การศึกษาคุณลักษณะของครัวเรือนและพฤติกรรมการเดินทางของประชากรและโอกาสในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าชุมชนเมืองขนาดกลางในภูมิภาคของประเทศไทย: กรณีศึกษาจังหวัดขอนแก่น

A Study on Household Characteristics, Trip Behaviours, and Potential of Using Electric Vehicles in Regional Mid-Sized Cities in Thailand: A Case Study of Khon Kaen City

ธนานนท์ เงินสูงเนิน[1] และ จารุวิสช์ ปราบณศักดิ์[2,*]

[1,2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จ.กรุงเทพมหานคร
**Corresponding author; E-mail address: jaruwit.pr@kmitl.ac.th*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของครัวเรือนและระยะทางการเดินทางของประชากรต่อโอกาสในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในเขตชุมชนเมืองภูมิภาคของประเทศไทยโดยใช้ชุมชนเมืองขอนแก่นเป็นพื้นที่ศึกษาหลักโดยใช้ข้อมูลการเดินทางของครัวเรือนเป็นฐานการวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่าประมาณ 1 ใน 5 ของกลุ่มครัวเรือนที่ทำการสำรวจเป็นกลุ่มที่มีศักยภาพและมีโอกาสในการถือครองรถยนต์ไฟฟ้าในระดับสูง นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างมีระยะทางเฉลี่ยอยู่ที่ 12.14 กิโลเมตรต่อวัน และที่ Percentile ที่ 85 อยู่ที่ 20.71 กิโลเมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่สามารถทดแทนได้ด้วยการใช้รถยนต์ไฟฟ้าที่มีในท้องตลาดในปัจจุบันได้ทั้งสิ้นและอาจมีข้อจำกัดด้านระยะทางในการเดินทางแต่ละวันที่น้อยกว่าในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลอีกด้วย ผลจากงานวิจัยครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นแล้วว่าตลาดรถยนต์ไฟฟ้าในเมืองภูมิภาคยังคงเป็นตลาดใหญ่และมีศักยภาพหากได้รับการกระตุ้นด้วยนโยบายหรือมาตรการสนับสนุนจากภาครัฐอย่างเหมาะสมและตรงจุด

คำสำคัญ: รถยนต์ไฟฟ้า, พฤติกรรมการเดินทาง, ชุมชนเมืองในภูมิภาค

Abstract

This study aims at investigating household characteristics and travel behaviours of population in regional cities of Thailand, using Khon Kaen as a principal study area. According to the study, it is found that approximately 20 per cent of interviewed households are classified as high-potential electric car (EV) buyers. Also, the average distance of trip-chains made by the car-travellers is 12.14 km/day which can be performed by all of EV currently sold on the market without conditions. The findings also seem to imply more suitability of EV for daily uses in regional cities, considering distance and range compared to Bangkok. Eventually, EV markets in regional cities remain opening. Dedicated measures from the government may easily encourage use of EV in those regional cities.

Keywords: Electric Vehicle, Travel Behaviour, Regional City

1. คำนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาโดยเฉพาะในช่วง 5 ปีหลัง ตลาดรถยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลได้เติบโตขึ้นก้าวกระโดดในหลายประเทศรวมถึงในประเทศไทย [1] ด้วยรถยนต์ไฟฟ้ามีความโดดเด่นในด้านสมรรถนะและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพส่งผลให้มีต้นทุนพลังงานต่อระยะทางที่ต่ำกว่ารถยนต์สันดาปภายในแบบดั้งเดิม [2] แต่นอกจากผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจโดยตรงต่อผู้บริโภครถยนต์ไฟฟ้ายังมีจุดเด่นที่สำคัญในด้านการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะมลภาวะทางอากาศในชุมชนเมืองได้เป็นอย่างดี [3, 4] ประกอบกับการที่ประเทศไทยสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เองจึงทำให้มีความมั่นคงทางพลังงานมากกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่อาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศเป็นหลัก ด้วยเหตุนี้รัฐบาลในหลายประเทศรวมถึงรัฐบาลไทยจึงได้จัดทำนโยบายส่งเสริมการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศอย่างเข้มข้นและต่อเนื่องในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา [5, 6] อย่างไรก็ตามยังมีคำถามอยู่อีกมากถึงความเหมาะสมของการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศไทยโดยเฉพาะในฝั่งของผู้บริโภค เช่น ระยะทางต่อการชาร์จไฟหนึ่งครั้ง ตำแหน่งและจำนวนสถานีชาร์จ ค่าใช้จ่ายครัวเรือนและผลประโยชน์ที่ในทางเศรษฐกิจในระยะยาวของครัวเรือน

ด้วยลักษณะการดำเนินชีวิตและพฤติกรรมการเดินทาง ความพร้อมทางด้านโครงสร้างพื้นฐาน ภาพเศรษฐกิจ และนโยบายภาครัฐ ทำให้เป็นปกติที่กลุ่มประชากรภายในเขตเมืองจะมีความพร้อมและมีโอกาสในการเข้าสู่เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้ามากกว่าชุมชนชนบทในระยะเริ่มแรก [2, 7] เมื่อพิจารณาโครงสร้างประชากรในชุมชนเมืองของประเทศไทยจากข้อมูลทะเบียนราษฎร์ของกระทรวงมหาดไทยในปี 2565 [8] พบว่าจำนวนประชากรเฉพาะที่อยู่ในเขตเทศบาลซึ่งถือเป็นประชากรในเขตชุมชนเมืองมีทั้งสิ้นไม่น้อยกว่า 13.7 ล้านคน โดยในจำนวนนี้กว่าร้อยละ 54.0 เป็นประชากรที่อาศัยอยู่ภายนอกพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทั้งนี้ยังไม่รวมประชากรในเขตต่อเนื่องกับเทศบาลขนาดใหญ่ซึ่งส่วนหนึ่งจะมีวิถีชีวิตแบบชุมชนเมืองเช่นเดียวกับประชากรในเขตเทศบาล จะเห็นได้ว่าแม้กรุงเทพมหานครและปริมณฑลเป็นชุมชนเมืองขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศไทย แต่ชุมชนเมืองในภูมิภาคก็เป็นอีกหนึ่งพื้นที่ที่มีความสำคัญและน่าสนใจในการสนับสนุนการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าเช่นกัน งานวิจัยครั้งนี้จึงได้กำหนดเป้าหมายของการศึกษาไปยังชุมชนเมืองในภูมิภาคโดยเลือกชุมชนเมืองขอนแก่นเป็นพื้นที่ศึกษาหลักด้วยเป็นขนาดเฉลี่ยของชุมชนเมืองขนาดใหญ่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในภูมิภาค [8, 9] และมีข้อมูลเพียงพอต่อการดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วยวิเคราะห์คุณลักษณะของครัวเรือนและพฤติกรรมการเดินทางของประชากรในเขตชุมชนเมืองในภูมิภาคของประเทศไทยเพื่อประเมินความพร้อมของประชาชนต่อการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า แต่ไม่รวมจักรยานยนต์ไฟฟ้าและยานพาหนะพลังงานไฟฟ้าอื่นๆ ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ผลการสำรวจการเดินทางของครัวเรือนโดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูล

คุณลักษณะของครัวเรือนและโอกาสในการถือครองและใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า และการวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทางและระยะทางในแต่ละเที่ยวการเดินทางและแต่ละอนุกรมการเดินทางของประชากรในพื้นที่ศึกษา ซึ่งจะนำไปสู่การจัดทำข้อเสนอแนะแก่รัฐในการกำหนดนโยบายสนับสนุนส่งเสริมการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพและตรงกลุ่มเป้าหมายยิ่งขึ้นได้

2. ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

ก่อนที่จะเข้าสู่การศึกษาวิเคราะห์อันเป็นวัตถุประสงค์หลักของการศึกษา จำเป็นจะต้องเข้าใจถึงข้อมูลพื้นฐานของรถยนต์ไฟฟ้าที่มีจำหน่ายในประเทศไทยในเบื้องต้น โดยข้อมูลซึ่งแสดงในหัวข้อนี้เป็นข้อมูลจากผลการสำรวจในช่วงปี 2565 โดยข้อมูลส่วนหนึ่งนำมาจากผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องและข้อมูลอีกส่วนนำมาจากผู้ผลิตและจัดจำหน่ายรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

