรหนาแน่น ไม่มีการควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร และมีทางเชื่อมทั้ง 2 ฝั่งอยู่ใกล้กัน ทำให้ช่วงถนนดังกล่าวมีลักษณะการตัดกันของกระแสจราจรคล้ายกับทางแยกเอียง (Staggered Intersection) การศึกษานี้ใช้แบบจำลองจราจรระดับจุลภาค PTV VISSIM ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการจราจรเพื่อเปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์พื้นฐานโดยไม่มียานยนต์ไร้คนขับในกระแสจราจร และสถานการณ์ที่มียานยนต์ไร้คนขับแทนที่ยานยนต์ส่วนบุคคล ผลการศึกษาพบว่าเมื่อมีการใช้งานยานยนต์ไร้คนขับแทนยานยนต์ปกติบนโครงข่ายถนนที่ศึกษาส่งผลกระทบต่อให้การจราจรเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น 21% มีความยาวของแถวคอยที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยลดลงประมาณ 90% และความล่าช้าจากการเดินทางในโครงข่ายถนนที่ศึกษาน้อยลง 75%

คำสำคัญ: การจำลองจราจรระดับจุลภาค, โปรแกรม PTV VISSIM, ผลด้านการจราจร, ยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ

Abstract

There has been a development of autonomous vehicles in the automotive industry. An autonomous vehicle uses an automated driving system; therefore, it does not need a human driver to control the vehicle. This paper focuses on the operational impacts of autonomous vehicles under urban traffic conditions with motorcycles, which are the most widely used in Thailand. The selected roadway for this study is a section of Pracha Uthit Road between King Mongkut's University of Technology Thonburi and Pracha Uthit Soi 45, which has relatively high traffic volume. The study section consists of two junctions similar to a staggered intersection without traffic signal control. This study analyzes the traffic operational performance of the study road section under the base scenario and the scenario with all passenger vehicles replaced by autonomous

vehicles using microscopic simulation software, PTV VISSIM. The results show that the roadway operational performance would be impacted by autonomous vehicle usage. The scenario with all passenger vehicles replaced by autonomous vehicles would result in the network's average speed increase by 21%, average queue length and vehicle delay reduction by 90% and 75%, respectively.

Keywords: Microscopic Simulation, PTV VISSIM, Operational Impact, Autonomous Vehicle

1. บทนำ

ยานยนต์ไร้คนขับ (Autonomous Vehicles) เป็นนวัตกรรมที่มีการพัฒนาในอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งเป็นยานพาหนะที่ใช้ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติโดยไม่ต้องอาศัยคนควบคุม ยานยนต์ไร้คนขับอาศัยเทคโนโลยีที่หลากหลายของระบบการทำงานในการตรวจจับวัตถุรอบข้าง การมองเห็น การเข้าใจสภาพแวดล้อมของโครงข่ายถนน การตัดสินใจและตอบสนองต่อเหตุการณ์ ช่วยลดความผิดพลาดจากการขับซึ่งของมนุษย์ และยังเป็นตัวเลือกในการเดินทางสำหรับบุคคลที่ไม่สามารถขับรถได้ด้วยตนเอง ผลการวิจัยในต่างประเทศที่ศึกษาเกี่ยวกับยานยนต์ไร้คนขับมีการระบุว่า ยานยนต์ไร้คนขับจะส่งผลให้การจราจรบนถนนมีการเคลื่อนตัวได้ดีขึ้นและลดการจราจรที่ติดขัดได้

ปัจจุบันประชากรในประเทศไทยมีความต้องการในการเดินทางเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเห็นได้ชัดสำหรับจำนวนรถประเภทรถยนต์ส่วนบุคคล และรถจักรยานยนต์ และมีตัวเลือกในการเดินทางโดยยานพาหนะเพิ่มมากขึ้น เมื่อเทียบกับข้อมูลสถิติย้อนหลัง [1] สำหรับจำนวนรถที่จดทะเบียน ซึ่งส่งผลให้เกิดการจราจรบนถนนที่ติดขัดมากขึ้น พิจารณาได้จากการจราจรที่ติดขัดบนถนนกรุงเทพมหานครเมื่อเทียบกับข้อมูลดัชนีรถติดย้อนหลัง [2] สำหรับสถานการณ์จราจรปัจจุบันในประเทศไทย การใช้งานยานยนต์ไร้คนขับมีแนวโน้มส่งผลต่อประสิทธิภาพการเดินทาง และการเคลื่อนตัวของรถบนโครงข่ายถนน ดังนั้นจึงควรมีการพิจารณาผลกระทบด้านการจราจร (Traffic Operational Impacts) ของบริเวณทางแยกถนนในประเทศไทย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบทางด้านการจราจรบนโครงข่ายถนนจากการใช้งานยานยนต์ไร้คนขับ โดยเลือกพื้นที่ศึกษาเป็นบริเวณช่วงถนนในเมืองที่มีทางเชื่อมทั้ง 2 ฝั่ง ซึ่งมีลักษณะเป็นทางแยกเอียงและไม่มีสัญญาณไฟจราจรควบคุม และทำการเปรียบเทียบผลการจราจรภายใต้สถานการณ์การจราจรปกติและสถานการณ์ที่มีการใช้ยานยนต์ไร้คนขับ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของยานยนต์ไร้คนขับ

ยานพาหนะทั้งหมดที่มีระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติระดับสูงโดยที่ผู้ขับขี่ไม่จำเป็นต้องควบคุมพวงมาลัย แต่พร้อมที่จะสามารถเข้าควบคุมเมื่อจำเป็น ไปจนถึงระดับของยานพาหนะยานยนต์ที่ไม่จำเป็นต้องมีผู้ขับขี่และพวงมาลัย ในขณะที่มีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง ยานยนต์ไร้คนขับจะยังใช้ความหลากหลายของเทคโนโลยีเพื่อติดตาม ตรวจสอบ สภาพแวดล้อม อย่างเช่น การใช้เรดาร์ แสงเลเซอร์ ระบบระบุตำแหน่งบนโลก(GPS) เครื่องวัดระยะทาง และคอมพิวเตอร์วิทัศน์ [3]

2.2 ระดับของยานยนต์ไร้คนขับ

Society of Automotive Engineer (SAE) จัดระดับความสามารถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติของยานยนต์ไร้คนขับ 6 ระดับ [4] ดังนี้

2.2.1 ระดับ 0 (No Driving Automation)

ยานยนต์ไร้คนขับในระดับนี้เป็นการขับขี่แบบไดนามิกซึ่งต้องถูกควบคุมโดยผู้ขับขี่ทั้งหมด

2.2.2 ระดับ 1 (Driver Assistance)

ยานยนต์จะยังถูกควบคุมโดยผู้ขับขี่ซึ่งมีระบบการช่วยเหลือผู้ขับขี่เพียงระบบเดียว ได้แก่ ระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติ โดยยานยนต์จะสามารถเคลื่อนที่หรือจอดได้ในระยะที่ปลอดภัยหลังยานยนต์คันถัดไป

2.2.3 ระดับ 2 (Partial Driving Automation)

