

## การกำหนดกลไกและระบบส่งกำลังในเครื่องจักรผลิตวัสดุคลุมหลังคาจากหญ้าแฝก

### Limitation of Mechanism and Powertrain in Vetiver Grass Roofing Making Machine

กฤษดา สายแสง<sup>1\*</sup>, กระจวี ตรีอำนรรค<sup>1</sup>, เทวรัตน์ ตรีอำนรรค<sup>2</sup>

Kridsada Saisang<sup>1\*</sup>, Krawee Treemnu<sup>1</sup>, Tawarat Treemnu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, 30000

<sup>1</sup>School of Mechanical Engineering Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, 30000, Thailand

<sup>2</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, 30000

<sup>2</sup>School of Agriculture Engineering Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, 30000, Thailand

\*Corresponding author: Tel: +66-8-5104-2746, E-mail: [narm.saisang@gmail.com](mailto:narm.saisang@gmail.com)

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากลไกและระบบส่งกำลังที่เหมาะสมของเครื่องจักรเพื่อลดขั้นตอนการผลิตด้วยมือและเวลาในการผลิตวัสดุคลุมหลังคาจากหญ้าแฝก โดยใช้โปรแกรม SolidWorks version 2016 ในการออกแบบและหาขีดจำกัดของกลไกด้วยฟังก์ชัน Motion analysis ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะถูกนำไปคำนวณหาขนาดของกระบอกสูบน้ำแมติกส์และกำลังที่ต้องใช้เพื่อให้เครื่องจักรทำงาน ผลการศึกษาพบว่า เครื่องจักรที่ออกแบบประกอบด้วย 5 กลไกหลัก คือ (1) กลไกการพับแผงหญ้าแฝกทบบนแกนไม้ ใช้ต้นกำลังจากกระบอกสูบน้ำแมติกส์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 63 mm อัตราการใช้ลมเท่ากับ 28.08 liters min<sup>-1</sup> (2) กลไกกดทับแผงหญ้าให้อยู่กับที่ ใช้ต้นกำลังจากกระบอกสูบน้ำแมติกส์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 40 mm จำนวน 2 กระบอก อัตราการใช้ลมเท่ากับ 15.06 liters min<sup>-1</sup> (3) กลไกจับยึดแกนไม้ ใช้ต้นกำลังจากกระบอกสูบน้ำแมติกส์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 mm อัตราการใช้ลมเท่ากับ 0.66 liters min<sup>-1</sup> (4) กลไกการเลื่อนแผงทบบหญ้าเข้าสู่จักรเย็บ ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์เกียร์ขนาด 50 Watt และ (5) กลไกการเย็บ ใช้จักรเย็บกระสอบไฟฟ้ารุ่น GK26-1A สำหรับเย็บแผ่นหญ้าแฝกกับแกนไม้

คำสำคัญ: หญ้าแฝก, วัสดุคลุมหลังคา, เครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติ

#### Abstract

This research objective was to study the appropriate mechanism and powertrain of the machine for the reducing of handwork process and time in grass roofing material manufacture. The SolidWorks 2016 Software was used to design and determine the limitation of mechanisms by use the Motion Studies function of the software. The analyzed data were calculated to determine the size of actuator and power required for the driving of machine. The result found that the designed machine required a 6 bars of air supply pressure and could has 5 mainly components such as (1) Grass sheet folding mechanism driven by the 63 mm diameter of pneumatic cylinder with the 28.08 liters min<sup>-1</sup> air supply. (2) Grass sheet pressing mechanism powered by a couple of 40 mm diameter of pneumatic cylinder with the air supply 15.06 liters min<sup>-1</sup>. (3) The wood rod frame gripping mechanism driven by the 12 mm diameter of pneumatic cylinder with the air supply 0.66 liters min<sup>-1</sup>. (4) The grass sheet feeding mechanism for the sewing process used the 50 Watts electric gear motor and (5) Electric sewing machine model GK26- 1A to seam the grass sheet with the wood rod frame.

