การศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยเพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟป่า

Crusher Study and Design in support of the Firebreaks Building Mission by the Forest Fire Control Research Center (FFRC)

ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา[1]

Songwut Egwutvongsa[1]

Received: 9 January 2015 ; Accepted: 12 April 2015

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก โดยมีประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ ก.หัวหน้าศูนย์สาธิตการควบคุมไฟป่า จำนวน 3 ท่าน ข.นักวิชาการพัฒนายานยนต์และวิศวกรเครื่องยนต์ ด้านละ 3 ท่าน โดยการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัย คือ แบบสอบถามประเมินค่า 5 ระดับและต้นแบบเครื่องบดย่อยที่พัฒนาใหม่ ผลวิจัยพบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้มีกำลังบดย่อยสูงโดยใช้มอเตอร์กระแสสลับ 1 แรงม้า รอบปั่น 1,450 รอบ/นาที ใบมีดแบบหมุนสลับเฉือน มีน้ำหนักเบาเคลื่อนย้ายสะดวก ประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยด้านอุปกรณ์เพื่อควบคุมการบดและเคลื่อนที่ เหมาะสมระดับมาก ($\overline{X}$=4.23,S.D.=0.61)และประโยชน์ใช้สอยในการย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสม เหมาะสมระดับมาก ($\overline{X}$=4.06,S.D.=0.56)

คำสำคัญ: เชื้อเพลิงสะสม ไฟป่า บดย่อย เครื่องจักร

Abstract

The research had two objectives: 1) to design a small-sized crusher, and 2) to assess the performance of the small-sized crusher. The population and sample groups were A) three managers from the Forest Control Research Center (FFRC), and B) three participants from both Vehicle Development Academics, and Automotive Engineers, collected by random sampling. The applied research tools were a 5-level evaluation questionnaire and a newly developed crusher prototype. Results were collected from the performance of a high powered crusher, equipped with a 1 horsepower (hp) AC motor, with a spinning torque of 1,450 rpm. The crusher used rotary blades which alternated with slicing shear. The machine was light-weight and therefore easily mobile. The crusher performance results for controlled grinding and mobility were very acceptable ($\overline{X}$=4.23, S.D.=0.61), with increased benefits from the digestion of the accumulated fuel debris ($\overline{X}$=4.06, S.D.=0.56).

Keywords: Accumulated Fuel Debris, Forest Fire, Crushing Machine

บทนำ

สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงในปัจจุบันจะพบว่าพื้นที่ป่าของประเทศไทยจะมีอัตราการเกิดไฟป่าจำนวนมากถึง 3,372 ครั้ง มีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่า 31,831.59 ไร่ ในปี 2557 ซึ่งถือได้ว่าเป็นอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าจำนวนมากในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายนของทุกปีจากสาเหตุดังกล่าวก่อให้เกิดการสูญเสียพื้นที่ป่าธรรมชาติจำนวนมากขึ้นทุกปี จึงมีการเฝ้าระวังของเจ้าหน้าที่ดับไฟป่าเพื่อเตรียมการเข้าดับไฟป่า ซึ่งปัญหาการเข้าถึงพื้นที่และการนำพาอุปกรณ์ที่ใช้ในการดับไฟป่าจะต้องอาศัยกำลังแรงงานเจ้าหน้าที่ในการนำพาไปยังพื้นที่เกิดไฟป่าที่มีความสูงชันและรกของป่า ด้วยสภาพพื้นที่ป่าจะมีความแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมภาคต่างๆ เช่น พื้นที่

[1] *ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 10520*

[1] *Assistant Professor, Faculty of Industrial Education, King Mongkut' s Institute of Technology Ladgraban 10250*

ป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีพื้นที่ป่าเต็งรังเป็นส่วนมาก ร่วมกับป่าเบญจพันธุ์ประปราย ซึ่งป่าเต็งรังจะมีการทับถมของใบไม้แห้งที่หล่นในช่วงเปลี่ยนฤดูแล้งและฤดูหนาวใบไม้แห้งช่วงนี้จะทับถมจำนวนมาก เมื่อเกิดไฟป่าขึ้นจะมีความรุนแรงของเปลวไฟมากกว่าปกติเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเพลิงสะสมมาก มีความรวดเร็วในการเผาไหม้สูง และจะปลิวตามกระแสลมโดยหัวไฟจะลามติดกันง่ายกว่าปกติ[7] ซึ่งช่วงนี้จะก่อให้เกิดไฟป่าขึ้นเป็นจำนวนมากทั้งจากสาเหตุการเผาป่าเพื่อหาของป่าและสาเหตุการเผาพื้นที่เกษตรกรรมของชาวบ้านแล้วลามเข้าพื้นที่ป่า หรือจากสาเหตุไฟป่าที่เกิดจากธรรมชาติ ซึ่งช่วงนี้เจ้าหน้าที่จะทำการสร้างแนวป้องกันไฟป่าตามแนวป่าและจัดชุดลาดตระเวนเป็นหน่วยขนาดเล็กจำนวนหน่วยละ 2 นาย ในการตรวจสอบไฟป่าที่เกิดจากฝีมือมนุษย์หรือจากธรรมชาติในพื้นที่ป่า

