

บทความวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของการลงทุนดัดแปลง รถกระบะขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาเป็นรถไฟฟ้าที่ใช้ พลังงานจากแบตเตอรี่สำหรับการใช้งานขนส่งสาธารณะ

รัชพันธุ์ เขยจิตร¹
รติพร ถึงฝั่ง²

(Received: October 12, 2025; Revised: March 18, 2026; Accepted: April 30, 2026)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของการลงทุนดัดแปลงรถกระบะขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาเป็นรถไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่สำหรับการใช้เป็นรถยนต์โดยสารสาธารณะ โดยใช้ข้อมูลหุติยภูมิจากแหล่งข้อมูล ๆ ต่างเพื่อกำหนดข้อสมมติที่ใช้ในการศึกษาและคำนวณตัวชี้วัดความเป็นไปได้ทางการเงิน ประกอบไปด้วยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ และระยะเวลาคืนทุน โดยกำหนดให้อายุของโครงการมีอายุเท่ากับ 10 ปี

การศึกษานี้ได้กำหนดให้รายได้มาจากการให้บริการขนส่งสาธารณะที่กำหนดให้มีอัตราค่าโดยสารแบบคงที่ไม่จำกัดระยะทางด้วยกัน 3 อัตราค่าโดยสารด้วยกัน ได้แก่ 5 บาท 8 บาท และ 10 บาทต่อ 1 เที่ยวการเดินทาง และกำหนดให้จำนวนผู้โดยสารที่มาใช้บริการสูงสุดต่อวันไม่เกินวันละ 150 200 และ 250 คน-เที่ยว สำหรับรถยนต์ที่ใช้แบตเตอรี่ขนาด 60 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

E-mail: ratchapan@sg.swu.ac.th (Corresponding Author)

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะพัฒนาสังคม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

E-mail: ratiporn.t@nida.ac.th

และไม่เกินวันละ 200 250 และ 300 คน-เที่ยว สำหรับรถยนต์ที่ใช้แบตเตอรี่
ขนาด 75 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ผลการศึกษาพบว่า ในการดัดแปลงรถกระบะขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์
ดีเซลเป็นรถไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่สำหรับการใช้งานขนส่งสาธารณะ
นั้น ต้นทุนค่าแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนนับว่าเป็นต้นทุนที่มีสัดส่วนสูงที่สุดของ
ต้นทุนในการดัดแปลง ส่วนต้นทุนค่าอัดประจุไฟฟ้าและค่าจ้างแรงงานนับเป็น
ต้นทุนที่มีสัดส่วนค่อนข้างสูงสำหรับต้นทุนในการประกอบการ ผลการวิเคราะห์
ความเป็นไปได้ทางการเงิน พบว่า การลงทุนดัดแปลงรถกระบะขนาดเล็กที่ใช้
เครื่องยนต์ดีเซลมาเป็นรถไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่นั้นจะมีความคุ้มค่า
ทางการเงิน ขึ้นอยู่กับอัตราค่าโดยสารต่อเที่ยว จำนวนผู้โดยสารที่มาใช้บริการ
สูงสุดต่อวันและระยะทางที่วิ่งให้บริการในแต่ละวันซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของ
แบตเตอรี่และการให้เงินอุดหนุนจากภาครัฐ

คำสำคัญ: ยานยนต์ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ การดัดแปลงรถบรรทุกขนาดเล็ก
บริการขนส่งสาธารณะ

RESEARCH ARTICLE

A Financial Feasibility Study of the Investment for Converting Deisel Small Pick-up Truck into Battery Electric Vehicle (BEVs) for Public Transport Service

Ratchapan Choiejit¹

Ratiporn Teungfung²

Abstract

This study aims to investigate the financial feasibility of the investment for converting diesel small pick-up-truck into battery electricity vehicle for public transport service. Secondary data and information from various sources were collected and set up the assumptions and calculate the financial feasibility indicators, which were net present value (NPV), the benefit-cost ratio (BC ratio), internal rate of returns (IRR) and playback period (PB) based on a project lifespan of 10 years.

This study defined project's revenue was based on the public transport service with flat rate fare options including 5 THB, 8 THB, and 10 THB per trip. The maximum daily passenger volume was set up at 150, 200 and 250 person-trip for vehicles equipped with a 60-kWh battery and 200, 250 and 300 person-trip for vehicles equipped with 75-kWh battery.

¹ Assistant Professor, Ph.D., Faculty of Economics, Srinakharinwirot University,
E-mail: ratchapan@swu.ac.th (Corresponding Author)

² Assistant Professor, Ph.D., Faculty of Social Development, National Institute of Development
Administration, E-mail: ratiporn.t@nida.ac.th

Result showed that the Lithium-ion battery cost represents the highest proportion of conversion cost, meanwhile, electricity charging cost and labor cost were the two majors of operating cost. Financial feasibility indicates that fare per-trip, maximum daily passenger volume, range of distance service governed by battery size and government subsidies played the crucial role for the financial viability.

Keywords: Battery Electric Vehicle, Small Pick-up Truck Converting, Public Transport Service

บทนำ

ประเทศไทยได้ออกมาตรการส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้า เพื่อมุ่งหวังว่าจำนวนการใช้รถยนต์ไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นและไปทดแทนการใช้รถยนต์สันดาปภายใน ซึ่งจะมีส่วนช่วยลดมลพิษทางอากาศและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์ไฟฟ้าให้เป็นอุตสาหกรรมใหม่ที่สามารถสร้างความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในระยะยาวให้กับประเทศได้ จากข้อมูลการจดทะเบียนรถยนต์ใหม่ไม่รวมรถจักรยานยนต์จากกรมการขนส่ง กระทรวงคมนาคม พบว่า ในปี พ.ศ. 2568 มีรถยนต์ที่จดทะเบียนใหม่ จำนวนทั้งสิ้น 581,829 คัน ในจำนวนรถยนต์ที่จดทะเบียนใหม่นี้เป็นของรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ จำนวน 119,165 คัน และเป็นรถยนต์ Hybrid จำนวน 135,738 คัน เมื่อรวมรถยนต์ที่จดทะเบียนใหม่ทั้งสองประเภทที่กล่าวมาจะมีรถยนต์ในกลุ่มนี้มากถึง 254,903 คัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 43.81 ของรถยนต์ใหม่ที่จดทะเบียนในช่วงเวลาดังกล่าว ในขณะที่มีรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในทั้งที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดน้ำมันเบนซินหรือน้ำมันดีเซลที่จดทะเบียนใหม่ทั้งสิ้น จำนวน 326,926 คัน หรือคิดเป็นร้อยละ 56.19 ของรถยนต์ใหม่ที่จดทะเบียน จากข้อมูลดังกล่าวมาสะท้อนให้เห็นถึงความต้องการใช้รถยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นในสังคมไทย ซึ่งนับเป็นก้าวที่สำคัญในการเข้าสู่ยุคการเปลี่ยนผ่านจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลไปสู่การใช้พลังงานสะอาด อย่างไรก็ตาม การเพิ่มจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าไม่ได้จำกัดเฉพาะอยู่แต่เพียงการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าใหม่แต่เพียงอย่างเดียว การดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในที่ใช้งานอยู่แล้วให้เป็นรถยนต์ไฟฟ้าก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่มีส่วนช่วยให้เพิ่มจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าให้มากขึ้นได้ แม้ว่าในปัจจุบันมีการดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในไปเป็นรถไฟฟ้าในประเทศไทยจะยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลาย ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในไปเป็นรถยนต์ไฟฟ้านั้นไม่ใช่เรื่องที่สามารถกระทำได้อย่างง่าย เนื่องจากรถยนต์สันดาปภายในไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อให้มีการดัดแปลงไปเป็นรถยนต์ไฟฟ้า การดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในไปเป็นรถยนต์ไฟฟ้าจึงต้องอาศัยเงินลงทุนจำนวนมากและต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการดัดแปลง รวมถึงการมีอุปกรณ์ต่าง ๆ

