บทความวิจัย

การคาดการณ์ผู้ใช้จักรยานเพื่อการเดินทางที่ยั่งยืนในเขตเทศบาลนครระยอง

ศักรธร บุญทวียุวัฒน์*
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 08 9799 5703 อีเมล: sakaradhorn@eng.src.ku.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2022.05.009
รับเมื่อ 28 พฤษภาคม 2564 แก้ไขเมื่อ 20 กรกฎาคม 2564 ตอบรับเมื่อ 9 พฤศจิกายน 2564 เผยแพร่ออนไลน์ 24 พฤษภาคม 2565
© 2023 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน ปัญหาการจราจรติดขัดในเขตเทศบาลนครระยองทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้นเรื่อยๆ ในชั่วโมงเร่งด่วน และยังไม่ได้รับการแก้ไขในระยะยาว ส่วนหนึ่งเกิดจากการอพยพเข้ามาของประชากรต่างถิ่นเพื่อเข้ามาทำงานในจังหวัดระยอง และการไม่มีระบบขนส่งสาธารณะขนาดใหญ่ที่มั่นคง มีระดับการให้บริการที่ดี และความปลอดภัย ทำให้ประชาชนในจังหวัดระยองต้องใช้รถยนต์และจักรยานยนต์ส่วนตัวในการเดินทาง ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง และการปล่อยมลพิษทางอากาศของกลุ่มก๊าซเรือนกระจก [กลุ่มก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)] อย่างมาก แนวทางการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดอย่างยั่งยืน คือ ลดการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัวลง และเน้นการเดินทางโดยการใช้จักรยานและการเดินเท้าเชื่อมต่อกับระบบขนส่งมวลชน โดยงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยต่อยอดจาก การนำเสนอแนวทางการออกแบบทางจักรยานร่วมกับการประชุมรับฟังข้อคิดเห็นจากประชาชนในพื้นที่ศึกษาบนถนนตากสินมหาราชและจันทอุดม ในเขตเทศบาลนครระยองแล้ว ซึ่งงานวิจัยนี้จะประยุกต์ใช้แบบจำลองการจราจรและขนส่งในการคาดการณ์จำนวนผู้ใช้จักรยานเชื่อมต่อระบบขนส่งมวลชน โดยผลงานวิจัยระบุว่า เมื่อมีการก่อสร้างทางจักรยานทางเท้า และระบบขนส่งมวลชนที่มีคุณภาพสูงแล้วจะสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของประชาชนจากรถยนต์ส่วนตัวให้มาใช้จักรยานและการเดินเท้าเชื่อมต่อกับระบบขนส่งมวลชนได้มากถึง 60 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การเดินทางอย่างยั่งยืน ทางจักรยาน แบบจำลองการจราจรและขนส่ง และการคาดการณ์จำนวนผู้ใช้จักรยาน

การอ้างอิงบทความ: ศักรธร บุญทวียุวัฒน์, "การคาดการณ์ผู้ใช้จักรยานเพื่อการเดินทางที่ยั่งยืนในเขตเทศบาลนครระยอง," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 33, ฉบับที่ 4, หน้า 1–13, เลขที่บทความ 234-015112, ต.ค.–ธ.ค. 2566.

Research Article

Forecasting the Bike Riders for Sustainable Travel in Rayong Municipality

Sakaradhorn Boontaveeyuwat*
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering at Sriracha, Kasetsart University, Sriracha Campus, Chon Buri, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 08 9799 5703, E–mail: sakaradhorn@eng.src.ku.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2022.05.009
Received 28 May 2021; Revised 20 July 2021; Accepted 9 November 2021; Published online: 24 May 2022
© 2023 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

At present, the traffic congestion problem in Rayong municipality have been severely increasing especially during the peak hours; yet the underlying problem hasn't been fixed with sustainable solutions. This is partly due to immigrant workers and lack of large-scale public transport infrastructure alongside proper transportation services with safety, accessibility and reliability. Subsequently, people in Rayong put their reliance upon private cars and motorcycles for daily commute. Such practice is undeniably related to wasteful energy consumption and large emissions of air pollutants and dominant greenhouse gases (HC, CO, NOx and CO_2). Some sustainable solutions to traffic congestion consist of reducing private car trips and placing reliance on bicycle commuting or walking to public transit. This study is a continuation of research presented bike lane design guidelines in conjunction with public participation meeting emphasizing traffic congestion in two case study areas: Taksin Maharat and Chantaudom roads in Rayong municipality. This study applies the traffic and transportation model to forecast the number of bicyclists and pedestrians accessing to mass transit stations. According to the research results, high-quality infrastructure of bike and pedestrian paths accompanied by suitable public transit system would contribute to 60 percent shift from using private vehicles to a more sustainable mode of transport, like walking or cycling to access to public transportation services.

Keywords: Sustainable Travel, Bikeway, Transport Model, Bike Riders Prediction

Please cite this article as: S. Boontaveeyuwat, "Forecasting the bike riders for sustainable travel in Rayong municipality," *The Journal of KMUTNB*, vol. 33, no. 4, pp. 1–13, ID. 234-015112, Oct.–Dec. 2023 (in Thai).

1. บทนำ

จังหวัดระยอง คือ เมืองที่สำคัญทางด้านเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยเปรียบเสมือนเป็นเมืองหลวงทางด้านอุตสาหกรรมของประเทศ ดังจะเห็นได้จากผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในจังหวัดต่อหัวของจังหวัดระยองนั้นสูงที่สุดในประเทศ มีมูลค่าเท่ากับ 1,067,449 บาท [1] โดยมีพื้นที่เทศบาลนครระยองเป็นหนึ่งในพื้นที่ที่เป็นแหล่งศูนย์กลางทางด้านเศรษฐกิจของจังหวัดระยอง

การอพยพเข้ามาของประชากรต่างถิ่นเพื่อเข้ามาทำงานในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด และเขตพื้นที่อุตสาหกรรมไออาร์พีซีมีมากขึ้นเรื่อยๆ ประกอบกับการไม่มีระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ ทำให้ประชาชนไม่มีทางเลือกมากนักในการเดินทางในชีวิตประจำวัน ทำให้ต้องพึ่งพารถยนต์และรถจักรยานยนต์ส่วนตัวในการเดินทาง ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดภายในเขตพื้นที่เทศบาลนครระยองและพื้นที่ใกล้เคียงอย่างมาก และส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง และการปล่อยมลพิษทางอากาศของกลุ่มก๊าซเรือนกระจกขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ เช่น กลุ่มก๊าซ HC, CO, NOx และ CO_2

แนวทางการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดในเขตเทศบาลนครระยองได้อย่างยั่งยืน และอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม คือ การพัฒนาระบบขนส่งมวลชนควบคู่ไปกับทางจักรยาน เพื่อลดการเดินทางโดยรถยนต์และจักรยานยนต์ส่วนตัวให้มากที่สุด