ยานยนต์ระดับนี้มีระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ขั้นสูง(Advanced Driver-Assistance System, ADAS) โดยยานพาหนะสามารถควบคุมได้ทั้งการบังคับเลี้ยวและการเร่งหรือลดความเร็วของยานพาหนะ

2.2.4 ระดับ 3 (Conditional Driving Automation)

ยานยนต์ระดับนี้มีระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ(Automated Driving System, ADS) ซึ่งมีความสามารถในการตรวจจับสภาพแวดล้อมและสามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเองโดยพิจารณาอย่างมีข้อมูล อย่างเช่น การเร่งแซงยานพาหนะที่ขับเคลื่อนช้า แต่ยังคงต้องการการขับขี่แทนที่ของมนุษย์ในสภาพที่พร้อมจะเข้าควบคุมในกรณีที่ระบบไม่สามารถดำเนินการได้

2.2.5 ระดับ 4 (High Driving Automation)

ยานยนต์ระดับนี้มีระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ(Automated Driving System, ADS) และสามารถเข้าแทรกแซงได้เมื่อระบบขัดข้อง ส่วนมากยานยนต์ในระดับนี้ไม่ต้องการการปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์ แต่มนุษย์จะยังมีตัวเลือกในการเข้าแทนที่เพื่อควบคุมยานพาหนะด้วยตนเอง

2.2.6 ระดับ 5 (Full Driving Automation)

ยานยนต์ระดับนี้ไม่ต้องการการควบคุมจากการขับขี่ของมนุษย์ การขับขี่แบบไดนามิกจะถูกจัดออกไป และสามารถเคลื่อนที่ไปได้ทุกที่และทำทุกอย่างเหมือนคนขับรถที่มีประสบการณ์สามารถทำได้

2.3 งานวิจัยในการจำลองยานยนต์ไร้คนขับด้านการจราจร

Mohammed Obaid (2021) [5] ทำการจำลองพื้นที่ในเมือง Budapest ประเทศ Hungary ซึ่งโครงข่ายถนนประกอบด้วยถนนวงแหวนและถนนที่กระจายตัวออกไปจากศูนย์กลางเมือง โดยกำหนดสถานการณ์ที่เริ่มจากมีสัดส่วนยานยนต์ปกติร้อยละ 100 ถึงสัดส่วนของยานยนต์ไร้คนขับร้อยละ 100 ของยานยนต์ปกติ ซึ่งแบ่งช่วงสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นทีละร้อยละ 10 และแบ่งผลการวิเคราะห์ตาม Passenger cars classes และ Heavy

vehicle classes งานวิจัยใช้แบบจำลอง The Unified Traffic Model Budapest (EFM) ซึ่งสร้างโดย The Transport Corporation of Budapest และถูกพัฒนาโดยใช้โปรแกรม PTV Visum ซึ่งผลของเวลาในหน่วยชั่วโมงและระยะทางในหน่วยกิโลเมตรที่เดินทางสำหรับ Passenger cars classes ลดลง 8.41% และ 1.61% ตามลำดับ ซึ่งส่งผลต่อการเดินทางในโครงข่ายถนนที่ดีขึ้น สำหรับ Heavy vehicle classes ลดลง 6.11% และ 0.49% ตามลำดับ และยานยนต์ไร้คนขับส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความล่าช้าทั้งหมดและความเร็วเฉลี่ยของโครงข่ายถนนซึ่งมีค่าลดลง 37.87% และเพิ่มขึ้น 4.08% ตามลำดับ

Shladover (2012) [6] ได้ทำการศึกษาเพื่อประมาณผลกระทบต่อความจุบนถนน ซึ่งใช้โปรแกรม AIMSUN ในการสร้างแบบจำลองจราจร ในช่วงของถนนทางด่วนมีความยาว 6.5 กิโลเมตร มีการจำกัดความเร็ว 105 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในการจำลองเพื่อวิเคราะห์ผลใช้เวลาทั้งหมด 1 ชั่วโมง ซึ่งโปรแกรมทำการวิเคราะห์ผลทุก 0.1 วินาที และบันทึกผลการวิเคราะห์ที่แบ่งเป็นช่วงเวลาละ 5 นาที และเวลาอันเนื่องในการวิเคราะห์แบบจำลอง 5 นาที เมื่อมีการสมมติว่ายานยนต์ไร้คนขับมีการติดตั้ง Cooperative Adaptive Cruise Control (CACC) [7] พบว่าที่สัดส่วนยานยนต์ไร้คนขับร้อยละ 10 ความล่าช้าของการจราจรบนทางด่วนจะลดลงโดยประมาณ 15% ที่สัดส่วนยานยนต์ไร้คนขับร้อยละ 50 ถนนมีความจุเพิ่มขึ้นโดยประมาณ 20% การติดขัดของการจราจรและความล่าช้าลดลง 4.5% และ 35% ตามลำดับ และมีการประมาณว่าการติดขัดของการจราจรบนทางด่วนจะลดลงโดยประมาณ 60% เมื่อมีสัดส่วนยานยนต์ไร้คนขับร้อยละ 90

Zohdy และ Rakha (2016) [8] ได้ศึกษาผลกระทบการควบคุมทางแยก iCACC (intersection management for CACC equipped vehicles) ซึ่งมีการสมมติให้สามารถควบคุมยานยนต์อัตโนมัติที่เข้าเขตทางแยกได้อย่างสมบูรณ์ ทางแยกศึกษาที่มี 4 ทิศ แต่ละทิศมี 4 ช่องจราจร ซึ่งแต่ละช่องจราจรมีความกว้าง 3.5 เมตร โดยทำการเปรียบเทียบกับทางแยกที่มีการควบคุมแบบดั้งเดิม ได้แก่ ทางแยกที่มีการควบคุมโดยสัญญาณไฟจราจร มีป้ายหยุดทุกทิศทางและวงเวียน ใช้โปรแกรม INTEGRATION ในการสร้างแบบจำลองทางแยกทุกรูปแบบ ซึ่งเมื่อมีการสมมติให้มีสัดส่วนยานยนต์ไร้คนขับระดับ 4 หรือ ระดับ 5 100% บนโครงข่ายถนน [9] พบว่าค่าความล่าช้าเฉลี่ยบริเวณทางแยกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ 90% เมื่อเทียบกับทางแยกที่มีการควบคุมแบบดั้งเดิมรูปแบบอื่น

