

การออกแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์

ณัฐวรัตน์ ขจัดภัย^{1*} ปราณี เท่ากลาง² ภิญญาพัชร สวัสดิ์กุลนิธิ³ นิตศน์ สุริยะกาญจน์⁴ และ ฤทธิรงค์ แจ่มอัม⁵

Design beating machines for sugar palm bract from solar power.

Nutwarat Khajadphai^{1*} Pranee Taoklang² Phinyapat Sawatkunnithi³ Nitas Suriakan⁴ and Rittirong Jangim⁵

¹⁻⁵ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

¹⁻⁴ Faculty of Industrial Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University

*Corresponding author. E-mail address: nutwarat@hotmail.com

received: February 7, 2024

revised: May 11, 2025

accepted: December 24, 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. ออกแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์ 2. เพื่อหาประสิทธิภาพเปรียบเทียบการตีกาบตาลด้วยเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์ 3. เพื่อลดต้นทุนการผลิตเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ประกอบไปด้วยแผงโซลาร์พาแนลแบบ Mono crystalline มอเตอร์กระแสตรงขนาด 750 วัตต์ 48 โวลต์ จากผลการทดลองพบว่า ด้านผลผลิตเวลาของเครื่องยนต์ดีเซลกับมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์จะมีส่วนต่างกันที่ 4 ชั่วโมง เนื่องจากหากใช้งานด้วยเครื่องยนต์ดีเซลจะมีเสียงค่อนข้างดังจึงจำกัดเวลาอยู่ที่ 4 ชั่วโมงซึ่งผลผลิตจากเครื่องยนต์ดีเซลจะได้ไม่กวาดจำนวน 13 ด้ามจากมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์ได้ไม่กวาดจำนวน 26 ด้าม ส่วนในเรื่องของการใช้พลังงานเครื่องยนต์ดีเซลจะสูญเสียการใช้พลังงานที่ 35 บาท ทางด้านเศรษฐศาสตร์เมื่อคำนวณผลผลิตต่อเดือนระหว่างเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์พบว่าผลผลิตต่อเดือนมีค่าส่วนต่างอยู่ที่ 260 ด้าม/20 วัน มูลค่าการขายสินค้าต่อเดือนมีส่วนต่างอยู่ที่ 10,400 บาท ค่าพลังงานต่อเดือนมีส่วนต่างอยู่ที่ -700 บาท ราคาขายหักค่าพลังงานต่อเดือนมีส่วนต่างอยู่ที่ 11,100 บาท เมื่อเปรียบเทียบด้านสิ่งแวดล้อม เครื่องยนต์ดีเซลมีค่าความดังของเครื่องยนต์อยู่ที่ 105 เดซิเบลซึ่งเกินค่ากำหนดมาตรฐานทางการได้ยินที่เป็นกฎหมายความปลอดภัยอาชีวอนามัย มลภาวะทางอากาศเครื่องยนต์ดีเซลเกิดการเผาไหม้น้ำมันกับน้ำมันเครื่องร่วมกันถ้าอุณหภูมิการเผาไหม้ไม่ถึงจุดที่ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ จึงทำให้เกิดควันซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ส่วนมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์ ในด้านการบำรุงรักษาในด้านการบำรุงรักษาพบว่าเครื่องยนต์ดีเซลมีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา มากกว่าการใช้มอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์

คำสำคัญ: เครื่องตี กาบตาล พลังงานแสงอาทิตย์

ABSTRACT

Objective of this research is 1. to design of solar-powered beating machines for sugar palm bract 2. to find comparative efficiency of chafing with diesel engines and solar motors 3. to reduce production costs to achieve cost-effectiveness economic value It consists of a mono crystalline solar panel and a 750 watt 48 volt DC motor. In terms of productivity, the time difference between a diesel engine and a solar motor is 4 hours, because if it is used with a diesel engine, it is quite noisy, so the time limit is 4 hours, where the output from the diesel engine will get 13 brooms from the power motor. In terms of power consumption, the diesel engine loses energy at 35 baht. Economically, when calculating the monthly output between a diesel engine and a solar motor, it was found that the monthly output was different. At 260 units / 20 days, the product sales per month has a difference of 10,400 baht, the energy cost per month is the difference of - 700 baht, the selling price minus the energy cost per month has a difference of 11,100 baht. The diesel engine had an engine loudness of 105 decibels, which exceeded the auditory standard of occupational safety

law. Air Pollution Diesel engines burn together oil and engine oil if the combustion temperature does not reach the perfect combustion point. Thus causing fumes which cause air pollution Solar motor part In terms of maintenance, it was found that diesel engines cost more to maintain than solar motors.