งานวิจัยในบทความนี้ต่อยอดจากงานวิจัยของ [2] โดยหลังจากที่ได้รูปแบบจักรยานที่เหมาะสมแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การคาดการณ์จำนวนผู้ใช้จักรยานเชื่อมต่อกับระบบขนส่งมวลชนโดยการพัฒนาแบบจำลองการจราจรและขนส่งที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ แบบจำลองการเกิดการเดินทาง แบบจำลองการกระจายการเดินทาง และแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง แนวคิดของแบบจำลองการจราจรและขนส่งทั้ง 3 รูปแบบ มีดังนี้ [3]

แบบจำลองการเกิดการเดินทางมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อใช้ในการคาดการณ์ปริมาณการเกิดการเดินทาง หรือจำนวนเที่ยวการเดินทางของผู้เดินทาง (คน-เที่ยว) ภายในขอบเขตพื้นที่ศึกษาและช่วงเวลาที่กำหนด โดยการเกิดการเดินทางจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การสร้างการเดินทาง (Trip Production; TP) ซึ่งจะมีจุดต้นทางเป็นที่พักอาศัย และการดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction; TA) ซึ่งมีจุดปลายทางเป็นพื้นที่ใช้สอยประเภทอื่นๆ ที่ไม่ใช่ที่พักอาศัย เช่น สถานที่ราชการ สถานศึกษา พื้นที่พาณิชยกรรม หรืออุตสาหกรรม ปริมาณการเกิดการเดินทางจะแตกต่างกันตามปัจจัยต่างๆ เช่น ประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความหนาแน่นของประชากร จำนวนยานพาหนะในครัวเรือน ขนาดครัวเรือน รายได้ของครัวเรือน โครงสร้างอายุ อาชีพของสมาชิกในครัวเรือน

แบบจำลองการกระจายการเดินทางมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อคาดการณ์ปริมาณการเดินทางระหว่างจุดต้นทางและจุดปลายทางในแต่ละคู่พื้นที่ย่อย ภายในขอบเขตพื้นที่ศึกษา โดยมีปัจจัยทางด้านระยะทางระยะเวลา หรือค่าใช้จ่ายในการเดินทางเป็นตัวแปรสำคัญ เมทริกซ์การเดินทางระหว่างคู่พื้นที่ย่อยในปีอนาคต คือ ผลผลิตจากแบบจำลองการกระจายการเดินทางนี้

แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางมีวัตถุประสงค์เพื่อคาดการณ์สัดส่วนการเดินทางของประชากรว่ามีการใช้รูปแบบการเดินทางเป็นอย่างไร แบบจำลองนี้มีความซับซ้อนมากกว่า 2 แบบแรก (แบบจำลองการเกิดการเดินทาง และกระจายการเดินทาง) เนื่องจากขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่

1. ปัจจัยด้านผู้เดินทาง ประกอบด้วย รายได้ครัวเรือน อัตราการครอบครองยานพาหนะ ขนาดครัวเรือน และรสนิยมของผู้เดินทาง เป็นต้น

2. ปัจจัยด้านการเดินทาง ประกอบด้วย ระยะทางในการเดินทาง และช่วงเวลาของวัน เป็นต้น

3. ปัจจัยด้านระบบขนส่ง ประกอบด้วย ค่าโดยสาร เวลาในการเดินทางบนยานพาหนะ เวลาการรอคอย และเวลาที่ใช้ในการเข้าถึงระบบ ฯลฯ

การเลือกรูปแบบการขนส่งสามารถวิเคราะห์ได้หลายวิธี เช่น วิธี Direct Generation, Trip Interchange และ Logit Model

ในส่วนของแบบจำลองการแจกแจงการเดินทางมีวัตถุประสงค์ เพื่อคาดการณ์ปริมาณจราจรบนโครงข่าย

เส้นทางให้เหมาะสม เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงระบบโครงข่ายการขนส่งในอนาคต โดยการแจกแจงการเดินทางสามารถวิเคราะห์ได้หลายวิธี เช่น วิธี Minimum Technique, Capacity Restrain และ Drew's Method

โดยขั้นตอนการสร้างแบบจำลองการจราจรและขนส่งจะเริ่มตั้งแต่การสำรวจข้อมูลจราจรแบบช่วงถนน (Mid-Block Count; MB) การเก็บข้อมูลการเดินทางจุดต้นทางและปลายทาง (O/D Survey) การสัมภาษณ์ผู้เดินทางแบบเปิดเผย (Revealed Preference) และการสัมภาษณ์ ผู้เดินทางแบบใช้สถานการณ์สมมุติ (Stated Preference)

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

วิธีการคาดการณ์จำนวนผู้ใช้จักรยานเชื่อมต่อกับรถไฟฟ้ารางเบาในเขตเทศบาลนครระยอง มีขั้นตอนดังนี้

1. สำรวจข้อมูลประชากรและรายได้ของประชาชนในเขตเทศบาลนครระยอง

2. แบ่งโซนพื้นที่การเดินทางตามเขตการปกครองของเทศบาลนครระยองออกเป็น 29 โซน และโซนนอกพื้นที่อีก 1 โซน รวมทั้งหมดเป็น 30 โซน

3. ลงพื้นที่ศึกษาเพื่อสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรแบบช่วงถนน (Mid-Block) โดยเลือกจุดสำรวจปริมาณจราจรที่เหมาะสมทั้งแบบ 24 ชั่วโมง และ 12 ชั่วโมง

4. สำรวจปริมาณจราจรรายวันโดยการแบ่งประเภทของยานพาหนะออกเป็น 12 ประเภท ได้แก่ 1) รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน 2) รถยนต์นั่งเกิน 7 คน 3) รถโดยสารขนาดเล็ก 4) รถโดยสารขนาดกลาง 5) รถโดยสารขนาดใหญ่ 6) รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ 7) รถบรรทุกขนาด 2 เพลา 6 ล้อ 8) รถบรรทุกขนาด 3 เพลา 10 ล้อ 9) รถบรรทุกพ่วง มากกว่า 3 เพลา 10) รถบรรทุกกึ่งพ่วง มากกว่า 3 เพลา 11) รถจักรยาน 2 ล้อ และ 3 ล้อ และ 12) รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง และแปลงเป็นค่า PCE ดังตารางที่ 1

5. สำรวจข้อมูลจุดต้นทางและปลายทางของผู้เดินทาง (Origin and Destination) ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ริมถนน (Roadside Interview Technique) เพื่อจำลองการไหลของปริมาณจราจรบนพื้นที่การศึกษา ได้แก่ เทศบาลนครระยอง

6. สัมภาษณ์ผู้เดินทางแบบเปิดเผย (Reveal Preference) และแบบสถานการณ์สมมติ (Stated Preference) เพื่อสอบถามทัศนคติของผู้เดินทางเมื่อมีรูปแบบเส้นทางจักรยานที่นำเสนอ [2] เกิดขึ้นเชื่อมต่อกับรถไฟฟ้ารางเบา ด้วยค่าโดยสารที่กำหนดขึ้นแตกต่างกันหลายระดับ

