

การออกแบบต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วย



นายเอกพันธ์ ธีรายุวัฒน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2561

**DESIGN OF SMALL VEHICLE PROTOTYPE FOR
PATIENT TRANSPORTATION**

Ekkaphan Theerayuwat



**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the
Degree of Master of Engineering in Mechanical Engineering**

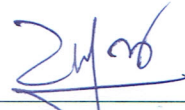
Suranaree University of Technology

Academic Year 2018

การออกแบบต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วย

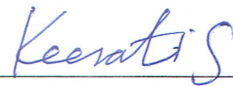
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นักศึกษานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(รศ. ดร. บัณฑิต ทัดาคม)

ประธานกรรมการ



(ผศ. ดร. กীরติ สุตักษณ์)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)



(ผศ. ดร. กระวี ตรีอำรรค)

กรรมการ



(ผศ. ดร. การุญ พิงสุวรรณรักษ์)

กรรมการ



(ศ. ดร. สันติ แม่นศิริ)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและพัฒนาความเป็นสากล



(รศ. ร.อ. ดร. กนต์ชกร ชำนิประศาสน์)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

เอกพันธ์ ชีรายุวัฒน์ : การออกแบบต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วย (DESIGN OF SMALL VEHICLE PROTOTYPE FOR PATIENT TRANSPORTATION)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิริติ สุตักษณ์, 97 หน้า.

สภาพการจราจรที่แออัดและเส้นทางที่คับแคบ เป็นปัญหาที่ทำให้รถปฏิบัติการฉุกเฉินทั่วไปเข้าถึงจุดเกิดเหตุได้ยากและล่าช้า เป็นเหตุให้ผู้ได้รับบาดเจ็บไม่สามารถรับการรักษาทันท่วงทีได้ ประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้มุ่งออกแบบและสร้างต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วย เพื่อใช้ในสภาพเส้นทางที่แคบ ตัวรถดัดแปลงจากรถกอล์ฟไฟฟ้า E-Z-GO รุ่น TXT 48 FREEDOM 2011 มีขนาดความกว้าง 1.2 เมตร ความยาว 2.9 เมตร และความสูง 1.9 เมตร ขนาดห้องพยาบาลประจำรถ ความกว้าง 1.14 เมตร ความยาว 2.0 เมตร และความสูง 1.3 เมตร มีพื้นที่รองรับการติดตั้งอุปกรณ์การแพทย์พื้นฐาน โครงสร้างทำจากเหล็กกล่องดัดและเชื่อมประกอบขึ้นรูปเข้ากับระบบรับน้ำหนัก ส่วนความแข็งแรงของโครงสร้างถูกวิเคราะห์ด้วยซอฟต์แวร์ไฟไนต์เอลิเมนต์ให้สามารถรองรับน้ำหนัก 70 กิโลกรัม ในกรณีห้อยตัวทำการปั๊มหัวใจห้องโดยสารถูกออกแบบให้รองรับได้ 3 คน ได้แก่ ผู้บังคับรถ ผู้ป่วย และผู้ดูแลผู้ป่วย สามารถบรรทุกน้ำหนักรวมไม่เกิน 300 กิโลกรัม ใช้แบตเตอรี่ขนาด 8 โวลต์ กระแส 170 แอมแปร์ จำนวน 6 เซลล์ ตัวถังรถขึ้นรูปด้วยไฟเบอร์กลาส ผลการประเมินพบว่า รถสามารถแล่นด้วยความเร็วสูงสุด 24 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะปฏิบัติการไป-กลับไม่เกิน 52.5 กิโลเมตร ระยะเบรกประมาณ 3.5 เมตร และมีรัศมีวงเลี้ยวเท่ากับ 2.91 เมตร

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา 2561

ลายมือชื่อนักศึกษา เอกพันธ์ ชีรายุวัฒน์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Keewit

EKKAPHAN THEERAYUWAT : DESIGN OF SMALL VEHICLE

PROTOTYPE FOR PATIENT TRANSPORTATION. THESIS ADVISOR :

ASST. PROF. KEERATI SULUKSNA, Ph.D., 97 PP.

GOLF CART/PATIENT TRANSPORTATION/STUCTURE

Traffic jam and narrow road lane are problems for emergency vehicle to access the accident point lately. Leading to the cause of not effective of medical care for the injure. This research aims to design and build a prototype of small cart for transferring the patient in condition of narrow roads. The body of cart was modified from electronic golf cart E-Z-GO model TXT 48 FREEDOM 2011 with 1.2 m width, 2.9 m length and 1.9 m height. The cart has an infirmary width of 1.14 m length of 2 m and 1.3 m height include basic medical appliances. Frame of the car made from square-pipe, carbon steel and has been welded onto the chassis. The strength of the structure has been analyzed by using finite element software. Weight of 70 kg was designed for in case of doing CPR. The cabin has been designed for supporting three persons: driver, patient and nurse. Payload of the prototype was designed not exceed 300 kg. There are 6 units of 8 V 170 A batteries are implemented. The body made from fiberglass. Performance testing results found that the maximum speed was 24 km/hr, operating range 52.5 km, brake distance approximately of 3.5 m and turning radius of 2.91 m.

School of Mechanical Engineering

Academic year 2018

Student's Signature Ekkaphan.

Advisor's Signature Keerati's.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิริติ สุกัญญ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่มอบโอกาสในการศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา อีกทั้งยังเป็นผู้ให้ความรู้ คอยให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ และให้กำลังใจในการทำงานวิจัยต่อไป

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำหรับโอกาสในการศึกษา

ขอขอบคุณคณาจารย์ในสาขาวิชา ที่คอยติดตามการดำเนินงาน ให้กำลังใจและให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณพี่บุคลากรประจำศูนย์เครื่องมือที่ 1 โรงเครื่องมือกลทุกท่านที่ให้การสนับสนุนในการใช้เครื่องมือ และสถานที่ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณพี่ ๆ เลขานุการ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการเตรียมเอกสารต่าง ๆ

ขอขอบคุณเพื่อน พี่ น้องในกลุ่มวิจัยพลศาสตร์การไหลเชิงคำนวณ รวมถึงบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำในการเรียนและการทำวิจัยด้วยดีเสมอมา

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา จนทำให้ประสบความสำเร็จในชีวิต

เอกพันธ์ ธีรอายุวัฒน์

สารบัญ

หน้า

| | |
|---|----------|
| บทคัดย่อ (ภาษาไทย)..... | ก |
| บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)..... | ป |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ค |
| สารบัญ..... | ง |
| สารบัญตาราง..... | ช |
| สารบัญรูป..... | ฅ |
| คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ..... | ฉ |
| บทที่ | |
| 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย..... | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 3 |
| 1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... | 3 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 4 |
| 2 ปฏิศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 5 |
| 2.1 กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม..... | 5 |
| 2.2 มาตรฐานและหลักเกณฑ์ของรปปฏิบัติการฉุกเฉิน..... | 6 |
| 2.2.1 มาตรฐานพาหนะใช้เพื่อการลำเลียงหรือขนส่ง..... | 7 |
| 2.2.2 คุณลักษณะพาหนะดัดแปลงใช้เพื่อการลำเลียงหรือขนส่ง..... | 10 |
| 2.2.3 มาตรฐานอุปกรณ์ทางการแพทย์..... | 11 |
| 2.2.4 มาตรฐานความปลอดภัย..... | 14 |
| 2.3 รถบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน (รปปฏิบัติการฉุกเฉิน)..... | 18 |
| 2.4 รถกอล์ฟ..... | 21 |
| 2.5 การออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย..... | 23 |
| 2.6 การสร้างรถต้นแบบ..... | 24 |
| 2.6.1 โครงรถ..... | 24 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|----------|---|
| 2.6.2 | ตัวถังรถ.....25 |
| 2.7 | การบังคับเลี้ยว.....28 |
| 2.7.1 | เงื่อนไขการบังคับเลี้ยว.....28 |
| 2.7.2 | ระบบบังคับเลี้ยวแบบแอ็กเคอร์มาน.....30 |
| 3 | วิธีดำเนินการวิจัย.....32 |
| 3.1 | การออกแบบ.....32 |
| 3.1.1 | การออกแบบโครงสร้างรถ.....33 |
| 3.1.2 | แบบจำลองคอมพิวเตอร์.....40 |
| 3.1.3 | การวิเคราะห์ด้วยวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์.....41 |
| 3.2 | การสร้างต้นแบบรถ.....45 |
| 3.2.1 | การสร้างโครง.....45 |
| 3.2.2 | การสร้างตัวถัง.....47 |
| 3.3 | มาตรฐานการติดตั้งอุปกรณ์.....48 |
| 3.3.1 | การทดสอบรัศมีวงเลี้ยว.....48 |
| 3.3.2 | การทดสอบความเร็วและระยะทางในการใช้งานสูงสุด.....50 |
| 3.3.3 | การทดสอบระยะเบรก.....52 |
| 4 | ผลการดำเนินการวิจัย.....55 |
| 4.1 | การออกแบบ.....55 |
| 4.1.1 | การออกแบบขนาด.....55 |
| 4.1.2 | การออกแบบพื้นที่ติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์การแพทย์ อุปกรณ์สนับสนุนการปฏิบัติการฉุกเฉิน.....58 |
| 4.1.3 | การวิเคราะห์ความแข็งแรง.....61 |
| 4.2 | การสร้างต้นแบบ.....64 |
| 4.2.1 | การสร้างโครงรถ.....64 |
| 4.2.2 | การสร้างตัวถังรถ.....65 |
| 4.2.3 | การสร้างห้องพยาบาล.....66 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|-----------|
| 4.3 การทดสอบสมรรถนะ..... | 66 |
| 4.3.1 จุดศูนย์ถ่วงของรถต้นแบบ..... | 69 |
| 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... | 73 |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย..... | 73 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ..... | 73 |
| รายการอ้างอิง..... | 75 |
| ภาคผนวก | |
| ภาคผนวก ก. ข้อมูลรถกอล์ฟ ไฟฟ้า E-Z-GO รุ่น TXT FREEDOM 2011..... | 78 |
| ภาคผนวก ข. ขั้นตอนการทำไฟเบอร์กลาส..... | 83 |
| ภาคผนวก ค. บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา..... | 88 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 97 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|----------|---|
| 1.1 | ผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางบก.....1 |
| 2.1 | อุปกรณ์ทางการแพทย์.....12 |
| 2.2 | มาตรฐานความปลอดภัยของรถบริการการแพทย์ฉุกเฉิน.....14 |
| 3.1 | แสดงขนาดของรถประเภทต่าง ๆ ตามมาตรฐานญี่ปุ่น.....34 |
| 3.2 | ขนาดโครงสร้างของต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วย.....36 |
| 3.3 | รายละเอียดน้ำหนักโดยประมาณของรถขนย้ายผู้ป่วย.....37 |
| 3.4 | สมบัติวัสดุของ STK490.....41 |
| 3.5 | เงื่อนไขการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างขณะรับน้ำหนักสูงสุด.....45 |
| 3.6 | ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบค่าความเร็วและค่ากระแสต่าง ๆ สูงสุด.....51 |
| 3.7 | ผลการทดสอบระยะเบรก.....54 |
| 4.1 | การเปรียบเทียบรัศมีวงเลี้ยวรถยนต์ยี่ห้อต่าง ๆ.....67 |
| 4.2 | วิธีการทดสอบและความเร็วในการทดสอบที่กำหนด.....68 |
| 4.3 | สมรรถนะของรถต้นแบบ.....71 |

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 1.1 ปัญหาการเข้าถึงที่เกิดเหตุ..... | 2 |
| 2.1 แผนผังหลักการออกแบบทางวิศวกรรม..... | 5 |
| 2.2 รถปฏิบัติการรถฉุกเฉินที่นิยมใช้ในประเทศไทย..... | 18 |
| 2.3 รถจักรยานยนต์ปฏิบัติการรถฉุกเฉิน..... | 20 |
| 2.4 รถกอล์ฟลำเลียงผู้ป่วย..... | 21 |
| 2.5 ส่วนประกอบระบบการทำงานของรถกอล์ฟ..... | 22 |
| 2.6 แผนผังกระบวนการผลิตชิ้นงานไฟเบอร์กลาส..... | 26 |
| 2.7 เงื่อนไขการเลี้ยวของรถ..... | 28 |
| 2.8 โครงสร้างกลไกวิธีเลี้ยวแบบแอกซ์เคอร์มาน..... | 31 |
| 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยโดยรวม..... | 32 |
| 3.2 ความกว้างของถนนท้องถนนแบบมีช่องจราจรจุด 2 ข้าง..... | 33 |
| 3.3 ขนาดความสูงภายในห้องโดยสารของรถฉุกเฉิน Carry boy..... | 35 |
| 3.4 ขนาดเตียงรถฉุกเฉิน..... | 36 |
| 3.5 รถกอล์ฟ E-Z-GO รุ่น TXT FREEDOM 2011..... | 38 |
| 3.6 ระบบรองรับน้ำหนักของรถกอล์ฟ E-Z-GO..... | 39 |
| 3.7 ตำแหน่งการจัดวางองค์ประกอบของรถต้นแบบย้ายผู้ป่วย..... | 39 |
| 3.8 แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างแบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์..... | 40 |
| 3.9 ขั้นตอนวิเคราะห์บนซอฟต์แวร์ Ansys..... | 41 |
| 3.10 รูปทรงและลักษณะของโครงสร้างรถต้นแบบ..... | 42 |
| 3.11 การทดสอบความเป็นอิสระของกริด..... | 43 |
| 3.12 เงื่อนไขการวิเคราะห์ความแข็งแรงโครงหลังคา..... | 44 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า | |
|--------|---|----|
| 3.13 | เงื่อนไขการวิเคราะห์ความแข็งแรงโครงสร้างรับน้ำหนัก..... | 44 |
| 3.14 | ชั้นการโครงสร้างรับน้ำหนัก..... | 46 |
| 3.15 | ต้นแบบแม่พิมพ์ด้วยดินน้ำมัน..... | 47 |
| 3.16 | วิธีการวัดมุมระบบบังคับเลี้ยว..... | 48 |
| 3.17 | การจำลองด้วยโปรแกรม SolidWorks 2015..... | 49 |
| 3.18 | รัศมีวงเลี้ยวในตำแหน่งต่าง ๆ..... | 50 |
| 3.19 | การทดสอบระยะเบรก..... | 53 |
| 4.1 | ขนาดความกว้าง ความสูง และความยาวของรถขนาดเล็ก..... | 55 |
| 4.2 | จำลองรถต้นแบบขณะการจราจรหนาแน่น..... | 56 |
| 4.3 | ความสูงส่วนต่าง ๆ ของต้นแบบรถขนาดเล็ก..... | 57 |
| 4.4 | ขนาดความยาว ของต้นแบบรถขนาดเล็ก..... | 58 |
| 4.5 | พื้นที่ติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์การแพทย์..... | 59 |
| 4.6 | สัญญาณไฟวับวับและไฟกระพริบ..... | 60 |
| 4.7 | ระยะยวบของโครงหลังคา..... | 62 |
| 4.8 | ค่าความเค้นของโครงหลังคา..... | 63 |
| 4.9 | ค่าความเค้นของโครงสร้างทั้งหมด..... | 64 |
| 4.10 | โครงรถต้นแบบขนาดเล็ก..... | 64 |
| 4.11 | ผลการทดสอบรัศมีวงเลี้ยว..... | 66 |
| 4.12 | ตำแหน่งตามแนวขวางจุดศูนย์กลางมวล..... | 70 |
| ก.1 | General Specifications..... | 79 |
| ก.2 | ข้อมูลขนาดของรถกอล์ฟ..... | 79 |
| ก.3 | การไต่ทางลาดเอียงของรถกอล์ฟ..... | 80 |
| ก.4 | รัศมีวงเลี้ยวของรถกอล์ฟไฟฟ้า..... | 80 |
| ก.5 | Electric Battery Technical Specifications..... | 80 |

สารบัญรูป (ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| ข.1 โครงสร้างของรถต้นแบบ..... | 84 |
| ข.2 การสร้างต้นแบบของแม่แบบด้วยดินน้ำมัน..... | 85 |
| ข.3 การสร้างชิ้นงานจากไฟเบอร์กลาส..... | 87 |



คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

| | | |
|-------------|---|--|
| P_m | = | กำลังของมอเตอร์ |
| V | = | ความเร็ว |
| S | = | ระยะทางในการหยุดรถ |
| d_m | = | ค่าความหน่วงเฉลี่ยสูงสุด |
| v | = | ความเร็วของรถเมื่อเริ่มห้ามล้อ |
| f | = | แรงที่ใช้ในการกระทำต่อตัวควบคุมห้ามล้อ |
| I_B | = | กระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ |
| V_B | = | แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ |
| η_B | = | ประสิทธิภาพการคายความจุแบตเตอรี่ |
| w_B | = | พลังงานของแบตเตอรี่ |
| I_{total} | = | กระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า |
| V_{total} | = | แรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า |
| P_{total} | = | กำลังของอุปกรณ์ไฟฟ้า |
| v_{max} | = | ความเร็วสูงสุด |
| t | = | เวลาสูงสุด |
| S_{max} | = | ระยะทางสูงสุด |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย

อุบัติเหตุบนท้องถนนเป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิตคนไทยเป็นจำนวนมากในแต่ละปี ทางสถาบันวิจัยด้านการคมนาคม มหาวิทยาลัยมิชิแกน ประเทศสหรัฐอเมริกา ร่วมกับองค์การอนามัยโลก ได้จัดทำสถิติอัตราการเสียชีวิตบนท้องถนนเมื่อปี พ.ศ. 2557 พบว่า ประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตบนท้องถนนมากที่สุดเป็นอันดับ 2 ของโลก รองจากประเทศนามิเบีย คิดเป็น 44 คนต่อประชากร 100,000 คน (World Health Organization (WHO), 2013) ซึ่งยืนยันจากรายงานสถานการณ์สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติในช่วงปี พ.ศ. 2555-2557 พบว่า มีผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจรทางบกสูงถึง 907,191 ราย (เฉลี่ยวันละ 828 ราย) และเสียชีวิตกว่า 43,425 ราย (เฉลี่ยวันละ 39 ราย) โดยผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตดังกล่าวถูกนำส่งโดยรถปฏิบัติการฉุกเฉิน ซึ่งในจำนวนนี้มีผู้เสียชีวิต 7,647 ราย (ร้อยละ 17.61 ของผู้เสียชีวิตทั้งหมด) เนื่องจากรถปฏิบัติการฉุกเฉินไม่สามารถเข้าถึงและนำส่งได้ทันเวลา ดังแสดงในตารางที่ 1.1 ความสูญเสียดังกล่าวส่งผลกระทบต่อครอบครัวและเศรษฐกิจของประเทศอย่างประเมินค่าไม่ได้

ตารางที่ 1.1 สถิติผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางบก (สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ (สพฉ.), 2557)

| ปี | 2555 | 2556 | 2557 | รวม |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| ผู้บาดเจ็บ | 297,526 | 303,012 | 306,653 | 907,191 |
| ผู้เสียชีวิต | 13,472 | 14,415 | 15,538 | 43,425 |
| เสียชีวิตระหว่างปฏิบัติการฉุกเฉิน | 2,531 | 2,616 | 2,500 | 7,647 |

จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตดังกล่าวจะมีอัตราที่สูงขึ้นในช่วงเทศกาลต่าง ๆ ที่มีวันหยุดยาวต่อเนื่อง ตัวอย่างข้อมูลศูนย์อำนวยการความปลอดภัยทางถนน (Road Safety Directing Center) ที่ได้รับ

รายงานจากโรงพยาบาลทั่วประเทศในช่วงวันหยุดเทศกาลสงกรานต์ ระหว่างวันที่ 11-17 เมษายน พ.ศ.2557 (7 วันอันตราย) พบว่ามีผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรรวมทั้งสิ้น 3,551 ราย เป็นผู้บาดเจ็บ 3,225 ราย (เฉลี่ยวันละ 460 ราย) และเสียชีวิต 326 ราย (เฉลี่ยวันละ 47 ราย) (ไพบูลย์ สุริยะวงษ์ไพศาล, 2557)

จากข้อมูลที่ได้นำเสนอเป็นเพียงจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ในความเป็นจริงมีอุบัติเหตุและผู้ป่วยฉุกเฉินเกิดขึ้นได้ในหลายกรณี และเกิดขึ้นทุกวัน ซึ่งหากนำหลาย ๆ กรณีมารวมกันทั้งหมดจะพบว่า มีจำนวนที่เพิ่มขึ้นอีกหลายเท่า การบรรเทาความรุนแรงของผู้ป่วยฉุกเฉินทำได้โดยนำส่งผู้ป่วยให้ได้รับการรักษาให้รวดเร็วที่สุด ดังนั้น รถปฏิบัติการฉุกเฉินจึงมีบทบาทที่สำคัญมากในการเข้าถึงผู้ป่วยฉุกเฉิน เพื่อช่วยชีวิตเบื้องต้น และนำส่งสู่การรักษา อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่ามีผู้ป่วยฉุกเฉินบางรายที่เสียชีวิตระหว่างการนำส่ง และเสียชีวิตที่โรงพยาบาลในระยะเวลาต่าง ๆ ดังนั้นการเข้าถึงและนำส่งผู้เจ็บป่วยฉุกเฉินจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เพราะหากสามารถดำเนินการได้รวดเร็วเท่าใดก็จะเพิ่มโอกาสรอดชีวิตได้มากขึ้น



รูปที่ 1.1 ปัญหาการเข้าถึงที่เกิดเหตุ

(ก) รถปฏิบัติการฉุกเฉินที่ติดอยู่ท่ามกลางจราจร

(ข) หมิงคลอดลูกขณะกำลังเดินทางไปโรงพยาบาล

ในปัจจุบันปัญหาหนึ่งที่ทำให้การเข้าถึงและนำส่งผู้ป่วยฉุกเฉินได้ล่าช้า นั่นมาจากปัญหาการจราจรที่ติดขัดและช่องทางที่แคบซึ่งรถปฏิบัติการฉุกเฉินไม่สามารถเข้าถึงได้ โรงพยาบาลขนาดใหญ่ที่มีเครื่องมือที่ทันสมัยและครบครันตั้งอยู่ในเขตตัวเมืองที่มีการจราจรหนาแน่น ทำให้การนำส่งผู้ป่วยฉุกเฉินแม้ใช้รถปฏิบัติการฉุกเฉินแต่ก็ไม่สามารถดำเนินการได้รวดเร็ว ถึงแม้ผู้สัญจรที่ใช้รถใช้ถนนจะได้ยินเสียงและได้เห็นสัญญาณขอทาง แต่ที่สุดวิสัยที่จะเบี่ยงหลบให้ได้ เนื่องจาก

ช่องทางนั้นจำกัดและเต็มไปด้วยรถยนต์ ดังรูปที่ 1.1 (ก) จากที่ผ่านมามากได้ยื่นขวคราว อาทิเช่น แม่คลอดลูกบนรถแท็กซี่เนื่องจากรถติดไปโรงพยาบาลไม่ทัน ดังรูปที่ 1.1 (ข) ผู้บาดเจ็บรุนแรงที่นอนรออยู่ริมถนน ในขณะที่รถปฏิบัติการฉุกเฉินกำลังพยายามฝ่าการจราจรเข้ามาช่วยเหลือ เป็นต้น การแก้ไขดังกล่าวโดยพยายามลดการติดขัดของการจราจรถือเป็นเรื่องที่เป็นไปไม่ได้ เพราะการจราจรนับวันยิ่งหนาแน่นและขยายวงกว้างขึ้นทุกวัน ดังนั้นแนวทางแก้ปัญหาอย่างหนึ่งที่เป็นไปได้คือ ทำอย่างไรจึงจะเข้าถึงและนำส่งผู้ป่วยฉุกเฉินในสภาพการจราจรที่ติดขัดหรือสภาพเส้นทางแคบได้อย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้จึงสนใจพัฒนา “รถขนย้ายผู้เจ็บป่วยขนาดเล็ก” เพื่อใช้งาน จากเหตุผลและความจำเป็นดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจ “ออกแบบต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วย” เพื่อช่วยให้เข้าถึงและนำส่งผู้ป่วยฉุกเฉินในพื้นที่การจราจรที่หนาแน่นหรือในบริเวณเส้นทางสัญจรที่แคบ อาทิเช่น เส้นทางในเขตชุมชนแออัด หรือเขตชุมชนหนาแน่นในตัวเมืองจังหวัดนครราชสีมา เป็นต้น เพราะตัวรถที่ออกแบบจะมีขนาดกะทัดรัด สามารถลัดเลาะไปตามบริเวณเส้นทางสัญจรที่แคบได้ดีกว่าการใช้รถปฏิบัติการฉุกเฉินปกติสามารถปรับใช้กับการขนย้ายผู้ป่วยไป-มา ระหว่างอาคารภายในโรงพยาบาล โดยรถต้นแบบจะออกแบบให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์ช่วยชีวิตเบื้องต้นได้ ได้แก่ ถังออกซิเจนและอุปกรณ์ช่วยหายใจ เครื่องปั๊มหัวใจ ระบบให้น้ำเกลือ เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างรถต้นแบบสำหรับขนย้ายผู้เจ็บป่วยขนาดเล็กพร้อมพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ช่วยชีวิตเบื้องต้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษางานวิจัยนี้เพื่อออกแบบและสร้างรถต้นแบบสำหรับขนย้ายผู้เจ็บป่วยขนาดเล็กพร้อมพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ช่วยชีวิตเบื้องต้น ภายใต้เงื่อนไขในการออกแบบดังนี้

1.3.1 รถต้นแบบมีความกว้าง 1.2 เมตร (อิงตามขนาดช่องจราจรและขนาดรถยนต์ตามมาตรฐานญี่ปุ่น)

1.3.2 ความยาวรถ 2.9 เมตร (อิงตามขนาดห้องพยาบาลประจำรถปฏิบัติการฉุกเฉิน)

1.3.3 ความสูงห้องโดยสารของรถ 1.3 เมตร (อิงตามความสูงห้องพยาบาลของรถปฏิบัติการฉุกเฉิน ประเภทรถกระบะดัดแปลงหลังคาต่ำ)

1.3.4 รถ 4 ล้อ ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ระยะทำการไม่เกิน 50 กิโลเมตร ความเร็วไม่เกิน 35 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

1.3.5 ออกแบบให้มีพื้นที่สำหรับรองรับการติดตั้งอุปกรณ์ช่วยชีวิตที่จำเป็น ได้แก่ ถังออกซิเจนและอุปกรณ์ช่วยหายใจ เครื่องปั๊มหัวใจ และระบบให้น้ำเกลือ และมีระบบเสียงสัญญาณไซเรนพร้อมอุปกรณ์ขยายเสียง

1.3.6 ห้องโดยสารออกแบบให้บรรทุกผู้โดยสาร 3 คน ได้แก่ ผู้บังคับรถ ผู้ป่วย และผู้ดูแลผู้ป่วย

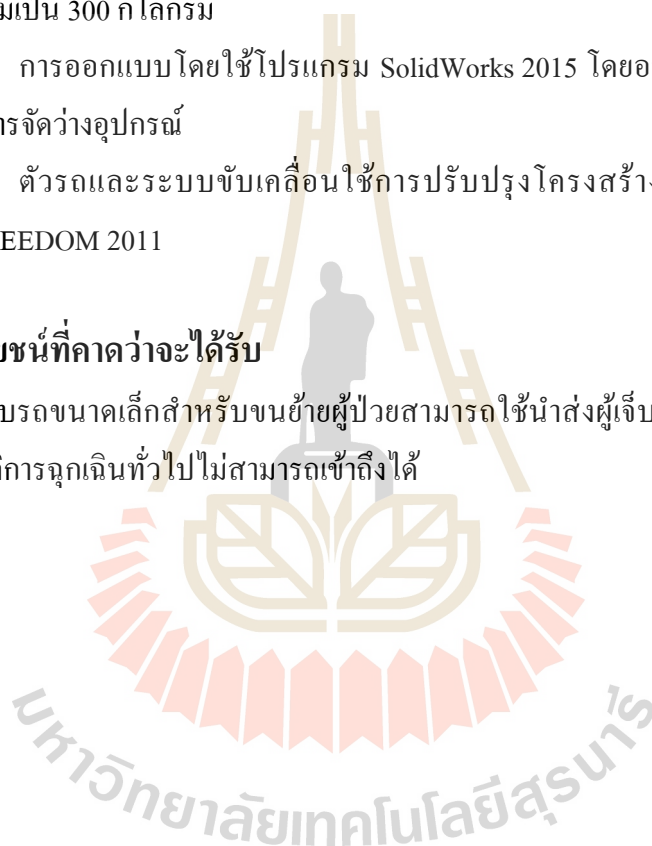
1.3.7 รับน้ำหนักบรรทุกรวมทั้งหมดไม่เกิน 300 กิโลกรัม (น้ำหนักเฉลี่ยคนไทย 70 กิโลกรัม $70 \times 3 = 210$ กิโลกรัม) (ศุภิษา เจริญศิริวัฒน์ และคณะ, 2557) น้ำหนักอุปกรณ์ 90 กิโลกรัม รวมเป็น 300 กิโลกรัม

1.3.8 การออกแบบโดยใช้โปรแกรม SolidWorks 2015 โดยออกแบบเฉพาะโครงสร้าง ด้านนอกและการจัดวางอุปกรณ์

1.3.9 ตัวรถและระบบขับเคลื่อนใช้การปรับปรุงโครงสร้างรถกอล์ฟ ยี่ห้อ E-Z-GO รุ่น TXT 48 FREEDOM 2011

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วยสามารถใช้นำส่งผู้เจ็บป่วยได้ในสภาพเส้นทางแคบที่รถปฏิบัติการฉุกเฉินทั่วไปไม่สามารถเข้าถึงได้



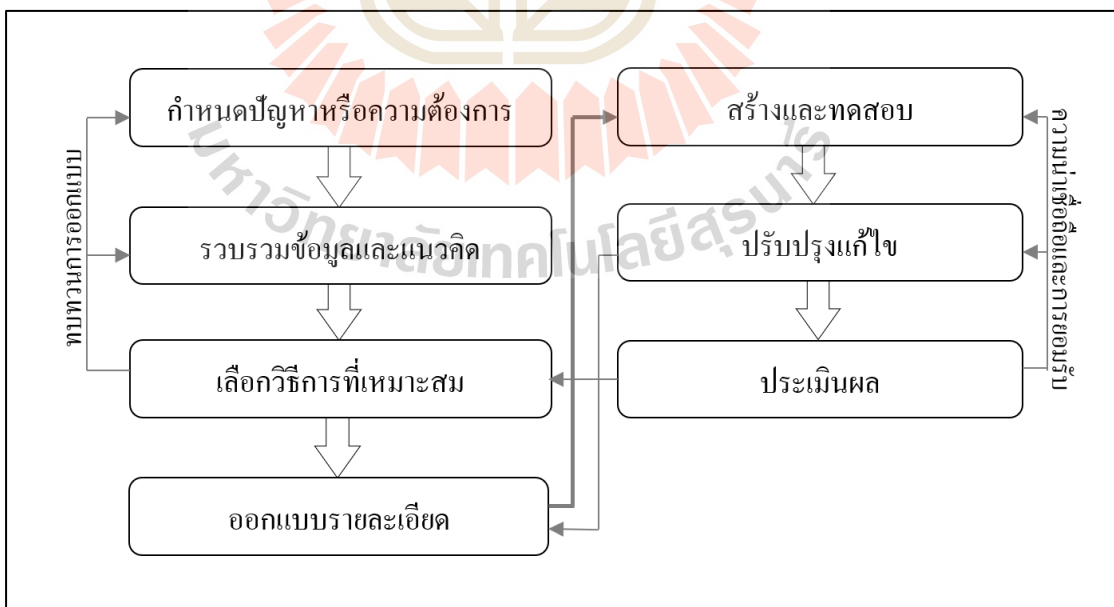
บทที่ 2

ปรัทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบต้นแบบขนาดเล็กสำหรับชนย้ายผู้เจ็บป่วย เพื่อลำเลียงผู้ป่วยจากจุดเกิดเหตุที่การจราจรหนาแน่นหรือในเขตพื้นที่คับแคบที่รถปฏิบัติการฉุกเฉินไม่สามารถเข้าช่วยเหลือผู้ป่วยได้ รวมถึงใช้สำหรับการขนย้ายผู้ป่วยระหว่างอาคารภายในโรงพยาบาล โดยการศึกษาเป็นไปตามหลักการของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อให้มีแนวทางการแก้ปัญหาและการปฏิบัติการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจนและผลการแก้ไขมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งนำไปสู่การยอมรับของผู้ใช้งานและสังคม

2.1 กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

การออกแบบทางวิศวกรรมเป็นขั้นตอนที่นำมาใช้ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหา เริ่มจากการระบุปัญหา ศึกษาค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและเลือกวิธีการที่เหมาะสมเพื่อวางแผนและออกแบบการแก้ปัญหา จากนั้นสร้างชิ้นงานและทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนผังกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

1. กำหนดปัญหา เป็นการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตและรายละเอียดของปัญหาที่สามารถนำไปแก้ไขปัญหาได้จริง
 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์และสรุปวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจมีได้มากกว่าหนึ่ง
 3. การเลือกวิธีการที่เหมาะสม เป็นการพิจารณาและเลือกวิธีการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา โดยวิธีการที่คัดเลือกต้องอยู่ภายใต้กรอบของปัญหา
 4. การออกแบบหรือสร้างแบบจำลอง เป็นการออกแบบชิ้นงานโดยประยุกต์ใช้ข้อมูลและถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่างหรือภาพฉาย ซึ่งอาจใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบเพื่อความสะดวกและรวดเร็ว
 5. การสร้างต้นแบบและทดสอบ เป็นการสร้างชิ้นงานเพื่อนำไปแก้ปัญหา จากนั้นทดสอบว่าชิ้นงานมีความสอดคล้องตามรูปแบบที่ออกแบบหรือไม่
 6. ปรับปรุงแก้ไข เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ หากมีข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข หรือควรกลับไปออกแบบหรือรวบรวมข้อมูลและเลือกวิธีการที่เหมาะสมใหม่อีกครั้ง
 7. การประเมินผล คือ ประเมินผลว่าชิ้นงานหรือวิธีการสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ ทั้งนี้การทำงานสามารถย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขได้ตลอดจนกระทั่งได้แนวทางที่เหมาะสมที่สุด
- จากหลักการและรายละเอียดของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมทั้ง 7 ขั้นตอน ผู้ศึกษาสามารถออกแบบกระบวนการของการศึกษาออกแบบต้นแบบขนาดเล็ก เพื่อขนย้ายผู้ป่วยเพื่อการลำเลียงหรือขนส่งผู้ป่วยในพื้นที่การจราจรหนาแน่น ในเขตชุมชน และในเขตพื้นที่คับแคบ ที่รถปฏิบัติฉุกเฉินไม่สามารถเข้าช่วยเหลือผู้ป่วยได้ การออกแบบรถสำหรับกรณีเฉพาะเช่นนี้ นอกจาก ต้องคำนึงถึงมาตรฐานและความปลอดภัยต่าง ๆ ที่รถปฏิบัติการฉุกเฉินควรต้องมี และยังคงคำนึงถึงความสะดวกที่รถที่ตอบ โจทย์ปัญหาที่ต้องการ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถกำหนดแนวทางการแก้หาปัญหาที่เหมาะสม การศึกษาจึงมุ่งความสนใจที่รถกอล์ฟไฟฟ้ามาประยุกต์ จึงมีความจำเป็นต้องทราบข้อมูลพื้นฐานของรถกอล์ฟไฟฟ้าที่นำมาใช้ รวมถึงหลักการออกแบบด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ช่วยในการสร้างต้นแบบ และหลักการที่เกี่ยวข้องการออกแบบต้นแบบขนาดเล็กเพื่อขนย้ายผู้ป่วยดังหัวข้อต่อไปนี้

2.2 มาตรฐานและหลักเกณฑ์ของรถปฏิบัติการฉุกเฉิน

สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ (2552) ได้นิยามรถปฏิบัติการฉุกเฉิน และอธิบายข้อกำหนดเกี่ยวกับมาตรฐานและหลักเกณฑ์การปฏิบัติการฉุกเฉินได้ดังนี้

2.2.1 มาตรฐานพาหนะใช้เพื่อการลำเลียงหรือขนส่ง

เพื่อให้การขนส่งผู้ป่วยจากจุดเหตุมายังสถานพยาบาลโดยเร็ว โดยระหว่างการขนส่ง ผู้ป่วยจะได้รับการดูแล ตามขอบเขตความรับผิดชอบของผู้ปฏิบัติการจนเต็มขีดความสามารถอันจะเป็นประโยชน์ต่อการป้องกันการเสียชีวิตหรือการรุนแรงขึ้นของการเจ็บป่วยนั้น ซึ่งพาหนะที่ใช้สามารถแบ่งตามลักษณะการลำเลียงได้ 3 ลักษณะดังนี้

- 1) พาหนะเพื่อการขนส่งของชุดปฏิบัติการในพื้นที่ พื้นฐานที่ปฏิบัติการทางบก
- 2) พาหนะเพื่อการขนส่งของชุดปฏิบัติการในพื้นที่ พื้นฐานที่ปฏิบัติการทางน้ำ
- 3) พาหนะเพื่อการขนส่งของชุดปฏิบัติการในพื้นที่ พื้นฐานที่ปฏิบัติการทางอากาศ

โดยพาหนะเพื่อการขนส่งของชุดปฏิบัติการพื้นฐานที่ปฏิบัติการทางบกเรียกว่า “รถบริการการแพทย์ฉุกเฉินหรือรถปฏิบัติการฉุกเฉิน (Emergency Medical Service Ambulance : EMS Ambulance)” พาหนะดังกล่าว ต้องผ่านการจดทะเบียน ตรวจสอบสภาพ ต่อใบอนุญาตประจำปีของกรมการขนส่งทางบก มีการประกันภัยตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกำหนด โดยรถที่จะเข้าร่วมปฏิบัติการฉุกเฉินในระบบการแพทย์ฉุกเฉินต้องมีข้อกำหนดมาตรฐานตามลักษณะการปฏิบัติการด้านการแพทย์ฉุกเฉินแบ่งเป็น 2 ระดับ มีดังนี้

ก. ระดับปฏิบัติการแพทย์ขั้นพื้นฐาน

ระดับปฏิบัติการแพทย์ขั้นพื้นฐาน หมายถึง รถบริการการแพทย์ฉุกเฉินสำหรับชุดปฏิบัติการเบื้องต้นและชุดปฏิบัติการระดับต้น

1) เป็นรถยนต์ 4 ล้อ สำหรับการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน หรือกรณีนำรถกระบะบรรทุกทั่วไปมาดัดแปลง ส่วนกระบะบรรทุกด้านท้ายต้องจัดให้มีหลังคาสูง หรือทำเป็นตู้คลุมบริเวณด้านท้ายและต้องทำให้อากาศสามารถถ่ายเทได้สะดวก เพื่อเป็นส่วนที่ใช้สำหรับการขนย้ายผู้ป่วย และปฏิบัติงานสำหรับผู้ปฏิบัติการ

