

การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนวงจรชีวิตของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า
ไฮบริดไฟฟ้า และ แก๊สโซลีน ในประเทศไทย

A COMPARATIVE STUDY OF LIFE CYCLE COSTS OF ELECTRIC
MOTORCYCLES, HYBRID ELECTRIC AND GASOLINE MOTORCYCLES
IN THAILAND

ภาสิทธิ เต็มบุญศรี¹

ผศ.ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์²

บทคัดย่อ

ในอดีตผู้บริโภคเลือกพิจารณาเลือกซื้อรถจักรยานยนต์จากราคาเป็นหลักเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวไม่สามารถแสดงให้เห็นถึง ต้นทุนทั้งวงจรชีวิตของการเป็นเจ้าของรถจักรยานยนต์ อย่างแท้จริงได้ การศึกษาในครั้งนี้จึงออกแบบโมเดล และนำทฤษฎีการคำนวณวงจรชีวิตมาประยุกต์มาใช้เป็นเกณฑ์คำนวณ เพื่อแสดงและเปรียบเทียบให้เห็นถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายตลอดวงจรชีวิตของรถจักรยานยนต์ทั้ง 5 คัน 3 ประเภท ไฟฟ้า ไฮบริดไฟฟ้า และ แก๊สโซลีนขนาดความจุไม่เกิน 150ซีซี ในช่วงอายุ 5 ปี เป็นที่ยอมรับว่า Honda wave ICEs มีต้นทุนตลอดอายุการใช้งานต่ำสุดที่ 4.65 บาทต่อกิโลเมตรในบรรดารถจักรยานยนต์ในเมืองทั้ง 5 คันเนื่องจากใช้เงินทุนเริ่มต้นต่ำและมีอัตราการกู้คืนซากสูง มีข้อสังเกตว่ารถจักรยานยนต์ที่มีต้นทุน CAPEX เริ่มต้นสูงเป็น Electric Motorcycles มีค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานต่ำ เมื่อเทียบกับรถ แก๊สโซลีน และ ไฮบริดไฟฟ้า การศึกษาบ่งชี้ว่า การพิจารณาราคาซื้อรถจักรยานยนต์เพียงอย่างเดียวไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงมูลค่าของรถจักรยานยนต์ได้อย่างแท้จริงตลอดอายุการใช้งานได้

คำสำคัญ: ต้นทุนรวมการเป็นเจ้าของ, รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า, รถจักรยานยนต์ในประเทศไทย

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

² ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคลหลัก

ABSTRACT

In the past, consumers mainly chose to buy a motorcycle based on the price of the car. Such factors cannot truly show the costs of owning a motorcycle's entire life cycle. The study aims to design a model and apply the theory of life cycle cost to the calculation for comparing the cost of expenses throughout the life cycle of all five motorcycles, three types of electric, hybrid electric, and two gasoline, with a capacity of not more than 150 cc during the age of 5 years. The result of the study is that Honda Wave ICEs have the lowest lifetime cost of 4.65 baht/km from the five city bikes case study due to their low initial capital and high scrap recovery rates. It shows that motorcycles with high initial CAPEX costs, such as electric motorcycles, have lower lifetime costs than gasoline and hybrid electric motorcycles. Studies indicate that considering the purchase price of a motorcycle alone cannot represent its actual value over its lifetime.

Keywords: Life-Cycle-Cost, Electric Motorcycles, Motorcycle in Thailand.

1. บทนำ

กระแสที่กำลังมาแรงของยานยนต์ไฟฟ้าส่งผลให้ประเภทของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า มอเตอร์ไซค์ไฟฟ้า กลายเป็นเทรนด์ที่มาแรงไม่แพ้รถยนต์ ในปี 2565 ที่ผ่านมารวมถึงพฤติกรรมของคนไทยเองที่นิยมมีรถจักรยานยนต์ เป็นยานพาหนะสามัญประจำบ้าน ตลอดจนความต้องการใช้ในการประกอบอาชีพที่เป็นเหมือนเส้นเลือดฝอยของกรุงเทพฯ อย่าง มอเตอร์ไซค์รับจ้างสาธารณะ จากปัจจัยเรื่องวิกฤตราคาน้ำมันที่พุ่งสูงทำให้เริ่มมีการมองหารถจักรยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อนำมาทดแทนรถจักรยานยนต์สันดาปมากขึ้น ส่งผลต่อความสามารถในการลดต้นทุนพลังงานและค่าบำรุงรักษาเพิ่มรายได้ เป็นการยกระดับชีวิตผู้ประกอบการมอเตอร์ไซค์รับจ้างสาธารณะ อีกทั้งยังส่งผลให้ทั้งอากาศและสิ่งแวดล้อมดีขึ้นได้ ตอบโจทย์ปัญหาสิ่งแวดล้อม ลดการปล่อยมลพิษ PM 2.5 และยังช่วยลดต้นทุนค่าน้ำมัน ลดค่าไฟฟ้า ให้พี่น้องประชาชนอีกด้วย "นโยบายมอเตอร์ไซค์ไฟฟ้า" นี้ จะตอบโจทย์ทั้งช่วยลดต้นทุน เชื่อเพลิง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการใช้มอเตอร์ไซค์ไฟฟ้าประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าการใช้น้ำมันประมาณ 3-4 เท่า