Keywords: solar sugar palm flattening machine

บทนำ

*9-6+/*จังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่มากที่สุดในประเทศไทยมีพื้นที่ประมาณ 20,493.964 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 12,808,727 ไร่ มีโครงสร้างทางเศรษฐกิจที่สำคัญได้แก่ ภาคอุตสาหกรรม ภาคการเกษตรและการค้าส่งค้าปลีก ในภาคการเกษตรมีพื้นที่ทั้งสิ้น 8.9 ล้านไร่ พืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ฝ้าย และข้าวฟ่าง นอกเหนือจากนี้ยังมีพืชที่เป็นตัวสร้างรายได้เสริมที่สำคัญแม้ไม่ใช่พืชเศรษฐกิจแต่สามารถสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชนอย่างต่อเนื่องคือ ตาลโตนด ที่ขึ้นอยู่ตามท้องนาในเขตพื้นที่ต่าง ๆ เช่น อำเภอโนนไทย อำเภอเฉลิมพระเกียรติ อำเภอโนนสูง ฯลฯ ส่วนในเขตอำเภอเมืองจะมีต้นตาลโตนดขึ้นอยู่ในตำบลต่าง ๆ เช่น ตำบลหัวทะเล ตำบลหนองระเวียง ตำบลบ้านโพธิ์ ตำบลสีมูม ตำบลพะเนา ตำบลโคกสูง ฯลฯ ที่พบตาลโตนดอยู่เป็นจำนวนมาก ที่ใช้ประโยชน์ได้ทั้งลำต้นไม่ว่าจะเป็นผลลูกตาลสดที่นำไปประกอบอาหารได้ทั้งอาหารคาว อาหารหวาน ลูกตาลแก่นำไปคั้นน้ำเพื่อทำขนมตาล น้ำตาลสดได้จากงวงตาล ใบตาล ก้านตาลนำมาทำจักสาน ลำต้นแก่สามารถนำมาทำเป็นเครื่องเรือน ส่วนกาบตาลนำมาตีเพื่อใช้เส้นใยทำเป็นผลิตภัณฑ์ไม้กวาด ตาลโตนด บ้านโนนหมั่นตั้งอยู่ที่ ตำบลหนองงูเหลือม อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา เป็นตำบลเก่าแก่มีหนองน้ำขนาดใหญ่ มีงูเหลือมอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก ชาวบ้านเรียกหนองน้ำว่า “หนองงูเหลือม” พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย และดินตะกอน ที่ราบลุ่ม เหมาะสำหรับการเพาะปลูก อาชีพของประชากรอาชีพหลักคือการทำนาเมื่อว่างเว้นจากงานหลักได้มีการสร้างอาชีพเสริมด้วยการตีมีด เย็บผ้า ทอเสื่อ และการทำไม้กวาดเสียนตาล ซึ่งการทำไม้กวาดเสียนตาลนี้ได้ทำสืบทอดกันมานานนับ 100 ปี เพราะชาวบ้านได้ปลูกต้นตาลในคันนาเป็นจำนวนมากเนื่องจากการปลูกนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงพื้นที่หลักเขตของนาแต่ละคนโดยนางสะอั้ง จันทรีโพธิ์ ประธานกลุ่มอาชีพทำไม้กวาดเสียนตาล บ้านโนนหมั่น ได้เล่าถึงความเป็นมาของจุดเริ่มต้นในการทำไม้กวาดว่าเมื่อปี พ.ศ. 2467 จากนายเฉย โตเอี่ยม ผู้เป็นบิดา ได้รับการถ่ายทอดมาจากปู่ ย่า ตายาย ที่แรกเริ่มได้ทำเครื่องมือหาปลา คือไซดักปลาที่ทำจากเสียนตาลและไม้ไผ่ เนื่องจากมีความเหนียวทน ไม่ผุง่ายแม้อยู่ในน้ำ จึงได้ทดลองนำกาบตาลมาทุบแล้วใช้เสียนตาลมาทำเป็นไม้กวาดและพัฒนารูปแบบโดยใส่ด้ามไม้ไผ่ วิธีการตีกาบตาลเพื่อให้ได้เส้นใยจากตาลของกลุ่มตีโดยใช้เครื่องจักรขนาด 9 แรงม้า ทำงานโดยวิธีเติมน้ำมันเบนซินถือเป็นค่าใช้จ่ายต่อเนื่องในการทำงานและตัวเครื่องมีเสียงค่อนข้างดังจึงส่งผลเสียทางกายภาพที่ผลโดยตรงต่อประสาทหู นอกเหนือจากเส้นใยที่นำไปทำไม้กวาดแล้วเส้นใยจากกาบตาลนั้นก็มีคุณสมบัติที่ดีคือความเหนียวสามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่าง ๆ ในลักษณะของงานหัตถกรรมเครื่องจักสานได้



ภาพ 1 ต้นตาลขึ้นเรียงรายอยู่ตามท้องนาเป็นสัญลักษณ์ของการแบ่งเขตพื้นที่
ที่มา : ญัฏฐรัตน์ ขจัตถัย, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2564

บ้านโนนหมั่นเป็นหมู่บ้านเก่าแก่ ตั้งอยู่ตำบลหนองงูเหลือม อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา ทิศเหนือ ติดกับ ตำบลโตนด อำเภอโนนสูง ทิศใต้ ติดกับตำบลท่าช้าง ทิศตะวันออก ติดกับตำบลลำมูล อำเภอโนนสูง ทิศตะวันตก ติดกับ ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอเมือง อาชีพหลักของคนในชุมชน คือทำนา อาชีพเสริม ทอเสื่อ ตีมีด เย็บผ้า และการทำไม้กวาดจากเส้นใยกาบ

ตาล (เสี้ยนตาล) เนื่องจากพื้นที่ของบ้านโนนหมันมีต้นตาลขึ้นอยู่รายรอบทั้งที่นาและในสวนอีกทั้งยังมีเขตติดต่อกับหลายอำเภอที่มีต้นตาลขึ้นอยู่เป็นจำนวนมากจึงไม่เป็นปัญหาในเรื่องของวัตถุดิบ ซึ่งต้นตาลนั้นมีประโยชน์ตลอดทั้งลำต้นไม่มีส่วนใดที่เสียทิ้งไปอย่างไร้ค่า ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ตามท้องถิ่นที่มาจากภูมิปัญญา ได้รับความสนใจจากผู้บริโภค จึงทำให้ผู้ประกอบการในชุมชนหลายรายเข้ามาแข่งขันกันในตลาดมากขึ้น โดยจะมุ่งเน้นไปในทิศทางของการพัฒนาตัวผลิตภัณฑ์ ของแต่ละท้องถิ่นให้มีคุณภาพ และสามารถตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภคในทางที่ดีขึ้น อาจมีผู้ประกอบการบางรายที่ยังมองไม่เห็นถึงความสำคัญของผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพของตัวผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังไม่สามารถดึงดูดความสนใจจากผู้บริโภคได้เท่าที่ควร ดังนั้นผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์จึงต้องหันมาให้ความสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สามารถคุ้มครองป้องกันไม่ให้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์เสียหายและเพิ่มคุณค่าต่อผู้บริโภค (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2555)