2) การแบ่งส่วนที่ใช้เพื่อการบำบัดรักษา ขนส่ง เคลื่อนย้าย กับส่วนผู้ขับ และสามารถสื่อสารระหว่างสองส่วนได้ ส่วนที่ใช้เพื่อการบำบัดรักษาที่อยู่ด้านหลังของส่วนผู้ขับจัดให้มีพื้นที่ที่เพียงพอสำหรับการจัดวางเตียงพร้อมผู้ป่วยฉุกเฉินในลักษณะนอนราบ มีประตูปิดล็อกสนิท เมื่อมีการขนย้ายผู้ป่วย และจะต้องมีพื้นที่สำหรับผู้ปฏิบัติการฉุกเฉินระหว่างให้การช่วยเหลือผู้ป่วยฉุกเฉินอย่างเพียงพอ ดังนี้

- จัดให้มีที่นั่งพร้อมเข็มขัดนิรภัยทุกที่นั่ง สำหรับผู้ปฏิบัติการฉุกเฉินที่สามารถให้การดูแลผู้ป่วยฉุกเฉินได้อย่างสะดวก

- ความสูงของส่วนที่ใช้เพื่อการรักษาพยาบาลเพียงพอความสะดวกในการปฏิบัติการ เช่น การช่วยฟื้นคืนชีพ (CPR)

3) มีประตูปิด-เปิด เพื่อขนย้ายผู้ป่วยพร้อมเตียงได้สะดวก ประตูมีระบบล็อกที่ปลอดภัย ขณะเคลื่อนย้ายลำเลียง

4) มีที่จัดเก็บอุปกรณ์การแพทย์และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็นอย่างเป็นสัดส่วน เป็นระเบียบและมีความปลอดภัยจากการหลุดร่วง ปลิวออกจากที่จัดเก็บในกรณีที่เกิดมีการชนหรือกระแทกหรือพลิกคว่ำ

5) ในห้องพยาบาลต้องมีแสงสว่างเพียงพอที่ผู้ปฏิบัติการฉุกเฉินจะทำหัตถการ/ตรวจวัดสัญญาณชีพได้ และบนเพดานมีที่แขวนน้ำเกลือที่สามารถพับเก็บได้

6) ติดตั้งสัญญาณไฟวับวาบ แสงแดง-น้ำเงิน และเสียงสัญญาณไซเรนพร้อมอุปกรณ์ โดยการติดตั้งดังกล่าวดำเนินการขออนุญาตอย่างถูกต้องตามประกาศและข้อกำหนดของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ

7) บนหลังการรถด้านซ้าย-ขวา บริเวณส่วนหน้าและท้ายสุดของรถ (ส่วนรงน้ำ) ติดตั้งโคมไฟสปอร์ตไลท์ สามารถปรับมุม สูง-ต่ำ และหมุนซ้าย-ขวาได้

8) บนหลังการรถด้านซ้าย-ขวา บริเวณส่วนหน้ารถ ส่วนกลางรถและส่วนท้ายสุดของรถ ติดตั้งไฟกระพริบรวม 6 จุด ด้านละ 3 จุด

ข. ระดับปฏิบัติการแพทย์ขั้นสูง

ระดับปฏิบัติการแพทย์ขั้นสูง หมายถึง รถบริการการแพทย์ฉุกเฉินสำหรับชุดปฏิบัติการระดับกลางและชุดปฏิบัติการระดับสูง สามารถให้การดูแลและรักษาผู้ป่วยฉุกเฉินขั้นสูง (Advanced Life Support) และระดับกลาง (Intermediate Life Support) มีพื้นที่เพียงพอสำหรับปฏิบัติการ มีและใช้เครื่องช่วยหายใจได้ อุปกรณ์การแพทย์ที่สำคัญสามารถนำไปดูแลรักษาผู้ป่วยนอกรถปฏิบัติการฉุกเฉินได้อย่างสะดวก มีเครื่องมือสื่อสารในเครือข่าย VHF/UHF โดยใช้ติดต่อคลื่นความถี่หลัก มีข้อกำหนดขั้นต่ำดังนี้

1) เป็นรถยนต์ 4 ล้อ สำหรับการบริการการแพทย์ฉุกเฉินในประกาศสำนักงานตำรวจแห่งชาติ ห้องคนขับมีผนังกันแยกออกจากช่วงหลังซึ่งจัดเป็นห้องพยาบาล มีกระจกกันแบ่ง แต่สามารถสื่อสารถึงกันได้ และเข็มขัดนิรภัยประจำที่นั่งคนขับและที่นั่งข้างคนขับตอนหน้า 3 จุด ส่วนด้านหลังคนขับ ติดตั้งตู้เก็บเวชภัณฑ์ พร้อมฝา ปิด-เปิด

2) มีเครื่องประจุไฟแบตเตอรี่อัด โนมัติ ชุดแปลงไฟฟ้าจากกระแสตรง 12 โวลต์ เป็นกระแสสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต เพื่อใช้กับเครื่องมือแพทย์ เช่น เครื่องช่วยหายใจชนิดควบคุมปริมาตร และชุดควบคุมระบบไฟฟ้า, ไฟฟ้าแสงสว่าง (Cut Out) ของห้องพยาบาล อยู่ในห้องคนขับ

3) ในห้องคนขับและห้องพยาบาล ติดตั้งระบบปรับอากาศแยกการควบคุมแอร์ทั้งสองห้องสามารถปรับทิศทาง/ระดับความเย็นได้

4) ส่วนที่ใช้เพื่อการบำบัดรักษาที่อยู่ด้านหลังของส่วนผู้ขับขี่จัดเป็นห้องพยาบาลให้มีพื้นที่เพียงพอสำหรับการจัดวางเตียงพร้อมผู้ป่วยฉุกเฉิน ในลักษณะนอนราบ มีประตูปิดด้านท้าย ปิดล็อกสนิทเมื่อมีขนย้ายผู้ป่วย และต้องมีพื้นที่สำหรับผู้ปฏิบัติการในการให้การช่วยเหลือผู้ป่วยอย่างเพียงพอ ดังนี้

- ด้านหัวเตียง จัดให้มีระยะห่างระหว่างขอบเตียงด้านหัวห่างขอบผนังกั้นส่วนของคนขับให้เพียงพอกับการปฏิบัติการดูแลระบบทางเดินหายใจจากด้านหัวเตียง และด้านข้างเตียง ติดกับทางเดินจัดให้มีพื้นที่เพียงพอ กรณีที่มีการติดตั้งอุปกรณ์อื่น ๆ ในบริเวณด้านข้าง

- ความสูงของส่วนที่ใช้เพื่อการรักษาพยาบาลเพียงพอในการปฏิบัติการ เช่น การช่วยฟื้นคืนชีพ (CPR) และที่นั่งมีพร้อมเข็มขัดนิรภัยทุกที่นั่งสำหรับผู้ปฏิบัติการฉุกเฉินที่สามารถให้การดูแลผู้ป่วยได้อย่างสะดวก

5) ห้องพยาบาลด้านซ้ายมีประตูปิด-เปิด ด้านหลังมีประตูปิด-เปิด ได้สะดวกสำหรับยกเตียงผู้ป่วยเข้า-ออกจากรถพยาบาล มีไฟฟ้าให้แสงสว่างเพียงพอ

6) ภายในห้องพยาบาลส่วนท้ายสุดด้านบนติดตั้งคอมพิวเตอร์ไลท์ชนิดปรับได้ มีสวิตช์ควบคุมชนิด 2 ทาง สามารถควบคุมการเปิด-ปิด ได้ จากห้องคนขับและส่วนท้ายของห้องพยาบาล และมีโคมไฟส่องสว่างใช้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ กำลังส่องสว่างไม่น้อยกว่า 500 วัตต์ ความยาวของสายไฟสามารถใช้นอกตัวรถได้

7) มีเตียงนอนสำหรับผู้ป่วยที่มีลือพบบนฐานได้พร้อมรางเลื่อนและระบบล็อกด้านล่างของฐานรองเตียง มีพื้นที่เพียงพอสำหรับเก็บอุปกรณ์ Spinal Board

8) ด้านซ้ายข้างประตู มีที่นั่งเดี่ยวแบบเบาะนั่งและพนักพิง และด้านหลังคนขับมีเก้าอี้ที่นั่งเดี่ยว 2 ที่นั่ง หันหน้าไปทางด้านท้ายรถ โดยตัวที่อยู่ติดประตูข้างยึดตรึงอยู่กับที่สามารถยกเบาะขึ้นเพื่อเปิด-ปิด ถังออกซิเจนส่วนตัวที่อยู่ถัดมาสามารถเลื่อนสไลด์ได้

9) มีท่อเก็บออกซิเจนขนาดใหญ่ (Size G) พร้อมอุปกรณ์จับยึดถังออกซิเจนชุดให้ออกซิเจนเป็นแบบ Pipe Line System มี Flow meter และ Bubble-jet Nebulizer ที่ออกซิเจนทั้งสองเชื่อมต่อกันด้วยระบบ Pipe Line ครอบคลุมแบบต่อคู่ทั้งสองที่ต่อเชื่อมกันด้วยท่อทนแรงดัน ติดตั้งชุดปรับความดันออกซิเจนสำหรับผู้ป่วย (Regulator)

10) มีที่จัดเก็บอุปกรณ์การแพทย์และอุปกรณ์อื่นที่จำเป็นอย่างเป็นสัดส่วน เป็นระเบียบและมีความปลอดภัยจากการหลุด ร่วง ปลิวออกจากที่จัดเก็บ ในกรณีที่มีการชนหรือกระแทกหรือพลิกคว่ำของรถบริการการแพทย์ฉุกเฉิน และมีคอนโซลยาว ทาเป็นแบบเฟอร์นิเจอร์ มีช่องสำหรับใส่เครื่องมือแพทย์ และมีตู้เก็บเวชภัณฑ์พร้อมประตูแบบบานเลื่อน

11) เพดานรถมีที่แขวนตัว พร้อมเข็มขัดคล้องตัว สามารถรับน้ำหนักเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการช่วยฟื้นคืนชีพ (CPR) และมีที่แขวนภาชนะใส่น้ำเกลือ/เลือด สามารถแขวนพร้อมกันได้

12) บนหลังการรถด้านซ้าย-ขวา บริเวณส่วนหน้าและท้ายสุดของรถ (ส่วนรางน้ำ) ติดตั้งโคมไฟสปอร์ตไลท์ สามารถปรับมุม สูง-ต่ำและหมุนซ้าย-ขวาได้ บนหลังการรถด้านซ้าย-ขวา บริเวณส่วนหน้ารถ ส่วนกลางรถและส่วนท้ายสุดของรถ ติดตั้งไฟกระพริบรวม 6 จุด ด้านละ 3 จุด

13) ติดตั้งสัญญาณไฟวับวาบ แสงแดง-น้ำเงิน และเสียงสัญญาณไซเรนพร้อมอุปกรณ์ โดยการติดตั้งดังกล่าวดำเนินการขออนุญาตอย่างถูกต้องตามประกาศและข้อกำหนดของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ

14) มีเครื่องขยายเสียงขนาดไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ พร้อมลำโพงใช้กับไฟกระแสดตรง 12 โวลต์พร้อมใช้งาน

15) ต้องติดสติ๊กเกอร์รับรองรถบริการการแพทย์ฉุกเฉิน ตราสัญลักษณ์ ตามที่สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติกำหนด

16) เครื่องดับเพลิงน้ำยาเหลวระเหยชนิดไม่มีสาร CFC ขนาดไม่น้อยกว่า 5 ปอนด์ พร้อมติดตั้ง 1 ชุด

17) มีอุปกรณ์ป้องกันและควบคุมการติดเชื้อ เช่น ถุงมือ, Mask, ถุงขยะติดเชื้อ, ผ้ากันเปื้อน, รองเท้าบูต เป็นต้น

2.2.2 คุณลักษณะพาหนะดัดแปลงใช้เพื่อการลำเลียงหรือขนส่ง

1. ต่อเติมหลังคาที่ทำจากไฟเบอร์กลาส ชนิดที่มีความแข็งแรง ทนทาน โดยมีคุณภาพได้มาตรฐาน ISO 9001 หรือ 9001:2008 พร้อมอุปกรณ์ทางการแพทย์สำหรับช่วยเหลือผู้บาดเจ็บและรับ-ส่งผู้ป่วย สามารถบรรทุกผู้ป่วย ญาติ แพทย์ หรือเจ้าหน้าที่พยาบาลในคราวเดียวกันได้ไม่ต่ำกว่า 3 คน และมีเข็มขัดนิรภัยทุกจุด

2. ระบบกันสะเทือน ล้อหน้าแบบปีนกบคู่และสปริงพร้อมเหล็กกันโคลงล้อหลัง แหนบช้อนและใช้ค้ำช่วย

3. คุณลักษณะของวัสดุที่ใช้ในการผลิตหลังการรถพยาบาล เป็นใยแก้วที่ผสมผสานกับน้ำยาเรซินชนิดที่มีความแข็งแรงทนทาน และเสริมด้วยแผ่นเหล็กบริเวณจุดยึดอุปกรณ์ต่าง ๆ มีชุดอุปกรณ์ตกแต่งภายนอกและภายในทำจากไฟเบอร์กลาสชนิดเดียวกัน ที่ให้ความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งานตลอดอายุเมื่อเกิดอุบัติเหตุ

4. ความสูงของหลังคาไม่น้อยกว่า 100 เซนติเมตร สามารถทำ CPR ได้สะดวก พร้อมมีกระจกไม่น้อยกว่า 3 บาน ประตูฝาท้ายทำจากไฟเบอร์กลาส พร้อมระบบล็อก

5. พื้นห้องพยาบาลทำจากไฟเบอร์กลาส ทั้งแผ่นใ้รอยต่อสามารถกันน้ำได้ 100% สามารถทำความสะอาดได้โดยไม่เก็บกักน้ำและของเหลว

6. ด้านซ้ายมือของห้องโดยสารเป็นเก้าอี้พร้อมเข็มขัดนิรภัย โครงสร้างทำจากไฟเบอร์กลาส ที่นั่งและพนักพิงบุฟองน้ำและหุ้มด้วย PVC
7. พื้นห้องพยาบาลทำจากไฟเบอร์กลาสบุพื้นด้วยแผ่นอลูมิเนียมกันลื่นตรงกลาง พื้นห้องพยาบาลเป็นฐานเตียงพยาบาล ซึ่งทำจากไฟเบอร์กลาสบุพื้นด้วยสแตนเลส เพื่อป้องกันการกระแทกของเตียงพยาบาลเวลาขึ้น-ลง
8. ด้านขวามือของห้องพยาบาล ติดตั้งตู้เก็บเวชภัณฑ์ชนิดแขวน โครงสร้างทำจากไฟเบอร์กลาสและจะต้องไม่มีส่วนที่เป็นเหลี่ยมที่เป็นอันตรายต่อผู้โดยสาร ด้านหน้าเป็นบานเลื่อนซ้าย-ขวา ทำจากวัสดุใสเพื่อมองเห็นภายใน
9. ชุดโคมไฟติดข้างรถผลิตจากไฟเบอร์กลาส พร้อมไฟสปอร์ตไลท์และไฟฉุกเฉินหลอด LED สี่ตามที่กฎหมายกำหนด
10. ชุดอุปกรณ์เพดานเอนกประสงค์ โครงสร้างทำจากไฟเบอร์กลาสขึ้นรูปเสริมแรง พร้อมทำสีออกแบบเพื่อใช้กับรถพยาบาลโดยเฉพาะ
11. ชุดเขวนน้ำเกลือ ต้องทนต่อแรงดึงและรับน้ำหนักได้มากกว่า 5 กิโลกรัม
12. ช่องเก็บของทำจากไฟเบอร์กลาสกันน้ำได้ 100 % ให้ความแข็งแรงทนทาน และสามารถล็อกและปลดล็อกได้อย่างรวดเร็ว เพื่อความปลอดภัย
13. การพันสีกันสนิมอย่างดีไม่น้อยกว่า 2 ชั้น แล้วจึงพ่นด้วยสีโพลียูรีเทนอย่างดีไม่น้อยกว่า 2 ชั้น

2.2.3 มาตรฐานอุปกรณ์ทางการแพทย์

อุปกรณ์ทางการแพทย์ควรจัดแบ่งไว้เป็นชุด โดยอาจบรรจุภาชนะหีบห่อไว้พร้อมนำไปใช้งานตามความจำเป็นกับเหตุฉุกเฉินที่เกิดขึ้น เช่น เป็นกระเป๋ามีหูหิ้วที่แข็งแรง หรือกระเป๋าสะพายหลังสามารถมองเห็นได้ชัดเจน เป็นต้น ทั้งนี้เมื่อมีการใช้อุปกรณ์ใดไปแล้ว ผู้ปฏิบัติการหรือหน่วยปฏิบัติการจะต้องนำอุปกรณ์ที่ใช้ไปแล้วมาเติมให้เพียงพอ พร้อมใช้งานในการปฏิบัติการครั้งต่อไป หากเป็นอุปกรณ์ที่นำมาใช้อีกจะต้องมีการตรวจสอบ รักษาให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน สะอาดและในกรณีที่ใช้เพื่อการวัดจะต้องมีความถูกต้อง เทียบตรงตามมาตรฐานอุตสาหกรรมหรือมาตรฐานที่กำหนดโดยผู้ผลิต แบ่งประเภทตามลักษณะการใช้งานได้ตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 อุปกรณ์ทางการแพทย์

| รายการละเอียด | รูปตัวอย่าง |
|---|---|
| <p>อุปกรณ์การแพทย์พื้นฐาน</p> <p>1. อุปกรณ์ขนย้ายลำเลียง</p> <p>- เตียงผู้ป่วยชนิดมีล้อ (Ambulance stretcher) สามารถปรับศีรษะให้ยกสูงต่ำถึงนั่ง ศีรษะยกสูง 60 องศา มีสายยึดตรึงผู้ป่วยอย่างน้อย 3 ตำแหน่ง เป็นเตียงฉุกเฉินสามารถเคลื่อนย้ายผู้ป่วยขึ้น-ลงจากรถพยาบาลได้ด้วยคนเดียว สามารถปรับเป็นเก้าอี้รถเข็นเปลาตอน เหมาะสำหรับใช้กับโรงพยาบาลและหน่วยกู้ชีพ</p> |  |
| <p>- ชุดแผ่นกระดานรองหลัง (Long Spinal Board) เป็นอุปกรณ์สำหรับเคลื่อนย้ายผู้ป่วยบาดเจ็บ วัสดุทำจากพลาสติกมีน้ำหนักเบา สามารถทำการฟื้นคืนชีพ (CPR) บนแผ่นกระดานรองหลังขณะเคลื่อนย้ายได้ทันทีและด้วยคุณสมบัติพิเศษสามารถลอยน้ำได้ จึงสามารถช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางน้ำได้อีกทางหนึ่ง</p> |  |
| <p>- เฝือกคอชนิดแข็ง (Hard collar) โครงสร้างของเฝือกผลิตจากพลาสติก ขึ้นรูปขึ้นเดียว มีช่องขนาดใหญ่ช่วงลำคอ สำหรับตรวจวัดชีพจรหรือเจาะลำคอ ขณะที่ใส่เฝือกอยู่ สายรัดหรือท่อชุดอุปกรณ์กับร่างกาย ใช้สายรัดแบบหนามเตย หรือสายรัดแบบปะติด เฝือกสามารถปรับขนาดได้ 12 ระดับ</p> <p>- เฝือกคามา แขน ขา เฝือก 1 ชุด มี 4 ชิ้น ประกอบไปด้วย เฝือกคามา แขน 2 ชิ้น เฝือกคามาขา 2 ชิ้น กระจ่าสำหรับใส่เฝือกผลิตจากผ้าไนลอนอย่างดี สามารถนำเข้า X-Ray หรือ TC-Scan ได้</p> |   |

ตารางที่ 2.1 อุปกรณ์ทางการแพทย์ (ต่อ)

| รายการละเอียด | รูปตัวอย่าง |
|---|---|
| <p>2. อุปกรณ์เพื่อการตรวจวินิจฉัย</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปรอทวัดไข้ - เครื่องวัดความดันโลหิต (Sphygmomanometer) - หูฟัง (Stethoscope) |  |
| <p>3. อุปกรณ์ปฐมพยาบาลและทำแผล</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถุงมือปราศจากเชื้อ และถุงมือชนิดใช้แล้วทิ้ง - สำลี ไม้พันสำลี, แอลกอฮอล์, น้ำเกลือสำหรับล้างแผล, ผ้าก๊อชชนิดบางและหนา, ผ้าก๊อชชุบวาสลีน, พลาสเตอร์เหนียว, Elastic bandage ขนาด 4 และ 6 นิ้ว - กรรไกร, สายรัด (Tourniquet) - ครีมทาแผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก |  |
| <p>4. อุปกรณ์ช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pocket mask และเครื่องดูดเสมหะชนิดมือ |  |
| <p>อุปกรณ์การแพทย์ขั้นสูง</p> <p><u>เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยกระแสไฟฟ้า</u></p> <p>AED/Defibrillator เป็นเครื่องช็อกไฟฟ้าหัวใจอัตโนมัติที่มีความสามารถ บันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจและแปลผลด้วยตัวเครื่องเอง เครื่องช็อกไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้อ่านคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และช่วยช็อกไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับคลื่นหัวใจ</p> |  |
| <p>อุปกรณ์เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ</p> <p><u>อุปกรณ์การให้ออกซิเจน (Oxygen, O₂)</u></p> <p>เช่น O₂ Tank [สามารถใช้ ออกซิเจน(O₂) ในการรักษาอย่างเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง] สายต่อภายนอก (Humidifier) เป็นต้น</p> |  |

2.2.4 มาตรฐานความปลอดภัย

เพื่อให้รถพยาบาลหรือรถบริการการแพทย์ฉุกเฉินมีมาตรฐาน หลักเกณฑ์ที่ส่งเสริมและป้องกันให้ผู้ปฏิบัติการฉุกเฉินและผู้เจ็บป่วยฉุกเฉินที่ได้รับการช่วยเหลือขณะนำส่งมีความปลอดภัยมากที่สุด ทั้งในเรื่องโครงสร้างของระบบรถพยาบาลฉุกเฉิน รถปฏิบัติการฉุกเฉิน ระบบไฟส่องสว่าง ระบบเสียง อุปกรณ์ป้องกันเพื่อความปลอดภัยของผู้ป่วยและเจ้าหน้าที่ โดยมีรายละเอียดข้อกำหนดของมาตรฐานแต่ละด้านดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานความปลอดภัยของรถบริการการแพทย์ฉุกเฉิน

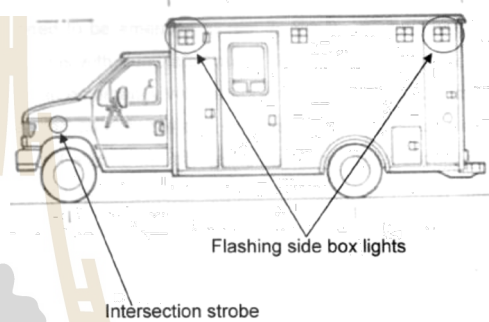

| รายการ | ข้อกำหนดเพื่อความปลอดภัย |
|--|---|
| ยานพาหนะ รถพยาบาลฉุกเฉิน | |
| 1. ความสมดุลของตัวถังและระบบโครงสร้างรถยนต์ | รถดัดแปลงเป็นไปตามหลักการของวิศวกรรมยานยนต์หรือได้รับการรับรองจากกรมการขนส่งทางบก |
| 2. สี | สีขาวและติดแถบสะท้อนแสง (สีเขียวมะนาวเป็นมาตรฐานสากล) ตามมาตรฐานตามที่ กพท. กำหนด |
| ระบบแสงสว่าง | |
| 3. บนหลังคารถ ด้านซ้าย-ขวา บริเวณส่วนหน้า-ท้ายสุดของรถ (ส่วนรงน้ำ) | ให้ติดตั้งโคมไฟสปอร์ตไลท์ชนิดหลอดฮาโลเจน/LED ขนาดไม่น้อยกว่าความสมดุลของตัวถังและระบบโครงสร้างรถยนต์ 55 วัตต์ จำนวน 4 ชุด สามารถส่องสว่างเห็นได้ชัดในระยะไม่น้อยกว่า 10 เมตร จากจุดกำเนิดแสง สามารถปรับมุมสูง-ต่ำ และหมุนซ้ายขวาได้ |
| 4. ห้องพยาบาลส่วนท้ายสุด | ด้านบนให้ติดตั้งโคมไฟสปอร์ตไลท์ชนิดปรับเอียงขึ้น-ลงได้ ขนาดไม่น้อยกว่า 55 วัตต์ |



ตารางที่ 2.2 มาตรฐานความปลอดภัยของรถบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (ต่อ)

| รายการ | ข้อกำหนดเพื่อความปลอดภัย |
|--|---|
| 5. ภายในห้องคนขับ | ต้องมีแสงสว่างที่เกิดจากหลอดไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 10 วัตต์ จำนวน 1 ชุด |
| 6. ภายในห้องโดยสาร | ต้องมีแสงสว่างที่เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน |
| 7. อุปกรณ์/หลอดไฟ | <ol style="list-style-type: none"> 1. แสงไฟส่องสว่างต้องเป็นไปตามมาตรฐานทางไฟฟ้า มอก. 2. แสงสว่างในรถต้องเพียงพอต่อการปฏิบัติการ 3. ต้องติดตั้งอย่างมั่นคง และต้องใช้งานได้ 5. ไฟฉุกเฉินชนิดแบตเตอรี่ต้องมีการทดสอบการทำงาน 6. แผ่นสะท้อนแสงแผ่นครอบต้องสะอาดและมีสภาพดี |
| สัญญาณไฟ 8. ไฟสัญญาณกระพริบฉุกเฉิน | ต้องสามารถมองเห็นได้ไกลมากกว่า 3 เท่าของความเร็วรถ ปกติที่กฎหมายกำหนด |
| 9. สัญญาณไฟวับวาบ | มีไฟสัญญาณวับวาบ สีแดง-น้ำเงิน ติดเหนือห้องคนขับ สีแดงอยู่ด้านขวาเหนือคนขับ (พวงมาลัยขวา) สีน้ำเงินอยู่ด้านซ้าย |
| 10. ไฟกระพริบด้านหน้า (Wig-wag: left and right Front headlights alternate on high beam) | <p>มีไฟแฟลชกระพริบ ที่ช่องไฟส่องสว่างคู่ส่วนหน้าด้านล่าง หรือด้านกระบังหน้า หรือใต้ตาไฟ หรือส่วนโครงตัวถัง ด้านหน้าของรถยนต์ 1 คู่</p>  <p>Overhead beacon</p> <p>ช่องไฟส่องสว่างคู่ส่วนหน้าด้านล่าง</p> |

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานความปลอดภัยของรถบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (ต่อ)

| รายการ | ข้อกำหนดเพื่อความปลอดภัย |
|--|--|
| <p>11. ไฟด้านข้าง (Intersection Strobes)</p> | <p>1. มีไฟแฟลชกระพริบ ซ้าย-ขวา ด้านข้างรถส่วนหน้าที่ทำให้รถจากทางแยกเห็นได้ชัดเจน 1 คู่</p> <p>2. มีไฟกระพริบ แดง-น้ำเงิน ติดตั้งด้านข้างรถภายนอกด้านละ 2 จุด</p>  <p>The diagram shows a side view of an ambulance. Two arrows point to the front side of the vehicle, labeled 'Flashing side box lights'. Another arrow points to a light on the roof, labeled 'Intersection strobe'.</p> |
| <p>12. ไฟด้านหลัง ส่วนท้ายสุดของรถ</p> | <p>มีไฟกระพริบ สีแดง -น้ำเงิน ด้านท้ายรถตรงขอบฝาปิดท้ายรถ และบนหลังคาส่วนท้ายสามารถมองเห็นได้ในแนวราบอย่างชัดเจน</p>  <p>The left photograph shows the rear of an ambulance with a red circle highlighting the flashing lights on the rear door. The right photograph shows the rear of an ambulance with a red circle highlighting the flashing lights on the roof.</p> |
| <p>13. ไฟตัดหมอก</p> | <p>- ให้มีการติดไฟตัดหมอกขนาดไม่เกิน 55 วัตต์</p> |
| <p><u>ระบบสื่อสาร</u> 14. สัญญาณเสียงไซเรน</p> | <p>1. มีเครื่องกำเนิดเสียงไซเรนชนิดใช้กับรถพยาบาลเพื่อส่งสัญญาณขอใช้เส้นทางฉุกเฉิน ความดังไม่น้อยกว่า 120 เดซิเบล เป็นชนิดเสียงสูงต่ำ (Hi-Low) ตามที่กฎหมายกำหนด</p> <p>2. ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ไม่รบกวนพนักงานขับรถยนต์และผู้โดยสารภายในรถ ภายในห้องโดยสารไม่ควรมีเสียงดังเกิน 80 เดซิเบล</p> |

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานความปลอดภัยของรถบริการการแพทย์ฉุกเฉิน (ต่อ)

| รายการ | ข้อกำหนดเพื่อความปลอดภัย |
|---|---|
| <p>ระบบออกซิเจน</p> <p>15. การจัดวาง/ติดตั้ง</p> | <p>1. ต้องมีตัวยึดตัวถัง (Support) อย่างมั่นคงแข็งแรง</p> <p>3. มีป้ายบอกห้ามสูบบุหรี่หรือวัสดุทำให้เกิดประกายไฟ</p> <p>4. มีป้ายบอกขั้นตอนการใช้งาน</p> |
| <p>16. คุณสมบัติของถังออกซิเจนที่ใช้บรรจุออกซิเจน</p> | <p>1. ให้ใช้ถังชนิดที่ได้มาตรฐานทางการแพทย์</p> <p>2. เป็นผลิตภัณฑ์ที่เชื่อถือได้ เป็นถังอยู่ในสภาพดีผ่านการทดสอบความปลอดภัยแล้วตามมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกาหรือยุโรปผลิต/ผลิตจากเหล็กที่ได้มาตรฐานมอก.</p> |
| <p>อุปกรณ์ทางการแพทย์</p> <p>17. การป้องกันการหลุด/รั่ว</p> <p>* (การออกแบบภายในตัวรถจะต้องไม่มีส่วนอื่นที่เป็นเหลี่ยม/คมที่เป็นอันตรายต่อผู้โดยสาร)</p> | <p>ภาชนะการจัดเก็บเวชภัณฑ์ทางการแพทย์มีการยึดครุภัณฑ์หรือวัสดุเวชภัณฑ์ ไม่ให้หลุดร่วงและสะดวกต่อการใช้งาน</p>  |
| <p>ระบบป้องกันการความปลอดภัยของผู้ป่วยและเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในรถพยาบาลฉุกเฉิน</p> <p>18. อุปกรณ์ยึดตรึง</p> | <p>- ผู้ป่วย มีและใช้สายรัดตรึงกับเตียงนอนตาแหน่งหัวไหล่</p> <p>- มีเข็มขัดนิรภัยและสายรัดตรึงที่นั่งเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในห้องพยาบาล ต้องมีสายรัดตรึงกับที่นั่งเพื่อป้องกันการบาดเจ็บเมื่อเกิดเหตุการณ์กะทันหันหรือเกิดอุบัติเหตุ</p>  |

2.3 รถบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน (รถปฏิบัติการฉุกเฉิน)

รถปฏิบัติการฉุกเฉินมีความสำคัญอย่างมากต่อการรับบริการปฏิบัติการฉุกเฉิน เพื่อการรักษาและการลำเลียงหรือขนส่งผู้ป่วยจากการเกิดอุบัติเหตุ การเจ็บป่วย หรือจากอันตรายต่าง ๆ ที่ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บ จึงทำให้รถปฏิบัติการฉุกเฉินมีใช้เพื่อการช่วยชีวิตเป็นจำนวนมากทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ซึ่งในประเทศไทยมีรถปฏิบัติการฉุกเฉินที่ผ่านารับรองจากสถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติที่นิยมใช้หลัก ๆ มีอยู่ 3 ลักษณะ คือ

1. รถตู้ เป็นปฏิบัติการจัดอยู่ในระดับชุดปฏิบัติการระดับกลาง และ ชุดปฏิบัติการระดับสูง ซึ่งมีขนาดใหญ่และมีเครื่องมือที่ครบครัน ทำให้การปฏิบัติการฉุกเฉินเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและความพร้อมต่อการปฏิบัติการฉุกเฉินในทุกสถานการณ์
 2. รถกระบะดัดแปลงหลังคาสูง เป็นการดัดแปลงรถกระบะให้มีห้องพยาบาลที่มีขนาดใกล้เคียงกับรถตู้ และมีความเหมาะสมต่อการปฏิบัติการฉุกเฉิน ซึ่งจัดอยู่ในระดับชุดปฏิบัติการระดับกลาง และชุดปฏิบัติการระดับสูงเช่นเดียวกับรถตู้
 3. รถกระบะดัดแปลงหลังคาต่ำ เป็นการดัดแปลงรถกระบะให้มีห้องพยาบาลเพื่อทำการรักษาและขนย้ายผู้ป่วย แต่ห้องพยาบาลมีขนาดเล็กกว่ารถตู้และรถกระบะหลังคาสูง เพื่อใช้กับเหตุการณ์ฉุกเฉินบางกรณีที่ต้องการความคล่องตัวหรือใช้เครื่องมืออุปกรณ์การแพทย์พื้นฐาน
- ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 รถปฏิบัติการฉุกเฉินที่นิยมใช้ในประเทศไทย

รถปฏิบัติการฉุกเฉินทั้ง 3 ลักษณะ สามารถปฏิบัติการฉุกเฉินได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่ง Sean S.W. L., (2015) ได้ให้คำนิยามประสิทธิภาพการปฏิบัติการฉุกเฉินว่า การรักษาพยาบาลที่มี

แก่ผู้ป่วยหรือผู้บาดเจ็บและการขนส่งผู้ป่วยไปสู่การช่วยชีวิตนั้นต้องเป็นไปอย่างรวดเร็ว แต่สำหรับรถปฏิบัติการฉุกเฉินทั้ง 3 ลักษณะ มีบางกรณีที่ไม่สามารถเข้าทำการปฏิบัติหน้าที่ได้ หรือเข้าได้ อย่างล่าช้า เช่น การเจ็บป่วยร้ายแรงที่เกิดขึ้นในพื้นที่เขตชุมชนหรือพื้นที่คับแคบ การเกิดอุบัติเหตุในพื้นที่การจราจรหนาแน่นหรือพื้นที่ที่ต้องผ่านการจราจรที่ติดขัด พื้นที่เหล่านี้จึงเป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการฉุกเฉิน ทำให้การเข้าถึงเป็นไปได้อย่างยากลำบากและล่าช้า นั้นหมายถึงความเสี่ยงต่อชีวิตของผู้ป่วยที่รอการช่วยเหลือ โดย Masoud S. and Semra G. A., (2016) กล่าวว่าผู้ป่วยที่ต้องการการดูแลอย่างเร่งด่วนหากได้รับการรักษาล่าช้าอาจส่งผลให้อาการของผู้ป่วยแย่ลง เช่น ผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น และเหยื่อผู้บาดเจ็บในสถานที่ในเมือง ดังนั้นการเสียชีวิตและการเจ็บป่วยของผู้ป่วยบาดเจ็บอาจได้รับผลกระทบหากไม่ได้รับการดูแลอย่างรวดเร็ว

จากปัญหาการจราจรหนาแน่นและพื้นที่แออัดในเขตเมืองทำให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาที่ล่าช้า ด้วยเหตุนี้ในหลาย ๆ ประเทศ เช่น ประเทศจีน สิงคโปร์ ไต้หวัน และฮ่องกง เป็นต้น จึงมีการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการนำรถจักรยานยนต์มาประยุกต์ใช้เพื่อการเข้าถึงผู้ป่วยในพื้นที่เขตเมือง ดังรูปที่ 2.4 และทำการรักษาพยาบาลเบื้องต้นก่อนที่รถพยาบาลหรือรถปฏิบัติการฉุกเฉินจะมาถึง เพื่อทำการรักษาขั้นสูงสำหรับผู้ป่วยที่อาการร้ายแรง หรือลำเลียงผู้ป่วยนำส่งสถานพยาบาลเพื่อทำการรักษาขั้นต่อไป (Mohammadkarim B. et al., 2012) รถจักรยานยนต์จะต้องขับขี่โดยแพทย์ภาคสนามหรือแพทย์ตำรวจ และในรถจะต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์พื้นฐานสำหรับการช่วยชีวิตเบื้องต้น (Anders R. et al., 2009) ความรวดเร็วของการเข้าถึงผู้ป่วยจากการศึกษาของในเขตเมืองที่ถนนคับแคบ การจราจรแออัดและมีประชากรหนาแน่น สามารถอธิบายได้จากการศึกษาของ Chaou-Shaune L. et al., (1998) ในพื้นที่จำกัดการเข้าถึงหรือที่การเข้าถึงเป็นไปได้อย่างรถจักรยานยนต์สามารถผ่านได้โดยง่ายและปลอดภัย ทำให้รถจักรยานยนต์มีการตอบสนองที่ดีกว่า โดยสามารถเข้าถึงผู้ป่วยได้รวดเร็วกว่า ทำให้ลดความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตของผู้ป่วย แต่ MR Peyravi et al., (2009) ได้มีการชี้แจงว่า รถจักรยานยนต์สามารถเข้าถึงผู้ป่วยได้อย่างรวดเร็ว แต่ไม่สามารถขนย้ายผู้ป่วยในกรณีที่มีอาการสาหัสออกจากพื้นที่เพื่อส่งต่อการรักษาไปยังสถานพยาบาลได้ อีกทั้งยังไม่สามารถช่วยชีวิตขั้นสูงได้ เนื่องจากข้อจำกัดของขนาดรถที่ไม่สามารถบรรจุเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ขั้นสูง ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 รถจักรยานยนต์ปฏิบัติการฉุกเฉิน (London Ambulance Service, 2019)

