

การปรับปรุงโครงสร้างรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิก

The Development of Electrical Hydraulic System for E-TOK Car

กาญจนา ดาวเด่น^{1*} ไชยยันต์ ชนะพรมา² วราภรณ์ ชนะพรมา³ พงศ์เทพ กุลชาติชัย⁴

^{1*}อาจารย์, ²ผู้ช่วยศาสตราจารย์, หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

³อาจารย์, หลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

⁴อาจารย์, หลักสูตรวิศวกรรมการจัดการพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

*E-mail: nadaoden@gmail.com

Kanchana Daoden^{1*} Chiyan Chanapromma² Waraporn Chanapromma³ Pongthep Kulchatchai⁴

¹Professor, ²Assistant Professor, Bachelor of Engineering, Program in Electronics Engineering

³Professor, Bachelor of Technology, Program in Industrial Technology

⁴Professor, Bachelor of Engineering, Program in Energy Engineering

Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

*Email: nadaoden@gmail.com

บทคัดย่อ

รถอีต๊อกเป็นเครื่องมือทางการเกษตรที่สามารถขับเคลื่อน บรรทุก และขนย้ายในพื้นที่ที่ยากแก่การเข้าถึง เช่น พื้นที่แคบ พื้นที่ลาดชัน เป็นต้น และการใช้งานรถอีต๊อกจะต้องใช้คนงานจำนวนสองคนในการควบคุม ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองแรงงานคน ถ้ารถอีต๊อกออกแบบโครงสร้างและระบบการทำงานใหม่ให้สามารถลดการใช้แรงงานคนได้จะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ ดังนั้นทางทีมงานวิจัยจึงได้ร่วมมือกับภาคเอกชนเพื่อทำการพัฒนารถอีต๊อกแบบ 4 เกียร์ โดยใช้ระบบไฮดรอลิกเพื่อการเกษตรครบวงจร จะทำให้การทำงานเร็วขึ้นสามารถประกอบรถได้ง่าย เพื่อการใช้งานของเกษตรกรที่ใช้เป็นรถอเนกประสงค์ที่ออกแบบเพื่อภาคเกษตรโดยเฉพาะ และมีการคำนวณการออกแบบที่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม รวมถึงความแข็งแรง ทนทาน และราคาต่ำกว่ารถทั่วไป เพื่อชาวเกษตรกรสามารถใช้งานทำสวน ทำไร่ได้จริง การปรับปรุงระบบเครื่องยนต์ที่ใช้ภายในตัวรถ ปรับปรุงระบบคัมล้อย ระบบบังคับเลี้ยว เกียร์ การใช้ระบบสายพานและห้องเกียร์ และช่วยลดเชื้อเพลิงโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ รวมถึงการปรับปรุงโครงสร้างของตะกร้าสำหรับบรรจุผลผลิตทางการเกษตร มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของตัวรถ เพื่อเพิ่มความแข็งแรง ทนทาน โดยการใช้วัสดุที่มีมาตรฐานทนต่อแรงกระแทกในการขับขึ้นพื้นที่ทำการเกษตรที่เป็นภูเขา

คำสำคัญ: นวัตกรรมวัสดุ ระบบไฮดรอลิก รถอีต๊อก

Abstract

E-TOK car is an agricultural tool that can be driven, carry and transport in the areas that difficult to access such as narrow areas and steep areas. E-TOK car required two workers to control which makes man labor wasted. If an E-TOK car is re-designed and re-engineered to reduce labor requirement, it can reduce operational costs. Therefore, the research team has collaborated with the private organization to develop a 4-gear E-TOK car using an electrical hydraulic system for comprehensive agriculture. The benefits of the developed E-TOK car include increasing in working speed, easy to assemble, improve its versatility for agricultural purpose. The re-engineered of E-TOK car not only improve its strength and durability but also decrease its cost investment within a reasonable price range for farmers. The development of E-TOK car includes the improvement in the internal engine, wheel hub system, steering system, gears system, belts, gear housing and a hybrid system that reduce fuel consumption. Furthermore, the structure of the basket is developed for more capability and functionality. The load-bearing structure of the E-TOK car is strengthened with standard materials for more durability and more shocks resistant when drive in mountainous agricultural areas.