ที่สามารถรองรับการดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในไปเป็นรถไฟฟ้าเพื่อให้การดัดแปลงดังกล่าวเป็นไปตามมาตรฐานด้านวิศวกรรมยานยนต์ที่ภาครัฐกำหนดขึ้น ดังนั้น ผู้ที่ต้องการดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในของตนจึงจำเป็นต้องมีข้อมูลที่ครบถ้วนทั้งทางด้านเทคนิคและด้านความคุ้มค่าทางการเงิน เพื่อประกอบการพิจารณาลงทุนดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในไปเป็นรถไฟฟ้าเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าในปัจจุบันราคาน้ำมันในตลาดโลกมีความผันผวนอยู่ตลอดเวลา ทำให้ต้นทุนค่าพลังงานเชื้อเพลิงเป็นต้นทุนในการประกอบการที่ส่งผลกระทบต่อกำไรหรือขาดทุนโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผู้ที่ประกอบกิจการให้บริการขนส่งสาธารณะที่ใช้รถกระบะขนาดเล็กหรือรถกระบะขนาด 1 คันที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลซึ่งมีต้นทุนค่าน้ำมันดีเซลสูงถึงลิตรละประมาณ 30 บาท ในขณะที่การใช้รถยนต์ไฟฟ้านั้นมีต้นทุนค่าพลังงานที่ต่ำกว่าการใช้น้ำมันดีเซลหรือน้ำมันเบนซินค่อนข้างมาก อีกทั้งยังไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศอีกด้วย การดัดแปลงรถกระบะขนาดเล็กที่ใช้ให้บริการขนส่งสาธารณะจากการใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในมาเป็นรถกระบะไฟฟ้าจึงอาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดต้นทุนด้านพลังงานในการประกอบการขนส่งสาธารณะและมีส่วนช่วยลดมลพิษทางอากาศ ดังนั้น จึงได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของการลงทุนดัดแปลงรถกระบะขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาเป็นรถไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่สำหรับการใช้งานขนส่งสาธารณะเพื่อให้ผู้ประกอบการขนส่งสาธารณะมีข้อมูลที่เพียงพอ เพื่อประกอบการพิจารณาตัดสินใจลงทุนดัดแปลงรถกระบะขนาดเล็กที่ใช้สันดาปภายในไปเป็นรถกระบะไฟฟ้าสำหรับให้บริการขนส่งสาธารณะ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของการลงทุนดัดแปลงรถกระบะขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาเป็นรถไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่สำหรับการใช้งานขนส่งสาธารณะ

บททวนวรรณกรรม แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงินของการดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในเป็นรถไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่โดยตรงทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศนั้น ในปัจจุบันยังไม่พบบงานวิจัยประเภทนี้โดยตรง ส่วนมากเป็นงานวิจัยด้านวิศวกรรมในการพัฒนาต้นแบบการดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในเป็นรถไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ เช่น การศึกษาของ Jirawongnusorn and Huankoksong (2018) ที่ศึกษาการดัดแปลงรถยนต์นั่งโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5 กิโลวัตต์ โดยเป็นการดัดแปลงรถยนต์นั่งใช้แล้วด้วยการนำเอาเครื่องยนต์เก่าออกและนำชุดมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5 กิโลวัตต์ ชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ชุดแปลงกระแสไฟฟ้า คันเร่งไฟฟ้า ชุดชาร์จแบตเตอรี่ และแบตเตอรี่ขนาด 48 โวลต์ 160 แอมแปร์ ติดตั้งแทนเครื่องยนต์ แล้วทำการทดสอบทางด้านวิศวกรรม ผลการทดสอบพบว่า รถยนต์ใช้พลังงานไฟฟ้าสามารถทำความเร็วได้ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีระยะทางวิ่ง 80 กิโลเมตรต่อการชาร์จไฟฟ้าหนึ่งครั้ง โดยใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ประมาณ 6.7 ชั่วโมงด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ และมีอัตราสิ้นเปลืองพลังงานที่ 0.79 บาทต่อกิโลเมตรการเดินทาง

Department of Alternative Energy Development and Efficiency (2023) ได้นำเสนอบทความวิชาการทางด้านพลังงานทดแทนในหัวข้อเรื่อง EV Conversion โอกาสของยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงในประเทศไทยในฐานะหน่วยงานที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการดัดแปลงยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า โดยในปี พ.ศ. 2565 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากกองทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานมาดำเนินการด้าน EV Conversion ด้วยกัน 2 โครงการ ได้แก่ (1) โครงการศึกษาแนวทางการส่งเสริมดัดแปลงรถบรรทุกขนาดเล็กและรถโดยสารขนาดเล็กเป็นรถยนต์ไฟฟ้า และ (2) โครงการพัฒนานโยบายและมาตรการส่งเสริมเรือไฟฟ้าขนาดเล็ก ซึ่งในปัจจุบันพบว่า การดัดแปลงเรือไฟฟ้าได้มีผลสำเร็จเป็นรูปธรรมโดยใช้ชื่อว่า เรือไฟฟ้าสุขสำราญ ซึ่งเป็นเรือไฟฟ้าที่วิ่งโดยใช้แผงพลังงานแสงอาทิตย์โดยมี นายศิระ ลิขิตพัฒนาวิทย์ เป็น

เจ้าของรถไฟฟ้าสาธารณะที่ให้บริการในรูปแบบรถไฟฟ้าแท็กซี่หรือให้บริการแบบเช่าเหมาลำเพื่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ตามสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ ริมคลองทางฝั่งธนบุรี

National Electronics and Computer Technology Center (2022) ได้วิจัยและพัฒนาชุดประกอบรถไฟฟ้าดัดแปลงและคู่มือการดัดแปลง (EV Kit & Blueprint Project) โดยร่วมมือกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้คนไทยสามารถดัดแปลงรถยนต์เก่าให้กลายเป็นรถยนต์ไฟฟ้าได้ด้วยเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นส่วนรถยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทยเอง และพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศให้น้อยที่สุดโดยเป็นการดัดแปลงมาจากรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine: ICE) โดยใช้ชุดดัดแปลงและขั้นตอนการดัดแปลงด้วยวิธีการสร้าง e-Engine ซึ่งวิจัยและพัฒนาขึ้นเอง มีการทดสอบ/ทดลองนำชุดอุปกรณ์ดัดแปลง หรือ EV Kit เข้าไปติดตั้ง ดัดแปลงในรถยนต์ส่วนบุคคลยี่ห้อ 2 รุ่น คือ Toyota Altis และ Nissan Almera ให้กลายเป็นรถไฟฟ้า และได้ทำการทดสอบใช้งานทั่วไปได้ตามปกติ ผ่านกระบวนการตรวจสอบและได้รับการจดทะเบียนเป็นรถไฟฟ้าดัดแปลงที่กรมการขนส่งทางบกเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยปัจจุบันอยู่ระหว่างการขยายผลการทดสอบ/ทดลองในเชิงพาณิชย์ ตามกลุ่มเป้าหมายต่าง ๆ เช่น ธุรกิจผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไฟฟ้า ธุรกิจดัดแปลงรถไฟฟ้า และหน่วยงานที่ต้องการทดสอบ/ทดลองเปลี่ยนรถยนต์ภายในหน่วยงานให้เป็นรถไฟฟ้า

National Electronics and Computer Technology Center (2023) ได้จัดทำสมุดปกขาวเรื่อง มองโอกาสในวิกฤต “EV Conversion” คือ Transition Strategy หรือไม่ โดยให้ความหมายของ EV conversion หรืออุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง คือ การนำรถเก่าที่ใช้น้ำมันมาเปลี่ยนระบบขับเคลื่อนใหม่ เพื่อเปลี่ยนจากการเติมน้ำมันมาเป็นระบบไฟฟ้า 100% โดยสาระสำคัญของ EV conversion อยู่ที่ EV Kit หรือชุดมอเตอร์ และระบบไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องที่มีราคาตั้งแต่ 400,000 - 800,000 บาทขึ้นไป แล้วแต่รุ่นรถยนต์และอุปกรณ์ชิ้นส่วน ซึ่งยังถือว่าสูงอยู่มากเมื่อเทียบกับผลการสำรวจที่พบว่า ผู้ใช้งานสามารถจ่าย EV conversion ประมาณ 300,000 บาทเท่านั้น โดยคาดการณ์ว่า