2.4 โปรแกรมแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค PTV VISSIM

โปรแกรมแบบจำลองเสมือนจริง VISSIM เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์สภาพการจราจรภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ที่พัฒนาโดยบริษัท PTV ประเทศเยอรมัน โปรแกรม VISSIM ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นโปรแกรมจำลองระดับจุลภาคที่สามารถติดตามพฤติกรรมรถเคลื่อนที่แบบพลวัต (Dynamic) ของยานพาหนะแต่ละประเภทเป็นรายคัน นอกจากนี้โปรแกรม VISSIM ยังมีจุดเด่นในด้านความสามารถการจำลองรูปแบบการเดินทางหลายรูปแบบ ได้แก่ รถยนต์ รถโดยสาร รถไฟ จักรยาน และการเดิน รวมถึงความยืดหยุ่นในการปรับแก้ค่าตัวแปรพื้นฐานให้สอดคล้องกับพฤติกรรมจริง และการแสดงผลในรูปแบบสามมิติ โปรแกรม VISSIM จะจำลองพฤติกรรมรถเคลื่อนที่โดยอาศัยการคำนวณพฤติกรรมจราจร การขับขี่ตามกัน และสถานะขององค์ประกอบต่างๆ ในแบบจำลองทุกช่วงเวลา (Time Step) ในระดับวินาทีภายใต้เงื่อนไขสภาพการจราจร เช่น จำนวนช่องจราจร สัดส่วนและจำนวนยานพาหนะแต่ละประเภท รอบสัญญาณไฟจราจร ความเร็วจราจร และพฤติกรรมรถเคลื่อนที่ [10]

2.5 ความหมายของผลด้านการจราจรในโปรแกรม PTV VISSIM

นิยามของค่าทางด้านการจราจรที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลของงานวิจัย [11] มีดังนี้

2.5.1 ค่าทางด้านจราจรที่ได้จาก Data Collection Measurement

- *Speed Harmonic* (หน่วย: กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
ความเร็วเฉลี่ยแบบฮาร์โมนิกของยานพาหนะทั้งหมด

- *Queue Delay* (หน่วย: วินาที)
เวลาทั้งหมดที่ยานพาหนะทั้งหมดใช้เวลาอยู่ในแถวคอย

2.5.2 ค่าทางด้านจราจรที่ได้จาก Queue counter

- *Queue Length* (หน่วย: เมตร)
ระยะทางที่มีค่ามากที่สุดระหว่างจุดวัดจราจร(Traffic counter) และยานพาหนะที่เข้าเงื่อนไขการเกิดแถวคอยซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของความยาวแถวคอย

- *Queue Length Maximum* (หน่วย: เมตร)
ในแต่ละช่วงเวลาความยาวแถวคอยจะถูกวัดค่าในทิศทางเข้าสู่แยกโดย Queue counter ที่กำหนดเองและถูกนำมาหาค่าที่มากที่สุดในแต่ละช่วงเวลา

- *Queue Stops* (หน่วย: จำนวนครั้ง)
จำนวนครั้งการหยุดในแถวคอย ซึ่งเป็นช่วงที่ยานพาหนะหนึ่งคันมุ่งหน้าเข้าแยกหรืออยู่ภายในช่วงความยาวของแถวคอย และความเร็วเริ่มลดลงจนยานพาหนะหยุดเคลื่อนที่

2.5.3 ค่าทางด้านจราจรที่ได้จาก Node Evaluation

- *Vehicle Delay* (หน่วย: วินาทีต่อคัน)
ความล่าช้าเฉลี่ยของยานพาหนะทั้งหมด โดยความล่าช้าของยานพาหนะที่ออกจากจุดวัดระยะเวลาเดินทางเป็นค่าที่ได้จากค่าของเวลาการเดินทางทางทฤษฎี(Theoretical travel time) หักออกจากเวลาการเดินทางจริง (Actual travel time)

- *Stopped Delay* (หน่วย: วินาทีต่อคัน)
ความล่าช้าเฉลี่ยจากการหยุดของยานพาหนะ 1 คัน โดยที่ไม่มีการหยุดที่ป้ายจอดรถโดยสารสาธารณะ(PT stops) หรือที่จุดจอดรถ (Parking lots)

- *Stops* (หน่วย: วินาทีต่อคัน)
จำนวนครั้งเฉลี่ยการหยุดของยานพาหนะ 1 คัน โดยที่ไม่มีการหยุดที่ป้ายจอดรถโดยสารสาธารณะ(PT stops) หรือที่จุดจอดรถ (Parking lots)

- *Queue Length* (หน่วย: เมตร)
ค่ากลางของความยาวแถวคอยเฉลี่ยทั้งหมดในพื้นที่ Node โดยโปรแกรม PTV VISSIM จะกำหนด Queue counter ใน Node เพื่อหาความยาวแถวคอย และโปรแกรมจะคำนวณหาค่าเฉลี่ยความยาวแถวคอยที่ได้จาก Queue counter และหาค่ากลาง

- *Queue Length Maximum* (หน่วย: เมตร)
ความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดที่เกิดในแถวคอย

2.6 ตรรกะการขับขี่(Driving Logic) ของยานยนต์ไร้คนขับในโปรแกรม PTV VISSIM

CoExist ได้แบ่งตรรกะการขับขี่ของยานยนต์ไร้คนขับเป็น 4 ตรรกะ [12-13] ที่อธิบายโดยอ้างอิงจากหลักการของโมเดล Wiedemann99 และการปรับพารามิเตอร์การขับขี่และคุณสมบัติเพิ่มเติม ดังนี้

2.6.1 Rail Safe

เป็นพฤติกรรมการขับขี่ที่พบได้ในลักษณะสภาพแวดล้อมปิดและควบคุมได้ ซึ่งสามารถพบได้ในท่าเรือหรือภายในโรงงาน โดยมีการแยกช่องจราจรทางกายภาพหรือมีระยะห่างด้านข้างขนาดใหญ่ มีการกำหนดเส้นทางที่ยานพาหนะเคลื่อนที่ได้ไว้ล่วงหน้า และไม่มีแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร

2.6.2 Cautious

ยานพาหนะจะปฏิบัติตามกฎจราจรและขับอย่างปลอดภัย อาจจะมีแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจรและการขับขี่ที่อาจมีการเปลี่ยนช่องจราจรแต่ยานพาหนะจะเว้นระยะห่างที่ค่อนข้างกว้าง

2.6.3 Normal

ยานพาหนะมีพฤติกรรมคล้ายกับการขับขี่โดยมนุษย์ และมีความสามารถเพิ่มเติมในการวัดระยะทาง ความเร็วของยานพาหนะรอบข้างในระยะของช่วงเซ็นเซอร์

2.6.4 All-knowing

ยานพาหนะมีการรับรู้และความสามารถในการคาดการณ์อย่างมาก ซึ่งจะทำให้ระยะห่างระหว่างยานพาหนะลดลงสำหรับทุกสถานการณ์ และคาดว่ายานพาหนะจะมีพฤติกรรมแบบมีส่วนร่วม(Cooperative Behaviour)

2.7 พารามิเตอร์พฤติกรรมกรรมการขับขี่ (Driving Behaviour Parameters) ของยานยนต์ไร้คนขับในโปรแกรม PTV VISSIM

จะต้องทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ของพฤติกรรมกรรมการขับขี่เหล่านี้ในแถบ Base Data เมนู Driving Behaviours ในโปรแกรม PTV VISSIM โดยค่าพารามิเตอร์ตั้งต้นของยานยนต์ไร้คนขับในโปรแกรมจะมีค่าตรงกับค่าพารามิเตอร์ของ CoExist [12-13] ซึ่งประกอบด้วยพารามิเตอร์ ดังนี้