2.1 รถยนต์ไฟฟ้าที่จัดจำหน่ายอย่างเป็นทางการในประเทศไทย

จากข้อมูล ณ สิ้นปี 2565 ตลาดรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทยมีรถยนต์ไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 17 ยี่ห้อโดยมีรุ่นรถยนต์และรุ่นย่อยที่จำหน่ายกว่า 50 ทางเลือก ในงานวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดเกณฑ์คัดเลือกรุ่นรถยนต์และรุ่นย่อยจากรถยนต์ไฟฟ้าแต่ละยี่ห้อเพื่อเป็นตัวแทนสำหรับการวิเคราะห์ในลำดับถัดไปของการศึกษารวมทั้งสิ้น 22 ตัวอย่าง ข้อมูลพื้นฐาน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของรถยนต์ไฟฟ้าที่มีจำหน่ายในประเทศไทย

ข้อมูลพื้นฐาน	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	สูงสุด
ขนาดความจุแบตเตอรี่[1] (kWh)	32.6	69.9	111.5
ระยะทางสูงสุดตามมาตรฐาน[2] (กม./ชาร์จ)	234	441	672
อัตราการบริโภคพลังงาน[2] (Wh/กม.)	143	176	220
ราคาจำหน่ายในประเทศไทย[1] (ล้านบาท)	0.55	3.36	9.90

[1] อ้างอิงจากตามข้อมูลของผู้ผลิตและจัดจำหน่ายในประเทศไทย
[2] อ้างอิงจากฐานข้อมูลรถยนต์ไฟฟ้าของสหภาพยุโรปบนมาตรฐาน WLTP [10]

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าช่วงข้อมูลพื้นฐานของรถยนต์ไฟฟ้าในตลาดนั้นมีความกว้างมาก สำหรับระยะทางต่อการชาร์จไฟ 1 ครั้ง ถือเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของรถไฟฟ้าโดยพบว่าค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 441 กิโลเมตร อย่างไรก็ดีสำหรับรถยนต์ไฟฟ้ารุ่นที่มีระยะทางต่ำสุดอยู่ที่ 234 กิโลเมตร และรุ่นที่มีระยะทางสูงสุดอยู่ที่ 672 กิโลเมตร ขณะที่ราคาจัดจำหน่ายมีตั้งแต่ 0.55 ล้านบาทจนถึง 9.9 ล้านบาท แต่ค่าเฉลี่ยราคาอยู่ที่ 3.36 ล้านบาทซึ่งถือว่าสูงเมื่อเทียบกับรถยนต์สันดาปภายในที่มีในปัจจุบัน เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างตามระดับราคาเป็น 3 ช่วงดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานของรถยนต์ไฟฟ้าที่มีจำหน่ายในประเทศไทยจำแนกตามกลุ่มราคา

ข้อมูลพื้นฐาน	ค่าเฉลี่ยตามช่วงราคา		
	ต่ำกว่า 2 ล้านบาท	2 ถึง 5 ล้านบาท	สูงกว่า 5 ล้านบาท
ขนาดความจุแบตเตอรี่[1] (kWh)	54.1	65.6	100.4
ระยะทางสูงสุดตามมาตรฐาน[2] (กม./ชาร์จ)	380	427	558
อัตราการบริโภคพลังงาน[2] (Wh/กม.)	165	171	199
ราคาจำหน่ายในประเทศไทย[1] (ล้านบาท)	1.30	2.81	7.35

[1] อ้างอิงจากตามข้อมูลของผู้ผลิตและจัดจำหน่ายในประเทศไทย
[2] อ้างอิงจากฐานข้อมูลรถยนต์ไฟฟ้าของสหภาพยุโรปบนมาตรฐาน WLTP [10]

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของทั้งขนาดแบตเตอรี่ ระยะทางที่สามารถเดินทางได้ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง และอัตราการบริโภคพลังงาน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับราคาจำหน่าย ทั้งนี้เนื่องจากรถยนต์ที่มีราคาสูงขึ้นมีแนวโน้มที่มีขนาดใหญ่ขึ้น มีสิ่งอำนวยความสะดวกภายในและภายนอกเพิ่มขึ้น จึงมีน้ำหนักตัวรถที่เพิ่มขึ้น และส่งผลให้ต้องใช้กำลังไฟฟ้าในการขับเคลื่อนมากยิ่งขึ้นด้วย อย่างไรก็ดีจะสังเกตได้ว่าขนาดแบตเตอรี่และระยะทางไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับอัตราการเพิ่มขึ้นของราคา จึงอาจกล่าวได้ว่าตลาดของรถยนต์ไฟฟ้าราคาสูงจะมุ่งเน้นที่กลุ่มเป้าหมายที่มีรายได้สูงและมองการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าที่เป็นไปตามฐานะและความสนใจส่วนบุคคลมากกว่าวัตถุประสงค์ด้านการใช้งานหรือความประหยัด

เมื่อพิจารณาตลาดรถยนต์ไฟฟ้าของประเทศในปัจจุบันจากฐานข้อมูลจำนวนรถยนต์จดทะเบียนใหม่ [11] พบว่าในปี 2565 มีรถยนต์ไฟฟ้าจดทะเบียนทั้งสิ้น 9,890 คัน ในจำนวนนี้ร้อยละ 80.3 ของรถยนต์ไฟฟ้าที่มีการจดทะเบียนอยู่ในกลุ่มระดับราคาต่ำกว่า 2 ล้านบาท ขณะที่เฉพาะในไตรมาส 1 ของปี 2566 มีรถยนต์ไฟฟ้าจดทะเบียน 8,492 คันซึ่งใกล้เคียงกับจำนวนในปี 2565 ทั้งปี โดยรถยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มราคาต่ำกว่า 2 ล้านบาทมีสัดส่วนที่ร้อยละ 88.8 ของรถยนต์ไฟฟ้าที่จดทะเบียนทั้งหมด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตลาดรถยนต์ไฟฟ้ามีแนวโน้มเติบโตอย่างก้าวกระโดดและรถยนต์ไฟฟ้าในระดับราคาต่ำกว่า 2 ล้านบาท ยังคงเป็นเป้าหมายของผู้บริภาคส่วนใหญ่ภายในประเทศไทย ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลพื้นฐานจากรถยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มราคาต่ำกว่า 2 ล้านบาทเพื่อการศึกษาวิเคราะห์ในลำดับถัดไป

2.2 ระยะทางที่สามารถเดินทางได้จริง

แม้ว่าในหลายปีที่ผ่านมาประเทศที่เป็นตลาดหลักของรถยนต์ไฟฟ้าได้พยายามสร้างมาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพ การบริโภคพลังงาน และระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าแต่ละรุ่นสามารถทำได้ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง ให้มีความใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยสภาพการใช้งานจริงของรถยนต์รุ่นนั้นๆ ให้ได้มากที่สุด โดยมาตรฐานที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เช่น WLTP ของสหภาพยุโรป และ EPA ของสหรัฐอเมริกา

อย่างไรก็ดีในภาพการใช้งานจริงพบว่ามีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของรถยนต์ไฟฟ้าเป็นจำนวนมากและแต่ละปัจจัยก็มีความซับซ้อนและเป็นปัจเจกในแต่ละพื้นที่ไม่ว่าจะเป็นพฤติกรรมการขับขี่ สภาพการจราจร ระยะการเดินทาง ภูมิประเทศ และ ภูมิอากาศ เป็นต้น [12-14] ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้ระยะทางที่สามารถเดินทางได้จริงมักจะสั้นกว่าระยะทางตามมาตรฐานการทดสอบ และการแปลงค่าระหว่างค่าตามมาตรฐานและค่าจากการใช้งานจริงนั้นไม่สามารถทำได้อย่างตรงไปตรงมา [10, 15]