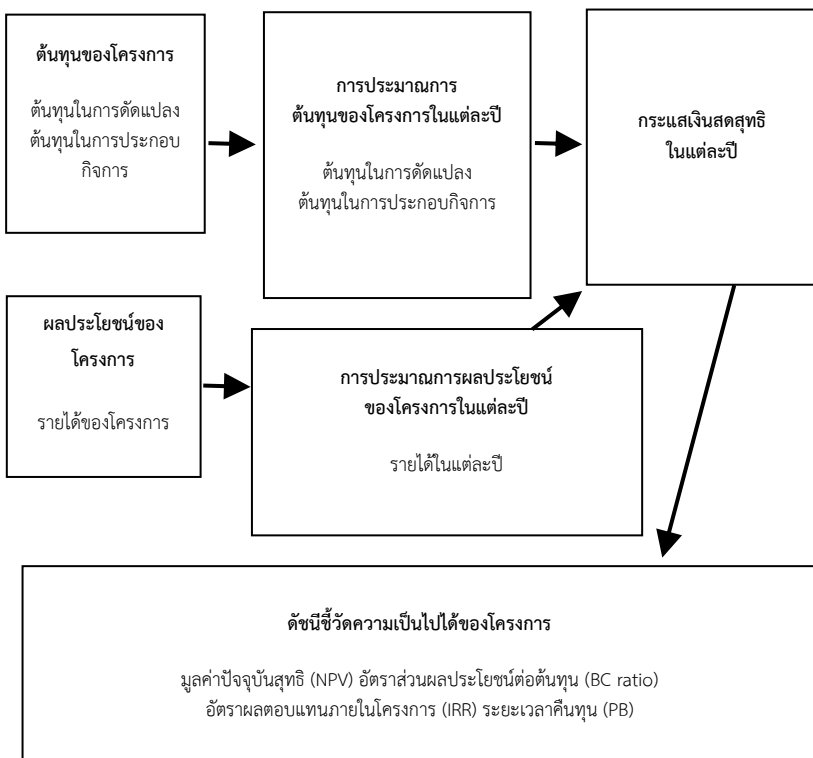
ความคุ้มค่าของการดัดแปลงยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับรถเล็กสี่ล้อสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้ไฟฟ้าเมื่อเทียบกับน้ำมันได้ดีกว่ารถใหญ่ขนาดหกล้อและสิบล้อ ทั้งนี้อุตสาหกรรม EV conversion ควรมุ่งเน้นไปที่ Niche market ที่เป็น Commercial vehicle ซึ่งจะมี Demand มากพอที่จะก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในให้เป็นรถไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่มีต้นทุนในการดัดแปลงไม่เกิน 300,000 บาทต่อคัน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อเชิงเศรษฐกิจในวงกว้างหากพิจารณาจากการที่รถกระบะที่มีอายุ 10 ปีขึ้นไปทั่วประเทศนั้นมีอยู่ประมาณ 4 ล้านคัน ถ้าสามารถนำมา conversion เพียงร้อยละ 10 ของปริมาณรถกระบะอายุ 10 ปีขึ้นไปที่มีอยู่ในท้องถนน หรือประมาณ 4 แสนคัน ก็จะทำให้เกิดเงินหมุนเวียนในประเทศกว่า 120,000 ล้านบาท ไปยังผู้ผลิตชิ้นส่วนและอยู่ในทั่วประเทศ ทั้งยังลดการปล่อยมลภาวะที่ลดลงได้คิดเป็นมูลค่ามากถึง 560 ล้านบาท

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้นจะเห็นได้ว่า งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยและพัฒนาทางด้านวิศวกรรมเพื่อพัฒนาต้นแบบรถยนต์ไฟฟ้าที่ดัดแปลงมาจากรถยนต์สันดาปภายใน ยังไม่ได้มีงานวิจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่ให้ข้อมูลถึงความเป็นไปได้ทางการเงินในการลงทุนดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในให้เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่เลยในปัจจุบัน การขาดแคลนข้อมูลความเป็นไปได้ทางการเงินในการลงทุนดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในไปเป็นรถยนต์ไฟฟ้าส่งผลให้ภาครัฐอาจมีข้อมูลไม่เพียงพอในการกำหนดมาตรการเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนอุตสาหกรรมการดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในไปเป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสมได้ การได้มาซึ่งข้อมูลความเป็นไปได้ทางการเงินในการลงทุนดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในไปเป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่ครอบคลุมในทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทางด้านวิศวกรรมและทางการเงินหรือทางด้านเศรษฐศาสตร์อาจมีส่วนช่วยให้ภาครัฐสามารถกำหนดนโยบาย มาตรการที่เหมาะสมในการส่งเสริมและสนับสนุนให้อุตสาหกรรมการดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในไปเป็นรถยนต์ไฟฟ้าให้มีการขยายตัวและสอดคล้องกับการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศ ดังนั้น งานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งหวังที่จะก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมในรูปของข้อมูลความเป็นไปได้

ทางการเงินของการลงทุนดัดแปลงรถกระบะขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาเป็นรถไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่สำหรับการใช้งานขนส่งสาธารณะ

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์โครงการและการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน สามารถแสดงกรอบแนวคิดได้ ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ที่มา: จากการประยุกต์โดยผู้วิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากทั้งแหล่งข้อมูลต่าง ๆ จำนวนมาก ทั้งจากแหล่งข้อมูลภายในประเทศไทยและแหล่งข้อมูลจากต่างประเทศ รวมทั้งข้อมูลจากการสัมภาษณ์กับผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้า จำนวน 2 ท่าน และการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผู้รับจ้างดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในไปเป็นรถไฟฟ้า จำนวน 2 ราย เนื่องจากการวิจัยด้านการดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในให้เป็นรถไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ในประเทศไทยยังมีไม่มากนัก จึงต้องอาศัยข้อมูลจากการสัมภาษณ์เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของการลงทุนดัดแปลงรถกระบะขนาดเล็ก

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ใช้การคำนวณความเป็นไปได้ทางการเงิน 4 ตัวชี้วัดด้วยกัน ประกอบด้วย มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน อัตราผลตอบแทนภายในโครงการและระยะเวลาคืนทุน โดยมีรายละเอียดของวิธีการคำนวณแต่ละตัวชี้วัดดังนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ หรือ Net Present Value

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์กับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนของโครงการ ตลอดจนอายุโครงการในการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิจำเป็นต้องกำหนด (1) อายุของโครงการที่แน่นอน (2) ผลประโยชน์ของโครงการว่าโครงการมีผลประโยชน์มาจากแหล่งใดบ้างในแต่ละปี และ (3) ต้นทุนของโครงการซึ่งต้องระบุว่าโครงการมีต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายอะไรบ้างในแต่ละปีในการดำเนินโครงการ โดยสามารถคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{NB_t}{(1+WACC)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{IC_t}{(1+WACC)^t}$$

กำหนดให้	NPV	=	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ
	NB	=	ผลประโยชน์ของโครงการ

IC	=	ต้นทุนของโครงการ
WACC	=	ต้นทุนทางการเงินถ่วงน้ำหนัก
t	=	อายุของโครงการปีที่ 0 ถึงปีที่ n

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน หรือ Benefit-Cost ratio

อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BC Ratio) เป็นดัชนีชี้วัดความคุ้มค่าหรือความเป็นไปได้ของโครงการ โดยอาศัยการเปรียบเทียบกับระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์กับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนของโครงการ โดยสามารถคำนวณอัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{NB_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{IC_t}{(1+r)^t}}$$

กำหนดให้	BCR	=	อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน
	NB	=	ผลประโยชน์ของโครงการ
	IC	=	ต้นทุนของโครงการ
	r	=	ต้นทุนทางการเงินของโครงการ
	t	=	อายุของโครงการปีที่ 0 ถึงปีที่ n

อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ หรือ Internal Rate of Return

อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) คือ อัตราผลตอบแทนของโครงการที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งอัตราผลตอบแทนภายในโครงการก็คือ อัตราผลตอบแทนที่โครงการสามารถทำให้เกิดขึ้นได้จากการดำเนินโครงการโดยแสดงในรูปแบบที่เป็นร้อยละของผลตอบแทนของโครงการ โดยสามารถคำนวณอัตราผลตอบแทนภายในโครงการได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$IRR = \sum_{t=0}^n \frac{NB_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{IC_t}{(1+r)^t}$$

กำหนดให้	IRR	=	อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ
	NB	=	ผลประโยชน์ของโครงการ
	IC	=	ต้นทุนของโครงการ
	r	=	ต้นทุนทางการเงินของโครงการ
	t	=	อายุของโครงการปีที่ 0 ถึงปีที่ n

การพิจารณาความคุ้มค่าหรือความเป็นไปได้ในการลงทุนของโครงการ โดยพิจารณาจากตัวชี้วัดทางการเงินทั้ง 3 ตัวชี้วัดที่ผ่านสามารถพิจารณาจำแนกตัวชี้วัด ดังนี้ (1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ การพิจารณาว่าโครงการนั้นมีความคุ้มค่าหรือความเป็นไปได้ของโครงการโดยใช้มูลค่าปัจจุบันสุทธิก็ต่อเมื่อโครงการนั้นมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิตามกว่าศูนย์หรือเป็นบวกนั่นเอง ส่วน (2) อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนการพิจารณาว่าโครงการนั้นมีความคุ้มค่าหรือความเป็นไปได้ของโครงการโดยใช้อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนก็ต่อเมื่อโครงการมีอัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุนมีค่ามากกว่า 1 นั่นเอง และ (3) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ การพิจารณาว่าโครงการนั้นมีความคุ้มค่าหรือความเป็นไปได้ของโครงการโดยใช้อัตราผลตอบแทนภายในโครงการก็ต่อเมื่อโครงการมีอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (ร้อยละ) มากกว่าต้นทุนทางการเงินที่โครงการได้กู้ยืมมา หรือมากกว่าอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยที่ต้องการหรือมากกว่าอัตราคิดลดนั่นเอง

ระยะเวลาคืนทุน หรือ Payback Period

ระยะเวลาคืนทุน (PB) คือ ระยะเวลาที่ได้ทำการลงทุนไปนับตั้งแต่วันแรกที่ได้ลงทุนจนไปถึงวันที่ได้รับผลประโยชน์สุทธิเท่ากับจำนวนเงินลงทุนทั้งหมดที่ได้จ่ายไปแล้วตั้งแต่แรก โดยปกติระยะเวลาคืนทุนมีหน่วยเป็นปี เดือน วันที่ได้จ่ายคืนทุนไป ทั้งนี้ระยะเวลาคืนทุน อาจจะมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นหรือมีระยะเวลาคืนทุนที่ยาวนานก็ได้ โดยใช้การเปรียบเทียบกับอายุของโครงการที่ได้กำหนดไว้แต่แรก ความเป็นไปได้ของการลงทุนจะเกิดขึ้นเมื่อระยะเวลาคืนทุนสั้นกว่าอายุของโครงการที่ได้กำหนดไว้ ในทางตรงข้ามความเป็นไปได้ของการลงทุนจะไม่เกิดขึ้นก็ต่อเมื่อระยะเวลาคืนทุนนั้นยาวนานกว่าอายุของโครงการที่

ได้กำหนดไว้ โดยสามารถคำนวณระยะเวลาคืนทุนหรือ Playback Period ได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$PB = IC / NB$$

กำหนดให้	PB	=	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
	NB	=	ผลประโยชน์ของโครงการ
	IC	=	ต้นทุนของโครงการ

ข้อสมมติที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้กำหนดข้อสมมติที่ใช้ในการศึกษาประเด็นดังต่อไปนี้

- (1) กำหนดให้อายุของโครงการมีระยะเวลาเท่ากับ 10 ปี
- (2) การศึกษานี้เป็นการศึกษาเฉพาะความเป็นไปได้ทางการเงินเท่านั้นไม่ได้ศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม
- (3) การดัดแปลงครั้งนี้เป็นการดัดแปลงรถกระบะขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลและใช้เป็นรถโดยสารสาธารณะในท้องถิ่นอยู่แต่เดิม แล้วทำการดัดแปลงให้เป็นรถกระบะไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่และนำไปใช้ในกิจการขนส่งสาธารณะเช่นเดิม
- (4) อุปกรณ์ที่ใช้ในการดัดแปลงส่วนใหญ่ ไม่ว่าจะเป็นแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน มอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับขับเคลื่อน อุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นของที่ใช้มานานแล้วหรือของมือสอง
- (5) แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่ใช้ในการดัดแปลงครั้งนี้มีด้วยกัน 2 ขนาด คือ ขนาด 60 กิโลวัตต์-ชั่วโมงที่มีระยะทางในการวิ่งประมาณ 200 กิโลเมตรต่อการชาร์จ และขนาด 75 กิโลวัตต์-ชั่วโมงที่มีระยะทางในการวิ่งประมาณ 300 กิโลเมตรต่อการชาร์จ
- (6) กำหนดอัตราค่าโดยสารเป็นรายเที่ยวแบบคงที่ไม่จำกัดระยะทาง ซึ่งมีด้วยกัน 3 อัตรา ได้แก่ 5 บาท 8 บาท และ 10 บาทต่อ 1 เที่ยวของการเดินทาง ตามลำดับ
- (7) กำหนดจำนวนผู้โดยสารที่มาใช้บริการสูงสุดต่อวัน จำแนกตามขนาดแบตเตอรี่ ดังนี้ วันละไม่เกิน 150 200 และ 250 คน-เที่ยวต่อวัน สำหรับรถที่ใช้แบตเตอรี่ขนาด 60 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และวันละไม่เกิน 200 250 และ 300 คน-เที่ยวต่อวัน สำหรับรถที่ใช้แบตเตอรี่ขนาด 75 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
- (8) จำนวนวันที่ให้บริการทั้งหมดใน 1 ปีเท่ากับ 312 วัน
- (9) อัตราคิดลดหรือต้นทุนทางการเงินที่ใช้ในการคำนวณความคุ้มค่าของ

โครงการในการศึกษาครั้งนี้กำหนดไว้ที่ร้อยละ 7 ซึ่งเป็นอัตราอ้างอิงจากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ยืมลูกค้าชั้นดีของธนาคารพาณิชย์ และ (10) การศึกษานี้กำหนดให้ภาครัฐมีมาตรการช่วยเหลือผู้ที่ดัดแปลงรถกระบะมาเป็นรถไฟฟ้าด้วยการให้เงินอุดหนุนเป็นเงินสดจำนวน 100,000 บาท หรือ 150,000 บาท เมื่อการดัดแปลงรถกระบะแล้วเสร็จ และผ่านการตรวจสอบมาตรการความปลอดภัยของทางภาครัฐ มาตรการนี้กำหนดขึ้นเพื่อพิจารณาว่าหากภาครัฐได้มีมาตรการช่วยเหลือแก่ผู้ประกอบการแล้วจะมีผลต่อความเป็นไปได้ทางการเงินมากน้อยเพียงใด

ผลการวิจัย

ในส่วนนี้จะนำเสนอผลการศึกษาโดยจำแนกออกเป็นตารางจำนวนทั้งสิ้น 5 ตาราง โดยตารางที่ 1 และ 2 แสดงต้นทุนในการดัดแปลงและต้นทุนในการประกอบกิจการ ตามลำดับ ส่วนตารางที่ 3 แสดงประมาณการรายได้ในการให้บริการ ในขณะที่ตารางที่ 4 และ 5 แสดงความเป็นไปได้ทางการเงิน สำหรับบางทางเลือก โดยมีรายละเอียดของผลการศึกษา ดังนี้