ในอดีตผู้บริโภคเลือกพิจารณาเลือกซื้อรถจากราคารถเป็นหลัก แต่ในปัจจุบันผู้บริโภคมักมองหารถที่มีต้นทุนรวมต่ำและมีประสิทธิภาพดี โดยทั่วไปแล้วผู้บริโภคจะพิจารณาต้นทุนรวมของการเป็นเจ้าของรถ ซึ่งรวมถึงราคาซื้อ, ค่าเงินต้น, ดอกเบี้ย, ค่าเช่าซื้อ, ค่าส่วนลด, ค่าประกันภัย และค่าบำรุงรักษารถเป็นต้น โดยผู้บริโภคจะเลือกซื้อรถที่มีต้นทุนรวมต่ำและมีความประหยัดเพื่อเตรียมตัวให้พร้อมไปกับสภาพเศรษฐกิจที่ไม่แน่นอนในปัจจุบัน

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนวงจรชีวิตของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Motorcycles) รถจักรยานยนต์ไฮบริด (Hybrid) และ รถจักรยานยนต์สันดาป (ICEs) ในประเทศไทย

3. ขอบเขตของงานวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ ได้กำหนดขอบเขต และเนื้อหาสำคัญของงานศึกษาไว้ดังนี้

1. ในการศึกษาได้ทำการกำหนดสภาวะในการใช้งาน คือรถจักรยานยนต์รับจ้างสาธารณะ เนื่องจากรถจักรยานยนต์ทั้งสามแบบมีใช้กันแพร่หลายในลักษณะของรถจักรยานยนต์รับจ้างสาธารณะ และตอบโจทย์สภาพของการจราจรที่หนาแน่นในเมืองหลวง

2. ทำการศึกษารถจักรยานยนต์ ขนาดเครื่องยนต์ไม่เกิน 150 ซีซี ICEs Hybrid และ Electric Motorcycles

3. วงจรชีวิตของรถจักรยานยนต์ที่นำมาทำการศึกษาในครั้งนี้มีอายุโดยเฉลี่ย 5 ปี อ้างอิงจากกรมการขนส่งทางบก ได้กำหนดให้รถจักรยานยนต์นั่งส่วนบุคคล ไม่เกิน 2 คน ที่มีอายุใช้งานครบ 5 ปี ขึ้นไป ต้องทำการตรวจสภาพรถก่อนเพื่อทำการชำระภาษีประจำปี

4. มาตรฐานที่ผู้ผลิตรถจักรยานยนต์กำหนดไว้ ในการบำรุงรักษารถจักรยานยนต์ตามระยะนั้น ได้ระบุไว้ในคู่มือและเว็บไซต์การซ่อมบำรุงมาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้นของผู้ผลิต

5. น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ที่นำมาใช้ในการทำการศึกษานี้คือน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E95

6. รถจักรยานยนต์ที่นำมาใช้เป็นตัวอย่างเพื่อทำการศึกษานี้ นั้น มาจากผู้ผลิตรถจักรยานยนต์ ในประเทศไทย ได้แก่ HONDA รวมทั้งหมด 5 คัน

7. จากการศึกษาโครงการ วินโนนี่ (Winnonie) บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด(มหาชน) พบว่ารถจักรยานยนต์รับจ้างสาธารณะ (วิน มอเตอร์ไซค์) 1 คันจะวิ่งอยู่ที่ระยะทาง 120-150 กม. ต่อวัน และขับเฉลี่ย 25 วันต่อเดือน 1 ปี จะมีระยะทางวิ่งเท่ากับ $(120 \times 25 \times 12) = 36,000$ กิโลเมตร

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยประเมินค่าใช้จ่ายของรถจักรยานยนต์ ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการใช้งาน ทำให้ผู้ใช้สามารถวางแผนการเงินได้อย่างแม่นยำ และช่วยปรับแผนหากมีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในอนาคต

2. ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของรถจักรยานยนต์ที่ต่างกันได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเลือกรถจักรยานยนต์ที่มีความคุ้มค่าสูงสุดสำหรับตนเอง

3. ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวางแผนการบำรุงรักษาหรือซ่อมบำรุงรถจักรยานยนต์ให้เหมาะสม โดยใช้ค่าใช้จ่ายในตอนนี้และค่าใช้จ่ายในอนาคตเป็นตัวชี้วัด

4. ช่วยให้ผู้ใช้สามารถตัดสินใจว่าจะซื้อหรือลงทุนในรถจักรยานยนต์แต่ละประเภทนั้นหรือไม่ โดยพิจารณาค่าใช้จ่ายในตอนนี้และค่าใช้จ่ายในอนาคต

5. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

5.1.1 ต้นทุนวงจรชีวิต (LCC : Life Cycle Costing)

นิยามของต้นทุนวงจรชีวิต (โซเฮ อิบิ, 2528-2530: 1) โดยทั่วไปสินทรัพย์ที่จับต้องได้(Physical assets)จะมีวงจรชีวิตการใช้งานเป็นเวลา 5 -10ปี นับ ตั้งแต่การจัดซื้อจัดหา ระหว่างการใช้งาน จนกระทั่งสิ้นอายุขัย ในช่วงแรกของการจัดซื้อ-จัดหาสินทรัพย์นั้น จะเกิดต้นทุนในการจัดหาสินทรัพย์เกิดขึ้น หลังจากที่มีการครอบครองสินทรัพย์ดังกล่าวจะก่อให้เกิดต้นทุนที่ตามมา อาทิเช่น

1. ต้นทุนที่เกิดจากการดำเนินงาน (Operating costs)
2. ต้นทุนที่เกิดจากการบำรุงรักษา (Maintenance costs)
3. ต้นทุนครอบครองหลังการซื้อสินทรัพย์นั้น (Sustaining costs)