ด้วยระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถวิ่งได้สะท้อนประสิทธิภาพและปริมาณการบริโภคพลังงานของรถยนต์แต่ละคัน และส่งผลถึงระยะเวลาการชาร์จไฟอันเป็นข้อมูลที่จำเป็นต่องานวิจัยครั้งนี้ โดยจากการศึกษาของ [16] พบว่าในรถตัวอย่างที่ทำการทดสอบในสภาพการขับขี่จริงในเขตเมืองในประเทศไทยระยะทางที่สามารถทำได้จริงนั้นต่ำกว่าระยะทางตามมาตรฐานประมาณ 1 ใน 3 จึงได้กำหนดเป็นสมมติฐานเบื้องต้นว่าระยะทางในการใช้งานจริงต่ำกว่าระยะทางที่วัดตามมาตรฐาน WLTP ที่ร้อยละ 30 ซึ่งจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการชาร์จไฟกลับ

3. วิธีการศึกษา พื้นที่ศึกษา และการได้มาซึ่งข้อมูล

3.1 วิธีการศึกษา

ในงานวิจัยครั้งนี้แบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนหลักๆ ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของตลาดรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยในปัจจุบัน โดยอ้างอิงข้อมูล ณ สิ้นปี 2565 จาก [10, 11] และ

ข้อมูลของผู้ผลิตและจัดจำหน่ายในประเทศไทยเป็นหลัก โดยในขั้นตอนนี้จะเป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ได้มาซึ่งตัวแทนของคุณลักษณะที่สำคัญรถยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ ระยะทางที่สามารถวิ่งได้ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง อัตราการบริโภคพลังงาน และราคาจำหน่าย ที่จะใช้เป็นฐานในการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการศึกษาคุณลักษณะของครัวเรือนภายในพื้นที่ศึกษา โดยจะพิจารณาใน 3 ปัจจัยสำคัญ ได้แก่ รายได้ครัวเรือน ลักษณะของที่พักอาศัยและการมีอยู่ของพื้นที่จอดรถ และการถือครองยานพาหนะในปัจจุบัน เพื่อให้สามารถประเมินโอกาสของการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในภาพรวมของพื้นที่ศึกษา โดยอาศัยเครื่องมือทางสถิติเชิงพรรนา

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการวิเคราะห์ปริมาณและลักษณะของการเดินทางโดยเป็นการวิเคราะห์ทั้งในระดับเที่ยวการเดินทาง (Trips) และอนุกรมการเดินทางใน 1 วัน (Trip Chains) เพื่อประเมินว่าการเดินทางของแต่ละครัวเรือนนั้นสามารถใช้รถยนต์ไฟฟ้าทดแทนได้หรือไม่ทั้งในปัจจัยด้านระยะทางรวมของการเดินทางและระยะเวลาที่ต้องการในการชาร์จแบตเตอรี่ โดยกำหนดเงื่อนไขของการสร้างอนุกรมการเดินทางคืออนุกรมจะต้องมีจุดเริ่มต้นจากจุดใดจุดหนึ่งและเดินทางเป็นวงรอบจนกลับมาสู่จุดเริ่มต้นนั้นๆ ภายใน 1 วัน กรณีที่ตัวอย่างใดมีการเดินทางเกินกว่า 1 วงรอบใน 1 วัน จะนำวงรอบทั้งหมดมาต่อกันเพื่อให้เป็นอนุกรมการเดินทางใน 1 วัน สำหรับการคำนวณระยะการเดินทางของเที่ยวการเดินทางทำได้โดยการใช้เครื่องมือด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการคำนวณ

ผลจากการศึกษาวิเคราะห์ในทั้ง 3 ขั้นตอนที่กล่าวไป จะถูกนำมาบูรณาการและสังเคราะห์ร่วมกันเพื่อสรุปโอกาสของการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่ศึกษาและชุดข้อเสนอแนะในการกำหนดนโยบายส่งเสริมการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในเมืองภูมิภาคที่มีประสิทธิภาพและตรงกลุ่มเป้าหมายยิ่งขึ้นต่อไป

3.2 ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา

ข้อสังเกตหนึ่งที่พบเกี่ยวกับลักษณะของชุมชนเมืองหลักในภูมิภาคคือขนาดของชุมชนเมืองที่แท้จริงและการแบ่งเขตการปกครองส่วนท้องถิ่น โดยเมืองหลักในภูมิภาคเหล่านี้จะมีศูนย์กลางเป็นเทศบาลนครซึ่งเป็นพื้นที่ชุมชนเมืองที่มีความหนาแน่น แต่จะมีชุมชนเมืองและชุมชนชานเมืองส่วนหนึ่งกระจายไปยังเขตการปกครองส่วนท้องถิ่นโดยรอบ ซึ่งทำให้ขนาดและจำนวนประชากรของชุมชนเมืองที่แท้จริงนั้นใหญ่กว่าพื้นที่เขตเทศบาลนครบริเวณใจกลางของชุมชนนั้นๆ

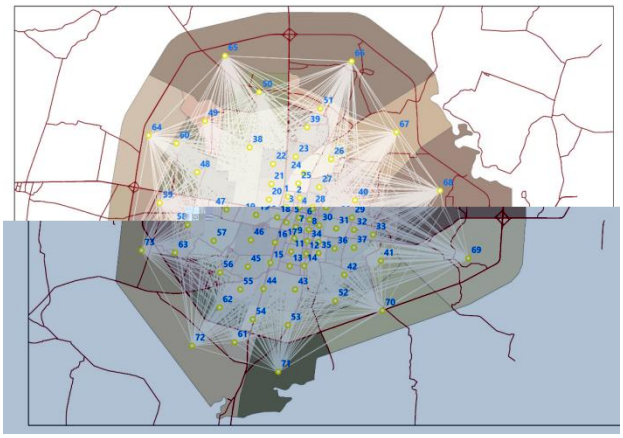
ด้วยขนาดของชุมชนเมืองที่แท้จริงมีความสำคัญต่อระยะการเดินทางของประชาชนในชุมชนเมืองนั้นๆ ในงานวิจัยครั้งนี้จึงพิจารณากำหนดพื้นที่ศึกษาโดยอ้างอิงตามเขตผังเมืองรวมเมืองขอนแก่น ซึ่งจะครอบคลุมพื้นที่ชุมชนเมืองและชุมชนชานเมืองทั้งหมด ซึ่งประกอบไปด้วย 1 เทศบาลนคร และ 5 เทศบาลตำบลโดยรอบ รอบคลุมพื้นที่รวมทั้งสิ้นประมาณ 228 ตารางกิโลเมตร และมีประชากรประมาณ 250,000 คน และมีจำนวนครัวเรือนประมาณ 126,000 ครัวเรือน [8, 17] ทั้งนี้ยังไม่รวมประชากรแฝงโดยเฉพาะในพื้นที่บริเวณโดยรอบสถาบันการศึกษาขนาดใหญ่

3.3 ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษา

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้ฐานข้อมูลการเดินทางในครัวเรือนที่ได้มีการสำรวจไปในพื้นที่ศึกษาในปี 2558 มาใช่เนื่องจากเป็นฐานข้อมูลที่มีกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่และมีความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูลเพียงพอสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ โดยฐานข้อมูลดังกล่าวมีจำนวนตัวอย่างที่ได้รับการสำรวจและได้รับข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งสิ้น 1,987 ครัวเรือน หรือคิดเป็นสัดส่วนจำนวนตัวอย่างต่อประชากรทั้งสิ้นประมาณร้อยละ 1.5 และสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลการเดินทางทั้งสิ้น 11,107 เที่ยวการเดินทาง

ในการสำรวจข้อมูลมีการแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 73 พื้นที่ย่อย (Zones) และอีก 5 พื้นที่ย่อยภายนอกพื้นที่ศึกษา (External Zones) ข้อมูลการเดินทาง โดยผลการสำรวจจุดต้นทางปลายทางของการเดินทางที่สำรวจได้สามารถสร้างเป็นแผนที่ต้นทางปลายทาง (Desire Line Map) ได้ดังแสดงในรูปที่ 1