ภาพ 2 ผลิตภัณฑ์ไม้กวาดจากเส้นใยของกาบตาล
ที่มา : ณัฏฐรัตน์ ขจัดภัย, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2564

ในขณะที่ตลาดยังคงต้องการผลิตภัณฑ์ไม้กวาดจากเส้นใยของกาบตาลในปริมาณที่มากแต่กำลังในการผลิตกลับสวนทางกันเนื่องจากการแปรรูปต้องใช้เวลาโดยเฉพาะในขั้นตอนของการตีกาบตาลเพราะกาบของตาลค่อนข้างแข็งเมื่อผลผลิตไม่ต่อเนื่องจึงมีผลกระทบกับยอดขายซึ่งแยกประเด็นปัญหาออกเป็น 2 ข้อ คือ 1. กระบวนการผลิตที่ต้องใช้เวลาในการให้ได้มาซึ่งวัสดุเส้นใยจากกาบของตาล 2. กำลังในการผลิตใน 1 วันผลิตไม้กวาดได้เฉลี่ยจำนวน 10 ด้ามต่อวัน ผู้วิจัยจึงได้นำประเด็นปัญหาเหล่านี้มาวิเคราะห์เพื่อให้ได้มาซึ่งกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพและกำลังในการผลิตที่สร้างยอดขายที่เพิ่มมากขึ้นโดยการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนโดยนำทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาเพิ่มมูลค่าและเป็นการสร้างโอกาสให้กับคนรุ่นหลังได้สืบสานต่อที่ถือเป็นแนวความคิดการพัฒนาชุมชนแบบพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพเปรียบเทียบการตีกาบตาลด้วยเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์
3. เพื่อลดต้นทุนการผลิตเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

ขอบเขตของการวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตและการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาวิธีการตีกาบตาล จากกลุ่มไม้กวาดบ้านโนนหมัน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา
2. ศึกษาเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำไม้กวาดกลุ่มไม้กวาดบ้านโนนหมัน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

โครงการวิจัย ศึกษาและออกแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ใช้กรอบทฤษฎีดังนี้

1. การมีส่วนร่วมของชุมชน หมายถึง ขั้นตอนกระบวนการในการทำงานผู้วิจัย นักศึกษาและ กลุ่มแม่กวาดบ้านโนนหมั่น
2. ประโยชน์ใช้สอยทางกายภาพ (Practical function) คือ ประโยชน์ใช้สอยที่ส่งผล โดยตรงต่อผู้ใช้ทางร่างกายมีความชัดเจนสามารถจับต้องใช้งานตามขอบเขตที่กำหนดไว้ ออกเป็น 2 ด้าน คือ

2.1 ด้านประโยชน์ใช้สอยหลัก (Essential function) คือ ประโยชน์ใช้สอยโดยตรงที่ จะต้องทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์ตามความมุ่งหมาย

2.2 ด้านประโยชน์ใช้สอยรอง (Supporting function) คือ ประโยชน์ใช้สอยที่มี เพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมให้ประโยชน์ใช้สอยหลัก ในด้านความสะดวกสบาย ความปลอดภัย การดูแลและ บำรุงรักษาได้ง่าย (นวลน้อย บุญวงษ์. 2539 : 94)

3. ง่ายต่อการซ่อมแซม (Ease of maintenance) ผลิตรถยนต์ต้องถูกออกแบบให้สื่อสารว่า จะบำรุงรักษาและซ่อมแซมได้อย่างไร หลักเกณฑ์การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ทีมงานนักออกแบบ ประสบความสำเร็จเมื่อต้องการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่นั้น Dreyfuss (1967) อ้างใน (นิรัช สุตสังข์ 2543 : 77)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถผลิตเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ
2. เพื่อเพิ่มปริมาณในการผลิต
3. เพื่อให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์
4. เพื่อส่งเสริมอาชีพให้กับกลุ่มแม่กวาดบ้านโนนหมั่น
5. ข้อมูลจากการวิเคราะห์การออกแบบผลิตภัณฑ์สามารถนำไปถ่ายทอดสู่ชุมชนได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยการออกแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์ประโยชน์ที่ได้รับในการออกแบบครั้งนี้คือการนำพลังงานทดแทนแรงงานของคนและเครื่องยนต์ดีเซลที่ได้ประสิทธิภาพสูงมีความสะดวกในการปฏิบัติงานโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซลาร์เซลล์ทดแทนพลังงานจากคน ไฟฟ้า หรือน้ำมัน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ขั้นตอนดำเนินการวิจัย (การออกแบบโครงสร้างของแท่นสำหรับรถตีกาบตาลและการวางระบบของการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์)
2. ขั้นตอนการออกแบบ
3. ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ประชุมคณะทำงานอาจารย์ และนักศึกษา เพื่อวางแผนการทำงานร่วมกัน ประสานงานกับหัวหน้ากลุ่มของกลุ่มแม่กวาดบ้านโนนหมั่น