Keywords: Vetiver grass, Grass roofing, Semi-automatic machine

#### 1 บทนำ

หญ้าแฝกเป็นพืชพื้นเมืองของไทยที่สามารถเติบโตได้ง่ายในทุภูมิภาคของประเทศ คนไทยใช้ประโยชน์จากใบของหญ้าแฝกมาช้านาน เช่น การใช้ใบแห้งเป็นวัสดุคลุมดินรักษาความชื้นสำหรับการเพาะปลูก การใช้ใบแฝกเป็นวัสดุจักสานเป็นงาน

หัตถกรรม ปัจจุบันมีการนำใบหญ้าแฝกไปประยุกต์ใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง อาทิ การทำเป็นวัสดุปลูกและกระถางปลูกต้นไม้ที่ย่อยสลายเองได้ การใช้แฝกเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับอาคาร การใช้แฝกเป็นส่วนผสมของวัสดุก่อสร้างทดแทนไม้จริง และการใช้ประโยชน์รูปแบบหนึ่งที่มีความสำคัญและได้รับความ

นิยมมากคือการทำเป็นวัสดุผนังหลังคา (เรียกการกรองแผลก และ  
ได้เป็นดับหญ้าแผลกเพื่อมุงเป็นหลังคาแล้วได้ดัง Figure 1  
เนื่องจากเป็นวัสดุที่ทำได้ง่ายในท้องถิ่น หากใช้ดับหญ้าแผลกที่  
กรองได้อย่างสม่ำเสมอ มีความหนาเพียงพอ เมื่อนำมามุงหลังคา  
ด้วยวิธีการที่เหมาะสม พบว่าหลังคาที่ได้มีความคงทน สามารถ  
ป้องกันการรั่วซึมของน้ำฝนได้ดีและมีจุดเด่นที่สำคัญคือ เป็น  
ฉนวนป้องกันความร้อนได้อย่างดีเยี่ยม



Figure 1. Vetiver roofing.

ปัจจุบันปริมาณความต้องการวัสดุผนังหลังคาจากแผลกมีสูงมาก ทั้ง  
ใช้มุงหลังคาที่อยู่อาศัย ใช้ในการตกแต่งภูมิทัศน์ของโรงแรม  
ร้านอาหารและสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ อย่างไรก็ตามการผลิตดับ  
แผลกทุกชั้นต่ายังใช้มือในการปฏิบัติ เพราะมีข้อจำกัดคือ ต้องใช้  
ความชำนาญในการปฏิบัติ มีขั้นตอนที่ยุ่งยากและใช้เวลาในการ  
ผลิตนาน ทำให้ในวันยิ่งจะหาคนที่ผลิตได้น้อยลงเรื่อย ๆ ซึ่ง  
ขั้นตอนการผลิตวัสดุผนังหลังคาจากหญ้าแผลกได้แสดงใน Figure 2  
จากงานวิจัย “การศึกษาแนวทางออกแบบเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติ  
สำหรับผลิตวัสดุผนังหลังคาจากหญ้าแผลก (ฤกษ์ดา และคณะ,  
2561)” ได้แสดงขั้นตอนการผลิตวัสดุผนังหลังคาจากหญ้าแผลกด้วย  
เครื่องจักร โดยเป็นการจัดเรียงหญ้าแผลกให้ได้ขนาดตามที่  
ต้องการบนแผ่นพับหญ้าแผลกและทำการพับหญ้าทับกับแกนไม้  
จากนั้นทำการเย็บหญ้าโดยการเปลี่ยนจากการเย็บด้วยมือมาเป็น  
การเย็บด้วยเช็บบและกลไก เครื่องจักรนี้สามารถช่วยลดการ  
เมื่อยล้าในการทำงานและสามารถเพิ่มผลผลิตได้ซึ่งสามารถลด  
ระยะเวลาในการผลิตได้ 3 นาทีต่อดับ แต่กลไกการเย็บของ  
เครื่องจักรยังใช้เวลานานในการเย็บและมีปัญหาตัดหญ้าพันกัน  
ดังนั้นในการศึกษานี้เราจึงใช้จักรเย็บกระสอบรุ่น GK26-1A แทน  
กลไกการเย็บด้วยเข็มใน Figure 3



(a) Grass drying

(b) Lace a grass bunch



(c) bunches tied on wood rod (d) vetiver grass panel  
Figure 2. The process of vetiver roofing material manufacturing



(a) Sewing machine (b) Seam stitched

Figure 3. Sewing machine and its seam stitched.