ด้วยข้อมูลที่นำมาใช้ได้สำรวจมากว่า 7 ปี จึงจำเป็นจะต้องตรวจสอบว่าข้อมูลครัวเรือนและพฤติกรรมการเดินทางในระหว่างการสำรวจจะมีความเหมือนหรือแตกต่างจากในปัจจุบันหรือไม่และมีโอกาสเป็นตัวแทนของการเดินทางในปัจจุบันได้หรือไม่ ในงานวิจัยจึงเลือกใช้ข้อมูลจาก 2 แหล่งข้อมูลเพื่อประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลจำนวนประชากรในเขตผังเมืองรวมเมืองขอนแก่น [8, 17] และภาพถ่ายทางอากาศของชุมชนเมืองขอนแก่น [18] โดยเปรียบเทียบระหว่างปีที่สำรวจข้อมูลและปีปัจจุบัน โดยพบว่าทั้งจำนวนประชากรและการขยายตัวของเขตเมืองระหว่างปี 2558 และ 2565 แตกต่างกันในระดับต่ำกว่าร้อยละ 1 จึงมีความเป็นไปได้ว่าพฤติกรรมการเดินทางในพื้นที่ศึกษานั้นอาจมีแตกต่างไปจากเดิมไม่มากนัก อย่างไรก็ดีประเด็นดังกล่าวนี้ถือเป็นจุดอ่อนที่สำคัญและในงานวิจัยต่อเนื่องในอนาคตจำเป็นจะต้องสอบทานในสมมติฐานข้อนี้ด้วยแนวทางที่มีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น เช่น ทำการสำรวจข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูลเดิม



รูปที่ 1 แผนที่ต้นทาง-ปลายทางของการเดินทางที่ได้จากการสำรวจ

4. คุณลักษณะของครัวเรือนและโอกาสในการถือครองรถยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่ศึกษา

คุณลักษณะของครัวเรือนเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับประเมินโอกาสของการถือครองยานพาหนะในครัวเรือนนั้นๆ [9] โดยในกรณีของการถือครองรถยนต์ไฟฟ้าอาจมีเงื่อนไขเพิ่มเติมในบางมิติเช่นโอกาสในการชาร์จไฟในที่พักอาศัย โดยในงานวิจัยครั้งให้ความสนใจใน 3 ปัจจัยสำคัญต่อการถือครองรถยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ รายได้ครัวเรือน ลักษณะของที่พักอาศัยและพื้นที่จอดรถส่วนบุคคล และการถือครองยานพาหนะในปัจจุบัน

รายได้ครัวเรือนถือเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อราคายานพาหนะที่ครัวเรือนนั้นซื้อหามาใช้งานได้โดยเฉพาะกรณีของการซื้อรถยนต์ [19] จากการหลักเกณฑ์การให้สินเชื่อรถยนต์ในประเทศไทยในปี 2565 พบว่าราคาของรถยนต์ที่บุคคลหรือครัวเรือนหนึ่งๆ จะสามารถขอรับสินเชื่อได้นั้นเมื่อคำนวณเป็นยอดผ่อนแล้วจะต้องอยู่ในระดับประมาณไม่เกินร้อยละ 50 ของรายได้ แม้จะไม่ใช่ผลการศึกษาในทางตรงแต่หลักเกณฑ์ดังกล่าวสามารถนำมาใช้ประมาณการเป็นระดับราคารถยนต์ที่ครัวเรือนหนึ่ง

สามารถซื้อหาได้ ซึ่งเมื่อเทียบกับการศึกษาค่าใช้จ่ายจากการถือครองรถยนต์ในต่างประเทศ เช่น [20] พบว่ามีความสอดคล้องกันโดยเฉพาะกลุ่มครัวเรือนที่มีรายได้น้อยอาจมีสัดส่วนค่าใช้จ่ายในการถือครองรถยนต์สูงถึงร้อยละ 50 ของรายได้ครัวเรือน

แม้รถยนต์ไฟฟ้าในตลาดประเทศไทยในปัจจุบันมีราคาต่ำสุดที่ประมาณ 5.5 แสนบาท แต่ส่วนใหญ่แล้วราคารถยนต์ไฟฟ้าจากประเทศจีนในรุ่นเริ่มต้นจะมีฐานราคาที่ประมาณ 9 แสนบาท และค่าเฉลี่ยของรถยนต์ไฟฟ้าในตลาดล่างนี้จะอยู่ที่ 1.3 ล้านบาท ซึ่งหากใช้ราคาที่ 1.3 ล้านบาทเป็นฐานการคำนวณและใช้สมมติฐานเงินดาวน์ที่ร้อยละ 20 และผ่อนเป็นระยะเวลา 5 ปี ครัวเรือนที่มีโอกาสจัดซื้อจัดหารถยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มตลาดนี้ควรมีรายได้ครัวเรือนที่ประมาณไม่ต่ำกว่า 38,133 บาทต่อเดือน ซึ่งพบว่ามีสัดส่วนประมาณร้อยละ 32.5 ของกลุ่มตัวอย่างครัวเรือนทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา (ดังแสดงในตารางที่ 3)

ลักษณะของที่อยู่อาศัยและการมีอยู่ของที่จอดรถส่วนบุคคลถือเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าเนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีการชาร์จไฟนั้นยังใช้เวลาค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงแบบดั้งเดิม โดยจากการศึกษาในต่างประเทศ เช่น [21] พบว่าร้อยละ 92 ของผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้าจะมีที่จอดรถส่วนตัว และมีเพียงร้อยละ 7 ที่พบว่าไม่มีอุปกรณ์ชาร์จไฟในบ้าน เมื่อเทียบกับประเทศไทยซึ่งในปัจจุบันยังถือว่ามีสถานีชาร์จไฟสาธารณะยังมีจำนวนไม่มากและไม่ทั่วถึงครอบคลุมทุกพื้นที่ เช่นในต่างประเทศที่มีการใช้รถยนต์ไฟฟ้ามาระยะหนึ่งแล้ว [22] การใช้รถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยจึงจำเป็นจะต้องพึ่งพาการชาร์จไฟภายในครัวเรือนเป็นสำคัญ

ด้วยเหตุนี้ที่อยู่อาศัยประเภทที่เอื้อให้สามารถใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าจึงได้แก่ กลุ่มบ้านเดี่ยวหรืออาคารที่มีที่จอดรถส่วนบุคคลและสามารถติดตั้งเครื่องชาร์จไฟได้ โดยพบว่าบ้านเดี่ยวมีสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ 69.0 ของกลุ่มตัวอย่างครัวเรือนทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา ซึ่งครัวเรือนในกลุ่มนี้มีแนวโน้มที่จะมีข้อจำกัดด้านการจอดและการชาร์จไฟที่บ้านต่ำ ขณะที่อีก 2 กลุ่ม ได้แก่ ครัวเรือนที่อาศัยอยู่ในทาวน์เฮ้าส์และในตึกแถวโดยมีสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ 18.0 และ 6.9 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มนี้ โดยทั่วไปถือว่ามีความเป็นไปได้ในการจอดและการชาร์จไฟที่บ้านได้ในระดับหนึ่ง แต่ทั้งนี้จะขึ้นกับรายละเอียดเฉพาะเป็นกรณีไป เช่น ทาวน์เฮ้าส์และตึกแถวนั้นสามารถนำรถเข้าจอดในพื้นที่ได้หรือไม่ เป็นต้น (ดังแสดงในตารางที่ 3) จากข้อมูลนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่ศึกษานั้นมีข้อจำกัดด้านลักษณะของที่พักอาศัยไม่มากนัก