ต้นทุนรวมที่เกิดจากต้นทุนการซื้อสินทรัพย์ และต้นทุนที่ตามมาหลังการจัดซื้อ-จัดหา ของสินทรัพย์ตลอดอายุการใช้งานนั้น สามารถเรียกได้ว่า ต้นทุนวงจรชีวิต (Life Cycle Costing, LCC)

การคำนวณต้นทุนวงจรชีวิต การคิดต้นทุนตลอดอายุการใช้งานเป็นวิธีการที่ครอบคลุมสำหรับการกำหนดต้นทุนรวมของสินทรัพย์ตลอดอายุการใช้งาน โดยครอบคลุมค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งหมด แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้ นำมาคำนวณเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของสินทรัพย์และทำการคำนวณคูณอัตราคิดลด (Discount Factor) ส่งผลให้มีการกำหนดต้นทุนตลอดอายุการใช้งานของสินทรัพย์ การคำนวณนี้แสดงผ่านสูตรต่อไปนี้

$$LCC = CI + CO + CM - S$$

เมื่อ LCC : Life Cycle Costing = ต้นทุนวงจรชีวิตของสินทรัพย์

CI : Investment Cost = ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการลงทุน

CO : Operation Cost = ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้งานต่อปี

CM : Maintenance Cost = ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการซ่อมบำรุงต่อปี

S : Sale Price = มูลค่าซากของสินทรัพย์

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศุภรัชชัย (2560) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบรถยนต์พลังงานทางเลือกต่างๆที่มีอยู่ในประเทศไทยโดยใช้เทคนิค Life Cycle Costing (LCC) เพื่อกำหนดมูลค่าอายุการใช้งานของรถยนต์เบนซิน (ICEV) 3 รุ่น และรถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (HEV) สามรุ่น การวิจัยพบว่ารถยนต์ไฟฟ้าแบบไฮบริด (HEV) มีต้นทุนการดำเนินงาน (OPEX) ที่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายใน (ICEV) แม้ว่าจะมีต้นทุนการลงทุนเริ่มต้น (CAPEX) ที่สูงกว่าก็ตาม ดังนั้น ต้นทุนรวมวงจรชีวิต (LCC) สำหรับ รถยนต์เบนซิน ICEV จึงสูงขึ้น และตลอดอายุการใช้งาน ต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของจะลดลง 5% สำหรับรถยนต์ไฟฟ้า

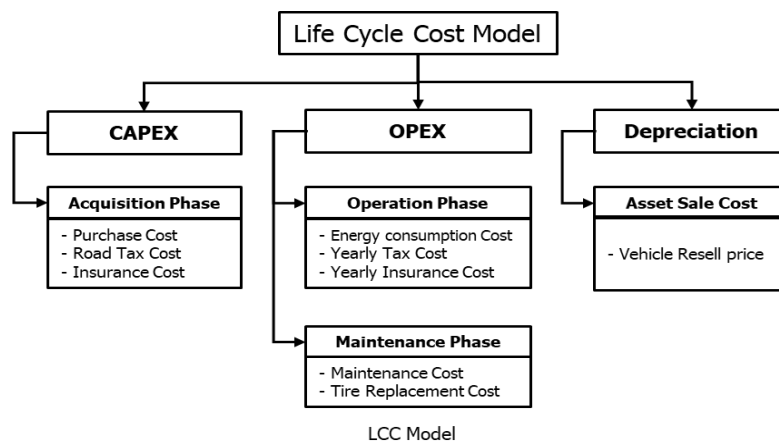
ไฮบริด HEV การใช้เทคนิคการประเมิน LCC ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ต้นทุนตลอดอายุการใช้งานของยานพาหนะได้เป็นอย่างดี

Kate Palmer, James E. Tate, Zia Wadud และ John Nellthorp (2561) ได้ศึกษาต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ (TCO) ของรถยนต์ไฮบริด HEV และรถยนต์ไฟฟ้า EV ในอังกฤษ สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น พบว่าเทคโนโลยีระบบส่งกำลังใหม่ เช่น รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด มีราคาต้นทุนที่สูงกว่า แต่มักได้รับการชดเชยด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่า และการวิจัยยังพบว่าต้นทุนโดยรวมของการเป็นเจ้าของรถยนต์ไฮบริด HEV รวมถึงรถยนต์ไฟฟ้า EV นั้นใกล้เคียงกับของรถยนต์ทั่วไปในทุกภูมิภาค โดยต้นทุนรวมในการเป็นเจ้าของ Life Cycle Costing (LCC) ลดลง และยังพบว่าต้นทุนรวมของการเป็นเจ้าของรถยนต์ไฮบริดในอังกฤษมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเนื่องจากไม่มีนโยบายการอุดหนุนจากรัฐบาลและ การวิเคราะห์ เผยให้เห็นว่าเงินอุดหนุนสำหรับยานพาหนะไฟฟ้าได้นำไปสู่ยานพาหนะที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่มีราคาย่อมเยามากขึ้น และเกิดความเท่าเทียมกันของต้นทุนในบางภูมิภาค ในทางตรงกันข้าม รถยนต์ไฮบริดไม่ได้รับการสนับสนุนทางการเงินหรือเงินอุดหนุนจากนโยบายของรัฐบาลเลย การวิจัยนี้ให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีค่าสำหรับผู้บริโภคที่กำลังพิจารณาเปลี่ยนมาใช้รถยนต์ที่ปล่อยมลพิษต่ำเพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศในการลดมลพิษอีกด้วย

6. วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ ได้ออกแบบโมเดลเพื่อคำนวณหา ต้นทุนตลอดวงจรวัฏจักรชีวิตของรถจักรยานยนต์แบบต่างๆ จากการนำทฤษฎีการคำนวณวงจรชีวิตมาประยุกต์มาใช้เป็นเกณฑ์ทดลอง

6.1 LCC Model



ภาพที่ 1 โมเดลต้นทุนวงจรชีวิต (Life Cycle Costing Model)

จากโมเดลต้นทุนวงจรชีวิต สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$LCC = CAPEX + \sum_{i=1}^{NL} \left[\frac{[OC_{Motor,i} + MC_{Motor,i}]}{(1+r)^i} \right] - \frac{AS}{(1+r)^{NL}}$$

สมการที่ 1

โดยที่

LCC = Life Cycle Cost ต้นทุนวงจรชีวิตของรถจักรยานยนต์

CAPEX = Capital Expenditure ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

OC_{Motor} = Operation Cost ค่าใช้จ่ายในการใช้งานรถจักรยานยนต์

MC_{Motor} = Maintenance Cost ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรถจักรยานยนต์

r = Discount rate อัตราส่วนลด

NL = Lifetime ของรถจักรยานยนต์ (หน่วยเป็นปี)

AS = Asset sale มูลค่าซากหรือ ราคาขายต่อรถจักรยานยนต์

6.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่างรถจักรยานยนต์ประเภทต่างๆ

การตัดสินใจเลือกเครื่องยนต์ที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้นพิจารณาจากรถจักรยานยนต์ทั้งสามประเภท (ICEs , Hybrid และ E-Motor) จากผู้ผลิตที่ทำการผลิตรถจักรยานยนต์ในไทยทั้งสามประเภท ได้แก่ สอนต้า โดยรุ่นของรถจักรยานยนต์ที่ทำมาใช้ในการศึกษาเป็นรุ่นที่ Segment เดียวกันกับรถจักรยานยนต์ E-Motor รวมทั้งสิ้น 5 คัน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ จะสามารถสรุปภาพรวมของรถจักรยานยนต์ประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

No	Brand	Model	Type	CC
1	HONDA	PCX	ICEs	156.9
2	HONDA	PCX	Hybrid	156.9
3	HONDA	PCX	Electric	-
4	HONDA	Benley	Electric	-
5	HONDA	Wave	ICEs	109.5

ภาพที่ 2 สรุปข้อมูลรถจักรยานยนต์แต่ละรุ่นที่นำมาศึกษา

6.3 การวิเคราะห์ต้นทุนวงจรชีวิต CAPEX ของระยะเริ่มต้นในการเป็นเจ้าของรถจักรยานยนต์ (Acquisition Phase) จะมีต้นทุนวงจรชีวิต ที่เกี่ยวข้องกับการซื้อรถจักรยานยนต์มาใช้งานสามารถแบ่งออกเป็นส่วนประกอบหลัก ๆ ดังนี้:

6.3.1 ต้นทุนราคาซื้อรถจักรยานยนต์แต่ละประเภท (Purchasing Cost)

จาก ข้อมูลของราคารถจักรยานยนต์อย่างเป็นทางการจากเว็บไซต์ผู้ผลิตรถจักรยานยนต์แต่ละประเภทที่ทำการศึกษา ต้นทุนราคารถจักรยานยนต์ HONDA ทั้ง 5 คัน แสดงในภาพที่ 3

No	Brand	Model	Type	CC	Price (฿)
1	HONDA	PCX	ICEs	156.9	93,400
2	HONDA	PCX	Hybrid	156.9	107,500
3	HONDA	PCX	Electric	-	150,000
4	HONDA	BENLEY	Electric	-	130,000
5	HONDA	Wave	ICEs	109.5	45,700

ภาพที่ 3 ต้นทุนราคารถจักรยานยนต์ HONDA ทั้ง 5 คัน

6.3.2 ต้นทุนค่าจดทะเบียนและภาษี ต้นทุนด้านพ.บ.รถจักรยานยนต์

รถจักรยานยนต์รับจ้าง ตามพระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522 ได้กำหนดอัตราค่าภาษีประจำปีรถจักรยานยนต์สาธารณะอัตรา ดังแสดงเป็นอัตราภาษีที่ต้องชำระ แสดงในภาพที่ 4

No	Brand	Model	Type	CC	TAX Price/ Year (฿)					Total 5 Y. (฿)
					1	2	3	4	5	
1	HONDA	PCX	ICEs	156.9	100	100	100	100	100	500
2	HONDA	PCX	Hybrid	156.9	100	100	100	100	100	500
3	HONDA	PCX	Electric	-	100	100	100	100	100	500
4	HONDA	BENLEY	Electric	-	100	100	100	100	100	500
5	HONDA	Wave	ICEs	109.5	100	100	100	100	100	500

ภาพที่ 4 การคำนวณอัตราภาษีรถจักรยานยนต์ที่นำมาศึกษา

6.3.3 ประกันภัยรถจักรยานยนต์ภาคบังคับ

ประกันภัยรถจักรยานยนต์ภาคบังคับหรือพรบ (พระราชบัญญัติว่าด้วยการใช้ถนน พ.ศ. 2535) กำหนดให้ผู้ขับรถทุกคันต้องทำประกันภัย พ.ร.บ. สรุปเป็นอัตรา พรบ.ดังแสดงในภาพที่ 5