7. พัฒนาแบบจำลองการจราจรและขนส่ง ได้แก่ แบบจำลองการเกิดการเดินทาง แบบจำลองการกระจายการเดินทาง และแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง [3]–[11]

8. พัฒนาแบบจำลองการเกิดการเดินทางโดยวิธีสมการถดถอยเชิงพหุโดย Microsoft Excel

9. พัฒนาแบบจำลองการกระจายการเดินทางโดยวิธีแบบจำลองแรงโน้มถ่วงโดย CUBE

10. พัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางโดยใช้โปรแกรม R

11. ประมวลผลการเลือกรูปแบบการเดินทางของประชาชนในอนาคตโดย CUBE Voyager

12. สรุปผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ประเภทยานพาหนะและ PCE

ประเภทยานพาหนะ	ค่า PCE
1) รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน	1.00
2) รถยนต์นั่งเกิน 7 คน	1.00
3) รถโดยสารขนาดเล็ก	1.50
4) รถโดยสารขนาดกลาง	1.50
5) รถโดยสารขนาดใหญ่	2.10
6) รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ	1.00
7) รถบรรทุกขนาด 2 เพลา 6 ล้อ	1.50
8) รถบรรทุกขนาด 3 เพลา 10 ล้อ	2.50
9) รถบรรทุกพ่วง มากกว่า 3 เพลา	2.50
10) รถบรรทุกกึ่งพ่วง มากกว่า 3 เพลา	2.50
11) รถจักรยาน 2 ล้อ และ 3 ล้อ	0.25
12) รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง	0.33

ที่มา: สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง [4]

3. ผลการทดลอง

3.1 ผลการสำรวจปริมาณจราจรบนช่วงถนน

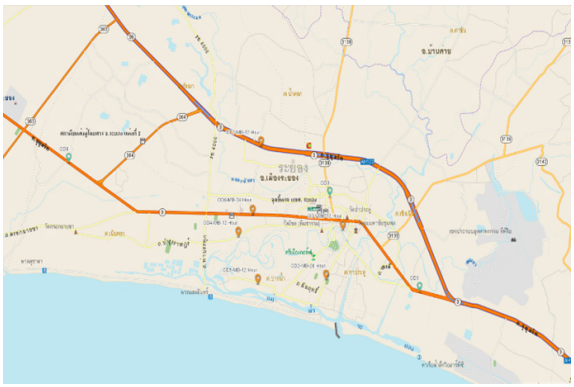
การสำรวจข้อมูลปริมาณจราจรแบบปฐมภูมิแบ่งประเภทยานพาหนะออกเป็น 12 ประเภท และค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (PCE) ดังตารางที่ 1

จุดสำรวจปริมาณจราจรจะเน้นที่ถนนสายหลัก สายรอง และสายท้องถิ่น โดยมีจุดสำรวจทั้งสิ้น 7 จุด ดังรูปที่ 1 และตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดของจุดสำรวจทั้งหมด

ตารางที่ 2 รายละเอียดจุดสำรวจและเก็บรวบรวมปริมาณจราจรบนช่วงถนน

จุดสำรวจที่	ถนน	ช่วงของถนนที่สำรวจ	จำนวนชั่วโมงสำรวจ
1	ยมจินดา	บ้านสะพานไม้	12
2	ตากสินมหาราช	โรงเรียนระยองวิทยาคม	24
3	จันทอุดม	บริษัท มิตรยนต์ระยอง จำกัด	12
4	ราษฎร์บำรุง	บ้านพระจันทร์	12
5	สมุทรเจดีย์	ช่วงต้นของถนนก่อนเข้าสู่เจดีย์กลางน้ำ	12
6	สุขุมวิท	โรงแรมโกลเด้นซิตี้ ระยอง	24
7	ทางหลวงหมายเลข 36	บริเวณร้าน Index Living Mall	12

จากตารางที่ 2 จุดสำรวจที่ 1 คือ ถนนท้องถิ่น จุดสำรวจที่ 2, 3, 4 และ 5 คือ ถนนสายรอง และจุดที่ 6 และ 7 คือ ถนนสายหลัก โดยถนนสายท้องถิ่นและสายรองสำหรับผู้ขับขี่รถจักรยานใช้เพื่อเชื่อมต่อกับระบบขนส่งมวลชนในถนนสายหลัก จากผลการสำรวจปริมาณจราจรในจุดที่ 1 บนถนนยมจินดาพบว่า ถนนยมจินดาเป็นถนนที่มีการเดินรถทางเดียว (ไปทางทิศตะวันตก) มีปริมาณจราจรมากที่สุดในช่วงเวลา 7.00–8.00 น. ที่ 217.42 PCU และช่วงเวลา 16.00–17.00 น. ที่ 144 PCU ในขณะที่การสำรวจปริมาณจราจรที่มุ่งหน้าสู่ทิศเหนือและทิศใต้นั้นมีปริมาณน้อยที่ 345 และ 657 PCU ต่อ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ



รูปที่ 1 จุดสำรวจปริมาณจราจรทั้ง 7 จุด บนถนนสายหลัก สายรองและสายท้องถิ่น

จุดสำรวจที่ 2 ถนนตากสินมหาราช ปริมาณจราจรเพิ่มมากขึ้นสูงสุดอยู่ในช่วงเวลา 7.00–8.00 น. ที่ 1,469.76 PCU ซึ่งเป็นช่วงที่นักศึกษาเดินทางมาเพื่อเรียนหนังสือ และรองลงมาคือ ช่วงเวลา 17.00–18.00 น. ที่ปริมาณจราจรเท่ากับ 958.81 PCU

จุดสำรวจที่ 3 ถนนจันทอุดม ปริมาณจราจรเพิ่มมากขึ้นสูงสุดอยู่ในช่วงเวลา 17.00–18.00 น. ที่ 2,546.05 PCU และรองลงมาคือ ช่วงเวลาที่ติดกัน 16.00–17.00 น. ที่ปริมาณจราจรเท่ากับ 2,275.06 PCU

จุดสำรวจที่ 4 ถนนราษฎร์บำรุง จากการสำรวจปริมาณจราจรบนถนนราษฎร์บำรุงทั้งสองทิศทางพบว่า มีปริมาณจราจรมากที่สุดในช่วงเวลา 7.00–8.00 น. ที่ 903 PCU และช่วงเวลา 17.00–18.00 น. ที่ 1,159 PCU

จุดสำรวจที่ 5 ถนนสมุทรเจดีย์ ปริมาณจราจรบนถนนสมุทรเจดีย์ทั้งสองทิศทางพบว่า มีปริมาณจราจรมากที่สุดในช่วงเวลา 17.00–18.00 น. ที่ 325 PCU และช่วงเวลา 7.00–8.00 น. ที่ 291.81 PCU

จุดสำรวจที่ 6 ถนนสุขุมวิท ปริมาณจราจรสูงสุดอยู่ในช่วงเวลา 18.00–19.00 น. ที่ 4,690.70 PCU รองลงมาคือ ช่วงเวลา 7.00–8.00 น. ที่ปริมาณจราจรเท่ากับ 4,453.02 PCU