รถจักรยานยนต์มีความสามารถในการเข้าถึงผู้ป่วยในพื้นที่แออัดได้อย่างรวดเร็ว เพื่อลดเวลาการปฏิบัติหน้าที่ของรถปฏิบัติการฉุกเฉินสำหรับผู้ป่วยที่ไม่จำเป็นต้องส่งโรงพยาบาล เนื่องจากสามารถวินิจฉัย คัดกรอง และทำการรักษาพยาบาลเบื้องต้นได้ แต่สำหรับผู้ป่วยมีอาการสาหัสรถชนิดนี้ไม่สามารถลำเลียงผู้ป่วยออกจากที่เกิดเหตุเพื่อส่งต่อการรักษาได้ จึงจำเป็นต้องรอรถปฏิบัติการฉุกเฉิน ซึ่งในกรณีนี้หากผู้ป่วยต้องได้รับการช่วยชีวิตขั้นสูงหรือต้องนำส่งต่อการรักษาอย่างเร่งด่วน อาจทำให้อาการของผู้ป่วยแย่ลงและอาจเสียชีวิตได้ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การปฏิบัติการฉุกเฉินยังมีประสิทธิภาพไม่มากพอ ดังนั้นจึงสนใจพัฒนารถปฏิบัติการฉุกเฉิน โดยต้องสามารถเข้าถึงผู้ป่วยในพื้นที่แออัด คับแคบได้อย่างรวดเร็วเพื่อทำการรักษาเบื้องต้นและต้องสามารถลำเลียงผู้ป่วยออกจากสถานที่เกิดเหตุเพื่อทำการส่งต่อการรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาการพัฒนาและการประยุกต์ของรถปฏิบัติการฉุกเฉิน พบว่ามีการประยุกต์ใช้ยานพาหนะหลากหลายชนิดมาใช้เป็นรถพยาบาลหรือรถปฏิบัติการฉุกเฉิน เช่น รถมอเตอร์ไซค์ รถกอล์ฟ รถเอทีวี เป็นต้น เพื่อจุดประสงค์ของการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยรถกอล์ฟเป็นยานพาหนะที่เป็นที่นิยมนำมาใช้ในการปฏิบัติการฉุกเฉินสำหรับลำเลียงผู้ป่วยมากที่สุด ดังรูปที่ 2.4 ตัวอย่างเช่น ใช้เพื่อการลำเลียงผู้ป่วยจากการแข่งขันฟุตบอล กอล์ฟ ใช้เพื่อการลำเลียงผู้ป่วยระหว่างอาคารในโรงพยาบาล โรงเรียน หรือสนามบิน เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความสนใจที่จะประยุกต์รถกอล์ฟใช้เป็นรถขนย้ายผู้ป่วยในพื้นที่แออัด คับแคบ เนื่องจากรถมีขนาดเล็กจึงใช้พื้นที่การจราจรน้อยมีพื้นที่เพียงพอต่อการบรรจุเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่จำเป็นต่อการรักษา และมีพื้นที่สำหรับการลำเลียงผู้ป่วยเพื่อส่งต่อการรักษา ด้วยประการนี้รถกอล์ฟจึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้เป็นรถ

ขนย้ายผู้ป่วยได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และรถกอล์ฟยังประหยัดพลังงาน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และมีราคาไม่สูงอีกด้วย



รูปที่ 2.4 รถกอล์ฟลำเลียงผู้ป่วย (Car Golf, 2019)

รถกอล์ฟที่ประยุกต์ใช้เพื่อการลำเลียงผู้ป่วยที่มีใช้โดยทั่วไปนั้น มีลักษณะเปิดโล่งและมีอุปกรณ์ทางการแพทย์เพียงเตียงเคลื่อนย้ายผู้ป่วยและชุดปฐมพยาบาลเบื้องต้นเท่านั้น จึงไม่สามารถทำการรักษาผู้ป่วยได้ และไม่เหมาะสมแก่การใช้เพื่อการลำเลียงหรือเคลื่อนย้ายผู้ป่วยในเขตเมือง ดังนั้นจึงศึกษาและออกแบบรถขนย้ายผู้ป่วย เพื่อพัฒนารถกอล์ฟสำหรับการลำเลียงผู้ป่วยให้มีความเหมาะสมแก่การลำเลียงผู้ป่วยในเขตเมืองหรือพื้นที่แออัด คับแคบ และเพื่อให้มีความสามารถปฐมพยาบาลหรือรักษาผู้ป่วยเบื้องต้นได้ก่อนที่จะส่งต่อการรักษาต่อไป

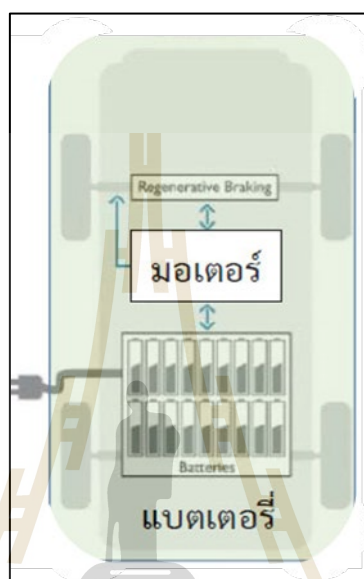
2.4 รถกอล์ฟ

รถกอล์ฟไฟฟ้า (Electric Vehicle) มีระบบการขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าแทนการใช้น้ำมัน โดยใช้มอเตอร์ทำงานแทนเครื่องยนต์ ทำให้ไร้เสียงรบกวน เนื่องจากไม่มีเสียงการเร่งเครื่องยนต์ หรืออาการกระชากในการเปลี่ยนเกียร์หรือออกตัว โดยมีข้อดีคือ มีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งต่างจากการใช้น้ำมันที่ต้องเกิดการเผาไหม้ จึงทำให้รถกอล์ฟไฟฟ้าเป็นที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน แต่มีข้อเสียคือ ไม่สามารถใช้งานไกล ๆ หรือสถานที่ที่ไม่มีไฟฟ้า เพราะมีระยะเวลาใช้งานสั้น และการชาร์จไฟต้องใช้เวลาานาน ไม่สามารถใช้งานได้ทันที

ปัจจุบันรถกอล์ฟไฟฟ้าได้ดัดแปลงเพื่อใช้ตามวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันอย่างกว้างขวาง เช่น เป็นรถไฟฟ้ากระบะขนของ รถตู้ไฟฟ้าเพื่อขนผ้า ขนอาหาร ฯลฯ และนอกจากงานสนามกอล์ฟแล้ว ยังมีการนำรถกอล์ฟไฟฟ้าไปดัดแปลงเป็นรถไฟฟ้าเอนกประสงค์ ส่วนใหญ่จะเป็นการขนส่งสิ่งของในสถานที่ไม่ต้องการให้เกิดควันพิษหรือมลภาวะ

ระบบการทำงาน

รถกอล์ฟไฟฟ้ามีระบบการทำงานที่ไม่ซับซ้อน โดยมีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นส่วนขับเคลื่อนและใช้แบตเตอรี่เป็นส่วนเก็บพลังงาน ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดระบบการทำงานของรถกอล์ฟไฟฟ้าได้ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบระบบการทำงานของรถกอล์ฟ

1. ระบบการขับเคลื่อน เป็นการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีมอเตอร์ไฟฟ้าจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล จากนั้นพลังงานกลจะถูกส่งไปยังเพลาเพื่อให้เพลาเกิดการหมุน ส่งผลให้ล้อหมุนตามการหมุนของเพลา เพื่อให้รถกอล์ฟเกิดการเคลื่อนที่
2. ระบบกำลัง รถกอล์ฟไฟฟ้าจะเก็บไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่และนำมาใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์เมื่อต้องการ ดังนั้นกำลังของรถกอล์ฟจึงถูกกำหนดด้วยปริมาณของพลังงานที่มอเตอร์ใช้ในการขับเคลื่อน
3. ระบบพลังงาน การขับเคลื่อนมอเตอร์ เกิดจากการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปยังมอเตอร์และจะถูกควบคุมการทำงานด้วยกล่องควบคุม (Controller) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของระบบพลังงาน ถ้ารถไฟฟ้ามีระบบมอเตอร์แบบกระแสสลับ ระบบพลังงานจะมีส่วนที่เป็นตัวแปลงกลับ (Inverter) เพื่อเปลี่ยนกระแสไฟแบบ DC จากแบตเตอรี่เป็นกระแส AC สำหรับมอเตอร์

แบตเตอรี่ (Battery) คือ พลังงานเคมีที่เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า และเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยแบตเตอรี่ที่นิยมใช้กับรถกอล์ฟเป็นแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดชนิด “Battery Deep cycle” สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าปริมาณสูงได้นาน เนื่องจากต้องการกำลังไฟฟ้าสูงในการขับเคลื่อน ดังนั้นแบตเตอรี่จึงเป็นหัวใจหลักของรถไฟฟ้า ขนาดแรงดันจะเป็นตัวกำหนดความเร็วของการขับเคลื่อน ถ้าแรงดันสูงจะมีความเร็วมาก และขนาดความจุของแบตเตอรี่เป็นตัวกำหนดระยะทางขับเคลื่อน ถ้าความจุมากจะขับเคลื่อนได้ไกล

กล่องควบคุม (Controller) คือ อุปกรณ์สำคัญอย่างหนึ่งของรถกอล์ฟไฟฟ้า ทำหน้าที่ควบคุมและสั่งการระบบพลังงานจากแบตเตอรี่ เพื่อควบคุมการทำงานส่งจ่ายไฟฟ้าให้รถกอล์ฟไฟฟ้าขับเคลื่อนได้อย่างราบรื่น เปรียบเสมือน “สมองกล” ของรถไฟฟ้า โดยเป็นศูนย์กลางของการทำงานที่สามารถปรับแต่งค่าเพื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ ควบคุมความเร็วสูงสุด และบริหารกำลังไฟฟ้าในแต่ละสถานการณ์ของการขับขี่ ดังนั้น Controller จึงมีความสำคัญอย่างมากต่อระบบการทำงาน

4. ระบบการชาร์จ กระแสไฟฟ้าจะถูกส่งผ่านไปยังรถโดยผ่านเครื่องชาร์จ จากนั้นเครื่องชาร์จจะเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าจากกระแสสลับเป็นกระแสตรง เพื่อป้อนให้กับแบตเตอรี่ในการเก็บพลังงาน

รถกอล์ฟมีการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ที่ได้กำลังมาจากแบตเตอรี่ ดังนั้นการเลือกชุดมอเตอร์และชุดควบคุมขึ้นอยู่กับน้ำหนักรถ ระยะทางที่ต้องการและความเร็วที่ต้องการ ซึ่งจะต้องเลือกชุดมอเตอร์และชุดควบคุมให้มีความสัมพันธ์ ซึ่งหากมีการใช้แรงดันที่สูง กำลังที่ได้ก็จะสูงขึ้นด้วยเช่นกัน

2.5 การออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย

การออกแบบต้นแบบรถขนาดเล็กเพื่อขนย้ายผู้ป่วย ผู้ศึกษาเลือกใช้การออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบแทนการร่างมือ เนื่องจากขั้นตอนแบบสำหรับการขนย้ายผู้ป่วยมีรายละเอียดเป็นจำนวนมากและมีความซับซ้อน อีกทั้งยังต้องการแสดงรายละเอียดของส่วนต่างๆ ให้ชัดเจนและครบถ้วน เพื่อถ่ายทอดความเข้าใจและสามารถนำไปสู่การสร้างต้นแบบอย่างถูกต้อง ครบถ้วนและเป็นขั้นตอน

โดย คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer Aided Design: CAD) เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยออกแบบในการสร้างชิ้นส่วน (Part) ด้วยแบบจำลองทางเลขาคณิต (Geometry) ชิ้นส่วนที่สร้างขึ้นเรียกว่าแบบจำลอง (Model) มีลักษณะ 3 มิติ (ความกว้าง ความสูง และความหนา) และสามารถแสดงเป็นแบบ Drawing หรือไฟล์ข้อมูล CAD โดยแบบจำลองสามารถปรับให้เสมือนจริงได้ด้วยการกำหนดสี ลักษณะพื้นผิว (Texture) สามารถคำนวณหาพื้นที่ ปริมาตร หรือน้ำหนักได้

ก่อนการผลิต สามารถใช้ทดสอบการวางตำแหน่ง การประกอบได้ โดยมีรูปแบบการแสดงผลข้อมูล 3 มิติ ในซอฟต์แวร์ CAD สามารถทำได้ 3 แบบ ดังนี้

พื้นผิว (Surface modeling) การแสดงผลการนำผืนผ้าสี่เหลี่ยมซึ่งถือว่าเป็น 1 ผืนหน้า มาต่อกันจะได้พื้นผิวบาง และเก็บข้อมูลในลักษณะ เส้นขอบ พิกัดของจุด และข้อมูลขอบผิวที่ติดกัน

ปริมาตรตัน (Solid modeling) เป็นการจำลองข้อมูล 3 มิติ โดยจะถูกเก็บข้อมูลในลักษณะของ ลำดับการนำรูปทรงตันพื้นฐานมาสร้างสัมพันธ์กัน เพื่อให้ได้รูปทรงตามแบบที่ต้องการ

โครงลวด (Wire frame modeling) การเก็บข้อมูลของแบบจำลองเฉพาะเส้นขอบและพิกัดของจุด มีข้อดีคือแสดงผลได้อย่างรวดเร็ว แต่ดูค่อนข้างยากกว่าแสดงผลในมุมมองใด

ปัจจุบันการออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์เป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นทางด้าน อุตสาหกรรมการผลิต การเรียนการสอน หรือการวิจัย จึงทำให้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการ ออกแบบเป็นจำนวนมาก ให้มีการใช้งานที่ง่ายและมีประสิทธิภาพในการใช้งานที่ดี ซอฟต์แวร์ ทางด้านการออกแบบที่มีใช้ทั่วไป เช่น AutoCAD, SolidWorks, SketchUp เป็นต้น การเลือกใช้ ซอฟต์แวร์ขึ้นอยู่กับลักษณะงานและความถนัดของผู้ออกแบบ ทั้งนี้สำหรับการศึกษาการออกแบบ รถต้นแบบขนาดเล็กสำหรับการขนย้ายผู้ป่วยเลือกใช้ซอฟต์แวร์ SolidWorks 2015 ออกแบบขนาด รูปร่าง และตำแหน่งการติดตั้งต่าง ๆ ให้มีลักษณะ 3 มิติ และแสดงภาพแบบเขียนคอมพิวเตอร์ เพื่อการแสดงผลละเอียดให้มีความชัดเจนและสามารถเข้าใจได้โดยง่าย เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์ที่ นิยมใช้สำหรับการออกแบบชิ้นส่วน 3 มิติ ซึ่งการออกแบบชิ้นส่วน การประกอบชิ้นส่วน และการบอกขนาดมีการแยกส่วนกันอย่างชัดเจน จึงมีการใช้งานง่ายและง่ายต่อความเข้าใจ

2.6 การสร้างรถต้นแบบ

การสร้างต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วยมีหลายส่วนและหลายขั้นตอน ซึ่งในแต่ละส่วนแต่ละขั้นตอนจะใช้เทคนิค หลักการและกระบวนการสร้างที่แตกต่างกัน เพื่อความเหมาะสม และเป็นไปตามลักษณะงานสำหรับส่วนประกอบนั้น ๆ ของโครงสร้างรถ ซึ่งโครงสร้างพื้นฐานของ รถประกอบด้วย โครง (Frame) และตัวถัง (Body) โดยการสร้างโครงรถใช้เทคนิคการประกอบด้วยการเชื่อมติดโครงรถเข้ากับระบบรับน้ำหนัก (Chassis) และตัวถังรถ (Body) ใช้เทคนิคด้วยวัสดุผสม ซึ่งในกระบวนการสร้างแต่ละเทคนิคมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.6.1 โครงรถ

สถาบันยานยนต์, 2557 อธิบายแนวความคิดการออกแบบโครงสร้างของตัวถังรถ มีจุดมุ่งหมายที่ความแข็งแรง ซึ่งความแข็งแรงต้องเพียงพอที่จะรองรับกลไกและระบบต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อการเคลื่อนที่ และทำหน้าที่ช่วยรับและดูดกลืนแรงที่เกิดจากการชน

การสั่นสะเทือน เพื่อช่วยป้องกันอันตรายที่เกิดกับผู้ขับขี่และผู้โดยสาร โดยโครงสร้างแบ่งเป็นสองประเภท คือ

แบบโครงอิสระ (Independent frame type) โครงรถกับแชสซีส์ถูกแยกออกจากกัน โดยแชสซีส์เป็นส่วนที่ใช้ยึดกลไกการเคลื่อนที่ เช่น เครื่องยนต์ ระบบรองรับ น้ำหนัก ระบบบังคับเลี้ยว รวมทั้งท่าทางที่ดูคดก้นแรงที่เกิดจากการชนภายนอกและการสั่นสะเทือนจากพื้นถนน โครงรถแบบนี้จะมีน้ำหนักมากแต่ก็สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ปริมาณมาก ทำให้นิยมใช้โครงรถประเภทนี้กับรถบรรทุก

แบบโครงในตัว (Unibody) แนวคิดการออกแบบโครงสร้างตัวถังรถยนต์ประเภทนี้ได้มาจากการออกแบบสร้างเครื่องบินที่เรียกว่า โมโนค็อก (Monocoque) โดยการเชื่อมสปอตขึ้นส่วนที่ทำจากโลหะ ทำให้ไม่ต้องมีส่วนของแชสซีส์ โครงสร้างประเภทนี้มีน้ำหนักเบา มีความแข็งแรงสูง ด้านทานแรงบิดได้ดี และมีความเรียบร้อยสวยงาม

2.6.2 ตัวถังรถ

ใช้เทคนิควัสดุผสมเสริมแรงสำหรับการสร้างตัวถังของรถ และสร้างแบบพิมพ์ (Mold) ของตัวถังรถ เนื้อทั้ง 2 ส่วน ต้องการความแข็งแรงและน้ำหนักเบา

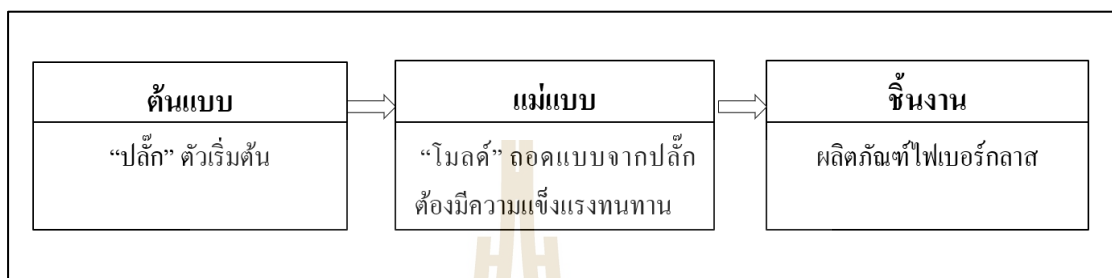
วัสดุผสม (Composite Materials)

การเพิ่มความแข็งแรงของวัสดุคอมโพสิต ที่นำมาใช้งานในอุตสาหกรรม จำเป็นต้องนำเส้นใยเสริมแรงมาประกอบในขณะที่ทำการผลิตขึ้นงานด้วยการขึ้นรูป (Forming) เพื่อให้การยึดเกาะตัวกันของวัสดุที่ประกอบอยู่ในชิ้นส่วน/ส่วนประกอบนั้นมีความคงตัว (Stable) ไม่เกิดการเปลี่ยนรูปร่างขณะที่ได้รับแรงเมื่อใช้งาน ซึ่งเส้นใยเสริมแรง หรือ “Fiber Reinforcement” ที่นำมาประกอบนี้อาจเป็นเส้นใยเสริมแรงจากวัสดุธรรมชาติ หรือเส้นใยจากวัสดุสังเคราะห์ก็ได้

ความหมายของวัสดุคอมโพสิต หมายถึง คือ การนำเอาวัสดุที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันตั้งแต่ 2 ชนิดหรือมากกว่ามาประกอบกัน เพื่อสร้างเป็นวัสดุที่มีโครงสร้างใหม่ซึ่งมีคุณสมบัติที่ดีกว่าวัสดุต้นทาง ซึ่งวัสดุคอมโพสิตมีส่วนเหนือกว่าวัสดุใช้งานดั้งเดิมอยู่หลายประการ เช่น มีค่าความแกร่งและแข็งแรงสูง แต่มีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำ หมายความว่า เป็นวัสดุที่เบาแต่แข็งแรงกว่า ถ้าเปรียบเทียบความแข็งแรงต่อน้ำหนัก ผลผลิตผลิตภัณฑ์ได้ง่ายและสามารถออกแบบให้เกิดประโยชน์ด้านความสวยงามควบคู่ไปกับการใช้ความรู้ด้านวิศวกรรม โครงสร้าง นอกจากนั้นยังมีความได้เปรียบเรื่องความทนทานต่อการกัดกร่อน จากสารเคมีและสภาพดินฟ้าอากาศได้ดีอีกด้วย สิ่งต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ทำให้ “คอมโพสิต” เป็นวัสดุที่นำมาใช้ประโยชน์ได้สูง โดยมีราคาที่เหมาะสม ถ้าเลือกใช้วัสดุพื้นฐานที่ไม่แพง รวมทั้งการผลิต การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบซับซ้อน ก็สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ให้ใช้งานได้ดี สวยงาม และอายุใช้งานทนทานนานคุ้มค่า

เส้นใยเสริมแรง ในการเสริมแรงวัสดุผสมองค์ประกอบที่สำคัญคือ เส้นใย และเส้นใยที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ เส้นใยแก้ว หรือ ไฟเบอร์กลาส เนื่องจากมีราคาต่ำ มีความแข็งต้านทานสารเคมี มีความแข็งแรง ยืดหยุ่น และน้ำหนักเบา

กระบวนการผลิตชิ้นงานไฟเบอร์กลาส



รูปที่ 2.6 แผนผังกระบวนการผลิตชิ้นงานไฟเบอร์กลาส

1. การสร้างต้นแบบ (Model) หรือ ปลั๊ก

เริ่มต้นของการผลิตชิ้นงานนั้นเราต้องมีต้นแบบหรือที่ภาษาช่างจะเรียกว่าปลั๊ก ซึ่งอาจเป็นการทำขึ้นมาเอง การทำปลั๊กด้วยตัวเองนั้นแตกต่างกันไปในแต่ละความชำนาญและงานที่จะทำ เช่น ขึ้นรูปด้วยพียูโฟม จีซีิ่ง ดินเหนียวหรือดินน้ำมันอุตสาหกรรม ปลั๊กนั้นเป็นจุดสำคัญของการผลิตชิ้นงานไฟเบอร์อย่างมาก เพราะถ้าปลั๊กทำออกมาได้ดี ขนาดและสัดส่วนถูกต้อง ผิวเรียบไม่เป็นคลื่น ขอบสันมุมไม่เบี้ยว โมลด์ที่ก่อมาจากปลั๊กก็จะดีตามไปด้วย และเมื่อนำโมลด์นั้นมาผลิตชิ้นงาน ชิ้นงานก็จะสวยงามและสัดส่วนถูกต้องใกล้เคียงกับปลั๊กมากที่สุด โดยสำหรับการสร้างต้นแบบของแม่แบบในการศึกษานี้ เลือกใช้วิธีการปั้นดินน้ำมันอุตสาหกรรม เนื่องจากการสร้างต้นแบบด้วยดินน้ำมันอุตสาหกรรมสามารถปรับปรุงลักษณะ รายละเอียดได้ และสามารถปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตลอดการสร้าง

Thomas, (2015) อธิบายขั้นตอนการสร้างต้นแบบด้วยดินน้ำมันอุตสาหกรรม โดยเริ่มจากการใช้โฟมหรือไม้สร้างเป็น โครงสร้างเพื่อความแข็งแรงมั่นคง และยึดตำแหน่งส่วนประกอบที่สำคัญ เช่น ล้อ ฐาน เพื่อความสมจริง และเมื่อได้โครงสร้างคร่าว ๆ ต่อไปเป็นการนำดินน้ำมันสร้างผิวชั้นนอกของต้นแบบ ซึ่งก่อนการสร้างชั้นผิวจะต้องทำการเตรียมดินน้ำมัน โดยการให้ความร้อนที่ 54-58 องศาเซลเซียส เพื่อให้ดินน้ำมันมีความเหนียวและอ่อนตัวพอที่จะนำไปขึ้นรูปทรงได้ง่าย ดินน้ำมันที่นิยมใช้จะเป็นสีน้ำตาลเนื่องจากสีน้ำตาลจะสามารถเห็นรูปร่างของต้นแบบได้ดีเมื่อเย็นตัวลง โดยปกติจะใช้เวลา 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้ดินน้ำมันแข็งพอที่จะสามารถ

แกะสลักได้ จากนั้นจึงใช้อุปกรณ์สำหรับการปั้นและการแต่งผิวสร้างรายละเอียดบนผิวด้านแบบด้วยมือให้มีรูปทรง ลักษณะ และรายละเอียดตามการออกแบบ ขั้นตอนสุดท้ายของการสร้างต้นแบบดินน้ำมันคือการเก็บรายละเอียดผิว เพื่อให้ต้นแบบมีผิวที่เรียบมันและมีมิติที่สมจริง และเมื่อสร้างต้นแบบด้วยดินน้ำมันเสร็จสิ้นขั้นตอนต่อไปเป็นขั้นตอนการถอดแบบจากต้นแบบหรือการสร้างแม่แบบ เพื่อใช้สำหรับการผลิตชิ้นงานต่อไป

2. การสร้างแม่แบบ หรือ โมลด์ (Mold)

การสร้างแม่แบบหรือโมลด์คือการก๊อปปี้แบบจากต้นแบบหรือปลั๊กที่มีลักษณะตามที่ต้องการสร้างชิ้นงาน โดยเริ่มจากการเตรียมผิวของปลั๊กให้สะอาดเรียบและมันเงา เพื่อให้โมลด์ที่จะทำการสร้างถอดออกจากปลั๊กได้ผิวที่มันเงางามและไม่ต้องเสียเวลาในการแต่ง นอกจากนี้ยังช่วยให้การถอดโมลด์เป็นไปได้อย่างอีกด้วย และเพื่อความมั่นใจควรขัดผิวด้วยขี้ผึ้งถอดแบบเพื่อไม่ให้ทั้งปลั๊กและทั้งโมลด์เกิดความเสียหาย จากนั้นลงเจลโค้ททับขี้ผึ้งให้มีความหนาของเจลโค้ทประมาณ 0.5-1 มิลลิเมตร เพื่อให้ผิวหน้าโมลด์ความแข็งแรงและเป็นเงางาม รอจนเจลโค้ทแห้งจึงทำการเตรียมเรซินด้วยการผสมผงแคลเซียมลงในเรซินเพื่อเพิ่มเนื้อ ซึ่งการผสมผงแคลเซียมจะช่วยลดต้นทุนได้มากและช่วยเพิ่มความแข็งของพื้นผิว ผสมโมโนสไตรีนเพื่อปรับลดความหนืดเหนียวของเรซิน และใส่ตัวเร่ง MEKP ตามลงไปอัตราส่วนประมาณ 1% แล้วคนให้เข้ากัน จากนั้นเริ่มวางใยแก้วที่ตัดเตรียมไว้ล่วงหน้าตามรูปแบบของงาน โดยวางใยแก้วลงแล้วทาเรซินให้เปียก ทำการไล่ฟองอากาศออก ซึ่งการทำต้องที่ละชั้นจนได้ความหนาที่ออกแบบ รอจนเรซินแห้งสนิทจึงทำการแกะโมลด์นี้ออกจากปลั๊ก การแกะโมลด์ไม่ควรรีบแกะโมลด์ที่ยังไม่แห้งสนิทเนื่องจากโมลด์อาจเกิดการบิดเบี้ยว ชิ้นงานที่ออกมาก็จะบิดเบี้ยวไปตามโมลด์ จากนั้นเป็นการทำความสะอาดและตกแต่งผิวที่เสียหายจากการถอด โมลด์ที่พร้อมใช้งานผิวจะเรียบเป็นมันเงา

3. การสร้างชิ้นงาน

ขั้นตอนพื้นฐานของการผลิตชิ้นงานด้วยไฟเบอร์มี 5 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดแตกต่างกันและให้ความสำคัญของแต่ละขั้นตอนแตกต่างกัน รวมไปถึงการจัดเรียงขั้นตอนการทำงานสามารถเรียงลำดับสลับกันได้ตามความเหมาะสมของแต่ละกระบวนการ

- การผสมเรซินและตัวทำปฏิกิริยา (Mixing Resin and Activators)
- การถ่ายเทเรซินไปที่แม่แบบ (Dispensing Resin into Mold)
- การจัดวางใยเสริมแรง (Positioning Reinforcement with Resin)
- การดูดซับกับใยเสริมแรง (Impregnating Reinforcement with Resin)
- การแข็งตัว (Curing)

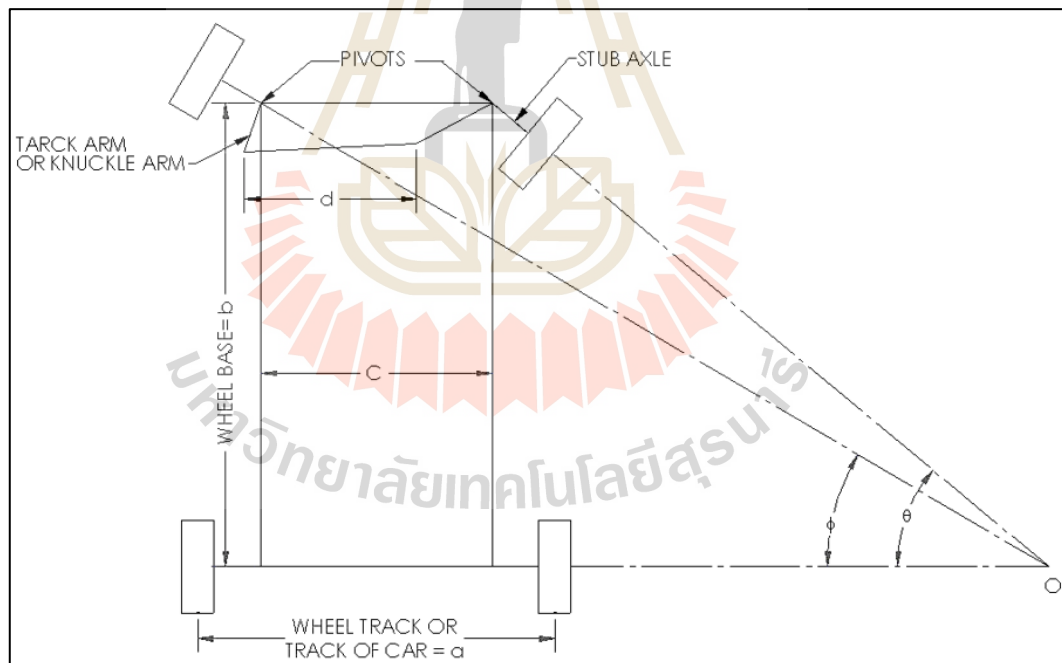
สำหรับรูปแบบการผลิตนั้นมีหลากหลายรูปแบบ เช่น แบบใช้เครื่องพ่นเรซินและใยแก้วไปบนแม่แบบ หรือ โมลด์ (Mold), แบบใช้ความดันหรือสุญญากาศในการดึงเรซินเข้าไป

ในแม่แบบ หรือวิธีดั้งเดิมคือแบบใช้มือคนทาเรซึ่งลงบนใยแก้วที่อยู่ใน โมลด์เลย์ก็ได้ซึ่งเป็นวิธีที่เราจะพูดถึงกันเพราะเป็นวิธีหลักที่ใช้กันอยู่กว่า 95% ของการผลิตชิ้นงานไฟเบอร์ ซึ่งขั้นตอนและวิธีการการทำชิ้นงานมีขั้นตอนที่คล้ายกับขั้นตอนการทำโมลด์มาก คือเป็นการก๊อปปี้ชิ้นงานออกมาจากโมลด์เช่นเดียวกับการก๊อปปี้โมลด์ออกมาจาก (กิตติ และคณะ, 2548)

2.7 การบังคับเลี้ยว

2.7.1 เงื่อนไขการบังคับเลี้ยว

เมื่อใดก็ตามที่รถเลี้ยว ส่วนใหญ่แล้วล้อหน้าจะต้องหมุนไปในทิศทางที่ต้องการ และส่วนที่เกี่ยวข้องจะเคลื่อนที่ตามไปด้วย โดยมีแนวแกนของล้อหลังเป็นจุดหมุนและล้อทั้งหมดจะหมุนรอบจุดศูนย์กลางทันที เพื่อหลีกเลี่ยงการดิ่งไถลไปทางด้านข้าง เนื่องจากล้อหลังเป็นแกนร่วมศูนย์ที่ค่อนข้างชัดเจน โดยที่มีจุดศูนย์กลางร่วมกันระหว่างล้อหน้าและล้อหลัง ณ ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งก็ได้ ดังแสดงใน ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 เงื่อนไขการเลี้ยวของรถ

จากรูปที่ 2.7

$$\cot \phi = \frac{c+x}{b} = \frac{c}{b} + \frac{x}{b} = \frac{c}{b} + \cot \theta \quad (2.1)$$

โดยที่

- θ คือ มุมเลี้ยวล้อด้านใน
- ϕ คือ มุมเลี้ยวล้อด้านนอก
- a คือ ความกว้างช่วงล้อ
- b คือ ความยาวช่วงล้อหน้า - หลัง
- c คือ ความกว้างระหว่างสลักล้อ
- d คือ ความยาวคันส่งล้อรถ
- x คือ ระยะจากจุด 0 ถึงขอบของความกว้างระหว่างสลักล้อ

$$\cot \phi - \cot \theta = \frac{c}{b} \quad (2.2)$$

ดังนั้น จากสมการที่ 2.2 เป็นการให้เงื่อนไขพื้นฐานที่เหมาะสมสำหรับระบบบังคับเลี้ยวทุกประเภทโดยไม่คำนึงถึงการเดินไถลทางด้านข้างของรถ การบังคับเลี้ยวเป็นการบังคับจากพวงมาลัยโดยการรักษามุมของล้อให้เหมาะสมขณะเลี้ยว แต่ในทางปฏิบัติเป็นไปได้ที่จะรักษามุมที่ถูกต้องของล้อให้เหมาะสมกับการเลี้ยวในทุก ๆ องศาการบังคับเลี้ยว

เมื่อรถเลี้ยวโดยไม่เกิดการเดินไถลทางด้านข้าง ล้อทั้งหมดจะหมุนรอบจุดศูนย์กลางร่วมกัน ในขณะที่รัศมีและมุมในแต่ละล้อต่างกัน ดังรูปที่ 2.7 ซึ่งความแตกต่างดังสมการต่อไปนี้ รัศมีวงเลี้ยวด้านนอกของล้อหน้า

$$R_{of} = \frac{b}{\sin \phi} + \frac{a-c}{2} \quad (2.3)$$

รัศมีวงเลี้ยวด้านในของล้อหน้า

$$R_{if} = \frac{b}{\sin \theta} - \frac{a-c}{2} \quad (2.4)$$

รัศมีวงเลี้ยวค่านอกของล้อหลัง

$$R_{of} = b \cot \phi + \frac{a-c}{2} \quad (2.5)$$

รัศมีวงเลี้ยวค่านในของล้อหลัง

$$R_{ir} = b \cot \theta - \frac{a-c}{2} \quad (2.6)$$

ดังนั้นรัศมีวงเลี้ยวสามารถหาที่กำหนดได้หลายวิธี เพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนสมาคมวิศวกรยานยนต์ จึงใช้คำนิยามดังต่อไปนี้ “รัศมีวงเลี้ยวของยานยนต์เป็นรัศมีของส่วนโค้งที่อธิบายโดยศูนย์กลางของแท่งที่ทำโดยล้อหน้าด้านนอกของยานพาหนะเมื่อทำการเลี้ยวเต็มที่ที่สุด” รัศมีวงเลี้ยวขึ้นอยู่กับ a , b , c และมุมสูงสุดคือมุม θ ซึ่งอยู่บริเวณล้อหน้าด้านในสามารถบังคับเลี้ยวจากตำแหน่งล้อตรงไปยังตำแหน่งการบังคับสูงสุดของล้อ ดังนั้น รัศมีวงเลี้ยวค่านอกของล้อหน้า (R_{of}) เมื่อแสดงพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้ดังสมการ 2.7 ซึ่งรัศมีวงเลี้ยวสามารถหาได้ง่ายโดยใช้วิธีการฝึก (N.K. Giri, 2011)

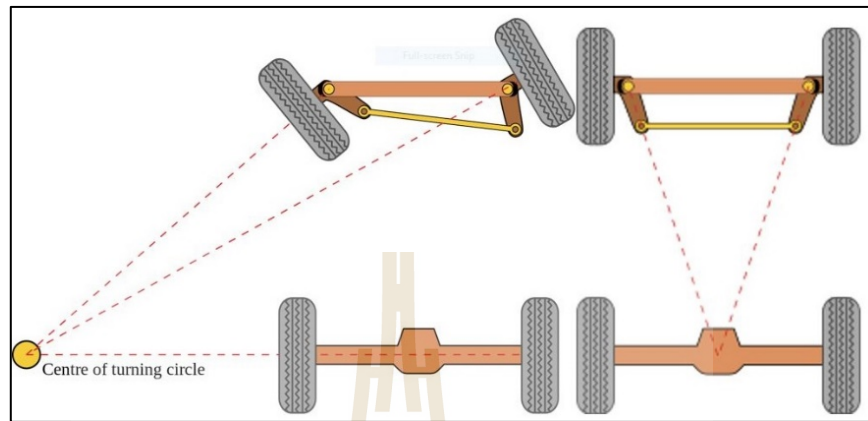
$$R_{of} = \left[\left(-\frac{b}{\sin \theta} \right)^2 + c^2 + \frac{2bc}{\tan \theta} \right]^{\frac{1}{2}} + \frac{a-c}{2} \quad (2.7)$$

2.7.2 ระบบบังคับเลี้ยวแบบอ็คเคอร์มันน์ (Ackerman Steering)

ในปัจจุบัน โครงสร้างกลไกวิธีการเปลี่ยนทิศทางล้อคู่หน้าของยานพาหนะที่นิยมใช้เป็นแบบอ็คเคอร์มันน์ ซึ่งถูกคิดค้นขึ้นมาโดย รูดอล์ฟ อ็คเคอร์มันน์ (Rudolf Ackermann) เพื่อแก้ปัญหาการเลี้ยวโค้งที่ไม่สมดุลและการไถลในขณะเลี้ยว นำมาซึ่งการสึกกร่อนที่หน้ายางพร้อมทั้งช่วยให้ยานพาหนะเลี้ยวโค้งได้อย่างสมดุล แสดงโครงสร้างกลไกแบบอ็คเคอร์มันน์ ดังรูปที่ 2.8

โครงสร้างกลไกวิธีแบบอ็คเคอร์มันน์คือ สภาวะที่เกิดจุดศูนย์กลางร่วมของล้อทั้ง 4 ล้อ ในขณะเลี้ยวโค้ง และมุมเลี้ยวที่ล้อหน้าด้านซ้ายและด้านขวามีค่าไม่เท่ากัน ในขณะเลี้ยวกล่าวคือ ตัวอย่างเมื่อเลี้ยวซ้าย ผลจากกลไกอ็คเคอร์มันน์ทำให้มุมเลี้ยวที่ล้อหน้า ด้านซ้ายจะมีค่ามากกว่ามุมเลี้ยวที่ล้อหน้าด้านขวา และเกิดจุดศูนย์กลางการเลี้ยวร่วมของล้อหน้าด้านซ้าย ล้อหน้าด้านขวา

และล้อหลังทั้งสองล้อ ผลดังกล่าวช่วยให้การเลี้ยวมีความสมดุลไม่เกิดการลื่นไถลที่หน้ายาง สำหรับการเลี้ยวขวาก็เช่นเดียวกัน แต่มุมเลี้ยวที่มากกว่าจะเป็นล้อหน้าด้านขวา



