แบบจำลองสภาพจราจรระบบขนส่งสาธารณะ: กรณีศึกษาเมืองภูเก็ต

พัชราภรณ์ ยอดสุรางค์ และ วเรศรา วีระวัฒน์*

บทคัดย่อ

จังหวัดภูเก็ตมีประชากรประมาณ 4 แสนคน แต่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาเฉลี่ยมากกว่า 13 ล้านคนต่อปี และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันการเดินทางในพื้นที่ส่วนใหญ่เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล 60% การใช้รถโดยสารสาธารณะมีปริมาณน้อยเพียงแค่ 6.6% ภาครัฐจึงมีแนวคิดในการยกระดับพัฒนาการให้บริการระบบขนส่งสาธารณะเพื่อรองรับการเติบโตของเมืองอย่างยั่งยืน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการประยุกต์แบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการให้บริการรถโดยสารสาธารณะในเมืองภูเก็ต โดยการจำลองสภาพจราจรในระดับจุลภาคด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ VISSIM กรณีศึกษานี้เลือกการให้บริการรถโดยสารสาธารณะขององค์การบริหารส่วนจังหวัดภูเก็ต เส้นทางที่ 2 จากตลาดสี่มุมเมืองถึงห้างซุปเปอร์ชีป ซึ่งการพิจารณาปรับเปลี่ยนรูปแบบการให้บริการในอนาคตจะเลือกรูปแบบที่มีความเป็นไปได้ภายใต้โครงสร้างทางปัจจุบัน ประกอบด้วย การศึกษาผลกระทบปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้น การปรับให้มีช่องทางการเดินรถเฉพาะรถโดยสารสาธารณะ และการเปลี่ยนเส้นทางการเดินรถให้เป็นเส้นทางการเดินรถระยะสั้น ทั้งนี้การศึกษาผลกระทบโดยแบบจำลองพิจารณาจากระยะเวลาการเดินทางจากต้นทางถึงปลายทาง ความเร็วเฉลี่ยในโครงข่าย และเวลาถึงสถานีปลายทางของรถโดยสารสาธารณะ จากผลการวิเคราะห์พบว่า การที่ปริมาณการจราจรเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเร็วเฉลี่ยในโครงข่ายลดลง 8.6% สถานการณ์ที่มีการปรับให้มีช่องทางการเดินรถเฉพาะรถโดยสารสาธารณะและเส้นทางการเดินรถระยะสั้น สามารถลดระยะเวลาการเดินทางจากเดิมได้ประมาณ 5 นาที 49 วินาทีต่อคัน (หรือลดลง 5.6%) และเวลาถึงสถานีปลายทางของรถโดยสารสาธารณะมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 นาที

คำสำคัญ : การจำลองสภาพจราจร, แบบจำลองระดับจุลภาค, ระบบขนส่งสาธารณะ, รถโดยสารสาธารณะ

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล

* ผู้ติดต่อ, อีเมล์: waressara.wee@mahidol.ac.th

Public Transport Modeling: A Case Study of Phuket City

Phatcharaphon Yodsurang and Waressara Weerawat*

Abstract

Phuket has a population of more than 400,000 people, but more than 13 million tourists visit the island per year and this number increases continuously. Currently, 60% of people choose to travel by private car while public transport is used by just 6.6%. Therefore, the government is promoting the concept of public transport usage for sustainable urban development. The purpose of this study is to apply a traffic model to study the impact of changes in bus service operation in Phuket city via microscopic traffic simulation, VISSIM. A case study is bus service route 2, operated by Phuket Provincial Administrative Organization (PPAO), from Si Mum Mueang Market to the Super Cheap Store. The changes considered for its future operation under the current infrastructure include: increase in traffic volumes; adjustment of bus service operation using exclusive bus lanes; and a short route. The model performance is to be evaluated based on the following: travel time from an originating station to a destination station; average speed in the network; and bus arrival time at a destination station. Findings reveal that increasing traffic volumes leads to approximately an 8.6% decrease in the average speed in the network. The scenario of bus service operation using the exclusive lane and short route shows approximately 5 minutes 49 seconds decrease in the travel time of bus service per vehicle (decreased by 5.6%). Arrival time at a destination station is deviated by not more than 1 minute.

Keywords : Traffic simulation, Microscopic traffic simulation, Public transport, Bus service

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Mahidol University.