2.7.1 Following Behaviour

เป็นพารามิเตอร์ในการมองเห็นวัตถุต่างๆในด้านหน้าและด้านหลังรอบยานพาหนะ

2.7.2 Car Following Model

เป็นพารามิเตอร์ในการขับขี่ตามกันของยานพาหนะ การรักษาระยะห่างระหว่างคัน โดยโมเดล Wiedemann99 จะมีการปรับค่าพารามิเตอร์ที่มีความละเอียดและซับซ้อนกว่าโมเดล Wiedemann74 จึงทำให้มีพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับยานยนต์ไร้คนขับมากกว่า

2.7.3 Lane Changing Behaviour

เป็นพารามิเตอร์เกี่ยวกับการเปลี่ยนช่องจราจรของยานพาหนะในการเคลื่อนที่ในแบบจำลอง

2.7.4 Lateral Behaviour

เป็นพารามิเตอร์ในการช่วยรักษาตำแหน่งของยานพาหนะให้มีระยะด้านข้างที่เหมาะสม

2.7.5 Signal control Behaviour

เป็นพารามิเตอร์ของพฤติกรรมยานยนต์เมื่อมีการเข้าใกล้และตอบสนองต่อสัญญาณไฟจราจร

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเก็บข้อมูลจราจร

3.1.1 วิธีการเก็บข้อมูล

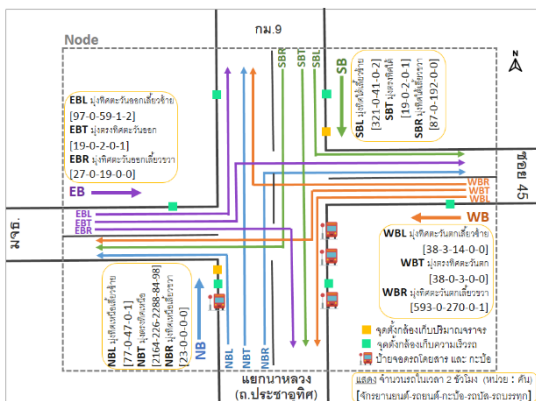
เก็บข้อมูลปริมาณจราจรและความเร็วรถภาคสนาม วันอังคาร ที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 เวลา 7:00-9:00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า) และ 16:00-18:00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น) ซึ่งตั้งกล้องเพื่อบันทึกคลิปวิดีโอและนับข้อมูลปริมาณจราจรและความเร็วจากคลิปวิดีโอ โดยนับข้อมูลที่แบ่งเวลาช่วงละ 15 นาที แยกตามประเภทรถจักรยานยนต์ รถกะบ้อ รถยนต์ส่วนบุคคล(ยานยนต์ปกติ) รถโดยสารสาธารณะ และรถบรรทุก

3.1.2 ปริมาณจราจร (Volume)

ใช้ข้อมูลจำนวนรถในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ตามทิศทางจราจรซ้ายขวาตรง และซ้ายขวา เคลื่อนที่มุ่งทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก โดยจุดเก็บข้อมูลและทิศทางของปริมาณจราจรแสดงดังในรูปที่ 1

ปริมาณจราจรขาเข้าแยกที่ได้จากภาคสนามที่แยกตามประเภทรถ คิดเป็นสัดส่วนตามทิศ ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

- มุ่งทิศเหนือ มีสัดส่วนรถจักรยานยนต์ รถกะบ้อ รถยนต์ รถโดยสาร และรถบรรทุก เป็น 45% 5% 47% 2% และ 2% ตามลำดับ
- มุ่งทิศใต้ มีสัดส่วนรถจักรยานยนต์ รถกะบ้อ รถยนต์ รถโดยสาร และรถบรรทุก เป็น 53% 7% 39% 1% และ 0% ตามลำดับ
- มุ่งทิศตะวันออก มีสัดส่วนรถจักรยานยนต์ รถกะบ้อ รถยนต์ รถโดยสาร และรถบรรทุก เป็น 63% 0% 35% 0% และ 1% ตามลำดับ
- มุ่งทิศตะวันตก มีสัดส่วนรถจักรยานยนต์ รถกะบ้อ รถยนต์ รถโดยสาร และรถบรรทุก เป็น 70% 0% 30% 0% และ 0% ตามลำดับ



รูปที่ 1 จุดเก็บข้อมูลและปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง

ตารางที่ 1 สัดส่วนรถที่แยกตามประเภทของแต่ละทิศ

ทิศทาง	รถจักรยานยนต์	รถกะบ้อ	รถยนต์	รถโดยสาร	รถบรรทุก
เข้าแยก มุ่งทิศเหนือ	45%	5%	47%	2%	2%
เข้าแยก มุ่งทิศใต้	53%	7%	39%	1%	0%
เข้าแยก มุ่งทิศตะวันออก	63%	0%	35%	0%	1%
เข้าแยก มุ่งทิศตะวันตก	70%	0%	30%	0%	0%
รวมเข้าแยกทุกทิศ	51%	5%	42%	1%	1%

3.1.3 ความเร็วรถ (Speed)

วิเคราะห์หาค่าความเร็วด้วยวิธี Space mean speed โดยจับเวลาเมื่อรถวิ่งผ่านช่วงถนนระหว่างจุดแรกและจุดสุดท้ายที่กำหนด วัดระยะห่างระหว่าง 2 จุดจากภาคสนาม และหาค่าเฉลี่ยความเร็วรถจากจำนวนรถทั้งหมดที่จับเวลาซึ่งแยกตามประเภทรถในแต่ละช่วง โดยเก็บข้อมูลตามทิศที่เคลื่อนที่มุ่งทิศเหนือและมุ่งทิศใต้ในช่วงขาเข้าและออกแยก มุ่งทิศตะวันออกและตะวันตกขาเข้าแยก ซึ่งจุดเก็บข้อมูลแสดงดังในรูปที่ 1 และแต่ละช่วงเวลาที่ใช้ข้อมูลตามทิศทาง แสดงดังในตารางที่ 2 โดยใช้ข้อมูลความเร็วรถ 2 ช่วง ได้แก่

- ข้อมูลช่วงรถติด

เก็บข้อมูลเฉพาะรถยนต์ส่วนบุคคล เพื่อนำไปใช้เทียบข้อมูลความเร็วจากแบบจำลอง

- ข้อมูลช่วงที่รถเคลื่อนที่คล่องตัว

เก็บข้อมูลแยกตามประเภทรถ เพื่อนำไปใช้สำหรับการป้อนข้อมูลความเร็วที่รถเคลื่อนที่ในโปรแกรม PTV VISSIM

ตารางที่ 2 ช่วงเวลาที่ใช้ข้อมูลในการเทียบและป้อนข้อมูลความเร็วตามทิศทาง

ทิศทาง	ความเร็วรถวิ่งในแบบจำลอง	เปรียบเทียบความเร็วจากแบบจำลอง
เข้าแยก มุ่งทิศเหนือ	ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า
ออกแยก มุ่งทิศเหนือ	ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	
เข้าแยก มุ่งทิศใต้	ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	
ออกแยก มุ่งทิศใต้	ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า	