รูปที่ 2.8 โครงสร้างกลไกวิธีเลี้ยวแบบอ็คเคอร์มันน์

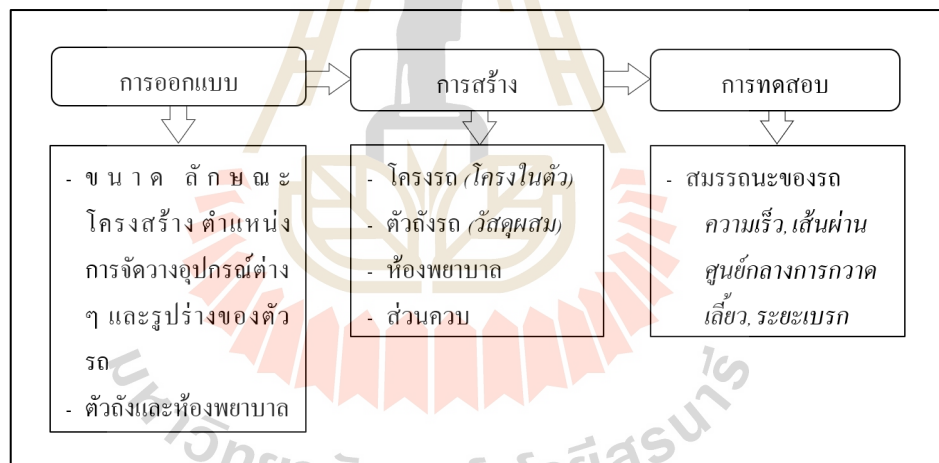
บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

บทนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วยโดยประยุกต์ใช้รถกอล์ฟไฟฟ้ามาดัดแปลงสร้างรถต้นแบบ การดำเนินงานแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. เป็นการออกแบบขนาดและพื้นที่การใช้งานภายในห้องพยาบาล ภายใต้มาตรฐานรถปฏิบัติการฉุกเฉิน
2. การสร้างต้นแบบรถและติดตั้งอุปกรณ์ส่วนควบต่าง ๆ
3. การทดสอบสมรรถนะของรถต้นแบบ

โดยขั้นตอนของการดำเนินการวิจัยดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยโดยรวม

3.1 การออกแบบ

การออกแบบต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วยคำนึงถึงความสะดวกต่อการขนย้ายผู้ป่วยเจ็บป่วยและความคล่องตัวในการทำงาน การออกแบบอิงตามมาตรฐานยานพาหนะเพื่อขนส่งผู้ป่วยฉุกเฉินของสถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ สำหรับขั้นตอนของการออกแบบได้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การออกแบบขนาดโครงสร้างของรถ และการสร้างแบบคอมพิวเตอร์และการวิเคราะห์ด้วยซอฟต์แวร์ SolidWorks 2015

3.1.1 การออกแบบโครงสร้างรถ

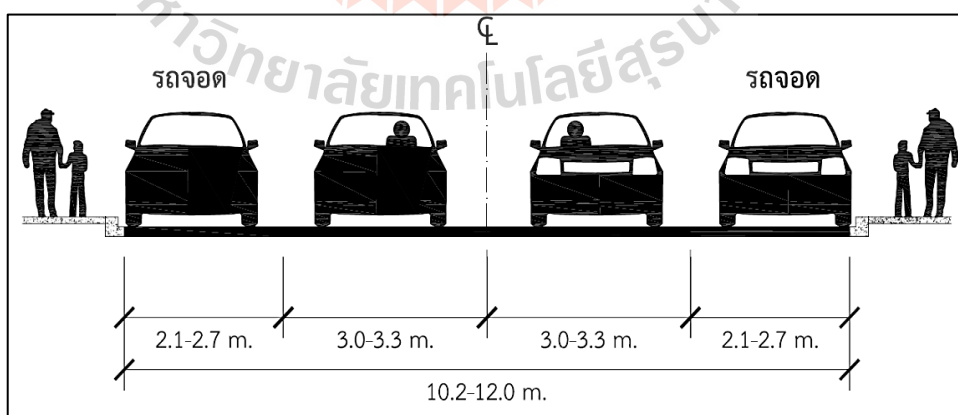
การออกแบบโครงสร้างเป็นการออกแบบขนาดของรถ ระบบรับน้ำหนัก และตำแหน่งองค์ประกอบของรถขนย้ายผู้ป่วย เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้คือ มีขนาดกระทัดรัดและมีมาตรฐานตามเกณฑ์รถปฏิบัติการฉุกเฉิน ดังนั้นการออกแบบของทั้ง 3 ส่วน จึงอิงเกณฑ์มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับรถปฏิบัติการฉุกเฉินของสถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ ดังนี้

1. ขนาด

รถฉุกเฉินออกแบบให้มีขนาดเหมาะสมและสอดคล้องต่อการใช้งาน การออกแบบมีรายละเอียดดังนี้

ความกว้าง เป็นปัจจัยหลักที่ต้องควบคุมอย่างเข้มงวดเพราะเกี่ยวข้องกับ ความกว้างของช่องทางวิ่งที่พิจารณาบนค่าว่าพื้นที่ช่องจราจรที่มีการจราจรหนาแน่น ดังนั้นความกว้างของรถที่ออกแบบจึงต้องมีขนาดน้อยกว่าขนาดของรถทั่วไป การออกแบบพิจารณาจากขนาดถนนในประเทศไทยและขนาดรถโดยทั่วไป

ปัจจุบันถนนที่ในประเทศไทยมี 3 ประเภท ได้แก่ ถนนสายหลัก ถนนสายรอง และถนนท้องถิ่น ถนนแต่ละประเภทจะมีขนาดความกว้างช่องจราจรแตกต่างกันและแต่ละประเภท มีช่องจราจรจอด 3 แบบ คือ แบบไม่มีช่องจอด แบบมี 1 ช่อง และแบบมี 2 ช่อง ซึ่งถนนในเขตชุมชนหรือถนนชนบทส่วนมากเป็นถนนประเภทถนนท้องถิ่นแบบมีช่องจราจรจอด 2 ช่อง ดังนั้นในการศึกษานี้จึงพิจารณาขนาดความกว้างของรถขนย้ายผู้ป่วยจากถนนท้องถิ่นแบบมีช่องจราจรจอด 2 ช่อง เนื่องจากเป็นถนนที่ตัดผ่านเขตชุมชน เป็นถนนที่มีขนาดช่องจราจรเล็กที่สุด อีกทั้งยังเป็นถนนที่ในประเทศไทยมีใช้มากที่สุด โดยลักษณะถนนและขนาดช่องจราจรแสดงได้ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ความกว้างของถนนท้องถิ่นแบบมีช่องจราจรจอด 2 ช่อง

สำหรับขนาดความกว้างของยานยนต์อิงตามมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากรถที่นิยมใช้ในประเทศไทยส่วนมากเป็นรถที่ใช้มาตรฐานของญี่ปุ่น แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงขนาดของรถประเภทต่าง ๆ ตามมาตรฐานญี่ปุ่น

| ชนิดรถ | ความกว้าง (เมตร) | ความยาว (เมตร) | ความสูง (เมตร) | รัศมีเลี้ยว (เมตร) |
|----------------|------------------|----------------|----------------|--------------------|
| รถยนต์นั่ง (P) | 1.7 | 4.7 | 2.0 | 6.0 |
| รถบรรทุก (I) | 2.5 | 12.0 | 3.8 | 12.0 |
| รถพ่วง (SI) | 2.5 | 16.5 | 3.8 | 12.0 |

ดังนั้นการออกแบบขนาดความกว้างของรถขนย้ายผู้ป่วยจึงพิจารณาจากขนาดความกว้างของถนนท้องถนนแบบมีช่องจราจรจอด 2 ช่อง ตามมาตรฐานของกรมทางหลวงชนบท เทียบกับขนาดความกว้างของรถตามมาตรฐานญี่ปุ่น โดยการพิจารณาสามารถแบ่งเป็น 2 กรณี ดังนี้

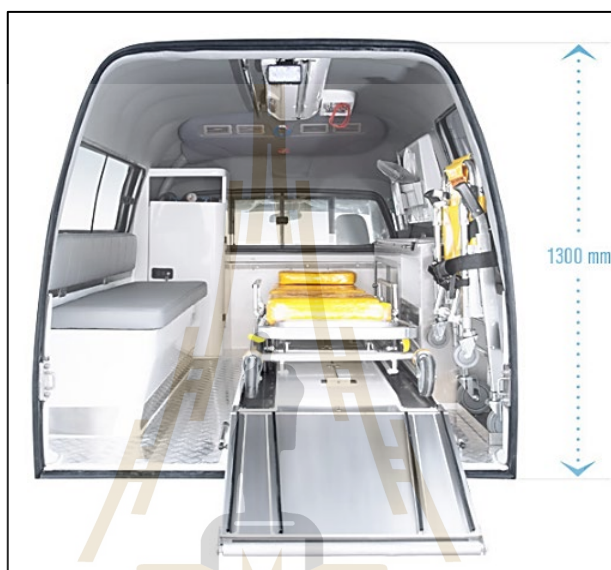
กรณีที่ 1 เมื่อรถยนต์นั่ง (P) 2 คัน เคลื่อนที่บนถนนลักษณะคู่ขนานกัน พบว่าใช้พื้นที่เป็น $1.7 \times 2 = 3.4$ เมตร ในขณะที่ช่องจราจรโดยส่วนใหญ่มีความกว้างสองช่องเท่ากับ 6 เมตร คงเหลือความกว้างช่องจราจรเท่ากับ 2.6 เมตร แต่ในความเป็นจริงรถยนต์นั่ง (P) จะไม่วิ่งติดกันโดยเว้นพื้นที่ระยะห่างระหว่างรถสองคันประมาณ 0.5 เมตร คงเหลือ 2.1 เมตร

กรณีที่ 2 เมื่อรถยนต์นั่ง (P) 1 คัน กับรถบรรทุก (I) เคลื่อนที่บนถนนลักษณะคู่ขนานกัน พบว่าใช้พื้นที่เท่ากับ $1.7 + 2.5 = 4.2$ เมตร ในขณะที่ช่องจราจรมีความกว้างสองช่องเท่ากับ 6 เมตร คงเหลือความกว้างช่องจราจรเท่ากับ 1.8 เมตร แต่ในความเป็นจริงรถยนต์นั่ง (P) จะวิ่งโดยเว้นพื้นที่ระยะห่างระหว่างคันประมาณ 0.5 เมตร จึงคงเหลือความกว้างช่องจราจร 1.3 เมตร

จากการพิจารณาทั้ง 2 กรณี พบว่าขนาดความกว้างของช่องจราจรคงเหลือน้อยสุดเท่ากับ 1.3 เมตร ดังนั้นในการออกแบบรถขนย้ายผู้ป่วยจึงควรมีขนาดความกว้างไม่เกิน 1.3 เมตร เพื่อให้สามารถขับเคลื่อนในบริเวณที่มีการจราจรในลักษณะดังกล่าวได้ ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

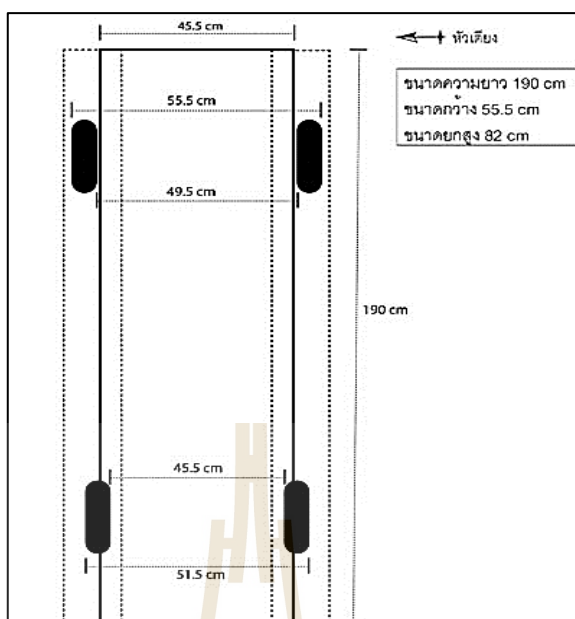
ความสูง ของห้องพยาบาลเป็นความสูงที่วัดจากพื้นรถถึงหลังคาของรถ ดังรูปที่ 3.3 การออกแบบความสูงจึงต้องคำนึงถึงความสะดวกในการปฏิบัติการรักษาของผู้ปฏิบัติการ โดยเฉพาะพื้นที่สำหรับการช่วยฟื้นคืนชีพ (CPR) ต้องมีความสูงที่เพียงพอต่อการปฏิบัติการ และอากาศต้องสามารถถ่ายเทได้สะดวก ซึ่งจะเห็นได้ว่าห้องพยาบาลมีความสำคัญต่อรถปฏิบัติการฉุกเฉินอย่างมาก ดังนั้นการออกแบบจึงมุ่งเน้นการออกแบบความสูงของห้องพยาบาลเป็นตัวแปรหลัก เพื่อให้มีขนาดความสูงที่เหมาะสมและอยู่ภายใต้มาตรฐาน จึงอิงความสูง

ของโรงพยาบาลจากรถปฏิบัติการฉุกเฉินที่ได้รับการรับรองจากสถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ โดยเลือกออกแบบขนาดความสูงเท่ากับขนาดความสูงของรถปฏิบัติการฉุกเฉินประเภทรถกระบะ ดัดแปลงหลังคาต่ำ เนื่องจากเป็นรถที่มีขนาดความสูงของห้องพยาบาลน้อยสุด โดยมีขนาดความสูงของห้องพยาบาลเท่ากับ 1.30 เมตร ดังรูปที่ 3.3 ส่วนของขนาดความสูงด้านนอกอ้างอิงตามความสูงของห้องพยาบาลและปรับขนาดตามลักษณะและพื้นที่การใช้งานของหลังคาเพื่อให้มีความเหมาะสม



รูปที่ 3.3 ขนาดความสูงภายในห้องโดยสารของรถฉุกเฉิน Carry boy (CARRY BOY, 2019)

ความยาว ห้องพยาบาลการออกแบบ โดยพิจารณาจาก ขนาดเตียงพยาบาลที่ใช้ ในรถปฏิบัติการฉุกเฉินพื้นฐานซึ่ง มีความยาว 1.90 เมตร ดังรูปที่ 3.4 ห้องพยาบาลจึงถูกออกแบบให้ มีความยาวมากกว่าความยาวของเตียงพยาบาล โดยเผื่อระยะไว้เล็กน้อยเป็น 2.10 เมตร เพื่อความสะดวกต่อการปฏิบัติหน้าที่ของผู้ปฏิบัติการ สำหรับขนาดความยาวด้านนอกของรถ 2.90 เมตร โดยช่วงด้านหน้าของรถถูกออกแบบให้มีความยาวเพิ่มขึ้น เพื่อถ่วงน้ำหนักสร้างความ สมดุลของรถ ซึ่งถ้ามีการติดตั้งอุปกรณ์ทางการแพทย์ภายในห้องพยาบาลและมีการบรรทุกผู้ป่วย ผู้ปฏิบัติการ ผู้บังคับรถ น้ำหนักจะอยู่ที่ส่วนกลางรถและส่วนท้ายของรถ จึงอาจทำให้รถเกิดการเสีย สมดุลในการขับเคลื่อนได้ ดังนั้นจึงทำการเพิ่มมวลด้านหน้าเพื่อถ่วงน้ำหนักด้านหน้าของรถด้วย การเพิ่มความยาวช่วงก่อนล้อหน้าออกไป



รูปที่ 3.4 ขนาดเตียงฉุกเฉิน (SANSABAY SHOP, 2019)

จากการออกแบบขนาดโครงสร้างของรถ โดยความกว้างของรถอิงกับขนาดความกว้างของช่องว่างของถนนกับขนาดรถตามมาตรฐานญี่ปุ่น ขนาดความสูงอิงจากมาตรฐานความสูงรถปฏิบัติการฉุกเฉินประเภทรถกระบะตัดแปลงหลังคาลำ และขนาดความยาวห้องพยาบาล ออกแบบอิงตามความยาวของเตียงผู้ป่วย ส่วนขนาดความยาวของรถออกแบบโดยอิงจากการสร้างความสมดุลให้แก่รถเมื่อมีการบรรทุกผู้โดยสาร จึงสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ขนาดโครงสร้างของต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วย

| ขนาด | ปริมาณ |
|----------------------------|-----------|
| 1.) ด้านนอกรถ หรือตัวถังรถ | |
| - ความกว้าง | 1.20 เมตร |
| - ความสูง | 1.90 เมตร |
| - ความยาว | 2.90 เมตร |
| 2.) ขนาดห้องพยาบาล | |
| - ความกว้าง | 1.10 เมตร |
| - ความสูง | 1.30 เมตร |
| - ความยาว | 2.10 เมตร |

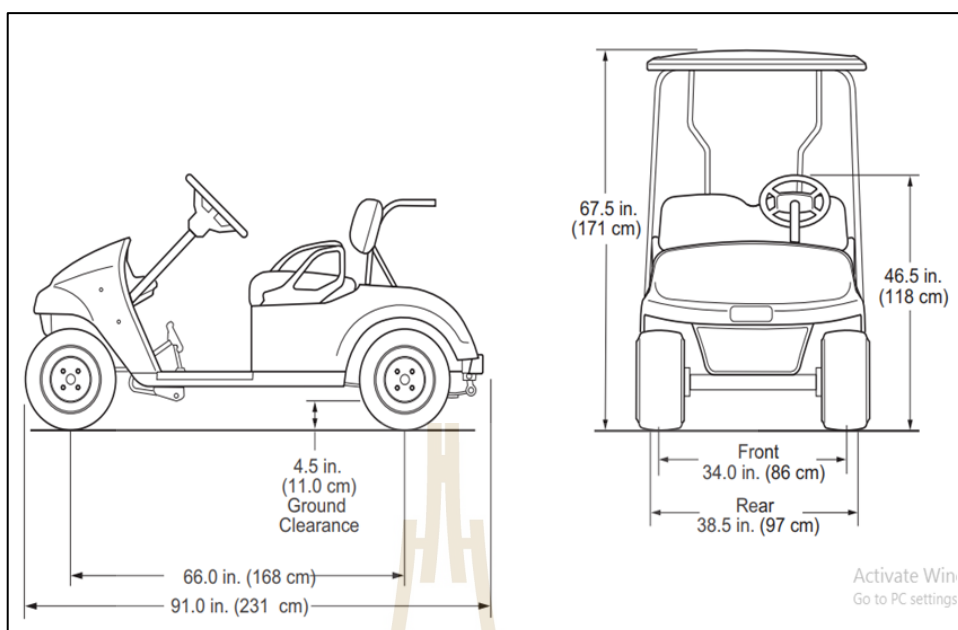
2. ระบบรับน้ำหนัก (Chassis)

การออกแบบประยุกต์ใช้ระบบรับน้ำหนักของรถกอล์ฟมีการพิจารณาขนาดโครงสร้างรถและน้ำหนักโดยรวมของรถ ให้ความเหมาะสมกับน้ำหนักโดยการประมาณแสดงค่าตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดน้ำหนักโดยประมาณของรถขนย้ายผู้ป่วย

| ส่วนประกอบ | น้ำหนักโดยประมาณ (กิโลกรัม) |
|--|---|
| โครงสร้างรถต้นแบบ (Prototype) | |
| - โครงรถ (Frame) | 200 |
| - ตัวถังรถ (Body) | 60 |
| อุปกรณ์ทางการแพทย์พื้นฐาน | 80 |
| ผู้โดยสาร (จำนวน 3 ท่าน: ผู้ป่วย ผู้ปฏิบัติการ ผู้บังคับรถ) | 210 (น้ำหนักเฉลี่ยคนไทย 70 กิโลกรัม) |
| น้ำหนักรวม | 550 |

จากการตารางที่ 3.3 ระบบรับน้ำหนักของรถกอล์ฟที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อดัดแปลงและสร้างรถตามแบบมีน้ำหนักรวมทั้งหมดประมาณ 550 กิโลกรัม จากขนาดความกว้างออกแบบนี้ไม่เกิน 1.2 เมตร ความยาวออกแบบไม่เกิน 2.9 เมตร สำหรับรับน้ำหนักของโครงสร้างและน้ำหนักบรรทุกทุกได้ โดยไม่เกิดความเสียหายหรือเกิดอันตรายขณะใช้งานตามเงื่อนไขข้างต้นซึ่งรถกอล์ฟขับเคลื่อนไฟฟ้า E-Z-GO รุ่น TXT FREEDOM 2011 ดังรูปที่ 3.5 จึงมีความใกล้เคียงกับเงื่อนไขที่ต้องการข้างต้น อีกทั้งเป็นรถกอล์ฟที่มีใช้โดยทั่วไปในประเทศไทย จึงเหมาะและถูกนำมาใช้เพื่อดัดแปลงสร้างเป็นรถตามแบบ



รูปที่ 3.5 รถกอล์ฟ E-Z-GO รุ่น TXT FREEDOM 2011 (E-Z-GO, 2011)

ข้อมูลจำเพาะของรถกอล์ฟรุ่นที่เลือกใช้ ดังแสดงในภาคผนวก ก. โดยรถมีน้ำหนักรวมเบตเตอร์รี่ (Curb Weight) เท่ากับ 424 กิโลกรัม สามารถบรรทุกน้ำหนักได้อีก (Vehicle load capacity) 450 กิโลกรัม แต่สำหรับรถต้นแบบใช้เพียงระบบรองรับน้ำหนัก ของรถกอล์ฟเท่านั้น ส่วนประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องให้ถูกถอดออก ดังรูปที่ 3.6 น้ำหนักของรถกอล์ฟที่ 301 กิโลกรัม สามารถบรรทุกน้ำหนักได้อีก $450 + (424 - 301) = 573$ กิโลกรัม

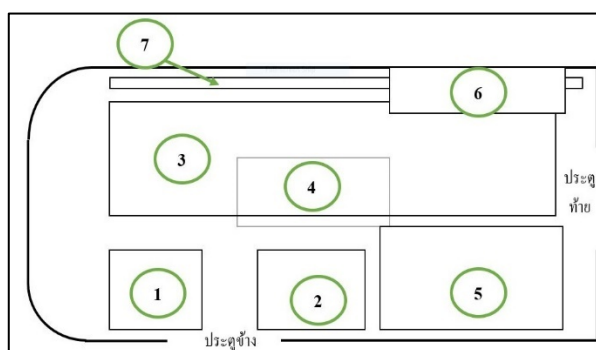
หากพิจารณาจากน้ำหนักรวมทั้งหมด (น้ำหนักรถ + น้ำหนักบรรทุก) ตามสเปคของรถที่เลือกใช้จะพบว่ารถกอล์ฟรุ่นที่เลือกใช้ยังสามารถรับน้ำหนักทั้งหมดได้และยังเหลือความจุ น้ำหนักอีก 23 กิโลกรัม จึงสามารถสรุปได้ว่าระบบรับน้ำหนักของรถ มีขนาดที่เหมาะสมและมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะนำมาดัดแปลงทำเป็นต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วยได้



รูปที่ 3.6 ระบบรองรับน้ำหนักของรถกอล์ฟ E-Z-GO

3. ตำแหน่งองค์ประกอบ

การออกแบบตำแหน่งและการจัดวางองค์ประกอบของรถขนย้ายผู้ป่วยอิงตามมาตรฐานรถปฏิบัติการฉุกเฉินสำหรับชุดปฏิบัติการฉุกเฉินเบื้องต้น ภายใต้ข้อกำหนดของยานพาหนะดัดแปลงเพื่อใช้สำหรับการขนส่งผู้ป่วย กล่าวคือพื้นที่สำหรับการบำบัดรักษาต้องอยู่ด้านหลังผู้บังคับรถต้องมีพื้นที่เพียงพอสำหรับปฏิบัติการระหว่างการช่วยเหลือ ต้องมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการจัดวางเตียงพร้อมผู้ป่วย ด้านท้ายรถมีประตูเปิด-ปิด เพื่อขนย้ายผู้ป่วยพร้อมเตียงได้สะดวก ด้านซ้ายมือของห้องพยาบาลต้องมีประตูเปิด-ปิดสามารถล็อกได้ และต้องมีที่นั่งสำหรับผู้ปฏิบัติการฉุกเฉินที่สามารถให้การดูแลผู้ป่วยได้อย่างสะดวก ด้านขวามือของห้องพยาบาลติดตั้งตู้เวชภัณฑ์ชนิดแขวน และสำหรับอุปกรณ์ทางการแพทย์อื่นต้องมีพื้นที่จัดเก็บอย่างเป็นสัดส่วน ได้แก่ อุปกรณ์ขนย้ายลำเลียง อุปกรณ์เพื่อการตรวจวินิจฉัย อุปกรณ์ปฐมพยาบาลและทำแผล อุปกรณ์ช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน และอุปกรณ์ให้ออกซิเจนและถังออกซิเจน เป็นต้น จากข้อกำหนดดังกล่าวสามารถออกแบบตำแหน่งองค์ประกอบได้ ดังรูปที่ 3.7



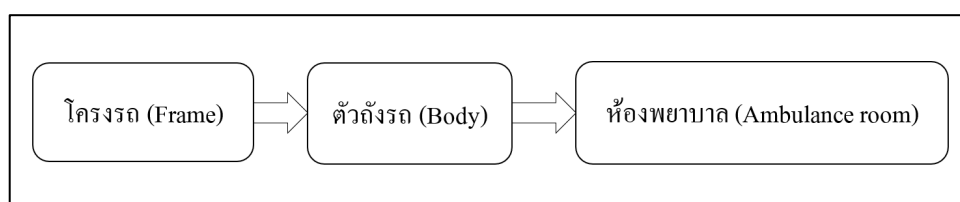
รูปที่ 3.7 ตำแหน่งการจัดวางองค์ประกอบของรถต้นขนย้ายผู้ป่วย

จากรูปที่ 3.7 แสดงตำแหน่งการจัดวางองค์ประกอบของรถขนย้ายผู้ป่วย หลักการออกแบบตำแหน่งทั้งหมดเป็นไปตามข้อกำหนดของรถดัดแปลงเพื่อขนย้ายผู้ป่วย รายละเอียดของการออกแบบในรูปแบบจำลอง มีดังต่อไปนี้

- 1) ผู้บังคับรถ อยู่บริเวณด้านซ้ายของรถเนื่องจากแกนบังคับเลี้ยวอยู่ด้านซ้าย เป็นผู้บังคับรถเพื่อการเข้าถึงและนำส่งผู้ป่วย
- 2) ผู้ปฏิบัติการ อยู่บริเวณด้านหลังของผู้บังคับรถ เป็นผู้ดูแลผู้ป่วย
- 3) เตียงผู้ป่วย อยู่ด้านขวาของรถ
- 4) เฟือกคอแข็ง เฟือกขา แขนและชุดสายรัดของแผ่นกระดานรองหลัง อยู่ด้านล่างของเตียงผู้ป่วย
- 5) อุปกรณ์การแพทย์ขั้นสูง เครื่องกระตุ้นหัวใจด้วยกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ เช่นอุปกรณ์การให้ออกซิเจน (Oxygen, O₂)
- 6) อุปกรณ์เพื่อการตรวจวินิจฉัย เช่น พรอทวัดไข้ เครื่องวัดความดันโลหิต หูฟัง เป็นต้น อุปกรณ์ปฐมพยาบาลและทำแผล อุปกรณ์ช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน อยู่บริเวณหลังคาเหนือเตียงผู้ป่วย
- 7) แผ่นกระดานรองหลัง เป็นอุปกรณ์สำหรับเคลื่อนย้ายผู้ป่วย/บาดเจ็บ วัสดุทำจากพลาสติกมีน้ำหนักเบา สามารถทำการฟื้นคืนชีพ (CPR) บนแผ่นกระดานรองหลังขณะเคลื่อนย้ายได้ทันที

3.1.2 แบบจำลองคอมพิวเตอร์

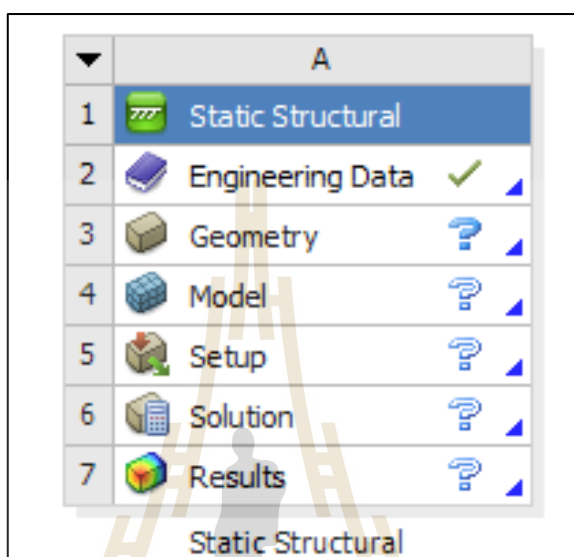
แบบจำลองคอมพิวเตอร์สร้างโดยใช้ซอฟต์แวร์ SolidWorks 2015 โดยประยุกต์ใช้ระบบปรับน้ำหนักของรถกอล์ฟเพื่อดัดแปลงขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง ให้เข้ากับเกณฑ์มาตรฐาน มีการออกแบบตำแหน่งจัดวางองค์ประกอบของพื้นที่ปฏิบัติการ พื้นที่ติดตั้งและจัดเก็บอุปกรณ์ รวมถึงตำแหน่งการติดตั้งประตูของห้องพยาบาล การออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างแบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์

3.1.3 การวิเคราะห์ด้วยวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์

การวิเคราะห์ความแข็งแรงโครงสร้างของรถคันแบบ ด้วยวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์ โดยซอฟต์แวร์ Ansys เป็นการวิเคราะห์แบบ Static Structural ซึ่งมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ขั้นตอนวิเคราะห์บนซอฟต์แวร์ Ansys

1. สมบัติวัสดุ

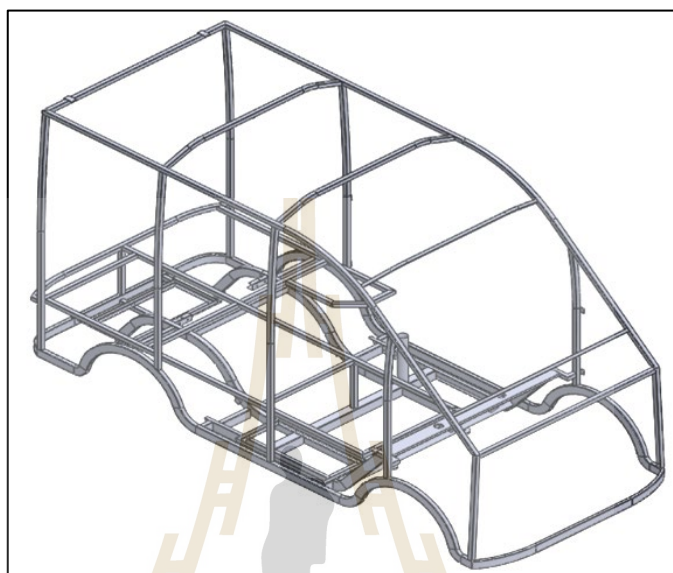
วัสดุที่ใช้สำหรับสร้างโครงสร้างรถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็ก คือ เหล็กกล้าคาร์บอน ชนิด STK490 ซึ่งมีสมบัติวัสดุดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 สมบัติวัสดุของ STK490 (John E. Bringas, 2004)

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Density (kg/m^3) | 7800 |
| Young's Modulus (Pa) | 2.0571×10^{11} |
| Bulk Modulus (Pa) | 1.6×10^{11} |
| Shear Modulus (Pa) | 8×10^{10} |
| Tensile Yield Strength (Pa) | 3.15×10^8 |
| Tensile Ultimate Strength (Pa) | 4×10^8 |
| Poisson's Ratio | 0.2857 |

2. รูปทรงแบบจำลอง

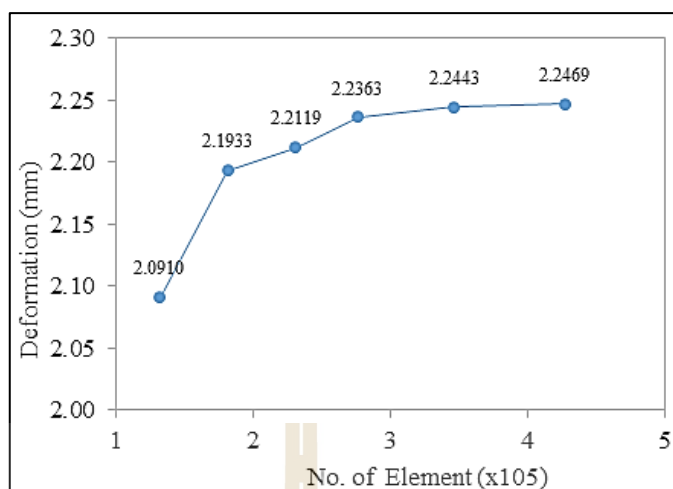
สร้างรูปทรงแบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างรถต้นแบบด้วยซอฟต์แวร์ SolidWorks 2015 โดยมีรูปทรงและรายละเอียดดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 รูปทรงและลักษณะของ โครงสร้างรถต้นแบบ

3. การสร้างกริด

การสร้างกริดเลือกใช้แบบ Tetrahedron เนื่องจากแบบจำลองมีรูปทรงที่ซับซ้อนในบางจุดจึงทำให้เข้ากับรูปทรงได้ง่าย จากนั้นทำการทดสอบความเป็นอิสระของกริดเพื่อทดสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหาทางไฟไนต์เอลิเมนต์ไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนกริด โดยการทดสอบเลือกใช้การวิเคราะห์แรงของการถ่วงน้ำหนักระหว่างโครงหลังคาที่ใช้ในการยึดเข็มขัดพวงตัวของผู้ปฏิบัติการขณะทำ CPR การทดสอบความเป็นอิสระของกริดทำได้โดยการสร้างกริดที่มีจำนวนแตกต่างกันทั้งหมด 6 ชุด ได้แก่ 132,281, 182,072, 231,509, 276,711, 347,073 และ 427,904 เอลิเมนต์ จากนั้นทำการวิเคราะห์ระยะยุบตัวของโครงหลังคาโดยใช้กริดต่างชุดกันแล้วจึงนำผลการจำลองที่ได้มาเปรียบเทียบกัน



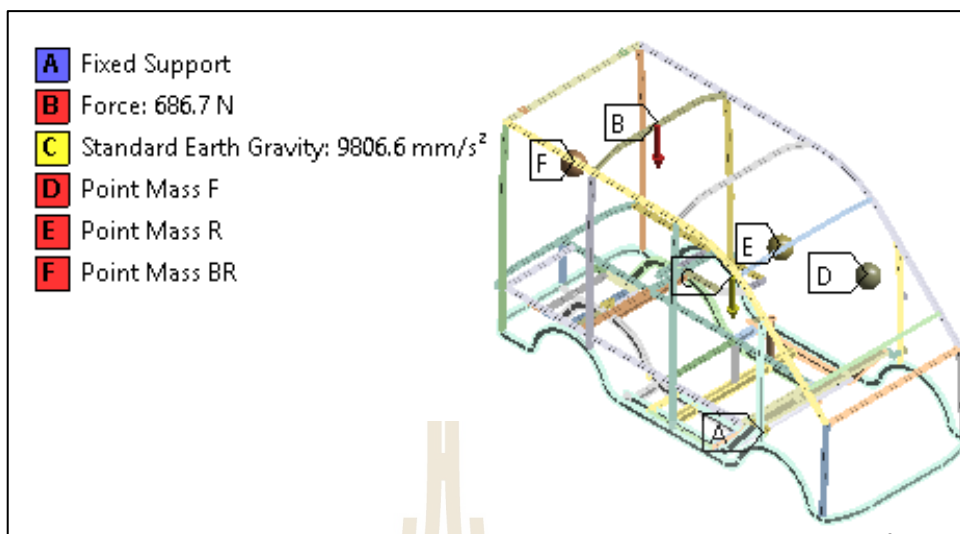
รูปที่ 3.11 การทดสอบความเป็นอิสระของกริด

จากรูปที่ 3.11 พบว่ากริด 2 ชุด ที่มีผลลัพธ์ใกล้เคียงกันคือ 347,073 และ 427,904 เอลิเมนต์ ให้ผลลัพธ์ของระยะยุบของโครงสร้างหลังคา 2.2443 และ 2.2469 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งระยะยุบตัวของโครงสร้างหลังคาของทั้ง 2 ชุดกริดมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นในการวิเคราะห์จึงเลือกใช้กริดที่จำนวน 1,032,433 จุด 347,073 เอลิเมนต์ สำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างของรถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็ก เพื่อประหยัดเวลาและทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ

4. เงื่อนไขการวิเคราะห์

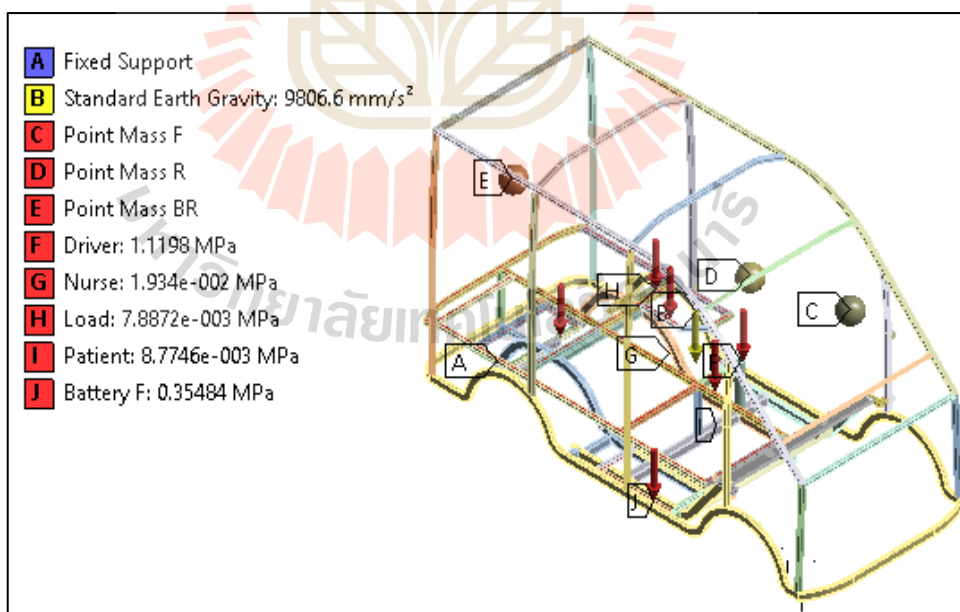
การวิเคราะห์ความแข็งแรงของ โครงสร้างรถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็ก แบ่งเป็น 2 กรณี คือการวิเคราะห์ความแข็งแรงของ โครงหลังคาขณะพวงตัวของผู้ปฏิบัติการขณะทำช่วยฟื้นคืนชีพและการวิเคราะห์ความแข็งแรงของ โครงสร้างขณะรับน้ำหนักสูงสุด โดยรับน้ำหนักจากผู้บังคับรถ ผู้บาดเจ็บ ผู้ปฏิบัติการ อุปกรณ์ทางการแพทย์สำหรับการช่วยเหลือเบื้องต้น และแบตเตอรี่สำหรับเก็บประจุไฟฟ้า