No	Brand	Model	Type	CC	Price/ Year (฿)
1	HONDA	PCX	ICEs	156.9	645.21
2	HONDA	PCX	Hybrid	156.9	645.21
3	HONDA	PCX	Electric	-	323.14
4	HONDA	BENLEY	Electric	-	323.14
5	HONDA	Wave	ICEs	109.5	376.64

ภาพที่ 5 อัตราปรบ.รถจักรยานยนต์ที่นำมาศึกษา

6.4 การวิเคราะห์ต้นทุนวงจรชีวิต OPEX

ต้นทุนวงจรชีวิต OPEX ของรถจักรยานยนต์ เป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการและบำรุงรักษารถจักรยานยนต์ในระยะยาว ดังนั้น เรื่องการใช้พลังงานหรือเชื้อเพลิง, ค่าบำรุงรักษารถ, และค่าประกันภัยรถจักรยานยนต์ เป็นต้น จะเป็นส่วนหนึ่งของ OPEX ของรถจักรยานยนต์

6.4.1 การวิเคราะห์ต้นทุนวงจรชีวิต OPEX (Operation Phase) อัตราการใช้พลังงาน ไฟฟ้าและน้ำมันจะระบุลงใน ECO sticker ดังตัวอย่างด้านล่างจึงนำมาใช้ในการคำนวณอัตราการใช้พลังงานรถจักรยานยนต์ แสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ภาพ ECO Sticker ที่นำมาคำนวณอัตราพลังงาน ของรถจักรยานยนต์ที่นำมาศึกษาในครั้งนี้

ต้นทุนของอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันต่อปี สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

ต้นทุนการใช้น้ำมัน (บาท)

$$= \text{ระยะทางวิ่ง (กม./ปี)} \times \text{ค่าเฉลี่ยราคาน้ำมัน (บาท/ลิตร)} \times \text{อัตราการใช้ น้ำมัน (กม./ลิตร)}$$

ต้นทุนการใช้ไฟฟ้าตลอดทั้งปี สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

ต้นทุนการใช้ไฟฟ้า (บาท)

= ระยะทางวิ่ง (กม./ปี) X ค่าเฉลี่ยไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท/kWh) X อัตราการใช้ไฟฟ้า (กม./kWh)

6.4.2 การวิเคราะห์ต้นทุนวงจรชีวิต OPEX (Maintenance Phase)

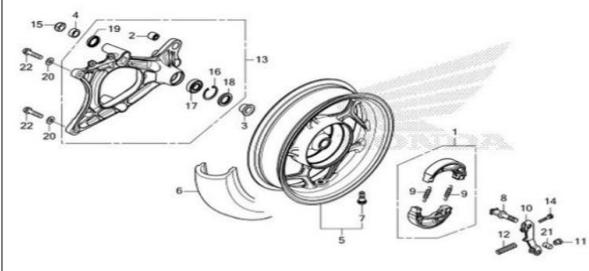
การซ่อมบำรุงตามระยะการใช้งานและช่วงเวลา ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาของรถจักรยานยนต์ที่นำมาศึกษา รายละเอียดตัวอย่าง แสดงในภาพที่ 7

กำหนด / กิโลเมตร	1000	4000	8000	12000	16000	20000	24000
รายการ / เดือน	1	6	12	18	24	30	36
ไส้กรองอากาศ	-	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด	เปลี่ยน	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด	เปลี่ยน
หัวเทียน	-	ตรวจเช็ค	เปลี่ยน	ตรวจเช็ค	เปลี่ยน	ตรวจเช็ค	เปลี่ยน
น้ำมันเครื่อง	เปลี่ยน	เปลี่ยน	เปลี่ยน	เปลี่ยน	เปลี่ยน	เปลี่ยน	เปลี่ยน
รอมเดินเบา	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
โซ่ขับเคลื่อน	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
เบรคเดอริ	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
ระบบเบรค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
ระบบพริบเบรค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
ระดับไฟหน้า	-	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
ระบบคลัทช์	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
ระบบพริคคลัทช์	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
สปีด / ยาง	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
สายน้ำมันเชื้อเพลิง	-	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
ถ้วยกรองน้ำมันเชื้อเพลิง	-	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด
การทำงานของคันเร่ง	-	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
โซ่คาร์บูเรเตอร์	-	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
ไส้กรองอากาศด้านนอก	-	-	-	-	-	เปลี่ยน	-
ท่อระบายเครื่องเครื่องยนต์	-	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด
ระยะทางยาว	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
ตะแกรงกรองน้ำมันเครื่อง	-	-	-	ทำความสะอาด	-	-	ทำความสะอาด
กรองแรงเหวี่ยง	-	-	-	ทำความสะอาด	-	-	ทำความสะอาด
น้ำหล่อเย็นใหม่	-	-	ตรวจเช็ค	-	ตรวจเช็ค	-	ตรวจเช็ค
ระบบระบายความร้อน	-	-	ตรวจเช็ค	-	ตรวจเช็ค	-	ตรวจเช็ค
ระบบควบคุมอากาศ	-	-	-	-	-	-	เปลี่ยน
ปั๊มไอเสีย	-	-	-	-	-	-	ไส้กรอง
ระดับน้ำมันเบรค	-	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
การสึกหรอของผ้าเบรค	-	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
สวิตช์ไฟเบรค	-	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
ขาตั้งข้าง	-	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
การทำงานของระบบกันสะเทือน	-	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
น็อต โป๊ท และสกรู	ตรวจเช็ค	-	ตรวจเช็ค	-	ตรวจเช็ค	-	ตรวจเช็ค
ลูกปืนคอ	ตรวจเช็ค	-	-	ตรวจเช็ค	-	-	ตรวจเช็ค
ท่อระบายเรือนไส้กรองอากาศ	-	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด	ทำความสะอาด
สายพานขับเคลื่อน	-	-	ตรวจเช็ค	-	ตรวจเช็ค	-	เปลี่ยน
น้ำมันเฟืองท้าย	-	-	-	-	เปลี่ยน	-	-
การทำงานของตัวล็อคเบรคหลัง	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค	ตรวจเช็ค
การสึกหรอของผ้าคลัทช์	-	-	ตรวจเช็ค	-	ตรวจเช็ค	-	ตรวจเช็ค
ไส้กรองอากาศ (กระดาษเปียก)	-	-	-	-	เปลี่ยน	-	-