- นักศึกษาชั้นปีที่ 2 รายวิชา รายวิชา ออกแบบกลไกพื้นฐาน รหัสวิชา 502201
- นักศึกษาชั้นปีที่ 3 รายวิชา ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 4 รหัสวิชา 502302
- นักศึกษาชั้นปีที่ 4 รายวิชา ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 5 รหัสวิชา 502401

ขั้นตอนที่ 2 คณะผู้วิจัยและนักศึกษาสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลงพื้นที่สำรวจเก็บข้อมูลในชุมชน

1. ศึกษากระบวนการในการตีกาบตาลเพื่อให้ได้เส้นใยโดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือการคัดกาบตาล การตีกาบตาล การคัดแยกเส้นใยตาลออกจากกาบตาล

1.1 นำกาบตาล ที่มีความสมบูรณ์อายุประมาณ 5-15 ปี สังเกตได้จากกาบใบจะค่อนข้างแข็งมีสีน้ำตาลค่อนข้างดำจะให้เส้นใยที่ไม่แก่หรืออ่อนเกินไป จะให้เส้นใยที่มีความเหนียว มีความยาวโดยประมาณ 5- 80 เซนติเมตร

1.2 นำกาบตาลที่ได้มาทุบหรือหากอยากให้กาบตาลอ่อนง่ายต่อการทุบให้น้ำเศษใยจากกาบตาลเหลือทิ้งหรือผ้าชุบน้ำคลุมกาบตาลไว้ 2- 3 วัน หลังจากนั้นจึงนำมาทุบจนกาบตาลแยกออกจนเห็นเป็นเส้นใย

1.3 เส้นใยที่ได้มาจะมีเศษกาบตาลปนอยู่ให้นำมาชูดด้วยล่อตะปู เพื่อให้ได้เส้นใยที่มีเส้นที่สะอาดและสวยงาม

1.4 นำเส้นใยจากกาบตาลที่ได้จากการตีไปตากแดดให้แห้งก่อนนำไปจับ (มัด) ทำไม้กวาด

ขั้นตอนที่ 3 คณะผู้วิจัยและนักศึกษาร่วมกันวิเคราะห์รูปแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์

ขั้นตอนที่ 4 คณะผู้วิจัยและนักศึกษาลงพื้นที่นำต้นแบบไปทดสอบกับกลุ่มไม้กวาดบ้านโนนหมั่นได้ทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลการทดลองโดยทำการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการตีกาบตาลระหว่างการตีกาบตาลด้วยเครื่องยนต์ดีเซลและแรงจากเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์

ขั้นตอนการออกแบบ

โครงสร้างของเครื่องตีกาบตาลได้ใช้หลักรูปพรรณ ออกแบบให้มีความกว้าง ความยาว ความสูง ในขนาดที่เหมาะสม การติดตั้งอุปกรณ์อื่น ๆ ได้แก่ มอเตอร์ DC เพื่อใช้งานกับเครื่องชาร์จจากโซล่าพาแนล ทำให้ไม่สิ้นเปลืองน้ำมัน ลักษณะการทำงานของเครื่องตีกาบตาล คือการนำมอเตอร์กระแสตรงมาใช้และต้องมีการหดรอบของมอเตอร์เพื่อให้เกิดแรงบิดที่มากพอ ในขณะที่การตีกาบตาลจะใช้ระยะเวลาในการตีทำให้เกิดแรงหนีตมากขึ้น มอเตอร์กระแสตรงจะทำงานที่ความเร็วรอบ 60 รอบต่อนาที เปิดสวิตซ์ให้ทำงานโดยอัตโนมัติ

อุปกรณ์ที่ใช้

1. แผ่นโซล่าพาแนล เป็นการนำเอาโซล่าเซลล์ จำนวนหลายๆเซลล์นำมาต่อวงจรรวมกัน อยู่ในแผงเดียวกันเพื่อผลิตและจ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น โดยไฟฟ้าที่ได้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะอยู่ในรูปของผลึกที่มีลักษณะเป็นฟิล์มชั้นบางๆ แบบที่เลือกใช้คือ Mono crystalline



ภาพ 3 แผงโซล่าพาแนล ขนาด 200 วัตต์แบบ Crystalline
ที่มา : ณัฏฐรัตน์ ขจัดภัย, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 22 มกราคม 2564

2. มอเตอร์ใช้มอเตอร์กระแสตรง (DC motor) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลเมื่อจ่ายไฟให้มอเตอร์จะทำให้แกนของมอเตอร์หมุนจึงทำให้เกิดการขับเคลื่อนไปยังไปให้วัตถุเกิดการเกิดการเคลื่อนที่



ภาพ 4 มอเตอร์กระแสตรงขนาด 750 วัตต์ 48 โวลท์ ความเร็วรอบ 60 รอบต่อนาที
ที่มา : ณัฏฐรัตน์ ขจัดภัย, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 22 มกราคม 2564

3. โซลล่าเคเบิล เป็นสายไฟสำหรับไฟ DC ออกแบบมาเพื่อระบบโซลล่าเซลล์โดยเฉพาะ เป็นสายทองแดงเคลือบดีบุก หุ้มฉนวน 2 ชั้น ทดความร้อนการออกแบบระบบจะต้องระวังในการพิจารณาเลือกใช้ชนิดและขนาดของสายไฟให้เหมาะสมซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ หากเลือกใช้สายไฟที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดความร้อนสูงและเกิดไฟไหม้จากกระแสที่มากเกินไป



ภาพ 5 โซลล่าเคเบิล ขนาด 1x4 sqmm.