Ján Vavro et al. (2017) รายงานถึง การใช้โปรแกรม  
SolidWorks ในคำสั่ง motion study ในการวิเคราะห์ทางจล  
ศาสตร์และพลวัตของกลไกแบบต่อเนื่อง ผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือ  
อย่างมีนัยสำคัญเพราะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบ  
พารามิเตอร์เกี่ยวกับจลศาสตร์ทั้งหมดของกลไกใด ๆ และ  
นอกจากนี้ยังสามารถระบุภาวะสำหรับจุดใด ๆ ของระบบได้  
ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการใช้คำสั่ง motion study  
ของโปรแกรม Solid Works ในการหาข้อจำกัดของการเคลื่อนที่  
ในด้านจลนศาสตร์และระบบส่งกำลังที่จำเป็น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อจำกัดของกลไกและระบบ  
ส่งกำลังของเครื่องผลิตหญ้าแผลก ความตั้งใจของบทความนี้คือ  
การนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้ในการสร้างเครื่องต้นแบบในการ  
วิจัยโครงการต่อไปได้

## 2 วิธีการศึกษากลไกและระบบส่งกำลัง

### 2.1 กลไกของเครื่องจักร

#### 2.1.1 เครื่องต้นแบบ และ หลักการทำงาน

เครื่องจักรต้นแบบได้ถูกออกแบบให้มีส่วนประกอบและการ  
ทำงาน (ใน Figure 4) ดังนี้ 1. การทำงานเริ่มต้นด้วยการป้อน  
หญ้าแผลกไว้บนบนถาด (หมายเลข 6 ใน Figure 4 และFigure  
5a) และจัดเรียงให้ได้ความหนาและขนาดตามต้องการ หลังจาก  
นั้นผู้ปฏิบัติจะใส่ไม้บนแผ่นหญ้าแผลกที่ตำแหน่ง (หมายเลข 7 ใน  
Figure 4 และFigure 5b) 2. กลไกจับยึดไม้ (หมายเลข 3 ใน  
Figure 4 และFigure 5c) จับยึดไม้บนแผ่นหญ้าด้วยตะปู (Figure  
5b) จากนั้นกลไกการพับ (หมายเลข 1 ใน Figure 4) จะพับและ  
หุ้มไม้โดยใช้แผ่นหญ้า (Figure 5d - 5e) 3. กลไกกดทับแผ่นหญ้า  
ให้อยู่กับที่ (หมายเลข 2 ใน Figure 4) จะเลื่อนลงเพื่อกดแผ่น  
หญ้าแผลกที่พับแล้ว (Figure 5e) หลังจากนั้นถาดจะเลื่อนและนำ  
แผ่นหญ้าแผลกเข้าสู่จักรเย็บไฟฟ้า (หมายเลข 4 ใน Figure 4) โดย  
มอเตอร์ไฟฟ้า (หมายเลข 5 ในFigure 4) 4. จักรเย็บไฟฟ้าจะเย็บ



แผ่นหญ้าแฝกให้เข้ากัน (Figure 5f) จากนั้นขั้นตอนการผลิตนี้เสร็จสิ้น 5. หลังจากนั้นกลไกทั้งหมดจะย้ายกลับไปตำแหน่งเริ่มต้นและรอการดำเนินการการผลิตถัดไป

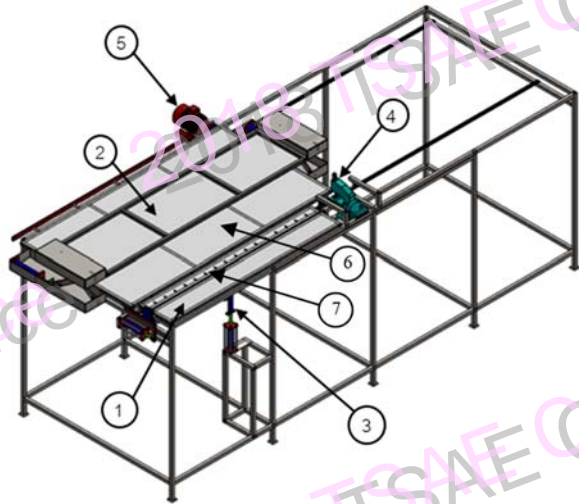


Figure 4. Component of prototype machine.