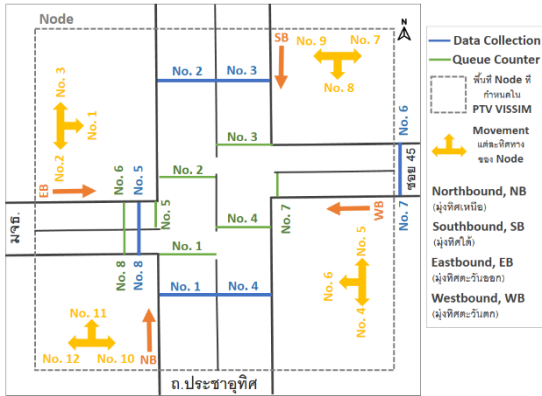
3.2 ข้อมูลพื้นที่ที่ศึกษา

3.2.1 ลักษณะทางกายภาพของทางแยกพื้นที่ศึกษา

แยกพื้นที่ศึกษาเป็นทางแยกเอียงที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร ซึ่งประกอบด้วย ถนนทางเข้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี(มจธ.) ถนนประชาอุทิศ และซอยประชาอุทิศ45 ดังแสดงในรูปที่ 2 โดย

ถนนทางเข้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มี 4 ช่องจราจร วิ่งในทิศตะวันออก-ตะวันตก ทิศตะวันออกบรรจบกับถนนประชาอุทิศ ทิศตะวันตกบรรจบกับบริเวณภายในมหาวิทยาลัย

ถนนประชาอุทิศ มี 4 ช่องจราจร วิ่งในทิศเหนือ-ใต้ ทิศเหนือบรรจบกับถนนสุขสวัสดิ์ ทิศใต้บรรจบกับแยกนาหลวง



รูปที่ 4 จุดวัดค่าต่างๆในโปรแกรม PTV VISSIM และขอบเขต Node

4.1 ผลการวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ยรถ (Speed Average Harmonic) ในแต่ละทิศทางบริเวณแยกพื้นที่ศึกษา

ผลการวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ยรถแต่ละทิศทางบริเวณแยกพื้นที่ที่กำหนด Data Collection Measurement ใน PTV VISSIM จะแสดงผลที่ได้จากแบบจำลองและการเปรียบเทียบผลของสถานการณ์ที่ 2 เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ 1

เมื่อโครงข่ายถนนประกอบด้วยยานยนต์ไร้คนขับ ในทิศทางที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด(Peak direction) (มุ่งทิศเหนือ) จราจรจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น 63% ทิศที่มีปริมาณจราจรน้อยกว่าทิศที่มุ่งทิศเหนือ (มุ่งทิศใต้) จะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น 5% และจราจรที่เคลื่อนที่ออกจากซอยประชาอุทิศ45 เคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น 66% ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงค่าความเร็วที่สอดคล้องกับตัวเลขของสถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติก และมียานยนต์ไร้คนขับตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลและการเปรียบเทียบความเร็วรถเฉลี่ยของ 2 สถานการณ์

Data Collection No. - ทิศทาง	สถานการณ์1 (กม./ชม.)	สถานการณ์2 (กม./ชม.)	เปรียบเทียบ (%) กับ สถานการณ์1	
No.1 - เข้าแยก มุ่งทิศเหนือ	23	31	35%	63%
No.2 - ออกแยก มุ่งทิศเหนือ	17	34	100%	
No.3 - เข้าแยก มุ่งทิศใต้	59	62	5%	5%
No.4 - ออกแยก มุ่งทิศใต้	47	49	4%	
No.5 - เข้าแยก มุ่งทิศตะวันออก	21	21	0%	0%
No.6 - ออกแยก มุ่งทิศตะวันออก	54	54	0%	
No.7 - เข้าแยก มุ่งทิศตะวันตก	14	25	79%	66%
No.8 - ออกแยก มุ่งทิศตะวันตก	24	38	58%	
บริเวณแยก	32	39	21%	

เป็นผลที่ได้จาก Data Collection Measurement

4.2 ผลการวิเคราะห์ Queue Length, Queue Length Maximum และ Queue Stops ในแต่ละทิศทางบริเวณแยกพื้นที่ศึกษา

ผลการวิเคราะห์ Queue Length, Queue Length Maximum และ Queue Stops แต่ละทิศทางบริเวณแยก ที่กำหนด Queue Counter ใน PTV VISSIM จะแสดงผลที่ได้จากแบบจำลองและการเปรียบเทียบผลของสถานการณ์ที่ 2 เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ 1

เมื่อมียานยนต์ไร้คนขับบนทางแยก จุดที่เข้าแยก มุ่งทิศเหนือ(No.1) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการรอรถบนถนนหลักเพื่อเลี้ยวขวาเพื่อเข้าถนนรอง จะช่วยลดความยาวแถวคอยได้ 77% จุดที่ออกแยก มุ่งทิศเหนือ(No.2) เป็นบริเวณ

ที่มีการรอรถออกจากถนนรองเพื่อเลี้ยวขวาเข้าถนนหลัก จะช่วยลดความยาวแถวคอยได้ 75% จุดที่เข้าแยก มุ่งทิศใต้(No.3) เป็นบริเวณที่มีการรอรถบนถนนหลักเพื่อเลี้ยวขวาเข้าถนนรอง จะช่วยลดความยาวแถวคอยได้ 89% และจุดที่ออกแยก มุ่งทิศใต้(No.4) เป็นบริเวณที่มีการรอรถออกจากถนนรองเพื่อเลี้ยวขวาเข้าถนนหลัก จะช่วยลดความยาวแถวคอยได้ 95%

และเมื่อพิจารณาจราจรในแต่ละทิศ ความยาวแถวคอยในทิศที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด(Peak direction) (มุ่งทิศเหนือ) จะลดลง 77% ทิศที่มีปริมาณจราจรน้อยกว่าทิศที่มุ่งทิศเหนือ (มุ่งทิศใต้) จะมีความยาวแถวคอยลดลง 95% จราจรที่เคลื่อนที่ออกจากซอยประชาอุทิศ45 จะมีความยาวแถวคอยลดลง 93% ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงค่าความยาวแถวคอยที่สอดคล้องกับตัวเลขของสถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติก และมียานยนต์ไร้คนขับ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลและการเปรียบเทียบ Queue Length 2 สถานการณ์

Queue Counter No. - ทิศทาง	Queue Length (เมตร)			
	สถานการณ์ 1	สถานการณ์ 2	เปรียบเทียบ (%) กับ สถานการณ์1	
No.1 - เข้าแยก มุ่งทิศเหนือ	53	12	-77%	-77%
No.2 - ออกแยก มุ่งทิศเหนือ	4	1	-75%	
No.3 - เข้าแยก มุ่งทิศใต้	9	1	-89%	-95%
No.4 - ออกแยก มุ่งทิศใต้	194	9	-95%	
No.5 - เข้าแยก มุ่งทิศตะวันออก	1	1	0%	0%
No.6 - ขาออก มจธ.	1	1	0%	
No.7 - เข้าแยก มุ่งทิศตะวันตก	155	11	-93%	-93%
No.8 - ขาเข้า มจธ.	3	0	-100%	
บริเวณแยก	53	5	-91%	