ที่มา : ณัฏฐรัตน์ ขจัดภัย, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 22 มกราคม 2564

4. โครงสร้างเครื่องทำจากเหล็กรูปพรรณ



ภาพ 6 เหล็กกล่องนำมาประกอบเป็นโครงสร้างของตัวเครื่อง

ที่มา : ณัฏฐรัตน์ ขจัดภัย, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2564

5. ตั้มน้ำหนัก คือแท่งเหล็กสำหรับการใช้ในการตีได้รับแรงถ่ายจาก Pulley เพื่อกระแทกไปยังกาบตาลเพื่อให้ได้เส้นใย



ภาพ 7 ตั้มน้ำหนักขนาด 3 กิโลกรัม

ที่มา : ณัฏฐรัตน์ ขจัดภัย, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2564

6. สปริง ทำหน้าที่ดึงตัวตัมน้ำหนักโดยให้กำลังในการดึงน้อยลง



ภาพ 8 สปริงเพื่อลดกำลัง

ที่มา : ญัฏวรรณ์ ขจัดภัย, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2564

7. Pulley คือตัวส่งกำลังจากแกนเพลามาไปยังตัมน้ำหนักโดยมีการออกแบบเพื่อไม่ต้องใช้สายพานส่งกำลัง ลดการบำรุงรักษาสายพานและความสูญเสียกำลังที่ถ่ายทอดจากแกนเพลามา



ภาพ 9 Pulley วัสดุจากไม้

ที่มา : ญัฏวรรณ์ ขจัดภัย, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2564

8. ชุดควบคุมมอเตอร์ ใช้สำหรับปรับรอบความเร็วของมอเตอร์เพื่อความสะดวกในการทำงาน



ภาพ 10 ชุดควบคุมมอเตอร์

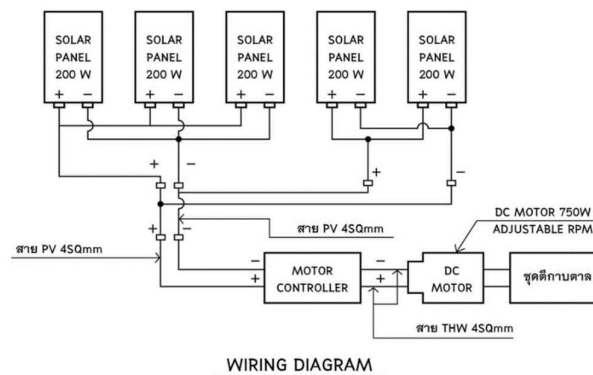
ที่มา : ญัฏวรรณ์ ขจัดภัย, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2564

9. เครื่องวัดคลื่นความดังเสียง ถ้าความดังเกินกว่า 90 เดซิเบลเป็นความดังที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ หากอยู่ในสถานที่ ที่มีความดังเกิน 90 เดซิเบลเป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดความพิการของหูได้



ภาพ 11 เครื่องวัดคลื่นความดังเสียงยี่ห้อ EXTECH รุ่น EN300
ที่มา : ปราณี เท่ากลาง, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 8 มิถุนายน 2564

10. การออกแบบวงจรในการติดตั้งเครื่อง



ภาพ 12 การวางระบบในการใช้งานจากแผงโซลาร์พาแนลไปยังชุดติกาบดดา
ที่มา : ณัฏฐรัตน์ ขจัดภัย, วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2564

ขั้นตอนการทดลอง

การติกาบดดาเพื่อให้ได้มาซึ่งเส้นใยจะต้องใช้ทั้งเวลาและแรงในการตีค่อนข้างมากเนื่องจากกาบดดามีลักษณะของกาบใบค่อนข้างแข็งหากใช้แรงของคนในการติกาบดดาเพียงอย่างเดียวจะก่อให้เกิดความเมื่อยล้าและผิดต่อหลักทางกายศาสตร์ในการทำงาน การนำเครื่องติกาบดดาเข้ามาใช้ในการทำงานจะช่วยทำให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานได้มากยิ่งขึ้น

1. นำกาบดดาแช่น้ำ 2-3 วันหรือน้ำฝ้า, ขูดดาบดดาจนกลบไว้ เพื่อให้กาบของดดามีความอ่อนตัวลงวิธีนี้จะช่วยลดระยะเวลาในการทำงานและช่วยให้การติกาบดดานั้นง่ายขึ้น



ภาพ 13 นำกาบตาลมาวางโดยใช้ขุยมะพร้าวปิดทับไว้เพื่อรักษาความชุ่มชื้นทำให้ตีกาบตาลได้ง่าย
ที่มา : ณัฐวรรตน์ ขจัดภัย, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2564

2. นำตาลที่แช่น้ำมาผึ่งลมให้หมาดก่อนนำไปสู่ขั้นตอนของการตี



ภาพ 14 กาบตาลเมื่อแช่น้ำจะทำให้กาบตาลอ่อนเพื่อง่ายต่อการตี
ที่มา : ณัฐวรรตน์ ขจัดภัย, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2564

3. เปิดสวิตช์เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ เพื่อให้เกิดแรงขับในการทำงานของมอเตอร์และตุ้มน้ำหนักที่ใช้ในการตี กาบตาล

4. เมื่อตีกาบตาลแตกจนเห็นเส้นใย ที่อยู่ด้านในให้นำไปทำความสะอาดโดยวิธีการสางเศษกาบตาลออก หลังจากนั้นจึงนำไปมัดจับข้อเพื่อทำไม้กวาดจากเส้นใยตาล



ภาพ 15 นำกาบตาลที่ตีเสร็จแล้วมาทำความสะอาดโดยวิธีดั้งเดิมก่อนนำไปจับทำไม้กวาด
ที่มา : ภิญญาพัชร สวัสดิกุลนิธิ, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2564

