

# 2<sup>nd</sup> National Conference of Innovative Technology

# and Vocational Education & Training T-VET

รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการเทคโนโลยีนวัตกรรม  
และอาชีวศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 2

# IVEN.3

Institute of Vocational Education  
Northern Region 3



“การพัฒนาเทคโนโลยี ด้านนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์  
การจัดการเรียนการสอน  
และการบริหารด้านอาชีวศึกษา  
ด้วยกระบวนการวิจัยเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน  
ด้านอาชีวศึกษาอย่างยั่งยืน”

**การประชุมวิชาการฯ**

วันที่ 24 - 25 มีนาคม 2566

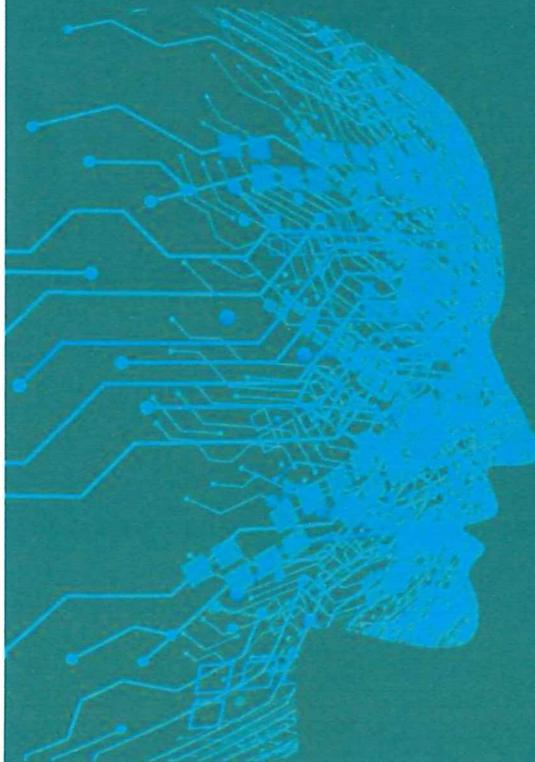
ณ หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ วิทยาลัยพณิชยการบึงพระ



**สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3**

410 หมู่ 1 ตำบลบึงพระ อำเภอเมือง

จังหวัดพิษณุโลก 65000 055-337611



## รถยนต์ไฟฟ้า kotaka EV สำหรับคนพิการ Kotaka EV Disabled

ธรรศกร เกตุวงศ์<sup>1</sup> ชำนาญ แก้วจงประสิทธิ์<sup>2</sup> ดำเนิน สุขชี<sup>3</sup> กวีศักดิ์ แป้นขาว<sup>4</sup> สถาปนิก คุ่มสะอาด<sup>5</sup> คงศักดิ์ มากซุง<sup>6</sup>  
Thansakhon kaswang<sup>1</sup> Chamnan Kaewjongprasit<sup>2</sup> Damnoen Sukkee<sup>3</sup> Kaweesak Pankhao<sup>4</sup>  
Sthapanick Kumsaart<sup>5</sup> Khngsak maksung<sup>6</sup>

### ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

#### 1.1 สถานะของเจ้าของหรือคณะผู้คิดค้นนวัตกรรม ตัวหนังสือ

ผู้ประพันธ์อันดับแรก (First author)/เจ้าของผลงานหลัก (Main intellectual contributor)

<sup>1</sup>ธรรศกร เกตุวงศ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม/มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Email: nukoolkig@hotmail.co.th

ผู้มีส่วนสำคัญทางปัญญา (Essentially intellectual contributor)

<sup>2</sup>ชำนาญ แก้วจงประสิทธิ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม/มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Email: Chamnan1973@gmail.com

<sup>3</sup>ดำเนิน สุขชี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม/มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Email:

<sup>4</sup>กวีศักดิ์ แป้นขาว คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม/มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Email: kaweeuthai@gmail.com

<sup>5</sup>สถาปนิก คุ่มสะอาด คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม/มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Email: MaivwT2@gmail.com

#### 1.2 แหล่งหรือชุมชนที่มีการนำนวัตกรรมไปใช้ประโยชน์

กลุ่มผู้พิการทางการเดินหรือผู้ใช้รถเข็นคนพิการ

#### 1.3 วัตถุประสงค์ของการพัฒนานวัตกรรม

<sup>1</sup> วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4

<sup>2</sup> วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4

<sup>3</sup> วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4

<sup>4</sup> วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4

<sup>5</sup> วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4

<sup>1</sup> Nakhonsawan Technical College. Institute of Vocational Education Northern Region 4

<sup>2</sup> Nakhonsawan Technical College. Institute of Vocational Education Northern Region 4

<sup>3</sup> Nakhonsawan Technical College. Institute of Vocational Education Northern Region 4

<sup>4</sup> Nakhonsawan Technical College. Institute of Vocational Education Northern Region 4

<sup>5</sup> Nakhonsawan Technical College. Institute of Vocational Education Northern Region 4

\* Corresponding author. E-mail: [nukoolkig@hotmail.co.th](mailto:nukoolkig@hotmail.co.th)



1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพรถยนต์ไฟฟ้า kotaka EV สำหรับคนพิการ ตามหลักวิศวกรรม และความปลอดภัย
2. เพื่อศึกษาผลการใช้รถยนต์ไฟฟ้า kotaka EV สำหรับคนพิการ
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อการใช้รถยนต์ไฟฟ้า kotaka EV สำหรับคนพิการ

#### 1.4 แนวทางการถ่ายทอดความรู้สู่ผู้ใช้ประโยชน์



จัดให้มีการสาธิตและอบรมการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า kotaka EV สำหรับคนพิการ พร้อมทั้งเผยแพร่ให้ความรู้เกี่ยวกับแบบและชิ้นส่วนต่างๆ ของรถยนต์ไฟฟ้า kotaka EV สำหรับคนพิการ

#### ส่วนที่ 2 สารสำคัญของผลงานนวัตกรรม

##### 2.1 ที่มาและความสำคัญของการสร้างนวัตกรรม

การมีความพิการทางกาย โดยเฉพาะกับร่างกายส่วนล่างที่ทำให้ไม่สามารถใช้ขาและเท้าได้เหมือนคนทั่วไป เป็นอุปสรรคที่ขัดขวางการใช้ชีวิตของพวกเขาโดยเฉพาะในการเดินทาง ถึงแม้จะมีรถเข็น รวมทั้งรถเข็นที่มีเครื่องยนต์ขับเคลื่อน ก็ช่วยให้พวกเขาเดินทางได้เพียงในระยะใกล้ ๆ หากจะต้องเดินทางในระยะที่ไกลออกไปและจำเป็นต้องใช้ถนนแล้ว ที่ผ่านมามีคนทำได้ยากลำบาก จำเป็นต้องใช้รถยนต์ ไม่ว่าจะเป็นรถส่วนตัว รถแท็กซี่ หรือรถประจำทางที่ปรับหรือดัดแปลงจากแบบมาตรฐานทั่วไปเป็นพิเศษให้สามารถนำรถเข็นขึ้นไปโดยมีคนช่วยได้ และคนพิการก็ไม่สามารถขับรถเข็นคันนั้นด้วยตนเองได้ ต้องมีคนมาขับให้ อย่างไรก็ตาม แม้ปัจจุบันการเดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชนหรือรถสาธารณะจะพัฒนาให้ผู้พิการสามารถเข้าถึงได้ง่าย หรือมีส่วนร่วมในการใช้งานได้มากแค่ไหน แต่แนวคิดในการสร้างรถยนต์เพื่อให้พวกเขาสามารถเดินทางได้ด้วยตัวเอง ก็นับเป็นสิ่งที่สำคัญไม่แพ้กัน เพราะสิ่งเหล่านี้ถือเป็นการคำนึงถึงสิทธิความเป็นมนุษย์ที่เราทุกคนสามารถมีได้ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดอารยสถาปัตย์ที่เป็นการตอบโจทย์ให้กับคนทุกประเภท ทั้งนี้หากวันหนึ่งเราไม่สามารถดำเนินชีวิตได้ตามปกติอย่างที่เคยเป็น ไม่ว่าจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของร่างกายอย่างกะทันหัน กลายเป็นคนทุพพลภาพอย่างไม่ทันตั้งตัว หรือจากอายุที่เพิ่มขึ้น จะลำบากมากแค่ไหน แล้วจะยอมรับและใช้ชีวิตในสังคมต่อไปได้หรือไม่ เช่น จากที่เคยใช้ขาเดิน ก็ต้องเปลี่ยนมานั่งรถเข็น หรือจากที่เคยมองเห็นกลับต้องมาใช้ไม้เท้านำทาง เป็นต้น ซึ่งสิ่งที่สำคัญที่จะทำให้ผู้คนเหล่านั้นใช้ชีวิตต่อไปได้คือ การให้โอกาสเขาได้เข้าถึงทรัพยากรต่าง ๆ ได้เช่นเดียวกับคนทั่วไป สำหรับ การเติมเต็มความฝันให้คนนั่งวีลแชร์ได้สัมผัสบรรยากาศการขับขี่บนท้องถนนด้วยตัวเอง มี Dream Car เป็นของตัวเอง ก็ถือเป็นเรื่องสร้างสรรค์ไม่แพ้เรื่องอื่นเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันหากสังเกตยานยนต์สมัยใหม่ที่มีให้เห็นอยู่ทั่วไป เราจะพบว่านวัตกรรมคำสั่ง “เสียง” เริ่มเข้ามามีบทบาทกับชีวิตมากขึ้น ดังนั้น ในอนาคตอันใกล้ที่เราอาจได้เห็นผู้ทุพพลภาพด้านอื่นสามารถใช้งานยานยนต์เพื่อเดินทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ ด้วยตนเองได้แบบสบาย ๆ

ดังนั้น คณะผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า สำหรับคนพิการ หรือเรียกว่า พัฒนารถยนต์ไฟฟ้า kotaka EV สำหรับคนพิการ เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับรถยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนและช่วยลดปัญหาควันพิษ ที่มาจากการใช้น้ำมันมาเป็นระบบไฟฟ้า เพื่อเป็นต้นแบบยานพาหนะของคนพิการหรือผู้สูงอายุในการเดินทาง สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการสนับสนุนแนวนโยบายด้านการอนุรักษ์พลังงาน จึงมีการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับการใช้งานรถยนต์พลังงานไฟฟ้าในอนาคต เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับการศึกษารถที่ใช้พลังงานไฟฟ้า ช่วยลดมลพิษทางอากาศ และพัฒนายานยนต์สมัยใหม่ให้มีความก้าวหน้า