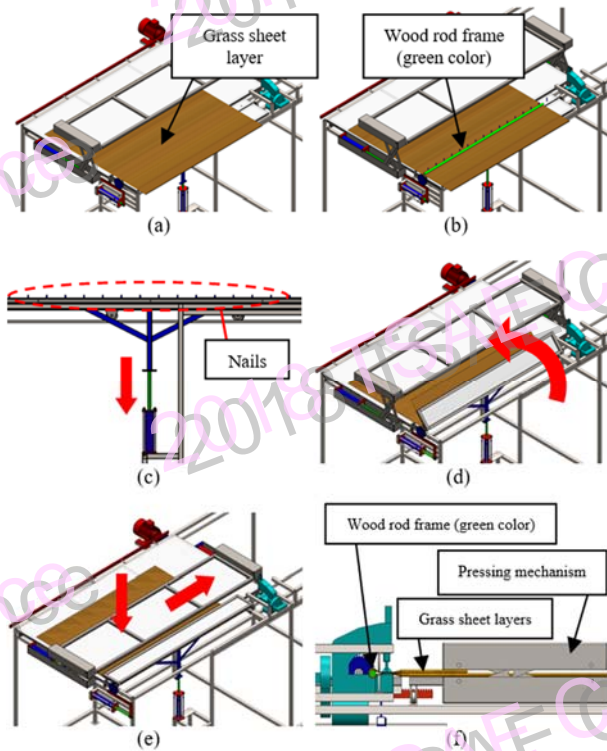
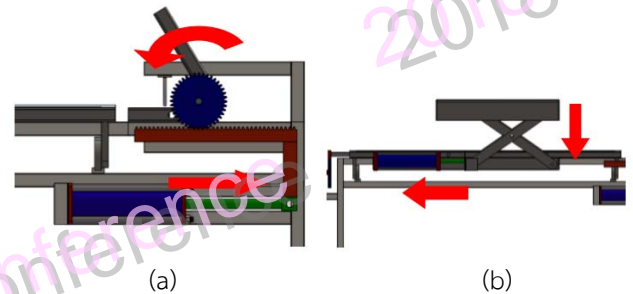


Figure 5. The operation of prototype machine.

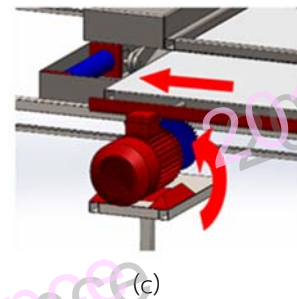
### 2.1.2 กลไกของเครื่องจักร

การเคลื่อนที่และต้นกำลังขับเคลื่อนของกลไกต่างๆ มีการทำงานดังนี้ :1. กลไกการพับแผ่นหญ้าแฝกทบบนแกนไม้ใช้ต้นกำลังจากกระบอกลูกสูบนิวแมติกส์ กลไกทำงานจากการเคลื่อนที่เชิงเส้นเปลี่ยนเป็นการเคลื่อนที่เชิงมุมโดยใช้กลไกเฟืองสะพานกับเฟืองฟันตรง (Figure 6a) 2. กลไกกดทับแผ่นหญ้าแฝกให้อยู่กับที่ จะถูกขับเคลื่อนด้วยกระบอกลูกสูบนิวแมติกส์ กลไกทำงานเปลี่ยนการเลื่อนของกระบอกลูกสูบในแนวนอนไปสู่การยกในแนวตั้ง

โดยกลไก x-lift (Figure 6b) 3. กลไกจับยึดแกนไม้ จะถูกขับเคลื่อนด้วยกระบอกลูกสูบนิวแมติกส์เพื่อยกบาร์เหล็กขึ้นเพื่อขวางไม้ไม่ให้เคลื่อนที่ (Figure 5c) 4. กลไกการเย็บ กลไกนี้ใช้จักรเย็บกระสอบรุ่น GK26-1A 5. กลไกการเลื่อนแผ่นหญ้าแฝกถูกขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ไฟฟ้า และการเคลื่อนที่เชิงเส้นของถาดจะถูกส่งผ่านด้วยกลไกเฟืองตรงและเฟืองสะพาน (Figure 6c)



(a) (b)



(c)

Figure 6. (a) Grass sheet folding mechanism (b) Grass sheet pressing mechanism and (c) Grass sheet feeding mechanism.