Keywords: Material Innovation, Hydraulic System, E-TOK Car

1. บทนำ

จังหวัดอุดรดิตถ์ประชากรส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 90 (1) ประกอบอาชีพทางการเกษตรกรรมเป็นหลัก โดยใช้พื้นที่ในการทำการเกษตรประมาณร้อยละ 26.70 ของพื้นที่ทั้งหมด ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางการปศุสัตว์และการทำพืชไร่ปลูกผลไม้ตามนาชนิด ดังนั้นในการทำการเกษตรกรรมจึงจำเป็นที่จะต้องมีความรู้เรื่องเครื่องมือ เครื่องจักร และเครื่องยนต์เพื่อการเกษตรเพื่อให้ชาวเกษตรกรได้มีความสะดวกในการทำ การเกษตรมากขึ้น รถบรรทุกเพื่อการเกษตรหรือรถซึ่งเสียเวลา หรือเรียกภาษาชาวบ้านสั้นๆ ง่ายๆ ว่า “รถอีต๊อก” จึงมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นรถที่มีราคาต้นทุนต่ำ มีขนาดเล็ก สะดวกในการ เข้าถึงพื้นที่การเกษตรที่มีลักษณะเล็ก แคบ การเข้าถึงลำบากและขนาดของรถทั่วไปไม่สามารถเข้าถึงได้พื้นที่ได้ นอกจากนี้รถอีต๊อกมีการใช้เครื่องยนต์ที่มีขนาดแรงม้าต่ำทำให้ประหยัดน้ำมันในการขับเคลื่อน รวมถึง โครงสร้างของรถที่มีความแข็งแรงเหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศที่เป็นภูเขา และสามารถบรรจุผลผลิตของ ชาวสวนได้อย่างสะดวกมากขึ้น

บริษัท ศรีสง่าพัฒนา เป็นบริษัทที่สร้างเครื่องมือทางการเกษตรในกลุ่มเครื่องยนต์ทางการเกษตร จำหน่ายรถอีแต่น และรถอีต๊อก ปัจจุบันรถอีต๊อกเป็นสินค้าที่นิยมอย่างมากในกลุ่มเกษตรกรสามารถจำหน่าย ได้ทั้งในประเทศ เช่น อุดรดิตถ์ แพร่ น่าน สุโขทัย ลำปาง เชียงใหม่ และเชียงราย และอื่นๆ และต่างประเทศ เช่น ประเทศลาว เป็นต้น บริษัท ศรีสง่าพัฒนา ได้จัดจำหน่ายรถด้วยการประกอบรถโดยขึ้นทะเบียนกับ

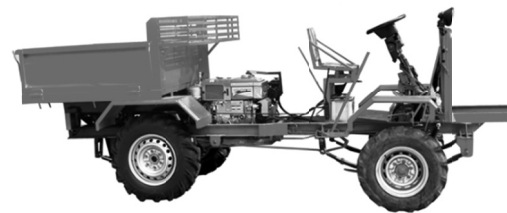
สำนักงานขนส่ง เป็นระยะเวลา มากกว่า 30 ปี แต่ปัจจุบันการทำธุรกิจดังกล่าวได้มีการแข่งขันทางการตลาดมากยิ่งขึ้น ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นสินค้าที่ขาดเทคโนโลยีและนวัตกรรม อีกทั้งยังขาดการได้รับการคุ้มครองจากกรมทรัพย์สินทางปัญญา

รถอีต๊อกเป็นเครื่องมือทางการเกษตรที่สามารถขับเคลื่อน บรรทุกและขนย้ายในพื้นที่ที่ยากแก่การเข้าถึง เช่น พื้นที่แคบ ลาดชัน เป็นต้น ถ้ารถอีต๊อกออกแบบโครงสร้างและระบบการทำงานใหม่ให้สามารถลดการใช้แรงงานคนได้จะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ประมาณ 7,800 บาท/คน (คำนวณจากการทำงาน 26 วัน/เดือน) วัสดุโครงสร้างของรถอีต๊อกใช้เหล็กที่หนา มีความแข็งแรงจริง แต่มีน้ำหนักมากซึ่งมีข้อดีคือ มีความคงทน แข็งแรงสามารถบรรทุกได้ในปริมาณที่มากมาย แต่วัสดุที่ใช้มีความหนาและมีน้ำหนักมากเกินไปจนความจำเป็นทำให้ต้องใช้กำลังแรงงานสูงในการขับเคลื่อนส่งผลให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเกินความจำเป็น