ตารางที่ 1

ต้นทุนและร้อยละของต้นทุนในดัดแปลงรถกระบะ

รายการ	แบตเตอรี่ขนาด 60 กิโลวัตต์-ชั่วโมง	แบตเตอรี่ขนาด 75 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (มือสอง)	33.3	38.4
มอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับขับเคลื่อน (มือสอง)	8.3	8.2
อุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า (มือสอง)	8.3	6.8
ชุดระบบควบคุม (มือสอง)	8.3	6.8
อุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง	16.7	16.4
การดัดแปลงแผงคอนโซลกลาง	8.3	6.8
ค่าจ้างแรงงานในการดัดแปลง	16.7	16.4
ร้อยละต้นทุนในการดัดแปลง	100.0	100.0
ต้นทุนในการดัดแปลงทั้งหมด	600,000	730,000

หมายเหตุ: จากการรวบรวมข้อมูลและการคำนวณโดยผู้เขียน

ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงต้นทุนและร้อยละของต้นทุนในการดัดแปลงรถกระบะที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาเป็นรถกระบะไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่สำหรับการขนส่งสาธารณะ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ต้นทุนค่าแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนคิดเป็นร้อยละ 33.3 - 38.4 ของต้นทุนในการดัดแปลงทั้งหมด สำหรับการดัดแปลงรถกระบะที่ใช้แบตเตอรี่ที่มีขนาด 60 กิโลวัตต์-ชั่วโมงและแบตเตอรี่ขนาด 75 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ตามลำดับ รองลงมาคือ ต้นทุนค่าจ้างแรงงานในการดัดแปลงและต้นทุนของอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมีความสำคัญรองลงมาโดยมีสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ 16.4 -16.7 ของต้นทุนในการดัดแปลง ทั้งนี้ ต้นทุนในการดัดแปลงจากการใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาเป็นรถกระบะไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่นั้นต้องใช้งบลงทุนไม่ต่ำกว่า 600,000 บาท และ 730,000 บาท ขึ้นอยู่กับขนาดแบตเตอรี่ที่ใช้ในการดัดแปลง ซึ่งขนาดของแบตเตอรี่ย่อมส่งผลกระทบต่อระยะทางในการให้บริการที่และรายได้จากการให้บริการที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 2

ต้นทุนและร้อยละของต้นทุนในการประกอบกิจการ

รายการ	แบตเตอรี่ขนาด 60 กิโลวัตต์-ชั่วโมง	แบตเตอรี่ขนาด 75 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ค่าบำรุงรักษารถยนต์และระบบไฟฟ้า	7.1	8.2
ค่าประกันภัยรายปี	11.3	13.2
ค่าต่อทะเบียนรถยนต์	2.8	3.3
ค่าอัดประจุไฟฟ้า	22.1	21.1
ค่าจ้างแรงงานในการประกอบกิจการ	56.7	54.2
ร้อยละของต้นทุนในการประกอบกิจการ	100.0	100.0
ต้นทุนในการประกอบกิจการ	423,600.0	443,100.0

หมายเหตุ: จากการรวบรวมข้อมูลและการคำนวณโดยผู้เขียน

ตารางที่ 2 แสดงต้นทุนและร้อยละของต้นทุนในการประกอบกิจการให้บริการขนส่งสาธารณะในแต่ละปี สำหรับรถที่ใช้แบตเตอรี่ขนาด 60 กิโลวัตต์-ชั่วโมง มีต้นทุนในการประกอบกิจการที่ผู้ประกอบการต้องจ่ายเป็นเงินประมาณปีละ 423,600 บาท ส่วนรถที่ใช้แบตเตอรี่ขนาด 75 กิโลวัตต์-ชั่วโมงก็จะมี

ต้นทุนในการประกอบกิจการที่ผู้ประกอบการต้องจ่ายเป็นเงินประมาณปีละ 443,100 บาท โดยมีค่าจ้างแรงงาน ซึ่งได้แก่ ค่าจ้างพนักงานขับรถ (ถ้ามี) และ ค่าจ้างพนักงานเก็บค่าโดยสาร (ถ้ามี) คิดเป็นร้อยละ 54.2 และ 56.7 ของต้นทุน ในการประกอบกิจการในแต่ละปี ตามลำดับ รองลงมาคือ ต้นทุนค่าอัดประจุ ไฟฟ้า ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 22.1 และ 21.1 ของต้นทุนในการประกอบกิจการในแต่ละปี ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับขนาดของแบตเตอรี่ ตามลำดับ ในขณะที่ต้นทุนค่าอัดประจุ ไฟฟ้านั้นมีสัดส่วนรองลงมาจากต้นทุนค่าจ้างแรงงาน โดยต้นทุนค่าอัดประจุ ไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 21.1 - 22.1 ของต้นทุนในการประกอบกิจการในแต่ละปี ค่าประกันภัยรถยนต์นั้นว่าเป็นต้นทุนที่มีสัดส่วนมากเป็นอันดับสามของต้นทุน ในการประกอบกิจการโดยมีสัดส่วนอยู่ระหว่างร้อยละ 11.3 - 13.2 ของต้นทุน ในการประกอบกิจการ

ในขณะที่ตารางที่ 3 แสดงประมาณการรายได้จากการให้บริการขนส่ง สาธารณะของรถกระบะไฟฟ้าในแต่ละปี จำแนกตามอัตราค่าโดยสาร ขนาดของ แบตเตอรี่ และจำนวนผู้โดยสารสูงสุดที่ให้บริการในแต่ละวัน ซึ่งอัตราค่าโดยสาร ขนาดของแบตเตอรี่และจำนวนผู้โดยสารสูงสุดที่ให้บริการในแต่ละวันที่แตกต่างกัน ส่งผลให้รายได้ที่ได้รับในแต่ละปีนั้นจะแตกต่างกันไปด้วยเช่นกัน โดยสามารถ จำแนกทางเลือกต่าง ๆ ได้ทั้งสิ้น 9 ทางเลือก โดยทางเลือกที่ 1 ทางเลือกที่ 4 และทางเลือกที่ 7 จะมีอัตราค่าโดยสารแบบคงที่ไม่จำกัดระยะทางอยู่ที่ 5 บาท ต่อคน-เที่ยว สำหรับทางเลือกที่ 2 ทางเลือกที่ 5 และทางเลือกที่ 8 จะมีอัตรา ค่าโดยสารที่ 8 บาทต่อคน-เที่ยว ส่วนทางเลือกที่ 3 ทางเลือกที่ 6 และทางเลือก ที่ 9 จะมีอัตราค่าโดยสารที่ 10 บาทต่อคน-เที่ยว ตามลำดับ โดยทุกทางเลือกจะมีจำนวนวันที่ให้บริการขนส่งสาธารณะที่เท่ากันตลอดระยะเวลา 1 ปี คือ จำนวนที่ให้บริการ เท่ากับ 312 วัน

ตารางที่ 3

ประมาณการรายได้สำหรับรถกระบะที่ใช้แบตเตอรี่ขนาด 60 kWh และ
แบตเตอรี่ขนาด 75kWh

แหล่งที่มีของ รายได้	อัตรา ค่าโดยสาร ต่อคน-เที่ยว	จำนวนผู้โดยสารสูงสุดที่ ให้บริการในแต่ละวัน (60 kWh/75kWh)	รายได้ที่ได้รับในแต่ละปี จากทางเลือกต่าง ๆ (60 kWh/75kWh)
ทางเลือกที่ 1	5	150/200	234,000/312,000
ทางเลือกที่ 2	8	150/200	374,400/499,200
ทางเลือกที่ 3	10	150/200	468,000/624,000
ทางเลือกที่ 4	5	200/250	312,000/390,000
ทางเลือกที่ 5	8	200/250	499,200/624,000
ทางเลือกที่ 6	10	200/250	624,000/780,000
ทางเลือกที่ 7	5	250/300	390,000/468,000
ทางเลือกที่ 8	8	250/300	624,000/748,800
ทางเลือกที่ 9	10	250/300	780,000/936,000