จำนวนยานพาหนะที่ถือครองอยู่ เป็นอีกหนึ่งตัวชี้วัดถึงโอกาสในการซื้อรถยนต์เพิ่ม [23] ครัวเรือนที่ถือครองรถยนต์ส่วนบุคคลอยู่แล้วจึงมีโอกาสที่จะเปลี่ยนไปใช้รถยนต์ไฟฟ้ามากกว่าครัวเรือนที่ยังเคยไม่มีการถือครองรถยนต์ ซึ่งหากใช้เกณฑ์ดังกล่าวนี้เป็นที่ตั้งจะพบว่าร้อยละ 79.3 ของกลุ่มตัวอย่างครัวเรือนในพื้นที่ศึกษานั้นมีรถยนต์ส่วนบุคคล (รวมรถกระบะ) ในครอบครองไม่น้อยกว่า 1 คันซึ่งถือเป็นสัดส่วนที่สูงมาก อย่างไรก็ดีประเด็นที่ต้องพิจารณาเพิ่มเติม ได้แก่ การจะนับรวมรถกระบะในการวิเคราะห์ด้วยหรือไม่ โดยแม้ว่าประชากรกลุ่มหนึ่งของประเทศไทยจะนิยมซื้อรถกระบะมาเพื่อใช้แทนรถยนต์นั่งโดยไม่ได้มีวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้ขนส่งสิ่งของเป็นหลัก แต่เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีรถกระบะไฟฟ้าจำหน่ายในประเทศไทยอย่างเป็นทางการ เพื่อลดความไม่แน่นอนจากปัจจัยวัตถุประสงค์การใช้งานของรถกระบะ ในงานวิจัยครั้งนี้จึงตัดกลุ่มครัวเรือนที่ถือครองเฉพาะรถกระบะออกโดยพบว่าจะเหลือครัวเรือนที่เข้าเงื่อนไขการมีรถยนต์นั่งส่วนบุคคลคิดเป็นร้อยละ 47.6 ซึ่งก็ยังถือว่าเป็นสัดส่วนที่มีนัยสำคัญ (ดังแสดงในตารางที่ 3)

ด้วยทั้ง 3 ปัจจัยที่กล่าวมามีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้ามาใช้ในครัวเรือนทั้งสิ้น ครัวเรือนที่ผ่านเงื่อนไขทั้ง 3 ปัจจัยจึงเป็นกลุ่มที่มีโอกาสเข้าสู่เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าได้โดยง่ายที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มที่ผ่านเงื่อนไข 2 ปัจจัย และผ่านเงื่อนไขเพียง 1 ปัจจัยตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งเมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มที่ผ่านเงื่อนไขทั้ง 3 ปัจจัยคูณด้วยจำนวนประชากรทั้งหมดของพื้นที่ศึกษาจะพบว่าอาจมีครัวเรือนที่มีความพร้อมในการถือครองรถยนต์ไฟฟ้าประมาณ 21.2 ครัวเรือน ซึ่งครัวเรือนในกลุ่มนี้ถือเป็นกลุ่มที่มีโอกาสในการเข้าสู่เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าสูงสุด อย่างไรก็ดีนอกจากทั้ง 3 ปัจจัยที่ได้ทำการวิเคราะห์ในงานวิจัยครั้งนี้ ยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกเป็นจำนวนมากที่มีผลต่อการเลือกใช้รถยนต์ไฟฟ้า เช่น การศึกษา อายุ และอาชีพของสมาชิกในครัวเรือน และทัศนคติและความเชื่อมั่นต่อรถไฟฟ้าของผู้บริภาคในประเทศไทย ซึ่งยังคงเป็นปัจจัยที่มีความน่าสนใจและจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

ตารางที่ 3 คุณลักษณะของตัวอย่างครัวเรือนที่ทำการสำรวจได้

รายได้ครัวเรือน	
รายได้ครัวเรือนเฉลี่ย	39,115 บาท/เดือน
Standard Deviation	36,042 บาท/เดือน
Percentile ที่ 85	62,500 บาท/เดือน
ครัวเรือนที่มีรายได้เกินกว่า 38,133 บาท/เดือน	32.5%
ประเภทของที่พักอาศัย	
บ้านเดี่ยว	69.0%
ทาวน์เฮ้าส์	18.0%
ตึกแถว	6.9%
อาคารชุด	1.6%
อื่นๆ	3.7%
การถือครองยานพาหนะในครัวเรือน	
ครัวเรือนที่มีรถยนต์นั่งอย่างน้อย 1 คัน	47.6%
ครัวเรือนที่มีรถยนต์นั่ง และ/หรือ รถกระบะอย่างน้อย 1 คัน	79.3%

ตารางที่ 4 สัดส่วนของครัวเรือนที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่แสดงถึงโอกาสของการถือครองรถยนต์ไฟฟ้า

ครัวเรือนที่ผ่านเงื่อนไขทั้ง 3 ข้อ	21.2%
ครัวเรือนที่ผ่านเงื่อนไข 2 ใน 3 ข้อ	26.5%
ครัวเรือนที่ผ่านเงื่อนไขเพียง 1 จาก 3 ข้อ	40.0%
ไม่ผ่านเงื่อนไขใดๆ	12.3%

*เงื่อนไขทั้ง 3 ข้อประกอบด้วย (1) มีราคาครัวเรือนเฉลี่ยเกินกว่า 38,133 บาท/เดือน (2) อาศัยในที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเดี่ยว และ (3) ในครัวเรือนมีการถือครองรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่น้อยกว่า 1 คัน

5. พฤติกรรมการเดินทางและโอกาสของการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่ศึกษา

เพื่ออธิบายพฤติกรรมการเดินทางและโอกาสของการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่ศึกษา งานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลการเดินทางของสมาชิกในครัวเรือนที่ได้จากการสำรวจทั้งในลักษณะเที่ยวการเดินทาง (Trips) และอนุกรมการเดินทางใน 1 วัน (Trip Chains) เพื่อประเมินว่าการเดินทางของแต่ละครัวเรือนนั้นสามารถใช้รถยนต์ไฟฟ้าทดแทนได้หรือไม่ ทั้งในมิติด้านระยะทางรวมของการเดินทางตลอดทั้งวัน และระยะเวลาที่ต้องการในการชาร์จแบตเตอรี่เพื่อเตรียมพร้อมต่อการใช้งานในวันถัดไป

ในการหาระยะทางของแต่ละเที่ยวการเดินทางบนโครงข่ายถนนในพื้นที่ศึกษาอาศัยเครื่องมือวิเคราะห์ทางภูมิศาสตร์สารสนเทศ (GIS) ในการคำนวณ อย่างไรก็ดีด้วยข้อจำกัดของข้อมูลและเครื่องมือวิเคราะห์ ปัจจัย

จากการติดขัดหรือการชะลอตัวของกระแสจราจรจึงไม่ได้ถูกนำมาร่วมในการวิเคราะห์ครั้งนี้

5.1 คุณสมบัติที่เป็นตัวแทนของรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้ในการวิเคราะห์

ก่อนเข้าสู่การวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทางและโอกาสของการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่ศึกษาจำเป็นจะต้องกำหนดเงื่อนไขพื้นฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติที่เป็นตัวแทนของรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มเติมเพื่อประกอบการวิเคราะห์ในลำดับตอนต่อไป โดยอ้างอิงจากข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น โดยสามารถสรุปได้ทั้งสิ้น 4 ข้อ ดังนี้

(1) กำหนดให้ใช้ค่าเฉลี่ยของระยะทางและการบริโภคพลังงานตามมาตรฐาน WLTP ของรถยนต์ไฟฟ้ากลุ่มที่ราคาไม่เกิน 2 ล้านบาท เป็นคุณสมบัติฐานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์
(2) กำหนดให้การใช้งานในชีวิตจริงมีอัตราการบริโภคพลังงานมากกว่าตามมาตรฐาน WLTP ที่ร้อยละ 30 ซึ่งจะทำให้ระยะทางที่สามารถวิ่งได้จริงต่ำกว่าระยะทางตามมาตรฐาน WLTP ที่ร้อยละ 30 เช่นกัน
(3) กำหนดให้การใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในชีวิตจริงผู้ใช้งานจะใช้งานจนแบตเตอรี่ลดลงต่ำสุดไม่เกินร้อยละ 20 ของความจุแบตเตอรี่
(4) เครื่องชาร์จถาวรที่ติดตั้งในครัวเรือนจะมีอัตราการชาร์จไฟเฉลี่ยที่ 3.5 kW ต่อชั่วโมง