5. ลักษณะเส้นใยที่ได้จากการตีกาบตาล



ภาพ 16 ลักษณะของเส้นใยจากกาบตาลมีความเหนียวเส้นสม่ำเสมอสวยงาม
ที่มา : ณัฐวรรณ์ ขจัดภัย, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2564



ภาพ 17 เครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์
ที่มา : ปราณี เท่ากลาง, ถ่ายภาพเมื่อวันที่ 23 มิถุนายน 2564

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย การออกแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์ จากการรวบรวมข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และดำเนินงานตามขั้นตอนของแผนงานที่วางไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ประชุมคณะทำงานอาจารย์ และนักศึกษา เพื่อวางแผนการทำงานร่วมกัน ประสานงานกับหัวหน้ากลุ่มของชุมชน

ขั้นตอนที่ 2 คณะผู้วิจัยและนักศึกษาสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลงพื้นที่สำรวจเก็บข้อมูลในชุมชน

ขั้นตอนที่ 3 คณะผู้วิจัยและนักศึกษาร่วมกันวิเคราะห์รูปแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์

ขั้นตอนที่ 4 คณะผู้วิจัยและนักศึกษาลงพื้นที่นำต้นแบบไปทดสอบกับกลุ่มไม้กวาดบ้านโนนหมั่นได้ทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลการทดลองโดยทำการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการตีกาบตาลระหว่างแรงคนและแรงจากเครื่องตีกาบตาลด้วยเครื่อง

ขั้นตอนที่ 6 สรุปผลการทดสอบโดยเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการใช้เครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้นำมาศึกษาและวิเคราะห์โดยมีหลักการเปรียบเทียบระหว่างการใช้เครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์ในด้านของเวลาที่ใช้ในการผลิตต่อรอบและจำนวนผลผลิตที่ได้ มีผลดังนี้

ตาราง 1 เปรียบเทียบผลผลิตระหว่างเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องมือ	ผลผลิต (ด้าม)	เวลาที่ใช้ในการผลิต (ชั่วโมง)	ค่าพลังงาน (บาท)
เครื่องยนต์ดีเซล	13	4	35
มอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์	26	6	0
ส่วนต่าง	13	2	35

จากตารางเปรียบเทียบเวลาของเครื่องยนต์ดีเซลกับมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์จะมีส่วนต่างกันที่ 4 ชั่วโมง เนื่องจากหากใช้งานด้วยเครื่องยนต์ดีเซลจะมีเสียงค่อนข้างดังจึงจำกัดเวลาอยู่ที่ 4 ชั่วโมงซึ่งผลผลิตจากเครื่องยนต์ดีเซลจะได้ไม่ก่กวาดจำนวน 13 ด้ามจากมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์ได้ไม่ก่กวาดจำนวน 26 ด้าม ส่วนในเรื่องของการใช้พลังงานเครื่องยนต์ดีเซลจะสูญเสียการใช้พลังงานที่ 35 บาท

ตาราง 2 เปรียบเทียบด้านเศรษฐศาสตร์

เครื่องมือ	ผลผลิตต่อเดือน คิดที่ 20 วัน (ด้าม)	มูลค่าการขาย สินค้าต่อเดือน (บาท)	ค่าพลังงาน ต่อเดือน (บาท)	รายรับสุทธิ/ เดือน (บาท)	ราคาเครื่อง (บาท)	ระยะเวลา การคืนทุน (ปี)
เครื่องยนต์ดีเซล	260	10,400	700	9,700	15,000	1.57
มอเตอร์พลังงาน แสงอาทิตย์	520	20,800	0	20,800	70,000	6.3
ส่วนต่าง	260	10,400	-700	11,100	55,000	4.73

จากตารางเมื่อคำนวณผลผลิตต่อเดือนระหว่างเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์พบว่าผลผลิตต่อเดือนมีค่าส่วนต่างอยู่ที่ 260 ด้าม/20 วัน มูลค่าการขายสินค้าต่อเดือนมีส่วนต่างอยู่ที่ 10,400 บาท ค่าพลังงานต่อเดือนมีส่วนต่างอยู่ที่ -700 บาท ราคาขายหักค่าพลังงานต่อเดือนมีส่วนต่างอยู่ที่ 11,100 บาท ระยะคืนทุนของเครื่องยนต์ดีเซลอยู่ที่ 1.57 ปี ส่วนมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์ อยู่ที่ 6.3 ปี

ตาราง 3 เปรียบเทียบด้านสิ่งแวดล้อม

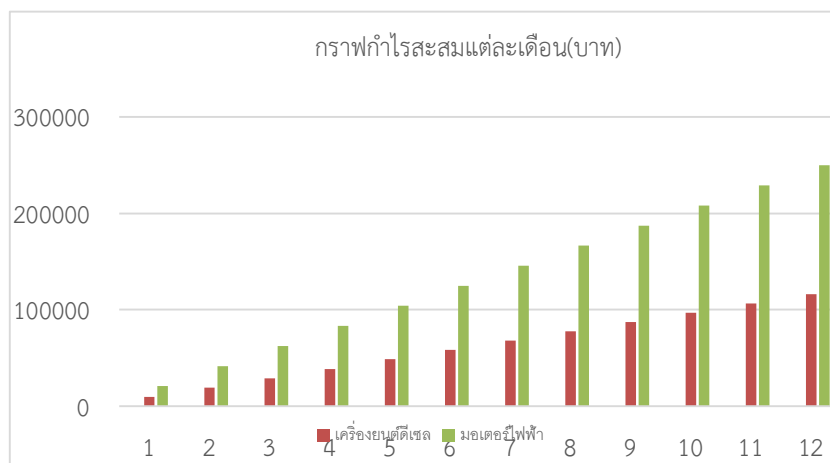
เครื่องมือ	เสียงที่เกิดขึ้น (dB)	มลภาวะทางอากาศ
เครื่องยนต์ดีเซล	105	เกิดควันเสีย
มอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์	60	ไม่มี