* Corresponding author, E-mail: waressara.wee@mahidol.ac.th

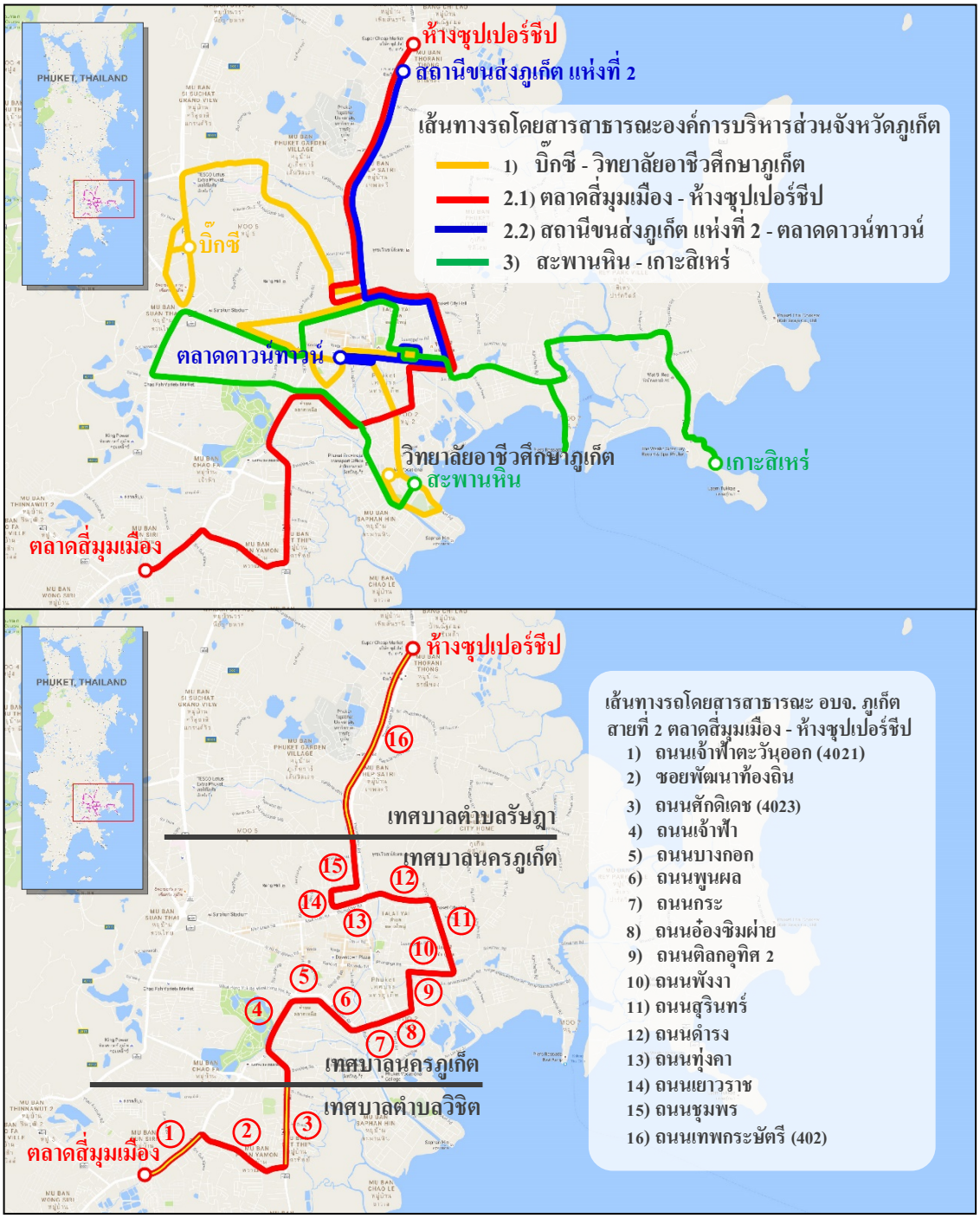
1. บทนำ

ระบบขนส่งสาธารณะเป็นการให้บริการขนส่งผู้โดยสารทั้งภายในเขตเมืองและระหว่างเมือง สำหรับรูปแบบการให้บริการขนส่งสาธารณะพิจารณาจากการหยุดรถเพื่อรับส่งผู้โดยสาร แบ่งได้เป็น 3 ประเภท: 1) รถประจำทาง (Local) จะจอดรับส่งผู้โดยสารทุกป้ายหยุดรถ 2) รถเร็ว (Rapid) จะจอดรับส่งผู้โดยสารระหว่างพื้นที่ ป้ายหยุดรถจะน้อยกว่ารถประจำทาง และ 3) รถด่วน (Express) จะจอดรับส่งผู้โดยสารระหว่างเมืองจากต้นทางไปปลายทาง [1] สำหรับรูปแบบช่องทางการเดินรถโดยสารสาธารณะมี 3 ประเภทหลัก ได้แก่ ประเภท A เป็นช่องทางเฉพาะรถโดยสารสาธารณะ ประเภท B เป็นช่องทางเฉพาะรถโดยสารสาธารณะแต่ใช้ทางร่วมกับรถประเภทอื่นบริเวณทางแยกรวมทั้งสัญญาณไฟจราจร และประเภท C เป็นช่องทางปกติใช้ทางร่วมกับยานพาหนะประเภทอื่น [2]

ประเทศไทยอนุญาตให้มีผู้ประกอบการขนส่งประจำทางในเส้นทางที่คณะกรรมการควบคุมการขนส่งทางบกกำหนดรวมทั้งหมด 4 หมวด ได้แก่ หมวด 1 เส้นทางการขนส่งประจำทางด้วยรถโดยสารประจำทางภายในเขตกรุงเทพมหานคร เทศบาล สุขาภิบาล เมือง และเส้นทางต่อเนื่อง หมวด 2 เส้นทางการขนส่งประจำทางด้วยรถโดยสาร ซึ่งมีเส้นทางเริ่มต้นจากกรุงเทพมหานครไปยังจังหวัดในส่วนภูมิภาค หมวด 3 เส้นทางการขนส่งประจำทางด้วยรถโดยสาร ซึ่งมีเส้นทางระหว่างจังหวัดหรือคาบเกี่ยวระหว่างเขตจังหวัดในส่วนภูมิภาค และหมวด 4 เส้นทางการขนส่งประจำทางด้วยรถโดยสาร ซึ่งมีเส้นทางระหว่างอำเภออยู่ภายในเขตจังหวัด

สำหรับเส้นทางรถโดยสารสาธารณะภายในจังหวัดภูเก็ตมี 2 หมวด ได้แก่ หมวด 1 เส้นทางภายในเขตเทศบาลนครภูเก็ตบริหารงานโดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดภูเก็ต หรือ อบจ.ภูเก็ต ซึ่งประกอบด้วย 3 เส้นทาง เป็นเส้นทางจากทิศเหนือไปทิศใต้ เส้นทางบริเวณทิศตะวันตก และเส้นทางทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก ดังรูปที่ 1 ส่วนหมวด 4 เส้นทางภายในจังหวัดภูเก็ต เป็นเส้นทางระหว่างอำเภอเมืองไปยังท่าอากาศยานนานาชาติภูเก็ต สถานีขนส่งภูเก็ต และเมืองตามชายฝั่งตะวันตกและตะวันออก [3, 4]

ในปัจจุบันภูเก็ตมีแผนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่งสาธารณะที่สำคัญ ประกอบด้วย โครงการระบบขนส่งมวลชนรถไฟฟ้ารางเบาจังหวัดภูเก็ต เริ่มจากสถานีท่านุ่นถึงสถานีฉลอง ระยะทางรวมประมาณ 60 กิโลเมตร 20 สถานี [5] และโครงการระบบขนส่งเสริมจากท่าอากาศยานนานาชาติภูเก็ต สถานีขนส่งภูเก็ต ยังไปเมืองตามชายฝั่งตะวันตกและตะวันออก [6, 7] โดยทั้งสองโครงการครอบคลุมเส้นทางกรณีศึกษาที่ให้บริการรถโดยสารสาธารณะในปัจจุบันขององค์การบริหารส่วนจังหวัดภูเก็ต เส้นทางที่ 2 จากตลาดสี่มุมเมืองถึงห้างซุปเปอร์ชีป ซึ่งเป็นเส้นทางที่มีผู้โดยสารใช้บริการมากที่สุดในเมืองภูเก็ต รถโดยสารสาธารณะที่ใช้มีชื่อเรียกท้องถิ่นว่า “รถโพถ้อง” เป็นรถสองแถวไม้สีชมพูวิ่งรอบภายในเมืองภูเก็ต ระยะทางรวมประมาณ 30 กิโลเมตรไป-กลับ จำนวน 42 ป้ายหยุดรถโดยสารสาธารณะ ซึ่งจะหยุดรับผู้โดยสารขึ้นลงทุกๆป้าย [8]



รูปที่ 1 เส้นทางรถโดยสารสาธารณะภายในเทศบาลนครภูเก็ตบริหารงานโดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดภูเก็ต

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค ในการศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการให้บริการเดินทางของรถโดยสารสาธารณะเส้นทางที่ 2 ภายใต้โครงสร้างทางปัจจุบัน โดยทำการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจาก 1) ปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้นจากการขยายตัวของเมือง 2) การเปลี่ยนรูปแบบการเดินรถโดยสารสาธารณะโดยการจัดให้มีช่องทางการเดินรถเฉพาะ และ 3) การเดินรถระยะสั้นแทนการเดินรถระยะยาวในสถานการณ์ปัจจุบัน

2. ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจำลองสภาพจราจรแบบระบบพลวัต (Dynamic) เป็นการจำลองการเคลื่อนที่ของยานพาหนะในเครือข่ายถนน การวิเคราะห์แบบจำลองสภาพจราจรสามารถสะท้อนด้วย 3 ตัววัดประสิทธิภาพหลัก ได้แก่ ความหนาแน่น ปริมาณการจราจร และความเร็ว ซึ่งแบบจำลองสภาพจราจรโดยทั่วไปสามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือ 1) ระดับมหภาค (Macroscopic) เป็นการจำลองสภาพจราจรขนาดใหญ่ อธิบายถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรระหว่าง ปริมาณการจราจร ความเร็ว และความหนาแน่น ในกระแสการจราจร 2) ระดับมัชฌิมภาค (Mesoscopic) เป็นการจำลองสภาพจราจรขนาดกลาง อธิบายถึงการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ย ไม่ได้ระบุการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละคันในกระแสการจราจร และ 3) ระดับจุลภาค (Microscopic) เป็นการจำลองสภาพจราจรขนาดย่อย อธิบายถึงการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแต่ละคันในกระแสการจราจร โดยขึ้นอยู่กับทฤษฎีการขับตามกันของยานพาหนะและทฤษฎีการเปลี่ยนช่องจราจร [9]

ปัจจุบันการจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคมีหลายซอฟต์แวร์ที่ใช้กันแพร่หลาย ได้แก่ AIMSUN CORSIM PARAMICS และ VISSIM จากการทบทวนการเปรียบเทียบแบบจำลองพฤติกรรม พบว่าแต่ละซอฟต์แวร์มีความสามารถใกล้เคียงกัน [10] งานวิจัยนี้เลือกใช้ VISSIM เพื่อจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค โดยแบบจำลองที่ประกอบด้วยขั้นตอนวิธี (Algorithms) และตรรกะ (Logic) เพื่อสร้างยานพาหนะที่โหนดทางเข้าโดยวิเคราะห์จากปริมาณป้อนเข้าและการกระจายความถี่ โดยยานพาหนะแต่ละคันที่สร้างจะถูกกำหนดลักษณะเฉพาะของประเภทยานพาหนะและพฤติกรรมคนขับ ส่วนการเคลื่อนย้ายยานพาหนะจะดำเนินการผ่านโครงข่ายจนกว่าจะถึงปลายทาง โดยยานพาหนะแต่ละคันในโครงข่ายจะเคลื่อนที่ตามหลักทฤษฎีการขับตามกันของยานพาหนะ และทฤษฎีการเปลี่ยนช่องจราจร เพื่อให้การขับขี่ในแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคมีความปลอดภัย [11]

จากการศึกษางานวิจัยที่มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่มีการวัดประสิทธิภาพในแง่ระยะเวลาการเดินทาง ความเร็วรถ ความล่าช้า แถวคอย ปริมาณการจราจรในโครงข่าย และการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะ

งานวิจัยในประเทศอินเดียมีการประยุกต์ใช้ VISSIM เพื่อศึกษาผลกระทบจากช่องทางการเดินรถเฉพาะรถโดยสารสาธารณะในระยะทางที่เหมาะสมก่อนหยุดรอสัญญาณจราจรที่ทางแยกร่วมกับยานพาหนะประเภทอื่น ผลจากการจำลองพบว่า ช่องทางเดินรถเฉพาะรถโดยสารสาธารณะในระยะทางที่เหมาะสมสามารถลดความแออัดและเพิ่มประสิทธิภาพที่ทางแยกได้ [12]

งานวิจัยในประเทศไซปรัสมีการประยุกต์ใช้ VISSIM เพื่อศึกษารูปแบบการให้บริการรถโดยสารสาธารณะเพื่อดึงดูดให้ผู้เดินทางมาใช้บริการ ผลจากการจำลองพบว่า รูปแบบการให้บริการช่องทางเฉพาะรถโดยสารสาธารณะค่อนข้างเป็นทางออกที่น่าสนใจในการเพิ่มคุณภาพการบริการของรถโดยสารสาธารณะ ระยะเวลาการเดินทางของรถโดยสารสาธารณะลดลง 27%, ความเร็วเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 45%, และความล่าช้าลดลง 28% ส่งผลให้คุณภาพการให้บริการที่เป็นช่องทางเฉพาะรถโดยสารสาธารณะ (BRT) จะช่วยกระตุ้นให้มีผู้เดินทางเปลี่ยนจากรถยนต์ส่วนบุคคลเป็นรถโดยสารสาธารณะ [13]

สำหรับงานวิจัยในประเทศไทย มีการศึกษากลยุทธ์เพื่อสนับสนุนการให้บริการช่องทางเฉพาะรถโดยสารสาธารณะ (BRT) ในเมืองที่กำลังพัฒนาในแถบเอเชีย โดยให้กรุงเทพมหานครเป็นพื้นที่กรณีศึกษา ผลจากการจำลองพบว่า กลยุทธ์การให้บริการช่องทางเฉพาะรถโดยสารสาธารณะ (BRT) สามารถปรับปรุงได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในแง่สภาพจราจรและการปล่อยมลพิษทางอากาศของระบบทั้งหมดในกรุงเทพมหานคร [14]

นอกจากนี้ในประเทศไทยยังมีการประยุกต์ใช้ VISSIM เพื่อศึกษาผลกระทบจาก Missing Link ในการเดินทางเชื่อมต่อระหว่างสถานีรถไฟฟ้าเตาปูนและบางซื่อ ผลจากการจำลองพบว่า ขณะที่เส้นทางระหว่างสถานีรถไฟฟ้าเตาปูนและบางซื่อยังไม่เปิดให้บริการส่งผลให้การเดินทางเชื่อมต่อด้วยระบบขนส่งเสริมเกิดความล่าช้าอย่างมาก เมื่อเทียบกับการเดินทางเชื่อมต่อด้วยรถไฟฟ้าเมื่อเปิดให้บริการใช้เวลาประมาณ 10 นาที แต่ทั้งนี้การใช้ระบบขนส่งเสริมด้วยรถโดยสารสาธารณะจะใช้เวลานานกว่าประมาณ 2 เท่า และในช่วงเวลาเร่งด่วนจะใช้เวลามากกว่าถึง 3-4 เท่า [15]

3. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการสร้างแบบจำลองสภาพจราจรโดยทำการสร้างโครงข่าย 12.56 ตารางกิโลเมตรที่ครอบคลุมพื้นที่ 4 ตำบล ตลาดใหญ่ ตลาดเหนือ รัษฎา และวิชิต เส้นทางที่ 2 จากตลาดสี่มุมเมืองถึงห้างซุปเปอร์ชีป ระยะทางรวมประมาณ 30 กิโลเมตร ดังรูปที่ 2 ที่แสดงตัวอย่างภาพแบบจำลอง 2 มิติจากโปรแกรม VISSIM ที่ประกอบด้วยโครงข่ายถนน สัญญาณไฟจราจร จุดต้นทาง-ปลายทาง ป้ายหยุดรถโดยสารสาธารณะ เส้นทางเดินรถโดยสารสาธารณะเส้นทางที่ 2 จากตลาดสี่มุมเมืองถึงห้างซุปเปอร์ชีป ในการจัดทำแบบจำลองมีการกำหนดจุดป้อนรถเข้าโครงข่ายจำนวน 42 จุด และมีป้ายหยุดรถจำนวน 42 ป้าย สำหรับถนนในโครงข่ายมีขนาดกว้าง 3-5 เมตร ประกอบด้วย 1-3 ช่องจราจร ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการให้บริการต่างๆ ประกอบด้วย 1) การเพิ่มปริมาณรถยนต์ส่วนบุคคล 25% ในเครือข่ายจากจุดป้อนรถเข้าระบบที่ต้นทางจำนวนทั้งหมด 42 จุด ทำให้ปริมาณยานพาหนะทั้งหมดในภาพรวมเพิ่มขึ้น 10.7% 2) การเปลี่ยนช่องทางการเดินรถจากช่องทางการเดินรถร่วมระหว่างรถโดยสารสาธารณะและยานพาหนะประเภทอื่นเป็นช่องทางการเดินรถเฉพาะรถโดยสารสาธารณะ โดยช่องทางเฉพาะรถโดยสารสาธารณะต้องมีช่องจราจรปกติมากกว่า 2 ช่องจราจรต่อทิศทางขึ้นไป ถนนสองสายหลักที่มีการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ถนนพูนผล และถนนเทพกระษัตรี (ทางหลวง 402) 3) การเปลี่ยนเส้นทางการเดินรถจากเส้นทางการเดินรถไป-

กลับ ระยะยาว (30 กม) เป็นเส้นทางการเดินรถระยะสั้น (15 กม)โดยเส้นทางระยะสั้นจะถูกแบ่งจากระยะทางเดิมเป็น 2 เส้นทางที่วงเวียนนิมิตร ประกอบด้วย เส้นทางระยะสั้นที่ 1 จากตลาดสี่มุมเมืองถึงวงเวียนนิมิตร ระยะทางรวมประมาณ 15 กิโลเมตรไป-กลับ จำนวน 26 ป้ายหยุดรถโดยสารสาธารณะ และเส้นทางระยะสั้นที่ 2 จากวงเวียนนิมิตรถึงห้างซุปเปอร์ชีป ระยะทางรวมประมาณ 15 กิโลเมตรไป-กลับ จำนวน 23 ป้ายหยุดรถโดยสารสาธารณะ

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ทำการสำรวจเพื่อใช้สำหรับการสร้างโครงข่ายแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค ประกอบด้วย โครงสร้างพื้นฐาน การจราจร และการควบคุมจราจร เพื่อให้สอดคล้องกับแบบจำลองในงานวิจัยนี้จึงมีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

- แผนที่ระบุตำแหน่ง ได้แก่ เส้นทางการเดินรถโครงข่ายถนนที่เกี่ยวข้อง ทางแยก สัญญาณไฟจราจร ป้ายหยุดรถโดยสารสาธารณะ
- ลักษณะทางกายภาพของหน้าตัดถนน ได้แก่ จำนวนช่องจราจร ความกว้างของช่องจราจร ความกว้างของเกาะกลาง ความกว้างของไหล่ทาง และความกว้างของทางเดินเท้า
- สัญญาณไฟจราจร ได้แก่ ระยะเวลาสัญญาณไฟรูปแบบจังหวะไฟจราจร
- ปริมาณการจราจรจำแนกตามการเดินทางจากต้นทางไปปลายทางและอัตราความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภท
- เส้นทางการเดินรถโดยสารสาธารณะและปริมาณผู้โดยสารขึ้นและลงแต่ละจุดหยุดรถประจำทาง

3.2 การพัฒนาแบบจำลอง

งานวิจัยนี้จะจำลองการให้บริการวิ่งรถโดยสารสาธารณะในช่วงเวลา 15:00น.-19:00น. และทำการจำลองแต่ละสถานการณ์ซ้ำ 10 ครั้ง โดยมีองค์ประกอบหลักของการสร้างแบบจำลองประกอบด้วย 1) การสร้างถนนโครงสร้างพื้นฐานตามลักษณะกายภาพทั้งส่วนของช่องทาง หน้าตัดถนนและจุดหยุดรถ 2) การจัดสรรการจราจรบริเวณทางแยกมีทั้งแบบที่ใช้และไม่ใช้ไฟสัญญา โดยทั้งกรณีช่องทางการเดินรถร่วม (Shared) และช่องทางการเดินรถเฉพาะรถโดยสารสาธารณะ (Exclusive) มีการกำหนดสัญญาณไฟจราจรเหมือนกัน 3) การกำหนดเส้นทางเดินรถระบุปริมาณรถเข้าในโครงข่ายถนนทั้งรถยนต์ส่วนบุคคลและรถโดยสารสาธารณะที่หยุดรับส่งผู้โดยสารทุกป้ายหยุดรถเฉลี่ยประมาณ 10 วินาที ซึ่งข้อมูลจำนวนการจราจรที่ป้อนเข้าเป็นรูปแบบตารางต้นทาง-ปลายทาง (OD Matrix) และการกำหนดสัดส่วนการไหลของยานพาหนะแต่ละประเภทในแบบจำลองให้เป็นการจราจรเชิงพลวัต (dynamic traffic assignment) 4) การกำหนดข้อมูลแสดงผล ในการสร้างแบบจำลองต้องมีการระบุเลือกตัวชี้วัดที่สนใจ เช่น การแสดงผลระยะเวลาการเดินทางจากจุดต้นทางถึงจุดปลายทางที่กำหนด และ 5) การกำหนดสถานการณ์ที่ต้องการปรับเปลี่ยนในแบบจำลอง การกำหนดรูปแบบการให้บริการรถโดยสารสาธารณะของ อบจ.ภูเก็ต ทั้งหมด 5 สถานการณ์ ดังตารางที่ 1 โดยกำหนดประเภทของยานพาหนะ ความเร็ว และสัดส่วนในแบบจำลอง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 สถานการณ์การให้บริการรถโดยสารสาธารณะของ อบจ.ภูเก็ต

Scenario	Bus lane	Bus route
1	ร่วม (Shared)	ระยะยาว
2	ร่วม (Shared)	ระยะสั้น
3	เฉพาะ (Exclusive)	ระยะยาว
4	เฉพาะ (Exclusive)	ระยะสั้น
5	ร่วม (Shared)	ระยะยาว

* สถานการณ์ที่ 1 เป็นสถานการณ์ปัจจุบันของการดำเนินการรถโดยสารสาธารณะของ อบจ.ภูเก็ต

** สถานการณ์ที่ 5 เพิ่มรถยนต์ส่วนบุคคล 25%

ตารางที่ 2 ประเภท ความเร็ว และสัดส่วนยานพาหนะ

Vehicle type	Maximum speed	Proportion of vehicle volume
รถยนต์ส่วนบุคคล (Private car)	80 กม/ชม	42.80%
รถแท็กซี่ (Taxi)	80 กม/ชม	3.09%
รถบรรทุก (HGV)	60 กม/ชม	3.33%
รถบัส (Bus)	60 กม/ชม	4.24%
จักรยาน (Bike)	15 กม/ชม	3.27%
จักรยานยนต์ (Motorbike)	80 กม/ชม	43.26%
รถโดยสารสาธารณะ (อบจ. ภูเก็ต) (PPAO bus)	60 กม/ชม	-