จุดสำรวจที่ 7 ถนนทางหลวงหมายเลข 36 ปริมาณ

รูปที่ 2 การสำรวจ O/D บนถนนยมจินดาและจันทอุดม

จราจร ทั้งสองทิศทางพบว่ามีปริมาณจราจรมากที่สุดในช่วงเวลา 17.00–18.00 น. ที่ 6,225.84 PCU และช่วงเวลา 7.00–8.00 น. ที่ 5,586.63 PCU

นอกจากข้อมูลสำรวจปริมาณจราจรทางปฐมภูมิแล้ว ข้อมูลปริมาณจราจรอีก 9 จุด ก็ถูกเก็บข้อมูลในเชิงทุติยภูมิด้วย ได้แก่

1) ถนนทางหลวงหมายเลข 3191 (56,387 PCU/วัน)
2) ถนนทางหลวงหมายเลข 3 ตอนบน (55,562 PCU/วัน)
3) ถนนทางหลวงหมายเลข 3 ตอนล่าง (30,724 PCU/วัน)
4) ถนนทางหลวงหมายเลข 36 ตอนบน (74,290 PCU/วัน)
5) ถนนทางหลวงหมายเลข 36 ตอนล่าง (37,077 PCU/วัน)
6) ถนนทางหลวงหมายเลข 364 (30,388 PCU/วัน)
7) ถนนทางหลวงหมายเลข 3138 (31,442 PCU/วัน)
8) ถนนทางหลวงหมายเลข 3139 (9,192 PCU/วัน)
9) ถนนทางหลวงหมายเลข 3140 (8,078 PCU/วัน)

3.2 ผลการสำรวจการเดินทางจุดต้นทางและปลายทาง

งานวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจจุดต้นทาง-ปลายทาง (Origin-Destination Survey) ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ริมถนน (Roadside Interview Technique) จำนวน 9 จุดสำรวจ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนี้จะครอบคลุมการเดินทางโดยยานพาหนะส่วนบุคคลและรถขนส่งสินค้า โดยประกอบด้วยคำถามอย่างจุดต้นทางและปลายทางของการเดินทาง และวัตถุประสงค์ของการเดินทาง โดยวัตถุประสงค์เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณการเดินทางเข้าและออกในแต่ละโซน โดยแบ่งออกเป็น 30 โซน หรือ 29 ชุมชน ในเขตเทศบาลนครระยอง และอีก 1 โซน สำหรับการเดินทางเข้าและออกจากพื้นที่นอกเหนือจากเทศบาลนครระยอง จุดสำรวจและช่วงเวลาการสำรวจแบบ O/D แสดงดังตารางที่ 3 ภาพตัวอย่างการสำรวจ O/D แสดงดังรูปที่ 2 โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่างจุดละประมาณ 700–800 คัน ทั้ง 2 ทิศทาง

ตารางที่ 3 ตำแหน่งจุดสำรวจ O/D Survey และช่วงเวลาในการสำรวจ

จุดสำรวจ	ถนน	ช่วงของถนนที่สำรวจ	ช่วงเวลาสำรวจ
1	ยมจินดา	บ้านสะพานไม้	06:00–18:00
2	ตากสินมหาราช	โรงเรียนระยองวิทยาคม	06:00–18:00
3	จันทอุดม	จุดตัดทางแยกถนน ค.2	06:00–18:00
4	ราษฎร์บำรุง	บ้านพระจันทร์	06:00–18:00
5	สมุทรเจดีย์	ช่วงต้นของถนนก่อนเข้าสู่เจดีย์กลางน้ำ	06:00–18:00
6	สุขุมวิท	โรงแรมโกลเด้นซิตี้ ระยอง	06:00–18:00
7	ทางหลวงหมายเลข 36	บริเวณร้าน Index Living Mall	06:00–18:00
8	สุขุมวิท	ห้วยโป่ง	06:00–18:00
9	สุขุมวิท	ย่านอุตสาหกรรม IRPC	06:00–18:00

3.3 ผลการสัมภาษณ์ข้อมูลผู้เดินทางแบบเปิดเผย (RP) และแบบสถานการณ์สมมติ (SP)

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการสำรวจข้อมูลแบบ Revealed Preference (RP) และ Stated Preference (SP) เพื่อวิเคราะห์ความต้องการ การตัดสินใจและพฤติกรรมของผู้เดินทาง เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางเพื่อคาดการณ์ปริมาณการเดินทางของประชาชนที่เดินทางแบบไม่ใช้รถยนต์ส่วนตัว โดยนิยามของการสำรวจข้อมูลแบบ RP และ SP มีดังนี้

1) การสำรวจและเก็บข้อมูลโดยวิธี RP คือ การสำรวจข้อมูลการตัดสินใจเลือกสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เช่น การตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางที่ใช้ในการเดินทางไปทำงานซึ่งได้เกิดขึ้นไปแล้วที่ผ่านมา

2) การสำรวจและเก็บข้อมูลโดยวิธี SP คือ การสำรวจข้อมูลการตัดสินใจเลือกภายใต้สถานการณ์ที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นแต่ถูกสมมติขึ้นมา เช่น ในกรณีของโครงการนี้ การสมมติสถานการณ์ใหม่ขึ้นมา คือ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่เอื้อประโยชน์ต่อการเดินทางแบบไม่ใช้รถยนต์ส่วนตัว ประชาชนจะสนใจเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางดังกล่าวหรือไม่

ข้อมูลสำรวจประกอบไปด้วยชุดข้อมูลจำนวน 500 ชุด โดยจำนวนแบบสอบถามจาก 5 ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล ดังนี้

- ถนนยมจินดา 100 ชุด
- ถนนราษฎร์บำรุง 100 ชุด
- ถนนตากสินมหาราช 100 ชุด
- ถนนสมุทรเจดีย์ 100 ชุด
- ถนนจันทอุดม 100 ชุด

แบบสัมภาษณ์ RP จะเป็นการสอบถามรูปแบบการเดินทางในปัจจุบันของประชาชนในเขตเทศบาลนครระยอง ระยะทาง เวลาการเดินทาง และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และรายได้ของครัวเรือนของผู้สัมภาษณ์ ในขณะที่แบบสัมภาษณ์ SP แบ่งออกเป็น 8 สถานการณ์ ซึ่งมีระยะเวลาการเดินทาง และค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่แตกต่างกัน โดยผู้ตอบแบบสอบถามแต่ละคนจะตอบแบบสอบถามในทุกสถานการณ์ระหว่างรูปแบบการเดินทางแบบเดิมคือรถยนต์ส่วนตัวหรือสถานการณ์ใหม่ ได้แก่ รถไฟฟ้ารางเบา + จักรยาน และการเดินโดยการเดินทางเพื่อเข้าถึงรถไฟฟ้ารางเบาแบบจักรยานและการเดินจะถูกสมมุติให้เป็นการเดินทางแบบระยะสั้น 3 กิโลเมตร และระยะทางไกล 10 กิโลเมตร สำหรับการเดินทางเปรียบเทียบระหว่างรถไฟฟ้ารางเบาและรถยนต์ส่วนตัว ซึ่งจะมีความแตกต่างกันตรงเวลาการเดินทางแบบ Out-Vehicle Travel Time (OVTT) ในขณะที่เวลาการเดินทางภายในยานพาหนะ คือ In-Vehicle Travel Time (IVTT) ตัวอย่างของสถานการณ์ต่างๆ ทั้งสิ้น 8 สถานการณ์ แสดงดังตัวอย่างดังตารางที่ 4 โดยหลักการออกแบบสัมภาษณ์ SP อ้างอิงมาจาก [10]