### 2.1.3 ลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

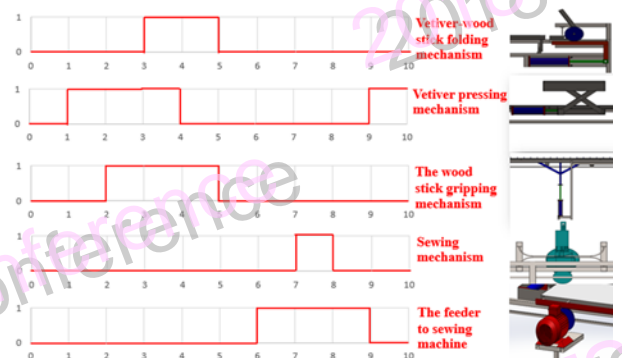


Figure 7. Sequence operation of the prototype machine

ลำดับขั้นตอนการทำงานของกลไกต่างๆ ถูกอธิบายโดยแผนผังใน Figure 7 ซึ่ง "0" และ "1" บนแกนแนวตั้งเป็นตำแหน่งที่ไม่ทำงานและตำแหน่งที่ทำงานของกลไกตามลำดับ ตำแหน่ง "1" บนแกนนอนเป็นจุดเริ่มต้นของการดำเนินงานและตำแหน่ง "10" เป็นจุดสิ้นสุด สำหรับการสั่งงานตามลำดับสัญญาณป้อนกลับในแต่ละกลไก จะถูกใช้เพื่อควบคุมการทำงานของกระบอกลูกสูบนิวแมติกส์และมอเตอร์ด้วยพีแอลซี (Programmable Logic Control, PLC)

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

## 2.2 การศึกษาระบบส่งกำลัง

### 2.2.1 แรงเฉื่อย (Inertia force)

แรงภายในและแรงบิดภายในในกลไกได้รับผลกระทบจากความเร่งของการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรที่อธิบายโดยสมการ (1) และ (2) สำหรับการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและแบบเชิงมุมตามลำดับ (Mabie H. H. and Reinholtz C. F., 1986)

$$F_o = ma \quad (1)$$

เมื่อ  $F_o$  คือ แรงเฉื่อยใน (N)  
 $m$  คือ มวลของกลไก (kg)  
 $a$  คือ ความเร่ง ( $m\ s^{-2}$ )

$$T_o = I\alpha \quad (2)$$

เมื่อ  $T_o$  คือ ทอร์กเฉื่อย ( $N\cdot m$ )  
 $I$  คือ โมเมนต์ความเฉื่อย ( $kg\cdot m^2$ )  
 $\alpha$  คือ ความเร่งเชิงมุม ( $rad\ s^{-2}$ )

### 2.2.2 กลไกขากรรไกร X lift (Scissor lift)

กลไก x lift หรือกลไกขากรรไกร มีชื่อเรียกตามลักษณะของขาที่ยกเหมือนตัว x หรือขากรรไกร เป็นกลไกใช้สำหรับออกแบบอุปกรณ์ช่วยยก เมื่อคำนวณระบบแบบสมดุลจะได้ดังสมการที่ (3) (Jean-Philippe et al., 2012)

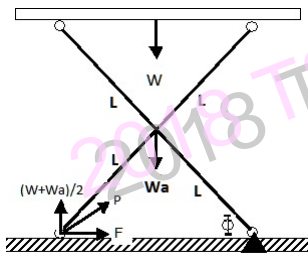


Figure 8. X-lift mechanism.

$$F = \frac{(W + W_a) / 2}{\tan \Phi} \quad (3)$$

เมื่อ  $F$  คือ แรงที่ใช้สำหรับดันขาขึ้นซ้าย (N)  
 $W$  คือ น้ำหนักบรรทุก (N)  
 $W_a$  คือ น้ำหนักขากรรไกร (N)  
 $\Phi$  คือ มุมภายในระหว่างแนวนอนและขากรรไกร (degree)

### 2.2.3 มอเตอร์ไฟฟ้า

กำลังของมอเตอร์ที่ต้องการสามารถคำนวณได้จากสมการ (4)

$$P = T\omega \quad (4)$$

เมื่อ  $P$  คือ กำลังของมอเตอร์ (W)

$T$  คือ แรงบิด ( $N\cdot m$ )

$\omega$  คือ ความเร็วเชิงมุม ( $rad\ s^{-1}$ )