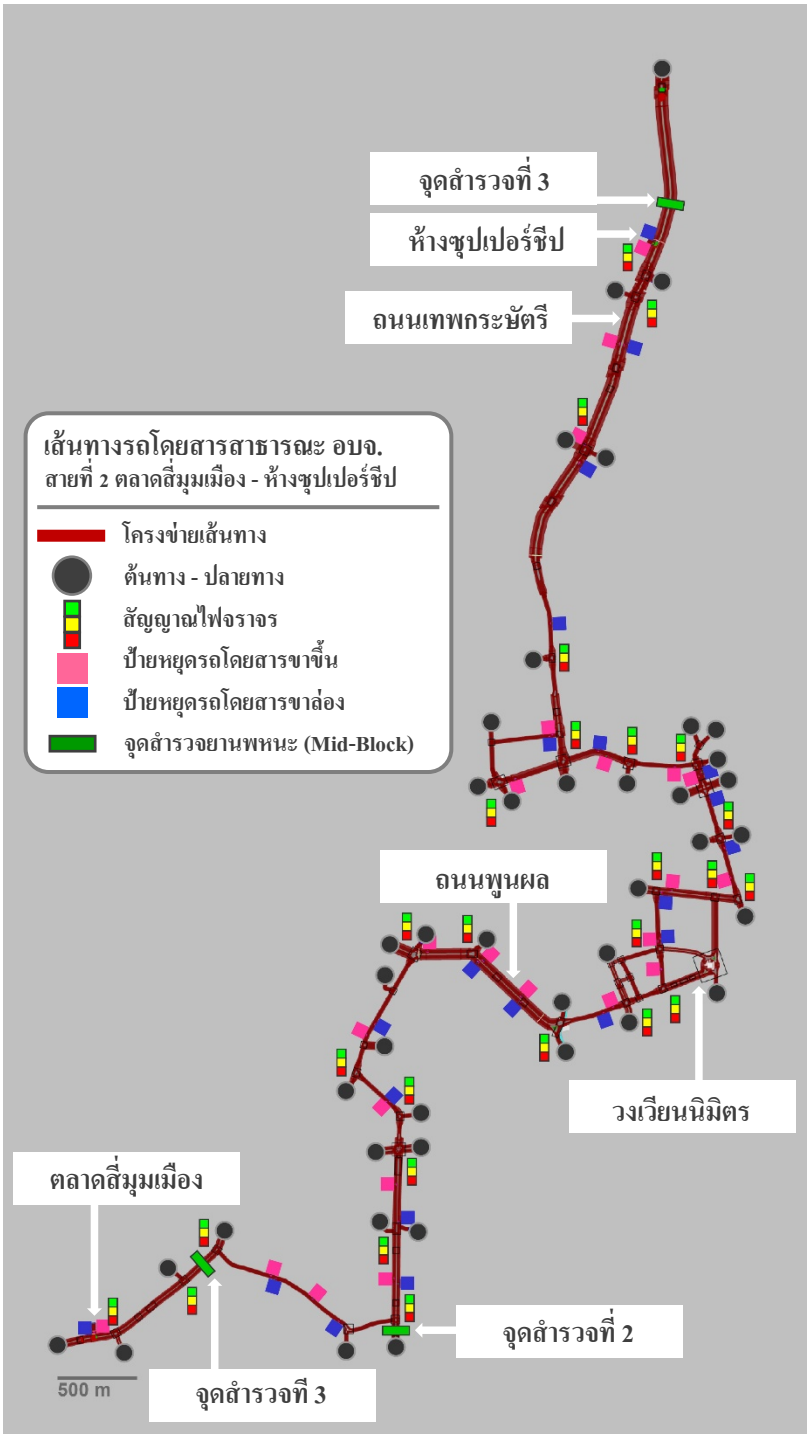
*แหล่งที่มา พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ.2522 [16]

3.3 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

การพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยทำการเปรียบเทียบปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองและจากการสำรวจในบริเวณสามจุดที่สำคัญ ได้แก่ จุดสำรวจที่ 1 ถนนเจ้าฟ้าตะวันออกบริเวณทางแยกซอยพัฒนาท้องถิ่น จุดสำรวจที่ 2 ถนนศักดิเดชน์บริเวณทางแยกซอยพัฒนาท้องถิ่น และจุดสำรวจที่ 3 ถนนเทพกระษัตรีบริเวณห้างซุปเปอร์ชีป ด้วยหลักการทางสถิติของ Geoffrey E. Havers (GEH) ซึ่งมีสูตร ดังนี้

$$GEH = \sqrt{\frac{(V-C)^2}{(V+C)/2}} \quad (1)$$

เมื่อ V คือปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองของสถานการณ์ปัจจุบันหรือสถานการณ์ที่ 1 และ C คือปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจข้อมูล โดยค่า GEH เป็นตัวชี้วัดความสอดคล้องระหว่างปริมาณการจราจรที่ได้จากแบบจำลองและการสำรวจข้อมูล มีเกณฑ์พิจารณายอมรับเมื่อค่า GEH น้อยกว่า 5 ส่วนค่า GEH มากกว่า 5 แต่ไม่เกิน 10 อาจมีข้อผิดพลาดหรือข้อมูลไม่ถูกต้อง ถ้าแต่ค่า GEH มากกว่า 10 แสดงว่าปริมาณการจราจรไม่สอดคล้องกัน [17] ซึ่งผลการประเมินค่า GEH ของสถานการณ์ปัจจุบันหรือสถานการณ์ที่ 1 อยู่ที่ 3.88 ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5 และระยะเวลาการเดินทางทั้งขาขึ้นและขาล่อง 1 ชั่วโมง 52 นาที 49 วินาที ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 1 กล่าวคือปริมาณการจราจรและระยะเวลาการเดินทางที่ได้จากแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ



รูปที่ 2 ตัวอย่างภาพแบบจำลอง 2 มิติของเส้นทางที่ 2 ตลาดสี่มุมเมือง – ห้างซุปเปอร์ชีป