กรณีที่ 1 การวิเคราะห์ความแข็งแรงของ โครงหลังคาขณะพวงตัวของ ผู้ปฏิบัติการขณะทำช่วยฟื้นคืนชีพ โดยกำหนดให้แรงลงที่จุดเดียว บริเวณกึ่งกลาง โครงสร้าง โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 70 กิโลกรัม (ตำแหน่ง B) และตำแหน่ง D, E, F คือ น้ำหนักประตูกำหนดเป็น point mass ในตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลของแต่ละประตูก โดยตำแหน่ง D, E มีน้ำหนัก 12.4 กิโลกรัม และตำแหน่ง F มีน้ำหนัก 10.2 กิโลกรัม แสดงดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 เงื่อนไขการวิเคราะห์ความแข็งแรงโครงหลังคาถรถ

กรณีที่ 2 การวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างขณะรับน้ำหนักสูงสุด โดยกำหนดตำแหน่งการรับน้ำดังรูปที่ 3.13 และมีรายละเอียดของน้ำหนักดังแสดงในตารางที่ 3.5



รูปที่ 3.13 เงื่อนไขการวิเคราะห์ความแข็งแรงโครงสร้างรับน้ำหนัก

ตารางที่ 3.5 เงื่อนไขการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างขณะรับน้ำหนักสูงสุด

| แรงกระทำ | รูปแบบแรง | ขนาดของแรง | |
|------------------------------|------------|------------------------|-----|
| C (ประตุน้ำซ้าย) | Point mass | 12.4 | kg |
| D (ประตุน้ำหลัง) | Point mass | 12.4 | kg |
| E (ประตูด้านหลัง) | Point mass | 10.2 | kg |
| F (ผู้บังคับรถ) | Pressure | 1.1198 | MPa |
| G (ผู้ดูแลผู้บาดเจ็บ) | Pressure | 1.934×10^{-2} | MPa |
| H (อุปกรณ์ทางการแพทย์) | Pressure | 7.887×10^{-3} | MPa |
| I (ผู้บาดเจ็บและเตียงขนย้าย) | Pressure | 8.774×10^{-3} | MPa |
| J (แบตเตอรี่) | Pressure | 0.3548 | MPa |

5. การวิเคราะห์

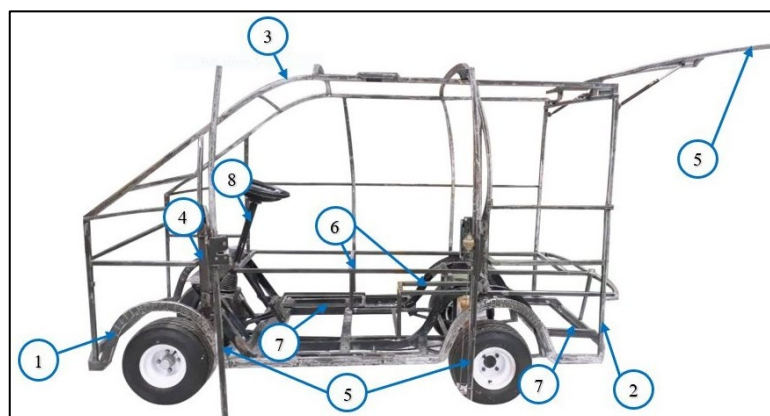
การวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือการวิเคราะห์ระยะยวบของโครงสร้างที่ใช้รับน้ำหนักของผู้ปฏิบัติการขณะทำ CPR และการวิเคราะห์ค่าความเค้นที่เกิดขึ้นบนโครงสร้างเมื่อรับน้ำหนักบรรทุกทุกสูงสุด โดยวิเคราะห์ความเค้นแบบ Von Mises stress เนื่องจากวัสดุที่ใช้เป็นวัสดุเหนียวซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง

3.2 การสร้างต้นแบบรถ

การสร้างรถต้นแบบแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ การสร้างโครงรับน้ำหนัก การสร้างส่วนประกอบด้านนอก และการสร้างส่วนประกอบภายในห้องโดยสาร แต่ละส่วนมีขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

3.2.1 การสร้างโครง

การสร้างโครงรับน้ำหนักใช้เหล็กกล่องขนาด 0.5-2 นิ้ว การเชื่อม TIG เพื่อให้ได้ขนาดของความกว้าง ความยาว และความสูง อยู่ระหว่างขนาดของโครงสร้างด้านนอกและภายในห้องโดยสาร มีลำดับการสร้างดังนี้



รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการสร้างโครงรับน้ำหนัก

1. สร้างฐานล่างของโครงสร้างทั้งหมดโดยใช้เหล็กขนาด 1 x 2 นิ้ว หนา 1.6 มิลลิเมตร โดยสร้างให้มีลักษณะดังที่แสดงในรูปที่ 3.14 เพื่อใ้รับน้ำหนักจากโครงด้านบน และเป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างโครงสร้างทั้งหมดเข้ากับระบบรองรับน้ำหนัก โดยมีขนาดความกว้าง 120 เซนติเมตร ความยาว 290 เซนติเมตร บริเวณส่วนโค้งของล้อทั้ง 4 ล้อ ใช้วิธีการผ่าเป็นระยะเท่า ๆ กัน ซึ่งการผ่าเพื่อนำเหล็กบางส่วนออกโดยการผ่านนี้จะพิจารณาจากความยาวรอบรูปของส่วนโค้งด้านที่ยาวที่สุดลบกับความยาวรอบรูปด้านที่น้อยสุดค่าที่คือส่วนที่ต้องนำออกหลังจากนั้น คัดเข้าหากันและเชื่อมติดกันตลอดทุกแนวที่ผ่า
2. สร้างเสาเพื่อรับน้ำหนักของโครงหลังคา โดยใช้เหล็กขนาด 1 x 1 นิ้ว หนา 1.6 มิลลิเมตร โดยโครงเสาด้านหน้าสูงเท่ากับ 75 เซนติเมตร ด้านหลังสูง 120 เซนติเมตร
3. สร้างคานหลังคาในแนวยาวของรถ โดยใช้เหล็กขนาด 1 x 1 นิ้ว หนา 1.6 มิลลิเมตร ส่วนโค้งใช้วิธีการตัดด้วยเครื่องตัดหลังจากนั้นเชื่อมติดกับปลายด้านบนสุดของขั้นตอนที่ 2 หลังจากนั้นต่อโครงหลังคาในแนวขวางเพื่อยึดติดกับโครงหลังคาในแนวยาวของรถ ด้วยเหล็กที่มีขนาดเท่ากัน
4. สร้างเสาในการยึดบานพับประตูโดยใช้เหล็กขนาด 1 x 1 นิ้ว หนา 1.6 มิลลิเมตร ทำการเชื่อมติดระหว่างคานหลังคาแนวยาวกับฐานล่างของโครงสร้าง ของควรระวัง ในการเสาสำหรับยึดประตูของรถเข้ากลับตัวรถ แนวแกนเสาจะต้องไม่บิดหรือเอียงไปในทางใดทางหนึ่งเพราะจะทำให้บานพับของประตูไม่สามารถปิด-เปิดได้ เนื่องจากแนวของบานพับไม่ตรงในแนวเดียวกัน
5. สร้างกรอบของประตูเพื่อติดกลับบานพับเข้ากับโครงสร้างของรถทั้งสองด้าน คือด้านข้างซ้ายและประตูสำหรับลำเลียงผู้ป่วย

6. การสร้างฐานสำหรับเตียงประจำรถโดยฐานเตียงจะอยู่ทางด้านขวาของตัวรถ จากนั้นสร้างโครงรับน้ำหนักของผู้ปฏิบัติการ และผู้บังคับรถ ทางด้านซ้ายของตัวรถ

7. สร้างฐานว่างเบตเตอร์โดยแยกเป็น 2 ชุด สำหรับใส่เบตเตอร์ ชุดละ 3 เซลล์ โดยชุดที่หนึ่งอยู่ทางด้านท้ายสุดของตัวรถและชุดที่สองอยู่ทางด้านขวาบริเวณใต้ฐานเตียงสำหรับผู้ป่วย เนื่องจากเบตเตอร์ของเดิมนั้นอยู่บริเวณกลางรถซึ่งทำให้ไม่มีพื้นที่สำหรับผู้ปฏิบัติการ และพื้นที่สำหรับเก็บเฟืองชนิดแข็ง

8. ปรับองศาของแกนบังคับเลี้ยว จากเดิม 30 องศา ปรับเป็น 80 องศากับแนวระนาบ

3.2.2 การสร้างตัวถัง

การสร้างตัวถังด้วยการใช้เทคนิควัสดุผสมเสริมแรงด้วยเส้นใยแก้วหรือไฟเบอร์กลาสเนื่องจาก มีความแข็งแรง มีน้ำหนักเบาและทนการกัดกร่อนจากสารเคมี ขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. สร้างต้นแบบแม่พิมพ์หรือปลັ๊ก โดยการใช้ดินน้ำมันอุตสาหกรรมในการปั้นรูปทรง เนื่องจากดินน้ำมันสามารถแก้ไขและปรับเปลี่ยนรูปทรงได้ตลอด การสร้างตัวถัง เริ่มจากการตีไม้อัดลงบนโครงเหล็กเพื่อปิดพื้นที่ว่างระหว่างโครงสร้าง จากนั้นทำการตีโฟมลงบนไม้อัดอีกหนึ่งชั้นเพื่อเป็นการปรับระนาบผิวในส่วนที่ขาดหายหรือเป็นหลุมยุบ หลังจากตีโฟมแล้วทำการชุคให้ได้รูปทรงหรือระนาบที่ต้องการ หลังจากนั้นจึงทำการติดดินน้ำมันลงบนผิวของโฟมเพื่อให้ดินน้ำมันติดกับโฟมได้ดี ควรให้ความร้อนที่ดินน้ำมันจนกระทั่งดินน้ำมันอ่อนตัวแล้วนำไปติดกับโฟม จากนั้นทำการตกแต่งดินน้ำมันให้ได้ผิวที่เรียบและสวยงาม ดังแสดงในรูปที่ 3.15 โดยรถต้นแบบนี้ใช้ดินน้ำมันจำนวน 165 กิโลกรัม ในการทำผิวของแม่พิมพ์



รูปที่ 3.15 ต้นแบบแม่พิมพ์ด้วยดินน้ำมัน

1. ขั้นตอนการขึ้นรูปตัวถังรถ สำหรับขั้นตอนนี้มีกระบวนการขึ้นรูปไฟเบอร์กลาสเช่นเดียวกับการสร้างโมลด์ ชิ้นส่วนตัวถังที่ได้จะมีลักษณะและรายละเอียดเช่นเดียวกับต้นแบบที่ได้จากการปั้นดินน้ำมัน ชิ้นส่วนที่ได้จะผิวเรียบมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับผิวของแม่แบบ เมื่อได้ชิ้นส่วนตามรายละเอียดที่ต้องการ ต่อไปคือการทำความสะดวกและเก็บรายละเอียดบริเวณขอบชิ้นงาน เนื่องจากการขึ้นรูปด้วยไฟเบอร์จะมีส่วนที่เกินขอบโมลด์ออกมา จึงต้องทำการตัดออกเก็บขอบไม่เรียบ จากนั้นนำชิ้นส่วนตัวถังประกอบเข้ากับโครงรถโดยการยึดด้วยสกรู

2. ขั้นตอนการสร้างภายใน โดยปูพื้นรถด้วยเหล็กแผ่นบางจากนั้นปูด้วยไม้อัดอีกชั้น เพื่อเสริมความแข็งแรงของพื้นรถ และทำพื้นสำหรับใช้เป็นฐานเตียง ที่นั่งสำหรับผู้ปฏิบัติการ รวมไปถึงพื้นสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์การแพทย์บริเวณด้านหลังของผู้ปฏิบัติการด้วยไม้อัดยัดหุ้มด้วยไฟเบอร์กลาสตามลักษณะรถคัดแปลงเพื่อดำเินงตามมาตรฐานของสถาบันการแพทย์ฉุกเฉิน จากนั้นทำการติดตั้งอุปกรณ์ส่วนควบของรถและติดไฟสัญญาณสำหรับรถปฏิบัติการฉุกเฉินจุดต่างๆ ของรถ ตามข้อบ่งคับ

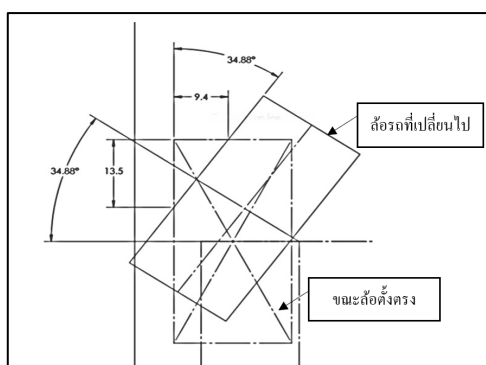
3.3 การทดสอบสมรรถนะ

จากการทดสอบสมรรถนะแบ่งออกเป็น 3 การทดสอบ ได้แก่

1. การทดสอบรัศมีวงเลี้ยว
2. การทดสอบความเร็ว ระยะทางในการใช้งาน
3. การทดสอบระยะเบรก

3.3.1 การทดสอบรัศมีวงเลี้ยว

การทดสอบรัศมีวงเลี้ยว ทดสอบโดยการวัดมุมของล้อในขณะที่หมุนแกนบังคับเลี้ยวจนสุดแกนบังคับเลี้ยวดังแสดงในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 วิธีการวัดมุมระบบบังคับเลี้ยว

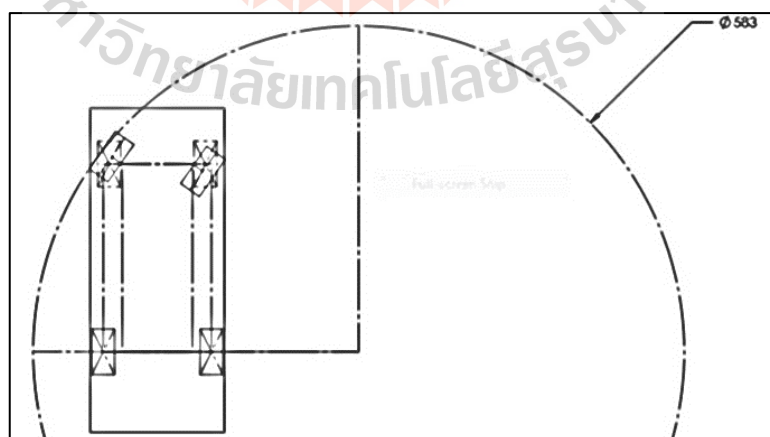
ขั้นตอนที่ 1 เคลื่อนรถไปทางด้านหน้า แล้วทำการหมุนแกนบังคับเลี้ยวให้ล้อหน้า อยู่ในลักษณะตรงและขนานกับล้อหลัง จากนั้นหยุดรถ ทำการขีดเส้นขนานกับขอบทางด้านหน้า ของรถและลากเส้นตั้งฉากกับเส้นขนานที่ขีดข้างต้น โดยเส้นตั้งฉากนี้ขีดขนานกับขอบทางด้านหน้า

ขั้นตอนที่ 2 ทำการหมุนแกนบังคับเลี้ยวให้ล้อบิดไปทางด้านในของรถจนสุดแกน บังคับเลี้ยว ให้ขีดเส้นขนานกับขอบทางด้านข้างของตัวรถโดยขีดเส้นให้ตัดผ่ากับเส้นที่ขนานกับตัว รถเดิมหลังจากนั้นทำการวัดความยาวเส้นจากบริเวณเส้นตั้งฉากในขั้นตอนที่ 1 โดยการวัดจนถึง จุดตัดเส้นขนาดในขณะหมุนแกนบังคับเลี้ยวจนสุด หลังจากนั้นวัดระยะความยาวจากจุดตัดใน ขั้นตอนที่ 1 ทั้งสองทิศทาง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 13.5 เซนติเมตร ในแนวขนานตัวรถ และมีค่าเท่ากับ 9.4 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.16

ขั้นตอนที่ 3 นำระยะที่ได้วัดได้จากขั้นตอนที่ 2 เขียนในโปรแกรม SolidWorks 2015 โดยการเขียนในขณะล้อรถในแนวขนานกับตัวรถและล้อที่เปลี่ยนไป หลังจากนั้นทำการวัดมุม ระหว่าง สองล้อที่เปลี่ยนไป มีค่าเท่ากับ 34.88 องศา

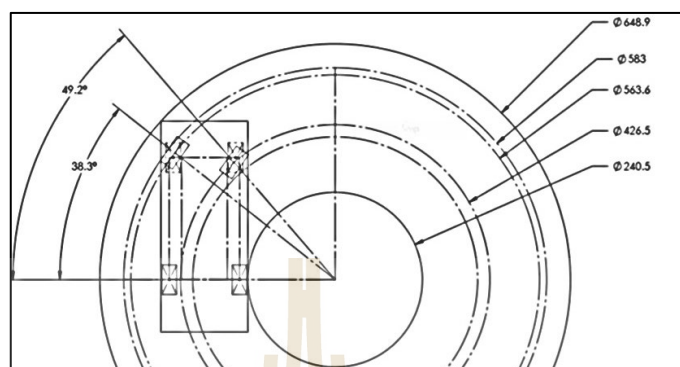
ขั้นตอนที่ 4 เคลื่อนที่รถในขณะหมุนแกนบังคับเลี้ยวจนสุดคือที่มุม 34.88 องศา เคลื่อน รถจนครบวงรอบการบังคับเลี้ยวในลักษณะเป็นวงกลม จนกระทั่งเกิดรอยบริเวณพื้นหลังจากนั้นทำ การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางซึ่งมีค่าเท่ากับ 583 เซนติเมตร

ขั้นตอนที่ 5 นำค่าที่ได้ทั้งหมดและข้อมูลในการออกแบบของรถเขียนจำลองตาม ลักษณะการทดสอบ ด้วยโปรแกรม SolidWorks โดยการเขียนขนาดของรถที่ได้ออกแบบและองศา ของล้อที่เปลี่ยนไปตามข้อมูลที่ได้จากการวัดมุม จากนั้นเขียนวงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 583 เซนติเมตร ตามที่วัดได้จากการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 การจำลองด้วยโปรแกรม SolidWorks 2015

ขั้นตอนที่ 6 ทำการเขียนวงกลมไปยังจุดที่สนใจดังรูปที่ 3.18 โดยเส้นผ่านศูนย์กลางกึ่งกลางการกวาดวงเลี้ยวมากที่สุดเท่ากับ 648.9 เซนติเมตร และน้อยสุดเท่ากับ 240.5 เซนติเมตร



รูปที่ 3.18 รัศมีวงเลี้ยวในตำแหน่งต่าง ๆ

3.3.2 การทดสอบความเร็วและระยะทางในการใช้งานสูงสุด

การทดสอบหาความเร็วและระยะทางในการใช้งานสูงสุดขณะบรรทุกน้ำหนักใช้งานขนย้ายตามที่ได้ออกแบบ โดยมีน้ำหนักบรรทุกสูงสุดจากขอบเขตในการออกแบบที่ 300 กิโลกรัม ลักษณะผิวถนนเป็นถนนลาดยาง และเป็นทางตรงไม่มีทางลาดชัน ในขณะจับที่ความเร็วสูงสุด น้ำหนักบรรทุกสูงสุด ทำการวัดกระแสที่มอเตอร์และระบบไฟส่องสว่างรวมไปถึงเปิดระบบไฟฉุกเฉินและเสียงสัญญาณฉุกเฉิน โดยการทดสอบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ชั่งน้ำหนักอาสาสมัครจากสมาชิกภายในกลุ่มวิจัยจำนวน 3 คน อาสาสมัครมีน้ำหนักดังต่อไปนี้ คนที่หนึ่ง 65 กิโลกรัม คนที่สอง 63 กิโลกรัม คนที่สาม 71 กิโลกรัม และคนที่สี่ ผู้วิจัย 64 กิโลกรัม รวมน้ำหนัก 4 คนเท่ากับ 263 กิโลกรัมและน้ำหนักส่วนที่เหลือใช้น้ำหนักจากทรายบรรจุใส่ถุง 37 กิโลกรัม รวมน้ำหนัก 300 กิโลกรัม ที่โดยสารภายในรถต้นแบบ

ขั้นตอนที่ 2 ทำการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับวัดค่ากระแสที่ใช้จากแบตเตอรี่ โดยการติดตั้งแบ่งออกเป็นสองค่าการวัดคือ ค่ากระแสที่มอเตอร์ และค่ากระแสสำหรับไฟส่องสว่างรวมไปถึงไฟฉุกเฉินและเสียงฉุกเฉิน โดยการทดสอบที่ 5 รอบการทดสอบ ระบบไปที่เปิดมีดังนี้ ไฟส่องสว่างด้านหน้าของรถ ไฟับวาวไฟกระพริบและเสียงสัญญาณฉุกเฉิน ไฟส่องสว่างสำหรับห้องพยาบาลประจำรถต้นแบบ

ขั้นตอนที่ 3 เริ่มต้นการทดสอบขับโดยผู้วิจัยเป็นผู้บังคับรถและอาสาสมัครคนที่หนึ่งบันทึกค่ากระแสมอเตอร์ คนที่สองบันทึกค่ากระแสระบบไฟส่องสว่างและคนที่สามบันทึกค่าความเร็วที่ได้ โดยมีผลการบันทึกข้อมูลดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบค่าความเร็วและค่ากระแสต่าง ๆ สูงสุด

| รอบที่ | ความเร็วสูงสุด (กิโลเมตรต่อชั่วโมง) | ค่ากระแส (แอมแปร์) | | |
|-----------|--|--------------------|-------------------------------|-------|
| | | มอเตอร์ | ไฟส่องสว่างและสัญญาณไฟฉุกเฉิน | รวม |
| 1 | 25 | 53.14 | 6.56 | 59.70 |
| 2 | 24 | 52.95 | 6.51 | 59.46 |
| 3 | 25 | 53.10 | 6.60 | 59.70 |
| 4 | 23 | 53.23 | 6.59 | 59.82 |
| 5 | 24 | 52.97 | 6.55 | 59.52 |
| ค่าเฉลี่ย | 24.2 | 53.08 | 6.56 | 59.64 |

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อทราบความเร็วสูงสุดเฉลี่ยและค่ากระแสสูงสุดเฉลี่ย ที่ได้จากการทดสอบนำมาคำนวณหาระยะทางที่ใช้งานสูงสุดและเวลาน้อยที่สุดในการใช้งานของแบตเตอรี่ดังต่อไปนี้

- 1.) คำนวณหาเวลาที่ใช้งานจากพลังงานไฟฟ้าของแบตเตอรี่จาก

$$P = IV \quad (3.1)$$

$$w_B = P_m t \quad (3.2)$$

พลังงานของแบตเตอรี่เท่ากับ

$$w_B = I_B V_B \eta_B \quad (3.3)$$

โดยที่ I_B คือ กระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ เท่ากับ 170 แอมแปร์ - ชั่วโมง

V_B คือ แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ เท่ากับ 48 โวลต์

η_B คือ ประสิทธิภาพการคายความจุแบตเตอรี่ เท่ากับ 0.8 (ภาคผนวก ก)

ซึ่งจะได้พลังงาน $w_B = 170 \times 48 \times 0.8 = 6,528$ วัตต์-ชั่วโมง

กำลังของอุปกรณ์ไฟฟ้าเท่ากับ

$$P_{\text{total}} = I_{\text{total}} V_{\text{total}} \quad (3.4)$$

โดยที่ I_{total} คือ กระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าเท่ากับ 59.64 แอมแปร์
(กระแสเฉลี่ยรวมดังตารางที่ 3.4)

V_{total} คือ แรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า เท่ากับ 48 โวลต์

$$\text{และได้ } P_{\text{total}} = 59.64 \times 48 = 2,865.72 \text{ วัตต์}$$

คำนวณหาเวลาของรถต้นแบบที่สามารถใช้งานได้งานน้อยที่สุด จากสมการที่ 3.2 ดังนั้น

$$t = w_B / P_m \quad (3.5)$$

$$\text{ดังนั้นจะได้ } t = 6,528 / 2,865.72 = 2.28 \text{ ชั่วโมง หรือ 2 ชั่วโมง 16.8 นาที}$$

2.) คำนวณหาระยะทางที่ใช้งานได้ดังต่อไปนี้

จากสมการการหาระยะทางจากความเร็วเทียบกับเวลาได้ว่า

$$S_{\text{max}} = v_{\text{max}} t \quad (3.6)$$

โดยที่ v_{max} คือ ความเร็วสูงสุด เท่ากับ 24.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

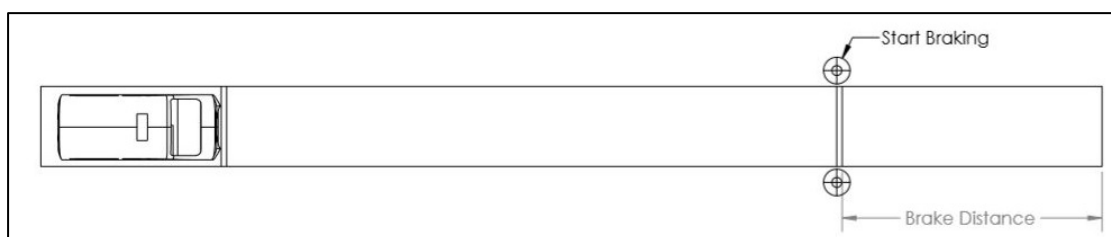
T คือ เวลาสูงสุดในการใช้งาน เท่ากับ 2.17 ชั่วโมง

ดังนั้น

$$\text{ดังนั้นจะได้ } S_{\text{max}} = 24.2 \times 2.17 = 52.5 \text{ กิโลเมตร}$$

3.3.3 การทดสอบระยะเบรก

การทดสอบระยะเบรกเป็นการทดสอบตามข้อกำหนดของคณะกรรมการการเศรษฐกิจยุโรปแห่งสหประชาชาติ (United Nations; UN R13H) ซึ่งเป็นการทดสอบสมรรถนะห้ามล้อ ขณะระบบเบรกเย็น (Type O (A)) โดยลักษณะการทดสอบดังรูปที่ 3.19 มีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.19 การทดสอบระยะเบรก

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมสถานที่ในการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 3.19 โดยที่จุดเริ่มเบรกดั้งกรวยจราจรเพื่อเป็นจะเริ่มต้นในการเบรก

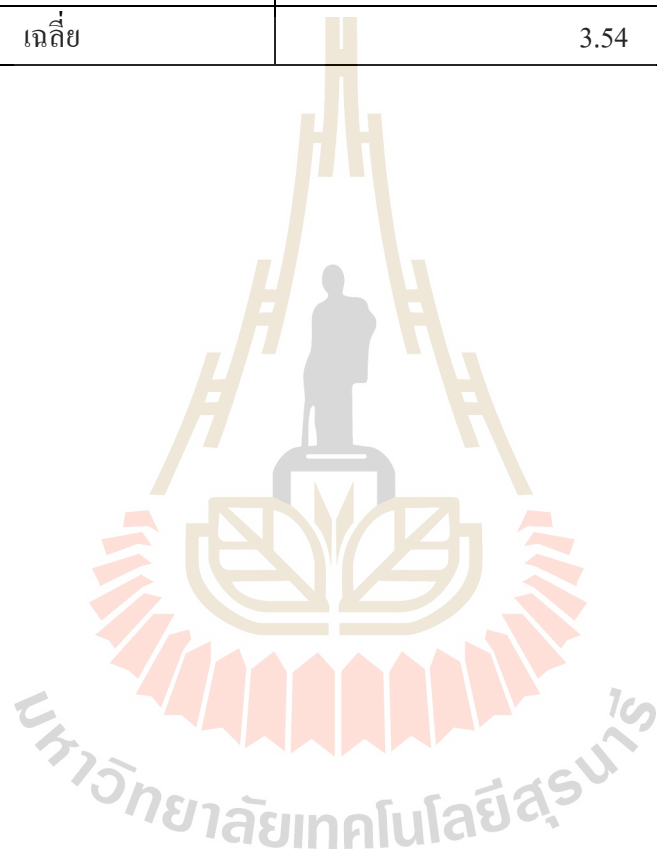
ขั้นตอนที่ 2 เตรียมรถต้นแบบ ตามประกาศกรมการขนส่งทางบก โดยระบุว่าในการทดสอบต้องใช้น้ำหนักสูงสุดในการบรรทุกเพื่อทดสอบและระบบเบรกต้องอยู่ในอุณหภูมิที่เย็น หมายถึงระบบเบรกต้องอยู่ในอุณหภูมิปกติตามสภาพอากาศ โดยน้ำหนักรวมที่ใช้ในการทดสอบประมาณ 850 กิโลกรัม

ขั้นตอนที่ 3 เริ่มต้นการขับทดสอบที่ความเร็วสูงสุดที่ได้จากการทดสอบความเร็วมีค่าเท่ากับ 24 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นไปตามประกาศกรมการขนส่งทางบก ได้ระบุว่าถ้าความเร็วสูงสุดของรถผู้ผลิตออกแบบไว้มีค่าต่ำกว่าความเร็วที่กำหนดสำหรับการทดสอบให้ทดสอบที่ความเร็วสูงสุดของรถนั้น รวมไปถึงลักษณะถนนทดสอบจะต้องให้การยึดเกาะที่ดี ดังนั้นถนนที่ใช้เป็นถนนลาดยางในการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบขับเป็นจำนวน 5 รอบการทดสอบด้วยวิธีการขับที่ความเร็วสูงสุดและเริ่มเบรกที่จุดเริ่มเบรกหลังจากนั้นวัดระยะในการเบรกจากจุดเริ่มเบรกไปจนถึงหน้ารถที่จอดหยุดนิ่ง สามารถแสดงค่าระยะเบรกจากการทดสอบได้ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ผลการทดสอบระยะเบรก

| รอบการทดลองที่ | ระยะเบรก (เมตร) |
|----------------|-----------------|
| 1 | 3.6 |
| 2 | 3.7 |
| 3 | 3.6 |
| 4 | 3.4 |
| 5 | 3.4 |
| เฉลี่ย | 3.54 |



บทที่ 4

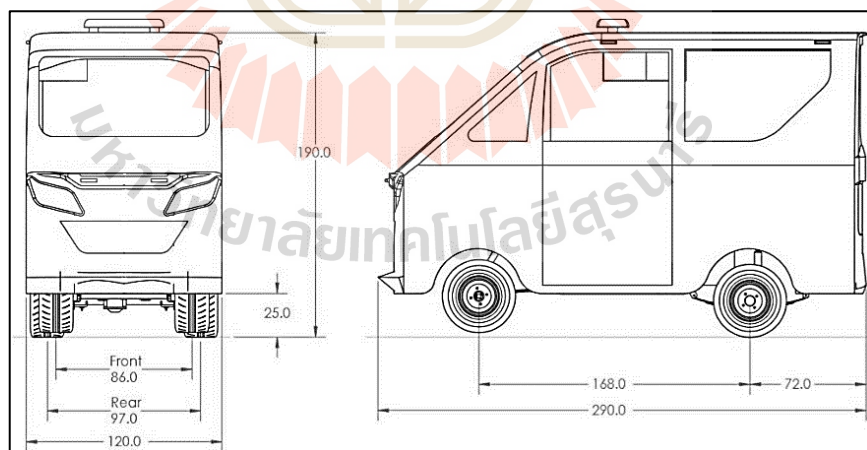
ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผล

4.1 การออกแบบ

จากการออกแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้เจ็บป่วย โดยอิงตามมาตรฐานการรับรองรถบริการการแพทย์ฉุกเฉิน การออกแบบความกว้างของรถอิงตามขนาดของถนนท้องถิ่นแบบมีช่องจราจรจุด 2 ข้าง ความสูงอิงตามเกณฑ์มาตรฐานรถฉุกเฉิน และความยาวรถอิงตามขนาดของเตียงพยาบาลผู้ป่วย การกำหนดตำแหน่งการจัดเก็บอุปกรณ์เครื่องมือทางการแพทย์ต่าง ๆ ของรถอิงตามลักษณะการใช้งานอุปกรณ์แต่ละแบบ การออกแบบแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การออกแบบขนาดรถ และการออกแบบพื้นที่ติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์การแพทย์ สนับสนุนการปฏิบัติการ

4.1.1 การออกแบบขนาด

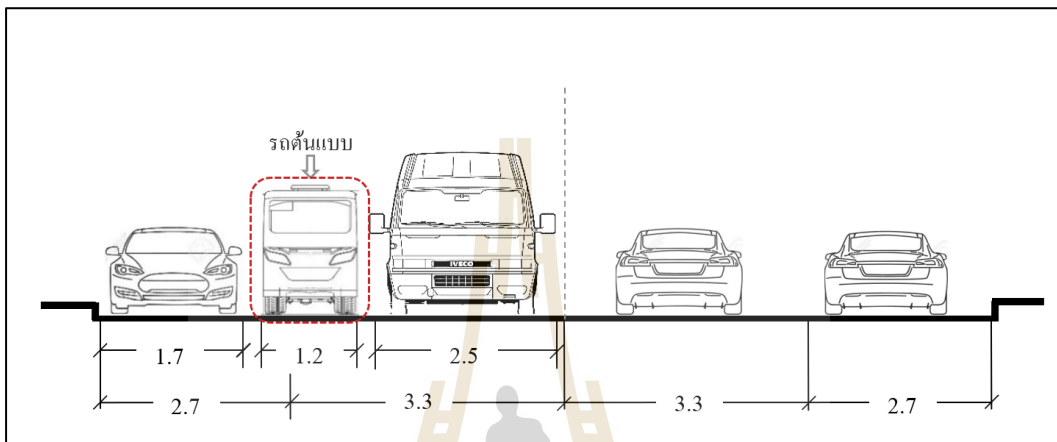
การออกแบบรถขนย้ายผู้เจ็บป่วยที่มีขนาดความกว้าง ความสูงและความยาว เท่ากับ 120 x 190 x 290 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 เป็นการอิงมาตรฐานต่าง ๆ ในการออกแบบขนาดดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 ขนาดความกว้าง ความสูง และความยาว ของรถขนาดเล็ก

ความกว้างของรถต้นแบบขนาดเล็กเป็นการออกแบบโดยการอิงเกณฑ์มาตรฐานขนาดความกว้างของสองส่วนเข้าด้วยกันพบว่า ขนาดความกว้างของรถต้นแบบที่ได้ออกแบบ

เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่แคบเพราะรถต้นแบบมีขนาดที่สามารถใช้งานกับขนาดความกว้างของช่องจราจรบนถนนและขนาดความกว้างมาตรฐานของรถตามตารางที่ 3.1 โดยใช้รูปแบบเป็นไปตามหลักการพิจารณาความกว้างของรถในกรณีที่ 2 ของการออกแบบขนาด สามารถแสดงการจำลองได้ดังรูปที่ 4.2

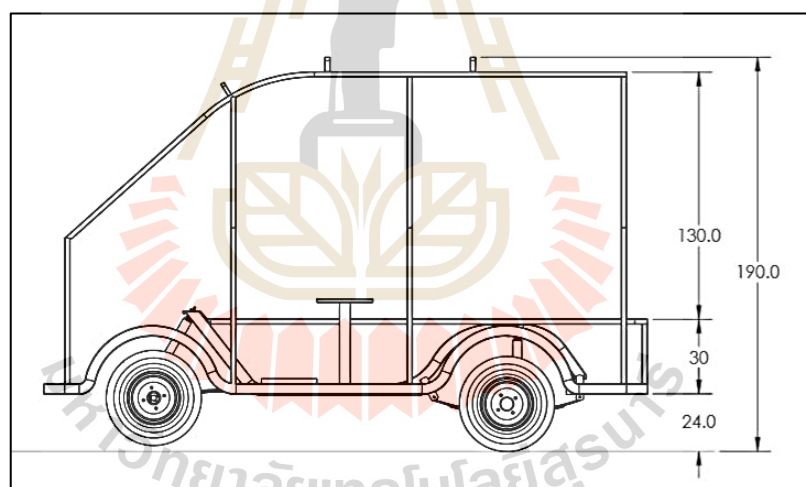


รูปที่ 4.2 จำลองรถต้นแบบขณะการจราจรหนาแน่น

จากรูปที่ 4.2 การจำลองการปฏิบัติการของรถต้นแบบขณะการจราจรหนาแน่น จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการขอลทางในสถานการณ์ฉุกเฉินรถที่สัญจรบนถนนไม่สามารถเบี่ยงหลบ เพื่อเป็นการให้ทางแก่รถปฏิบัติการฉุกเฉินทั่วไปที่มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือรถปฏิบัติการฉุกเฉินที่มีขนาดความกว้าง 170 เซนติเมตร และ 250 เซนติเมตร เมื่อนำขนาดความกว้างของรถที่สัญจรบนท้องถนนแบบ 2 ช่องการจราจร จะเห็นได้ว่ามีขนาดความกว้างของถนนคงเหลือที่ 180 เซนติเมตร แต่ในขณะที่รถปฏิบัติการฉุกเฉินทั่วไปที่มีขนาดความกว้าง 170 เซนติเมตร หลังจากนั้นนำความกว้างของถนนคงเหลือลบกับขนาดความกว้างของรถปฏิบัติการฉุกเฉินทั่วไปพบว่า มีระยะคงเหลือเพียง 10 เซนติเมตร หากพิจารณาส่วนอื่นของกระจุกมองข้างของรถยนต์ร่วมเข้าไปด้วยจะพบว่า เป็นไปไม่ได้ที่รถปฏิบัติการฉุกเฉินทั่วไปจะสามารถแทรกเข้าไปได้ ส่วนในกรณีที่รถปฏิบัติการฉุกเฉินที่มีขนาดความกว้าง 250 เซนติเมตร ขนาดเกินและเข้าไปไม่ได้อยู่แล้ว ดังนั้น การออกแบบต้นแบบรถขนาดเล็กที่มีความกว้าง 120 เซนติเมตร เมื่อนำความกว้างของถนนคงเหลือลบกับขนาดความกว้างของรถต้นแบบ จะเห็นได้ว่าระยะคงเหลือ 60 เซนติเมตร ซึ่งการออกแบบต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับชนย้ายผู้เจ็บป่วยจึงสามารถผ่านช่องจราจรระหว่างรถยนต์ในลักษณะดังกล่าวได้ ในส่วน

ของห้องพยาบาลของต้นแบบรถขนาดเล็กมีความกว้างที่ 114 เซนติเมตร ภายหลังจากติดตั้งโครงสร้างเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