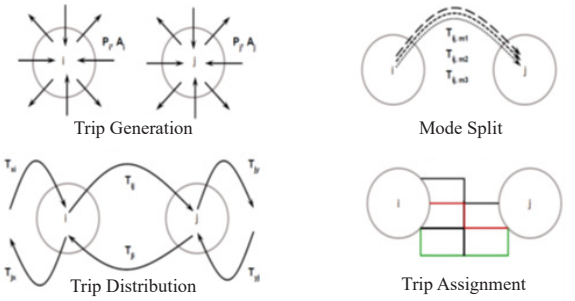
3.4 การพัฒนาแบบจำลองการจราจรและขนส่ง

การพัฒนาแบบจำลองการจราจรและขนส่ง คือ ขั้นตอนที่มีความสำคัญของโครงการที่ถูกประยุกต์ใช้เพื่อการคาดการณ์ปริมาณการเดินทางแบบไม่ใช้รถยนต์ส่วนตัวในเขตเทศบาลนครระยอง งานวิจัยนี้จะดำเนินการพัฒนา

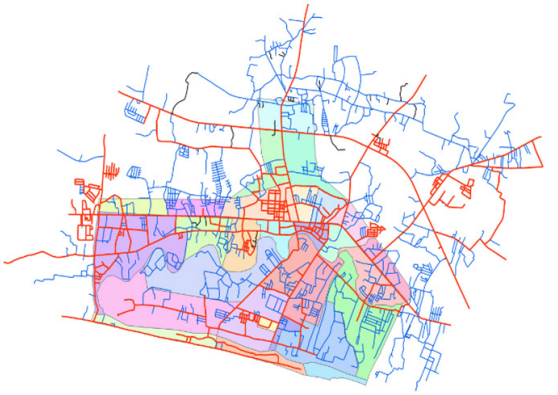
ตารางที่ 4 แบบสัมภาษณ์ SP ทั้ง 8 สถานการณ์

วิธีการเดินทาง	สถานการณ์ที่ 1		สถานการณ์ที่ 2		สถานการณ์ที่ 3		สถานการณ์ที่ 4		สถานการณ์ที่ 5		สถานการณ์ที่ 6		สถานการณ์ที่ 7		สถานการณ์ที่ 8	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
เวลาการเดินทาง IVTT	30	12	30	17	50	12	50	17	30	12	30	17	50	12	50	17
เวลาการเดินทาง OVTT		10		30		10		30		30		10		30		10
เวลารอ (นาที)		10		15		15		10		15		10		10		15
ค่าโดยสาร/ค่าน้ำมัน (บาท)	52	15	52	15	52	25	52	25	80	25	80	25	80	15	80	15
เลือก																

1 = รูปแบบการเดินทางจักรยานยนต์/รถยนต์ส่วนตัว 2 = รูปแบบการเดินทางแบบเดินเท้า/จักรยาน + LRT



รูปที่ 3 แบบจำลองการจราจรและขนส่ง 4 ขั้นตอน



รูปที่ 4 การแบ่งโซนพื้นที่ 29 โซนในโปรแกรม CUBE

แบบจำลองการคาดการณ์การเดินทางของผู้โดยสารเป็นแบบจำลองการขนส่งต่อเนื่อง 3 ขั้นตอน จากทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยในทางทฤษฎีมีแนวคิดของแบบจำลองดังกล่าว ดังนี้ [6]–[10] และการแบ่งโซนพื้นที่โดย CUBE แสดงในรูปที่ 4

1) การตัดสินใจที่จะเดินทางเพื่อวัตถุประสงค์ใดวัตถุประสงค์หนึ่ง จะก่อให้เกิดการเดินทางขึ้น (Trip Generation)

2) การเลือกจุดหมายปลายทาง (Trip Distribution)

3) การเลือกรูปแบบการเดินทาง (Mode Choice)

4) การเลือกเส้นทางในการเดินทาง (Trip Assignment)

เขตการปกครองในเทศบาลนครระยองแบ่งออกได้ เป็น 29 ชุมชน ดังนั้นงานวิจัยนี้จะใช้พื้นที่ในการแบ่งเขตโซนย่อยในแบบจำลองการจราจรและขนส่ง เพื่อคาดการณ์ปริมาณผู้เดินทางที่ใช้จักรยานเชื่อมต่อกับรถไฟฟ้ารางเบาจำนวน 29 โซน

3.5 แบบจำลองการเกิดการเดินทาง

ในการพัฒนาแบบจำลองการเกิดการเดินทางนั้น ใช้วิธี Linear Regression โดยข้อมูลในการคำนวณการเกิดการเดินทาง ได้แก่ จำนวนประชากร และรายได้ โดยข้อมูลจากการสำรวจครัวเรือน 29 โซน (ชุมชน) ในพื้นที่ศึกษาใช้ข้อมูลจากทุติยภูมิใน พ.ศ. 2559 โดยแบบจำลองการเกิดการเดินทางที่พัฒนาขึ้น มีดังนี้

$Trip_i$ คือ จำนวนเที่ยวการเดินทางจากโซน (ชุมชน) i ซึ่งหามาจากค่าเฉลี่ยของตัวอย่างจากการสำรวจ แล้วคูณขยายด้วยแฟกเตอร์สัดส่วน จำนวนครัวเรือนในโซน i หารด้วยจำนวนตัวอย่างครัวเรือนที่สำรวจในโซน i

Pop_i คือ จำนวนประชากรของโซน i ซึ่งหามาจากข้อมูลทุติยภูมิ

Inc_i คือ รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของประชากรจากโซน i ซึ่งหามาจากค่าเฉลี่ยของตัวอย่างครัวเรือนจากการสำรวจ

แบบจำลอง Trip Generation สำหรับพื้นที่ศึกษาดังสมการที่ (1)

$$Trips_i = 1.179*Pop_i + 6.073*Inc_i \qquad R^2 = 0.628 \tag{1}$$

3.6 แบบจำลองการกระจายการเดินทาง

แบบจำลองการกระจายการเดินทางเป็นขั้นตอนในการกระจายการเดินทางจากพื้นที่ต้นทาง ไปยังพื้นที่ปลายทาง โดยใช้วิธีการของ Gravity Model โดยประเมินจากการเกิดและดึงดูดการเดินทางแต่ละพื้นที่ย่อย ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อยทั้งสอง เช่น ค่าโดยสาร ระยะเวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทางข้อมูลในส่วนนี้จะวิเคราะห์จากการสำรวจ OD Survey