### 2.2.4 ระบบจ่ายลมอัด

เมื่อจ่ายลมอัดยังระบบ แรงดัน ( $F$  ในหน่วย N) ที่ได้จากกระบอกสูบนิวแมติกส์สามารถหาได้จากความดันของระบบ ( $P$  ในหน่วย Pa) และพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ ( $A$  ในหน่วย  $m^2$ ) โดยสมการ (5) (James A. Sullivan, 1988)

$$A = \frac{F}{P} \quad (5)$$

อัตราการไหลของลมอัด ( $Q$  ในหน่วย  $liters\ min^{-1}$ ) สามารถคำนวณได้จากปริมาตรของกระบอกสูบ ( $V$  ในหน่วย  $m^3$ ) หารด้วยเวลาที่ใช้ ( $t$  ในหน่วย  $min$ ) สูตรสำหรับอัตราการไหลคือสมการ (6)

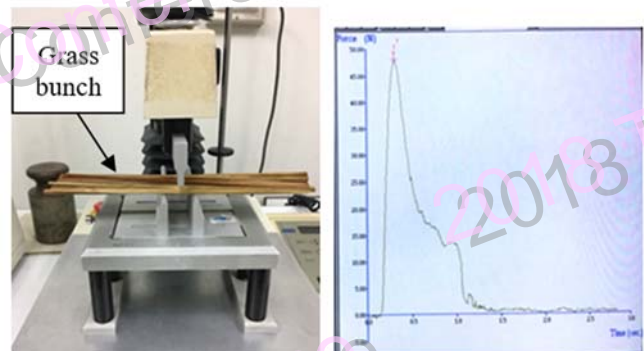
$$Q = \frac{V}{t} \quad (6)$$

และปริมาตรของกระบอกสูบสามารถหาได้จากพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบและความยาวช่วงชัก ( $L$  ในหน่วย  $m$ ) ดังสมการ (7)

$$V = AL \quad (7)$$

### 2.2.4 Motion studies ใน SolidWorks

1. ทดสอบสมบัติเชิงกลของหญ้าแฝกโดยใช้หญ้าแฝกทดสอบด้วยเครื่อง Universal Testing Machine (UTM) เพื่อหาแรงตัด (Figure 8) โดยแรงตัดนี้จะถูกใช้ในการคำนวณแรงบิดที่จำเป็นสำหรับกลไกพับแผงหญ้าแฝก



(a) Bending test on UTM (b) Bending force graph

Figure 8. Bending test of vetiver bunch

2. ไฟล์ CAD ของเครื่องต้นแบบ (ไฟล์ SLDASM) ที่ออกแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks ได้ถูกวิเคราะห์โดยฟังก์ชัน Motion studies เพื่อหาขนาดของแรงขับของแต่ละกลไก แรงภายนอกแรงโน้มถ่วง คุณสมบัติของวัสดุของส่วนประกอบทุกกลไกและข้อจำกัดของการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนถูกระบุไว้ในฟังก์ชันสำหรับการคำนวณ วิธีนี้ใช้เวลาน้อยในการประมวลผลและให้ผลการคำนวณที่เหมาะสมซึ่งเท่ากับการคำนวณด้วยมือด้วยสมการ (1) ถึงสมการ (3) สำหรับค่าของตัวแปรที่เราสนใจ 3. แรงขับของแต่ละกลไกที่คำนวณได้จากโปรแกรมจะถูกนำไปใช้ในการหาขนาดของระบบส่งกำลังในเครื่องจักรโดยสมการ (4) ถึงสมการ (7)

### 3 ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาการทำงานด้วยฟังก์ชัน Motion studies โปรแกรม SolidWorks โดยการระบุระยะและเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของแต่ละกลไก ซึ่งโปรแกรมจะวิเคราะห์หาแรงที่ต้องใช้เพื่อเอาชนะความเฉื่อยและแรงโน้มถ่วง ผลที่ได้มีดังนี้

#### 1. กลไกการพับแผงหญ้าแฝกทบบบนแกนไม้

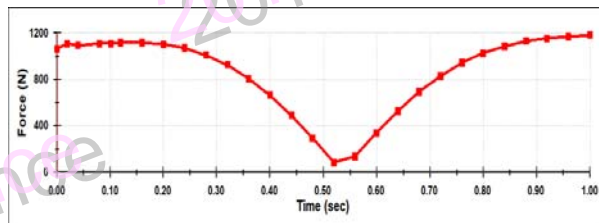


Figure 9. Relation between force change and time of grass sheet folding mechanism.