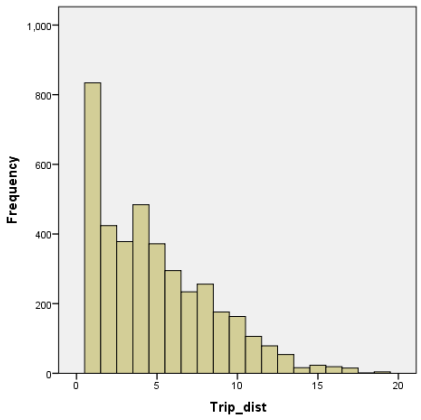
จากข้อกำหนดทั้ง 4 ข้อที่กล่าวมาจะได้ว่ารถยนต์ไฟฟ้าตัวแทนสำหรับการวิเคราะห์จะมีความจุแบตเตอรี่ที่สามารถใช้งานได้จริง 43.3 kWh และระยะทางการเดินทางที่สามารถใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวันประมาณ 212 กิโลเมตร หรือคิดเป็น 203.4 Wh ต่อกิโลเมตร และหากใช้งานจนถึงระยะทางดังกล่าวและต้องการจะชาร์จไฟเพื่อให้แบตเตอรี่กลับมามีประจุเต็มนั้นจะใช้ระยะเวลาทั้งสิ้นประมาณ 12.4 ชั่วโมง

5.2 การวิเคราะห์เที่ยวการเดินทางกับโอกาสในการใช้รถยนต์ไฟฟ้าภายในพื้นที่ศึกษา

เมื่อพิจารณาเที่ยวการเดินทางที่สำรวจได้ทั้ง 11,107 เที่ยวการเดินทาง (Trip) พบว่าเป็นเที่ยวการเดินทางที่เกิดขึ้นจากการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลทั้งสิ้น 3,933 เที่ยวการเดินทาง หรือคิดเป็นร้อยละ 35.4 ของเที่ยวการเดินทางที่สำรวจได้ทั้งหมด จากข้อมูลสถิติดังแสดงในตารางที่ 5 และเมื่อสร้างเป็นแผนภูมิแสดงการกระจายตัว (Histogram) ของข้อมูลระยะทางในแต่ละเที่ยวการเดินทางจะได้ผลดังแสดงในรูปที่ 2 ทั้งนี้พบว่าระยะทางเฉลี่ยของเที่ยวการเดินทางอยู่ที่ 4.90 กิโลเมตร และกว่าร้อยละ 85 (Percentile ที่ 85) ของเที่ยวการเดินทาง มีระยะทางอยู่ที่ 8.66 กิโลเมตร ขณะที่พบว่ามีเพียงร้อยละ 4.5 ของเที่ยวการเดินทางที่มีระยะทางเกินกว่า 30 กิโลเมตร ซึ่งเมื่อศึกษาในรายละเอียดของเที่ยวการเดินทางในกลุ่มนี้พบว่าส่วนใหญ่คือเที่ยวการเดินทางเพื่อไปยังต่างอำเภอและต่างจังหวัดเป็นหลัก ซึ่งส่วนหนึ่งจะเป็นการเดินทางไปโดยที่ไม่กลับมายังพื้นที่ศึกษาภายในวันที่ทำการบันทึกข้อมูล

ตารางที่ 5 สถิติเที่ยวการเดินทางด้วยรถยนต์ที่สำรวจได้ในพื้นที่ศึกษา

จำนวนเที่ยวการเดินทาง (Trips) ที่สำรวจได้	3,933 เที่ยว
ระยะเฉลี่ย	4.90 กิโลเมตร
Standard Deviation	3.54 กิโลเมตร
Percentile ที่ 50	4.04 กิโลเมตร
Percentile ที่ 85	8.66 กิโลเมตร
Percentile ที่ 95	11.84 กิโลเมตร



รูปที่ 2 การกระจายตัวของระยะทางในแต่ละเที่ยวการเดินทาง

5.3 การวิเคราะห์อนุกรมการเดินทางกับโอกาสในการใช้รถยนต์ไฟฟ้าภายในพื้นที่ศึกษา

ด้วยลักษณะการเดินทางในชุมชนเมืองโดยปกตินั้นผู้เดินทางจะเริ่มต้นจากที่พักอาศัยเพื่อไปดำเนินกิจกรรมต่างๆ จนแล้วเสร็จแล้วจึงกลับมายังที่พักอาศัยอีกครั้ง ซึ่งในกรณีของการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าการชาร์ไฟในที่พักอาศัยในช่วงที่ไม่มีการเดินทางจะมีค่าใช้จ่ายต่ำสุดและประหยัดเวลาสูงสุดและน่าจะเป็นแนวทางที่ผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เลือกใช้ ดังนั้นการวิเคราะห์ระยะทางของเที่ยวการเดินทางที่กล่าวไปในหัวข้อ 5.2 นั้นจึงอาจไม่สามารถตอบคำถามถึงโอกาสของการใช้รถยนต์ไฟฟ้าเพื่อทดแทนรถยนต์สันดาปภายในแบบดั้งเดิมได้ชัดเจนนัก จึงต้องมีการวิเคราะห์อนุกรมการเดินทางหรือ Trip Chain เพิ่มเติม

เมื่อวิเคราะห์เที่ยวการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลทั้ง 3,933 เที่ยวการเดินทาง พบว่าสามารถสร้างเป็นอนุกรมการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลที่มีต้นทางและปลายทาง ณ จุดเดียวกันและอยู่ภายในพื้นที่ศึกษา ในระยะเวลา 24 ชม. ได้ทั้งสิ้น 1,588 อนุกรม โดยในจำนวนนี้พบว่าร้อยละ 91.0 มีจุดต้นทางปลายทางของอนุกรมที่ที่พักอาศัย ขณะที่ส่วนที่เหลือมีจุดต้นทางปลายทางเป็นแหล่งกิจกรรมหลักอื่นๆ เช่น สถานที่ทำงาน สถานศึกษา และร้านค้าและธุรกิจ เป็นต้น

จากข้อมูลสถิติดังแสดงในตารางที่ 6 และเมื่อสร้างเป็นแผนภูมิแสดงการกระจายตัว (Histogram) ของข้อมูลระยะทางในแต่ละอนุกรมการเดินทางจะได้ผลดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งจะเห็นได้ว่ากว่าค่าเฉลี่ยของอนุกรมการเดินทางอยู่ที่ 12.14 กิโลเมตร และร้อยละ 85 (Percentile ที่ 85) ของอนุกรมการเดินทางมีระยะทางอยู่ที่ 20.71 กิโลเมตร ขณะที่พบว่าอนุกรมการเดินทางที่มีระยะทางเกินกว่า 60 กิโลเมตรเพียง 2 อนุกรม หรือคิดเป็นร้อยละ 0.13 ของอนุกรมทั้งหมดเท่านั้น

ตารางที่ 6 สถิติอนุกรมการเดินทางด้วยรถยนต์ที่สำรวจได้ในพื้นที่ศึกษา

จำนวนอนุกรมการเดินทาง (Trip-Chains) ที่สำรวจได้	1,588 เที่ยว
ระยะเฉลี่ย	12.14 กิโลเมตร
Standard Deviation	9.07 กิโลเมตร
Percentile ที่ 50	10.23 กิโลเมตร
Percentile ที่ 85	20.71 กิโลเมตร
Percentile ที่ 95	29.32 กิโลเมตร

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวนี้สามารถสรุปในเบื้องต้นได้ว่า รถยนต์ไฟฟ้าที่มีในตลาดของประเทศไทยในปัจจุบันทุกรุ่นย่อยสามารถรองรับต่อการใช้งานในทุกอนุกรมการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาได้อย่างเพียงพอ และเมื่อใช้ระยะการใช้งานในชีวิตจริงของรถยนต์ไฟฟ้าตัวแทนของการศึกษา (ตามหัวข้อ 5.1) เทียบกับค่าเฉลี่ยของ

ระยะทางของอนุกรมการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลในพื้นที่ศึกษาจะพบว่าต่อการชาร์จไฟหนึ่งครั้งจะสามารถใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าตัวแทนได้ถึง 17.5 อนุกรม

รูปที่ 3 การกระจายตัวของระยะทางในแต่ละอนุกรมการเดินทาง

ในส่วนของระยะเวลาการชาร์จไฟกลับหลังจากสิ้นสุดอนุกรมการเดินทางเพื่อให้ประจุในแบตเตอรี่กลับมาอยู่ที่ระดับก่อนการเริ่มเดินทางนั้น จากการคำนวณโดยใช้คุณสมบัติของรถยนต์ไฟฟ้าตัวแทนที่มีอัตราการบริโภคพลังงานที่ 203.4 Wh ต่อกิโลเมตร จะพบว่าอนุกรมการเดินทางในพื้นที่ศึกษาจะใช้พลังงานเฉลี่ยที่ 2.47 kWh ซึ่งเมื่อคำนวณเป็นระยะเวลาการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเครื่องชาร์จที่มีกำลัง 3.5 kW ต่อชั่วโมง จะใช้เวลาทั้งสิ้น 43 นาทีเท่านั้น ซึ่งถือว่าเป็นระยะเวลาที่สามารถชาร์จได้ในแทบทุกช่วงเวลาที่รถยนต์ไฟฟ้าจอดอยู่ภายในเขตที่พักอาศัย นอกจากนี้เมื่อใช้อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในการคำนวณจะพบว่าการเดินทางมีต้นทุนพลังงานอยู่ที่ 10.91 บาทต่ออนุกรมการเดินทาง หรือ คิดเป็นอัตราเฉลี่ย 0.90 บาทต่อกิโลเมตร ซึ่งถือว่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของต้นทุนพลังงานในรถยนต์สันดาปภายในอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิเคราะห์ทั้งหมดที่กล่าวมา จึงอาจกล่าวได้ว่าคุณสมบัติของรถยนต์ไฟฟ้าในท้องตลาดของประเทศไทยในปัจจุบันนั้นเพียงพอและไม่เป็นอุปสรรคต่อการใช้งานในพื้นที่ศึกษา และมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นในชุมชนเมืองในภูมิภาคขนาดใหญ่อื่นๆ เช่น เมืองอุดรธานี นครราชสีมา เชียงใหม่ ระยอง หาดใหญ่ และสุราษฎร์ธานี เช่นกัน

นอกจากนี้ระยะเวลาที่ต้องการในการชาร์จไฟในช่วงกลางคืนเพียงพอต่อการเดินทางประจำวันในแทบทุกกรณี ยกเว้นกรณีการเดินทางไกลระหว่างจังหวัด ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการวางแผนการชาร์จไฟระหว่างทาง ซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตการศึกษาในครั้งนี้และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นการเดินทางระหว่างเมืองด้วยรถยนต์ไฟฟ้าในอนาคตต่อไป

6. อภิปรายผลการศึกษา

สำหรับการอภิปรายผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วนตามวิธีการศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 คุณลักษณะและการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในการใช้งานจริง

สำหรับรถยนต์ไฟฟ้าที่มีจำหน่ายอย่างเป็นทางการในประเทศไทย ณ ปัจจุบัน ในประเด็นด้านราคาพบว่ารถยนต์ไฟฟ้าที่มีราคาจำหน่ายสูงขึ้นจะมีแนวโน้มที่จะเดินทางได้ไกลขึ้น แต่ความสัมพันธ์ระหว่างราคาจำหน่ายและระยะทางไม่ได้เป็นไปอย่างเป็นสัดส่วนโดยตรง

เมื่อแบ่งรถยนต์ไฟฟ้าออกเป็นกลุ่มตามระดับราคาพบว่ารถยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มราคาต่ำกว่า 2 ล้านบาทน่าจะเป็นตลาดหลักของผู้บริโภคส่วนใหญ่ในประเทศไทยเนื่องจากอย่างในระดับราคาที่สามารถเข้าถึงได้โดยง่ายและยังคงมีคุณสมบัติพื้นฐานเช่นระยะทางที่ทำได้และขนาดแบตเตอรี่ที่ใกล้เคียงกับรถยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มราคา 2 ถึง 5 ล้านบาท แต่ในส่วนของกลุ่มรถยนต์ที่มีราคาเกินกว่า 5 ล้านบาทไปแล้วนั้นจะเป็นตลาดเฉพาะและผู้ซื้อมีมุมมองและทัศนคติต่อการเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้าที่แตกต่างไปจากอีก 2 กลุ่มอย่างชัดเจน

ในประเด็นด้านระยะทางจะเห็นได้ว่ารถยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันส่วนใหญ่สามารถรองรับการเดินทางได้ในระดับเกินกว่า 400 กิโลเมตรต่อการชาร์จ 1 ครั้งตามมาตรฐาน WLTP ซึ่งตัวเลขดังกล่าวถือว่าเป็นระยะทางที่เพียงพอต่อทั้งการเดินทางภายในชุมชนเมืองและการเดินทางต่างจังหวัดที่มีการวางแผนเรื่องการชาร์จไฟอย่างเหมาะสม

อย่างไรก็ดีในการใช้งานในชีวิตจริงนั้นจะมีความแตกต่างไปจากการทดสอบตามมาตรฐาน โดยพบว่าในการใช้งานจริงของรถยนต์ไฟฟ้าในกลุ่มราคาต่ำกว่า 2 ล้านบาท จะมีความจุแบตเตอรี่ที่สามารถใช้งานได้จริง (ร้อยละ 80 ของความจุแบตเตอรี่ทั้งหมด) โดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 40 kWh ให้ระยะทางที่เดินทางได้จริงในชีวิตประจำวันที่ประมาณ 200 กิโลเมตร มีอัตราสิ้นเปลืองพลังงานเฉลี่ยประมาณ 200 Wh ต่อกิโลเมตร และในกรณีที่ติดตั้งเครื่องชาร์จไฟที่บ้านพักอาศัยจะใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่กลับมามีประจุเต็มจะใช้ระยะเวลาทั้งสิ้นประมาณ 12 ชั่วโมง ด้วยเครื่องชาร์จขนาด 3.5 kW แต่ด้วยปกติแล้วเครื่องชาร์จไฟที่ติดตั้งในบ้านพักอาศัยจะสามารถให้กำลังไฟสูงสุดได้ระหว่าง 3 ถึง 11 kW ต่อชั่วโมง ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าแม้จะใช้รถยนต์ไฟฟ้าถึงวันละ 200 กิโลเมตร ก็ยังสามารถชาร์จไฟจนเต็มได้ในช่วงกลางคืนถึงเช้า

6.2 คุณลักษณะของครัวเรือนกับโอกาสของการใช้รถยนต์ไฟฟ้า

คุณลักษณะของครัวเรือนและโอกาสของการเข้าสู่เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าของแต่ละครัวเรือนจะประเมินจาก 3 ปัจจัยหลักได้แก่ รายได้ครัวเรือน ลักษณะที่อยู่อาศัยและการมีพื้นที่จอดรถส่วนบุคคล และการถือครองยานพาหนะที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยจากการศึกษาพบว่าประมาณ 1 ใน 5 ของครัวเรือนที่ทำการสำรวจถือเป็นกลุ่มครัวเรือนที่มีความพร้อมและมีโอกาสในการถือครองรถยนต์ไฟฟ้าสุดและเมื่อเทียบสัดส่วนเป็นจำนวนประชากรรวมในเขตพื้นที่ศึกษาจะอยู่ที่ 26,700 ครัวเรือน และหากใช้สัดส่วนเดียวกันคำนวณในภาพรวมของเมืองภูมิภาคทั่วประเทศที่มีประชากรรวมกันกว่า 2.5 ล้านครัวเรือน จะเห็นได้ว่าอาจมีครัวเรือนที่มีความพร้อมในการถือครองรถยนต์ไฟฟ้าสูงถึง 5 แสนครัวเรือน ซึ่งหากสมมติว่าในระยะ 10 ปี ในอนาคตครัวเรือนเหล่านี้จะต้องจัดซื้อจัดหารถยนต์ส่วนบุคคลเพื่อทดแทนรถยนต์คันเก่าที่ใช้อยู่หรือครอบครองเพิ่มเติมอย่างน้อยครัวเรือนละ 1 คัน นั้นหมายความว่าพื้นที่ทางการตลาดของรถยนต์ไฟฟ้าจากครัวเรือนในกลุ่มที่มีความพร้อมนี้

วิเคราะห์โอกาสของการถือครองรถยนต์ไฟฟ้าจากครัวเรือนในกลุ่มนี้ได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น