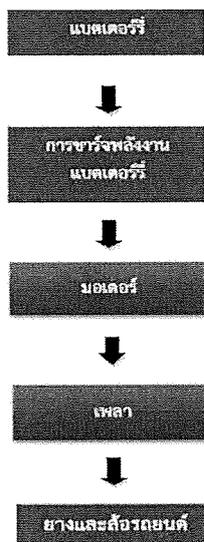
## 2.2 แนวทางและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม แนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแนวคิดในการพัฒนาต้นแบบ

**สภาพปัญหา**  
ชีวิตและข้อจำกัดด้านการเดินทาง ของผู้พิการไทย



คนพิการ กับการเดินทาง เช่นระบบขนส่งมวลชน รถไฟใต้ดิน รถไฟลอยฟ้า ระบบรถเมลสาธารณะ และ รถไฟฟ้าทางไกล ยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการได้

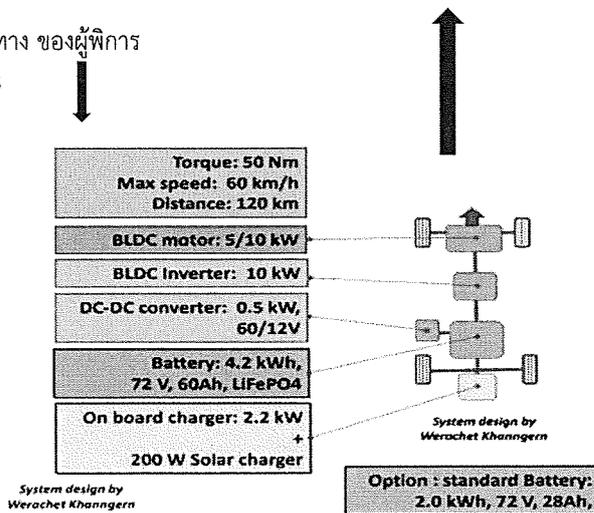
[7] ชีวิตและข้อจำกัดด้านการเดินทาง ของผู้พิการไทย สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2565



**แนวคิดในการแก้ปัญหา Concept design (แนวคิดการออกแบบ)**



[1] ยานยนต์ไฟฟ้า "KENGURU" ให้ผู้พิการขับรถเดินทางได้ด้วยตัวเอง สืบค้นเมื่อวันที่ 31 มกราคม

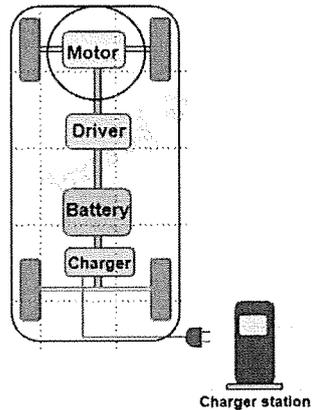


ภาพที่ 1 แสดงสภาพปัญหาและนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหา

เอกสารการบรรยายของ รศ.ดร.วีระเชษฐ์ ชันเงิน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

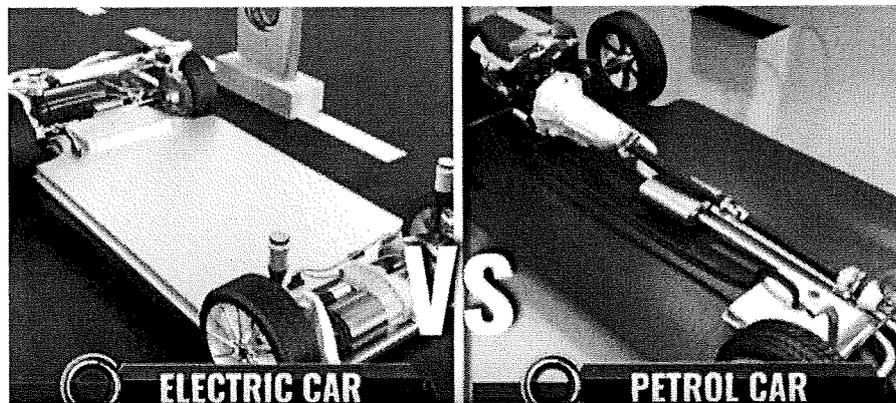
### 2.2.1 การออกแบบรถไฟพลังงาน EV ความเร็วต่ำ

เป็นการออกแบบยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเฉพาะมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังให้ ยานยนต์เคลื่อนที่ และใช้พลังงานไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่เท่านั้น ไม่มีเครื่องยนต์อื่นในยานยนต์ ดังนั้นระยะทางการวิ่ง ของยานยนต์จึงขึ้นอยู่กับการออกแบบขนาดและชนิดของแบตเตอรี่ รวมทั้งน้ำหนักบรรทุก อย่างไรก็ตามในปัจจุบันบริษัท รถยนต์ได้มีการผลิตและจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า แบตเตอรี่ชั้น ในประเทศพัฒนาแล้ว เช่น ญี่ปุ่น ยุโรป และ สหรัฐอเมริกา เป็นต้น ทำให้เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่มีความเป็นไปได้มากขึ้น

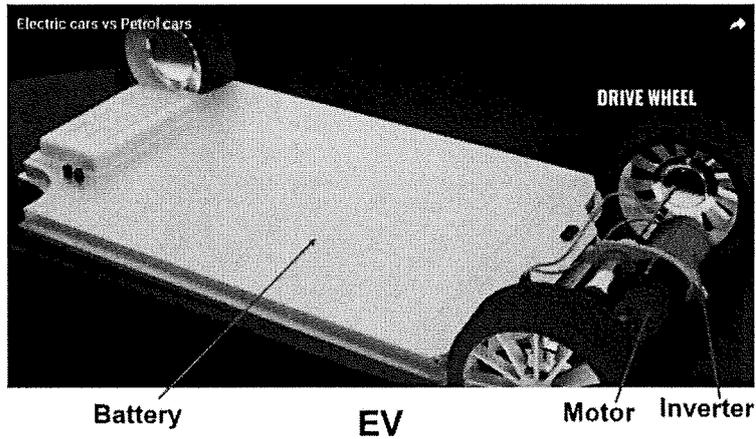


ภาพที่ 2 แสดงการออกแบบรถไฟพลังงาน EV ความเร็วต่ำ [3] เทคโนโลยีส่วนประกอบหลักยานยนต์ไฟฟ้า สืบค้นเมื่อ วันที่ 25 มกราคม 2565

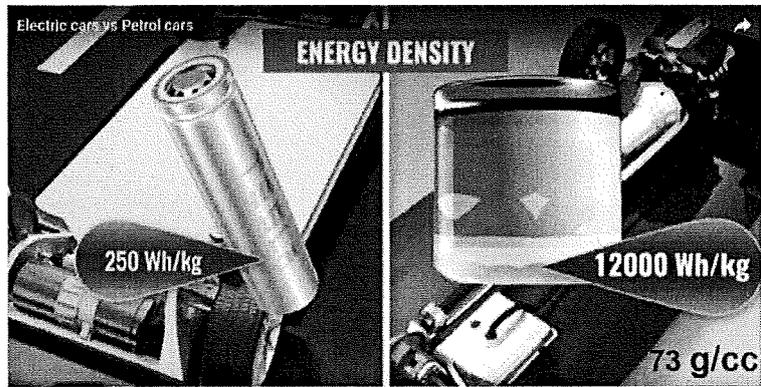
ข้อดีและข้อเสียของ EV



ภาพที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียระหว่าง EV กับรถ ICE



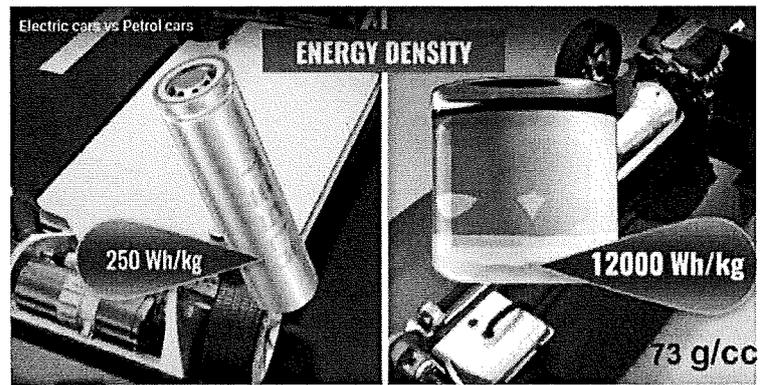
ภาพที่ 4 แสดงการออกแบบจัดวางชิ้นส่วนและอุปกรณ์รถ EV



**Energy Density**

**EV : ICE = 1 : 48**

ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานต่อกิโลกรัมระหว่าง EV กับรถ ICE



**Energy per volume**

681 Wh/liter

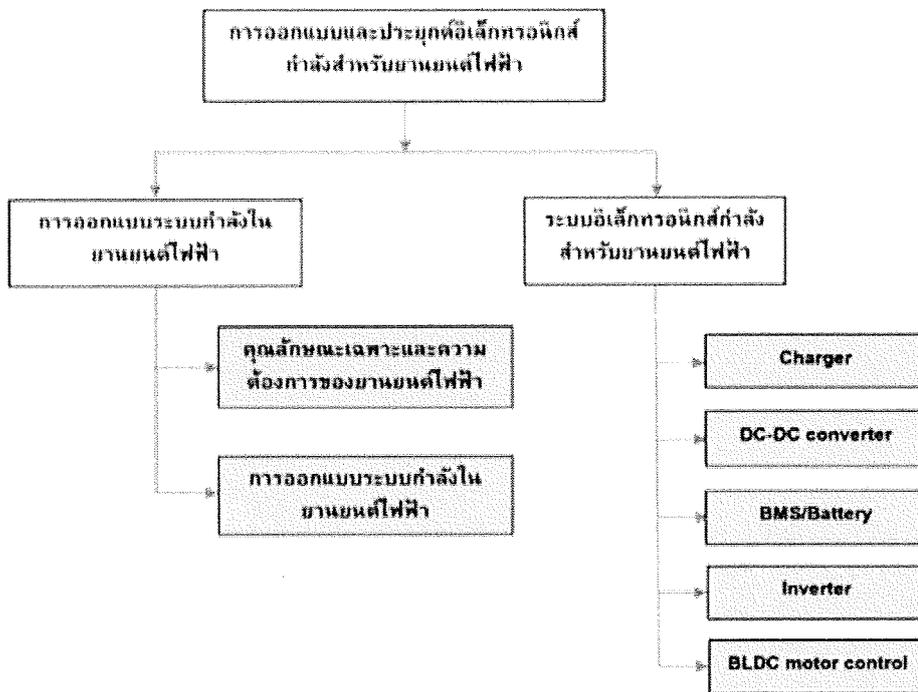
8,760 Wh/liter

**EV : ICE = 1 : 12.8**

ภาพที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานต่อปริมาตรระหว่าง EV กับรถ ICE

## 2.2.2 การออกแบบระบบกำลังในรถไฟฟ้า

แผนผังการศึกษาการออกแบบและประยุกต์ อิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

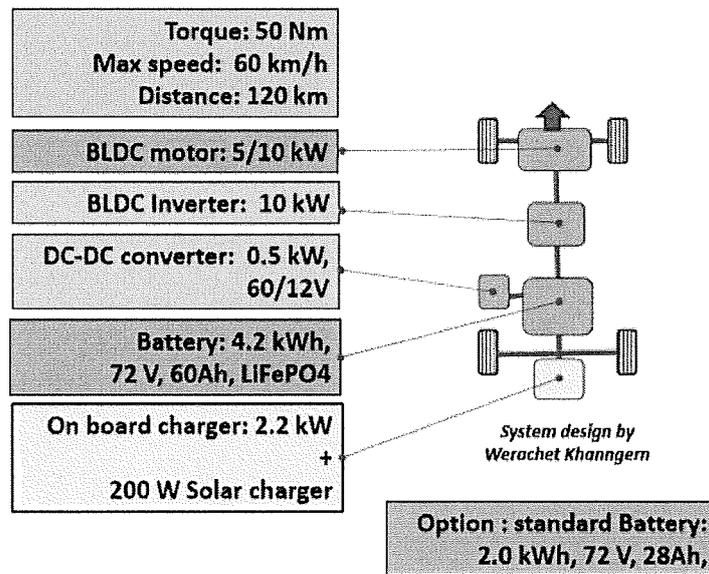


ภาพที่ 7 แสดงแผนผังการศึกษาการออกแบบและประยุกต์

ความต้องการของยานยนต์ไฟฟ้า

หลักการและแนวทางการกำหนดความต้องการของรถมีอยู่ 3 ดังนี้

1. ศึกษากฎระเบียบข้อกำหนดกับยานยนต์
2. กำหนดคุณสมบัติขอบเขตการใช้งาน
3. ออกแบบสร้างรถ



ภาพที่ 8 แสดงการออกแบบระบบกำลังในรถไฟฟ้า [2] ระบบส่งกำลังและกำลังขับเคลื่อน สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2565

ระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังในยานยนต์ไฟฟ้า

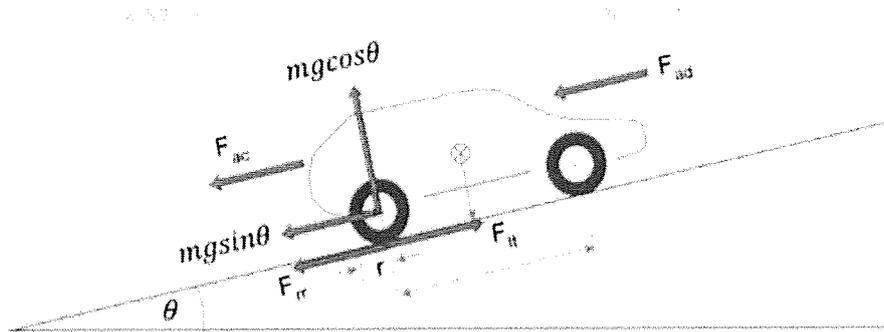
ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะให้ชัดเจน

ชนิดขรถ (Vehicle category)	สามล้อไฟฟ้า
จำนวนคน	1+3 (4 x 75 กก = 300 กก.)
ความเร็วสูงสุด	> 50 กม./ชม. ทางระนาบ
ระยะทางต่อการชาร์จ	≥70 กม
พิกัดมอเตอร์	> 4 กิโลวัตต์
แบตเตอรี่	ระบบ 48 หรือ 72 โวลต์
มุมไต่	10 องศาที่ความเร็ว 10 กม./ชม.
อัตราเร่ง	20 วินาที 0-50 กม./ชม.
มวลรถ (net mass)	300 กก.
มวลรวมผู้โดยสาร (gross mass)	600 กก.
พื้นถนน	ลาดยาง พื้นเรียบ
ระบบปรับอากาศ	ไม่มี
การออกแบบเชิงนิเวศ (Eco design)	มีการตัดประจุจากแสงอาทิตย์ได้
อื่นๆ	สามารถชาร์จไฟจากปลั๊กหัวไม่ได้

ภาพที่ 9 แสดงการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่ากำลังพิกัด (Rated Power) ของมอเตอร์

ขั้นตอนคำนวณค่าแรงที่จะทำให้รถขับเคลื่อนไปตามสมรรถนะที่ต้องการ คือต้องมีแรงจุดได้พอที่จะชนะแรงต้านอย่างน้อยคือแรงต้านทานการหมุน (Rolling Resistance,  $F_{RR}$ ) แรงที่ใช้ไต่เนิน (Climb a grade,  $F_{GR}$ ) แรงที่ใช้ในการเร่งให้ได้ความเร็วที่กำหนด (Accelerate to Final Velocity,  $F_{AC}$ ) และแรงต้านอากาศ (Air Drag Force,  $F_{AD}$ )



$$F_{TT} = F_{RR} + F_{GR} + F_{AC} + F_{AD}$$

ภาพที่ 10 แสดงคำนวณหาค่ากำลังที่กีด (Rated Power) ของมอเตอร์

สูตรการคำนวณ  $F_{TT} = F_{RR} + F_{GR} + F_{AC} + F_{AD}$

- $F_{TT}$  = คือ แรงผลักรถหรือลากให้รถโดยรวม
- $F_{RR}$  = คือ แรงผลักรถหรือลากให้รถมีความเร็วคงที่ (Rolling Resistance)
- $F_{GR}$  = คือ แรงที่ใช้ไต่เนิน
- $F_{AC}$  = คือ แรงที่ใช้ในการเร่งให้ได้ความเร็วที่กำหนด
- $F_{AD}$  = คือ แรงต้านอากาศ

ก. แรงผลักรถหรือลากให้รถมีความเร็วคงที่ (Rolling Resistance,  $F_{RR}$ )

1. กรณีทางระนาบ แรงผลักรถหรือลากให้รถมีความเร็วคงที่

สูตรการคำนวณ  $F_{RR} = G_{VW} \times C_{rr}$

- $F_{RR}$  = คือ แรงผลักรถหรือลากให้รถมีความเร็วคงที่ (Rolling Resistance)
- $G_{VW}$  = คือ น้ำหนักบรรทุกผู้โดยสารเท่ากับมวลรวมคูณค่าโน้มถ่วงโลก (Gross vehicle weight)
- $C_{rr}$  = คือ สัมประสิทธิ์ความต้านทานการเคลื่อนที่ระหว่างล้อกับผิวถนนที่ให้ความเร็วคงที่ (Rolling Resistance coefficient)
- $G$  = คือ ค่าอัตราความโน้มถ่วงโลก เท่ากับ  $9.81 \text{ m/s}^2$

2. กรณีทางไต่ระดับ แรงผลักรถหรือลากให้รถมีความเร็วคงที่

สูตรการคำนวณ  $F_{RR} = G_{VW} (\cos \theta) \times C_{rr}$

- $F_{RR}$  = คือ แรงผลักรถหรือลากให้รถมีความเร็วคงที่ (Rolling Resistance)
- $G_{VW}$  = คือ น้ำหนักบรรทุกผู้โดยสารเท่ากับมวลรวมคูณค่าโน้มถ่วงโลก

$\cos \theta$  = (Gross vehicle weight)  
คือ ค่าแฟกเตอร์ที่น้ำหนักรถตกลงที่ล้ออย่างสุ่มนวิพลาต  
ยางและสภาพดี

เมื่อ  $\theta$  เท่ากับ  $10^\circ$

$$\cos 10^\circ = 0.9848$$

สัมประสิทธิ์ความต้านที่ให้รถมีความเร็วคงที่

	Contact Surface	Crr
1	Concrete(good/fair/poor)	0.010/0.015/0.020
2	Asphalt(good/fair/poor)	0.012/0.017/0.022
3	Macadam(good/fair/poor)	0.015/0.022/0.037
4	Snow(2 inch/4 inch)	0.025/0.03
5	Dir(smooth/sandy)	0.025/0.03
6	Mud(firm/medium/soft)	0.037/0.090/0.150
7	Grass(firm/soft)	0.055/0.075
8	Sand(firm/soft/dune)	0.060/0.150/0.300

ภาพที่ 11 แสดงตารางสัมประสิทธิ์ความต้านที่ให้รถมีความเร็วคงที่

ข. แรงที่ใช้ไต่เนิน ( $F_{GR}$ , Force required to climb a resistance) คือแรงที่ใช้ไต่ระดับ

สูตรการคำนวณ  $F_{GR} = G_{vw} \times \sin(\theta)$

$F_{GR}$  = คือ แรงที่ใช้ไต่ระดับ

$G_{vw}$  = คือ น้ำหนักกรรมผู้โดยสารเท่ากับมวลรวมคูณค่านิจความโน้มถ่วงโลก  
(Gross vehicle weight)

$\theta$  = คือ เท่ากับมุมไต่สูงสุด

เมื่อ  $\theta$  เท่ากับ  $10^\circ$  เท่ากับ 0.1736

ค. แรงที่ใช้ในการเร่งให้ได้ความเร็วที่กำหนด ( $F_{AC}$ )