ดังนั้นทางทีมงานวิจัยจึงได้ร่วมมือกับภาคเอกชนเพื่อทำการพัฒนารถอีต๊อกให้เป็นรถอเนกประสงค์ ออกแบบเพื่อภาคเกษตรโดยเฉพาะ และมีการคำนวณการออกแบบที่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม รวมถึงความแข็งแรง ทนทาน และราคาต่ำกว่ารถทั่วไป เพื่อชาวเกษตรกรสามารถใช้งานทำสวน ทำไร่ได้จริง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 ลักษณะของรถอีต๊อก (ก) และลักษณะของรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิก (ข)

โดยการปรับปรุงแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การปรับปรุงระบบเครื่องยนต์ที่ใช้ภายในตัวรถ ปรับปรุงระบบชุดล้อ ระบบบังคับเลี้ยว ระบบเกียร์ การใช้ระบบสายพานและห้องเกียร์ ซึ่งน้ำหนักรถ 850 กิโลกรัม สามารถบรรทุกได้ 4.5 ตันและช่วยลดเชื้อเพลิง โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ขนาด 70 แอมป์ ใช้เครื่องยนต์ดีเซลปั่นไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ในการขับเคลื่อน และมีระบบเบรกล้อหน้า 2 ล้อ

ส่วนที่ 2 การปรับปรุงโครงสร้างของตะกร้าสำหรับบรรจุผลผลิตทางการเกษตรและเพิ่มความแข็งแรงทนทาน โดยการใช้วัสดุที่มีมาตรฐาน ทนต่อแรงกระแทกในการขับเคลื่อนพื้นที่ทำการเกษตรที่เป็นภูเขา นอกจากนี้ได้มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของตัวรถเพื่อให้มีความเหมาะสมต่อพื้นที่ภูเขา ได้แก่ ปรับขนาดของยาง ปรับขนาดของตะกร้า เป็นต้น

การผลิตรถอีต๊อกจึงเป็นการสนับสนุนการเกษตรครบวงจร ซึ่งจะทำให้การทำงานเร็วขึ้น สามารถประกอบรถได้ง่าย เนื่องจากรถมีความสามารถครบทุกวัตถุประสงค์การใช้งานของเกษตรกร สามารถใช้งานใน

พื้นที่นา สวน หรือไร่ จึงไม่จำเป็นต้องรอกำสั่งประกอบจากลูกค้า และมีอะไหล่ที่เตรียมประกอบตัวรถแน่นอน ไม่ต้องสั่งอะไหล่มาคงคลังเพื่อรอการประกอบ ลดต้นทุนในส่วนของอะไหล่ที่สั่งมาเก็บได้อีก และมีแนวโน้มการสั่งซื้อมากขึ้นเนื่องจากเดิม กลุ่มลูกค้าจะเป็นเกษตรกรเพาะปลูกข้าวเป็นหลัก แต่รถอีต๊อก 4 เกียร์นี้ตอบสนองลูกค้ากลุ่มไม้ผล และพืชไร่ได้ด้วย จากต้นทุนที่ต่ำกว่าทั้งในเชิงของต้นทุนด้านแรงงาน ต้นทุนด้านอะไหล่ และต้นทุนด้านระยะเวลา แต่สามารถขายได้ราคาที่สูงกว่าด้วยสมรรถนะที่ดีกว่า และยังเพิ่มนวัตกรรมใหม่ๆ ด้านการควบคุม ด้านการออกแบบเพื่อเชิงพาณิชย์ต่อไป

2. วัตถุประสงค์

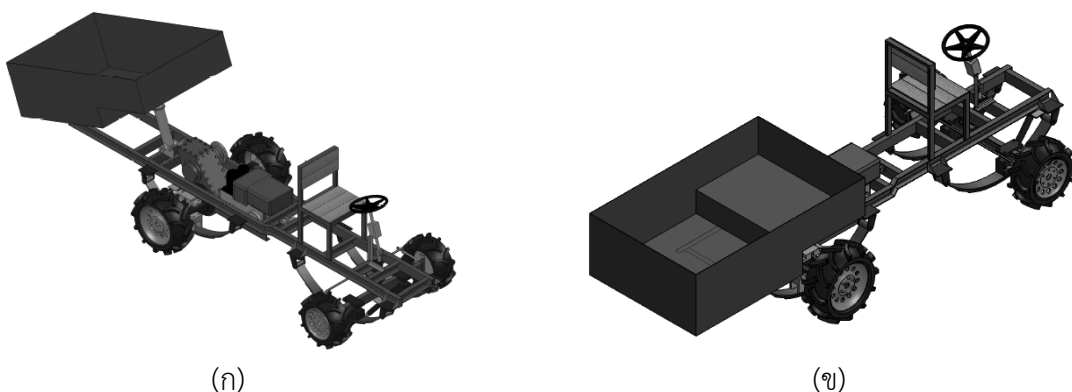
- 2.1 เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพโครงสร้างรถอีต๊อกให้เหมาะแก่การใช้งานทุกประเภท
- 2.2 เพื่อเพิ่มการควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิก
- 2.3 เพื่อยกระดับรถอีต๊อกด้วยการจัดการทรัพยากรสินทางปัญญา