จากตารางพบว่าเครื่องยนต์ดีเซลมีค่าความดังของเครื่องยนต์อยู่ที่ 105 เดซิเบลซึ่งเกินค่ากำหนดมาตรฐานทางการได้ยินที่เป็นกฎหมายความปลอดภัยอาชีวอนามัย มลภาวะทางอากาศเครื่องยนต์ดีเซลเกิดการเผาไหม้น้ำมันกับน้ำมันเครื่องร่วมกันถ้าอุณหภูมิการเผาไหม้ไม่ถึงจุดที่ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ จึงทำให้เกิดควันซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ส่วนมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์ไม่ก่อให้เกิดควันหรือพิษที่ทำลายสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้ช่วยลดมลภาวะทางอากาศและเป็นมิตรต่อธรรมชาติ

ตาราง 4 เปรียบเทียบทางด้านการบำรุงรักษา

เครื่องยนต์ดีเซล	ต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง สายพานส่งกำลังและแบตเตอรี่ตามอายุการใช้งาน
มอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์	ใช้มอเตอร์กระแสตรงแบบไม่มีแปรงถ่านทำให้ไม่ต้องเปลี่ยนแปรงถ่าน ออกแบบการส่งกำลังผ่านเพลาทำให้ไม่ต้องใช้สายพานจึงไม่ต้องเปลี่ยนสายพานส่งกำลัง ไม่มีแบตเตอรี่ในการสตาร์ท

ในด้านการบำรุงรักษาพบว่าเครื่องยนต์ดีเซลมีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษามากกว่าการใช้มอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์



ภาพ 18 กราฟแสดงกำไรสะสมแต่ละเดือน

ตาราง 5 แสดงถึงการเปรียบเทียบรายได้ระหว่างการใช้เครื่องยนต์ดีเซลและการใช้มอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์

เดือน	เครื่องยนต์ดีเซล (บาท)	มอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์ (บาท)
มกราคม	9,700	20,800
กุมภาพันธ์	19,400	41,600
มีนาคม	29,100	62,400
เมษายน	38,800	83,200
พฤษภาคม	48,500	104,000
มิถุนายน	58,200	124,800
กรกฎาคม	67,900	145,600
สิงหาคม	77,600	166,400
กันยายน	87,300	187,200
ตุลาคม	97,000	208,000
พฤศจิกายน	106,700	228,800
ธันวาคม	116,400	249,600

จากผลการทดลองพบว่า การตีกาบตาล 1 กาบ เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานจากเครื่องยนต์ดีเซลจะใช้ระยะเวลาในการตีกาบตาล อยู่ที่ 40 ครั้ง/นาทีก แต่เมื่อใช้มอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์ในการตีกาบตาล อยู่ที่ 60 ครั้ง/นาทีก เมื่อเปรียบเทียบการตีกาบตาลทั้ง สองรูปแบบการตีด้วยเครื่องยนต์ดีเซลจะทำให้มีส่วนต่างอยู่ที่ 20 ครั้ง/นาทีก และเมื่อเทียบผลต่างของรายได้อยู่ที่ 133,200 บาท

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ การออกแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์ บ้านโนนหมั่น ตำบลหนองสูง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา มีผลสรุปการวิจัย ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการออกแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์ กำหนดแนวทางและสรุปเนื้อหาโดยให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนี้

สรุปผลงานวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.1.1 เพื่อออกแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์
- 1.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพเปรียบเทียบการตีกาบตาลด้วยเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์
- 1.1.3 เพื่อลดต้นทุนการผลิตเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

1.2 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.2.1 ศึกษาวิธีการตีกาบตาล จากกลุ่มไม้กวาดบ้านโนนหมั่น อำเภอเฉลิมพระเกียรติจังหวัดนครราชสีมา
- 1.2.2 ศึกษาเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำไม้กวาดกลุ่มไม้กวาดบ้านโนนหมั่น อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ขั้นตอนคือ

- ขั้นตอนที่ 1 คณะผู้วิจัยและนักศึกษาสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลงพื้นที่สำรวจเก็บข้อมูลในชุมชน
- ขั้นตอนที่ 2 ศึกษากระบวนการในการตีกาบตาลเพื่อนำเส้นใยมาทำไม้กวาด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ การเก็บกาบตาล การนำมาแช่น้ำ การตากกาบตาล และการตีกาบตาล

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ใช้โปรแกรม Excel ในการแสดงตารางความถี่สัมพัทธ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในแต่ละกลุ่มต่อจำนวนข้อมูลทั้งหมด เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล นำมารวบรวมและ สรุปผลดังนี้

4. สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองการออกแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์ สรุปผลดังนี้