แรงที่ใช้ในการเร่งให้รถได้ความเร็วที่กำหนดหรือ  $F_{AC}$  ได้มาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วคูณกับ  
มวลของรถ โดยมีค่าความเร็วต้น ( $V_1$ ) และความเร็วท้าย ( $V_2$ ) ในระยะเวลาที่กำหนด ( $t_A$ )

สูตรการคำนวณ  $F_{AC} = G_{vw} \times (V_2 - V_1) / 9.81 \times t_A$

$V_2$  = คือ ความเร็วหลังการเร่งจากหยุดนิ่ง

$t_A$  = คือ เวลาที่ใช้เร่งรถจากหยุดนิ่งถึงความเร็วที่ต้องการ

ง. แรงต้านอากาศ (Air drag force,  $F_{AD}$ )

แรงต้านอากาศคือแรงต้านอากาศที่พื้นที่ส่วนหน้าของรถ ( $A_f$ ,  $m^2$ ) ปะทะกับอากาศที่มีความหนาแน่น ( $p$ , Air density,  $kg/m^3$ ) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานอากาศ ( $C_d$ ) รถมีความเร็ว ( $V$ ,  $m/s$ ) แรงต้านอากาศจากรถคำนวณได้จาก

สูตรการคำนวณ  $F_{AD} = (1/2) \rho C_d A_f V^2$

$V_2 =$  คือ ความเร็วหลังการเร่งจากหยุดนิ่ง

$t_A =$  คือ เวลาที่ใช้เร่งรถจากหยุดนิ่งถึงความเร็วที่ต้องการ

จ. การคำนวณหาแรงบิดที่ล้อ

คำนวณหาแรงบิดที่ล้อ แล้วแรงจะเกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์จากรีสมี่ของล้อรวมมายรวมถึงค่าความต้านทานระหว่างเพลากับลูกปืนด้วย

สูตรการคำนวณ  $T_W = F_{TT} \times R_W \times R_F$

$T_W =$  คือ แรงบิดที่ล้อ (Nm)

$R_W =$  คือ รีสมี่ของล้อ (m)

$R_F =$  คือ แฟตเตอร์การเสียดทานระหว่างเพลากับลูกปืน

ฉ. ตรวจสอบการเกิดสลลิปที่ล้อ

เมื่อรถออกตัวจากหยุดนิ่ง ล้อจะไม่เกิดอาการหมุนฟรีหรืออาการสลลิป ด้วยเงื่อนไขคือ แรงเสียดทานที่ล้ออยู่กับถนนต้องมีค่าสูงกว่าแรงบิดที่ล้อ

สูตรการคำนวณ  $T_{max} = \mu \times W_D \times R_W$

$\mu =$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างล้ออยู่กับถนน มีค่า 0.5-0.8

$W_D =$  คือ น้ำหนักที่กระทำต่อล้อขับเคลื่อน

$R_W =$  คือ รีสมี่ของล้อ (m)

ช. วิเคราะห์การเกิดสลลิปที่ล้อหรือไม่

แรงเสียดทานที่ล้อกับถนน  $T_{max} = 807.26$  Nm ต้องมีค่าสูงกว่าค่าแรงบิดที่ล้อ  $T_W = 553.05$  Nm

ซ. การเลือกมอเตอร์

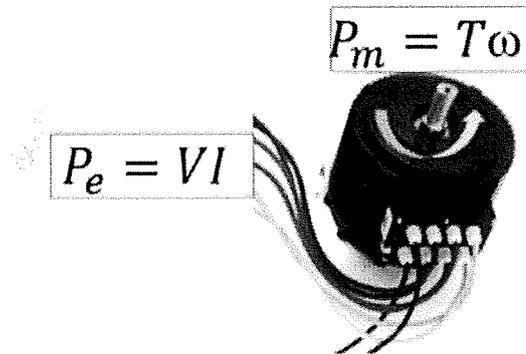
เมื่อได้แรงบิดที่ล้อที่ความเร็วที่ออกแบบไว้ จำเป็นต้องมีระบบเกียร์เพื่อมาช่วยปรับแรงบิดและความเร็วในย่านการทำงานที่ต้องการ ในกรณีนี้พบว่า หากใช้แรงบิด 553.05 ต้องการกำลังที่เพลามอเตอร์

สูตรการคำนวณ  $P_m = T_{max} \times \omega$

$P_m =$  คือ กำลังที่เพลามอเตอร์ (W)

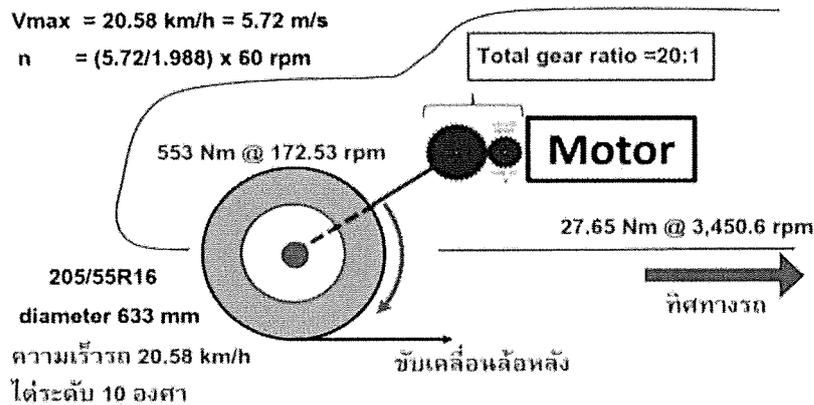
$T_{max}$  = คือ แรงบิดกำลังที่ล้อเพลาลูกของมอเตอร์ (Nm)

$\omega$  = คือ ความเร็วเชิงมุม (rad/s)



ภาพที่ 12 แสดงการเลือกมอเตอร์

### การทดสอบความเร็วและแรงบิดระหว่างเพลาลูกกับมอเตอร์ไฟฟ้า



ภาพที่ 13 แสดงตัวอย่างการทดสอบความเร็วและแรงบิดระหว่างเพลาลูกกับมอเตอร์ไฟฟ้า

แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า Electric Vehicle EV ใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่อย่างเดียว โดยไม่มีเครื่องยนต์สันดาปภายใน จึงไม่มีมลพิษที่เกิดขึ้นในขณะที่ขับเคลื่อนหรือที่ เรียกว่า Zero Emission การชาร์จไฟฟ้าเข้าไปในยานยนต์ เป็นการชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้ไฟฟ้าบ้าน ใช้เวลาชาร์จประมาณ 5 ชั่วโมง หากใช้ Quick Charge ก็จะใช้เวลาประมาณ 30 นาที การขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งเป็นพลังงานไฟฟ้า จะเก็บอยู่ในแบตเตอรี่ หรืออุปกรณ์เก็บพลังงานไฟฟ้าแบบอื่น ๆ และด้วยข้อดีของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ให้แรงบิดได้ทันทีทำให้รถพลังงานไฟฟ้า มีอัตราเร่งที่เรียบและรวดเร็ว โดยจะมีชุดอุปกรณ์หลักคือ ตัวแบตเตอรี่ที่มีความจุพลังงานไฟฟ้าสูงซึ่งเก็บไว้ในรถ และตัวมอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ในการขับเคลื่อนโดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ส่วนมากเรื่องของระยะเวลาและระยะทางของรถไฟฟ้าจะมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับขนาดความจุของแบตเตอรี่เป็นสำคัญ [4] โครงการศูนย์การเรียนรู้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าสถาบันยานยนต์ สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2565

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบต่อที่เกิดขึ้นสำหรับประเทศไทย ของ ยศพงษ์ ลออนวล และคณะ เป็นงานวิจัยเชิงนโยบายเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบต่อจากการขยายตัวของเทคโนโลยีดังกล่าวในภาคขนส่งของประเทศไทย โดยเน้นไปภาคส่วนของรถจักรยานยนต์และรถยนต์ส่วนบุคคลที่จะเกิดขึ้นกับประเทศไทยในปี ค.ศ. 2030

(พ.ศ. 2573) โดยวิธีการวิจัยแบ่งออกเป็น ส่วน ประเมินภาพรวมเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าทั้งหมด และนำเสนอ แนวทาง และทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้แก่ ยานยนต์ไฟฟ้า แบตเตอรี่ ระบบการประจุไฟฟ้า ระบบโครงข่ายพลังงาน ไฟฟ้าอัจฉริยะและการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนต่าง ๆ

บทความเรื่อง การออกแบบสร้างรถไฟฟ้า มีส่วนประกอบ 2 ส่วน ส่วนประกอบทางด้านเชิงกล และส่วนประกอบทางด้านเชิงไฟฟ้า ส่วนประกอบด้านเชิงกล จำเป็นต้องอาศัยโครงรถ ซึ่งอาจเป็นโครงตัวถังรถสำเร็จรูปหรือ อาจทำขึ้นมาใหม่ และยังคงมีชุดบังคับเบรกและชุดเบรก ที่เชื่อถือได้ หรือนำรถยนต์มาดัดแปลงเป็นรถไฟฟ้า ส่วนประกอบด้านเชิงไฟฟ้าประกอบด้วย มอเตอร์ ชุดควบคุม เบรก คันเร่ง

## 2.3 ขอบเขตและวิธีการประดิษฐ์ คิดค้นนวัตกรรม

### 1) ขอบเขตของงานวิจัยเชิงนวัตกรรม

รถยนต์ไฟฟ้า kotaka EV สำหรับคนพิการ ที่ต้องการจะศึกษาได้แก่ การสร้างรถยนต์ไฟฟ้า การประจุพลังงาน ไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน เช่น พลังงานไฟฟ้าจากชุดขดลวดสนามแม่เหล็ก ซึ่งสามารถสร้างกระแสไฟฟ้าและชาร์จเข้าบรรจุ ในแบตเตอรี่เพื่อการใช้งาน ซึ่งเป็นความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีจากการคิดและประดิษฐ์ของนักศึกษา สามารถใช้งานได้จริง และการทำงานของรถไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

### 2) สมมติฐาน

1. รถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ ที่สร้างขึ้นต้องผ่านเกณฑ์การทดสอบสมรรถนะของกรมการขนส่งทางบก ประกอบด้วย การกระจายน้ำหนัก การหาจุดศูนย์ถ่วง การจอดบนพื้นเอียง ระยะเบรค และความสิ้นเปลืองไฟฟ้า (kWh/km) ของรถ