4. ผลการวิจัยและการวิจารณ์

แบบจำลองสภาพจราจรเมืองภูเก็ตที่ครอบคลุมการเดินทางทั้งรถยนต์ส่วนบุคคลและรถโดยสารสาธารณะในโปรแกรม VISSIM สามารถแสดงเป็นภาพตัวอย่างแบบจำลอง 3 มิติได้ ดังรูปที่ 3 และ 4 ซึ่งผลการวิเคราะห์สภาพจราจรในแต่ละสถานการณ์ที่ศึกษาประกอบด้วยตัวชี้วัดที่สำคัญ (ดังตารางที่ 3) ได้แก่ จำนวนยานพาหนะทั้งหมดที่ป้อนเข้าในระบบ จำนวนยานพาหนะที่คงเหลืออยู่ในระบบ จำนวนยานพาหนะที่ออกจากระบบ ความล่าช้าโดยเฉลี่ยต่อคัน ความเร็วเฉลี่ยในโครงข่าย ความถี่ในการให้บริการรถโดยสารสาธารณะ จำนวนเที่ยวของรถโดยสารสาธารณะที่เข้าในระบบ จำนวนเที่ยวของรถโดยสารสาธารณะที่วิ่งครบรอบระหว่างตลาดสี่มุมเมืองและห้างชุปเปอร์ชีป ระยะเวลาเดินทางทั้งขาขึ้นและขาล่องระหว่างตลาดสี่มุมเมืองและห้างชุปเปอร์ชีป ระยะเวลาเดินทางขาขึ้นจากตลาดสี่มุมเมืองไปห้างชุปเปอร์ชีป และระยะเวลาเดินทางขาล่องจากห้างชุปเปอร์ชีปไปตลาดสี่มุมเมือง

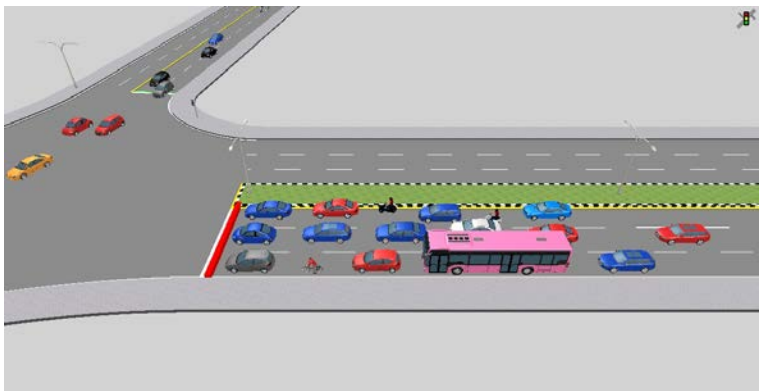
สถานการณ์ที่ 1 หรือรูปแบบการให้บริการในปัจจุบัน ด้วยช่องทางการเดินรถร่วมระหว่างรถโดยสารสาธารณะกับยานพาหนะประเภทอื่น และให้บริการในเส้นทางเดินรถระยะยาว พบว่า รถโดยสารสาธารณะออกวิ่งให้บริการทั้งหมด 12 เที่ยว สามารถวิ่งครบรอบระหว่างตลาดสี่มุมเมืองและห้างชุปเปอร์ชีปได้จำนวน 7 เที่ยว มีระยะเวลาเดินทาง 1 ชั่วโมง 43 นาที 54 วินาที เส้นทางขาขึ้นจากตลาดสี่มุมเมืองไปห้างชุปเปอร์ชีป มีระยะเวลาเดินทาง 52 นาที 6 วินาที และเส้นทางขาล่องจากห้างชุปเปอร์ชีปไปตลาดสี่มุมเมืองมีระยะเวลาเดินทาง 51 นาที 48 วินาที โดยภาพรวมของยานพาหนะทุกประเภท มีจำนวนที่ป้อนเข้าในระบบ 70,971 คัน คงเหลืออยู่ในระบบ 1,811 คัน และออกจากระบบ 55,007 คัน มีความล่าช้าโดยเฉลี่ย 4 นาที 49 วินาทีต่อคัน และความเร็วเฉลี่ยในโครงข่าย 21.98 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

สถานการณ์ที่ 2 รูปแบบการให้บริการด้วยช่องทางการเดินรถร่วมระหว่างรถโดยสารสาธารณะกับยานพาหนะประเภทอื่น และให้บริการในเส้นทางเดินรถระยะสั้น พบว่า รถโดยสารสาธารณะออกวิ่งให้บริการทั้งหมด 24 เที่ยว สามารถวิ่งครบรอบระหว่างตลาดสี่มุมเมืองและห้างชุปเปอร์ชีปได้จำนวน 16 เที่ยว ซึ่งมากกว่าสถานการณ์ที่ 1 เนื่องจากให้บริการในรูปแบบเส้นทางระยะสั้น มีระยะเวลาเดินทาง 1 ชั่วโมง 45 นาที 45 วินาที เส้นทางขาขึ้นจากตลาดสี่มุมเมืองไปห้างชุปเปอร์ชีปมีระยะเวลาเดินทาง 51 นาที 3 วินาที และเส้นทางขาล่องจากห้างชุปเปอร์ชีปไปตลาดสี่มุมเมืองมีระยะเวลาเดินทาง 54 นาที 42 วินาที

สถานการณ์ที่ 3 รูปแบบการให้บริการด้วยช่องทางการเดินรถเฉพาะรถโดยสารสาธารณะ และให้บริการในเส้นทางเดินรถระยะยาว พบว่ารถโดยสารสาธารณะออกวิ่งให้บริการทั้งหมด 12 เที่ยว สามารถวิ่งครบรอบระหว่างตลาดสี่มุมเมืองและห้างชุปเปอร์ชีปได้จำนวน 7 เที่ยว มีระยะเวลาเดินทาง 1 ชั่วโมง 35 นาที 31 วินาที เส้นทางขาขึ้นจากตลาดสี่มุมเมืองไปห้างชุปเปอร์ชีปมีระยะเวลาเดินทาง 50 นาที 44 วินาที และเส้นทางขาล่องจากห้างชุปเปอร์ชีปไปตลาดสี่มุมเมืองมีระยะเวลาเดินทาง 44 นาที 47 วินาที ซึ่งระยะเวลาเดินทางทั้งขาขึ้นและขาล่องน้อยกว่าสถานการณ์ที่ 1 เนื่องจากให้บริการในรูปแบบช่องทางเฉพาะรถโดยสารสาธารณะ โดยภาพรวมของยานพาหนะทุกประเภทมีจำนวนคงเหลืออยู่ในระบบและความล่าช้าโดยเฉลี่ย

มากกว่าสถานการณ์ที่ 1 แต่จำนวนออกจากระบบและความเร็วเฉลี่ยในโครงข่ายน้อยกว่าสถานการณ์ที่ 1

สถานการณ์ที่ 4 รูปแบบการให้บริการด้วยช่องทางการเดินรถเฉพาะรถโดยสารสาธารณะ และให้บริการในเส้นทางเดินรถระยะสั้น พบว่ารถโดยสารสาธารณะออกวิ่งให้บริการทั้งหมด 24 เที่ยว สามารถวิ่งครบรอบระหว่างตลาดสี่มุมเมืองและห้างชุปเปอร์ชีปได้จำนวน 18 เที่ยว ซึ่งมากกว่าสถานการณ์ที่ 1 เนื่องจากให้บริการในรูปแบบเส้นทางระยะสั้น มีระยะเวลาเดินทาง 1 ชั่วโมง 38 นาที 5 วินาที เส้นทางขาขึ้นจากตลาดสี่มุมเมืองไปห้างชุปเปอร์ชีปมีระยะเวลาเดินทาง 48 นาที 21 วินาที และเส้นทางขาล่องจากห้างชุปเปอร์ชีปไปตลาดสี่มุมเมืองมีระยะเวลาเดินทาง 49 นาที 44 วินาที ซึ่งระยะเวลาเดินทางทั้งขาขึ้นและขาล่องน้อยกว่าสถานการณ์ที่ 1 เนื่องจากให้บริการในรูปแบบช่องทางเฉพาะรถโดยสารสาธารณะและเส้นทางระยะสั้น