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการบำรุงรักษาตามระยะทาง จากทางเว็บไซต์ผู้จำหน่ายรถจักรยานยนต์

การเปลี่ยนยางของรถจักรยานยนต์ การศึกษาในครั้งนี้ได้กำหนดการเปลี่ยนยางทุก ๆ 2 ปี โดยต้นทุนการเปลี่ยนยางขึ้นนั้นแปรผันตามขนาดและยี่ห้อของที่ผู้บริโภคเลือกใช้งาน ตลอดจนถึงค่าบริการในการเปลี่ยนยาง ตัวอย่างแสดงในภาพที่ 8

รายละเอียดสินค้า	จำนวน	ราคาต่อหน่วย
✓ 42711-KTY-J11 ยางนอกล้อรถ (MICHELIN) (130/70-13 M/C 63P)	1	2,308.00
✓ 42711-KTY-J11 ยางนอกล้อรถ (MICHELIN) (130/70-13 M/C 63P)	1	2,308.00



ภาพที่ 8 ตัวอย่าง ราคาขายรถจักรยานยนต์ จากทางเว็บไซต์ผู้จำหน่ายรถจักรยานยนต์

6.5 การวิเคราะห์ต้นทุนวงจรชีวิต ระยะมูลค่าเสื่อม (Depreciation Phase)

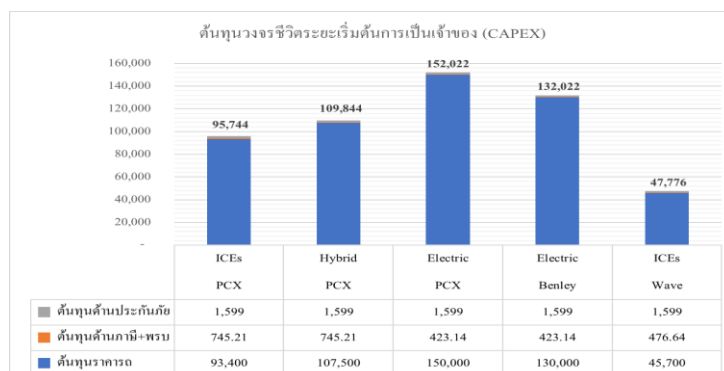
การศึกษาต้นทุนวงจรชีวิต ระยะมูลค่าเสื่อม เป็นการศึกษาถึงอัตราค่าเสื่อมราคาของรถจักรยานยนต์ โดยข้อมูลราคาขายต่อรถจักรยานยนต์ของแต่ละประเภท สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้มีการกำหนดให้วงจรชีวิตของรถจักรยานยนต์ที่นำมาศึกษามีวงจรชีวิตอยู่ที่ 5 ปี จากการรวบรวมข้อมูลตลาดรถจักรยานยนต์มือสองจากเว็บไซต์ www.facebook.com, เพื่อให้ทราบถึงราคารถจักรยานยนต์มือสองที่มีขายหลังจากถูกใช้งานไปแล้ว 5 ปี

7. ผลการศึกษา

การศึกษาต้นทุนวงจรชีวิตของค่าใช้จ่ายในการลงทุนในระยะเริ่มต้นประกอบไปด้วย

1. ต้นทุนราคาซื้อรถจักรยานยนต์แต่ละประเภท (Purchasing Cost)
2. ต้นทุนค่าจดทะเบียนและภาษี รถจักรยานยนต์แต่ละประเภท (Road Tax cost)
3. ต้นทุนด้านพ.ร.บ.และประกันภัย รถจักรยานยนต์แต่ละประเภท (Insurance cost)

แสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ต้นทุนวงจรชีวิตระยะเริ่มต้นการเป็นเจ้าของ(CAPEX) รถจักรยานยนต์ทั้ง 5 คัน

การศึกษาต้นทุนวงจรชีวิตของค่าเชื้อเพลิงใช้งานรถจักรยานยนต์ราคา ของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ณ วันที่ 7 มกราคม พ.ศ.2566 ของสถานีบริการน้ำมัน PTT ในประเทศไทยที่ 34.45 บาท และ พิจารณาจากราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย โดยใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง มิเตอร์ 15 แอมป์ ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 4.2 บาท (โดยประมาณ) กำหนดให้เครื่องยนต์มีอัตราการกินน้ำมันและพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นปี ละ 1% การคำนวณต้นทุนค่าพลังงานอ้างอิงจากสูตร การคำนวณต้นทุนการใช้พลังงาน