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบโครงสร้างของรถอีต๊อก

กลุ่มผู้วิจัยได้ติดต่อประสานกับบริษัทศรีสง่าพัฒนาและร่วมกันหาแบบพัฒนารถอีต๊อกที่เหมาะสมต่อความต้องการของผู้ใช้งาน มีการระดมความคิดเห็นและวิเคราะห์ผลเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพโครงสร้างรถอีต๊อกให้เหมาะแก่การใช้งานทุกประเภททั้งงานไร่ นาข้าว และสวนผลไม้ โดยได้ดำเนินการตัดแปลงและปรับเปลี่ยนระบบรองรับน้ำหนัก จากเดิมเป็นระบบคานแข็งเปลี่ยนเป็นระบบใช้แหนบ ทำให้มีประสิทธิภาพในการแบกรับน้ำหนักและการทรงตัวได้มากขึ้น และได้มีการพิจารณาการดัดแปลงระบบเบรก ระบบขับเคลื่อน และระบบส่งกำลัง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มีการออกแบบโครงสร้างของรถอีต๊อกและเพิ่มการควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิกในส่วนหลังของรถ เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย สามารถรองรับน้ำหนักของสิ่งที่จะบรรจุเพิ่มขึ้น จึงได้มีการออกแบบโครงสร้างใหม่ตามแบบจำลองที่แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แบบจำลอง 3 มิติของโครงสร้างรถอีต๊อกด้านข้าง (ก) และด้านบน (ข)

1) การออกแบบโครงสร้างของรถอีต๊อก

1.1) สร้างตัวรถอีต๊อกตามโครงสร้างและรูปแบบ โดยดัดแปลงระบบเบรก ระบบขับเคลื่อน และระบบส่งกำลังตามโครงสร้างรถที่ได้ออกแบบไว้ให้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย

1.2) ประกอบเป็นตัวรถเพื่อให้รองรับกับระบบหนบ แทนการใช้ระบบคานแข็ง

1.3) ปรับแต่งโครงสร้างรถและสีตัวรถให้มีความทันสมัยและสวยงาม

2) การออกแบบโครงสร้างของรถอีต๊อก ทางทีมงานวิจัยได้ทำตามแผนดำเนินงานวิจัยที่ได้นำเสนอไว้แล้ว ตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1) ทำการดัดแปลงระบบบังคับเลี้ยวของรถ

2.2) ทำการดัดแปลงชุดเบรกหน้า

2.3) ทำการดัดแปลงชุดเบรกหลัง

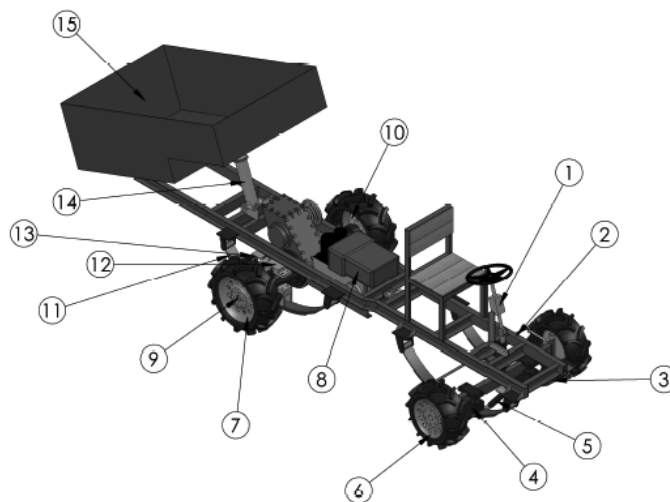
2.4) ทำการดัดแปลงระบบรองรับ

2.5) ทำการดัดแปลงระบบหนบ

2.6) ดัดแปลงและปรับแต่งอุปกรณ์ที่ทำการดัดแปลงเพื่อให้สามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์