2. ประสิทธิภาพของ รถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ ที่สร้างขึ้นสามารถวิ่งได้ไม่ต่ำกว่า 45 กิโลเมตรต่อ ชั่วโมง

3. รถไฟฟ้าสำหรับคนพิการที่สร้างขึ้นต้องผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญไม่ต่ำกว่าระดับคุณภาพดี (x=3.50)

### 3) วิจัยและพัฒนาวัตกรรม

3.1) ศึกษาข้อมูลและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง เช่น กฎหมาย คุณลักษณะและการใช้งานของรถยนต์ไฟฟ้า

3.1.1 เริ่มทำการศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้อง และสัมภาษณ์ผู้ใช้งานรถตุ๊กตุ๊กที่บริการในจังหวัด นครสวรรค์ และจังหวัดใกล้เคียง

3.1.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องได้แก่ ตามประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง กำหนดกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ ขับเคลื่อนรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ พ.ศ. 2560 โดยมีรายละเอียดได้แก่ “รถยนต์รับจ้างสามล้อและรถยนต์สามล้อ ส่วนบุคคลที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า จะต้องมีกำลังพิกัด (Rated Power) ของมอเตอร์ไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 4 กิโลวัตต์ และสามารถขับเคลื่อนรถให้มีความเร็วสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 45 กิโลเมตรต่อชั่วโมง”

3.1.3 การจดทะเบียนรถยนต์ สี่ล้อส่วนบุคคล รถยนต์นั่งสี่ล้อส่วนบุคคล สี่ล้อบรรทุกส่วนบุคคล

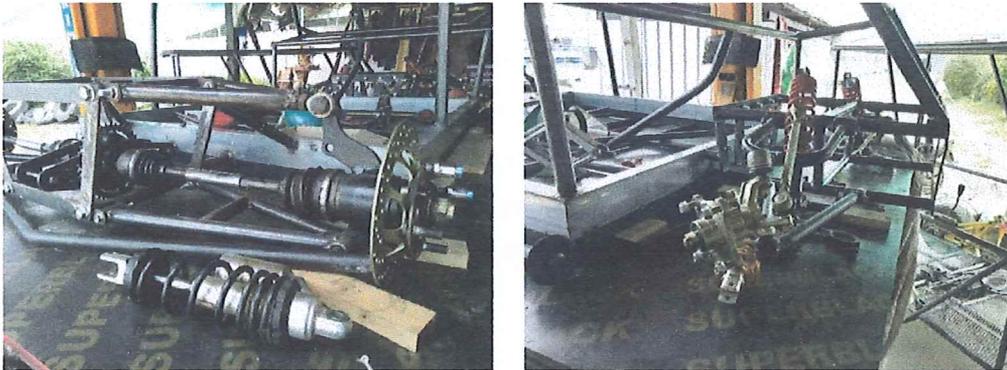
3.1.4 รถยนต์รับจ้างสี่ล้อ ปี พ.ศ. 2535

3.1.5 การผ่อนผันให้จดทะเบียนสามล้อส่วนบุคคล หลักเกณฑ์การขอผ่อนผัน

3.2) ออกแบบและสร้างโครงสร้างและตัวถังรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ เพื่อทำต้นแบบ

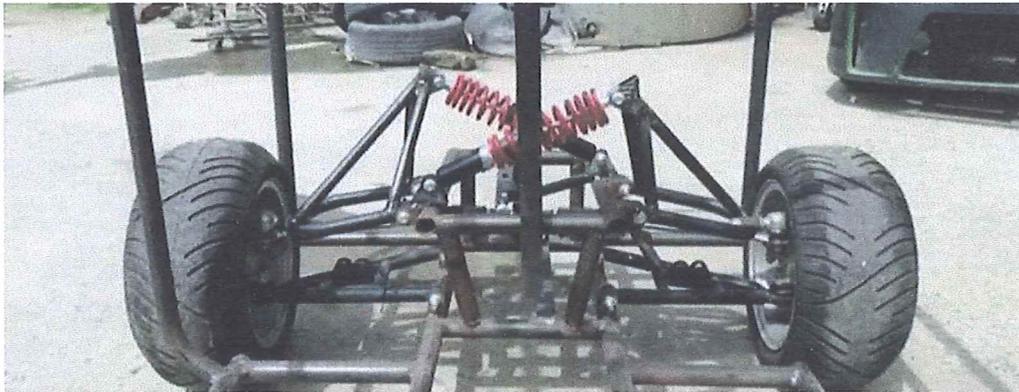
คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างโครงสร้างและตัวถังรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ เพื่อให้มีสภาพที่ดี และปลอดภัยในการใช้งาน

### 3.2.1 จัดหาวัสดุเพื่อการสร้างโครงสร้างและตัวถัง



ภาพที่ 14 แสดงการออกแบบและสร้างโครงและตัวถังรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ

### 3.2.2 ออกแบบและสร้างระบบรองรับน้ำหนักด้านหน้าและระบบบังคับเลี้ยว



ภาพที่ 15 แสดงออกแบบและสร้างระบบรองรับน้ำหนักด้านหน้าและระบบบังคับเลี้ยว

### 3.2.3 ออกแบบและสร้างระบบรองรับน้ำหนักด้านหลัง

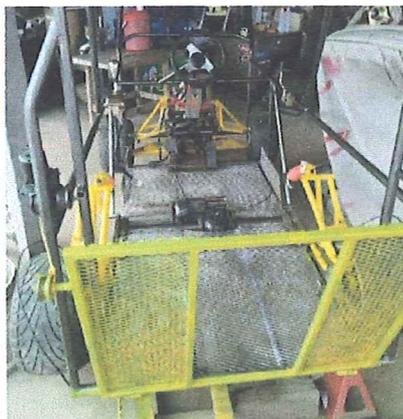


ภาพที่ 16 แสดงระบบรองรับน้ำหนักด้านหลัง  
3.2.4 ออกแบบและสร้างตัวโครงรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ



ภาพที่ 17 แสดงออกแบบและสร้างตัวโครง

3.2.5 การออกแบบและสร้างทางสำหรับวิลแชร์ขึ้น รถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ



ภาพที่ 18 แสดงการออกแบบและสร้างทางสำหรับวิลแชร์ขึ้น

3.2.6 การออกแบบและสร้างชุดเฟรมรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ



ภาพที่ 17 แสดงการออกแบบและสร้างชุดเฟรม

### 3.2.7 การทำสีแต่งรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ



ภาพที่ 18 แสดงการออกแบบและสร้างชุดเฟรม

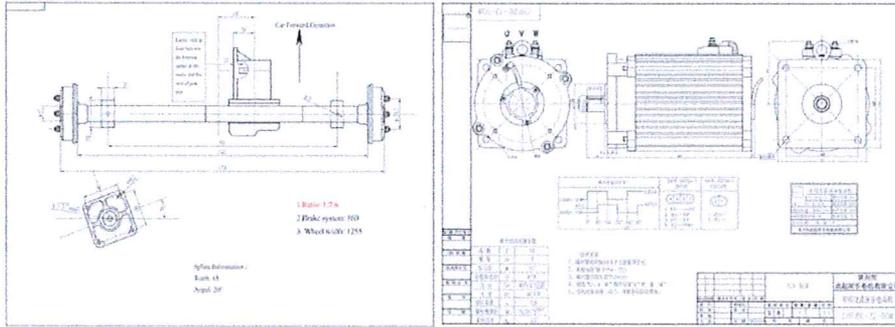
### 3.2.8 ทำสี และเก็บรายละเอียดงานโครงสร้าง สี งานเหล็ก หลังคา ติดตั้งส่วนประกอบต่างๆ



ภาพที่ 19 แสดงการทำสี และเก็บรายละเอียดงานโครงสร้างรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ

### 3.3) ออกแบบและสร้างนวัตกรรมเพื่อการประหยัด และขับเคลื่อนด้วยรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ

ออกแบบติดตั้ง มอเตอร์ ชุดควบคุม แบตเตอรี่ และระบบไฟฟ้า กับโครงสร้างรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ เลือกมอเตอร์แบบยึดติดกับเฟืองท้าย (axial motor) เลือกมอเตอร์กระแสสลับขนาด 5kW 72V ตามข้อกำหนดของประกาศกรมการขนส่งทางบก คำนวณหาคาความเร็ว เลือกมอเตอร์และชุด ควบคุมตามตัวอย่างที่ใช้ซึ่งมีความเร็วรอบ 3000-6000 rpm แรงบิดสูงสุด 15.9 Nm อัตราทดเฟืองท้าย 1:8.1 รัศมีล้อ 25 ซม. ความเร็ว ในกรณีไม่มีโหลดจะเป็น 44-55 กม./ชม. หากประสิทธิภาพการถ่ายเทกำลังเป็น 95% แรงขับเคลื่อน (6.4x15.9x.9/25) 366 N

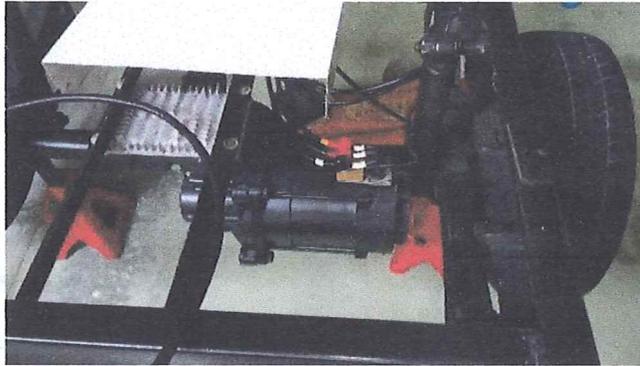


ภาพที่ 20 แสดงการออกแบบและสร้างวงจรกรมเพื่อการประหยัด ulyonต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ

3.4) เลือกมอเตอร์และชุดควบคุม แบตเตอรี่ ให้เหมาะสมกับงบประมาณและความต้องการใช้งาน

3.4.1 ถอดเฟืองท้ายเก่าออก เพื่อติดตั้งเฟืองท้ายที่สามารถติดตั้งมอเตอร์ขับได้โดยตรง

3.4.2 เมื่อติดตั้งแบตเตอรี่แล้วพบว่าแบตเตอรี่มีขนาดใหญ่ จำเป็นต้องเปลี่ยนทิศทางการติดตั้งมอเตอร์ ไปฝั่งตรงข้ามเพื่อให้พื้นที่ในการวางแบตเตอรี่



ภาพที่ 21 แสดงการออกแบบการติดตั้งเฟืองท้ายและมอเตอร์ขับเคลื่อนรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ

3.4.3 ทดสอบวางแบตเตอรี่แบตเตอรี่มีขนาด 72V 65 Ah (ตะกั่วกรด) มีจำนวนหกลูก น้ำหนักรวม 240 กก.