ตัวอย่างการคำนวณต้นทุนการใช้น้ำมัน ดังนี้

PCX ICEs ระยะทางวิ่ง วันละ 120 กม. เดือนละ 25 วัน ปีละ 12 เดือน ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 -34.45 บาท/ลิตร อัตราการใช้น้ำมัน 0.02 ลิตร/1 กม.(อ้างอิงจาก Eco Sticker)

ต้นทุนการใช้พลังงานน้ำมันต่อปี = $(12 \times 120 \times 25) \times 34.45 \times 0.02 = 24,804$ บาท/ปี

ตัวอย่างการคำนวณต้นทุนการใช้ไฟฟ้า ดังนี้

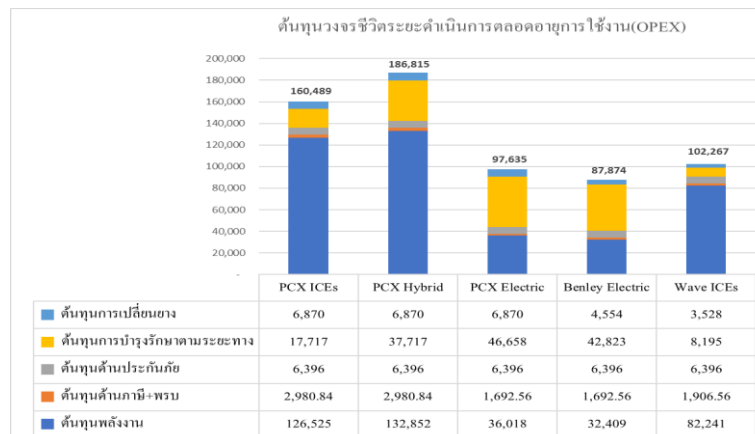
PCX Electric ระยะทางวิ่ง วันละ 120 กม. เดือนละ 25 วัน ปีละ 12 เดือน ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 4.2 บาท (kWh) อัตราการใช้ไฟฟ้า 46.7 Wh./1 กม.(อ้างอิงจาก Eco Sticker)

ต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี = $(12 \times 120 \times 25) \times 4.2 \times \frac{46.7}{1000} = 7,061$ บาท/ปี

การศึกษาต้นทุนวงจรชีวิตของค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาต่อปี ซึ่งประกอบไปด้วย

1. ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการบำรุงรักษาจากการใช้งาน และตามระยะทาง
2. ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการบำรุงรักษาเปลี่ยนยาง

ดังนั้นต้นทุนวงจรชีวิตระยะดำเนินการตลอดอายุการใช้งาน (OPEX) แสดงในภาพที่ 10



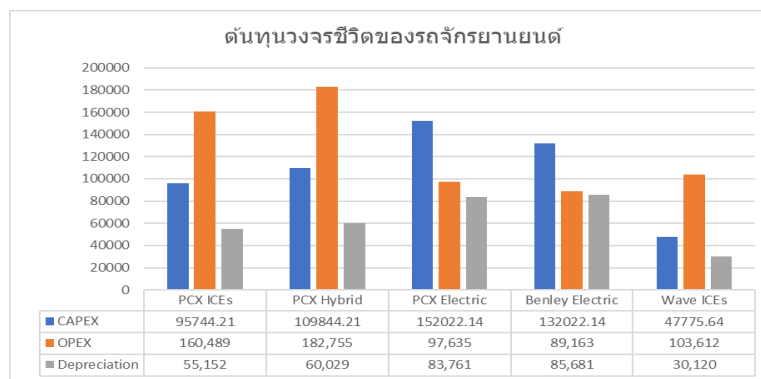
ภาพที่ 10 ต้นทุนวงจรชีวิตระยะดำเนินการตลอดอายุการใช้งาน(OPEX) รถจักรยานยนต์ทั้ง 5 คัน

การศึกษามูลค่าซากจริงของรถจักรยานยนต์เมื่ออายุการใช้งาน 5ปี (depreciation)แต่ละประเภท แสดงในภาพที่ 11

Model	Type	CC	ราคาเริ่มต้น	ราคาลดลงเฉลี่ย ร้อยละ/ปี	ราคารถจักรยานยนต์ มือสอง
PCX	ICEs	157	93400	10	55,152
PCX	Hybrid	157	107500	11	60,029
PCX	Electric	-	150000	11	83,761
Benley	Electric	-	130000	8	85,681
Wave	ICEs	110	45700	8	30,120

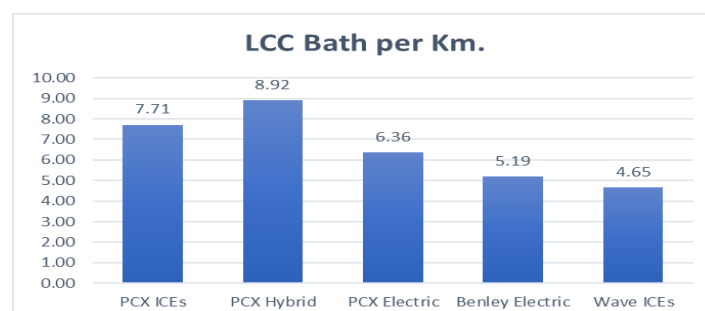
ภาพที่ 11 ต้นทุนวงจรชีวิตระยะมูลค่าเสื่อม

ผลการวิเคราะห์ LCC Model สามารถสรุปและนำมาเปรียบเทียบต้นทุนวงจรชีวิตของรถจักรยานยนต์ตลอดอายุการใช้งานของรถจักรยานยนต์รับจ้างสาธารณะที่สภาวะในเมือง ดังแสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบต้นทุนวงจรชีวิตของรถจักรยานยนต์ตลอดอายุการใช้งาน