2.7) ทำการสร้างตัวรถ

สำหรับแบบจำลอง 3 มิติ ภาพแยกส่วนประกอบของรถอีต๊อกแสดงดังภาพที่ 3 และสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่ใช้ในรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิกแสดงดังตารางที่ 1 ตามลำดับ

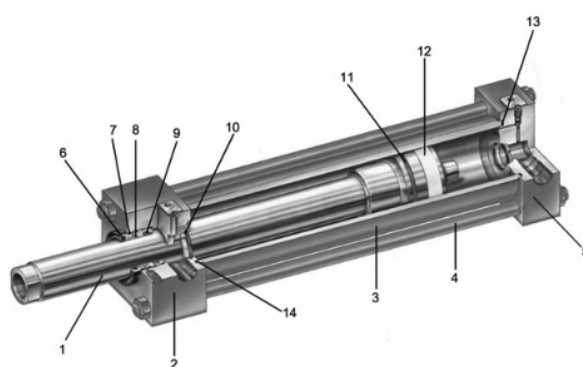


ภาพที่ 3 แสดงแบบจำลอง 3 มิติของภาพแยกกรรถอีต๊อก

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของวัสดุที่ใช้ในรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิก

ลำดับ (No.)	ชื่อ (Part name)	จำนวนชิ้น
1	ชุดบังคับลิ้นวาระบบอัตโนมัติ	1
2	ตัวถังหลัก	1
3	แหวนบรอนต์คู่หน้า	2
4	ชุดยึดแหวนบรอนต์คู่หน้า	2
5	โซ่คู่หน้าขนาดกระบอก 1 ½ นิ้ว	2
6	ล้อคู่หน้าขนาด 15 นิ้ว	2
7	ล้อคู่หลังขนาด 17 นิ้ว	2
8	ชุดเครื่องยนต์ขับเคลื่อนและเกียร์บล็อก	1
9	สเปรย์เซอร์ สวมยึดชุดล้อหลัง	2
10	ชุดห้ามล้อแบบน้ำมันแบบคู่ ด้านหลัง	2
11	แหวนบรอนต์คู่หลัง	2
12	ชุดยึดแหวนบรอนต์คู่หลัง	2
13	โซ่คู่หลังขนาดกระบอก 1 ½ นิ้ว	2
14	ชุดไฮดรอลิกเพื่อยกตัวถัง	1
15	ถังตัวถัง	1

3) โครงสร้างทั่วไปของกระบอกสูบไฮดรอลิก ซึ่งมีรายละเอียดดังภาพที่ 4 และโครงสร้างแสดงดังตารางที่ 2



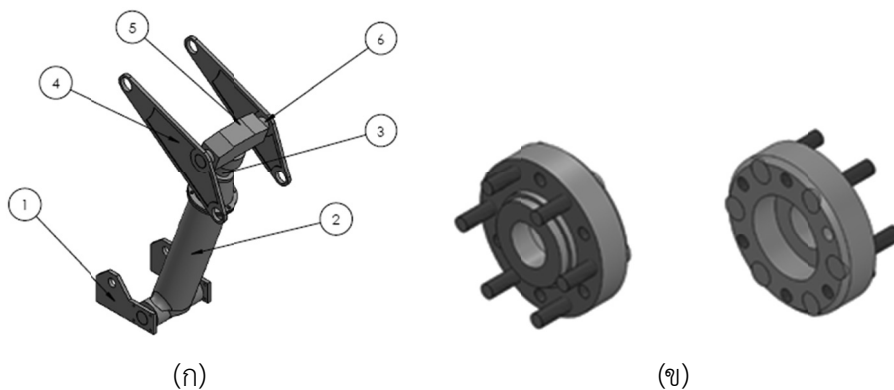
ภาพที่ 4 โครงสร้างของกระบอกสูบไฮดรอลิก (กระบอกไฮดรอลิก, 2016, ออนไลน์)