รูปที่ 3 ช่องทางการเดินรถร่วมระหว่างรถโดยสารสาธารณะและยานพาหนะประเภทอื่นที่ถนนพูนผล

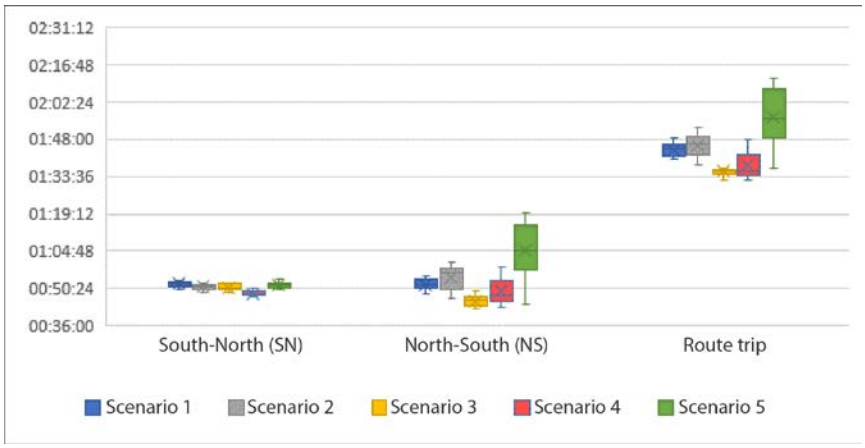
รูปที่ 4 ช่องทางการเดินรถเฉพาะรถโดยสารสาธารณะที่ถนนพูนผล

ตารางที่ 3 ผลการจำลองสถานการณ์

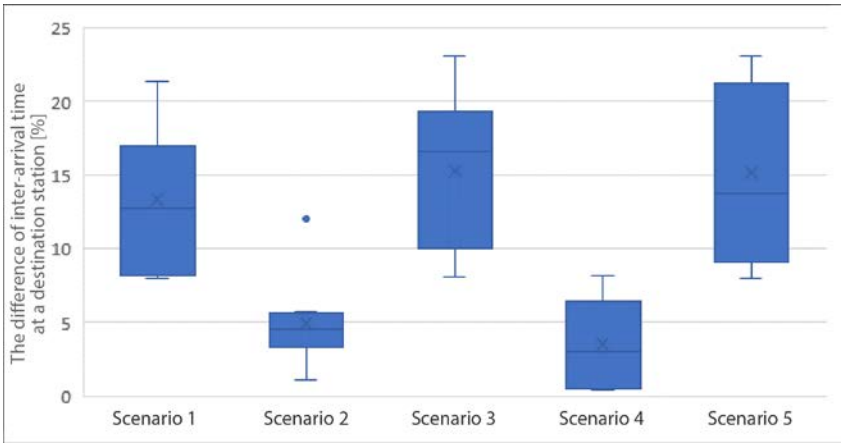
Performance measures	Scenario				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
ภาพรวมของยานพาหนะทุกประเภท (All vehicle types)					
1: จำนวนยานพาหนะทั้งหมดที่ป้อนเข้าในระบบ Total number of vehicle input	70,971	70,971	70,971	70,971	77,584
2: จำนวนยานพาหนะที่คงเหลืออยู่ในระบบ Total number of vehicles active	1,811	2,458	2,496	2,974	2,280
3: จำนวนยานพาหนะที่ออกจากระบบ Total number of vehicles arrived	55,007	52,526	54,020	52,905	56,334
4: ความล่าช้าโดยเฉลี่ยต่อคัน (hh:mm:ss) Average delay per vehicle (hh:mm:ss)	00:04:49	00:06:17	00:05:39	00:06:11	00:05:39
5: ความเร็วเฉลี่ยในโครงข่าย (กม/ชม) Speed average in the network (km/hr)	21.98	19.46	19.26	18.17	18.17
รถโดยสารสาธารณะ (อบจ. ภูเก็ต) (PPAO bus)					
6: ความถี่ในการให้บริการรถโดยสารสาธารณะ (นาที) Headway service (minute)	20	20	20	20	20
7: จำนวนเที่ยวของรถโดยสารสาธารณะที่เข้าในระบบ Total number of trips input (trip)	12	24	12	24	12
8: จำนวนเที่ยวของรถโดยสารสาธารณะที่วิ่งครบรอบ Total number of trips arrived (trip)	7	16	7	18	6
9: ระยะเวลาเดินทางทั้งขาขึ้นและขาล่อง (hh:mm:ss) Travel time in Route trip (hh:mm:ss)	01:43:54	01:45:45	01:35:31	01:38:05	01:56:30
10: ระยะเวลาเดินทางขาขึ้น (hh:mm:ss) Travel time in South-North (SN) (hh:mm:ss)	00:52:06	00:51:03	00:50:44	00:48:21	00:51:41
11: ระยะเวลาเดินทางขาล่อง (hh:mm:ss) Travel time in North-South (NS) (hh:mm:ss)	00:51:48	00:54:42	00:44:47	00:49:44	01:04:49

* ดัชนีที่ 2 จำนวนยานพาหนะทั้งหมดในเครือข่ายเมื่อสิ้นสุดการจำลอง

** ดัชนีที่ 8 จำนวนเที่ยวของรถโดยสารสาธารณะที่วิ่งทั้งขาขึ้นและขาล่อง



รูปที่ 5 ระยะเวลาเดินทางของรถโดยสารสาธารณะ



รูปที่ 6 ค่าความคลาดเคลื่อนของเวลาที่รถมาถึงสถานีปลายทาง

และสถานการณ์ที่ 5 รูปแบบการให้บริการเหมือนกับสถานการณ์ที่ 1 ด้วยช่องทางการเดินรถร่วมระหว่างรถโดยสารสาธารณะกับยานพาหนะประเภทอื่นและให้บริการในเส้นทางเดินรถระยะยาว แต่มีปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้น พบว่ารถโดยสารสาธารณะออกวิ่งให้บริการทั้งหมด 12 เที่ยว สามารถวิ่งครบรอบระหว่างตลาดสี่มุมเมืองและห้างชุปเปอร์ชีปได้จำนวน 6 เที่ยว มีระยะเวลาเดินทาง 1 ชั่วโมง 56 นาที 30 วินาที เส้นทางขาขึ้นจากตลาดสี่มุมเมืองไปห้างชุปเปอร์ชีปมีระยะเวลาเดินทาง 51 นาที 41 วินาที และเส้นทางขาล่องจากห้างชุปเปอร์ชีปไปตลาดสี่มุมเมืองมีระยะเวลาเดินทาง 1 ชั่วโมง 4 นาที 49 วินาที ซึ่งระยะเวลาเดินทางทั้งขาขึ้นและขาล่องมากกว่าสถานการณ์ที่ 1 เนื่องจากมีปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้น โดยภาพรวมของยานพาหนะทุก