หมายเหตุ: คำนวณโดยผู้เขียน

จากการคำนวณความเป็นไปได้ทางการเงินของการลงทุนดัดแปลงรถกระบะขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาเป็นรถไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่สำหรับการใช้งานขนส่งสาธารณะทั้ง 9 ทางเลือก ผลการศึกษาพบว่าทางเลือกที่ 1 ทางเลือกที่ 4 และทางเลือกที่ 7 ไม่มีความคุ้มค่าทางการเงินในการลงทุนดัดแปลงรถกระบะขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาเป็นรถไฟฟ้าเนื่องจากมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นลบ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนต่ำกว่าหนึ่ง มีอัตราผลตอบแทนภายในโครงการต่ำกว่าร้อยละ 7 ระยะเวลาคืนทุนมากกว่าอายุโครงการที่กำหนดไว้ 10 ปี เนื่องจากทั้ง 3 ทางเลือกมีอัตราค่าโดยสารที่กำหนดไว้ที่ 5 บาทต่อคน-เที่ยว ซึ่งเป็นอัตราค่าโดยสารที่ต่ำเกินไปจนไม่เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน แม้ว่าจะมีการให้เงินอุดหนุนจากภาครัฐสูงสุดถึง 150,000 บาทก็ยังไม่คุ้มค่าในการลงทุนดัดแปลงรถกระบะมาเป็นรถไฟฟ้าอยู่ดี

ตารางที่ 4

ทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ทางการเงิน ทางเลือกที่ 5

ดัชนีชี้วัดความคุ้มค่า ของโครงการ	แบตเตอรี่ขนาด 60 กิโลวัตต์-ชั่วโมง	แบตเตอรี่ขนาด 75 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
NPV (บาท)	-69,017.2	389,127.7
BC ratios (เท่าตัว)	0.98	1.10
IRR (ร้อยละ)	4.43	17.68
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	มากกว่าอายุโครงการ (10 ปี)	6 ปี 11 เดือน
NPV ¹ (บาท)	30,982.8	498,127.7
BC ratios ¹ (เท่าตัว)	1.01	1.13
IRR ¹ (ร้อยละ)	8.32	22.01
ระยะเวลาคืนทุน ¹ (ปี)	9 ปี 10 เดือน	5 ปี 11 เดือน
NPV ² (บาท)	80,982.8	548,127.7
BC ratios ² (เท่าตัว)	1.02	1.14
IRR ² (ร้อยละ)	10.74	24.63
ระยะเวลาคืนทุน ² (ปี)	8 ปี 11 เดือน	5 ปี 10 เดือน

หมายเหตุ: ¹ และ ² คือ การให้เงินอุดหนุนจำนวน 1 แสนบาท และ 1.5 แสนบาท

ที่มา: คำนวณโดยผู้เขียน

เนื่องจากอัตราค่าโดยสารที่ 5 บาทต่อคน-เที่ยวไม่ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนดัดแปลงรถกระบะ ดังนั้น จึงมาพิจารณาอัตราค่าโดยสารที่สูงขึ้นเป็น 8 บาทต่อคน-เที่ยว ซึ่งพบว่า ทางเลือกที่ 2 ซึ่งใช้อัตราค่าโดยสารที่ 8 บาทต่อคน-เที่ยวในการคำนวณก็ยังไม่ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนเช่นกัน ในขณะที่ทางเลือกที่ 5 และทางเลือกที่ 8 ซึ่งมีอัตราค่าโดยสารที่เท่ากันกลับมีความคุ้มค่าในการลงทุนดัดแปลงรถกระบะที่เป็นเช่นนี้ เนื่องมาจากทางเลือกที่ 2 มีจำนวนผู้โดยสารสูงสุดที่ให้บริการในแต่ละวันต่ำกว่า 200 คน-เที่ยว ไม่เพียงพอที่จะก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนดัดแปลงรถกระบะแม้ว่าอัตราค่าโดยสารจะเพิ่มขึ้นเป็น 8 บาทต่อคน-เที่ยวแล้วก็ตาม ในขณะที่ทางเลือกที่ 5 ซึ่งใช้อัตราค่าโดยสารเดียวกันกับทางเลือกที่ 2 แต่กลับมีความคุ้มค่าในการลงทุนดัดแปลงรถกระบะมาเป็นรถไฟฟ้าแต่ต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ภาครัฐต้อง

ให้เงินอุดหนุนสำหรับรถที่ใช้แบตเตอรี่ขนาด 60 กิโลวัตต์-ชั่วโมงที่สามารถวิ่งได้ระยะทางโดยประมาณ 200 กิโลเมตรต่อ 1 การชาร์จนั้น การให้เงินอุดหนุนจากภาครัฐขั้นต่ำจำนวน 1 แสน ก็ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนได้ นอกจากนั้นยังพบว่าภายใต้ทางเลือกที่ 5 นี้ ถ้าเป็นการดัดแปลงโดยใช้แบตเตอรี่ขนาดใหญ่ขึ้นเป็น 75 กิโลวัตต์-ชั่วโมงที่สามารถวิ่งได้ระยะทางโดยประมาณ 300 กิโลเมตรต่อ 1 การชาร์จนั้น ภาครัฐไม่มีความจำเป็นที่จะต้องให้เงินอุดหนุนแต่ประการใด เพราะจำนวนผู้โดยสารสูงสุดที่ให้บริการจำนวน 250 คน-เที่ยวต่อวัน อัตราค่าโดยสารที่ 8 บาทต่อคน-เที่ยว ก่อให้เกิดความคุ้มค่าทางการเงินแล้ว โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาการให้เงินอุดหนุนจากภาครัฐแต่ประการใด

สำหรับทางเลือกที่ 8 ซึ่งเป็นทางเลือกที่ใช้อัตราค่าโดยสารที่ 8 บาทต่อคน-เที่ยวเช่นเดียวกับทางเลือกที่ 2 และทางเลือกที่ 5 แต่เนื่องจากจำนวนผู้โดยสารสูงสุดที่ให้บริการในแต่ละวันนั้นมีตั้งแต่ 250 คน-เที่ยว และ 300 คน-เที่ยวต่อวัน ตามลำดับ ด้วยปริมาณผู้โดยสารที่มารับบริการต่อวันที่มีจำนวนมากทำให้ภายใต้ทางเลือกที่ 8 นั้นมีความคุ้มค่าทางการเงินในการลงทุนดัดแปลงโดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาการช่วยเหลือจากภาครัฐ ดังนั้น หลักเกณฑ์ในการให้เงินช่วยเหลือจากภาครัฐคือ ให้ความช่วยเหลือเฉพาะผู้ดัดแปลงรถกระบะที่ใช้แบตเตอรี่ขนาด 60 กิโลวัตต์-ชั่วโมงและมีจำนวนผู้โดยสารสูงสุดในการให้บริการในแต่ละวันไม่เกิน 200 คน-เที่ยว โดยจำนวนเงินที่เหมาะสมที่สุดคือไม่เกิน 1 แสนบาทต่อราย เพราะด้วยวงเงิน 1 แสนบาทนี้ผู้ประกอบการก็จะมียุทธศาสตร์ปัจจุบันสุทธิเป็นบวกและสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 9 ปี 10 เดือน

ตารางที่ 5

ทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ทางการเงิน ทางเลือกที่ 3

ดัชนีชี้วัดความคุ้มค่า ของโครงการ	แบตเตอรี่ขนาด 60 กิโลวัตต์-ชั่วโมง	แบตเตอรี่ขนาด 75 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
NPV (บาท)	-288,153.0	398,127.7
BC ratios (เท่าตัว)	0.92	1.10
IRR (ร้อยละ)	-5.13	17.68
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	มากกว่าอายุโครงการ (10 ปี)	6 ปี 11 เดือน

ตารางที่ 5

ทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ทางการเงิน ทางเลือกที่ 3 (ต่อ)