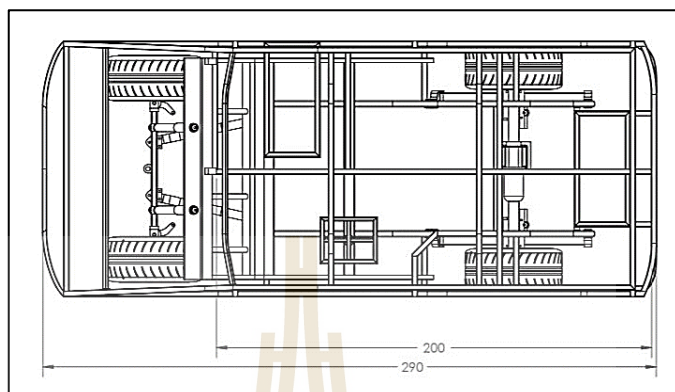
ความสูงของต้นแบบรถขนาดเล็ก ออกแบบโดยอิงเกณฑ์มาตรฐานความสูงห้องพยาบาลภายในรถปฏิบัติการฉุกเฉินของสถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ โดยขนาดของห้องพยาบาลจากรูปที่ 4.3 มีความสูง 130 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดขั้นต่ำที่รับรองในปัจจุบัน จากขนาดความสูงของห้องพยาบาลดังกล่าว เพื่อนำไปการสร้างต้นแบบจริงซึ่งต้องมีการสร้าง โครงสร้างและส่วนเสริมจากโครงหลังการถ ส่งผลให้ขนาดความสูงของรถต้นแบบสูง 190 เซนติเมตร ซึ่งความสูงส่วนต่างนี้เป็นผลมาจากระบบรองรับน้ำหนักของรถกอล์ฟสำหรับการใช้ในการสร้างต้นแบบ ประกอบด้วยความสูงจากพื้นถึงโครงเหล็กบริเวณใต้สุดของระบบรองรับน้ำหนักสูงเท่ากับ 24 เซนติเมตร ความสูงฐานสำหรับรองรับน้ำหนักเตียงฉุกเฉินประจำรถปฏิบัติการฉุกเฉินสูงเท่ากับ 30 เซนติเมตร และความสูงด้านบนสุดส่วนที่อยู่เหนือห้องพยาบาลสำหรับติดตั้งไฟส่องสว่างภายในห้องพยาบาลมีความสูงเท่ากับ 7 เซนติเมตร



รูปที่ 4.3 ความสูงส่วนต่าง ๆ ของต้นแบบรถขนาดเล็ก

ความยาวของต้นแบบรถขนาดเล็ก ออกแบบโดยอิงจากขนาดความยาวของเตียงประจำรถปฏิบัติการฉุกเฉิน โดยขนาดเตียงมีความยาวเท่ากับ 190 เซนติเมตร เพื่อให้ได้พื้นที่ที่เพียงพอและเหมาะต่อการปฏิบัติงานดังนั้นการออกแบบจึงเผื่อระยะความยาวไว้ที่ 210 เซนติเมตร จากการกำหนดขนาดความยาวของฐานสำหรับเตียงประจำรถปฏิบัติการฉุกเฉินให้เหมาะสมข้างต้นส่งผลให้ความยาวของรถต้นแบบมีทั้งหมดเท่ากับ 290 เซนติเมตร สาเหตุที่ได้ความยาวดังกล่าวคือเมื่อยึดฐานเตียงเข้ากับคานสำหรับยึดโซ่คอป แล้วนั้นพบว่าบริเวณด้านหน้าของตัวรถจะมีความยาว

คงเหลือเท่ากับ 90 เซนติเมตร ออกแบบเพื่อให้ป้องกันการกระแทกโดยตรงกับล้อด้านหน้า
 ดังรูปที่ 4.4



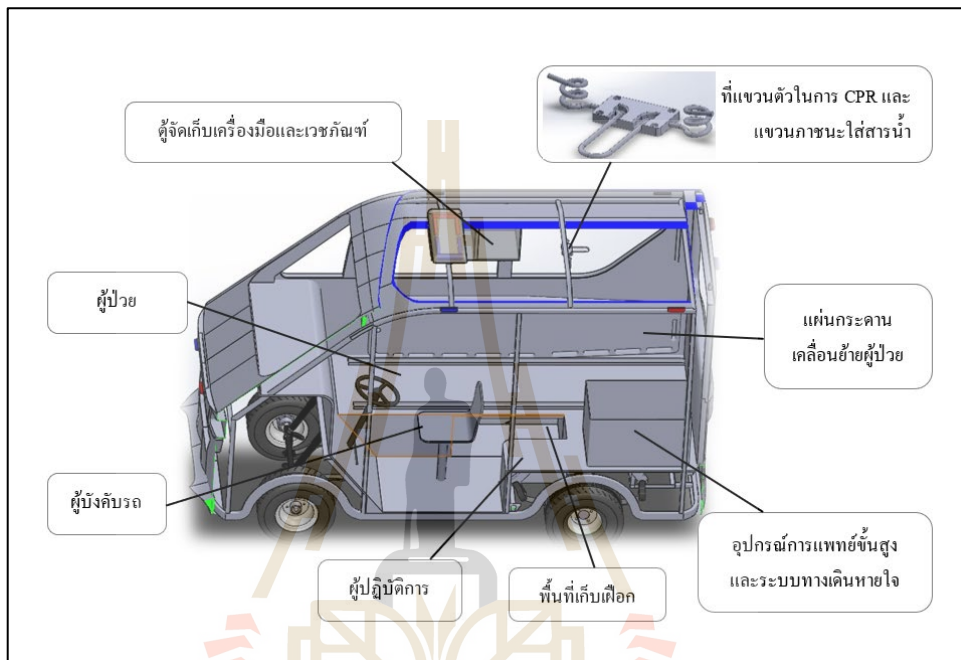
รูปที่ 4.4 ขนาดความยาวของต้นแบบรถขนาดเล็ก

การออกแบบพื้นที่ติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์การแพทย์ภายในห้องพยาบาล
 ประจำรถต้นแบบขนาดเล็ก ได้ออกแบบพื้นที่ส่วนต่าง ๆ โดยอิงถึงมาตรฐานรถปฏิบัติการการแพทย์
 ฉุกเฉิน ประเภทฉุกเฉินลำเลียงผู้ป่วย ระดับปฏิบัติการการแพทย์ขั้นพื้นฐาน ในการออกแบบนี้
 คำนึงถึงเครื่องมือและอุปกรณ์การแพทย์ที่จำเป็นเท่านั้นและใกล้เคียงมาตรฐานมากที่สุด
 ด้วยข้อจำกัดบางประการที่ไม่สามารถออกแบบให้เทียบเท่ารถปฏิบัติการฉุกเฉินปกติได้นั้นคือ
 ขนาดของห้องพยาบาลที่มีพื้นที่แตกต่างกันคือ รถปฏิบัติการฉุกเฉินปกติจะมีพื้นที่ของห้องพยาบาล
 ที่มากกว่าจึงสามารถบรรจุเครื่องมือและอุปกรณ์การแพทย์ได้มากกว่าแต่การออกแบบนี้ออกแบบ
 ภายใต้เงื่อนไขการจราจรที่ติดขัดในสถานที่คับแคบในเขตชุมชนเมืองและเป็นการออกแบบ
 เพื่อช่วยสนับสนุนการปฏิบัติงานของรถปฏิบัติการฉุกเฉินปกติ ในกรณีที่รถปฏิบัติการฉุกเฉินเข้าถึง
 ได้ยากเนื่องจากขนาดที่กว้างเกินกว่าที่จะฝ่าหรือเบี่ยงหลบปัญหาการจราจรที่ติดขัดเพื่อเข้าถึงจุดเกิด
 เหตุได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการออกแบบห้องพยาบาลประจำรถต้นแบบนี้จึงจำเป็นต้องมีพื้นที่
 สำหรับจัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์การแพทย์ที่จำเป็นดังแสดงในรูปที่ 4.5 ประกอบด้วย

4.1.2 การออกแบบพื้นที่ติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์การแพทย์อุปกรณ์สนับสนุน การปฏิบัติการฉุกเฉิน

พื้นที่สำหรับผู้ป่วยและผู้ปฏิบัติการ ผู้ป่วยอยู่ทางด้านขวาของห้องพยาบาลประจำ
 รถต้นแบบ และผู้ปฏิบัติการอยู่ทางด้านซ้ายซึ่งตามมาตรฐานของรถปฏิบัติการฉุกเฉิน ระบุว่าต้อง

มีที่ว่างสำหรับวางเตียงพร้อมผู้ป่วยในลักษณะนอนราบและมีหลังคาคลุมสูงเพียงพอที่จะทำการช่วยฟื้นคืนชีพ (CPR) ได้ ในการออกแบบนี้มีพื้นที่ตรงตามมาตรฐานที่ได้กำหนด ในส่วนของ ผู้ปฏิบัติการนั้นมีเพียง 1 ท่านเท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดในด้านความกว้างของรถต้นแบบที่ออกแบบ เพื่อให้เข้าถึงจุดเกิดเหตุได้อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 4.5 พื้นที่ติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์การแพทย์

พื้นที่สำหรับผู้บังคับรถ อยู่ทางด้านซ้ายของตัวรถซึ่งตามมาตรฐาน ระบบว่าส่วนผู้บังคับต้องแยกส่วนออกจากส่วนห้องพยาบาลแต่ต้องสามารถสื่อสารกันได้อย่างสะดวก ในการออกแบบพื้นที่ส่วนนี้ไม่สามารถแยกออกจากส่วนห้องพยาบาลได้เนื่องรถกอล์ฟที่นำมาดัดแปลงนี้มีฐานล้อระหว่างล้อหน้าและล้อหลังที่มีความยาว 168 เซนติเมตร หากต้องแยกส่วนทั้งสองส่วนจะส่งผลให้รถต้นแบบมีความยาวมากขึ้นหลังจากล้อหลังเป็นต้นไป เป็นผลให้น้ำหนักทางด้านท้ายรถมากขึ้น ก่อให้เกิดความไม่สมดุลมวลระหว่างล้อหน้ากับล้อหลัง

พื้นที่สำหรับเก็บเฟือก อยู่บริเวณใต้ฐานวางเตียงผู้ป่วยซึ่งออกแบบสำหรับเก็บเฟือกคอชนิดแข็ง (Hard Collar) ไม่น้อยกว่า 3 ขนาดและรวมไปถึงเฟือกคามาแกน ขา เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นในการปฏิบัติการเคลื่อนย้ายผู้ป่วย

พื้นที่สำหรับแผ่นกระดานเคลื่อนย้ายผู้ป่วย (Long Spinal Board) เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นอย่างยิ่งในการเคลื่อนย้ายผู้ป่วย ซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณผนังของห้องพยาบาลประจำรถต้นแบบ ในส่วนของรถปฏิบัติการฉุกเฉินปกติจะถูกเก็บไว้ในบริเวณฐานใต้เตียงของผู้ป่วย รถต้นแบบนี้ไม่สามารถเก็บได้เนื่องจากไม่สามารถวางฐานของเตียงได้เพราะจะทำให้ห้องพยาบาลของรถต้นแบบมีพื้นที่ทำการช่วยฟื้นคืนชีพ (CPR) ไม่เพียงพอต่อการทำการช่วยฟื้นคืนชีพ

ผู้จัดเก็บเครื่องมือและเวชภัณฑ์ ภายในห้องพยาบาลประจำรถจำเป็นต้องมีผู้เก็บเครื่องมือและเวชภัณฑ์ ในการออกแบบรถต้นแบบนี้ได้ออกแบบผู้ดังกล่าวให้อยู่บริเวณเพดานของรถต้นแบบเพื่อความสะดวกในการใช้งาน ผู้จัดเก็บเครื่องมือและเวชภัณฑ์ ภายในตู้ประกอบด้วยอุปกรณ์ อาทิเช่น เครื่องดูดเสมหะชนิดมือบีบ และยาหรือเวชภัณฑ์ สำหรับชุดปฏิบัติการฉุกเฉินระดับต้น เป็นต้น

ที่แขวนตัวสำหรับผู้ปฏิบัติการช่วยฟื้นคืนชีพ (CPR) และแขวนภาชนะใส่สารน้ำ เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นในกรณีที่มีการช่วยฟื้นคืนชีพ (CPR) เพราะจะเป็นจุดสำหรับยึดกับสายรัดตัว และพยางค์ผู้ปฏิบัติการไม่ให้เสียการทรงตัวขณะทำการช่วยฟื้นคืนชีพ (CPR) ดังนั้นอุปกรณ์นี้จึงจำเป็นต้องยึดติดกับโครงสร้างของรถต้นแบบ เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักของผู้ปฏิบัติการได้อย่างปลอดภัย ในขณะที่เดียวกันอุปกรณ์ยังสามารถยึดถุงน้ำเกลือและถุงสำหรับใส่เลือดในกรณีที่ผู้ป่วยที่มีความจะเป็นที่จะต้องได้รับสารของเหลวดังกล่าว

พื้นที่สำหรับอุปกรณ์การแพทย์ขั้นสูงและระบบทางเดินหายใจ ติดตั้งบริเวณด้านซ้ายของท้ายรถต้นแบบ เพื่อใช้จัดเก็บกระเป๋าสารน้ำสำหรับบรรจุถังออกซิเจน (Oxygen Tank) แบบพกพาและอุปกรณ์อื่น ๆ แบบพกพาเพื่อลดน้ำหนักรวมของตัวรถต้นแบบและสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ

การออกแบบรถต้นแบบขนาดเล็กสำหรับการขนย้ายผู้ป่วยเพื่อให้ใกล้เคียงมาตรฐานรถปฏิบัติการการแพทย์ฉุกเฉินสิ่งที่จำเป็นอีกประการคือ เครื่องมือและอุปกรณ์สนับสนุนการปฏิบัติการฉุกเฉินประกอบด้วย

1. สัญญาณไฟวับวาบ สีแดง-น้ำเงิน รถต้นแบบนี้ใช้สัญญาณไฟวับวาบที่มีขนาดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ กำลังวัตต์ 24 วัตต์ โดยการติดตั้งสัญญาณไฟวับวาบติดตั้งอยู่บริเวณหลังการรถต้นแบบ โดยสีแดงอยู่ด้านขวาของตัวและสีน้ำอยู่ด้านซ้าย ตามมาตรฐานการติดตั้งสัญญาณไฟ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 สัญญาณไฟंबวบและไฟกระพริบ

2. เสี่ยงสัญญาณไซเรนพร้อมอุปกรณ์และเครื่องขยายเสียงพร้อมลำโพงตามมาตรฐานขนาดไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ ขนาดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ รถต้นแบบได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวที่มีขนาดกำลังวัตต์ 150 วัตต์ ขนาดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ ติดตั้งบริเวณด้านหน้าของรถต้นแบบ

3. หลังการถ้ด้านซ้าย-ขวา บริเวณส่วนหน้าส่วนกลางและท้ายสุดของรถ ติดตั้งไฟกระพริบรวม 6 จุด ด้านละ 3 จุด ซึ่งรถต้นแบบ ได้มีการติดตั้งไฟกระพริบ จำนวน 8 จุด ด้านละ 4 จุด โดยแต่ละจุดมีขนาดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ กำลังวัตต์จุดละ 3 วัตต์ รวมทั้งหมด 8 จุด กำลังวัตต์ทั้งหมด 24 วัตต์

4.1.3 การวิเคราะห์ความแข็งแรง

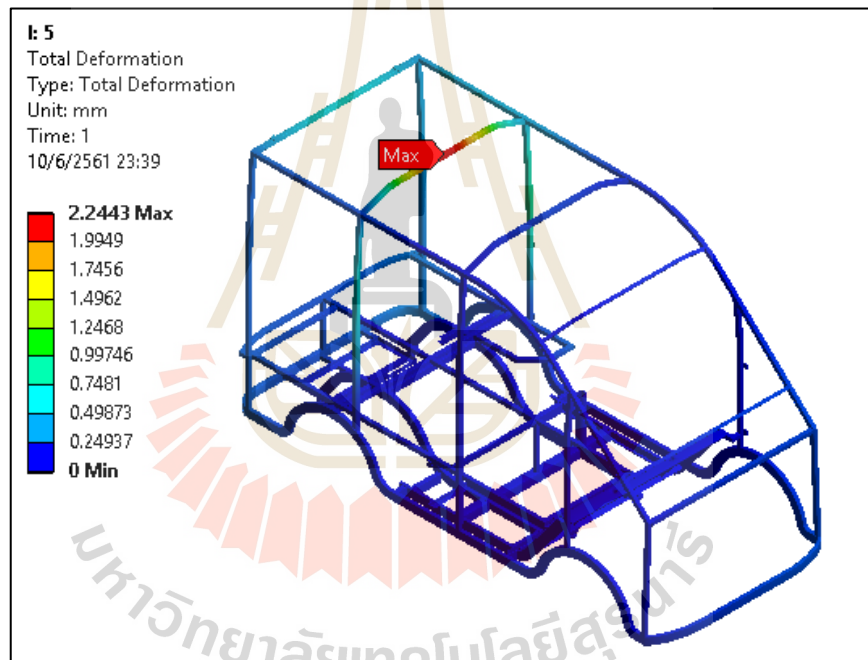
จากการวิเคราะห์ความแข็งแรงของ โครงสร้างรถต้นแบบขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วย ตามเงื่อนไขต่าง ๆ ข้างต้น โดยการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 การวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงหลังคาขณะพวงตัวของผู้ปฏิบัติการ ขณะทำช่วยฟื้นคืนชีพ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ประกอบด้วยระยะการเสีรูรูป (Deformation) และความเค้นแบบ Von Mises stress

การวิเคราะห์การเสีรูรูป (Deformation)

การยุบของ โครงสร้างหลังคาที่รับน้ำหนักในการพวงตัวของผู้ปฏิบัติการขณะ ทำช่วยฟื้นคืนชีพกรณีเสีรูหลักล้ม เมื่อผู้ปฏิบัติการเกิดเสีรูหลักล้มจะทำให้น้ำหนักตัวทั้งหมดถูกทิ้งไปที่โครงหลังคาซึ่งมีน้ำหนัก 70 กิโลกรัม จากการจำลองการเสีรูรูปของโครงหลังคา พบว่า

โครงหลังคาที่ตำแหน่งยึดเข็มขัดพุงตัวของผู้ปฏิบัติการขณะทำช่วยพื้นกั้นซึ่งเกิดการยุบตัวมากที่สุด โดยตำแหน่งดังกล่าวอยู่บริเวณกึ่งกลางของโครงหลังคา ดังรูปที่ 4.7 โดยมีค่าเท่ากับ 2.2443 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการทดสอบความเป็นอิสระของกริด เมื่อทำการทดสอบระยะการเสยรูปด้วยการแขวนน้ำหนัก 70 กิโลกรัม บริเวณกึ่งกลางโครงสร้างดังกล่าว จากนั้นทำการวัดระยะยุบด้วย Dial Gauge พบว่ามีระยะยุบที่ 2.10 มิลลิเมตร โดยที่โครงสร้างดังกล่าวไม่เกิดความเสียหาย ซึ่งเมื่อนำค่าระยะยุบจากทดลองเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าค่าทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันดังนั้นในขั้นตอนนี้จึงเป็นการยืนยันความถูกต้องของการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์ เมื่อนำน้ำหนักที่แขวนออกจากโครงสร้างพบว่าโครงสร้างดังกล่าวสามารถคืนรูปกลับดังเดิมได้แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างที่ได้ออกแบบสามารถใช้งานได้โดยไม่เกิดการเสยรูป

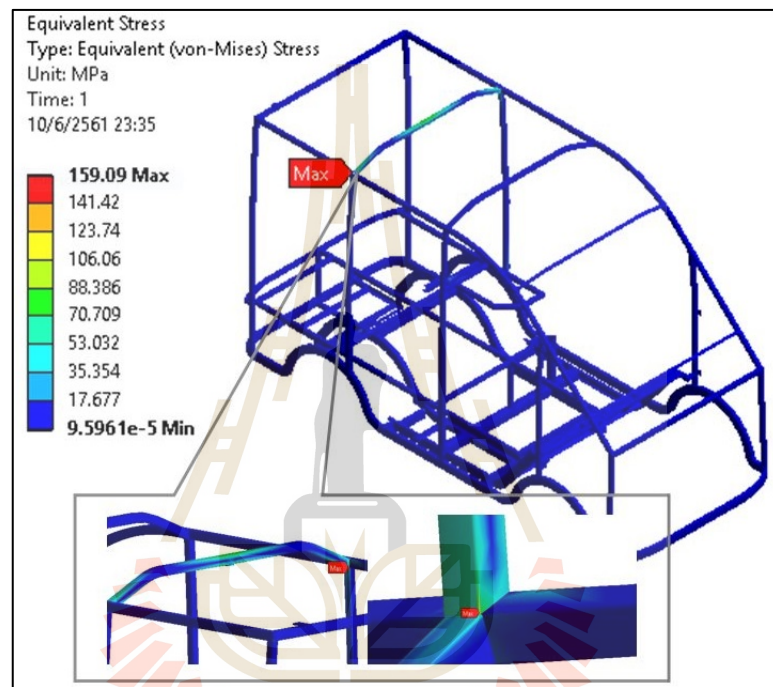


รูปที่ 4.7 ระยะยุบของโครงหลังคา

การวิเคราะห์ความเค้นแบบ Von Mises Stress

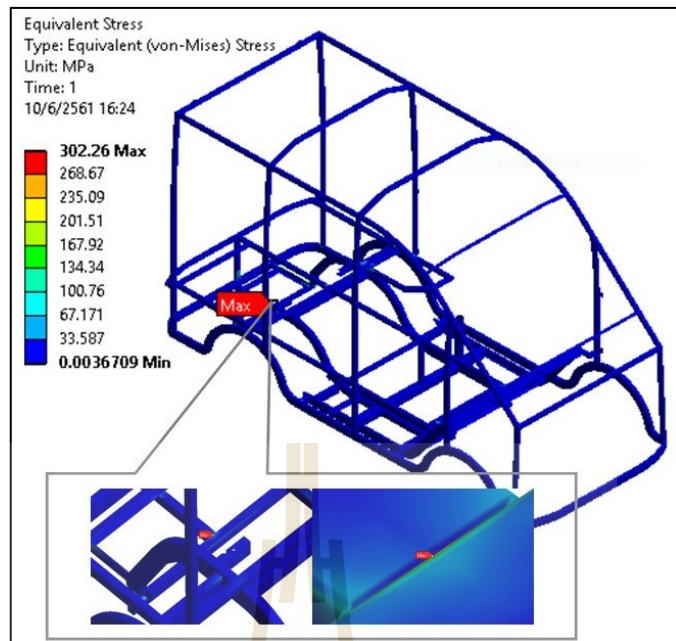
จากการวิเคราะห์ความเค้นเนื่องจากน้ำหนักที่แขวนลงบนโครงสร้างตามเงื่อนไขการวิเคราะห์การเสยรูป ในการวิเคราะห์ความเค้นแบบ Von Mises Stress เนื่องจากวัสดุที่ใช้เป็นวัสดุเหนียวและการแสดงผลแบบ Von Mises Stress เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายเนื่องจากค่าความเค้นมีความสอดคล้องกับผลการทดสอบมากที่สุด จากการผลการวิเคราะห์ความเค้น ดังรูปที่ 4.8 พบว่า

ค่าความเค้นสูงสุดจะเกิดขึ้นที่บริเวณจุดต่อของโครงสร้างคานที่รับน้ำหนัก โดยมีค่าความเค้นสูงสุดเท่ากับ 159 เมกะปาสกาล เมื่อนำค่าความเค้นที่เกิดจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่าความเค้นที่จุดครากของวัสดุ มีค่าเท่ากับ 315 เมกะปาสกาล จะเห็นได้ว่า ค่าความเค้นที่ได้จากการวิเคราะห์มีน้อยกว่าความเค้นที่จุดครากเป็นเท่าตัว ดังนั้นบริเวณที่เกิดความเค้นสูงสุดของ โครงหลังคาจะไม่เกิดการพังเสียหาย



รูปที่ 4.8 ค่าความเค้นของโครงหลังคา

กรณีที่ 2 การวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างขณะรับน้ำหนักสูงสุด โดยมีผลจากการวิเคราะห์ความเค้นแบบ Von Mises stress ดังรูปที่ 4.9 แสดงการจำลองความเค้นของโครงสร้างทั้งหมดที่รับน้ำหนักตามลักษณะการใช้งานพบว่า ความเค้นสูงสุดเกิดขึ้นที่บริเวณโครงสร้างรับน้ำหนักแบบเดออร์ทางด้านท้ายรถซึ่งเกิดขึ้นที่บริเวณจุดเชื่อมต่อของโครงสร้างดังกล่าว โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 302 เมกะปาสกาล เมื่อนำค่าความเค้นที่เกิดจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่าความเค้นที่จุดครากของวัสดุ มีค่าเท่ากับ 315 เมกะปาสกาล จะเห็นได้ว่า ค่าความเค้นที่ได้จากการวิเคราะห์มีน้อยกว่าความเค้นที่จุดคราก ดังนั้นบริเวณที่เกิดความเค้นสูงสุดยังมีค่าไม่เกินความเค้นที่จุดครากของวัสดุ



รูปที่ 4.9 ค่าความเค้นของ โครงสร้างทั้งหมด

4.2 การสร้างต้นแบบ (Prototype)

จากการสร้างรถต้นแบบขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วยได้มีการแบ่งการสร้างออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การสร้างโครงรถ การสร้างตัวถังรถ และการสร้างห้องพยาบาล

4.2.1 การสร้างโครงรถ (Frame)



รูปที่ 4.10 โครงรถต้นแบบขนาดเล็ก

จากรูปที่ 4.10 การสร้างโครงรถตามการออกแบบ โดยใช้เหล็กกล่องขนาด 0.5-2 นิ้ว ความหนา 1.6 มิลลิเมตร ซึ่งแต่ละส่วนของรถใช้เหล็กที่มีขนาดแตกต่างกันตามการรับน้ำหนักเพื่อความแข็งแรงและความเหมาะสมต่อโครงสร้างของรถ และในการประสานเหล็กแต่ละจุดต่อด้วยวิธีการเชื่อม เพื่อให้เกิดความแข็งแรงของโครงรถมากที่สุด สำหรับการประสานโครงรถเข้ากับระบบรองรับน้ำหนักใช้การเชื่อมต่อเป็นแบบโครงในตัว (Unibody, Monocoque) เนื่องจากทำให้มีน้ำหนักเบา มีความแข็งแรงสูง ด้านทานแรงบิดได้ดี และมีความเรียบร้อยสวยงาม (สถาบันยานยนต์, 2557) ซึ่งในการดำเนินการสร้างพบว่า มีบริเวณที่ไม่สามารถสร้างได้ตามที่ได้ออกแบบคือ บริเวณส่วนการสร้างตำแหน่งของพื้นที่สำหรับเก็บอุปกรณ์การแพทย์ประเภทเปลือกแข็ง และส่วนพื้นที่ของผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ดูแลผู้ป่วย ดังนั้นจึงทำการปรับเปลี่ยนตำแหน่งวางแบตเตอรี่ โดยการแยกออกเป็น 2 ชุด ชุดละ 3 เซลล์ ชุดที่หนึ่งติดตั้งอยู่บริเวณส่วนท้ายรถ และชุดที่สองอยู่บริเวณใต้ฐานเตียงผู้ป่วยจากการปรับตำแหน่งดังกล่าว ทำให้ได้พื้นที่ที่สามารถสร้างส่วนดังกล่าวได้ตรงตามการออกแบบ และมีการปรับองศาของแกนบังคับเลี้ยว จากเดิมทำมุมที่ 30 องศา จากแนวระนาบของระบบรองรับน้ำหนัก โดยทำการปรับระดับองศาแกนบังคับเลี้ยวเป็น 80 องศา กับแนวระนาบของระบบรองรับน้ำหนัก การปรับองศาของแกนบังคับเลี้ยวเป็นผลทำให้ได้พื้นที่สำหรับผู้บังคับรถเพิ่มมากขึ้นเพียงพอต่อการใช้งานจริง และสามารถดำเนินการสร้างได้อย่างถูกต้องตามที่ได้ออกแบบ

4.2.2 การสร้างตัวถังรถ

การสร้างตัวถังต้นแบบรถขนาดเล็กเป็นการสร้างโดยใช้วัสดุที่เป็นไฟเบอร์กลาส เพื่อให้มีน้ำหนักเบาเนื่องจากระบบรองรับน้ำหนักของรถออลฟ์สามารถรับน้ำหนักสูงสุดได้เท่ากับ 573 กิโลกรัม หลังจากนั้นชิ้นส่วนของรถออลฟ์ที่ไม่จำเป็นออกทั้งหมด ดังนั้นในการสร้างต้นแบบรถขนาดเล็ก จึงจำเป็นต้องใช้ไฟเบอร์กลาสในการสร้างตัวถัง เพื่อควบคุมน้ำหนักของตัวรถทั้งหมดไม่เกิน 373 กิโลกรัม ส่วนน้ำหนักที่คงเหลือ 290 กิโลกรัม นั้นเป็นน้ำหนักของผู้โดยสาร 3 คน เท่ากับ 210 กิโลกรัม และอุปกรณ์การแพทย์ทั้งหมด 80 กิโลกรัม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วัสดุที่เป็นไฟเบอร์กลาสในการสร้างตัวถังภายนอก เนื่องจากมีน้ำหนักเบาเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุที่เป็นเหล็กแผ่น โดยค่าความแน่นของเหล็กแผ่นมีค่าเท่ากับ 8,303 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าความหนาแน่นของไฟเบอร์กลาสมีค่าเท่ากับ 1,522 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สังเกตได้ว่าหากใช้เหล็กในการสร้างตัวถังจะทำให้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นถึง 5 เท่า ในขณะที่มีความหนาเท่ากัน ในกรณีที่ใช้ความหนาแตกต่างกันของทั้งสองวัสดุ จะเห็นได้ว่ากระบวนการในการสร้างจากเหล็กแผ่นจะเป็นเรื่องที่ซับซ้อนมากกว่าการใช้ไฟเบอร์กลาส และเพื่อให้เป็นไปตามลักษณะเฉพาะของรถปฏิบัติการ

ถูกเงินประเภทกระดาษดัดแปลงได้มีการกำหนดให้ใช้ไฟเบอร์กลาสเพื่อสร้างหลังคาคลุมส่วนที่ดัดแปลงเป็นห้องพยาบาลประจำรถปฏิบัติการถูกเงิน

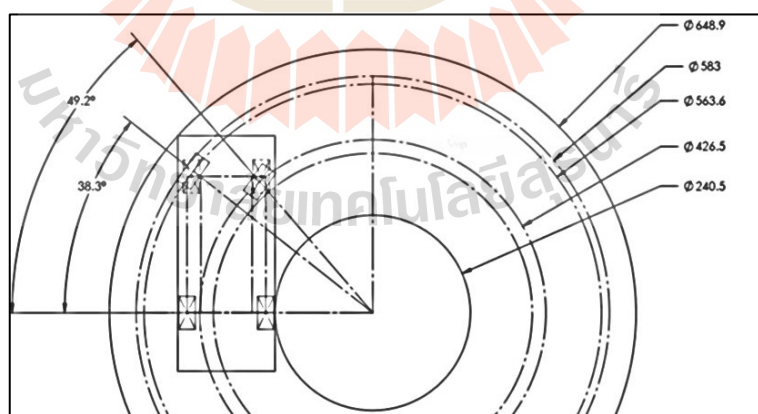
4.2.3 การสร้างห้องพยาบาล

การสร้างห้องพยาบาลประจำรถต้นแบบขนาดเล็กเป็นการสร้างตามที่ได้ออกแบบในการสร้างนี้โดยเป็นการอิงคุณลักษณะเฉพาะของรถปฏิบัติการถูกเงิน ประเภทกระดาษดัดแปลงในส่วนของการตกแต่งภายในห้องพยาบาลประจำรถต้องสร้างจากวัสดุที่เป็นไฟเบอร์กลาส และไม่มีรอยต่อสามารถกันน้ำได้ 100 เปอร์เซ็นต์ มีความแข็งแรงต่อการใช้งาน ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างพื้นที่รองรับเครื่องมือและอุปกรณ์การแพทย์พื้นฐาน โดยใช้วัสดุที่เป็นไฟเบอร์กลาสในการสร้างพื้นที่สำหรับจัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ดังกล่าว

4.3 การทดสอบสมรรถนะ

จากการสร้างต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วยของงานวิจัยนี้เป็นการนำระบบรองรับน้ำหนักและระบบขับเคลื่อนของรถกอล์ฟมาดัดแปลงโครงสร้างในส่วนต่าง ๆ ในการดัดแปลงนี้มีการปรับเปลี่ยนขนาดรถกอล์ฟไปจากเดิม ดังนั้นจึงต้องมีการทดสอบสมรรถนะที่เปลี่ยนไป โดยการทดสอบสมรรถนะของรถต้นแบบ แบ่งออกเป็น 2 การทดสอบ ได้แก่ การทดสอบรัศมีวงเลี้ยว การทดสอบที่เกี่ยวข้องกับความเร็ว

การทดสอบรัศมีวงเลี้ยว



รูปที่ 4.11 ผลการทดสอบรัศมีวงเลี้ยว

จากรูปที่ 4.11 ผลการทดสอบรัศมีวงเลี้ยวโดยการทดสอบด้วยการวัดองศาของล้อ ในขณะที่หมุนแกนบังคับเลี้ยวจนสุดและการขับในลักษณะเป็นวงกลมหลังจากนั้นทำการวัดเส้นผ่าน

ศูนย์กลาง จากนั้นได้นำข้อมูลทั้งหมดมาจำลองด้วยวิธีการฟิสิกตามทฤษฎีพบว่า รัศมีวงเลี้ยวจะมีค่าทั้งหมด 4 ค่า โดยค่าที่ใช้ในการกำหนดรัศมีวงเลี้ยวตามสมาคมวิศวกรรมยานยนต์คือ รัศมีวงเลี้ยวของล้อหน้าด้านนอกของรถ โดยมีค่าเท่ากับ 2.92 เมตร ซึ่งเป็นผลจากการทดสอบและองศาที่มากที่สุดเป็นองศาในการบังคับเลี้ยวซึ่งมีเป็นองศาด้านในเทียบแนวระนาบเท่ากับ 49.2 องศา จะเห็นได้ว่ารถต้นแบบมีขนาดรัศมีวงเลี้ยวเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดรัศมีวงเลี้ยวของรถกอล์ฟเดิมที่มีขนาดเท่ากับ 2.90 เมตร เนื่องจากในการสร้างต้นแบบเป็นการคัดแปลงเฉพาะโครงสร้างและตัวถังในส่วนระบบรองรับน้ำหนักไม่มีการดัดแปลงใด ๆ โครงสร้างที่ดัดแปลงเพิ่มมานั้นมีผลต่อการเฟื่อระยะในการบังคับเลี้ยวแต่ไม่ได้ส่งผลต่อรัศมีวงเลี้ยว และเมื่อนำรัศมีวงเลี้ยวมาเปรียบเทียบกับรถยนต์ขนาดเล็กที่นิยมใช้ในประเทศไทย ดังตารางที่ 4.1 พบว่า รัศมีวงเลี้ยวของรถต้นแบบมีค่าเท่ากับ 2.92 เมตรซึ่งมีค่าน้อยกว่ารัศมีวงเลี้ยวของรถยนต์ขนาดเล็กที่นิยมใช้ในประเทศไทย โดยมีค่าเฉลี่ยของความต่างของรัศมีวงเลี้ยวเท่ากับ 1.6 เมตร จากข้อมูลดังกล่าวส่งผลให้ทราบถึงความคล่องแคล่วในการบังคับเลี้ยวในที่แคบมากกว่ารถยนต์ขนาดเล็กที่นิยมใช้ในประเทศไทย

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบรัศมีวงเลี้ยวรถยนต์ยี่ห้อต่าง ๆ

| รถยนต์ยี่ห้อ | รัศมีวงเลี้ยว (เมตร) |
|-------------------|----------------------|
| Suzuki Celerio | 4.7 |
| Honda Brio | 4.5 |
| Mitsubishi Mirage | 4.4 |

การทดสอบความเร็วพบว่า ความเร็วสูงสุดในขณะบรรทุกน้ำหนักตามที่กำหนดของรถต้นแบบเฉลี่ยเท่ากับ 24.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับรถกอล์ฟเดิมที่มีความเร็วสูงสุดเท่ากับ 31.4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างของความเร็วเท่ากับ 7.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นผลมาจากน้ำหนักของโครงสร้างรถต้นแบบที่เพิ่มมากขึ้นจึงเป็นผลให้ความเร็วลดลง ที่ความเร็วสูงสุดสามารถวัด กระแสที่ใช้งานทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 59.64 แอมแปร์ เมื่อทราบค่ากระแสไฟที่ใช้ที่ความเร็วสูงสุด คำนวณหาเวลาและระยะทางในการใช้งานที่มากที่สุด ซึ่งรถต้นแบบขนาดเล็กสามารถใช้งานได้สูงสุดที่เวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง 16 นาที ในระยะทางไม่เกิน 52.5 กิโลเมตร

การทดสอบระยะเบรกพบว่า มีระยะเบรกเฉลี่ยเท่ากับ 3.54 เมตร ที่ความเร็วเท่ากับ 24 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อนำค่าดังกล่าวเปรียบเทียบกับเกณฑ์ประสิทธิภาพการห้ามล้อของประกาศกรมการขนส่งทางบก โดยมีหลักเกณฑ์ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 วิธีการทดสอบและความเร็วในการทดสอบที่กำหนด

| วิธีการทดสอบ | ความเร็วในการทดสอบ | เกณฑ์ประสิทธิภาพ | หน่วย |
|--------------|--------------------|--------------------------|------------------|
| Type - 0 (A) | 80 km/hr | $s \leq 0.15v + v^2/130$ | m |
| | | $d_m \geq 5.00$ | m/s ² |
| | | $f \leq 70$ | daN |

- S คือ ระยะทางในการหยุดครมมีหน่วยเป็น m
 d_m คือ ค่าความหน่วงเฉลี่ยสูงสุดมีหน่วยเป็น m/s²
v คือ ความเร็วของรถเมื่อเริ่มห้ามล้อมีหน่วยเป็น km/hr
f คือ แรงที่ใช้ในการกระทำต่อตัวควบคุมห้ามล้อมีหน่วยเป็น daN

จากตารางที่ 4.2 เกณฑ์ประสิทธิภาพการทดสอบระยะทางกำหนดให้ สามารถคำนวณเปรียบเทียบได้ดังนี้

$$S \leq 0.15(24) + 24^2/130, \quad S \leq 8.03$$

จะเห็นได้ว่าระยะเบรกจากการทดสอบมีค่าเท่ากับ 3.54 เมตร ซึ่งมีค่าน้อยกว่าที่กำหนด ดังนั้นจึงสามารถผ่านเกณฑ์ในการทดสอบระยะเบรก และเมื่อทำการเปรียบเทียบเกณฑ์ของค่าความหน่วงเฉลี่ยสูงสุด (d_m) คำนวณได้จาก ค่าความหน่วงเฉลี่ยในช่วงระยะทางระดับตำแหน่งที่รถมีความเร็วที่ 80 เปอร์เซ็นต์ และ ความเร็วที่ 10 เปอร์เซ็นต์ ดังสมการต่อไปนี้

$$d_m = \frac{v_b^2 - v_c^2}{25.92(s_b - s_c)} \quad (4.1)$$

- เมื่อ v_0 คือ ความเร็วของรถ ณ เวลาที่เริ่มการห้ามล้อ (km/hr)
 v_b คือ ความเร็วของรถที่ 0.8 v_0 (km/hr)
 v_c คือ ความเร็วของรถที่ 0.1 v_0 (km/hr)
 s_b คือ ระยะระหว่าง v_0 กับ v_b (m)
 s_c คือ ระยะระหว่าง v_0 กับ v_c (m)