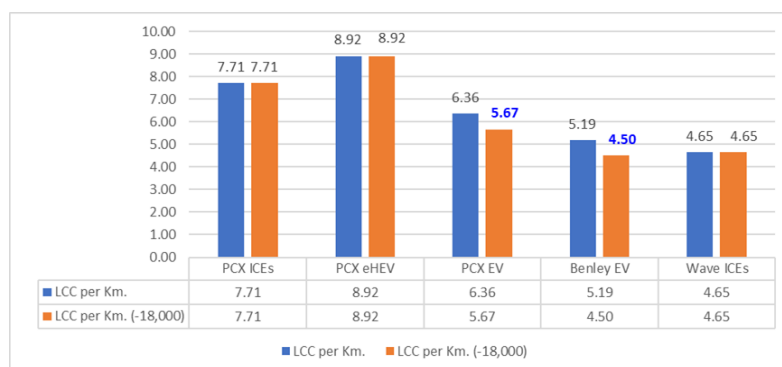
สามารถแสดงการเปรียบเทียบ LCC ในหน่วยบาทต่อกิโลเมตร ตลอดอายุการใช้งานของรถจักรยานยนต์ ดังแสดงในภาพที่ 13



ภาพที่ 13 การเปรียบเทียบ LCC ในหน่วยบาทต่อกม. ตลอดอายุการใช้งานของรถจักรยานยนต์

8. สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนตลอดอายุการใช้งานตลอดช่วงระยะเวลาของโครงการ ซึ่งรวมถึงต้นทุนการจัดการรถยนต์ในระยะเริ่มต้น การดำเนินงานและการบำรุงรักษาในช่วงอายุของรถยนต์ และค่าเสื่อมราคาในช่วง 5 ปี เป็นที่ยอมรับว่า Honda wave ICEs มีต้นทุนตลอดอายุการใช้งานต่ำสุดที่ 4.65 บาทต่อกิโลเมตรในบรรดารถจักรยานยนต์ในเมืองทั้ง 5 คันเนื่องจากใช้เงินทุนเริ่มต้นต่ำและมีอัตราการกู้คืนซากสูง ทำให้มีค่าใช้จ่ายรวม 111,566.23 บาทตลอดอายุการใช้งาน ในทางตรงกันข้าม Honda PCX Hybrid มีค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานสูงสุดที่ 8.92 บาทต่อกิโลเมตร คิดเป็น 213,964.75 บาท เนื่องจากมูลค่าคงเหลือต่ำเมื่อเทียบกับเงินทุนเริ่มต้นที่ค่อนข้างสูง มีข้อสังเกตว่ารถจักรยานยนต์ที่มีต้นทุน CAPEX เริ่มต้นสูงโดยส่วนมากเป็นรถ Electric Motorcycles เช่น Honda PCX Electric และ Honda BENLEY Electric มีค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานต่ำ เมื่อเทียบกับรถ ICEs และ Hybrid และเมื่อทำการลดต้นทุนราคารถจักรยานยนต์ไฟฟ้าลงจากมาตรการอุดหนุนภาษีจากทางภาครัฐลงในราคา 18,000 บาท/คัน จะส่งผลให้ LCC/Km. ของ Electric Motorcycles ลดลงเป็นอย่างมากจนต่ำกว่า รถ HONDA Wave ดังแสดงในภาพที่ 14



ภาพที่ 14 การเปรียบเทียบ LCC ในหน่วยบาทต่อกิโลเมตร กรณีต้นทุนในการเป็นเจ้าของลดลง

บรรณานุกรม

- โซเช อิบิ. (2528). ทฤษฎีการคำนวณต้นทุนวงจรอายุ.
- ปิยวัจน์ บุญเยี่ยม. (2562). การวิเคราะห์ต้นทุนวงจรชีวิตของรถยนต์ประหยัคพลังงานมาตรฐานสากลในประเทศไทย. [วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- แผนกทดสอบ: มลพิษยานยนต์. (2564). การทดสอบสมรรถนะตามมาตรฐานอุตสาหกรรม.
- สถาบันยานยนต์.

ไทย ฮอนด้า จำกัด. (2565). *ข้อมูลรถจักรยานยนต์*. สืบค้นวันที่ 18 มิถุนายน 2565

เว็บไซต์ https://www.thaihonda.co.th/honda/aboutus/aboutus_6s

สถานภาพผู้ประกอบการรถจักรยานยนต์รับจ้าง. (2562). *กรณีศึกษากรุงเทพและปริมณฑล ศูนย์*

พยากรณ์เศรษฐกิจและธุรกิจ. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) โดย สุวิษ ฝั่งเจริญ, กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.บริษัท

ภาษาอังกฤษ

Kate Palmer, James E. Tate, Zia Wadud az John Nellthorp. (2018). Total cost of ownership and market share for hybrid and electric vehicles in the UK, US and Japan. *Applied Energy* 209,,108-119.

Martin Goedecke, Supaporn Therdtianwonga, Shabbir H. Gheewala (2003). *Life cycle cost analysis of alternative vehicles and fuels in Thailand*. King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT).

Sami Kara, Wen Li, and Nikkita Sadjiva. (2013). *Life Cycle Cost Analysis of Electrical Vehicles in Australia*. The University of New South Wales, Sydney, NSW 2052 Australia.

Suparatchai V. (2017). *Total Cost of Ownership Analysis for Alternative Gasoline and Gasoline Hybrid Electric Vehicle in Thailand*. Dhurakij Pundit University.