ดัชนีชี้วัดความคุ้มค่า ของโครงการ	แบตเตอรี่ขนาด 60 กิโลวัตต์-ชั่วโมง	แบตเตอรี่ขนาด 75 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
NPV ¹ (บาท)	-188,153.0	498,127.7
BC ratios ¹ (เท่าตัว)	0.95	1.13
IRR ¹ (ร้อยละ)	-2.10	22.00
ระยะเวลาคืนทุน ¹ (ปี)	มากกว่าอายุโครงการ (10 ปี)	5 ปี 11 เดือน
NPV ² (บาท)	-138,153.0	548,127.7
BC ratios ² (เท่าตัว)	0.96	1.14
IRR ² (ร้อยละ)	-0.24	24.63
ระยะเวลาคืนทุน ² (ปี)	มากกว่าอายุโครงการ (10 ปี)	5 ปี 10 เดือน

หมายเหตุ: ¹ และ ² คือ การให้เงินอุดหนุนจำนวน 1 แสนบาท และ 1.5 แสนบาท

ที่มา: คำนวณโดยผู้เขียน

ตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ภายใต้ทางเลือกที่ 3 ซึ่งมีอัตราค่าโดยสาร สูงที่สุดที่ 10 บาทต่อคน-เที่ยว ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ผู้ประกอบการ ที่ดัดแปลงรถกระบะของตนโดยเลือกใช้แบตเตอรี่ขนาด 60 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ที่ให้ระยะทางในการวิ่งไม่เกินโดยประมาณ 200 กิโลเมตรต่อการชาร์จ 1 ครั้ง จะไม่ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนดัดแปลงรถกระบะของตนมาเป็น รถไฟฟ้าเนื่องมาจากเป็นปัจจัย 2 ประการด้วยกัน ประการแรกคือ การเลือกใช้ แบตเตอรี่ขนาดเล็กเกินไป และประการที่สองคือ การมีจำนวนผู้โดยสารสูงสุด ที่ให้บริการในแต่ละวันมีไม่เกิน 150 คน-เที่ยว ทั้ง 2 ปัจจัยร่วมกันส่งผลให้เกิด ความไม่คุ้มค่าในการลงทุนดัดแปลง แม้ว่าอัตราค่าโดยสารจะอยู่ในอัตราที่สูงถึง 10 บาทต่อคน-เที่ยวก็ตาม อย่างไรก็ตาม ภายใต้ทางเลือกที่ 3 นี้หากผู้ประกอบการ เลือกดัดแปลงรถกระบะของตนโดยเปลี่ยนมาใช้แบตเตอรี่ขนาดใหญ่ขึ้นเป็น ขนาด 75 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งให้ระยะทางในการวิ่งโดยประมาณ 300 กิโลเมตร ต่อการชาร์จ 1 ครั้งก็สามารถที่จะเพิ่มจำนวนผู้โดยสารสูงสุดในการให้บริการใน แต่ละวันได้เพิ่มขึ้นเป็น 200 คน-เที่ยวต่อวัน ณ อัตราค่าโดยสารที่ 10 บาทต่อ คน-เที่ยวนี้นัก ผู้ประกอบการจะมีความคุ้มค่าทางการเงินของการลงทุนดัดแปลง

รถกระบะเป็นรถไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องพึ่งพาเงินอุดหนุนจากภาครัฐแต่อย่างใด เนื่องจากมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวก มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนที่มากกว่าหนึ่ง มีอัตราผลตอบแทนภายในโครงการที่มากกว่าร้อยละ 7 และมีระยะเวลาคืนทุนที่ต่ำกว่าอายุโครงการที่กำหนดไว้ถึง 10 ปีนั่นเอง

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความเป็นไปได้ทางการเงินของการของการลงทุนดัดแปลงรถกระบะขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาเป็นรถไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่สำหรับการใช้งานขนส่งสาธารณะนั้น จะเกิดขึ้นได้ต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้ (1) อัตราค่าโดยสารต่อคน-เที่ยว ตั้งแต่ 8 บาทต่อคน-เที่ยวขึ้นไป อัตราค่าโดยสารที่ต่ำกว่านี้จะทำให้การลงทุนดัดแปลงรถกระบะเป็นรถไฟฟ้าไม่มีความคุ้มค่าทางการเงิน (2) จำนวนผู้โดยสารสูงสุดที่ให้บริการในแต่ละวันต้องไม่ต่ำกว่า 200 คน-เที่ยว ดังนั้น ในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรค่อนข้างน้อย ปริมาณการเดินทางในแต่ละวันมีไม่มากนัก การลงทุนดัดแปลงรถกระบะมาเป็นรถไฟฟ้าอาจก่อให้เกิดความไม่คุ้มค่าทางการเงินได้เช่นกัน (3) การให้เงินอุดหนุนจากภาครัฐเป็นเงิน 100,000 บาทนั้น มีความจำเป็นอย่างมากสำหรับผู้ประกอบการที่ต้องการลงทุนดัดแปลงรถกระบะของตนมาเป็นรถไฟฟ้าภายใต้ทางเลือกที่ 5 ซึ่งเป็นการดัดแปลงรถกระบะโดยใช้แบตเตอรี่ขนาดเล็กเพียง 60 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดอัตราค่าโดยสารที่ 8 บาทต่อคน-เที่ยวและมีจำนวนผู้โดยสารสูงสุดในการให้บริการไม่เกิน 200 คน-เที่ยวต่อวัน (4) ภาครัฐไม่มีความจำเป็นต้องให้การช่วยเหลือในรูปแบบการให้เงินอุดหนุนกับผู้ประกอบการที่ต้องการดัดแปลงรถกระบะของตนมาเป็นรถไฟฟ้า หากอัตราค่าโดยสารมากกว่า 8 บาทต่อคน-เที่ยว และมีปริมาณจำนวนผู้โดยสารสูงสุดที่ให้บริการในแต่ละวันตั้งแต่ 200 คน-เที่ยวต่อวัน เพราะอัตราค่าโดยสารที่สูง ปริมาณผู้โดยสารต่อวันที่มาก ทำให้การลงทุนดัดแปลงรถกระบะเป็นรถไฟฟ้ามีความเป็นไปได้ทางการเงิน มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่เป็นบวก มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนที่มากกว่าหนึ่ง มีอัตราผลตอบแทนภายในโครงการที่สูงกว่าอัตราคิดลดหรือต้นทุนทางการเงิน และมีระยะเวลาคืนทุน

ที่สั้นกว่า 10 ปี ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Khumpraphan (2024) และการศึกษาของ Jirawongnusorn and Huankoksong (2018) ที่ได้ทำการศึกษาการดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในให้เป็นรถไฟฟ้าในประเทศไทย และพบว่า ในภาพรวมการดัดแปลงจากรถยนต์สันดาปภายในเป็นรถไฟฟ้า มีความคุ้มค่าในการลงทุนเพราะการดัดแปลงสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา ตั้งแต่ 5 ปี ถึง 8 ปี ขึ้นอยู่กับขนาดของแบตเตอรี่และประเภทของยานยนต์ ที่นำมาดัดแปลงและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดัดแปลง หากแบตเตอรี่มีขนาดใหญ่ หรือรถยนต์ที่นำมาดัดแปลงนั้นมีขนาดใหญ่ และมีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมากและซับซ้อนแล้ว จะส่งผลให้ระยะเวลาคืนทุนก็จะ ยาวนานออกไป นอกจากผลประโยชน์ทางตรงที่เกิดจากราคาหรือรายรับจาก การให้บริการแล้ว การศึกษาดังกล่าวยังชี้ให้เห็นถึงผลประโยชน์ทางอ้อมของ การดัดแปลงรถยนต์ยังมีผลประโยชน์ทางอ้อมอีกหลายประการ ไม่ว่าจะเป็น การลดมลพิษทางอากาศ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การลดต้นทุนด้าน สาธารณสุขที่เกิดจากการมีสุขภาพที่ดีขึ้นจากการลดลงของมลพิษทางอากาศ และการลดลงของผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจ ดังนั้น เมื่อคำนวณเป็นผลประโยชน์ ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่เกิดขึ้นจากการดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในเป็น รถไฟฟ้าจะพบว่า การดัดแปลงรถยนต์ดังกล่าวมีความคุ้มค่ามากยิ่งขึ้น โดยผล การศึกษาที่พบว่า ต้นทุนของแบตเตอรี่นั้นเป็นต้นทุนที่มีมูลค่าเป็นตัวเงินจำนวน มากและมีสัดส่วนที่สูงที่สุดในการดัดแปลงรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน มาเป็นรถไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน สอดคล้องกับการศึกษา ของ National Electronics and Computer Technology Center (2023) และ การศึกษาของ Pham et al. (2022) ซึ่งพัฒนาต้นแบบรถไฟฟ้าที่ดัดแปลงมา จากรถยนต์สันดาปภายในและพบว่า ต้นทุนแบตเตอรี่เป็นต้นทุนอุปกรณ์ที่มี มูลค่าสูงและคิดเป็นสัดส่วนที่มากที่สุดของต้นทุนในการดัดแปลงรถยนต์ นอกจากนี้ผลการศึกษา ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Sunarto et al. (2015) และ Pedrosa et al. (2014) ที่พบว่า การลดลงของต้นทุนค่าแบตเตอรี่ จะนำไปสู่ความคุ้มค่าในการดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายในเป็นรถไฟฟ้าที่ใช้ พลังงานจากแบตเตอรี่ การส่งเสริมอุตสาหกรรมดัดแปลงรถยนต์สันดาปภายใน