จาก $v_0 = 24 \text{ km/hr}, \quad v_b = 0.8 \times 24 = 19.2 \text{ km/hr}, \quad v_c = 0.1 \times 24 = 2.4 \text{ km/hr},$
 $S = 3.54 \text{ m}, \quad s_b = 0.8 \times 3.54 = 2.83 \text{ m} \quad s_c = 0.1 \times 3.54 = 0.354 \text{ m}$

ดังนั้น

$$d_m = \frac{(19.2)^2 - (2.4)^2}{25.92(2.83 - 0.354)} = 5.65 \text{ m/s}^2$$

จะเห็นได้ว่าค่าความหน่วงเฉลี่ยจากเกณฑ์ประสิทธิภาพมีค่าน้อยกว่าค่าความหน่วงเฉลี่ยของรถต้นแบบ ซึ่งจากการทดสอบสามารถผ่านเกณฑ์ในการทดสอบค่าความหน่วงเฉลี่ย และในส่วนของแรงที่ใช้ในการกระทำต่อตัวควบคุมห้ามล้อไม่สามารถทดสอบได้ เนื่องจากไม่เครื่องมือในการทดสอบ

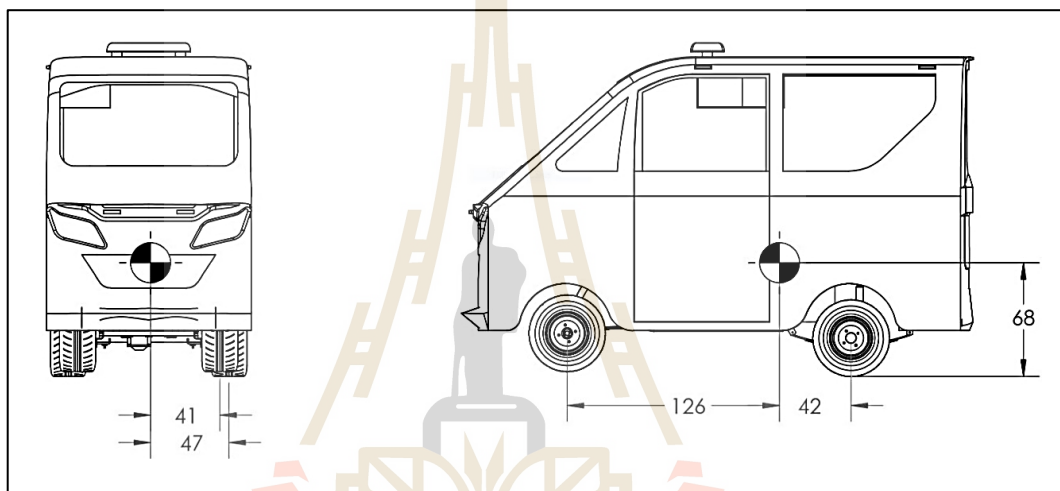
4.3.1 จุดศูนย์กลางของรถต้นแบบ

จุดศูนย์กลางเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องตระหนักถึงเนื่องจากเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการควบคุมการขับขี่โดยตรง ซึ่งมีผลต่อการทรงตัวที่ดีและในขณะที่ใช้ความเร็วรถที่มีจุดศูนย์กลางต่ำจะสามารถทรงตัวและยึดเกาะถนนได้ดี รวมไปถึงในขณะที่เลี้ยวจะไม่ทำให้เกิดการพลิกคว่ำและความสามารถในการขึ้นทางชันจะทำได้ดี โดยหลักการวิศวกรรมยานยนต์ จุดศูนย์กลางสามารถแบบออกได้เป็น 3 แนวตามระบบพิกัดฉาก จากการออกแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks 2015 พบว่า จุดศูนย์กลางของรถต้นแบบอยู่ในตำแหน่งดังต่อไปนี้

ตำแหน่งตามแนวยาวของจุดศูนย์กลาง เป็นตำแหน่งของจุดศูนย์กลางโดยพิจารณาจากระยะความยาวฐานล้อ (Wheel base) โดยมองจากด้านข้างตำแหน่งตามแนวยาวของจุดศูนย์กลางจะอยู่ในแนวระนาบดังแสดงในรูปที่ 4.12 (ขวา) จะเห็นได้ว่าจุดศูนย์กลางอยู่ที่ตำแหน่ง 126 เซนติเมตร ซึ่งในการออกแบบแล้วจะต้องไม่หลุดจากระยะช่วงฐานล้อ ถ้าหากหลุดช่วงระยะฐานล้อจะทำให้รถต้นแบบไม่สามารถบรรทุกผู้โดยสารได้เนื่องจากทำให้ล้อหน้าเกิดอาการเสียการทรงตัวไม่สามารถบังคับเลี้ยวได้

ตำแหน่งตามแนวขวางของจุดศูนย์กลาง เป็นตำแหน่งของจุดศูนย์กลางโดยพิจารณาจากจุดศูนย์กลางล้อซ้ายถึงจุดศูนย์กลางล้อขวา (Tracking) โดยการมองจากด้านหน้าหรือหลังจุดศูนย์กลางจะอยู่ในแนวขวางดังแสดงในรูปที่ 4.12 (ซ้าย) จะเห็นได้ว่าจุดศูนย์กลางอยู่ที่ตำแหน่ง 47 เซนติเมตรโดยการมองจากทางด้านหลัง และจุดศูนย์กลางโดยมองจากทางด้านหน้าอยู่ที่ตำแหน่ง 41 เซนติเมตร โดยตำแหน่งทั้งสองวัดจากจุดกึ่งกลางของล้อด้านซ้าย ซึ่งรถต้นแบบจะมีตำแหน่งจุดศูนย์กลางแนวขวางอยู่สองตำแหน่งเนื่องจากการปรับให้ช่วยในเรื่องของรัศมีวงเลี้ยวและการเข้าโค้ง ซึ่งในการออกแบบแล้วจะต้องออกแบบไม่ให้หลุดจากระยะช่วงความกว้างของล้อ ถ้าหากหลุดช่วงระยะดังกล่าวจะทำให้รถต้นแบบพลิกคว่ำได้

ตำแหน่งตามแนวตั้งของจุดศูนย์ถ่วง เป็นตำแหน่งตามของจุดศูนย์ถ่วงรถคันแบบที่พิจารณาจากระยะที่ล้อสัมผัสกับผิวถนนซึ่งตำแหน่งตามแนวตั้งถึงจุดศูนย์ถ่วงจากรูปที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าจุดศูนย์ถ่วงอยู่ที่ตำแหน่ง 68 เซนติเมตร ซึ่งเป็นตำแหน่งที่สำคัญมาก เนื่องจากถ้าจุดศูนย์ถ่วงนี้สูงมาก ๆ จะทำให้ความสามารถในการเลี้ยว การขึ้น-ลงทางลาดเอียงและการวิ่งด้วยความเร็วเป็นผลทำให้เกิดการพลิกคว่ำได้ง่ายในกรณี que เข้าโค้งและการขึ้น-ลงทางลาดเอียงจนกระทั่งตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงหลุดออกจากรถ ในส่วนของความเร็วสูงก็จะทำให้การบังคับเลี้ยวกระทันหันอาจทำให้ล้อต่าง ๆ เกิดการเสียดลื่นการทรงตัวได้



รูปที่ 4.12 ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวล

ตารางที่ 4.3 สมรรถนะของรถต้นแบบ

| รายการ | สมรรถนะ |
|-----------------------------|--|
| Battery Charger | 48 Volts DC Hight Frequency, Input 220 Volts AC, 50/60Hz. 8 Amps Output 48 Volts DC at 13 Amps |
| Motor | 48 volts DC shunt wound |
| Drive Train | Direct motor shaft connected to transaxle pinion shaft |
| Electrical System | 48 Volts DC, six, 8 volt deep cycle batteries (117 minutes minimum, 170 amp-hour @ 20 hr. discharge rate) Head Light 12 Watt Emergency & Turning Light 12 Watt Dipped Beam Light 10 Watt Fog Light 10 Watt Return Light 6 Watt Break Light 6 Watt |
| Brakes | Dual rear wheel mechanical self-adjusting drum brakes. Automatic single point park brake release with self-compensating system |
| Dimension of Cart | Overall Length 290 cm Overall Width 120 cm Overall Height 190 cm Wheel Base 168 cm Front Wheel Track 86 cm Rear Wheel Track 98 cm |
| Dimension of First aid Room | Width 1.14 cm Length 2.00 cm Height 1.30 cm |

ตารางที่ 4.3 สมรรถนะของรถต้นแบบ (ต่อ)

| รายการ | สมรรถนะ | |
|----------------------------|--------------------------|---|
| Vehicle Power | Power Source | 48 Volts DC |
| | Horsepower (kW) | 3.0 HP (2.2 kW) Continuous |
| | Speed Controller | 250 Amps Solid State Controller |
| | Rear Axle Ratio | 12.44:1 |
| Performance | Seating Capacity | 3 Person |
| | Curb Weight | 551 kg |
| | Vehicle Load Capacity | 300 kg |
| | Outside Clearance Circle | 6.48 m |
| | Maximum Speed | 24 km/hr. |
| | Brake Distance | 3.54 m |
| | Working Distance | 52.5 km |
| Steering & Suspension | Steering | Self-compensating rack and pinion |
| | Front Suspension | Leaf springs with hydraulic shock absorbers |
| | Rear Suspension | Leaf springs |
| | Service Brake | Rear wheel mechanical self-adjusting drum |
| | Parking Brake | Self-compensating, single point engagement |
| | Front Tires | Pair of 18 x 8.50 - 8 (4 Ply Rated) Tires |
| | Rear Tires | Pair of 18 x 8.50 - 8 (4 Ply Rated) Tires |
| Body & Chassis | Frame | Welded steel, DuraShield™ powder coat |
| | Body & Finish | Welded steel |
| | Standard Color | White |
| Emergency vehicle lighting | Siren Light | 48 Watt |
| | Siren Speaker | 150 Watt |

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างรถต้นแบบขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วยพร้อมพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์การแพทย์พื้นฐาน ภายใต้มาตรฐานรถปฏิบัติการฉุกเฉินระดับปฏิบัติการการแพทย์ขั้นพื้นฐาน โดยการประยุกต์ใช้ระบบรองรับน้ำหนักของรถกอล์ฟ ยี่ห้อ E-Z-GO รุ่น TXT 48 FREEDOM 2011 เพื่อออกแบบและสร้างรถต้นแบบ การออกแบบทางคอมพิวเตอร์ใช้ซอฟต์แวร์ SolidWorks 2015 เพื่อแสดงรายละเอียด สรุปดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. การออกแบบและสร้างต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วย ขนาดของรถเท่ากับ $120 \times 290 \times 190$ เซนติเมตร (กว้าง \times ยาว \times สูง) โดยความกว้างอิงการออกแบบตามขนาดช่องจราจรระหว่างรถสำหรับถนนประเทศไทย ความสูงอิงจากเกณฑ์มาตรฐานห้องพยาบาลในรถปฏิบัติการฉุกเฉินของสถาบันการแพทย์ฉุกเฉินขนาดห้องพยาบาลประจำรถเท่ากับ $114 \times 200 \times 130$ เซนติเมตร (กว้าง \times ยาว \times สูง)
2. โครงสร้างวัสดุทำจากเหล็กเชื่อมติดถาวรกับระบบรองรับน้ำหนักและตัวถังวัสดุทำจากไฟเบอร์กลาส
3. รถต้นแบบมีพื้นที่สำหรับบรรจุเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์พื้นฐานระดับปฏิบัติการการแพทย์ขั้นพื้นฐาน
4. รถต้นแบบมีระยะปฏิบัติการไป-กลับไม่เกิน 52.5 กิโลเมตร ที่ความเร็วสูงสุดเท่ากับ 24 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
5. รถต้นแบบสามารถรับน้ำหนักบรรทุกผู้บังคับรถ ผู้ปฏิบัติการ ผู้ป่วยและอุปกรณ์ทางการแพทย์ได้ไม่เกิน 300 กิโลกรัม

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การพัฒนาในอนาคตสิ่งหนึ่งที่สำคัญคือความเร็วในการขนย้ายผู้ป่วย ดังนั้นควรปรับเปลี่ยนระบบต้นกำลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน

2. ควรมีระบบปรับอากาศเพิ่มเติมเนื่องจากสภาพรถเป็นห้องปิด การระบายภายในต้องเพียงพอ
3. ควรเพิ่มเติมอุปกรณ์บอกตำแหน่งจีพีเอสเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการบอกตำแหน่งของการปฏิบัติการ
4. ในการทดสอบเป็นการทดสอบแบบทางราบไม่มีการขึ้น-ลงทางลาดเอียง ดังนั้นหากมีการนำไปปรับใช้กับพื้นที่ ที่มีลักษณะทางลาดเอียงควรมีการทดสอบระยะการใช้งานใหม่
5. พิสัยปฏิบัติการที่เหมาะสมคือ การเคลื่อนย้ายผู้ป่วยระหว่างอาคารหรือการเฝ้าระวังในพื้นที่การจราจรหนาแน่น เพื่อเข้าถึงการรักษาและนำส่งต่อรถปฏิบัติการฉุกเฉิน



รายการอ้างอิง

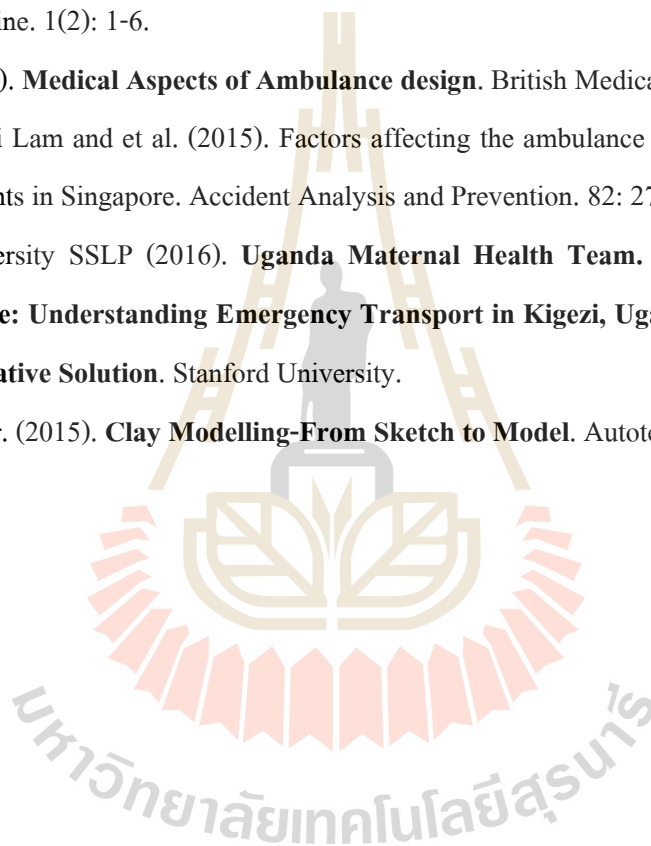
- กรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม. คู่มือปรับปรุงกายภาพทางหลวงท้องถิ่นในเขตเมือง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท โอ.เอส. พรินติ้งเฮาส์ จำกัด; 2548.
- กิตติ อนุชาผัด และคณะ. คอมโพสิท. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท โอ.เอส. พรินติ้งเฮาส์ จำกัด; 2548.
- คุณลักษณะเฉพาะรถพยาบาลฉุกเฉิน (รถกระบะ) ปริมาตรกระบะออกสูบไม่ต่ำกว่า 2,400 ลิตร [ออนไลน์] อ้างเมื่อ 20 มิถุนายน 2562. จาก <http://www.sainawang.go.th>
- ไฟบูลย์ สุริยะวงศ์ไพศาล, บรรณาธิการ. 12 ตัวชี้วัดสถานการณ์ความปลอดภัยทางถนนของประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: กระทรวงคมนาคม (คค.) กรมการขนส่งทางบก (ขบ.) และกองทุนเพื่อความปลอดภัยในการใช้รถใช้ถนน (กปถ.); 2560.
- ราฟิง เจริญยศ, สุทธิสาร อนันตรัตนชัยม พิพัฒน์ สุจริตธรรมกุล (2558). ศึกษาสมบัติวัสดุพอลิเมอร์ผสมเส้นใยแก้วหุ้มด้วยพอลิเมอร์ผสมเส้นใยเซรามิกเพื่อใช้เป็นวัสดุทำใบกั้นล้มผลิตรถกระแสไฟฟ้า. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ (สพฉ.). ช่องว่างการแพทย์ฉุกเฉินไทย: รายงานสถานการณ์ระบบการแพทย์ฉุกเฉิน ปี 2557. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บจก. ปัญญมิตร การพิมพ์ ; 2558.
- สถาบันยานยนต์ (2557). รายงานการศึกษาการศึกษาโครงสร้างการผลิตชิ้นส่วนของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย. โครงการสารสนเทศยานยนต์.
- Anders R N, Bjørn B, Mårten S. (2009). **Medical emergency motorcycle-is it useful in a Scandinavian Emergency Medical Service.** Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine. 17(9).
- Augusto C, Vasco B. (2017). **Design research for the development of a Medical Emergency Ambulance.** Design as a symbolic qualifier in the design of complex systems/products. The Design Journal; 20 (sup1): S2135-S2157.
- Chao-Shune Lin and et al. (1998). **A Method to Reduce Response Times in Prehospital Care: The Motorcycle Experience.** American Journal of Emergency Medicine. 16(7): 711-713.

รายการอ้างอิง (ต่อ)

- Deogratias K, Y. Tina Lee, Jennifer M, Allison B. F, Larry A, Allie J. **Simulation-Based Design Concept Evaluation for Ambulance Patient Compartments**. Simulation: Transactions of the Society for Modeling and Simulation International; 2015; 91(8): 691-714.
- Dirk V G, Kiyomoto K. and Hiroshi S. (2005). **Design Concept of Electric Vehicle Ambulance**. Journal of Asian Electric Vehicles. 3(1): 713-719.
- Javier Mauricio. (2017). **A low-cost Reverse Engineering process for generating Class A Surface models from physical mockups [Master Thesis in Science in Design & Engineering]**. Polytechnic University of Milan.
- J.C.K. Wells, Treleaven P, Charoensiriwath S. Body shape by 3-D photonic scanning in Thai and UK adults: comparison of national sizing surveys. International Journal of Obesity 2012; 36: 148-154.
- Masoud Swalehe, Semra Gunay Aktasa. (2016). **Dynamic Ambulance Deployment to Reduce Ambulance Response Times using Geographic Information Systems: A Case Study of Odunpazari District of Eskisehir Province, Turkey**. Procedia Environmental Sciences. 36:199-206.
- Mohammad A. S. (2019). **Design of an Electric Golf Cart with Batteries & Solar Panel for 6 Seat Capacity**. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). 6(2): 2103-2122.
- Mohammadkarim B, Ramin R, Mostafa N. (2012). **Development of Emergency Medical Services (EMS) in Iran: Component of Transportation**. Journal of Society for development in new net environment in B&H. 6(3): 826-831.
- Nadine L, Raphael G. (2007). **Development of Proposed Crash Test Procedures for Ambulance Vehicles**. 20th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV); 18-21 June 2007. Lyon, France.
- N.K. Giri. **Automobile Mechanics. 8th ed**. New Delhi: KHANNA PUBLISHERS; 2011.
- Peyravi MR, Tubaei F, Pourmohammadi K. (2009). **The Efficiency of Motorlance in Comparison with Ambulance in Shiraz, Southern Iran**. Iranian Red Crescent Medical Journal. 11(3):330-333.

รายการอ้างอิง (ต่อ)

- QI Bin1, SUN Xiao-ming, PEI Eujin, LIU Bing-jian. (2015). **Virtual Clay Prototyping System- A Framework for Real-Time Modeling**. [serial online]. 11(5): 24-30.
- Ramesh A, Vanden Hoek TL, LaBresh K, Campbell T, Murthy K and Shetty N. (2018). **Development of an Emergency Nurse-Paramedic Motorcycle Response System for Acute STEMI and Sudden Cardiac Arrest Care in India**. Global Journal of Emergency Medicine. 1(2): 1-6.
- Roger S. (1972). **Medical Aspects of Ambulance design**. British Medical Journal. 3: 574-578.
- Sean Shao Wei Lam and et al. (2015). Factors affecting the ambulance response times of trauma incidents in Singapore. Accident Analysis and Prevention. 82: 27-35.
- Stanford University SSLP (2016). **Uganda Maternal Health Team. Motorcycle Ambulance Service: Understanding Emergency Transport in Kigezi, Uganda and Developing an Innovative Solution**. Stanford University.
- Thomas Kalker. (2015). **Clay Modelling-From Sketch to Model**. Autotechreview. 4(10): 34-36.





ภาคผนวก ก

ข้อมูลรถกอล์ฟไฟฟ้า E-Z-GO รุ่น TXT 48 FREEDOM 2011

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



A Textron Company

MODEL: TXT 48 FREEDOM GOLF CAR
TYPE: ELECTRIC 48V FREEDOM GOLF CAR
MODEL YEAR: 2011
 Part No.: 614265



PRODUCT SPECIFICATION

CONFIGURATION HIGHLIGHTS

TrueCourse Technology: Programmable to any golf course terrain, with expanded regenerative braking function, and vehicle charger lockout

- Solid State continuously variable separately excited speed controller
- Dash mounted direction selector switch (Forward-Neutral-Reverse)
- Anti-roll back, walkaway braking and alarm
- Programmable regenerative braking, acceleration and speed
- Six, 8 Volt Deep Cycle
- Full torque, reduced speed reverse
- Inductive throttle sensor
- Handheld vehicle diagnostics and rounds tracking

Battery Charger: PowerWise™ 48QE high frequency, fully line compensating, 10 ft (3 m) DC Cord, Underwriters Lab. (U.L.) Listed, (C.S.A. Certified)

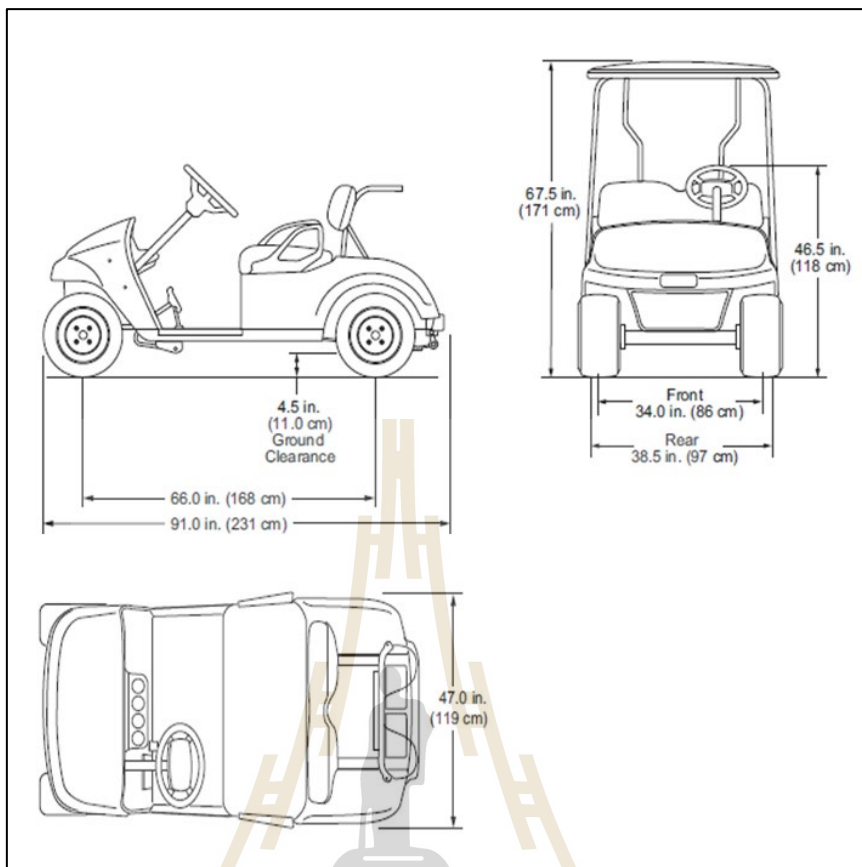
- Input: 120 Volts AC, 50/60 Hz, 8 amps
- Output: 48 Volts DC at 13 amps

Motor: 48 Volt DC shunt wound, brazed armature, solid copper windings
Drive Train: Direct motor shaft connected to transaxle pinion shaft
Electrical System: 48 Volt DC, six, 8 volt deep cycle batteries (117 minute minimum, 170 amp-hour @ 20 hr. discharge rate)
Transaxle: Differential with helical gears
Brakes: Dual rear wheel mechanical self-adjusting drum brakes. Automatic single point park brake release with self-compensating system

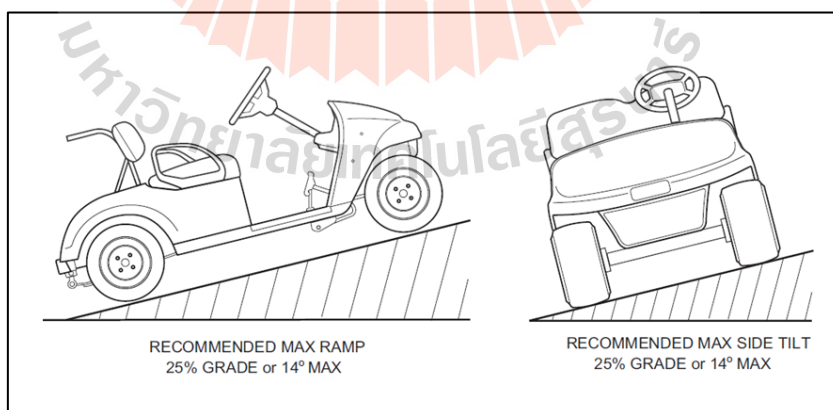
PRODUCT OVERVIEW

| Dimensions | | Performance | |
|------------------------------------|--|--------------------------|---|
| Overall Length | 91.0 in (231 cm) | Seating Capacity | 2 Person |
| Overall Width | 47.0 in (119 cm) | Dry Weight | 557 lb (253 kg) (Without Batteries) |
| Overall Height (No Canopy) | 46.5 in (118 cm) (Top of steering wheel) | Curb Weight | 935 lb (424 kg) (Trojan T-875) |
| Overall Height (With Canopy) | 68.0 in (173 cm) | Vehicle load capacity | 1000 lb (450 kg) |
| Wheel Base | 66.0 in (168 cm) | Outside Clearance Circle | 19.0 ft (5.8 m) |
| Front Wheel Track | 34.0 in (86 cm) | Speed (Level Ground) | 14.5 - 19.5 mph (23.3 - 31.4 kph) |
| Rear Wheel Track | 38.5 in (97 cm) | Towing Capacity | 3 Golf Cars with Approved Permanent Tow Bar |
| Ground Clearance (at Differential) | 4.5 in (11 cm) | Steering & Suspension | |
| Vehicle Power | | Steering | Self-compensating rack and pinion |
| Power Source | 48 Volts DC | Front Suspension | Leaf springs with hydraulic shock absorbers |
| Motor Type | Shunt Wound | Rear Suspension | Leaf springs with hydraulic shock absorbers |
| Horsepower (kW) | 3.0 HP (2.2 kW) Continuous | Service Brake | Rear wheel mechanical self-adjusting drum |
| Electrical System | 48 Volt | Parking Brake | Self-compensating, single point engagement |
| Batteries (Qty, Type) | Six, 8 Volt Deep Cycle | Front Tires | Hole-in-One 18 x 8.50 - 8 (4 Ply Rated) |
| Key or Pedal Start | Pedal Start | Rear Tires | Hole-in-One 18 x 8.50 - 8 (4 Ply Rated) |
| Battery Charger | 48 VDC PowerWise™ QE, 120 VAC, UL/CSA | Body & Chassis | |
| Speed Controller | 250 Amp Solid State Controller | Frame | Welded steel, DuraShield™ powder coat |
| Drive Train | Motor Shaft Direct Drive | Body & Finish | Injection molded TPO |
| Transaxle | Differential with helical gears | Standard Color | Champagne |
| Gear Selection | Dash Mounted Forward-Neutral-Reverse | | |
| Rear Axle Ratio | 12.44:1 | | |

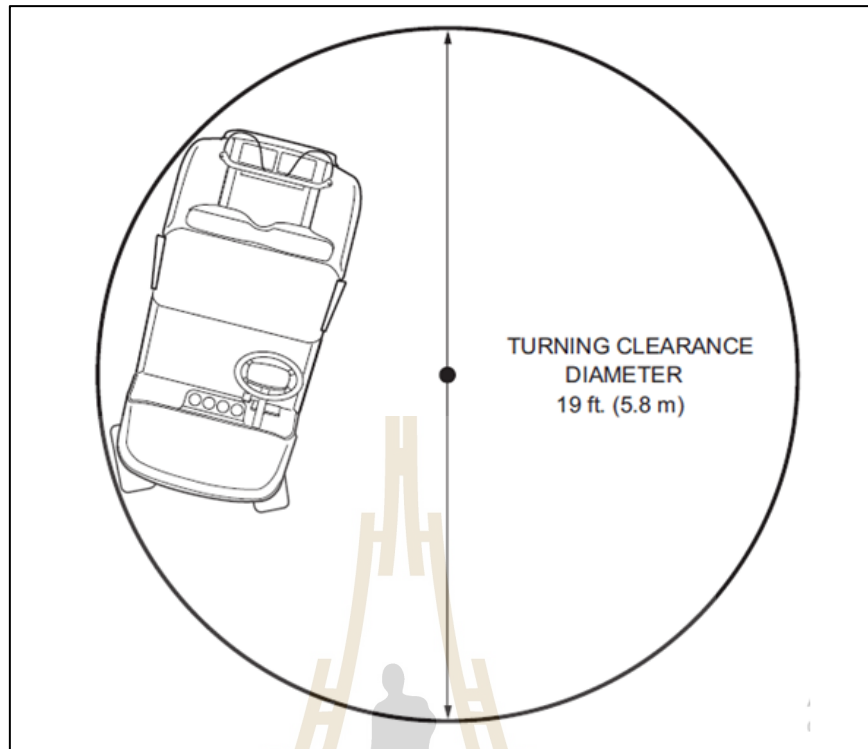
รูปที่ ก.1 General Specifications



รูปที่ ก.2 ข้อมูลขนาดของรถกอล์ฟ



รูปที่ ก.3 การไต่ทางลาดเอียงของรถกอล์ฟ



รูปที่ ก.4 รัศมีวงเลี้ยวของรถกอล์ฟไฟฟ้า



LIFE CHARACTERISTICS

TEST CONDITIONS
 Temperature: 30-45°C
 Discharge: 0.267 C (A) x 3h (80% Deep Of Discharge, Final Voltage: 1.75 Volts/Cell)
 Charge: 120% Of Discharge (Ah) Constant Current Same As Discharge (0.267 C)
 Final Life Cycle Stop at 80% Of Capacity.

As designed for cyclic services having 4 times longer life than automotive batteries.

RELATIONS BETWEEN THE DEPTH OF DISCHARGE AND LIFE

TEST CONDITIONS
 Temperature: 30-45°C
 Charge: 120% of discharge amount
 End of life: less than 80% of rated capacity
 S.G.: 1.280(at 20°C)

Life of batteries is mostly affected by the depth of discharge.
 Repetition of deep discharge makes the life of batteries shorten.

Technical Information

| Terminal Type | | Direction | |
|---------------|----|-----------|----|
| T | LL | LR | LR |
| V | LL | LR | LR |
| L | LL | LR | LR |

Passion of The Leader

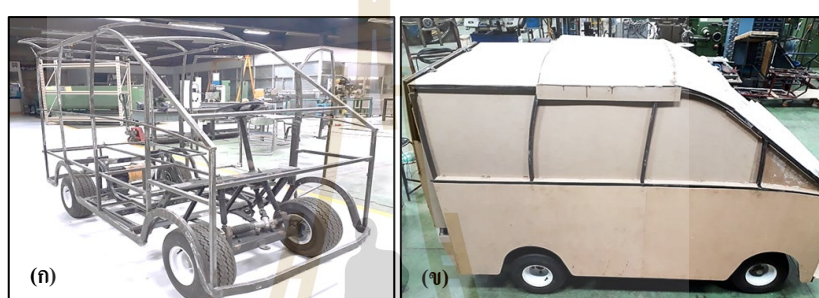
รูปที่ ๓.5 Electric Battery Technical Specifications



ภาคผนวก ข

ขั้นตอนการทำไฟเบอร์กลาส

กระบวนการสร้างต้นแบบรถขนาดเล็กสำหรับขนย้ายผู้ป่วย โดยใช้ระบบรับน้ำหนัก (Chassis) ของรถกอล์ฟพีซีห้อ E-Z-GO รุ่น TXT 48 FREEDOM 2011 ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า เพื่อตัดแปลงให้มีขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง ตามที่ได้ออกแบบ ซึ่งระบบรับน้ำหนัก บริเวณที่ต่อเติมเข้ากับโครงรถนั้นเป็นการเชื่อมต่อแบบ โครงในตัว (Unibody, Monocoque) เนื่องจากโครงสร้างแบบ โครงในตัวมีความแข็งแรงและมีน้ำหนักเบามากกว่า โครงประเภทอื่น ๆ ดังแสดงในรูปที่ ข.1 (ก) หลังจากกระบวนการสร้างโครงเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนถัดไปคือการสร้าง ตัวถังของรถต้นแบบจากไฟเบอร์กลาส

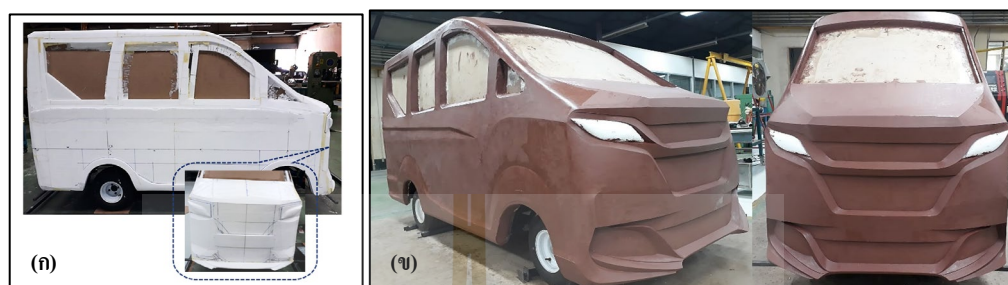


รูปที่ ข.1 โครงสร้างของต้นแบบ

สำหรับการสร้างตัวถังรถ (Body) ในการสร้างตัวถังโดยใช้วัสดุไฟเบอร์กลาส เพื่อให้มี น้ำหนักเบาและความแข็งแรง เหมาะสมกับการใช้งาน โดยกระบวนการขึ้นรูปไฟเบอร์กลาสมี ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ตัดไม้อัดเข้ากับ โครงรถด้านนอกระหว่างช่องว่างของ โครง เพื่อเป็นการลดพื้นที่ว่าง ระหว่างโครง และเพื่อเป็นฐานเพื่อเป็นฐานสำหรับการติด โฟมดังแสดงในรูปที่ ข.1 (ข)
2. ติดโฟมลงบนไม้อัด เป็นการเพิ่มความหนาในส่วนของตัวถังรถ เพื่อลดปริมาณของการ ใช้ดินน้ำมันในการปั้น ซึ่งเป็นการลดเวลาและต้นทุนการสร้าง รวมถึงโฟมยังช่วยในการยึดเกาะของ ดินน้ำมันได้ดีขึ้น ดังแสดงในรูปที่ ข.2 (ก)
3. ขั้นตอนการทำแม่แบบหรือปลั๊ก ด้วยดินน้ำมันอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นดินน้ำมันที่นิยมใช้ ปั้นแบบจำลองของรถต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยมีวิธีการปั้นคือ ต้องให้ความร้อนกับดิน น้ำมันเพื่อให้ดินน้ำมันอ่อนตัวและง่ายต่อการปั้นขึ้นรูป หลังจากนั้นจึงนำดินน้ำมันติดบนโฟม โดย ติดเฉพาะส่วนที่ต้องการสร้างแม่แบบเท่านั้น ในขั้นตอนนี้จำเป็นต้องให้ดินน้ำมันอยู่ในลักษณะที่ อ่อนตัวที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส เพื่อลดการเกิดฟองอากาศภายในดินน้ำมันหากมี ฟองอากาศอยู่ภายในจะก่อให้เกิดหลุมยุบของดินน้ำมันในขณะที่เย็นตัว ซึ่งจะส่งผลให้การเก็บผิวดิน

น้ำมันให้เรียบนั้นทำได้ยาก หลังจากคินน้ำมันเย็นตัวแล้วจึงแกะรายละเอียดด้วยอุปกรณ์สำหรับงานปั้น ดังแสดงในรูปที่ ข.2 (ข) (สำหรับขั้นตอนการแกะรายละเอียดบนผิวด้านแบบ ควรทำในพื้นที่อากาศเย็น เพื่อให้คินน้ำมันมีความแข็งมากขึ้น ซึ่งง่ายต่อการแกะรายละเอียด)



รูปที่ ข.2 การสร้างต้นแบบของแม่แบบด้วยคินน้ำมัน

4. ขั้นตอนการทำแม่พิมพ์หรือโมลด์จากไฟเบอร์กลาส

จากขั้นตอนการสร้างแม่แบบเพื่อใช้สำหรับสร้างแม่พิมพ์ในการขึ้นรูปชิ้นส่วนตัวถังรถยนต์ต้นแบบโดยใช้วัสดุผสมเสริมแรงด้วยเส้นใยแก้วหรือไฟเบอร์กลาส โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 วัสดุ ประกอบด้วยโพลีเอสเตอร์เรซินเกรด R867 (เรซิน) เป็นโพลีเอสเตอร์เรซินที่มีส่วนผสมสารช่วยเร่งปฏิกิริยาหรือโคบอลต์จากผู้ผลิตเรียบร้อยแล้ว สามารถผสมสารเร่งปฏิกิริยา (Hardener) ใช้งานได้ทันที, สารเร่งปฏิกิริยา (Hardener), ใยแก้ว เบอร์ 450 กรัมต่อตารางเมตร, น้ำยาล้างอะซิโตน (Acetone), ขี้ผึ้งขัดผิว (Rubbing Compound), กระดาษแข็ง และฟองน้ำอัด

4.2 อุปกรณ์ ประกอบด้วยภาชนะบรรจุสำหรับเทแยกผสมเรซิน, แปรงและลูกกลิ้งสำหรับทาเรซิน และเครื่องมือที่ใช้ตัด เจียร์