4.1 การออกแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์

4.1.1 เมื่อเปรียบเทียบเวลาของเครื่องยนต์ดีเซลกับมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์จะมีส่วนต่างกันที่ 4 ชั่วโมง ผลผลิตจากเครื่องยนต์ดีเซลจะได้ไม้กวาดจำนวน 13 ด้ามจากมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์ได้ไม้กวาดจำนวน 26 ด้าม ส่วนในเรื่องของการใช้พลังงานเครื่องยนต์ดีเซลจะสูญเสียการใช้พลังงานที่ 35 บาท ผลผลิตต่อเดือนระหว่างเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์พบว่าผลผลิตต่อเดือนมีค่าส่วนต่างอยู่ที่ 260 ด้าม/20 วัน มูลค่าการขายสินค้าต่อเดือนมีส่วนต่างอยู่ที่ 10,400 บาท ค่าพลังงานต่อเดือนมีส่วนต่างอยู่ที่ -700 บาท ราคาขายหักค่าพลังงานต่อเดือนมีส่วนต่างอยู่ที่ 11,100 บาท ในเรื่องของเสียงเครื่องยนต์ดีเซลมีค่าความดังของเครื่องยนต์อยู่ที่ 105 เดซิเบลซึ่งเกินค่ากำหนดมาตรฐานทางการได้ยินที่เป็นกฎหมายความปลอดภัยอาชีวอนามัย มลภาวะทางอากาศเครื่องยนต์ดีเซลเกิดการเผาไหม้น้ำมันกับน้ำมันเครื่องร่วมกันถ้าอุณหภูมิการเผาไหม้ไม่ถึงจุดที่ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ จึงทำให้เกิดควันซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ ส่วนมอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์ ในด้านการบำรุงรักษาพบว่าเครื่องยนต์ดีเซลมีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษามากกว่าการใช้มอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์

จากผลการทดลองพบว่า การตีกาบตาล 1 กาบ เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานจากเครื่องยนต์ดีเซลจะใช้ระยะเวลาในการตีกาบตาล อยู่ที่ 40 ครั้ง/นาที่ แต่เมื่อใช้มอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์ในการตีกาบตาล อยู่ที่ 60 ครั้ง/นาที่ เมื่อเปรียบเทียบการตีกาบตาลทั้ง สองรูปแบบการตีด้วยเครื่องยนต์ดีเซลจะทำให้มีส่วนต่างอยู่ที่ 20 ครั้ง/นาที่ และเมื่อเทียบผลต่างของรายได้อยู่ที่ 133,200 บาท

4.1.2 ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความจำเป็นต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศเป็นมาตรการสำคัญที่ช่วยบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ลดภาวะโลกร้อนส่งเสริมความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ปรับปรุงคุณภาพอากาศ สนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ในการตีกาบตาลแต่ละครั้งจะใช้น้ำมันดีเซล 10 ลิตร จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 26.8- 27 กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (น้ำมันดีเซล 1ลิตร เมื่อถูกเผาไหม้จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 2.68 -2.70 กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์)

การอภิปรายผล

จากการออกแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์ คณะผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลทั้งเรื่องของวัสดุและรูปแบบที่เหมาะสมในขณะใช้งานการวิจัยมีประเด็นสำคัญนำมาอภิปรายผลดังนี้คณะผู้วิจัยได้นำผลการศึกษาค้นลักษณะของกังหันตีน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ มาเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องตีกาบตาลพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า ด้านการออกแบบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549, หน้า 10-12) ที่กล่าวถึงหลักการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมว่าการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นออกแบบต้องพิจารณาในด้านต่าง ๆ คือ หน้าที่ใช้สอย ความปลอดภัย ความแข็งแรงทนทาน ความประหยัด วัสดุ โครงสร้าง ความสะดวกสบายในการใช้งาน ความสวยงาม มีลักษณะเฉพาะตัว กรรมวิธีการผลิตการซ่อมบำรุงรักษา การขนส่ง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549 หน้า 10 - 12) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญเลิศ สงวนวัฒนา (2551) การศึกษาตู้เย็นไฟฟ้าใช้พลังงานแสงอาทิตย์ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานตู้เย็นไฟฟ้าใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และเพื่อหาปริมาณการลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์อันทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของตู้เย็นไฟฟ้าใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ที่มีความสอดคล้องกับการออกแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์ คือ การใช้มอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีคุณค่าในด้านการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การลงทุนเริ่มต้นค่อนข้างสูงแต่เมื่อเทียบกับพลังงานแสงอาทิตย์ในระยะยาวเป็นศูนย์ ระยะเวลาในการคืนทุนเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ต้องใช้ระยะเวลาในการคืนทุนนานหากใช้มอเตอร์พลังงานแสงอาทิตย์ผลผลิตต่อเดือนจะได้ไม่กวาด 520 ต่อม มูลค่าการขายต่อเดือน 20,800 บาท ใช้ระยะเวลาในการคืนทุน 6.3 ปี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากการศึกษาและออกแบบเครื่องตีกาบตาลจากพลังงานแสงอาทิตย์ คณะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้และเพื่อทำการวิจัยในครั้งต่อไปดังนี้

ส่วนของโครงสร้างของตัวเครื่องหากเปลี่ยนเป็นไม้จากต้นตาลแทนเหล็กจะช่วยลดต้นทุนทางด้านโครงสร้างได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแผง โซล่า พาร์เนล ให้ใช้งานได้นานและทนทานต่อการใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2555. **ทำดีเพื่อพ่อหลวง: เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสมหามงคล**

เฉลิมพระชนมพรรษา 7 รอบ 5 ธันวาคม 2554. กรุงเทพฯ: กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

นวนน้อย บุญวงศ์. 2539. **หลักการออกแบบ.** กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์. (Boonvong, 1996, p94)

นิรัช สุดสังข์. 2543. **ออกแบบอุตสาหกรรม.** คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (Soodsang, 2000, p77)

อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549. **เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮาส์. (Saribut, 2006, p10-12)