3.4.4 มอเตอร์ขนาด 5 kW 72V

3.4.5 จำเป็นต้องมีการทำการสมดุลน้ำหนัก เพื่อไม่ให้ตัวรถหนักหน้ามากเกินไป จะส่งผลให้การควบคุมไม่มีประสิทธิภาพ

3.4.4 ออกแบบโครงยึดแบตเตอรี่และติดตั้งแบตเตอรี่

3.4.5 ทำโครงสร้างเหล็กรองรับแบตเตอรี่ หลายก้อน

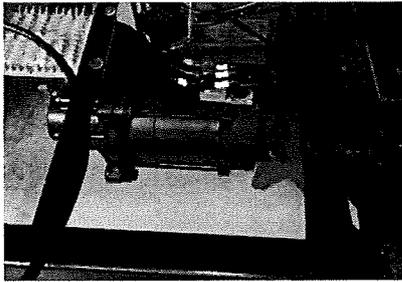
3.4.8 ติดตั้งให้อยู่กลางตัวรถเพื่อสมดุลน้ำหนัก

3.5) ติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์มอเตอร์และชุดควบคุม แบตเตอรี่ กับรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ

3.5.1 หาพื้นที่ที่เหมาะสมในการวางมอเตอร์โดยพิจารณาพื้นที่ของแบตเตอรี่และการสมดุลน้ำหนัก

3.5.2 ติดตั้งมอเตอร์กับเฟลาท้าย

3.5.3 จะต้องสามารถลุยน้ำได้ ไม่น้อยกว่า 30 ซม. ระยะทาง 25 เมตร อาจใช้อุปกรณ์ที่มี IP65 หรือออกแบบอื่นๆ เพื่อช่วยให้ระบบป้องกันน้ำ ความชื้นและฝุ่นได้



ภาพที่ 22 แสดงการออกแบบวางมอเตอร์และการสมดุลงานหน้ากรรณต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ

- 3.6) เดินสายไฟรวมทั้งหมด เก็บรายละเอียดและสายไฟทั้งหมด
  - 3.6.1 ออกแบบและวางระบบไฟฟ้าใหม่
  - 3.6.2 ทดสอบการทำงานจากภายนอก
  - 3.6.3 ทำแผงเหล็กสำหรับยึดหน้าปิด
  - 3.6.4 ใส่ลื้อและตรวจสอบการหมุนของลื้อให้คล่อง
  - 3.6.5 ทดสอบการทำงานโดยการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดโดยจัดสายให้เรียบร้อยเข้าตำแหน่ง
  - 3.6.6 เดินสายหน้าปิด และสวิตซ์ ตามตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้



ภาพที่ 23 แสดงการออกแบบเดินสายไฟของระบบรณต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ

- 3.7) ทดสอบใช้งานและเก็บข้อมูลการทดสอบใช้งาน ตรวจสอบรายละเอียด พิจารณาดันทุนรวมทั้งหมด
    - 3.7.1 ทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพรณต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ
    - 3.7.2 การทดสอบเพื่อรองรับการจดทะเบียนกับกรมขนส่งทางบก ร่วมกับของขนส่งจังหวัดนครสวรรค์
- 3) แผนการทดลอง ทดสอบ หรือ ข้อกำหนดทางเทคนิค

การทดสอบสมรรถนะและทดสอบประสิทธิภาพรณต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ คณะผู้วิจัย ได้รวบรวมผลจากการทดสอบสมรรถนะและ ประสิทธิภาพของรณต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ เพื่อรองรับการจดทะเบียนกับกรมการขนส่งทางบก และการวิจัยและพัฒนารณต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ ในประเทศไทย ตลอดจนสนับสนุนผู้ประกอบการไทย ให้มีความเข้มแข็ง และสามารถแข่งขันในตลาดสากล โดยมีเกณฑ์การทดสอบสมรรถนะ และประสิทธิภาพ ดังนี้

- สถานที่ที่ 1 ทดสอบการกระจายน้ำหนัก
- สถานที่ที่ 2 ทดสอบการหาจุดศูนย์ถ่วง
- สถานที่ที่ 3 ทดสอบการจอดบนพื้นเอียง
- สถานที่ที่ 4 ทดสอบระยะเบรค
- สถานที่ที่ 5 ทดสอบความสิ้นเปลือง

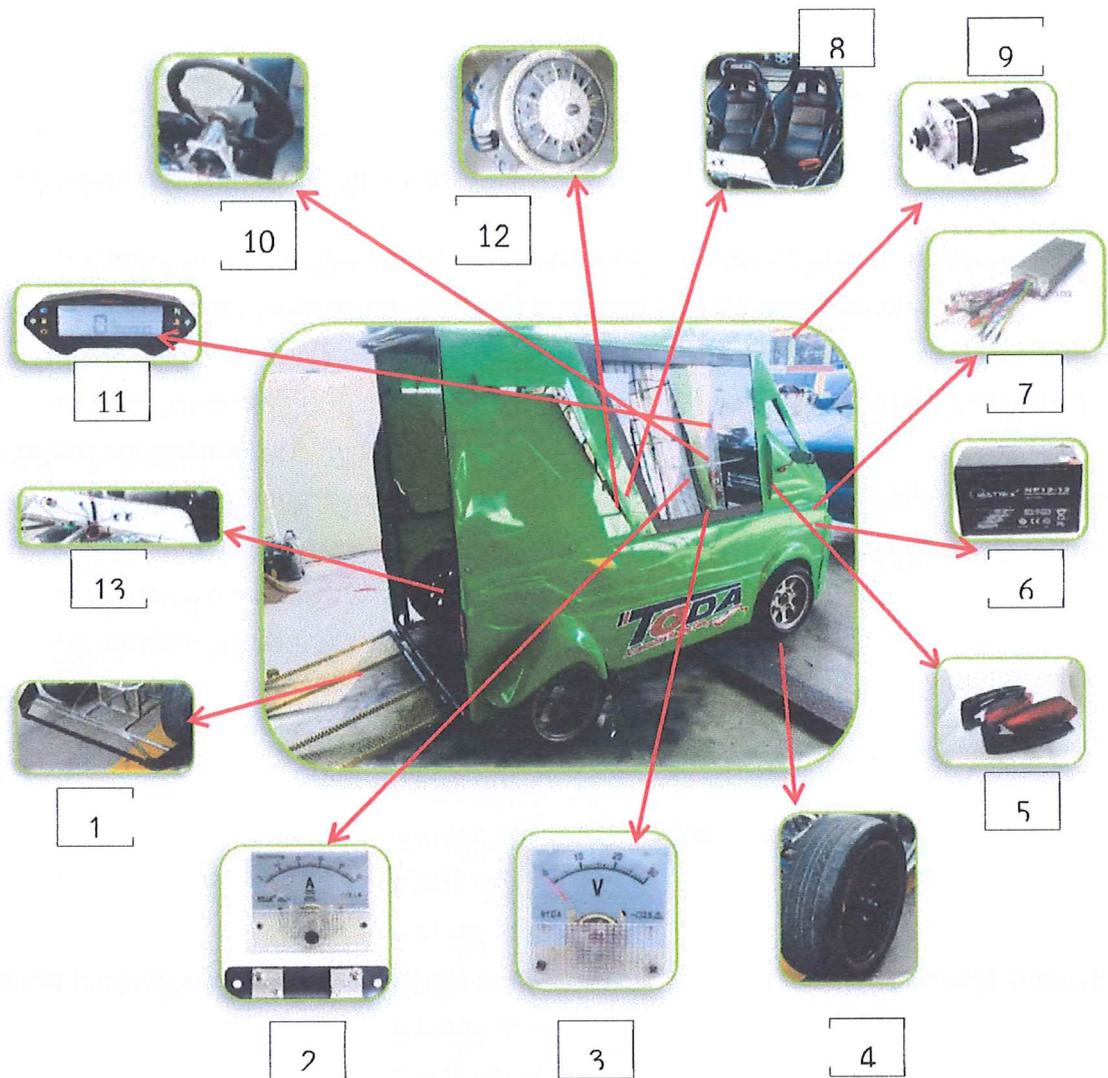
## 2.4 ผลการสร้างนวัตกรรม

### 1) แบบงานและผลงานนวัตกรรม



ภาพที่ 24 รถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ

ส่วนประกอบต่างๆของรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ



ภาพที่ 25 อุปกรณ์ต่าง ๆ ของรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ

จากภาพที่ 25 หมายเลข 1.กั้นชนหน้ารถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ

กั้นชนหน้ามีประโยชน์ช่วยป้องกันการชนด้านแรกถ้าเป็นการชนเบาๆก็จะมีไม่ถึงตัวถึงแต่ถ้าเป็นการชนแรง ๆ กันชนคือตัวช่วยซับแรง

หมายเลข 2.มิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดกระแสไฟฟ้า

หมายเลข 3.มิเตอร์วัดโวลต์ไฟฟ้าเครื่องมือใช้สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้า

หมายเลข 4.ล้อรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ ส่วนประกอบของรถซึ่งเป็นวงกลมมี

หน้าที่หมุนเคลื่อนเพื่อให้รถเคลื่อนตัวไป

หมายเลข 5.ระจกมองข้างรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบช่องทางรอบรถทั้งด้านซ้ายและขวาก่อนที่จะทำการเปลี่ยนทิศทางเป็นอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยในการเปลี่ยนเลน ซึ่งถือว่ามีความสำคัญและเกี่ยวเนื่องกับการลดอุบัติเหตุ การปรับระจกมองข้างในรถยนต์ที่ต้องขับใช้งานเป็นประจำทุกวัน เพื่อมุมมองที่ครอบคลุมด้านข้าง ซึ่งช่วยสร้างความปลอดภัยเมื่อต้องการเปลี่ยนช่องทาง