เป็นผลที่ได้จาก Queue Counter Result

เมื่อมียานยนต์ไร้คนขับบนทางแยก จุดที่เข้าแยก มุ่งทิศเหนือ(No.1) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการรอรถบนถนนหลักเพื่อเลี้ยวขวาเพื่อเข้าถนนรอง จะช่วยลดความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดได้ 49% จุดที่ออกแยก มุ่งทิศเหนือ(No.2) เป็นบริเวณที่มีการรอรถออกจากถนนรองเพื่อเลี้ยวขวาเข้าถนนหลัก จะช่วยลดความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดได้ 45% จุดที่เข้าแยก มุ่งทิศใต้(No.3) เป็นบริเวณที่มีการรอรถบนถนนหลักเพื่อเลี้ยวขวาเข้าถนนรอง จะช่วยลดความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดได้ 66% และจุดที่ออกแยก มุ่งทิศใต้(No.4) เป็นบริเวณที่มีการรอรถออกจากถนนรองเพื่อเลี้ยวขวาเข้าถนนหลัก จะช่วยลดความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดได้ 72%

และเมื่อพิจารณาจราจรในแต่ละทิศ ความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดในทิศที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด(Peak direction) (มุ่งทิศเหนือ) จะลดลง 48% ทิศที่มีปริมาณจราจรน้อยกว่าทิศที่มุ่งทิศเหนือ (มุ่งทิศใต้) จะมีความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดลดลง 71% และความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดสำหรับจราจรที่เคลื่อนที่ออกจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และซอยประชาอุทิศ45 จะลดลง 79% และ 77% ตามลำดับ ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงค่าความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดที่สอดคล้องกับตัวเลขของ

สถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติ และมียานยนต์ไร้คนขับ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลและการเปรียบเทียบ Queue Length Maximum 2 สถานการณ์

Queue Counter No. - ทิศทาง	Queue Length Maximum (เมตร)			เปรียบเทียบ (%) กับ สถานการณ์ 1	
	สถานการณ์ 1	สถานการณ์ 2			
No.1 - เข้าแยก มุ่งทิศเหนือ	195	100	-49%	-48%	
No.2 - ออกแยก มุ่งทิศเหนือ	56	31	-45%		
No.3 - เข้าแยก มุ่งทิศใต้	61	21	-66%	-71%	
No.4 - ออกแยก มุ่งทิศใต้	268	74	-72%		
No.5 - เข้าแยก มุ่งทิศตะวันออก	32	8	-75%	-79%	
No.6 - ขาออก มจร.	20	3	-85%		
No.7 - เข้าแยก มุ่งทิศตะวันตก	222	55	-75%	-77%	
No.8 - ขาเข้า มจร.	20	0	-100%		
บริเวณแยก	109	37	-67%		

เป็นผลที่ได้จาก Queue Counter Result

เมื่อมียานยนต์ไร้คนขับบนทางแยก จุดที่เข้าแยก มุ่งทิศเหนือ(No.1) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการรอรถบนถนนหลักแล้ววราเพื่อเข้าถนนรอง จะช่วยลดการหยุดในแถวคอยได้ 64% จุดที่ออกแยก มุ่งทิศเหนือ(No.2) เป็นบริเวณที่มีการรอรถออกจากถนนรองเพื่อแล้ววราเข้าถนนหลัก จะช่วยลดการหยุดในแถวคอยได้ 75% จุดที่เข้าแยก มุ่งทิศใต้(No.3) เป็นบริเวณที่มีการรอรถบนถนนหลักเพื่อแล้ววราเข้าถนนรอง จะช่วยลดการหยุดในแถวคอยได้ 80% และจุดที่ออกแยก มุ่งทิศใต้(No.4) เป็นบริเวณที่มีการรอรถออกจากถนนรองเพื่อแล้ววราเข้าถนนหลัก จะช่วยลดการหยุดในแถวคอยได้ 81%

และเมื่อพิจารณาจราจรในแต่ละทิศ ทิศที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด (Peak direction) (มุ่งทิศเหนือ) จะมีการหยุดในแถวคอยลดลง 65% ทิศที่มีปริมาณจราจรน้อยกว่าทิศที่มุ่งทิศเหนือ (มุ่งทิศใต้) จะมีการหยุดในแถวคอยลดลง 81% จราจรที่เคลื่อนที่ออกจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และซอยประชาอุทิศ45 จะมีการหยุดในแถวคอยลดลง 85% และ 45% ตามลำดับ ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงปริมาณของการหยุดในแถวคอยที่สอดคล้องกับตัวเลขของสถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติ และมียานยนต์ไร้คนขับ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลและการเปรียบเทียบ Queue Stops 2 สถานการณ์

Queue Counter No. - ทิศทาง	Queue Stops (จำนวนครั้ง)			เปรียบเทียบ (%) กับ สถานการณ์ 1	
	สถานการณ์ 1	สถานการณ์ 2			
No.1 - เข้าแยก มุ่งทิศเหนือ	413	147	-64%	-65%	
No.2 - ออกแยก มุ่งทิศเหนือ	32	8	-75%		
No.3 - เข้าแยก มุ่งทิศใต้	84	17	-80%	-81%	
No.4 - ออกแยก มุ่งทิศใต้	204	39	-81%		
No.5 - เข้าแยก มุ่งทิศตะวันออก	2	2	0%	-85%	
No.6 - ขาออก มจร.	11	0	-100%		
No.7 - เข้าแยก มุ่งทิศตะวันตก	135	92	-32%	-45%	
No.8 - ขาเข้า มจร.	31	0	-100%		
บริเวณแยก	114	38	-67%		

เป็นผลที่ได้จาก Queue Counter Result

4.3 ผลการวิเคราะห์ Vehicle Delay, Stopped Delay และ Stops ในแต่ละทิศทางและทั้งหมดบริเวณแยกพื้นที่ศึกษา

ผลการวิเคราะห์ Vehicle Delay, Stopped Delay และ Stops ของแต่ละทิศทางบริเวณแยกในพื้นที่ที่กำหนด Node ใน PTV VISSIM จะแสดงผลที่ได้จากแบบจำลองและการเปรียบเทียบผลของสถานการณ์ที่ 2 เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ 1 ซึ่งผลที่ได้จาก Node Result จะเป็นผลของตลอดเส้นทางตามทิศการแล้ววรา ตรง และแล้ววรา ของทิศเหนือ ได้ตะวันออก และตะวันตก

เมื่อโครงข่ายถนนประกอบด้วยยานยนต์ไร้คนขับ ความล่าช้าจากการเดินทางที่เกิดขึ้นในทิศที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด(Peak direction) (มุ่งทิศเหนือ) จะลดลง 58% ทิศที่มีปริมาณจราจรน้อยกว่าทิศที่มุ่งทิศเหนือ (มุ่งทิศใต้) จะมีความล่าช้าจากการเดินทางลดลง 87% จราจรที่เคลื่อนที่ออกจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และซอยประชาอุทิศ45 จะมีความล่าช้าจากการเดินทางลดลง 61% และ 58% ตามลำดับ ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงปริมาณค่าความล่าช้าจากการเดินทางที่สอดคล้องกับตัวเลขของสถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติ และมียานยนต์ไร้คนขับ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลและการเปรียบเทียบ Vehicle Delay ของ 2 สถานการณ์