ตารางที่ 2 โครงสร้างโดยทั่วไปของกระบอกสูบไฮดรอลิก

ลำดับ (No.)	ชื่อ	Part name
1	ก้านกระบอกสูบ	Rod Hard Chrome
2	ฝาหัว	Front cover
3	เสื้อกระบอกสูบ	Honest Tube
4	เสาเรียงกระบอกสูบ	Tri rod
5	ฝาท้าย	Back cover
6	ซีลกันฝุ่น	Wiper Seal
7	บูชทองเหลือง	Bushing
8	ซีลกันสึก	Wear ring
9	ซีลก้านสูบ	Rod Seal
10	ซีลกันกระแทกของลูกสูบ	Cushion Seal
11	ซีลลูกสูบ	Piston Seal
12	เทปซีลกันสึก	Teflon
13	ซีลฝาท้าย	O-ring
14	ซีลฝาหัว	O-ring

ที่มา: กระบอกไฮดรอลิก, 2016, ออนไลน์

4) การออกแบบชุดไฮดรอลิกต้นกำลัง ต้องให้ความดันในกระบอกไฮดรอลิก ขนาด 100 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เพื่อให้กำลังในการยกของกระบอกคัมน์มีค่าในการรับน้ำหนักได้ 1.2 ตัน หรือ 1,200 กิโลกรัม ซึ่งแบบจำลอง 3 มิติของชุดไฮดรอลิกต้นกำลัง และแบบจำลอง 3 มิติของสเปรย์เซอร์ แสดงดังภาพที่ 5 และสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่ใช้ในระบบไฮดรอลิก แสดงดังตารางที่ 3



ภาพที่ 5 แบบจำลอง 3 มิติของชุดไฮดรอลิกต้นกำลัง (ก) และแบบจำลอง 3 มิติของสเปรย์เซอร์ (ข)

ตารางที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุที่ใช้ในระบบไฮดรอลิก

ลำดับ (No.)	ชื่อ (Part name)	จำนวนชิ้น
1	ฐานกับแกนไฮดรอลิก	2
2	กระบอกนอกชุดดัม ขนาด 80 มิลลิเมตร	1
3	แกนกระบอกใน ขนาด 40 mm. ยาว 60 mm.	1
4	ชุดรับถังดัม	2
5	ชุดต่อรับถังดัม	1
6	แกนยึดชุดถังดัม	4

4. ผลการวิจัย

จากการศึกษาและดำเนินการตามการวิจัย ซึ่งในการสร้างตัวรถอีต๊อกตามโครงสร้างและรูปแบบโดยดัดแปลงระบบไฮดรอลิก ตามโครงสร้างรถที่ได้ออกแบบไว้ให้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย จากนั้นต้องมีการทดสอบสมรรถนะของตัวรถและปรับแต่งโครงสร้างรถและสีตัวรถให้มีความทันสมัยและสวยงาม ดังนั้นทางทีมงานวิจัยได้ทำตามแผนดำเนินงานวิจัยที่ได้นำเสนอไว้แล้วโดย

ผลการวิจัย ช่วงที่ 1

- 1) นำระบบไฮดรอลิกที่ได้ออกแบบตามโครงสร้าง มาใส่ในตัวรถเพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย
- 2) ทดสอบประสิทธิภาพรถในสภาพใกล้เคียงกับสถานที่ใช้งานจริง
- 3) ปรับแต่งโครงสร้างรถและสีตัวรถให้มีความทันสมัยและสวยงาม ตรงตามความต้องการของงานวิจัย

ในการหาโครงสร้างรถให้มีความถูกต้องสำหรับการใส่ระบบไฮดรอลิก มีการคำนวณหาความเร็วลูกสูบ ดังสมการ (1)

$$V_0 = \frac{Q_{hi}}{A} = \frac{Q_{ro}}{A'} \quad (1)$$

$$V_i = \frac{Q_{ri}}{A'} = \frac{Q_{ho}}{A}$$

เมื่อ	Q	ย่อมาจาก	quantity flow
	h	ย่อมาจาก	head
	r	ย่อมาจาก	ring
	i	ย่อมาจาก	in
	o	ย่อมาจาก	out
	A	ย่อมาจาก	area

- ดังนั้น V_o คือ ความเร็วที่ลูกสูบเลื่อนออก (m/min)
 V_i คือ ความเร็วที่ลูกสูบเลื่อนเข้า (m/min)
 Q_{hi} คือ ปริมาณการไหลของน้ำมันที่ไหลเข้าด้านหัวลูกสูบ (l/min)
 Q_{ho} คือ ปริมาณการไหลของน้ำมันที่ไหลออกด้านหัวลูกสูบ (l/min)
 Q_{ri} คือ ปริมาณการไหลของน้ำมันที่ไหลเข้าด้านพื้นที่วงแหวน (ด้านก้านสูบ) (l/min)
 Q_{ro} คือ ปริมาณการไหลของน้ำมันที่ไหลออกจากด้านพื้นที่วงแหวน (ด้านก้านสูบ) (l/min)
 A คือ พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ (cm^2)
 A' คือ พื้นที่หน้าตัดของวงแหวนลูกสูบ (ด้านก้านสูบ) (cm^2)
 A_t คือ พื้นที่หน้าตัดของก้านสูบ (cm^2)

ผลการวิจัย ช่วงที่ 2 ตามแผนจะดำเนินงานดังนี้

- 1) ทำการหาตำแหน่งติดตั้งตัวปั๊มไฮดรอลิกแรงดันสูงและชุดครีษต์ตัดต่อกำลังงาน
- 2) ทดลองวางแท่นรับโครงและโครงค้ำเพื่อหาจุดหมุนที่สมดุล
- 3) ทดสอบการยกเพื่อทดสอบจุดหมุนว่า ถ้าเกิดการหมุน จุดศูนย์ถ่วง และแรงกดลงจุดที่ถูกต้องหรือไม่

หรือไม่

- 4) หาตำแหน่งจุดยกใต้ค้ำและจุดรับน้ำหนักฐานกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกเพื่อให้ได้จุดที่สมดุลที่สุด

ซึ่งในการทดสอบรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิก จะทำการทดสอบเบื้องต้นสำหรับการรับน้ำหนัก ดังภาพที่

6 และ 7



ภาพที่ 6 การทดสอบรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิกที่เป็นรถต้นแบบ



ภาพที่ 7 การทดสอบรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิกที่เป็นรถต้นแบบ

5. สรุปผลการวิจัย

ทางทีมวิจัยได้ออกแบบสร้างระบบบังคับเลี้ยว เกียร์ และระบบขับเคลื่อน ให้สามารถใช้งานได้เหมาะสมกับรถต้นแบบที่ได้รับมาโดยได้ทำการพิจารณาวัสดุที่จะใช้ รวมไปถึงการวิเคราะห์ตัวรถต้นแบบเพื่อทำแบบทางวิศวกรรมร่วมกันกับสถานประกอบการ เพื่อให้สร้างตัวรถอีต็อกได้ถูกต้องตามโครงสร้าง โดยดัดแปลงระบบเบรก ระบบขับเคลื่อน และระบบส่งกำลัง ตามโครงสร้างรถที่ได้ออกแบบไว้ให้ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย แล้วจึงประกอบเป็นตัวรถเพื่อให้รองรับกับระบบแทน แทนการใช้ระบบคันแข็ง พร้อมทั้งปรับแต่งโครงสร้างรถและสีตัวรถให้มีความทันสมัยและสวยงามทั้งนี้กระบวนการทุกอย่างได้รับคำปรึกษาและความคิดเห็นจากผู้ประกอบการอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผลจากการวิจัยสามารถทำให้รถอีต็อกเป็นรถอเนกประสงค์สามารถใช้งานได้ง่ายและมีประโยชน์ในแง่การบังคับระบบไฮดรอลิก

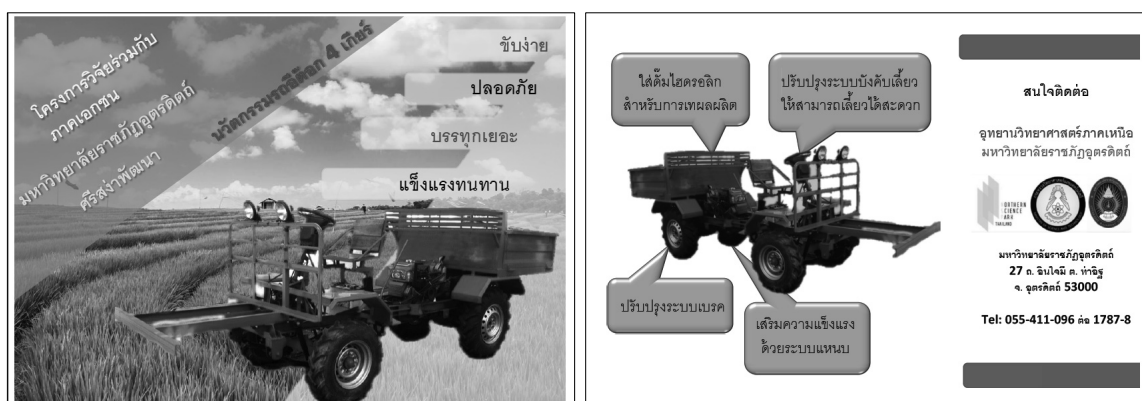
6. อภิปรายผลการวิจัย

6.1 ปัญหาอุปสรรค และแนวทางการแก้ไขปัญหา

- 1) อุปกรณ์เกี่ยวกับตัวรถ บางชิ้นงาน ไม่สามารถหาและจัดซื้อได้ ต้องดัดแปลงเพื่อให้สามารถใช้งานได้จริง ดังนั้นจึงต้องมีการแก้ไขและดัดแปลงทำให้ระยะเวลาในการดำเนินงานบางอย่างล่าช้า
- 2) อุปกรณ์และตัวรถ ต้องมีการทดสอบในระหว่างการทำงานไปพร้อมๆ กัน เมื่อทดสอบแล้วไม่ได้ประสิทธิภาพตามที่ได้วางแผน ต้องมีการปรับและแก้ไข ทำให้ระยะเวลาในการดำเนินงานบางขั้นตอนไม่ตรงตามตารางเวลา

6.2 แนวทางการขยายผลในอนาคต

- 1) วางแผนในเรื่องการตลาด จัดทำโบรชัวร์ นำรถไปแสดงงานวิชาการเกษตรต่างๆ รวมถึงผู้ประกอบการอื่นๆ เพื่อให้เป็นที่รู้จักและสามารถทำการตลาดในเชิงพาณิชย์
- 2) ขยายผลและทำการวิจัยระบบเกียร์เพื่อให้อำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งานขึ้น
- 3) ขยายผลในเชิงพาณิชย์สู่ประเทศเพื่อนบ้าน



ภาพที่ 8 แผ่นพับที่แสดงและประชาสัมพันธ์อีต็อก

เนื่องจากโครงการปรับปรุงโครงสร้างรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิก ได้มีผลผลิตเพื่อเข้าสู่ภาคเอกชน ในลักษณะของโครงการวิจัยร่วมกับเอกชน (Co-research) ดังนั้นตัวชี้วัดผลความสำเร็จของโครงการร่วมวิจัย คือ มีการเผยแพร่สู่ภาคเอกชนและสาธารณะ โครงการวิจัยนี้จึงได้ทำการเผยแพร่ไปยังภาคเอกชนและผู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นภาคเอกชนที่ร่วมมือกับกลุ่มเกษตรกร ณ ประเทศลาว ซึ่งเป็นบริษัทตัวแทนจำหน่ายเครื่องยนต์ คูโบต้าและย่นมาของประเทศลาว เวียงจันทน์ แสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 เผยแพร่สู่ภาคเอกชนและสาธารณะ

7. เอกสารอ้างอิง

- ความรู้พื้นฐานของระบบไฮดรอลิก (ตอนที่1). (2554). สืบค้นเมื่อ 21 มิถุนายน 2561, จาก http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=12831
- ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์. (2550). *ไฮดรอลิกอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- บุญธรรม ภัทราจารกุล. (2555). *ชิ้นส่วนเครื่องกล*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ปานเพชร ชินินทร, ขวัญชัย สันทิพย์สมบุรณ์. (2560). *ไฮดรอลิกอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ภัทร พงศ์กิตติคุณ. (2555). *นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ระบบไฮดรอลิกส์. (2555). สืบค้นเมื่อ 21 มิถุนายน 2561, จาก <https://www.thaimechanic.com/article-5-read.html>
- วารุณี ศรีสงคราม. (2561). การนำระบบไฮดรอลิกไปใช้ควบคุมเครื่องจักร. สืบค้นเมื่อ 21 มิถุนายน 2561, จาก http://www.9engineer.com/index.php?m=article&a=print&article_id=457
- อนุชา หิรัญวัฒน์. (2553). ระบบไฮดรอลิกในงานอุตสาหกรรม. สืบค้นเมื่อ 21 มิถุนายน 2561, จาก http://www.itforsme.net/new/knc_detail.php?id=20
- Museum, Victoria and Albert. (2012). Catalogue of the mechanical engineering collection in the Science Division of the Victoria and Albert Museum, South Kensington. HardPress.