ให้ขยายตัวมากยิ่งขึ้นจะเป็นการเพิ่มการประหยัดต่อขนาดของการผลิตแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนส่งผลให้ราคาหรือต้นทุนแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนมีราคาลดลงและทำให้การดัดแปลงรถยนต์เก่าเป็นรถไฟฟ้ามีความคุ้มค่าที่เร็วขึ้นหรือมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นลงหรือน้อยกว่าอายุของโครงการหรือกล่าวได้ว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุนมากขึ้น นอกจากนั้นผลการศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นว่าหากภาครัฐกำหนดมาตรการช่วยเหลือ สนับสนุนการดัดแปลงรถกระบะมาเป็นรถไฟฟ้าด้วยการให้เงินอุดหนุนแก่ผู้ประกอบการที่ลงทุนดัดแปลงรถกระบะของตนเป็นจำนวนเงิน 100,000 บาทต่อรายเพื่อเป็นส่วนลดภาระค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการดัดแปลงรถกระบะ การให้เงินอุดหนุนดังกล่าวมีส่วนให้เกิดความเป็นไปได้ทางการเงินกับผู้ประกอบการที่สนใจลงทุนดัดแปลงรถกระบะของตน (ทางเลือกที่ 5) การกำหนดมาตรการช่วยเหลือดังกล่าวของภาครัฐย่อมมีส่วนส่งเสริมให้มีการดัดแปลงรถสันดาปภายในมาเป็นรถไฟฟ้ามากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. อัตราค่าโดยสารที่ต่ำที่สุดที่จะก่อให้เกิดความเป็นไปได้ทางการเงินในการลงทุนดัดแปลงรถกระบะมาเป็นรถไฟฟ้าอยู่ที่ 8 บาทต่อคน-เที่ยวขึ้นไป โดยเป็นค่าโดยสารแบบคงที่ไม่จำกัดระยะทาง
2. จำนวนผู้โดยสารสูงสุดในการให้บริการแต่ละวันที่จะก่อให้เกิดความเป็นไปได้ทางการเงินในการลงทุนดัดแปลงรถกระบะมาเป็นรถไฟฟ้าต้องไม่ต่ำกว่า 200 คน-เที่ยวต่อวัน
3. การเลือกใช้แบตเตอรี่ขนาด 60 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่เรียกเก็บค่าโดยสารที่อัตรา 8 บาทต่อคน-เที่ยว และมีจำนวนผู้โดยสารสูงสุดต่อวันตั้งแต่ 200 คน-เที่ยวขึ้นไป และต้องได้รับเงินอุดหนุนจากภาครัฐ 100,000 บาท จึงจะก่อให้เกิดความคุ้มค่า

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. กรมศุลกากร กรมสรรพสามิต กระทรวงการคลัง ควรกำหนด มาตรการลดภาษีการนำเข้าแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่ใช้แล้วแต่ยังอยู่ในสภาพ ที่ดีสามารถใช้งานได้ เพื่อลดต้นทุนการได้มาซึ่งแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนใช้แล้ว
2. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม สำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ควรร่วมกันกำหนดมาตรการ ส่งเสริมให้เกิดอุตสาหกรรมการปรับปรุงสภาพแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วเพื่อนำมา กลับมาใช้ใหม่ รวมทั้งควรกำหนดมาตรการให้มีหน่วยงานเอกชนที่ดำเนินการใน ลักษณะเป็นบุคคลที่สาม หรือ Third Party ที่เข้ามาร่วมตรวจสอบและรับรอง คุณภาพของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนที่ใช้แล้วหรือผ่านการปรับสภาพมาแล้ว
3. กรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม ควรกำหนดมาตรการลด ภาระค่าต่อทะเบียนภาษีประจำปี ลดค่าใช้จ่ายในการขอเปลี่ยนแปลงประเภท เชื้อเพลิงและการดัดแปลงรถยนต์ เพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายสำหรับผู้ประกอบการ ขนส่งสาธารณะที่ได้ดัดแปลงรถกระบะของตนไปเป็นรถไฟฟ้า
4. สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการประกันวินาศภัย กระทรวง พาณิชย์ ควรกำหนดมาตรการยกเว้นหรือลดหย่อนค่าเบี้ยประกันภัยรถยนต์ ไฟฟ้าสำหรับรถโดยสารสาธารณะที่ดัดแปลงเป็นรถไฟฟ้าเพื่อเป็นการลดภาระ ของผู้ประกอบการ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งถัดไป

การวิจัยครั้งถัดไปควรศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของการลงทุน ดัดแปลงรถกระบะขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาเป็นรถไฟฟ้าที่ใช้พลังงาน จากแบตเตอรี่สำหรับการใช้งานขนส่งสาธารณะ โดยใช้อัตราค่าโดยสารตาม ระยะทางแทนการใช้อัตราค่าโดยสารแบบคงที่ไม่จำกัดระยะทาง

เอกสารอ้างอิง

- Department of Alternative Energy Development and Efficiency.
(2023). EV Conversion, The opportunities for vehicle
conversion in Thailand. *Journal of Energy reservation*,
17(155), 5-22.
- Jirawongnusorn, S. & Huankoksong, W. (2018). *Passenger car
conversion using a 5-kWh single motor*. The 32nd academic
network conference of Thailand mechanical engineering.
Northeastern Rajamangala University of Technology.
Thailand.
- Khumpraphan, S. (2024). ICE to EV Conversion in Thailand:
Evaluating Feasibility, Benefits and Challenges.
*International journal of latest technology in engineering,
Management and applied science*. 3(9), 197-203.
- National Electronics and Computer Technology Center. (2022).
*EV conversion with EV kit regarding to e-Engine procedure
and machine characteristic test*. The 17th NSTDA Annual
Conference. National Science and Technology
Development Agency. Thailand.
- National Electronics and Computer Technology Center. (2023).
EV Conversion is Transition Strategy? White Paper.
National Science and Technology Development Agency.
Thailand.
- Pedrosa, D., Monteiro, V., Gonçalves, H., Martins, J. S., & Afonso,
J. L. (2014). A case study on the conversion of an
internal combustion engine vehicle into an electric
vehicle. *Proceedings of the 2014 IEEE International
Conference on Energy Efficiency and Sustainability in*

Buildings, 377-383.

Pham, T., Van, T., & Huynh, T. (2022). A Study of Converting
a Conventional Vehicle into an Electric Vehicle.
*International Journal of Mechanical Engineering and
Robotics Research*, 11(8), 569-574.

Sunarto, K., Hapid, A., & Kurnia, M. R. (2015). Electric vehicle
conversion based on distance, speed and cost
requirements. *Energy Procedia*, 2(68), 446-454.