ในส่วนของครัวเรือนที่อาศัยอยู่ในอาคารชุด เช่น หอพัก อพาร์ทเมนต์ แฟลต คอนโดมิเนียม และอื่นๆ พบว่ามีอยู่ทั้งสิ้นประมาณร้อยละ 5.3 ซึ่งถือว่าเป็นสัดส่วนที่น้อย ครัวเรือนในกลุ่มนี้หากต้องการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าเป็นที่แน่นอนว่ามีแนวโน้มที่จะต้องใช้สถานีชาร์จสาธารณะเป็นหลัก อย่างไรก็ดี การเพิ่มสถานีชาร์จสาธารณะในบริเวณย่านพักอาศัยประเภทอาคารชุดเหล่านี้เพื่อมุ่งหวังในการกระตุ้นการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าจากครัวเรือนในกลุ่มนี้โดยตรง อาจไม่สามารถช่วยเพิ่มจำนวนการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในเมืองภูมิภาคได้อย่างมีนัยสำคัญนัก แต่หากเป็นการติดตั้งสถานีชาร์จสาธารณะในแหล่งกิจกรรมเช่น ห้างสรรพสินค้า สวนสาธารณะ สนามกีฬา หรือสถานที่ราชการ อาจช่วยกระตุ้นการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในภาพรวม ซึ่งจะส่งผลทางบวกถึงกลุ่มครัวเรือนที่อยู่อาศัยในอาคารชุดไปด้วย

6.3 พฤติกรรมการเดินทางกับการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในชุมชนเมืองภูมิภาค

ระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถเดินทางได้ต่อการชาร์จหนึ่งครั้งถือเป็นปัจจุบันสำคัญและถูกคำนึงถึงเป็นอันดับต้นๆ ในการเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะในกลุ่มรถยนต์ไฟฟ้าที่มีระดับราคาต่ำกว่า 2 ล้านบาท และพบว่าระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าสามารถเดินทางได้ถือเป็นความกังวลใจและปัจจัยเชิงลบต่อการเข้าสู่เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบัน [24]

อย่างไรก็ดีจากการศึกษาพบว่าพฤติกรรมการเดินทางของประชากรในชุมชนเมืองภูมิภาคส่วนใหญ่นั้นอยู่ในระยะทางที่รถยนต์ไฟฟ้าแทบทุกรุ่นที่มีจำหน่ายในตลาดสามารถใช้งานได้อย่างเพียงพอตลอดทั้งสัปดาห์โดยการชาร์จไฟเพียงครั้งเดียว ซึ่งแตกต่างจากการเดินทางในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่เป็นชุมชนเมืองขนาดใหญ่อย่างชัดเจน (จากการศึกษาของ [25] พบว่าระยะทางเฉลี่ยของการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลอยู่ที่ 42.8 กิโลเมตรต่อวัน) ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการหากพิจารณาที่ระยะทางที่สามารถเดินทางได้เป็นหลัก การใช้รถยนต์ไฟฟ้าในชุมชนเมืองภูมิภาคอาจถือว่ามีความยืดหยุ่นมากกว่าและมีข้อจำกัดน้อยกว่าการใช้งานในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จึงเป็นอีกผลการศึกษาที่ยืนยันศักยภาพของการส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในเมืองภูมิภาคของประเทศไทย

7. บทสรุป

บทความนี้นำเสนอผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของครัวเรือนและระยะทางการเดินทางของประชากรในเขตชุมชนเมืองภูมิภาคของประเทศไทยโดยใช้ชุมชนเมืองขอนแก่นเป็นพื้นที่ศึกษาหลัก จากการศึกษาพบว่าคุณลักษณะของครัวเรือน เช่น รายได้ของครัวเรือน ประเภทที่อยู่อาศัย และการถือครองยานพาหนะในปัจจุบัน เป็นปัจจัยที่สามารถสะท้อนถึงโอกาสในการเข้าสู่เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้า โดยจากก ญ า รชัยจที่

[6] วีระเดช คชเสนีย์ (2565). รถยนต์ไฟฟ้า 100% มาแรง รัฐบาลเดินหน้าหนุนใช้-ผลิตในไทย หวังลดใช้น้ำมัน-ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม, หน่วยงานสำนักข่าว, สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์.

[7] Electrification Coalition. (2022). *Electric Vehicles in Rural Communities: Moving Beyond the Urban Setting to Advance Transportation Electrification*, Washington, DC.

[8] สำนักบริหารการทะเบียน (2565). ฐานข้อมูลสถิติประชากรทางการทะเบียนราษฎร, กรมการปกครอง, กระทรวงมหาดไทย, https://www.bora.dopa.go.th/

[9] Prabnasak, J. and Taylor, M. A. P. (2009). An Exploration of Vehicle Ownership and Mode Choice Behaviour in a Mid-Sized Asian City: A Case Study in Khon Kaen City, Thailand, *Proceedings of the 32nd Australasian Transport Research Forum*, Auckland, New Zealand, 29-30 September 2009.

[10] Electric Vehicle Database. (2023). The Netherlands, https: //ev-database.org/

[11] ศูนย์สารสนเทศรถยนต์ (2566). ปริมาณรถยนต์จดทะเบียนใหม่ (ป้ายแดง) รถยนต์ขนาดเล็ก, ศูนย์สารสนเทศยานยนต์, สถาบันยานยนต์, กรุงเทพมหานคร, https://data.thaiauto.or.th/auto/auto-stat/auto-registration/auto-register.html

[12] Yuksel, T. and Michalek, J. J. (2015). Effects of Regional Temperature on Electric Vehicle Efficiency, Range and Emissions in the United States, *Environmental Science & Technology*, 2015-49, pp.3974-3980.

[13] Al-Wreikat, Y., Serrano, C. and Sodre, J. R. (2022). Effects of ambient temperature and trip characteristics on the energy consumption of an electric vehicle, *Energy*, Vol. 238, Part C, 122028.

[14] Mruzek, M., Gajdac, I., Kucera, L. and Barta, D. (2015). Analysis of Parameters Influencing Electric Vehicle Range, *Procedia Engineering*, 134 (2016), pp.165-174.

[15] Moloughney, T. (2022). *EV Range Tests Results*, InsideEVs, Miami, Florida, https://insideevs.com/reviews/443791/ev-range -test-results/

[16] สถาบันยานยนต์ (2560). การศึกษาการใช้พลังงานในรถยนต์ไฟฟ้าพร้อมข้อมูลพฤติกรรมการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า, ศูนย์การเรียนรู้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า ,สถาบันยานยนต์, กระทรวงพลังงาน.

[17] ผังเมืองรวมจังหวัดขอนแก่น (2017). ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 134 ตอนที่ 46 ก, 26 เมษายน 2560.

[18] Google Earth. (2023). Khon Kaen City Satellite Images 2015-2022, https://earth.google.com/

[19] Prabnasak, J., Taylor, M.A.P. and Yue, W.L. (2011). An Investigation of Vehicle Ownership and the Effects of Income and Vehicle Expense in Mid-Sized City of Thailand, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.9, 2011, pp.437-451.

[20] Bauer, G., Hsu, C. W. and Lutsey, N. (2021). *When Might Lower-Income Driver Benefits from Electric Vehicles?: Quantifying the Economic Equity Implication of Electric Vehicle Adoption*, Working Paper 2021-06, International Council on Clean Transport (ICCT), Washington, DC.

[21] DfT (2022). *Electric Vehicle Charging Research: Survey with Electric Vehicle Drivers, Research Report*, Department for Transport (DfT), United Kingdom, https:// assets. publishing.service.gov.uk/

[22] Statista. (2022). Number of EV Charging Locations by Countries Database, New York, US.

[23] Clark, B., Lyons, G. and Chatterjee, K. (2016). Under standing the Process that Gives Rise to Household Car Ownership Level Changes, *Journal of Transport Geography*, Vol. 55, July 2016, pp.110-120.

[24] Thananusak, T. Rakthin, S., Tavewatanaphan, T. and Pun nakitikashem, P. (2017). Factors Affecting the Intention to Buy Electric Vehicles: Empirical Evidence from Thailand, *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*, 9 (4), 361, January 2017.

[25] Pangthanaisawan, J., Sorapipatana, C. and Limmeechok chai, B. (2007). Road Transport Energy Demand Analysis and Energy Saving Potentials in Thailand, *Asian Journal of Energy and Environment*, Vol. 8, Issue 1 and 2 (2007), pp. 49-72.