Movement ใน Node	สถานการณ์1 (วินาที/คัน)	สถานการณ์2 (วินาที/คัน)	เปรียบเทียบ (%) กับ สถานการณ์ 1	
No.1 EB มจธ. - ซอย 45	14	7	-50%	-58%
No.2 EB มจธ. - นาทหลวง	27	14	-48%	
No.3 EB มจธ. - กม.9	16	3	-81%	
No.4 WB ซอย 45 - นาทหลวง	243	24	-90%	-87%
No.5 WB ซอย 45 - กม.9	269	29	-89%	
No.6 WB ซอย 45 - มจธ.	270	47	-83%	
No.7 SB กม.9 - ซอย 45	13	7	-46%	-61%
No.8 SB กม.9 - นาทหลวง	17	6	-65%	
No.9 SB กม.9 - มจธ.	41	15	-63%	
No.10 NB นาทหลวง - ซอย 45	31	13	-58%	-58%
No.11 NB นาทหลวง - กม.9	61	20	-67%	
No.12 NB นาทหลวง - มจธ.	33	19	-42%	

เป็นผลที่ได้จาก Node Result

เมื่อโครงข่ายถนนประกอบด้วยยานยนต์ไร้คนขับ ความล่าช้าจากการหยุดของยานพาหนะในทิศที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด(Peak direction) (มุ่งทิศเหนือ) จะลดลง 52% ทิศที่มีปริมาณจราจรน้อยกว่าทิศที่มุ่งทิศเหนือ (มุ่งทิศใต้) จะมีความล่าช้าจากการหยุดของยานพาหนะลดลง 90% จราจรที่เคลื่อนที่ออกจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และซอยประชาอุทิศ45 จะมีความล่าช้าจากการหยุดของยานพาหนะลดลง 72% และ 52% ตามลำดับ ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงปริมาณของความล่าช้าจากการหยุดของยานพาหนะที่สอดคล้องกับตัวเลขของสถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติ และมียานยนต์ไร้คนขับ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลและการเปรียบเทียบ Stopped Delay ของ 2 สถานการณ์

Movement ใน Node	สถานการณ์1 (วินาที/คัน)	สถานการณ์2 (วินาที/คัน)	เปรียบเทียบ (%) กับ สถานการณ์ 1	
No.1 EB มจธ. - ซอย 45	7	3	-57%	-52%
No.2 EB มจธ. - นาทหลวง	20	10	-50%	
No.3 EB มจธ. - กม.9	2	1	-50%	
No.4 WB ซอย 45 - นาทหลวง	118	8	-93%	-90%
No.5 WB ซอย 45 - กม.9	123	9	-93%	
No.6 WB ซอย 45 - มจธ.	134	20	-85%	
No.7 SB กม.9 - ซอย 45	5	2	-60%	-72%
No.8 SB กม.9 - นาทหลวง	5	1	-80%	
No.9 SB กม.9 - มจธ.	22	6	-73%	
No.10 NB นาทหลวง - ซอย 45	7	3	-57%	-52%
No.11 NB นาทหลวง - กม.9	6	2	-67%	
No.12 NB นาทหลวง - มจธ.	10	6	-40%	

เป็นผลที่ได้จาก Node Result

เมื่อโครงข่ายถนนประกอบด้วยยานยนต์ไร้คนขับ การหยุดของยานพาหนะในทิศที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด(Peak direction) (มุ่งทิศเหนือ) จะลดลง 45% ทิศที่มีปริมาณจราจรน้อยกว่าทิศที่มุ่งทิศเหนือ (มุ่งทิศใต้) จะมีการหยุดของยานพาหนะลดลง 87% จราจรที่เคลื่อนที่ออก จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และซอยประชาอุทิศ45 จะมีการหยุดของยานพาหนะลดลง 43% และ 50% ตามลำดับ ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงปริมาณค่าการหยุดของยานพาหนะที่สอดคล้องกับตัวเลขของสถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติ และมียานยนต์ไร้คนขับ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลและการเปรียบเทียบ Stops ของ 2 สถานการณ์

Movement ใน Node	สถานการณ์1 (วินาที/คัน)	สถานการณ์2 (วินาที/คัน)	เปรียบเทียบ (%) กับ สถานการณ์ 1	
No.1 EB มจธ. - ขอย 45	2	2	0%	-45%
No.2 EB มจธ. - นาทหลวง	8	3	-63%	
No.3 EB มจธ. - กม.9	1	1	0%	
No.4 WB ขอย 45 - นาทหลวง	28	3	-89%	-87%
No.5 WB ขอย 45 - กม.9	29	3	-90%	
No.6 WB ขอย 45 - มจธ.	35	6	-83%	
No.7 SB กม.9 - ขอย 45	1	1	0%	-43%
No.8 SB กม.9 - นาทหลวง	1	1	0%	
No.9 SB กม.9 - มจธ.	5	2	-60%	
No.10 NB นาทหลวง - ขอย 45	3	1	-67%	-50%
No.11 NB นาทหลวง - กม.9	2	1	-50%	
No.12 NB นาทหลวง - มจธ.	3	2	-33%	

เป็นผลที่ได้จาก Node Result

ผลการวิเคราะห์ Vehicle Delay, Stopped Delay และ Stops ทั้งหมดบริเวณแยกพื้นที่ที่กำหนด Node ใน PTV VISSIM จะแสดงผลที่ได้จากแบบจำลองและการเปรียบเทียบผลของสถานการณ์ที่ 2 เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 11

4.4 ผลการวิเคราะห์ Queue Length และ Queue Length Maximum บริเวณแยกพื้นที่ศึกษา

ผลการวิเคราะห์ Queue Length และ Queue Length Maximum ทั้งหมดบริเวณแยกพื้นที่ที่กำหนด Node ใน PTV VISSIM จะแสดงผลที่ได้จากแบบจำลองและการเปรียบเทียบผลของสถานการณ์ที่ 2 เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 11

เมื่อโครงข่ายถนนประกอบด้วยยานยนต์ไร้คนขับ บริเวณแยกเบื้องต้นที่ศึกษาจะมีความยาวแถวคอย ความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุด ความล่าช้าจากการเดินทาง ความล่าช้าจากการหยุด และการหยุดของยานพาหนะโดยเฉลี่ยลดลง 90% 63% 75% 82% และ 80% ตามลำดับ ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงปริมาณค่าของผลการวิเคราะห์ที่สอดคล้องกับตัวเลขของสถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติ และมียานยนต์ไร้คนขับตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบ Queue Length, Queue Length Maximum, Vehicle Delay, Stopped Delay และ Stops ทั้งหมดของ 2 สถานการณ์