หมายเลข 6.แบตเตอรี่

แบตเตอรี่สำหรับเก็บไฟและจ่ายไฟ 1 ลูก 12 โวลต์ แต่รถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ ใช้ 8 ลูก วิธีการต่อขนานจะได้ 48 โวลต์ 24 แอมป์

หมายเลข 7.กล่องคอนโทรล บัสเลสมอเตอร์

โดยจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นกระแสสลับตามจังหวะของเฟสต่างๆ มีการใช้การควบคุมจรรยาการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และมี เพาเวอร์มอสเฟส ในการตัดต่อกระแสไฟฟ้า

หมายเลข 8.เบาะนั่ง เบาะนั่ง สามารถปรับตามความชอบของผู้ขับขี่ได้ตามต้องการ

หมายเลข 9.เจนเนอเรเตอร์เป็นอุปกรณ์สำหรับทำหน้าที่กำเนิดแรงดันไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ เจเนอเรเตอร์ไฟตรงและสลับ หลักการทำงานของเจนเนอเรเตอร์คือ เมื่อขดลวดเคลื่อนที่ตัดผ่านสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้น หลักการทำงานของเจนเนอเรเตอร์คือเมื่อขดลวดเคลื่อนที่ตัดผ่านสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้น

หมายเลข 10.พวงมาลัยรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการพวงมาลัยใช้ในการควบคุมทิศทาง การขับเคลื่อนรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ

หมายเลข 11.แผงบอกสถานะไฟในรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ

เป็นแผงไว้บอกสถานะต่าง ๆ ของไฟในรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ เช่นไฟหน้า ไฟเลี้ยว และไฟท้าย

หมายเลข 12.แผงหน้าปัดรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ เป็นแผงที่ไว้บอกสถานะต่าง ๆ เช่นไฟบอกสถานะการทำงาน ไฟเตือน

หมายเลข 13. มอเตอร์ขับเคลื่อน มอเตอร์ขับเคลื่อน ใช้ในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ของตัวรถ

## 2) ผลการสร้างรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ

สถานที่ 1 ทดสอบการกระจายน้ำหนัก (ต่างกันไม่เกินร้อยละ 20)

นำรถเปล่า จอดชั่งน้ำหนักแต่ละล้อเพื่อวัดการกระจายน้ำหนัก แต่ละล้อ ผลการทดสอบ ดังภาพ 26



ภาพที่ 26 แสดงอัตราส่วนการกระจายน้ำหนักล้อ หน้า/หลัง

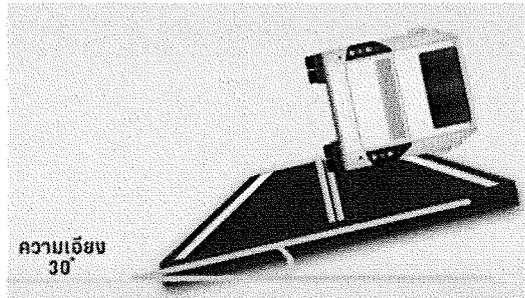


$$\text{โดยที่ ร้อยละน้ำหนักที่ต่างกัน} = \frac{\text{น้ำหนักล้อซ้าย} - \text{น้ำหนักล้อขวา}}{\text{น้ำหนักล้อซ้าย} + \text{น้ำหนักล้อขวา}} = \frac{58\%}{42\%} = 16\%$$

ผลการทดสอบ สถานีที่ 1 ทดสอบการกระจายน้ำหนัก น้ำหนักล้อด้านหน้า และล้อหลังต่างกันไม่เกินร้อยละ 16 ซึ่งผ่านเกณฑ์ทดสอบ ซึ่งต่างกันไม่เกินร้อยละ 20

สถานีที่ 2 ทดสอบจุดศูนย์ถ่วง (ไม่ต่ำกว่า 30 องศา)

นำรถเปล่า จอดบนที่เอียง และจับยึดบนระนาบเอียงโดยล้อหลังด้านซ้ายเป็นจุดหมุน เพิ่มมุมเอียงขึ้นจนล้อตั้ง ล้อด้านไกลเริ่มขยับจากพื้น ผลการทดสอบ ดังตาราง 4.2



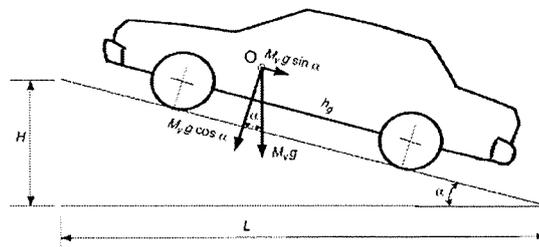
ตารางที่ 1 แสดงเกณฑ์พิจารณา ตามมุมวิกฤตที่ได้ มุมที่ระนาบเอียงทำมุมกับแนวราบ

มุมที่เริ่มพลิกคว่ำ	ผลการทดสอบ		ผ่านเกณฑ์ทดสอบ
	ปกติ	ผิดปกติ	
มุม 0-10 องศา	✓		✓
มุม 11.-15 องศา	✓		✓
มุม 16-20 องศา	✓		✓
มุม 21-25 องศา	✓		✓
มุม 26-30 องศา	✓		✓
มุม 31-35 องศา		✓	ล้อด้านไกลเริ่มขยับจากพื้นเอียง

ผลการทดสอบ สถานีที่ 2 ทดสอบจุดศูนย์ถ่วง ตามมุมวิกฤตที่ได้ มุมที่ระนาบเอียงทำมุมกับแนวราบ 33 องศา ซึ่งผ่านเกณฑ์ทดสอบ

สถานีที่ 3 ทดสอบการจอดบนพื้นเอียง (20 องศา)

นำรถที่มีน้ำหนักบรรทุก (ถูกทราย 180 kg ไม่รวมคนขับ) จอดบนที่เอียง และดึงเบรคมือปรับมุมเอียงเพิ่มขึ้นทีละน้อย รถต้องจอดอยู่นิ่ง และหยุด ณ มุมที่รถเริ่มไถล หรือเมื่อถึง 20 องศา ทดสอบทั้งทิศทางขึ้นและลง และให้คะแนนตามลำดับมุมที่เริ่มไถลของรถ ผลการทดสอบ ดังตาราง 4.3



ตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์พิจารณา ให้คะแนนตามลำดับที่ของมุมที่เริ่มไกลทั้งขาขึ้นและขาลง

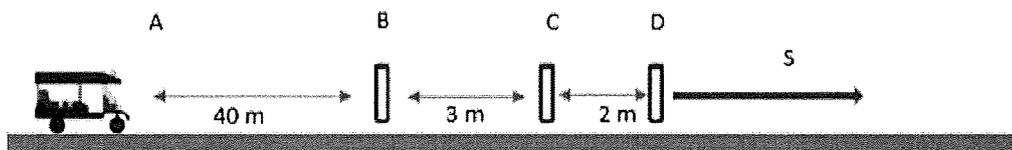
มุมที่เริ่มไกล	ผลการทดสอบ		ผ่านเกณฑ์ทดสอบ
	ปกติ	ผิดปกติ	
มุม 0-5 องศา	✓		✓
มุม 6-10 องศา	✓		✓
มุม 11-15 องศา	✓		✓
มุม 16-20 องศา	✓		✓
มุม 21-25 องศา		✓	รถเริ่มมีการไกล
มุม 26-30 องศา		✓	รถมีการไกล

ผลการทดสอบ สถานีที่ 3 ทดสอบการจอดบนพื้นเอียง มุมที่เริ่มไกลขาขึ้น อยู่ในระดับมุม 23 องศา ส่วนมุมที่เริ่มไกลขาขึ้น มุม 24 องศา ซึ่งผ่านเกณฑ์ทดสอบ

สถานีที่ 4 ทดสอบระยะเบรก (11.22 เมตรที่ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

ทดสอบรถที่มีน้ำหนักบรรทุก (ถุงทราย 180 kg ไม่รวมคนขับ) และติดตั้งไฟเบรกพิเศษเพื่อให้กรรมการเห็นชัด ผู้ขับขี่ต้องเร่งความเร็วจากจุดจอด A มายังจุด B โดยความเร็วที่ B ต้องไม่น้อยกว่า 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเริ่มเบรกที่จุด C ให้ไฟสัญญาณติด หลังจากกึ่งกลางล้อหน้าผ่านจุด C และไม่เกินจุด D ระยะเบรกวัดจากจุด D จนถึงกึ่งกลางล้อหน้า หากไม่เป็นไปตามข้อกำหนด เช่น ทำความเร็วที่จุด Bไม่ถึงที่กำหนดหรือเบรกก่อนถึงจุด C อนุญาตให้ทดสอบอีกหนึ่งครั้ง

หากทดสอบครั้งที่ 2 ยังผิดปกติ เช่น ความเร็วต่ำกว่า 30 km/h หรือ เบรกเร็วก่อนจุด C ให้ คะแนนเป็น 0



A = จุดเริ่มต้น B = จุดที่ความเร็วต้องเกิน 30 km/h C = จุดที่เริ่มเหยียบเบรก

ผลการทดสอบ ดังตาราง 3

ตารางที่ 3 แสดงเกณฑ์พิจารณา

1. ล้อต้องไม่ตาย และไม่ส่ายออกจากทางวิ่ง
2. ระยะเบรกไม่เกิน ระยะ S ตามสมการ  $S=0.15 V+V^2/130$  เมตร หรือ 11.22 เมตรที่ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยที่ V = ความเร็วก่อนเบรก

และให้คะแนนตามระยะเบรก ดังนี้

ครั้งที่	ระยะเบรก 11.00-12.00 m ยอดเยี่ยม	ระยะเบรก 12.01-13.00 m ปานกลาง	ระยะเบรก 13.01-14.00 m ปรับปรุง	ระยะเบรก (m)
1				12.80
2				12.70
3				12.65
4				12.55
5				12.40
6				11.55

ครั้งที่	ระยะเบรก 11.00-12.00 m ยอดเยี่ยม	ระยะเบรก 12.01-13.00 m ปานกลาง	ระยะเบรก 13.01-14.00 m ปีบปรุง	ระยะเบรก (m)
7				11.49
8				11.39
9				11.55
10				11.53

ผลการทดสอบ สถานีที่ 4 ทดสอบระยะเบรก ระยะเบรกสั้นสุด 11.39 เมตร ระบบเบรกปราศจากอาการล้าให้เห็น ในระหว่างการทดสอบภายใต้สภาวะน้ำหนักบรรทุกสูงสุดแม้ระยะเบรคมีความแตกต่างกันในบางครั้ง การเบรกในช่วงแรก (ผ้าเบรคยังไม่ร้อนมากพอ) ระยะเบรคมาก