แบบจำลอง Gravity Model ดังสมการที่ (2)

$$T_{ij} = a_i\, b_j\, P_i\, A_j\, F(C_{ij})\, K_{ij} \tag{2}$$

โดยที่

T_{ij} : ปริมาณการเดินทางจากพื้นที่ย่อย i ไปพื้นที่ย่อย j

P_i : ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นที่พื้นที่ย่อย i

A_j : ปริมาณการเดินทางที่เข้าสู่พื้นที่ย่อย j

$a_i\ b_j$: ตัวปรับคูณ

$F(C_{ij})$: ฟังก์ชันของค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากพื้นที่ย่อย i ไปพื้นที่ย่อย j

K_{ij} : ตัวปรับแก้ปริมาณการเดินทางจากพื้นที่ย่อย i ไปพื้นที่ย่อย j

สำหรับฟังก์ชัน $F(C_{ij})$ มีรูปแบบดังสมการที่ (3)

$$F(C_{ij}) = C_{ij}^{-0.44828}\ exp\ (-0.03035C_{ij}) \qquad (3)$$

ปริมาณความต้องการการเดินทาง (Desire Line) แสดงดังรูปที่ 5

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์การเดินทางระหว่างจุดต้นทางและปลายทาง ดังแสดงในตารางที่ 5

รูปที่ 5 ปริมาณการเดินทางระหว่างจุดต้นทาง และจุดหมายปลายทาง (Desire Line) พ.ศ. 2562

3.7 แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง

แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง คือ แบบจำลองที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยแบ่งรูปแบบการเดินทางออกเป็นรูปแบบการเดินทางหลัก ได้แก่ รถยนต์ส่วนตัว รถสองแถว จักรยาน และการเดิน โดยพิจารณาจากเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง รวมทั้งค่าใช้จ่ายในรูปอื่นๆ เป็นปัจจัยในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทาง ซึ่งแบบจำลองในส่วนนี้จะวิเคราะห์จากข้อมูลการสำรวจ RP ดังแสดงในรายละเอียดดังนี้

แบบจำลอง Multinomial Logit Model ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อหาสัดส่วนการเดินทางในปัจจุบัน สำหรับรูปแบบการ

ตารางที่ 5 ตัวอย่างการประมวลผลจากแบบจำลองกระจายการเดินทาง เมทริกซ์การเดินทางของประชาชนในเขตเทศบาลนครระยอง (คน-เที่ยว/วัน)

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	27.0	55.8	101.9	17.8	11.6	30.1	180.0	30.2	25.0	29.1	46.0	18.8	52.2	39.4	40.5
2	55.8	115.5	210.8	36.9	24.1	62.3	372.4	62.5	51.7	60.2	95.3	38.9	108.0	81.6	83.9
3	101.9	210.8	384.9	67.3	44.0	113.7	679.9	114.0	94.5	109.9	173.9	71.1	197.2	149.0	153.1
4	17.8	36.9	67.3	11.8	7.7	19.9	118.9	19.9	16.5	18.9	30.4	12.4	34.5	26.1	26.8
5	11.6	24.1	44.0	7.7	5.0	13.0	77.6	13.0	10.8	12.5	19.9	8.1	22.5	17.0	17.5
6	30.1	62.3	113.7	19.9	13.0	33.6	200.8	33.7	27.9	32.5	51.4	21.0	58.2	44.0	45.2
7	180.0	372.4	679.9	118.9	77.6	200.8	1200.8	201.4	166.8	194.2	307.2	125.6	348.3	263.1	270.5
8	30.2	62.5	114.0	19.9	13.0	33.7	201.4	33.8	28.0	32.6	51.5	21.1	58.4	44.1	45.4
9	25.0	51.7	94.5	16.5	10.8	27.9	166.8	28.0	23.2	27.0	42.7	17.4	48.4	36.6	37.6
10	29.1	60.2	109.9	18.9	12.5	32.5	194.2	32.6	27.0	31.4	49.7	20.3	56.3	42.5	43.7
11	46.0	95.3	173.9	30.4	19.9	51.4	307.2	51.5	42.7	49.7	78.6	32.1	89.1	67.3	69.2
12	18.8	38.9	71.1	12.4	8.1	21.0	125.6	21.1	17.4	20.3	32.1	13.1	36.4	27.5	28.3
13	52.2	108.0	197.2	34.5	22.5	58.2	348.3	58.4	48.4	56.3	89.1	36.4	101.0	76.3	78.4
14	39.4	81.6	149.0	26.1	17.0	44.0	263.1	44.1	36.6	42.5	67.3	27.5	76.3	57.7	59.3
15	40.5	83.9	153.1	26.8	17.5	45.2	270.5	45.4	37.6	43.7	69.2	28.3	78.4	59.3	60.9

เดินทางทั้ง 4 โหมด ได้แก่ รถยนต์ส่วนตัว/มอเตอร์ไซด์ (AUTO/Motorcycle) รถสองแถว (TR) จักรยาน (BIKE) และการเดินเท้า (WALK) โดยประมวลผลผ่านโปรแกรม R ดังแสดงในสมการที่ (4)–(9)

$$U(\text{Auto}) = -0.254 * \text{Time (Auto)} \quad (4)$$

$$U(\text{TR}) = -2.92 - 0.255 * \text{Time (TR)} \quad (5)$$

$$U(\text{Bike}) = -1.51 - 0.255 * \text{Time (Bike)} \quad (6)$$

$$U(\text{Walk}) = 2.078 - 0.255 * \text{Time (Walk)} \quad (7)$$

โดยตั้งสมมติฐาน ผู้เดินทางที่ใช้โหมด TR, BIKE, WALK จะไม่เปลี่ยนมาใช้ LRT ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และสัดส่วนของรูปแบบการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัว ที่จะเปลี่ยนมาใช้ LRT + จักรยาน และการเดินสามารถถูกคำนวณได้จากแบบจำลองที่ 2 โดยเป็น Binary Logit Model ซึ่งเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางจากรถยนต์ส่วนตัว/มอเตอร์ไซด์ ไปยัง LRT เพื่อคำนวณหาสัดส่วนของรูปแบบการเดินทาง 2 โหมด คือ รถส่วนตัว (AUTO) และ LRT + จักรยาน และการเดินโดยไม่แบ่งวัตถุประสงค์การเดินทาง ดังรายละเอียดดังนี้

$$U(\text{Auto}) = -0.000155 * \text{IVTT_Auto} - 0.0048 * \text{Cost_Auto} \quad (8)$$

$$U(\text{LRT}) = 0.477 - 0.000155 * \text{IVTT_LRT} - 0.00379 * \text{OVTT_LRT} - 0.00873 * \text{WT_LRT} - 0.004808 * \text{Cost_LRT} \quad (9)$$

กำหนดให้

IVTT คือ In – Vehicle Travel Time (นาที)

OVTT คือ Out of Vehicle Travel Time (นาที)