Movement ใน Node	ประเภทผล	สถานการณ์1	สถานการณ์2	เปรียบเทียบ (%) กับ สถานการณ์1
Total Movement (ของบริเวณแยกพื้นที่ศึกษา)	Queue Length (เมตร)	40	4	-90%
	Queue Length Maximum (เมตร)	276	101	-63%
	Vehicle Delay (วินาที/คัน)	63	16	-75%
	Stop Delay (วินาที/คัน)	17	3	-82%
	Stops (วินาที/คัน)	5	1	-80%

เป็นผลที่ได้จาก Node Result

5. สรุปผลการวิเคราะห์

จากการศึกษาผลกระทบด้านการจราจรของทางแยกเบื้องต้นที่ไม่มีการควบคุมสัญญาณไฟจราจรบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา สร้างแบบจำลองจราจรโดยโปรแกรม PTV VISSIM เพื่อเปรียบเทียบผลระหว่างสถานการณ์ที่มีสัดส่วนยานยนต์ส่วนบุคคลตามปกติ และสถานการณ์ที่มีสัดส่วนยานยนต์ไร้คนขับแทนที่ยานยนต์ส่วนบุคคล ซึ่ง 2 สถานการณ์มีสัดส่วนยานยนต์ประเภทอื่นเท่ากันตามข้อมูลที่เก็บจากภาคสนาม พบว่าเมื่อมียานยนต์ไร้คนขับบนโครงข่ายถนนแทนยานยนต์ปกติภายใต้สถานการณ์ที่มีสัดส่วนรถจักรยานยนต์ รถกระบะป้อ รถยนต์ รถโดยสาร และรถบรรทุก บนทางแยกในช่วงเวลา 2 ชั่วโมงเป็น 51% 5% 42% 1% และ 1% ตามลำดับ การจราจรบนถนนบริเวณแยกพื้นที่ศึกษามีการเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้นเล็กน้อย

เมื่อพิจารณาในแถวคอยของทางแยกที่ศึกษา ยานยนต์ไร้คนขับจะช่วยลดความยาวแถวคอยที่เกิดขึ้น ความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุด และการหยุดในแถวคอยสำหรับจราจรที่มีการรอเลี้ยวขวาบนถนนหลักเพื่อเข้าถนนรองในจราจรที่เคลื่อนที่มุ่งทิศเหนือและทิศใต้ ดังนั้นการกีดขวางจากการเลี้ยวในทิศทางดังกล่าวจะลดลง

ในแยกพื้นที่ศึกษา ยานยนต์ไร้คนขับจะช่วยลดค่าความล่าช้าจากการเดินทาง ความล่าช้าจากการหยุดของยานพาหนะ และการหยุดของยานพาหนะ ได้มากในทิศที่จราจรเคลื่อนที่ออกจากขอยประชาอุทิศ45 ค่าความล่าช้าจากการเดินทางจะลดลงอย่างมากสำหรับจราจรที่เคลื่อนที่ออกจากถนนรองเพื่อเลี้ยวซ้าย และจะลดลงอย่างมากสำหรับจราจรที่เคลื่อนที่มุ่งตรงบนถนนหลัก ค่าความล่าช้าจากการหยุดจะลดลงมากสำหรับจราจรที่เคลื่อนที่บนถนนหลักเพื่อมุ่งตรง และการหยุดของยานพาหนะจะลดลงอย่างมากสำหรับจราจรที่เคลื่อนที่บนถนนหลักและถนนรองเพื่อเลี้ยวขวาในทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก

6. ข้อเสนอแนะ

ผลการเปลี่ยนแปลงทางด้านจราจรที่ได้จากการวิเคราะห์ในงานวิจัยครั้งนี้ควรมีการทดสอบทางด้านสถิติเพิ่มเติมเพื่อยืนยันนัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลง ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรทำการวิเคราะห์ผลสำหรับโครงข่ายถนนหรือทางแยกรูปแบบอื่นๆเพิ่มเติมเพื่อเปรียบเทียบและศึกษาแนวโน้มของผลทางด้านจราจรสำหรับถนนรูปแบบอื่นโดยทำการวิเคราะห์ช่วงของสัดส่วนยานยนต์ไร้คนขับที่แตกต่างกันเพิ่มเติม และควรดำเนินการวิเคราะห์ผลด้านความปลอดภัยเพิ่มเติมเพื่อศึกษาผลกระทบของทางแยกหรือโครงข่ายถนนรูปแบบต่างๆเมื่อสถานการณ์ประกอบด้วยยาน

ยนต์ไร้คนขับที่สัดส่วนต่างกันว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือมีแนวโน้มสำหรับอุบัติเหตุหรือการชนกันบนถนนเป็นอย่างไร

Traffic Microsimulation Modeling Software, Dowling Associates, Inc. pp.64, pp.109.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่สนับสนุนการใช้งานโปรแกรมแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค PTV VISSIM สำหรับการวิเคราะห์ในการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก (2562). รายงานสถิติการขนส่ง ปี 2558 -2562. หน้า 3.
- [2] Longdo Traffic (2021). ข้อมูลดัชนีรถติดย้อนหลัง. เข้าถึงได้จาก <https://traffic.longdo.com/statistics2020>.
- [3] Synopsys (2022). *What is an Autonomous Car?*. เข้าถึงได้จาก <https://www.synopsys.com/automotive/what-is-autonomous-car.html>.
- [4] 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.
- [5] Mohammed Obaid & Árpád Török (2021). *Macroscopic Traffic Simulation of Autonomous Vehicle Effects*.
- [6] Steven E. Shladover, Dongyan Su, and Xiao-Yun Lu (2012). *Impacts of Cooperative Adaptive Cruise Control on Freeway Traffic Flow*.
- [7] Daniel J. Fagnant & Kara Kockelman (2015). *Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations*. pp.23.
- [8] Ismail H. Zohdy & Hesham A. Rakha (2014). *Intersection Management via Vehicle Connectivity: The Intersection Cooperative Adaptive Cruise Control System Concept*.
- [9] Dimitris Milakis, Bart van Arem & Bert van Wee (2017). *Policy and society related implications of automated driving: a review of literature and directions for future research*. pp.11.
- [10] นพดล กรประเสริฐ, ทรงยศ กิจธรรมเกสร, รัฐภูมิ ปริชาติปรีชา, ปวีศุวิบูลย์ และณฤตล ศรีตะระโส (2561). *โครงการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรพื้นที่บริเวณโดยรอบแนวเส้นทางโครงการรถไฟฟ้าสายสีชมพู ช่วงแคราย-มีนบุรี, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, หน้า 2-6*.
- [11] PTV VISSIM (2020). *User Manual, PTV Group*.
- [12] CoEXist (2018). *Default behavioural parameter sets for Automated Vehicles (AVs), PTV Group*.
- [13] CoEXist (2018). *Micro-simulation guide for automated vehicles, PTV Group*.
- [14] John W. Shaw (2014). *Automated Optimal Balancing of Traffic Volume Data for Large Access-Controlled Highway Networks and Freeway-to-Freeway Interchanges*. pp.5.
- [15] Dowling, R., Skabardonis, A., and Alexisdis, V. (2004). *Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guideline for Applying*