#### สถานีที่ 5 ทดสอบความสิ้นเปลืองไฟฟ้า (10 ครั้ง)

รถทุกคันจะติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า และได้รับการทดสอบมิเตอร์ก่อนวิ่ง จากนั้นขับรถที่มีน้ำหนักบรรทุก (ถุงทราย 180 kg ไม่รวมคนขับ) ระยะทางประมาณ 10 กิโลเมตร ในเส้นทางจริง ที่มี ลูกกระพรวน และ กรวยตั้งเป็นอุปสรรค ผู้ขับขี่ต้องขับชิดแซงผ่าน ตลอดเส้นทางผู้ขับขี่ต้องควบคุมความเร็วเฉลี่ยประมาณ 30 km/h โดยต้องใช้เวลาไม่เกิน 20 นาที และเมื่อครบ 5 รอบ นำรถเข้าบันทึกพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ผลการทดสอบ ดังตาราง 4.5

ตารางที่ 4 แสดงเกณฑ์พิจารณาความสิ้นเปลืองไฟฟ้า ดังนี้

ครั้งที่	ความเร็วเฉลี่ย ประมาณ 30 km/h (min)	ความสิ้นเปลืองไฟฟ้า (kWh/10km)	ผ่านเกณฑ์ ทดสอบ
1	7.24	66.70	✓
2	7.70	66.90	✓
3	8.79	67.05	✓
4	8.92	67.06	✓
5	8.38	67.04	✓
6	9.36	67.07	✓
7	7.71	66.50	✓
8	8.19	66.70	✓
9	10.32	67.15	✓
10	11.70	67.80	✓

ผลการทดสอบ สถานีที่ 5 ทดสอบความสิ้นเปลืองไฟฟ้า 66.7 kWh/9km ต่ำสุด ซึ่งผ่านเกณฑ์ทดสอบ ด้านการประหยัดเชื้อเพลิง

## 2.5 การนำไปใช้ประโยชน์กับกลุ่มเป้าหมาย

### 1) ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ผู้พิการทางการเดินหรือผู้ใช้รถเข็นคนพิการ

### 2) ผลการหาความพึงพอใจการทดลองใช้นวัตกรรม

ผลจากการทดสอบสมรรถนะและ ประสิทธิภาพของรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ เพื่อการประหยัดพลังงาน คณะผู้วิจัยวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ได้ทดสอบสมรรถนะและ ประสิทธิภาพของรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ ผลด้านสมรรถนะ ของรถยนต์ไฟฟ้า Kotaka สำหรับคนพิการ อยู่ในข้อกำหนดของกรมการขนส่ง ส่วนด้านประสิทธิภาพด้านการประหยัดเชื้อเพลิง มีความสิ้นเปลืองไฟฟ้า 66.7 kWh/km ซึ่งสอดคล้องกับประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่องการจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้าโดยน้ำหนักน้อยกว่า 450 กิโลกรัม โดยไม่รวมน้ำหนักแบตเตอรี่ มีกำลังพิกัดมอเตอร์ไฟฟ้า (Rated Power) ไม่น้อยกว่า 4 กิโลวัตต์ และวิ่งได้ความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 45 กิโลเมตร/ชั่วโมง [6] ศึกษณ์ชนก ธรรมโว. (2559). มาตรการทางกฎหมายในการส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย

ผลการประเมินคุณภาพของ รถยนต์ไฟฟ้าสำหรับคนพิการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับคุณภาพดี ( $x = 4.38$ ) เมื่อพิจารณาเป็นราย ด้าน พบว่า ด้านข้อกำหนดในการออกแบบจะอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก และด้านข้อกำหนดของวัตถุประสงค์การนำไปใช้งานจะอยู่ในระดับคุณภาพดี ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ระดับคุณภาพดี ( $x = 3.50$ )

## 2.6 สรุปและอภิปรายผลการพัฒนานวัตกรรม

### 1) ผลลัพธ์ที่เป็นประโยชน์ต่อกลุ่มเป้าหมาย

ผลการทดสอบ สถานีที่ 1 ทดสอบการกระจายน้ำหนัก น้ำหนักล้อด้านหน้า และล้อหลังต่างกันไม่เกินร้อยละ 16 ซึ่งผ่านเกณฑ์ทดสอบ ซึ่งต่างกันไม่เกินร้อยละ 20

ผลการทดสอบ สถานีที่ 2 ทดสอบจุดศูนย์ถ่วง ตามมุมวิกฤตที่ได้ มุมที่ระนาบเอียงทำมุมกับแนวราบ 33 องศา ซึ่งผ่านเกณฑ์ทดสอบ

ผลการทดสอบ สถานีที่ 3 ทดสอบการจอดบนพื้นเอียง มุมที่เริ่มไถลขาขึ้น อยู่ในระดับมุม 23 องศา ส่วนมุมที่เริ่มไถลขาขึ้น มุม 24 องศา ซึ่งผ่านเกณฑ์ทดสอบ

ผลการทดสอบ สถานีที่ 4 ทดสอบระยะเบรค ระยะเบรคสั้นสุด 11.39 เมตร ระบบเบรคปราศจากอาการล้อให้เหินในระหว่างการทดสอบภายใต้สภาวะน้ำหนักบรรทุกสูงสุด แม้ระยะเบรคมีความแตกต่างกันในบางครั้ง การเบรคในช่วงแรก (ผ้าเบรคยังไม่ร้อนมากพอ) ระยะเบรคมาก

ผลการทดสอบ สถานีที่ 5 ทดสอบความสิ้นเปลืองไฟฟ้า 66.7 kWh/9km ต่ำสุด ซึ่งผ่านเกณฑ์ทดสอบ ด้านการประหยัดเชื้อเพลิง

### 2) ผลกระทบทางบวกเชิงสังคมและเศรษฐกิจที่สูงขึ้น

รายจ่าย/วัน		
รายการลงทุน	รถยนต์ไฟฟ้า kotaka EV สำหรับคนพิการ ที่พัฒนา	หมายเหตุ
1. การขับเคลื่อนรถยนต์ไฟฟ้า kotaka EV สำหรับคนพิการ วันละ 100 กม. หรือ 30,000 กม./ปี อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเฉลี่ย	-	

2. ค่าชาร์จแบตเตอรี่/6 ชั่วโมง/วัน โดยทั่วไป เครื่องชาร์จแบบ wallbox อัตราปกติ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน การไฟฟ้าคิดค่าไฟฟ้า 1 หน่วย = 1.39 บาท / หน่วย (ค่าไฟฟ้ามักมีการคิดหลายอัตราตามแต่ละประเภทก็ไม่เหมือนกัน) <a href="https://www.pea.co.th/webapplications/EstimateBill/index.html">https://www.pea.co.th/webapplications/EstimateBill/index.html</a> ตัวอย่างรถยนต์ไฟฟ้า kotaka EV สำหรับคนพิการ ที่ดัดแปลงชาร์จไฟสูงสุดที่ ถ้าชาร์จ 6 ชั่วโมง จะคิดค่าไฟฟ้า = 1.2 หน่วย x ราคาหน่วยละ 1.39 = 11.29 บาท เป็นต้น	11.29	ระยะทาง วันละ 100 Km
อัตราปกติ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้าฐาน ค่าพลังงานไฟฟ้า 2.35 บาท ค่าบริการ 8.19 บาท รวมค่าไฟฟ้าฐาน 10.54 บาท ส่วนที่ 2 ค่าไฟฟ้าผันแปร ( F <sub>t</sub> ) จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่า F <sub>t</sub> 0.01บาท ส่วนที่ 3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% (ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า F <sub>t</sub> ) x 7/1000.74บาท รวมเงินค่าไฟฟ้า 11.29 บาท <a href="https://eservice.pea.co.th/EstimateBill/">https://eservice.pea.co.th/EstimateBill/</a>		
รายจ่าย/วัน	11.29	
รายจ่าย/เดือน (30 วัน)	338.7	
รายจ่าย/ปี	4,064.40	
รวมราคาในการลงทุน+รายจ่าย/ปี	268,700+4,064.4	
รวมสุทธิ	272,764.40	

## 2.7 ข้อเสนอแนะ

เพื่อรองรับการจดทะเบียนกับกรมการขนส่งทางบก และการวิจัยและพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ตลอดจนสนับสนุนผู้ประกอบการไทย ให้มีความเข้มแข็ง และสามารถแข่งขันในตลาดสากล โดยมีเกณฑ์การทดสอบสมรรถนะ และประสิทธิภาพ

## 2.8 เอกสารอ้างอิง

- [1] ยานยนต์ไฟฟ้า “KENGURU” ให้ผู้พิการขับรถเดินทางได้ด้วยตัวเอง สืบค้นเมื่อวันที่ 31 มกราคม 2565 จาก <https://www.busandtruckmedia.com/17289/>
- [2] ระบบส่งกำลังและกำลังขับเคลื่อน สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2565 จาก <https://www.checkraka.com/car/article/111168/>
- [3] เทคโนโลยีส่วนประกอบหลักยานยนต์ไฟฟ้า สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2565 จาก <http://www.ptsdevt.com/>
- [4] โครงการศูนย์การเรียนรู้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าสถาบันยานยนต์ สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2565 จาก <https://www.thaiauto.or.th/2012/th/services/ev/pdf/ev-Intro.pdf>
- [5] ดร.จักรพงษ์ พงศ์ไธสวรรย์. (2562). อนาคตของรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2565 จาก <https://www.chula.ac.th/cuinside/17139/>
- [6] กัญจน์ชนก ธรรมวโร. (2559). มาตรการทางกฎหมายในการส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์, คณะนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สืบค้นเมื่อ วันที่ 25 มกราคม 2565 จาก [http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2016/TU\\_2016\\_5601034688\\_6220\\_5228.pdf](http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2016/TU_2016_5601034688_6220_5228.pdf)
- [7] ชีวิตและข้อจำกัดด้านการเดินทาง ของผู้พิการไทย สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2565 <https://www.arch.chula.ac.th/journal/files/article/mlzzpF86k8Sun103403.pdf>