ประเภท มีจำนวนคงเหลืออยู่ในระบบไม่แตกต่างจากสถานการณ์ที่ 1 จำนวนยานพาหนะที่ออกจากระบบและความล่าช้าของยานพาหนะแต่ละคันโดยเฉลี่ยมากกว่าสถานการณ์ที่ 1 และความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะในโครงข่ายน้อยกว่าสถานการณ์ที่ 1

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติของค่าระยะเวลาเดินทางและค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างสถานการณ์ที่ 1 และสถานการณ์อื่นๆที่ศึกษา แสดงได้ดังรูปที่ 5 และ 6

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้จัดทำแบบจำลองสภาพจราจรเพื่อศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการให้บริการรถโดยสารสาธารณะของ อบจ.ภูเก็ต เส้นทางที่ 2 จากตลาดสี่มุมเมืองถึงห้างซุปเปอร์ชีป โดยการพัฒนาแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาคด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จากการศึกษาและผลการจำลองสภาพจราจรในสถานการณ์ต่างๆของงานวิจัยนี้ พบว่า ระยะเวลาเดินทางทั้งขาขึ้นและขาล่องระหว่างตลาดสี่มุมเมืองและห้างซุปเปอร์ชีป ในแง่ของการให้บริการรถโดยสารสาธารณะในช่องทางเฉพาะของสถานการณ์ที่ 3 และ 4 นั้นสามารถช่วยลดระยะเวลาของรถโดยสารสาธารณะได้ ส่วนการให้บริการรถโดยสารสาธารณะในเส้นทางระยะสั้นไม่ได้ส่งผลต่อระยะเวลาเดินทางในภาพรวม แต่การให้บริการรถโดยสารสาธารณะในเส้นทางระยะสั้นของสถานการณ์ที่ 2 และ 4 จะช่วยลดความคลาดเคลื่อนของเวลาที่รถมาถึงสถานีปลายทางทำให้มีความสม่ำเสมอมากขึ้น สำหรับสถานการณ์ที่ 5 นั้นแสดงให้เห็นว่าการให้บริการในรูปแบบเดิมที่มีจำนวนการจราจรเพิ่มขึ้น จะส่งผลกระทบในแง่ของระยะเวลาการเดินทางของรถโดยสารสาธารณะที่เพิ่มขึ้น และความเร็วเฉลี่ยในโครงข่ายลดลง 8.6%

ดังนั้นการให้บริการรถโดยสารสาธารณะในสถานการณ์ที่มีการปรับให้มีช่องทางการเดินรถเฉพาะรถโดยสารสาธารณะ และให้บริการในเส้นทางเดินรถระยะสั้น สามารถลดระยะเวลาการเดินทางจากเดิมได้ประมาณ 5 นาที 49 วินาทีต่อคัน หรือลดลง 5.6% และเวลาที่รถมาถึงสถานีปลายทางความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 นาที ทำให้มีความสม่ำเสมอมากขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณในความร่วมมือจาก กลุ่มสาขาโลจิสติกส์และระบบขนส่งทางราง มหาวิทยาลัยมหิดล บริษัท ภูเก็ตพัฒนาเมือง จำกัด กองกิจการขนส่ง องค์การบริหารส่วนจังหวัดภูเก็ต สำนักงานเทศบาลนครภูเก็ต สำนักงานเทศบาลตำบลรัษฎา สำนักงานเทศบาลตำบลวิชิต สำนักงานแขวงการทางภูเก็ต สำนักงานขนส่งจังหวัดภูเก็ต และสถานีตำรวจภูธรเมืองภูเก็ต ที่ให้ความอนุเคราะห์การเก็บข้อมูลของกรณีศึกษารถโดยสารสาธารณะของจังหวัดภูเก็ตและข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้องให้งานวิจัยเสร็จสมบูรณ์ไปด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] J. Walker, "Human transit: How clearer thinking about public transit can enrich our communities and our lives", Island Press, Washington DC, 2012.

[2] V.R. Vuchic, "Urban transit: operations, planning, and economics", John Wiley & Sons, Canada, 2005.

[3] Phuket Land Transport Office, "The Operations of Passenger Bus Transport Services in Phuket: Category 1", 2016. (in Thai)

[4] Phuket Land Transport Office, "The Operations of Passenger Bus Transport Services in Phuket: Category 4", 2016. (in Thai)

[5] Office of Transport and Traffic Policy and Planning (OTP), "Feasibility Study: Phuket Light Rail Transit Project (Tha Nun – Chalong)", 2014. (in Thai)

[6] PKCD Company, "Intention and Operational Goals of Phuket City Development Company", 2016. (in Thai)

[7] Phuket Provincial Governor's Office, "Feasibility Study: Light Rail Transit for Phuket and Phuket Airport Rail Link", 2005. (in Thai)

[8] Phuket Provincial Administrative Organization, "Public transport bus services route", Available: http://www.phuketcity.org/bus.php, 10 November 2016. (in Thai)

[9] J. Barceló, "Fundamentals of traffic simulation", Springer, New York, US, 2010.

[10] D. Gettman and L. Head, "Surrogate safety measures from traffic simulation models", FHWA-RD-03-050, 2003.

[11] R. Dowling, A. Skabardonis, and V. Alexiadis, "Traffic analysis toolbox volume III: guidelines for applying traffic microsimulation modeling software", FHWA-HRT-04-040, 2004.

[12] H.K. Sharma, M. Swami, and B.L. Swami, "Optimizing performance of at-grade intersection with bus rapid transit corridor and heterogeneous traffic", International Journal of Transportation Science and Technology 1(2), 2012, pp.131-145.

[13] G. Papageorgiou, P. Ioannou, A. Pitsillides, T. Aphamis, and A. Maimaris, "Development and evaluation of bus priority scenarios via microscopic simulation models", IFAC Proceedings Volumes 42(15), 2009, pp.434-441.

[14] T. Satiennam, A. Fukuda, and R. Oshima, "A study on the introduction of bus rapid transit system in Asian developing cities: A case study on Bangkok Metropolitan Administration Project", IATSS research 30(2), 2006, pp.59-69.

[15] W. Weerawat and T. Thongboonpian, "Pedestrian Transit Simulation of Feeder System Case Study of Tao Poon Station", The Journal of Industrial Technology 14(1), 2018, pp.40-49. (in Thai)

[16] Department of Land Transport, "Road Traffic Act, B.E. 2522", Available: https://www.dlt.go.th /site/skp5/m-news/1043/view.php?_did=299, 1 0 November 2016. (in Thai)

[17] J. Smith and R. Blewitt, "Traffic Modelling Guidelines: TfL Traffic Manager and Network Performance Best Practice Version 3 . 0 " , Transport for London, UK, 2010.