4.3 ขั้นตอนการทำแม่พิมพ์

1) จากการทำแม่แบบเป็นที่เรียบร้อยแล้วจากนั้นแบ่งแม่พิมพ์เป็นส่วนต่าง ๆ เพื่อสะดวกต่อการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เช่น ประตูของรถต้นแบบ และเนื่องจากแม่แบบมีขนาดใหญ่รายละเอียดที่ซับซ้อน เพื่อง่ายต่อการสร้างชิ้นงานจึงจำเป็นต้องแบ่งแม่พิมพ์ออกเป็นหลายชิ้นในแบ่งทำได้โดยการนำกระดาษแข็งตัดเป็นชิ้นที่มีความกว้าง 2 เซนติเมตรและความยาว 3 เซนติเมตร จากนั้นเขียนเส้นแบ่งลงบนคินน้ำมันและนำกระดาษแข็งที่เตรียมแล้วนั้นปักตามแนวเส้นแบ่งเพื่อกั้นน้ำเรซินไหลไปยังแม่พิมพ์อื่น ๆ

2) เตรียมใยแก้วตามแม่พิมพ์ที่แบ่งไว้เพื่อวางบนแม่แบบที่สร้างจากคินน้ำมัน โดยวางใยแก้วทีละชั้นของแม่พิมพ์ตามที่ได้แบ่งไว้

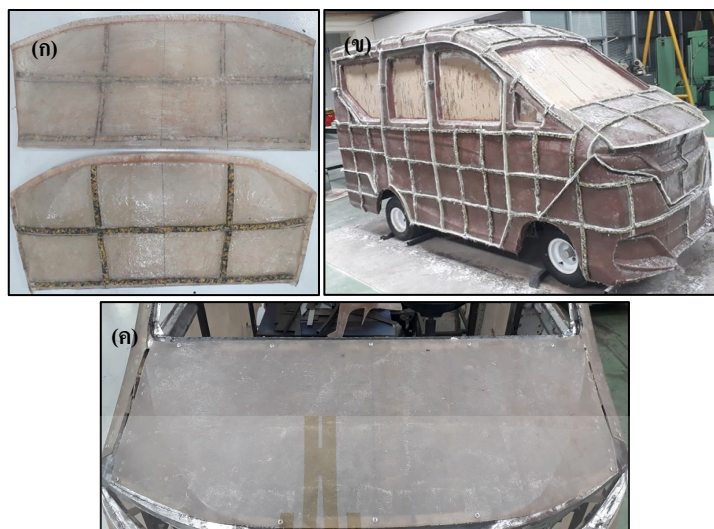
3) ทวเรชั่นครั้งละ 200 มิลลิลิตรและสารเร่งปฏิกิริยา 1 เปอร์เซ็นต์ของเรชั่นที่ตวงในแต่ละครั้ง ผสมเรชั่นเข้ากับสารเร่งปฏิกิริยาให้เข้ากันโดยการสังเกตสีของเรชั่นจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อนสม่ำเสมอ

4) ทาเรชั่นลงบนใยแก้ว ในขั้นตอนนี้จะต้องทำด้วยความรวดเร็วเนื่องจากเรชั่นที่ผสมสารเร่งปฏิกิริยาในอัตราส่วน 1 เปอร์เซ็นต์ จะเกิดปฏิกิริยาภายใน 30 นาที เมื่อเริ่มเกิดปฏิกิริยาอุณหภูมิจะเริ่มสูงขึ้น ในขั้นตอนนี้อาจต้องการให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นควรทำในที่อุณหภูมิสูงในกรณีที่เราไม่เพียงพอต้องผสมเรชั่นเพิ่มทันที เพื่อไม่ให้เกิดฟองอากาศระหว่างรอยต่อของใยแก้วที่ทาเรชั่นแล้วกับบริเวณที่ยังไม่ได้ทาเรชั่น ฟองอากาศดังกล่าวส่งผลให้แม่พิมพ์ที่ได้ไม่แข็งแรง อาจก่อให้เกิดความเสียหายในขณะถอดแม่พิมพ์จากแม่แบบได้

5) เมื่อทาเรชั่นในแต่ละชั้นของใยแก้ว ต้องทำการไล่ฟองอากาศที่อยู่ภายในเรชั่นกับใยแก้วโดยสังเกตที่ใยแก้วจะต้องมีความใสสามารถมองเห็นดินน้ำมันได้ชัดเจน หลังจากนั้นจึงเริ่มขั้นตอนที่ 2 อีกครั้ง โดยแม่พิมพ์จะต้องใช้ใยแก้วอย่างน้อย 4 ชั้นขึ้นไปเพื่อให้เกิดความแข็งแรงในแต่ละชั้นของแม่พิมพ์ห่างกัน 1 ชั่วโมง ในกรณีที่ไม่สามารถไล่ฟองอากาศได้หมด ต้องรอให้เรชั่นแข็งตัวโดยใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง จึงทำการเจาะเพื่อเติมเรชั่นให้เต็มบริเวณที่เกิดฟองอากาศ

6) สำหรับการสร้างแม่พิมพ์จะต้องมีความแข็งแรง จึงต้องมีสร้างโครงเพื่อเสริมความแข็งแรงของแม่พิมพ์ เพื่อให้แม่พิมพ์ไม่เกิดการบิดตัวในขณะที่ทำการหล่อชิ้นงานจริง และในขณะถอดแม่พิมพ์ออกจากแม่แบบจะสามารถทำได้ง่ายไม่เกิดความเสียหายของแม่พิมพ์ในการเสริมความแข็งแรงของแม่พิมพ์โดยใช้ ฟองน้ำอัดติดลงบนไฟเบอร์กลาสที่ได้จากขั้นตอนที่ 2-5 ในการติดฟองน้ำอัดจะต้องติดในขณะที่ไฟเบอร์กลาสแห้งสนิทเรียบร้อยแล้ว ติดโดยใช้กาวสำหรับติดหนังและเว้นระยะห่างของฟองน้ำอัดเท่ากับ 20 เซนติเมตร ทั้งในแนวตั้งและแนวระดับ จากนั้นนำเรชั่นทาลงบนฟองน้ำอัดทั้ง 3 ด้าน และนำใยแก้ววางลงบนฟองน้ำอัด ทาเรชั่นลงบนใยแก้วเพื่อให้ฟองน้ำอัดติดแม่พิมพ์ดังแสดงในรูปที่ ข.3 (ก) ปล่อยให้แม่พิมพ์แข็งตัวและแห้งสนิทโดยใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง

7) การถอดแม่พิมพ์ออกจากแม่แบบ ขั้นตอนนี้จะต้องถอดด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากผิวหนังน้ำมันกับผิวแม่พิมพ์จะติดค่อนข้างแน่นในลักษณะสุญญากาศจะต้องถอดโดยใช้ของแข็งที่มีลักษณะแบนสอดไปยังชั้น โฟมที่ติดกับไม้อัดเพื่อให้โฟมที่ติดกับไม้อัดหลุดออกจากกัน เมื่อถอดแม่พิมพ์ออกจากโครงรถแล้วจึงชุบดินน้ำมันออกจากแม่พิมพ์และทำความสะอาดผิวแม่พิมพ์ที่มีเศษดินน้ำมันติด โดยใช้ผ้าชุบน้ำมันกลาสเช็ดออกและทำการตัดแต่งส่วนที่มีความแหลมคมออกเพื่อไม่ให้เกิดอันตราย ดังแสดงในรูปที่ ข.3 (ข)



รูปที่ ข.3 การสร้างชิ้นงานจากไฟเบอร์กลาส

5. ขั้นตอนการสร้างชิ้นงานจริง

จากขั้นตอนในการทำแม่พิมพ์จากไฟเบอร์กลาสดังนั้นในการสร้างชิ้นงานจริงจากไฟเบอร์กลาสจึงสามารถใช้วัสดุและอุปกรณ์จากการขั้นตอนการทำแม่พิมพ์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ทำความสะอาดและตรวจสอบผิวแม่พิมพ์ โดยผิวแม่พิมพ์ต้องเรียบ ไม่มีหลุมที่ผิวกรณีเกิดหลุมให้แก้ไขโดยใช้ดินน้ำมันอุดให้ผิวเรียบ

2) ขัดผิวแม่พิมพ์ด้วยขี้ผึ้งขัดผิว โดยแม่พิมพ์ใหม่จะต้องขัดอย่างน้อย 3 รอบ การขัดผิวด้วยขี้ผึ้งต้องขัดให้สม่ำเสมอแม่พิมพ์เพื่อไม่ให้ชิ้นงานจริงที่ทำการหล่อติดกับแม่พิมพ์ หากขัดผิวด้วยขี้ผึ้งขัดผิวไม่สม่ำเสมอทั้งแม่พิมพ์จะทำผิวแม่พิมพ์เสียหาย การเลือกขี้ผึ้งขัดผิวควรเลือกขี้ผึ้งสำหรับงานหล่อไฟเบอร์กลาสโดยเฉพาะเนื่องจากถูกออกแบบให้สามารถทนความร้อนในขณะที่เกิดปฏิกิริยาระหว่างเรซินและสารเร่งปฏิกิริยาได้

3) เตรียมใยแก้วตามรูปทรงและวางบนแม่พิมพ์ ผสมเรซินกับสารเร่งปฏิกิริยาในอัตราส่วนตามขั้นตอนการทำแม่พิมพ์และปฏิบัติตามขั้นตอนที่ 2-5 ในการทำแม่พิมพ์ โดยการหล่อชิ้นงานจริงนี้จะใช้ใยแก้วเพียง 3 ชั้นเท่านั้นหรือความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร เนื่องจากต้องควบคุมน้ำหนักในการสร้างรถต้นแบบ สำหรับงานหล่อไฟเบอร์กลาสที่ไม่ต้องผสมสีภายในชิ้นงานควรศึกษาขั้นตอนเพิ่มเติม

4) หลังจากครบ 24 ชั่วโมง ทำการถอดชิ้นงานจริงออกจากแม่พิมพ์ในขั้นตอนนี้หากขัดผิวด้วยขี้ผึ้งขัดผิวสม่ำเสมอแม่พิมพ์จะสามารถถอดได้โดยไม่ต้องงัดออกจากแม่พิมพ์โดยชิ้นงานจริงดังแสดงในรูปที่ ข.3 (ค)



ภาคผนวก ค

บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

รายชื่อบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

เอกพันธ์ ชีรายุวัฒน์, กิรติ สุกฤษณ์ (2561). การวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างรถกอล์ฟ
สำหรับการปรับใช้เป็นรถขนย้ายผู้ป่วยขนาดเล็ก. การประชุมวิชาการเครือข่าย
วิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 32 (ME-NETT) 3-6 ตุลาคม 2557 จ.มุกดาหาร



CST - 025

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 32

3 - 6 กรกฎาคม 2561 จังหวัดภูเก็ต



การวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างรถกอล์ฟสำหรับการปรับใช้เป็นรถขนย้ายผู้ป่วยบาดเจ็บ ขนาดเล็ก

Strength Analysis of Golf Cart Structure for Modifying as a Small Patient Transport Vehicle

เอกพันธ์ ธีรราชวัฒน์¹, สุภาพร ศิริเล็ก¹ และ กิรติ สุลักษณ์^{1*}¹สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง นครราชสีมา 30000

*ติดต่อ: keerati@sut.ac.th, 044-224410, 044-224613

บทคัดย่อ

รถกอล์ฟเป็นพาหนะที่ถูกนำมาใช้งานแพร่หลายในปัจจุบัน อาทิ พาหนะโดยสารในสนามกอล์ฟ การขนส่งระหว่างบริเวณอาคาร รวมถึงการขนย้ายผู้ป่วยบาดเจ็บ ดังนั้นการนำรถกอล์ฟมาปรับใช้เป็นรถขนย้ายผู้ป่วยบาดเจ็บขนาดเล็ก ความแข็งแรงของโครงสร้างของรถกอล์ฟ และส่วนที่ต่อเติมจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน งานวิจัยนี้สนใจวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างรถกอล์ฟที่นำมาปรับใช้ การวิเคราะห์โดยใช้การจำลองทางคอมพิวเตอร์ด้วยซอฟต์แวร์ไฟไนต์เอลิเมนต์ ผลการวิเคราะห์จะทำให้ทราบถึงความแข็งแรงของโครงสร้างที่มีความเหมาะสมในการนำไปปรับใช้เป็นรถขนย้ายผู้ป่วยบาดเจ็บขนาดเล็กต่อไป

คำหลัก: รถกอล์ฟ; การขนย้ายผู้ป่วยบาดเจ็บ; ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์; โครงสร้าง

Abstract

Golf cart is a vehicle which is widely used in present, such as passenger vehicle in golf course, transportation between building halls, and transportation of Patient. So the deployment of golf carts as a small patient transport vehicle, the strength and the additional attachment of the golf cart is important. This research aims to analyze the strength of golf cart structure. The analysis using computer simulation with finite element software. The analysis will give you an idea of the strength of the structure that will be suitable for use as small patient transport vehicle.

Keywords: Golf cart; Patient Transportation; Finite Element Method; Structure

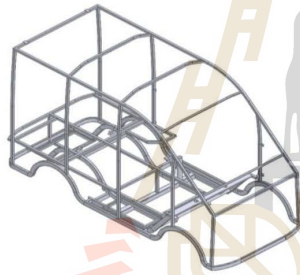
1. บทนำ

ปัจจุบันอุบัติเหตุบนท้องถนนเป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิตคนไทยเป็นจำนวนมากในแต่ละปี จากองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้จัดทำสถิติอัตราการเสียชีวิตบนท้องถนนเมื่อปี 2560 พบว่าประเทศไทยมีผู้เสียชีวิตเป็นอันดับ 1 ของโลก มีอัตราผู้เสียชีวิต 36.2 รายต่อแสนประชากรหรือประมาณ 23,256 ราย[1]

ซึ่งหนึ่งในสาเหตุของผู้เสียชีวิตข้างต้นพบว่ามีปัจจัยที่มาจาก การเข้าถึงจุดเกิดเหตุและนำส่งล่าช้าถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ของผู้เสียชีวิต โดยปัญหาดังกล่าวเกิดจากการจราจรที่ติดขัดและบางช่วงบางตอนเป็นเขตชุมชนแออัด ทำให้รถปฏิบัติการฉุกเฉินไม่สามารถเข้าถึงได้อย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้จึงทำการพัฒนารถขนย้ายผู้ป่วยบาดเจ็บขนาดเล็กขึ้นเพื่อใช้สำหรับขนย้ายผู้ป่วยในพื้นที่ที่มี



การจรรยาบรรณติดขัดและพื้นที่แออัดที่รถพยาบาลทั่วไปไม่สามารถเข้าปฏิบัติการช่วยเหลือหรือขนย้ายผู้บาดเจ็บได้ทันเวลาที่ซึ่งจากเหตุผลและความจำเป็นดังกล่าว จึงได้เลือกใช้โครงสร้างของรถกอล์ฟมาออกแบบเพื่อปรับใช้เป็นรถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็ก โดยมีขนาดของห้องโดยสาร กว้าง,ยาว,สูง เท่ากับ $1.2 \times 2.7 \times 1.5$ เมตร และสามารถรับน้ำหนักต่างๆ ได้อย่างปลอดภัย ได้แก่ 1. ผู้โดยสารจำนวน 3 คน มีน้ำหนักประมาณ 210 กิโลกรัม 2. อุปกรณ์ทางการแพทย์สำหรับช่วยเหลือเบื้องต้น มีน้ำหนักประมาณ 80 กิโลกรัม และ 3. แบตเตอรี่สำหรับเก็บประจุไฟฟ้าจำนวน 6 เซลล์ รวมเป็นน้ำหนัก 168 กิโลกรัม ซึ่งโครงสร้างรถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็กที่ออกแบบมีลักษณะดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างรถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็ก

เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดและความเสียหายต่อโครงสร้างของรถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็กที่ออกแบบเพื่อสำหรับนำไปสร้างรถมาใช้ปฏิบัติงานจริง ดังนั้นก่อนทำการสร้างรถขนย้ายผู้บาดเจ็บจริง จึงทำการจำลองโครงสร้างที่ออกแบบด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์ ซึ่งการศึกษาความแข็งแรงของโครงสร้างรถในปัจจุบันมีเป็นจำนวนมาก เช่น Dario Crcccolo และคณะ ทำการศึกษาโครงสร้างของรถบัสด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์และใช้ซอฟต์แวร์ ANSYS ในการจำลอง โดยกำหนดให้น้ำหนักโครงสร้างรถและผู้โดยสารเป็นแบบ

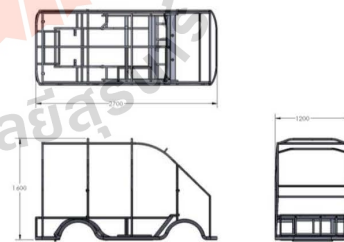
Gravitational Acceleration และแสดงผลการจำลองเป็นความแข็งแรงของรถบัส Total Displacements และ Von-Mises equivalent stress[6] ดังนั้นการศึกษาจึงใช้ซอฟต์แวร์ ANSYS จำลองความแข็งแรงของโครงสร้างที่ออกแบบ และแสดงผลการจำลองด้วย Total Displacement และ Von-Mises equivalent stress ว่าสามารถรับภาระกรรมของผู้ปฏิบัติงานและอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่จำเป็นต่อการช่วยเหลือผู้บาดเจ็บเบื้องต้นได้และมีความปลอดภัย

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยของการพัฒนารถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็ก เพื่อใช้สำหรับการปฏิบัติงานในสถานที่การจรรยาบรรณติดขัดและแออัด ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ การออกแบบ และการจำลองความแข็งแรงของโครงสร้างที่ทำการออกแบบ เพื่อการนำไปสร้างรถสำหรับการใช้ปฏิบัติงานจริง

2.1 ออกแบบรถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็ก

การออกแบบโครงสร้าง 3 มิติ ด้วยซอฟต์แวร์ SolidsWorks ซึ่งมีขนาดโดยรวม กว้าง ยาว และสูง เท่ากับ $1.2 \times 2.7 \times 1.6$ เมตร ซึ่งโครงสร้างของรถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็ก ในลักษณะการวาง 3 มิติดังแสดงในรูปที่ 1. และ ลักษณะการวาง ด้านหน้า ด้านบน และ ด้านข้างขวาของโครงสร้างรถ เพื่อแสดงรายละเอียดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ด้านหน้า ด้านบน และด้านข้างขวาของโครงสร้างรถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็ก



2.2 การจำลองโครงสร้างรถยนต์ผู้บาดเจ็บขนาดเล็ก
จำลองโครงสร้างเพื่อวิเคราะห์ความแข็งแรงของ
โครงสร้างรถยนต์ผู้บาดเจ็บที่ได้ทำการออกแบบก่อนทำการ
สร้างจริงด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

2.2.1 สมบัติวัสดุ

วัสดุที่ใช้สำหรับสร้างโครงสร้างรถยนต์ผู้
บาดเจ็บขนาดเล็ก คือ เหล็กกล้าคาร์บอน ชนิด
STK490 ซึ่งมีสมบัติวัสดุแสดงในตารางที่ 1
ตารางที่ 1 สมบัติวัสดุของ STK490 [2]

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Density (kg/m ³) | 7800 |
| Young's Modulus (Pa) | 2.0571x10 ¹¹ |
| Bulk Modulus (Pa) | 1.6x10 ¹¹ |
| Shear Modulus (Pa) | 8x10 ¹⁰ |
| Tensile Yield Strength (Pa) | 3.15x10 ⁸ |
| Tensile Ultimate Strength (Pa) | 4x10 ⁸ |
| Poisson's Ratio | 0.2857 |

2.2.2 สมการสำหรับการคำนวณแรงและตำแหน่ง
แรงสำหรับใช้ในการจำลอง

- สมการคำนวณแรงกระจาย
แรงกระจาย = แรง/ พื้นที่

$$P \text{ (MPa)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

- สมการคำนวณจุดศูนย์กลางมวล

$$X_{cm} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + \dots + m_nx_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} \quad (2)$$

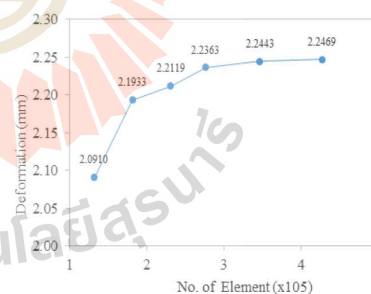
$$Y_{cm} = \frac{m_1y_1 + m_2y_2 + \dots + m_ny_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} \quad (3)$$

2.2.3 การทดสอบความเป็นอิสระของกริด

เพื่อทดสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองปัญหา
ทางไฟไนต์เอลิเมนต์ไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนกริด โดยการ

ทดสอบเลือกใช้การจำลองแรงการถ่วงน้ำหนักระหว่าง
โครงหลังคาและเข็มขัดพวงตัวของผู้ดูแลผู้บาดเจ็บ
ขณะทำการบีบหัวใจ เนื่องจากการช่วยชีวิตต้อง
ดำเนินการขณะที่รถจอดอยู่บนถนน ทำให้ยากต่อการทรง
ตัวของผู้ดูแลผู้บาดเจ็บ จึงจำเป็นต้องมีเข็มขัดพวงตัวของ
ผู้ดูแลผู้บาดเจ็บ ในขณะที่ทำการบีบหัวใจเพื่อง่ายต่อการ
ช่วยเหลือชีวิตและเพื่อความปลอดภัยของผู้ดูแลผู้บาดเจ็บ
การทดสอบความเป็นอิสระของกริดทำได้โดย
การสร้างกริดที่มีจำนวนแตกต่างกันจำนวน 6 ชุด ได้แก่
132,281, 182,072, 231,509, 276,711, 347,073 และ
427,904 เอลิเมนต์ จากนั้นทำการจำลองระยะยุบตัวของ
โครงหลังคาโดยใช้กริดต่างชุดกัน แล้วจึงนำผลการจำลอง
ที่ได้มาเปรียบเทียบกัน

จากรูปที่ 3 พบกริด 2 ชุดที่มีผลลัพธ์ใกล้เคียง
กันคือ 347,073 และ 427,904 เอลิเมนต์ ให้ผลลัพธ์ของ
ระยะยุบของโครงสร้างหลังคา 2.2443 และ 2.2469
มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งระยะยุบตัวของโครงหลังคา
ของทั้ง 2 ชุดกริดมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นในการจำลองจึง
เลือกใช้กริดจำนวน 1,032,433 จุด 347,073 เอลิเมนต์
สำหรับการจำลองโครงสร้างของรถยนต์ผู้บาดเจ็บ
ขนาดเล็กจากการออกแบบ เพื่อประหยัดเวลาและ
ทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้จำลอง



รูปที่ 3 การทดสอบความเป็นอิสระของกริด

2.2.4 เส้นไขว้ขอบเขต

การจำลองความแข็งแรงของโครงสร้างรถยนต์
ผู้บาดเจ็บขนาดเล็ก แบ่งการจำลองออกเป็น 2 ส่วน



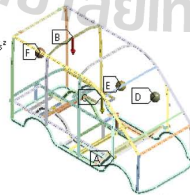
คือ การจำลองความแข็งแรงของโครงหลังคารถ และการจำลองความแข็งแรงของโครงสร้างช่วงตัวรถและช่วงล่างของรถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็ก โดยรับภาระกรรมจากผู้บังคับรถ ผู้บาดเจ็บ ผู้ช่วยชีวิตขณะนั่ง อุปกรณ์ทางการแพทย์สำหรับการช่วยเหลือเบื้องต้น และแบตเตอรี่สำหรับเก็บประจุไฟฟ้า ซึ่งรายละเอียดของน้ำหนักโดยประมาณของแต่ละภาระกรรม เป็นดังตารางที่ 2 ตารางที่ 2 น้ำหนักของแต่ละภาระกรรม

| ภาระกรรม | น้ำหนัก (Kg) |
|------------------------------------|--------------|
| ผู้บังคับรถ[3] | 70 |
| ผู้ดูแลผู้บาดเจ็บ[3] | 70 |
| ผู้บาดเจ็บ[3] | 70 |
| อุปกรณ์ทางการแพทย์[5] | 90 |
| แบตเตอรี่ 1 เซลล์(ทั้งหมด 6 เซลล์) | 28 (168) |

1. เงื่อนไขขอบเขตของการจำลองความแข็งแรงโครงหลังคารถ

โครงหลังคารถได้รับน้ำหนักจากผู้ดูแลผู้บาดเจ็บขณะป้อนหัวใจผู้บาดเจ็บ โดยแรงที่เกิดขึ้นคือแรงจากเข็มขัดพยุงตัวผู้ดูแลผู้บาดเจ็บที่ติดกับโครงหลังคารถ ดังนั้นจึงกำหนดให้แรงลงที่จุดเดียว บริเวณกึ่งกลางโครงสร้าง โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 70 กิโลกรัม(ตำแหน่ง B) และตำแหน่ง D,E,F คือ น้ำหนักประตูกำหนดเป็น point mass ในตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลของแต่ละประตู โดยตำแหน่ง D,E มีน้ำหนัก 12.4 กิโลกรัม และตำแหน่ง F มีน้ำหนัก 10.2 กิโลกรัม แสดงดังรูปที่ 4

- A Fixed Support
- B Force: 686.7 N
- C Standard Earth Gravity: 9806.6 mm/s²
- D Point Mass F
- E Point Mass R
- F Point Mass BR



รูปที่ 4 ขอบเขตการจำลองความแข็งแรงโครงหลังคารถ

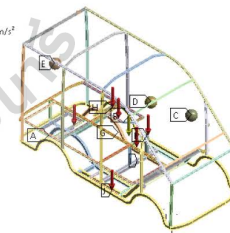
2. เงื่อนไขขอบเขตของการจำลองความแข็งแรงของโครงสร้างช่วงตัวรถและช่วงล่างของรถ (รูปที่ 5)

โครงสร้างช่วงตัวรถและช่วงล่างของรถได้รับน้ำหนักจากผู้บังคับรถ ผู้บาดเจ็บ ผู้ดูแลผู้บาดเจ็บขณะนั่ง (น้ำหนักที่ใช้เป็นค่าเฉลี่ยน้ำหนักของคนไทย ประมาณ 70 กิโลกรัม[3]) อุปกรณ์ทางการแพทย์สำหรับการช่วยเหลือเบื้องต้น และแบตเตอรี่สำหรับเก็บประจุไฟฟ้า กำหนดแรงดังกล่าวให้เป็นแรงกระจาย ในตำแหน่งต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 3 ขอบเขตการจำลองความแข็งแรงโครงสร้างช่วงตัวรถและช่วงล่างของรถขอบเขต

| แรงกระทำ | รูปแบบแรง | ขนาดของแรง |
|------------------------------|------------|----------------------------|
| C (ประตูหน้าซ้าย) | Point mass | 12.4 kg |
| D (ประตูหลังซ้าย) | Point mass | 12.4 kg |
| E (ประตูด้านหลัง) | Point mass | 10.2 kg |
| F (ผู้บังคับรถ) | Pressure | 1.1198 MPa |
| G (ผู้ดูแลผู้บาดเจ็บ) | Pressure | 1.934x10 ⁻² MPa |
| H (อุปกรณ์ทางการแพทย์) | Pressure | 7.887x10 ⁻³ MPa |
| I (ผู้บาดเจ็บและเตียงขนย้าย) | Pressure | 8.774x10 ⁻³ MPa |
| J (แบตเตอรี่) | Pressure | 0.3548 MPa |

- A Fixed Support
- B Standard Earth Gravity: 9806.6 mm/s²
- C Point Mass F
- D Point Mass R
- E Point Mass BR
- F Driver: 1.1198 MPa
- G Nurse: 1.934e-002 MPa
- H Load: 7.8872e-003 MPa
- I Patient: 8.774e-003 MPa
- J Battery: 0.3548 MPa



รูปที่ 5 ขอบเขตการจำลองความแข็งแรงโครงสร้างช่วงตัวรถและช่วงล่างของรถ

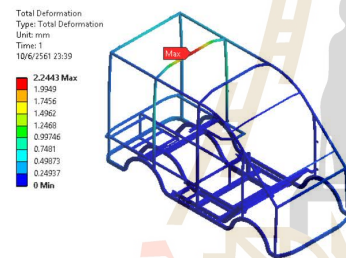


3. ผลและการวิเคราะห์ผลการจำลอง

3.1 การจำลองความแข็งแรงของโครงหลังคา

3.1.1 การเสียรูป (Deformation)

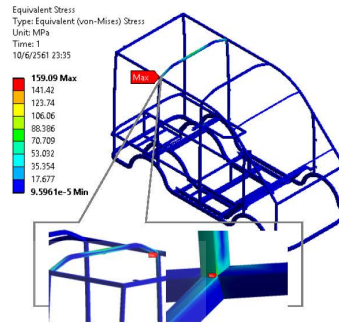
การยุบตัวของโครงสร้างหลังคาที่รับน้ำหนักจากผู้ดูแลผู้บาดเจ็บที่เกิดการเสียหลักขณะทำการป้อนหัวใจ ซึ่งเมื่อผู้ดูแลเกิดการเสียหลักจะทำให้น้ำหนักของผู้ดูแลทั้งหมดที่โครงหลังคาได้รับประมาณ 70 กิโลกรัม ซึ่งเป็นน้ำหนักเฉลี่ยของคนไทย โดยจากการจำลองการเสียรูปของโครงหลังคา พบว่าโครงหลังคาที่ตำแหน่งยึดเข็มขัดพยุงตัวผู้ดูแลเพื่อทำการป้อนหัวใจเกิดการยุบตัวมากที่สุด โดยตำแหน่งดังกล่าวอยู่บริเวณกึ่งกลางของโครงหลังคาเส้นรอบสุดท้าย โดยมีค่าเท่ากับ 2.2443 มิลลิเมตร ค่าแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ระยะเวลาของโครงหลังคา

3.1.2 ความเค้น (Stress)

จากรูปที่ 7 เป็นการจำลองความเค้นที่เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำหนักผู้ดูแลผู้บาดเจ็บ พบว่าค่าความเค้นสูงสุดจะเกิดขึ้นที่บริเวณจุดต่อของโครงสร้างคานที่รับน้ำหนักดังกล่าว โดยมีค่าเท่ากับ 159 เมกะปาสคาล เมื่อนำค่าความเค้นที่เกิดจากการจำลองเปรียบเทียบกับค่าความเค้นที่จุดครากของวัสดุ มีค่าเท่ากับ 315 เมกะปาสคาล จะเห็นได้ว่า ค่าความเค้นที่ได้จากการจำลองมีน้อยกว่าความเค้นที่จุดครากเป็นเท่าตัว ดังนั้นบริเวณที่เกิดความเค้นสูงสุดของโครงหลังคาจะไม่เกิดการพังเสียหาย

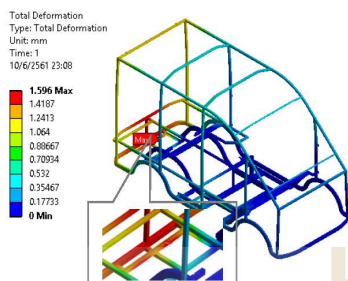


รูปที่ 7 ความเค้นบนโครงหลังคา

3.2 การจำลองความแข็งแรงของโครงสร้างช่วงตัวรถและช่วงล่างของรถ

3.2.1 การเสียรูป (Deformation)

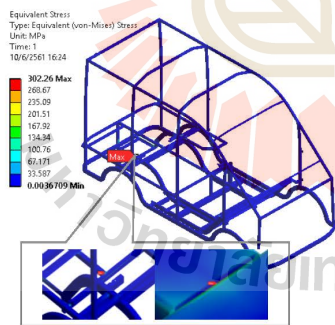
รูปที่ 8 แสดง ระยะยุบตัวสูงสุดเกิดขึ้นที่บริเวณขอบของช่องกรอบสำหรับวางแบตเตอรี่ชุดที่อยู่ด้านท้ายของตัวรถซึ่งมีพื้นที่ค่อนข้างน้อยเมื่อรับน้ำหนักของแบตเตอรี่ถึง 84 กิโลกรัม จึงเกิดระยะมากที่ดังกล่าวและอีกปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการยุบตัวมากที่สุดบริเวณช่องว่างแบตเตอรี่ด้านซ้ายเนื่องจากทางด้านขวาเหนือแบตเตอรี่มีน้ำหนักของผู้บาดเจ็บจำนวน 70 กิโลกรัมบวกกับน้ำหนักของเตียงสำหรับขนย้ายผู้บาดเจ็บ จำนวน 50 กิโลกรัม[5] ที่อยู่ทางด้านขวาของตัวรถขนย้ายที่ส่งผลลงมายังช่องว่างแบตเตอรี่ และทางด้านซ้ายเหนือช่องว่างแบตเตอรี่ ยังมีน้ำหนักของอุปกรณ์ทางการแพทย์จำนวน 40 กิโลกรัม ที่ส่งผลไปยังช่องว่างแบตเตอรี่ ส่วนสาเหตุที่เกิดการยุบตัวมากที่สุดทางด้านซ้ายของแบตเตอรี่นั้นเกิดจากอุปกรณ์ทางการแพทย์ เนื่องจากโครงสร้างที่รับน้ำหนักของอุปกรณ์ทางการแพทย์ มีจำนวนโครงสร้างที่น้อยจึงทำให้น้ำหนักกระจายไปยังช่องว่างแบตเตอรี่ด้านซ้ายมากกว่า โดยมีระยะยุบเท่ากับ 1.60 มิลลิเมตร



รูปที่ 8 ระยะเวลาของช่วงตัวรถและช่วงล่างของรถ

3.2.2 ความเค้น (Stress)

รูปที่ 9 แสดงการจำลองความเค้นบนช่วงตัวรถและช่วงล่างของรถ พบว่าความเค้นสูงสุดเกิดขึ้นที่บริเวณโครงสร้างรับน้ำหนักแบตเตอรี่ทางด้านท้ายรถซึ่งเกิดขึ้นที่บริเวณจุดเชื่อมต่อของโครงสร้างดังกล่าว โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 302 เมกะปาสคาล เมื่อนำค่าความเค้นที่เกิดจากการจำลองเปรียบเทียบกับค่าความเค้นที่จุดครากของวัสดุ มีค่าเท่ากับ 315 เมกะปาสคาล จะเห็นได้ว่า ค่าความเค้นที่ได้จากการจำลองมีน้อยกว่าความเค้นที่จุดคราก ดังนั้นบริเวณที่เกิดความเค้นสูงสุดยังมีค่าไม่เกินความเค้นที่จุดครากของวัสดุ



รูปที่ 9 ความเค้นบนช่วงตัวรถและช่วงล่างของรถ

4. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. เกิดระยะยุบมากที่สุดของโครงสร้างหลังคาบริเวณกึ่งกลางของโครงสร้าง โดยมีค่าเท่ากับ 2.24 มิลลิเมตร และมีค่าความเค้นมากที่บริเวณรอยต่อของโครงสร้างโดยมีค่าเท่ากับ 159 เมกะปาสคาล
2. เกิดระยะยุบมากที่สุดบริเวณช่องว่างแบตเตอรี่ โดยมีค่าเท่ากับ 1.6 มิลลิเมตร และมีค่าความเค้นมากที่บริเวณจุดต่อของโครงสร้างรับน้ำหนักแบตเตอรี่โดยมีค่าเท่ากับ 302 เมกะปาสคาล
3. บริเวณที่เกิดความเค้นสูงสุดของโครงสร้างหลังคาและช่วงตัวรถและช่วงล่างของรถ คือ บริเวณรอยต่อซึ่งบริเวณรอยตอดังกล่าวในการสร้างโครงสร้างรถจริงนั้นจะเป็นรอยเชื่อม ดังนั้นโครงสร้างรถจริงจึงเกิดความเค้นน้อยกว่าในการจำลอง
4. จากการจำลองโครงสร้างรถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็กไม่เกิดการพังเสียหายจากการรับน้ำหนักทั้งหมดเนื่องจากโครงสร้างทั้งสองส่วนเกิดความเค้นสูงสุดน้อยกว่าค่าความเค้นที่จุดครากของวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างโครงสร้างรถ
5. โครงสร้างรถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็กที่ทำการออกแบบ สามารถทำการสร้างรถจริงมาใช้ในการปฏิบัติงานได้ โดยไม่เกิดข้อผิดพลาดและความเสียหายต่อโครงสร้างรถที่ทำการสร้างจริง
6. จากการสร้างรถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็กตามแบบที่ได้ออกแบบและจำลองความแข็งแรง เมื่อสร้างเสร็จจึงทำการทดสอบความแข็งแรงของโครงหลังคาเพื่อเปรียบเทียบผลการจำลองด้วยซอฟต์แวร์กับการทดสอบจริง พบว่าระยะยุบตัวของโครงหลังคาจากการจำลองมีค่าเท่ากับ 2.24 มิลลิเมตร และจากการทดสอบมีค่าเท่ากับ 2.10 มิลลิเมตร ซึ่งจากการจำลองและการทดสอบมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นผลจากการจำลองมีความถูกต้องและสามารถเชื่อถือได้

CST - 025

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 32

3 - 6 กรกฎาคม 2561 จังหวัดมุกดาหาร



รูปที่ 10 ทดสอบระยะยุบตัวโครงหลังคา

[7] Russell C. Hibbeler (1974). Engineering Mechanics Statics 13 Edition, Pearson, USA.

5. อ้างอิง

- [1] สถิติอัตราการเสียชีวิตบนท้องถนนเมื่อปี 2560 URL: <http://www.bttbangkok.com/CoverStory>
- [2] John E. Bringas, Editor (2004). Handbook of Comparative World Steel Standards Third Edition, USA
- [3] โครงการสำรวจและวิจัยมาตรฐานขนาดรูปร่างของคนไทย URL: <http://bubq.blogspot.com/2009/05/sizethailand-project.html>, access on 09/04/2018.
- [4] Khsirul Jauhart (2012), Strength Analysis Of Frame Structures Of Monocoque Bus Using Finite Element Method And Test Results, Nationsl Conference Proceeding of Mechanical Engineering XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV, 16-17 October, Yogyakarta, 1889-1896.
- [5] ข้อมูลอุปกรณ์ทางการแพทย์ประจำรพพยาบาล URL: <http://www.esmmedical.com/index.php?lay=show&ac=article&id=539681838&Ntype=59>, access on 20/04/2018.
- [6] Dario Croccolo (2011), Structural Analysis of an Articulated Urban Bus Chassis via FEM: a Methodology Applied to a Case Study, Strojnicki vestnik-Journal of Mechanical Engineering 57, Vol 11, 799-809.

ประวัติผู้เขียน

นายเอกพันธ์ ธีรายวัฒน์ เกิดเมื่อวันที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2532 เริ่มศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ที่โรงเรียนบ้านชากนา จังหวัดนครชลบุรี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ที่โรงเรียนหนองใหญ่ ศิริวรราชวิทยาลัย จังหวัดชลบุรี และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี พ.ศ. 2554 จากนั้นได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี พ.ศ. 2557 ในขณะที่ศึกษาได้ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยสอนในรายวิชาพื้นฐาน วิศวกรรมเครื่องกล ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล และเขียนแบบวิศวกรรม

ผลงานวิจัย : ได้เสนอบทความเข้าร่วมในการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกล แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 32 ประจำปี พ.ศ. 2561 ในหัวข้อการวิเคราะห์ความแข็งแรงของ โครงสร้าง รถกอล์ฟสำหรับการปรับใช้เป็นรถขนย้ายผู้บาดเจ็บขนาดเล็ก



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี