FEAT JOURNAL
FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL
วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

การออกแบบและพัฒนารถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ

The Design and Development of a Radio-Controlled Lawnmower

ชัยณรงค์ หล่มช่างคำ[1)*] จักรพนธ์ อบมา[2)] และ ประสิทธิ์ โสภา[1)]

Chainarong Lomchangkum[1)*] Jagraphon obma[2)] and Prasit Sopa[1)]

[1)]สาขาวิชาวิศวกรรมอาหารและชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

[2)]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

[1)]Department of Food and Biological Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus

[2)]Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus

Received: 27 October 2021
Revised: 13 February 2022
Accepted: 9 March 2022
Available online: 24 June 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบและพัฒนารถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ รวมถึงการทดสอบสมรรถนะการทำงานของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ ผลการออกแบบและพัฒนารถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ ต้นแบบ โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ โครงสร้างรถตัดหญ้า ล้อขับเคลื่อน มอเตอร์เกียร์ ชุดวงจรควบคุม และแบตเตอรี่ ผลการทดสอบสมรรถนะการทำงานของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ โดยใช้ขนาดความสูงของหญ้า 3 ระดับ คือ 6 9 และ 12 cm พบว่า ขนาดความสูงของหญ้าที่ 6 cm สามารถตัดหญ้าได้มากที่สุด แต่เมื่อเพิ่มขนาดความยาวของหญ้าเป็น 9 และ 12 cm ความสามารถในการตัดหญ้าจะลดลงตามลำดับเนื่องจากความสูงของหญ้าที่สูงขึ้น โดยความเร็วในการขับเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.00±0.41 m/s ความสามารถในการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 1.00±0.47 rai/hr ประสิทธิภาพในการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 94.63±1.33% อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยเท่ากับ 1.60±0.65 L/rai อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.16±0.15 kW.hr มีความสูญเสียหลังการตัดเฉลี่ยเท่ากับ 5.37±1.52% และเปอร์เซ็นต์การตัดขาด 100%

คำสำคัญ: รถตัดหญ้า วิทยุบังคับ คลื่นวิทยุ การควบคุมแบบไร้สาย

Abstract

The purposes of this research were to design and develop a radio-controlled lawnmower including testing the competency of a radio-controlled lawnmower. The result of designing and developing a radio-controlled lawnmower by a prototype radio-control which consists of a lawnmower structure, wheels, gear motor, control circuit, and battery. The result of testing the competency of a radio-controlled lawnmower by using three-level of grass height which are 6, 9, and 12 cm said that a lawnmower was working with its highest efficiency with 6 cm grass. The competency of a lawnmower when used to cut 9 and 12 cm grass are respectively lower because of the increase of grass height. The moving speed average is 1.00±0.41 m/s. The competency average is 1.00 ±0.47 rai/hr. The efficiency average is 94.63 ±1.33%. The fuel waste average is 1.60 ±0.65 L/rai. The electric power waste average is 0.16 ±0.15 kW.hr. The loss after cutting the average is 5.37±1.52% and 100% of the cut off average.

Keywords: Lawn mower: Radio-Controll: Radio Wave: Remote control

---

*ติดต่อ: lomchangkum.c@hotmail.com, เบอร์โทรศัพท์: 087-945-1522

1. บทนำ

ประเทศไทยมีลักษณะภูมิประเทศแบบร้อนชื้น เหมาะกับการทำเกษตรกรรม ทำไร่ ทำนา และทำสวน มีพื้นดินอุดมสมบูรณ์ปกคลุมไปด้วยวัชพืช เช่น หญ้า จัดว่ามีส่วนที่ทำให้พื้นดินมีความ ชุ่มชื้น ในสนามหญ้าบางส่วนต้องการให้หญ้ามี แต่ต้องมีการควบคุมให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะกับสนาม เช่น สนามฟุตบอล สนามเด็กเล่น หรือสนามนั่งพักผ่อนบริเวณบ้านที่อยู่อาศัย ซึ่งเมื่อดูแล้วจะทำให้เกิดความเย็นตาสบายใจ ในส่วนของหญ้าเมื่อปล่อยทิ้งไว้นานวัน ก็ยิ่งเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงต้องมีการควบคุมให้หญ้านั้นมีความพอดีกับสนามที่ใช้ เนื่องจากสมัยปัจจุบันการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีทางด้านสิ่งอำนวยความสะดวกได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้กับมนุษย์ โดยเฉพาะรถตัดหญ้าที่มีการผลิตออกมาใช้กันอย่างแพร่หลายมีรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามความเหมาะสมต่อการใช้งาน การใช้รถตัดหญ้าแบบเดิม ๆ ที่มีขายกันอยู่ตามท้องตลาด ผู้ที่ใช้เครื่องต้องใช้วิธีการเข็น และแบบวิธีการสะพานเครื่องตัดหญ้าท่ามกลางแสงแดดที่ร้อนขึ้นทุกวันจากผลกระทบจากภาวะโลกร้อน [1-2]

รถตัดหญ้า คือเครื่องยนต์หรือเครื่องมือกลที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานกลได้ เป็นหนึ่งในเครื่องต้นกำลังที่สำคัญสามารถจัดส่งกำลัง เพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนใบมีดด้วยความเร็ว โดยใช้ส่วนที่มีความคมของใบมีดเป็นตัวตัดหญ้า รถตัดหญ้าเป็นเครื่องยนต์เล็กมีจำนวน 1 สูบ 4 จังหวะ

โดยใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง ทั้งนี้เพื่อสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายและการใช้งาน เครื่องยนต์เล็กสามารถทำงานให้เราได้หลายอย่างในด้านต่าง ๆ ในต่างประเทศได้มีการนำเครื่องยนต์เล็กมาใช้ในงานทางด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม เช่น เครื่องพ่นสารเคมี เครื่องสูบน้ำ เลื่อยยนต์ และในปัจจุบันการพัฒนาระบบควบคุมด้วยวิทยุบังคับ หรือระบบควบคุมแบบไร้สายได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมากไม่ว่าจะเป็นการใช้งานในวิทยุ โทรทัศน์ โทรศัพท์มือถือ ระบบสื่อสารดาวเทียม ยานอวกาศ หรือระบบคอมพิวเตอร์ [3]

ประโยชน์ของการใช้ระบบควบคุมวิทยุบังคับแทนมนุษย์ คือลดความเสี่ยงในการทำงานของพื้นที่ที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และอุบัติเหตุจากการทำงานใกล้เครื่องจักรในบริเวณดังกล่าวด้วยเหตุผลหลักที่ใช้ระบบควบคุมวิทยุบังคับ คืออำนวยความสะดวกและคล่องตัวในการทำงานนั้นเองมีการพัฒนาประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตรกรรมหลายอย่าง เช่น งานวิจัยเรื่ออัตโนมัติสามารถเคลื่อนที่ไปตามจุดที่กำหนด โดยใช้คนบังคับจากระยะไกลผ่านคลื่นวิทยุ หรือรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ และงานวิจัยการออกแบบหุ่นยนต์พ่นยากำจัดวัชพืชแบบไร้สายที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ [4]

จากความเป็นไปได้ที่กล่าวมาข้างต้น ระบบควบคุมด้วยวิทยุบังคับแทนแรงงานคนน่าจะเป็นประโยชน์ทางด้านการปฏิบัติงาน ลดการออกแรง ลดความเมื่อยล้าจากการเดินตามรถเข็นตัดหญ้า และการอยู่กลางแดดเป็นเวลานาน ๆ ดังนั้น งานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าออกแบบและพัฒนารถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการออกแบบโครงสร้างให้มีความแข็งแรงลดแรงการสั่นสะเทือน สามารถปรับระดับใบมีดตัดและติดตั้งระบบการขับเคลื่อนให้สามารถเดินหน้าถอยหลัง เลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวาได้ โดยใช้ระบบการควบคุมด้วยวิทยุบังคับ ให้สามารถทำการปิด-เปิด และเร่งเครื่องยนต์สำหรับตัดหญ้าได้ โดยใช้รีโมทในการควบคุม เพราะในบางช่วงที่ทำการตัดหญ้าอาจมีความจำเป็นต้องเร่งเครื่องยนต์ นอกจากนี้รถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับต้นแบบยังสามารถใช้ในการรดน้ำในสนามหญ้า ใช้สำหรับดับเพลิงในสถานที่แคบได้ โดยใช้สายยางยืดติดกับโครงตัวรถ และอาจเป็นแนวในการต่อยอดและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับเครื่องตัดหญ้าในเกษตรกรรมของไทยต่อไป

2. วิธีการวิจัย

2.1 การออกแบบและพัฒนารถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ

หลังจากได้ทำการศึกษาและตรวจเอกสารสำหรับการออกแบบและพัฒนารถตัดหญ้า ตลอดจนปัญหาข้อจำกัดต่าง ๆ และข้อมูลที่สำคัญอื่น ๆ ที่จะนำมาพิจารณาในการออกแบบและพัฒนารถตัดหญ้าแบบวิทยุบังคับ [5, 6] ได้การกำหนดเกณฑ์และรายละเอียดในการออกแบบรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ โครงสร้างตัวรถตัดหญ้า ล้อขับเคลื่อน มอเตอร์เกียร์ ชุดวงจรควบคุม และแบตเตอร์รี่ มีรายละเอียดของการออกแบบดังนี้

2.1.1 โครงสร้างรถตัดหญ้า เป็นชิ้นส่วนที่รองรับและติดตั้งประกอบชิ้นส่วน อุปกรณ์ต่าง ๆ มีความกว้าง ความยาว สูง (50 x 100 x 32 cm) เป็นโครงสร้างที่ติดตั้งมีความแข็งแรงไม่เกิดการสั่นสะเทือนต่อการรองรับ ในการจับยึดและรองรับน้ำหนักของชิ้นส่วนที่เป็นชุดส่งกำลังชุดรับสัญญาณ และแบตเตอรี่ โดยใช้วิธีการประกอบโครงรถตัดหญ้าด้วยการเชื่อมไฟฟ้า ดังรูปที่ 1

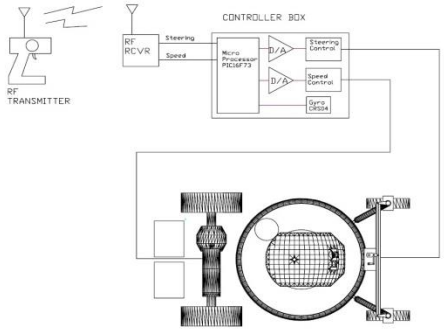
รูปที่ 1 โครงสร้างรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ

2.1.2 ล้อขับเคลื่อน (ล้อหลัง) เป็นชิ้นส่วนที่รองรับน้ำหนักของรถตัดหญ้าทั้งหมดและทำการหมุนขับเคลื่อนเพื่อให้รถตัดหญ้าเคลื่อนที่ได้ทั้งเดินหน้าและถอยหลัง โดยได้รับกำลังมาจากมอเตอร์เกียร์ ล้อขับเคลื่อน ล้อหลัง 2 ล้อ มีขนาด 8 in หน้ากว้าง 2 cm ล้อหน้า 2 ล้อ ขนาด 5 in หน้ากว้าง 2 cm สามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 50 kg

2.1.3 มอเตอร์เกียร์ มีข้อดีคือ ให้ความสะดวกในการติดตั้ง ความเร็วรอบที่แม่นยำ สิ้นเปลืองกระไฟฟ้าน้อยลงไม่ต้องเติม น้ำมันหล่อลื่น รวมทั้งยังไม่ต้องกังวลกับปัญหาสายพานขาด ขนาดกำลังไฟฟ้า 100 W 24 V ความเร็วรอบ 40 rpm แรงบิด 11.16 N.m และอัตราทด 26.25:1

รูปที่ 2 มอเตอร์เกียร์

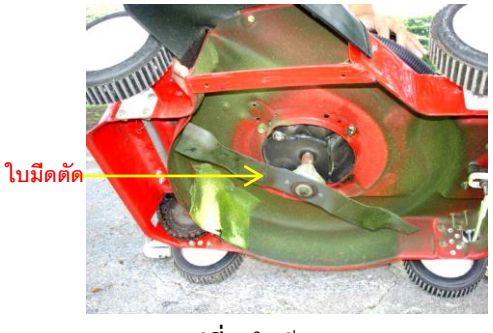
2.1.4 ชุดวงจรควบคุม คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย รีเลย์ 4 ตัว ไดเวอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ รีโมทบังคับ ดังรูปที่ 3 รีซีฟเวอร์ตัวรับสัญญาณโดยออกแบบวงจรควบคุมตามแบบของ [7] Jay,1981 และสามารถส่งสัญญาณได้ 200 m



(a)

(b)

รูปที่ 3 (a) วงจรควบคุม (b) รีโมลบังคับ



รูปที่ 4 ใบมีดตัด

2.1.5 แบตเตอร์รี่ เป็นอุปกรณ์ที่สะสมพลังงานและจ่ายพลังงานให้กับมอเตอร์ เพื่อขับเคลื่อนให้รถตัดหญ้าเคลื่อนที่ ขนาด 12 V จำนวน 2 ลูก ต่อวงจรแบบกระแสตรงในการขับเคลื่อนมอเตอร์ใช้ได้ 1 hr ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 แบตเตอร์รี่ไฟฟ้า

2.2 การทดสอบและประเมินผลการทำงานของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ

การทดสอบและประเมินผลการทำงานของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ ได้กำหนดขั้นตอนการทดสอบ 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 การทดสอบอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ในขณะตัดหญ้า อัตราความเร็วในการเคลื่อนที่ในขณะตัดหญ้าเป็นความสามารถของการเคลื่อนรถตัดหญ้าต่อเวลาในการตัดหญ้า โดยกำหนดขนาดความยาวของหญ้า 3 ระดับ คือ 6 9 และ 12 cm ทำการทดสอบโดยใช้หลักแนวเส้นเป็นอุปกรณ์การทดสอบ โดยเริ่มจับเวลาเมื่อรถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ดังรูปที่ 6 จำนวนตัวอย่างละ 10 ซ้ำ บันทึกผล แล้วนำข้อมูลไปคำนวณหาอัตราเร็วในการตัดหญ้า คำนวณได้จากสมการที่ (1) [8]

$$V = \frac{S}{t} \quad (1)$$

เมื่อ V = อัตราความเร็วในการตัดหญ้า (m/min)

S = ระยะทางในการเคลื่อนที่ (m)

t = เวลาในการเคลื่อนที่ (min)

(a)

(b)

(c)

รูปที่ 7 (a) ระดับความสูงของหญ้า (b) ความกว้างของใบมีด (c) การควบคุมรถตัดหญ้า

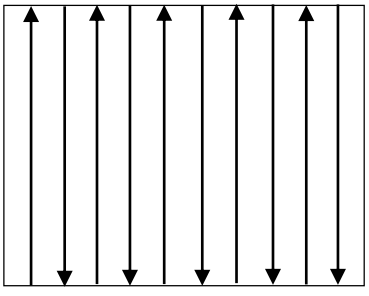
2.2.2 การทดสอบความสามารถในการทำงานของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ เป็นการประเมินผลการทำงานของรถตัดหญ้า ค่าชี้ผลการทดสอบประกอบด้วย ความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่ ประสิทธิภาพในการทำงาน อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของ

แบตเตอรี่ เปอร์เซ็นความสูญเสียจากการตัดและการเลี้ยวหัวแปลง และเปอร์เซ็นต์การตัดขาด ขนาดความยาวของหญ้าที่ใช้ทดสอบ 3 ระดับ คือ 6 9 และ 12 cm พื้นที่ในการทดสอบขนาด 20 m2 โดยใช้พื้นที่เดียวกัน รูปแบบวิธีการตัดหญ้า คือ การตัดหญ้าแบบวนจากด้านนอกเข้าด้านใน พื้นที่ทำการตัด ดังรูปที่ 9 ตามวิธีการทดสอบของ [3] Sritham et al., 2003 จำนวนตัวอย่างละ 10 ซ้ำ บันทึกผล แล้วนำข้อมูลไปคำนวณดังสมการที่ (2-6)

2.2.3 การทดสอบความสามารถในการทำงานของรถตัดหญ้าบังคับวิทยุ ผู้วิจัยได้หาความสามารถในเรื่องของเวลาในการตัดหญ้าโดยเปรียบเทียบกับเครื่องตัดหญ้าแบบเข็น และรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ

[1] (b)

รูปที่ 8 (a) เครื่องตัดหญ้าแบบรถเข็น (b) รถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ



รูปที่ 9 รูปแบบวิธีการตัดหญ้าทางยาวสลับหัวแปลง

$$\text{ความสามารถในการทำงานเชิง} = \frac{\text{หน้ากว้างx ความยาวของพื้นที่}}{\text{พื้นที่ทางทฤษฎี ระยะเวลาการทำงานรวมในพื้นที่ทั้งหมดที่ทดสอบ}} \text{ (rai/hr)} \quad (2)$$

$$\text{ความสามารถในการทำงานเชิง} = \frac{\text{หน้ากว้างจริงx ความยาวของพื้นที่}}{\text{พื้นที่จริง ระยะเวลาการทำงานรวมในพื้นที่ทั้งหมดที่ทดสอบ}} \text{ (rai/hr)} \quad (3)$$

$$\text{ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง} = \frac{\text{ปริมาตรน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (L)/rai)}}{\text{พื้นที่เครื่องจักรกลทำงานในแปลง}} \quad (4)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย} = \frac{\text{พื้นที่เครื่องจักรกลทำงานในแปลง (rai/hr)}}{\text{เวลาในการทำงาน}} \quad (5)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การตัดขาด} = \frac{\text{น้ำหนักของหญ้าที่ตัดได้ทั้งหมด (kg)}}{\text{น้ำหนักของหญ้าที่ตัดได้ทั้งหมด+น้ำหนักหญ้าที่ตัดไม่ขาด (kg)}} \times 100\% \quad (6)$$

2.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้หลักการทางสถิติวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) ANOVA โดยทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธีของ Duncan เป็นตัวเปรียบเทียบ ตามรูปแบบแผนการทดสอบที่กล่าวมาเป็นตัววิเคราะห์ข้อมูล

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

3.1 ผลการออกแบบและพัฒนารถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ

จากการกำหนดเกณฑ์ในการออกแบบและจากผลการศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบแล้ว จึงได้ออกแบบรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ ดังรูปที่10 โดยมีส่วนประกอบหลักประกอบด้วย 1. โครงรถตัดหญ้า 2. ล้อขับเคลื่อนล้อหลัง 3. ล้อขับเคลื่อนล้อหน้า 4. มอเตอร์เกียร์ 5. ชุดควบคุมวงจร 6. เครื่องตัดหญ้า และ 7. ตัวปรับระดับของใบมีดตัดหญ้า

รูปที่ 10 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ

3.2 ผลการทดสอบและประเมินผลการทำงานของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ

การทดสอบและประเมินผลการทำงานของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะและข้อจำกัดของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ สามารถแยกพิจารณาตามค่าชี้ผลการทดสอบต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบและประเมินผลการทำงานของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ การเคลื่อนที่ในขณะตัดหญ้า โดยกำหนดขนาดความยาวของหญ้า 3 ระดับ คือ 6 9 และ 12 cm พบว่า ขนาดความสูงของหญ้าที่ 6 cm สามารถตัดหญ้าได้มากที่สุดแต่เมื่อเพิ่มขนาดความยาวของหญ้าเป็น 9 และ 12 cm ความสามารถในการตัดหญ้าจะลดลงตามลำดับ เนื่องจากความสูงของหญ้าที่สูงขึ้นทำให้ตัวรถตัดหญ้าเกิดแรงต้านระหว่างหญ้ากับตัวรถ จึงส่งผลให้กำลังในการขับเคลื่อนช้าลง พลังที่ใช้มีค่าเพิ่มมากขึ้น โดยความเร็วในการขับเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ±0.41 m/s ความสามารถในการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 1.00±0.47 rai/hr ประสิทธิภาพในการทำงาน 94.63±1.33% อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยเท่ากับ 1.60±0.65 L/rai อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.16±0.15 kW.hr โดยแบตเตอรี่อยู่ได้นาน 1 hr มีค่าความสูญเสียหลังการตัดเฉลี่ยเท่ากับ 5.5.37±1.52% และเปอร์เซ็นต์การตัดขาด 100% รีชาร์ตแบตเตอรี่ 15 min ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ [7] และ [3]

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบและประเมินผลการทำงานของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ โดยเฉลี่ย

พื้นที่ทดสอบ 20 m^2							
ความสูงของหญ้า (cm)	อัตราเร็วในการขับเคลื่อน (m/s)	ความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่ (rai/hr)	ประสิทธิภาพในการทำงานเชิงพื้นที่ (%)	ค่าความสูญเสียหลังการตัด (%)	อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (L/rai)	อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (kW.hr)	เปอร์เซ็นต์ของหญ้าที่ตัดขาด (%)
6	1.00^{c}±0.41	1.00^{c}±0.47	94.63^{a}±1.33	5.37^{a}±1.52	1.60^{c}±0.65	0.16^{c}±0.15	100.00^{a}±0.00
9	0.80^{b}±0.45	0.81^{b}±0.45	91.99^{b}±2.98	8.01^{b}±3.68	1.97^{b}±0.60	0.21^{b}±0.64	98.40^{b}±3.49
12	0.66^{a}±0.25	0.67^{a}±0.30	90.93^{c}±2.54	9.07^{c}±3.25	2.26^{a}±0.33	0.28^{a}±0.30	96.15^{c}±2.40

* ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ส่วนผลการทดสอบการเปรียบเทียบเวลาทำงานของเครื่องตัดหญ้าแบบเข็น และรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ ในพื้นที่ทดสอบขนาด 20 m^2 ทำการทดสอบความสูงของหญ้า 3 ระดับ จากตารางที่ 2 พบว่าใช้เครื่องตัดหญ้าแบบเข็น ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 3 min 31 s และเมื่อใช้รถตัดหญ้าบังคับวิทยุใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 3 min 24 s ซึ่งผลของการตัดหญ้าโดยใช้รถตัดหญ้าบังคับวิทยุนั้นใช้เวลาเฉลี่ยในการทำงานน้อยกว่าการใช้รถตัดหญ้าแบบเข็น

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการเปรียบเทียบเวลาทำงานของเครื่องตัดหญ้าแบบเข็น และรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับโดยเฉลี่ย

ความสูงของหญ้า (cm)	ระยะเวลาในการตัดหญ้า (min) ในพื้นที่ทดสอบ 20 m^2	
	ใช้เครื่องตัดหญ้าแบบเข็น	ใช้รถตัดหญ้าบังคับวิทยุ
6	2 min 32 s	2 min 24 s
9	3 min 33 s	3 min 32 s
12	4 min 29 s	4 min 18 s
ค่าเฉลี่ย	3 min 31s	3 min 24 s

และเมื่อนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยกำหนดให้ราคารถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ 30,0000 Baht อายุการใช้งาน 3 year ความสามารถตัดหญ้าได้ 1rai/hr ทำงานวันละ 6 hr และ 90 day/year จำนวนผู้ปฏิบัติงาน 1 par พบว่า จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 75 rai/year นั่นคือเกษตรกรหรือผู้รับจ้างจะต้องตัดหญ้าอย่างน้อยให้ได้ 75 rai/year ทุกปี เป็นระยะเวลา 3 year สำหรับระยะเวลาการคืนทุน พบว่ารถตัดหญ้าแบบวิทยุบังคับสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 0.40 year หรือ 1 mon

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบและประเมินผลการทำงานของรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ การใช้ขนาดความสูงของหญ้า 3 ระดับ คือ 6 9 และ 12 cm พบว่า ขนาดความสูงของหญ้าที่ 6 cm สามารถตัดหญ้าได้มากที่สุด โดยใช้ระยะทาง ชนิดของหญ้าและพื้นที่เดียวกัน แต่เมื่อเพิ่มขนาดความยาวของหญ้าเป็น 9 และ 12 cm ความสามารถในการตัดหญ้าจะลดลงเนื่องจากความสูงของหญ้าที่มากขึ้นทำให้ล้อรถและแรงต้านระหว่างหญ้ากับตัวรถทำให้เสียกำลังในการขับเคลื่อน และต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้น โดยความเร็วในการขับเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ±0.41m/s ความสามารถในการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 1.00±0.47rai/hr ประสิทธิภาพในการทำงาน 94.63±1.33% อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยเท่ากับ 1.60±0.65 L/rai อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.16±0.15 kW.hr มีความสูญเสียหลังการตัดเฉลี่ยเท่ากับ 5.37±1.52% เปอร์เซ็นต์การตัดขาด 100% และสัญญาณได้ถึง 200 m ส่วนผลการทดสอบการเปรียบเทียบเวลาทำงานของเครื่องตัดหญ้าแบบเข็น และรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ การตัดหญ้าโดยใช้รถตัดหญ้าบังคับวิทยุนั้นใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่าการใช้รถตัดหญ้าแบบเข็น โดยใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 3 min 24 s โดยรถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับนี้มีจุดคุ้มทุนในการผลิตอยู่ที่ 75 rai/year มีระยะเวลาการคืนทุนภายในระยะเวลาประมาณ 0.40 year หรือ 1 mon

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมอาหารและชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น สำหรับสนับสนุนทุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Prappai W, Mawong S, and Wongprasert A. The Lewn Mower Control by Computer. (Bachelor of Engineering, Curriculum). Chonburi: Burapha University; 2011.

[2] Pornwarakhachonkul K, Rachkratok C, Wongsr T and Niyomphant S. Radio controlled lawn mower. Industrial Technology Journal. 2020; 5(1): 51 - 60.

[3] Sritham P, Sarangkham R, Cherdchai D and Sritham S. The Design and Construction of remote control lawn mower by radio wave. The 5th Rajamangala University of Technology National Conference; 2003 March 17-19; Thailand. 2003.

[4] Addoddorn C. The Design and Construction of Wireless Spray Weeds Robot Controlled by Microcontroller. KKU Engineering Journal. 2010; 37(1): 19-27.

[5] Shigley JE, Mischke CR. Mechanical Engineering Design. 5th ed: McGraw-Hill. 1989.

[6] Krutz G, Thomson L, and Claar P. Design of Agricultural Machinery. John Wiley and Sons. New York: Chicheter Brisbne, Toronto, Sigapore; 1994.

[7] Jay. Small Engine-operation and service. Chicago: American Technical. Motion Japan Rolling Bearing; 1981.

[8] Nontasriwiwat S. The development of a radio-controlled lawnmower. [Thesis]. Lopburi: Thepsatri Rajabhat University; 2005.