ได้แก่ เวลาเดิน/ขี่จักรยาน ระหว่างสถานี LRT กับต้นทาง/ปลายทาง)

WT คือ Waiting Time (นาที) สำหรับ LRT

Cost คือ ค่าน้ำมัน สำหรับ CAR/MC และค่าโดยสาร สำหรับ LRT

การประมวลผลแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางถูกดำเนินการโดย CUBE VOYAGER ซึ่งผลการประมวลผลแสดงดังตารางที่ 6 และ 7 โดยที่

AUTO/M1 คือ ปริมาณการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคลและมอเตอร์ไซด์ (คน-เที่ยวต่อวัน)

LRT +Bike & Walk คือ ปริมาณการเดินทางโดย รถไฟฟ้ารางเบา โดยมีจักรยาน และการเดินเท้าเป็นการเชื่อมต่อ (คน-เที่ยวต่อวัน)

ตารางที่ 6 ปริมาณการคาดการณ์การเดินทางในพื้นที่ทั้ง 29 โซน ใน พ.ศ. 2562 (คน-เที่ยว/วัน)

ZONES	AUTO/M	TR	BIKE	WALK
1	1,318.71	174.23	43.51	39.55
2	2,599.32	399.98	103.23	159.85
3	4,699.55	690.95	177.95	384.23
4	854.88	117.71	25.7	29.02
5	558.05	78.31	18.3	17.74
6	1,439.66	206.37	53.98	58.27
7	8,031.34	1,172.37	254.87	1,015.45
8	1,457.59	206.63	45.81	53.96
9	1,220.99	168.74	34.88	36.28
10	1,421.78	202.88	18.29	27.25
11	2,176.69	312.69	52.34	113.91
12	913.85	122.43	18.55	26.81
13	2,509.17	361.67	67.49	107.78
14	1,927.53	270.24	33.66	49.67
15	1,990.61	267.51	43.47	58.13
16	2,178.6	296.39	34.44	61.08
17	1,862.13	227.25	44.46	57.16
18	2,405.76	333.75	55.59	79.01
19	352.43	39.61	0.77	2.79
20	2,265.29	308.14	28.25	83.73
21	3,390.62	457.12	85.66	196.59
22	4,294.4	642.12	118.08	337.52
23	7,910.62	1,168.52	130.85	1,161.07
24	3,247.17	449.31	70.31	166.01
25	1,979.35	275.45	61.93	76.56
26	1,477.01	210.18	36.43	36.06
27	4,178.69	608.49	100.42	334.02
28	2,172.89	301.3	51.16	103.86
29	985.13	126.11	17.36	20.91

ตารางที่ 7 ปริมาณการคาดการณ์การเดินทางในพื้นที่ทั้ง 29 โซน ในเขตเทศบาลนครระยอง เมื่อมี LRT ใน พ.ศ. 2567 (คน-เที่ยว/วัน)

ZONES	AUTO/M	TR	BIKE	WALK	AUTO/M1	LRT+BW
1	1,466.97	193.82	48.40	44.00	597.67	869.30
2	2,891.67	444.97	114.84	177.83	1,146.28	1,745.39
3	5,228.03	768.65	197.96	427.44	2,119.82	3,108.21
4	950.99	130.95	28.58	32.28	389.96	561.03
5	620.82	87.12	20.36	19.73	254.35	366.47
6	1,601.55	229.57	60.05	64.82	646.31	955.24
7	8,934.61	1,304.22	283.54	1,129.66	3,623.25	5,311.36
8	1,621.54	229.87	50.97	60.03	658.51	963.03
9	1,358.33	187.72	38.81	40.36	553.28	805.05
10	1,581.62	225.69	20.34	30.32	632.22	949.40
11	2,421.44	347.85	58.22	126.71	975.73	1,445.71
12	1,016.55	136.18	20.63	29.82	409.61	606.94
13	2,791.29	402.33	75.08	119.89	1,124.88	1,666.41
14	2,144.26	300.62	37.45	55.26	862.31	1,281.94
15	2,214.48	297.60	48.36	64.67	895.13	1,319.35
16	2,423.62	329.73	38.32	67.95	971.86	1,451.77
17	2,071.53	252.81	49.46	63.60	867.41	1,204.12
18	2,676.28	371.28	61.85	87.89	1,081.14	1,595.15
19	392.08	44.07	0.86	3.10	160.35	231.73
20	2,520.04	342.80	31.42	93.15	1,005.02	1,515.02
21	3,771.94	508.52	95.29	218.69	1,525.45	2,246.49
22	4,777.35	714.33	131.36	375.49	1,919.41	2,857.95
23	8,800.01	1,299.89	145.56	1,291.57	3,505.65	5,294.36
24	3,612.37	499.85	78.22	184.68	1,456.73	2,155.64
25	2,201.93	306.43	68.89	85.17	896.29	1,305.64
26	1,643.12	233.82	40.53	40.12	664.75	978.36
27	4,648.63	676.92	111.71	371.58	1,872.89	2,775.73
28	2,417.27	335.19	56.91	115.53	973.10	1,444.17
29	1,095.92	140.30	19.31	23.26	438.17	657.75

จากตารางที่ 6 ปริมาณการเดินทางที่ได้จากการประมวลผลในแบบจำลองในปีฐาน คือ พ.ศ. 2562 พบว่า การเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัวและมอเตอร์ไซด์เท่ากับ 71,819.81 คน-เที่ยว คิดเป็น 80.93 เปอร์เซ็นต์ การเดินทางโดยรถสองแถวเท่ากับ 10,196.45 คน-เที่ยว คิดเป็น 11.49 เปอร์เซ็นต์ การเดินทางโดยรถสองแถวเท่ากับ 1,827.74 คน-เที่ยว คิดเป็น 2.06 เปอร์เซ็นต์ และการเดินทางโดยการเดินเท้าเท่ากับ 4,894.27 คน-เที่ยว คิดเป็น 5.5 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 7 แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางที่พัฒนาขึ้นได้คาดการณ์ปริมาณการเดินทางที่เติบโตขึ้นจาก พ.ศ. 2562 ที่ 11.24 เปอร์เซ็นต์ ในอีก 5 ปี ที่ 98,717.22 คน-เที่ยว โดยมีการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัวและมอเตอร์ไซด์อยู่ที่ 79,896.24 คน-เที่ยว อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการก่อสร้างทางจักรยานให้ถูกต้องตามหลักการทางวิศวกรรมและความต้องการของประชาชน ประกอบกับการมีรถไฟฟ้ารางเบาเข้ามาให้บริการ จะส่งผลให้มีการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางไป

ใช้การขับขี่จักรยานและการเดินเท้าเชื่อมต่อกับรถไฟฟ้ารางเบาที่ 59.66 เปอร์เซ็นต์ หรือ 47,668.71 คน-เที่ยว ในขณะที่การเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัวและมอเตอร์ไซด์ส่วนตัวจะลดลงเหลือ 32,227.53 คน-เที่ยว ซึ่งจะสามารถช่วยลดปริมาณจราจรและมลภาวะทางอากาศได้

ในส่วนของผลการสอบเทียบแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นจากการสอบเทียบ (Calibration) แบบจำลองการจราจรและขนส่ง 4 ขั้นตอน จะเปรียบเทียบปริมาณจราจรที่นับจากการสำรวจกับปริมาณจราจรที่คาดการณ์จากแบบจำลองการแจกแจงการเดินทางโดยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ แบ่งตามประเภทถนนและจำนวนช่องจราจร แสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ แบ่งตามประเภทถนนและจำนวนช่องจราจร

สิ่งอำนวยความสะดวก	จำนวนช่องจราจร	ช่วงปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวัน (พันคัน/วัน)	% ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้
ทางด่วน	8	80–105	13
	6	55-80	18
	4	30–55	29
ถนนสายหลัก	8 แบ่งทิศทาง	37–47	13
	6 แบ่งทิศทาง	27–37	17
	4 แบ่งทิศทาง	16–27	25
	4 ไม่แบ่งทิศทาง	9–18	34
	2 ไม่แบ่งทิศทาง	2–8	56
	4 เดินรถทางเดียว	18–24	13
	3 เดินรถทางเดียว	13–18	17
	2 เดินรถทางเดียว	8–13	25

ที่มา: Comsis Corporation [12]

โดยการทดสอบบนถนนยมจินดา (จุดสำรวจที่ 1) พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 13.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 56 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นแสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวสามารถยอมรับได้ ผลการสอบเทียบแบบจำลองบนถนนตากสินมหาราช (จุดสำรวจที่ 2) มีความคลาดเคลื่อนที่ 9.9 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ที่ยอมรับได้ ดังนั้น ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองบนจุดสำรวจที่ 2 สามารถยอมรับได้ เช่นเดียวกับผลการสอบเทียบแบบจำลองในจุดอื่นๆ ก็สามารถผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้เช่นกัน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลสอบเทียบแบบจำลองการจราจรและขนส่ง

จุดสำรวจ	ถนน	ปริมาณจราจร (PCU/วัน)		ความคลาดเคลื่อน (เปอร์เซ็นต์)
		การสำรวจ	แบบจำลอง	
MB1	จุดสำรวจที่ 1 ถนนยมจินดา	1,902	1,638	–13.9
MB2	จุดสำรวจที่ 2 ถนนตากสินมหาราช	11,237	12,345	9.9
MB3	จุดสำรวจที่ 3 ถนนจันทอุดม	31,475	29,373	–6.7
MB4	จุดสำรวจที่ 4 ถนนราษฎร์บำรุง	9,168	8,657	–5.6
MB5	จุดสำรวจที่ 5 ถนนสมุทรเจดีย์	2,875	2,582	–10.2
MB6	จุดสำรวจที่ 6 ถนนสุขุมวิท	62,358	65,354	4.8
MB7	จุดสำรวจที่ 7 ถนนทางหลวงหมายเลข 36	78,931	74,445	–5.7
	รวม	197,946	194,394	–1.8

4. สรุป

การพัฒนาแบบจำลองการจราจรและขนส่งเพื่อคาดการณ์ปริมาณผู้เดินทางแบบไม่ใช้รถยนต์ส่วนตัวในเขตเทศบาลนครระยองโดยการใช้จักรยาน หรือการเดินเท้าเชื่อมต่อกับระบบขนส่งมวลชน จะสามารถประมาณการจำนวนผู้เดินทางที่จะเป็นส่วนสำคัญในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ปริมาณการลดมลพิษทางอากาศ และปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในภาพรวมในเขตพื้นที่ของเทศบาลนครระยองได้อีกด้วย

กระบวนการในการพัฒนาแบบจำลองการจราจรและขนส่งมีขั้นตอนการทำงานทั้งการเก็บข้อมูลและตรวจสอบแบบจำลองฯ ที่ค่อนข้างซับซ้อน เพื่อการคาดการณ์ปริมาณผู้เดินทางแบบไม่ใช้รถยนต์ส่วนตัวให้ได้แม่นยำมากที่สุด

ผลที่ได้จากการประมวลผลในแบบจำลองพบว่า เมื่อมีการประยุกต์ใช้ระบบการเดินทางแบบไม่ใช้รถยนต์ส่วนตัว โดยการสร้างทางจักรยาน ทางเดินเท้า และระบบขนส่งมวลชนให้ดีและมีคุณภาพสูง จะสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของประชาชนให้มาใช้จักรยาน หรือการเดินเท้าเชื่อมต่อกับระบบขนส่งมวลชนได้มากถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณจราจร เวลาการเดินทางลดลง และความเร็วในการเดินทางบนท้องถนนเพิ่มมากขึ้น และมลภาวะทางอากาศจะลดลง

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งในโครงการวิจัย “การพัฒนาระบบการเดินทางแบบไม่ใช้รถยนต์ส่วนตัวในเขตเทศบาลนครระยอง” ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณวิจัยโดยกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

เอกสารอ้างอิง

[1] Prachachat. (2020, July). *10 things that make you to know Rayong* [Online] (in Thai). Available: https://www.prachachat.net/d-life/news-491377

[2] S. Boontaveeyuwat and S. Panjun, “Designing bikeway for sustainable transport in Rayong municipality,” *The Journal of KMUTNB*, vol. 30, no. 4, pp. 589–599, 2020 (in Thai).

[3] S. Boontaveeyuwat, *Transportation Engineering*. Bangkok : Kasetsart University Press, 2019 (in Thai).

[4] Bureau of Highway Safety, “Travelled vehicle-kilometers on highway report,” Department of Highways, March. 2019.

[5] Federal Highway Administration, “Foundational knowledge to support a long-distance passenger travel demand modeling network framework,” U.S. Department of Transportation. Rep. DTFH61-10-R-00036, March 2015.

[6] Florida Department of Transportation, “Documentation and procedural updates to the florida standard urban transportation model structure (FSUTMS),” FSUTMS Trip Generation Model (GEN), Technical Report No. 3, June 1997.

[7] D. L. McKinstry and L. G. Nungesser, “Transferability of trip generation rates for selected special generators,” in *Transportation Planning Methods Process 3rd National Conference*, Dallas, Texas, 1991, pp. 819–840.

[8] T. Litman, *Understanding Transport Demands and Elasticities: How Prices and Other Factors Affect Travel Behavior*. Canada: Victoria Transport Policy Institute, 2013.

[9] M. Ben-Akiva, E. Cascetta, P. Coppola, A. Papola, V. Velardi, and T. Vergata, “High speed rail demand forecasting: Italian case study,” *European Transport Conference Proceeding*, Scotland, UK.: Glasgow, 2010.

[10] G. Kocur, *Guide to Forecasting Travel Demand and Direct Utility Assessment*, The Office; Springfield, Va, 1982.

[11] C. J. Khisty and B. K. Lall, *Transportation Engineering : An Introduction*, 3rd ed. New Jersey: Pearson Education, 2003.

[12] Comsis Corporation. *UTPS Highway Network Development Guide*, Department of Transportation, 1983.