จาก Figure 9 ระยะการเคลื่อนที่ของกลไกนี้คือ 156 mm เท่ากับจังหวะช่วงชักของลูกสูบนิวแมติกส์ ในช่วงเวลาการเคลื่อนที่ 1 s แรงสูงสุดที่จำเป็นสำหรับกลไกนี้คือ 1,200 N. ซึ่งในขณะที่เวลา 0.55 s แรงที่ใช้มีค่าน้อยที่สุดเพราะในเวลานี้กลไกพับอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับเส้นของการเคลื่อนที่ของลูกสูบสำหรับความดันลมอัด 6 bar ขนาดของกระบอกสูบนิวแมติกส์ที่จำเป็นสำหรับกลไกนี้ คือ เส้นผ่าศูนย์กลาง 63 mm และต้องใช้อัตราการไหลลมเท่ากับ 28.08 liters min<sup>-1</sup>

#### 2. กลไกกดทับแผงหญ้าแฝกให้อยู่กับที่

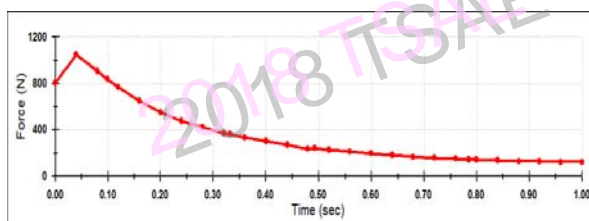


Figure 10. Relation between force change and time of grass pressing mechanism.

จาก Figure 10 พบว่าแรงสูงสุดที่ต้องใช้ในการยกกลไกนี้คือ 1,400 N และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ขนาดของกระบอก

สูบนิวแมติกส์ที่จำเป็นสำหรับกลไกนี้ คือ เส้นผ่าศูนย์กลาง 40 mm และต้องใช้อัตราการไหลลมเท่ากับ 15.06 liters min<sup>-1</sup> เมื่อความดันลมอัดเท่ากับ 6 bar

#### 3. กลไกจับยึดแกนไม้

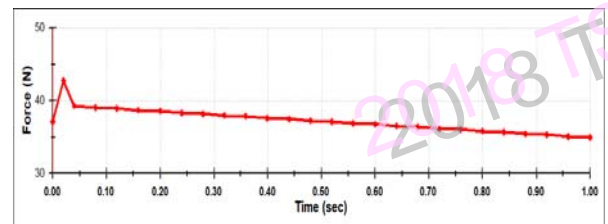


Figure 11. Relation between force change and time of the wood rod frame gripping mechanism.

จาก Figure 11 นิวแมติกการเคลื่อนที่ของลูกสูบคือ 100 mm และเวลาในการเคลื่อนที่คือ 1 s ในการเคลื่อนที่ของกลไกพบว่าแรงสูงสุดที่จำเป็นสำหรับกลไกนี้คือ 43 N ที่เวลา 0.025 s หลังจากนั้นแรงที่ใช้จะลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ขนาดของกระบอกสูบนิวแมติกส์ที่จำเป็นสำหรับกลไกนี้ คือ เส้นผ่าศูนย์กลาง 12 mm และต้องใช้อัตราการไหลลมเท่ากับ 0.66 liters min<sup>-1</sup> เมื่อความดันลมอัดเท่ากับ 6 bar

#### 4. กลไกการเลื่อนแผงหญ้าแฝก

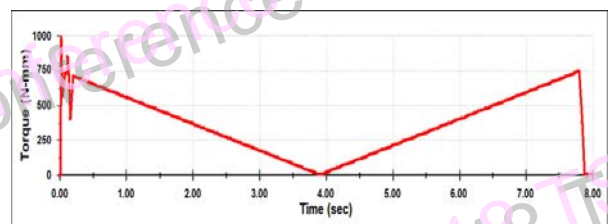


Figure 12. Torque changes by the time of feeder mechanism motion.

จาก Figure 12 ได้ทำการทดสอบตั้งค่าโดยให้เฟืองที่ขับเคลื่อนที่ใต้ระยะทาง 1,718.8 degree ต้องสอดคล้องกับความ ต้องการให้ทับหญ้าแฝกเคลื่อนที่ใต้ระยะทาง 1.8 เมตร ซึ่งเฟืองต้องเคลื่อนที่ไต่ 4.77 รอบหรือ 1,718.8 degree โดยใช้เวลา 7.82 s (ความเร็วเชิงมุม 3.83 rad s<sup>-1</sup>) พบว่าแรงบิดสูงสุดที่ต้องใช้เพื่อให้กลไกนี้ทำงานเท่ากับ 1,000 N•mm และเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นแรงที่ใช้จะมีค่าลดลง และเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่าน 4 s ไปแล้ว จากค่าที่ได้เราสามารถนำไปคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้าได้เท่ากับ 3.83 Watt ซึ่งเราเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 50 watt

### 4 สรุป

จากการใช้ SolidWorks 2016 Software ในการออกแบบและหาข้อจำกัดของกลไกและระบบส่งกำลัง โดยฟังก์ชัน Motion Studies พบว่าเครื่องจักรที่ออกแบบต้องการใช้แรงดันลมอัดขนาด 6 bar และประกอบด้วยกลไกการทำงานหลัก 5 ส่วน ดังต่อไปนี้ (1) กลไกการพับแผงหญ้าแฝกทบบบนแกนไม้ ใช้ต้น



การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

กำลังจากกระบอบอกสูบน้ำแมตติกส์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 63 mm อัตราการใช้ลมเท่ากับ  $28.08 \text{ liters min}^{-1}$  (2) กลไกกดทับแผงท่อน้ำให้อยู่กับที่ ใช้ต้นกำลังจากกระบอบอกสูบน้ำแมตติกส์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 40 mm จำนวน 2 กระบอบอก อัตราการใช้ลมเท่ากับ  $15.06 \text{ liters min}^{-1}$  (3) กลไกจับยึดแกนไม้ ใช้ต้นกำลังจากกระบอบอกสูบน้ำแมตติกส์ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 mm อัตราการใช้ลมเท่ากับ  $0.66 \text{ liters min}^{-1}$  (4) กลไกการเลื่อนแผงท่อน้ำเข้าสู่จักรเย็บ ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์เกียร์ขนาด 50 Watt และ (5) กลไกการเย็บ ใช้จักรเย็บกระสอบไฟฟ้ารุ่น GK26-1A สำหรับเย็บแผ่นท่อน้ำแฝกกับแกนไม้

## 5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการ Bio-system Engineering and Technology มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ให้การสนับสนุนการวิจัยนี้

## 6 เอกสารอ้างอิง

James A. Sullivan. 1988. Fluid Power Theory and Applications, (4<sup>th</sup>ed), ch.1, pp. 17-18. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

James A. Sullivan. 1988. Fluid Power Theory and Applications, (4<sup>th</sup>ed), ch.2, pp. 28-29. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Ján Vavro, Jr., Ján Vavro, Petra Kováčiková and Radka Bezedová. 2017 Kinematic and dynamic analysis of planar mechanisms by means of the SolidWorks software. Procedia Engineering, Research 177, 476 – 481.

Jean-Philippe, Jeffrey Trembley and Dominic Pellerin. 2012. Mechanics Machines Menu Scissor Lift Companies. Available at: [http://www.engineersedge.com/mechanics\\_machines/scissor-lift.htm](http://www.engineersedge.com/mechanics_machines/scissor-lift.htm). Accessed on 11 August 2017.

Jeff Whittaker. (2014). Equations. Available at: URL: <http://www.physicslessons.com/equations.htm>. Accessed on 11 October 2017.

Mabie H. H. and Reinholtz C. F. 1986. Mechanisms and Dynamics of Machinery. (4<sup>th</sup>ed), ch. 9, pp.401-402. United State of America: John Wiley & Sons, Inc.

Saisang K., Treamnuk K. and Treamnuk T., 2018. Conceptual design study of semi-automatic Machine for the production of Vetiver grass roofing. Presented at the 7<sup>th</sup> PHAYAO Research Conference. Phayao: University of Phayao. 25-26 January 2018, Thailand.

Vamfun's Blog. 2011. Scissors Lift Equations. Available at:<https://vamfun.wordpress.com/2011/11/12/error->

in- scissor- lift- equations- at- engineers- edge/ .  
Accessed on 8 July 2017.