Figure 1 Land clearing using fire

จากปัญหาดังกล่าวเจ้าหน้าที่ควบคุมป่าจังหวัดกาญจนบุรีได้มีแนวคิดในการสร้างเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่า เพื่อนำเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ที่ย่อยแล้วออกจากพื้นที่ป่าด้วยเจ้าหน้าที่หน่วยลาดตระเวนไฟขนาดเล็กได้อย่างเหมาะสมและสามารถนำเศษเชื้อเพลิงสะสมที่เป็นเศษใบไม้แห้งออกจากพื้นที่ป่าในการนำมาใช้ประโยชน์เช่น ผลิตปุ๋ยหมักธรรมชาติ ผลิตถ่านอัดก้อนสำหรับใช้ในหน่วยงานและผลิตดินเทียม[1]

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ

2. เพื่อประเมินความพึงพอใจเครื่องบดย่อยขนาดเล็กสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาแยกตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. การออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก สนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ ด้วยการนำข้อมูลผลการศึกษากระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟป่าเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ในด้านการทำแนวกันไฟ (Firebreaks or Fuel breaks) ด้วยการสร้างแนวกีดขวางไฟป่าเพื่อหยุดยั้งหรือเป็นแนวตั้งรับโดยแนวกันไฟ ตามแนวที่ก่อให้เกิดไฟป่าออกไปจนถึงชั้นดินแท้ (Mineral Soil) มาประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยในการช่วยเหลือเจ้าหน้าควบคุมไฟป่าในการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสม นำมาออกแบบเครื่องบดย่อยด้วย กระบวนการใช้งานมโนทัศน์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์[3] ด้วยขั้นตอนดังนี้

1) ประสบปัญหาและแนวทางที่ต้องการจะแก้ไขหรือตอบสนอง

2) ประมวลและสร้างมโนทัศน์ระยะแรก “เริ่มการคิดอย่างสร้างสรรค์(ระดับที่ 1)”

3) กำหนดองค์ประกอบของข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม (แผนผังของความคิด)

4) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลตามองค์ประกอบที่กำหนด

5) ประมวลและสร้างมโนทัศน์ระยะที่สอง “คิดอย่างเป็นกระบวนการ (ระดับที่ 2)”

6) เชื่อมโยง “นามธรรม” สู่ “รูปธรรม”

7) ประเมินผลการคิดเชิงมโนทัศน์

โดยกำหนดองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อยที่พัฒนาใหม่ คือ ถังสำหรับบดย่อยเศษเชื้อเพลิง, เครื่องต้นกำลังเพื่อสร้างการขับเคลื่อน, ใบมีดสำหรับการบดย่อย จากนั้นนำผลการออกแบบเครื่องบดย่อยที่พัฒนามาประเมินผลแบ่งจำนวน 3 ด้าน[5] คือ

1. การประเมินทางด้านบดย่อยและการใช้งานจริงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ โดยกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ หัวหน้าศูนย์สาธิตการควบคุมไฟป่าในพื้นที่ จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 3 ท่าน ใช้การสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ด้วยการพิจารณาคุณสมบัติผู้ที่มีความรู้ด้านไฟป่าและการสร้างแนวป้องกันไฟป่า

2. การประเมินด้านออกแบบผลิตภัณฑ์และวิศวกรรม โดยกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ นักวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์และวิศวกรรมที่มีประสบการณ์พัฒนายานยนต์อเนกประสงค์สนับสนุนภารกิจดับไฟป่าสำหรับส่วนควบคุมไฟป่า จำนวน 3 ท่าน ใช้การสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ด้วยการพิจารณาคุณสมบัติผู้ที่มีความรู้ทางด้านการควบคุมไฟป่าและมีความรู้ทางด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมร่วมกัน

3. การประเมินความพึงพอใจเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสม ในด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านความปลอดภัย ด้านความแข็งแรง ด้านความสะดวกสบาย ด้านความสวยงาม ด้านราคาและด้านการซ่อมแซมบำรุงรักษา โดย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ทรงคุณวุฒิปฏิบัติการควบคุมไฟป่า (วิชาชีพ) หัวหน้าหน่วยควบคุมไฟป่าในพื้นที่ควบคุมไฟป่า จำนวน 3 ท่าน

ทั้ง 3 ด้านการประเมินผลใช้เครื่องมือการวิจัย คือ แบบสอบถามมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) เกณฑ์ประเมินผล 5 ระดับตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยเพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสม ได้แก่

ตัวแปรต้น คือ เครื่องบดย่อยสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟป่าที่พัฒนาใหม่

ตัวแปรตาม หมายถึง ระดับความคิดเห็นความพึงพอใจและประสิทธิภาพ 5 ด้าน คือ ประโยชน์ใช้สอย, สะดวกสบาย, ซ่อมบำรุง, แข็งแรงและเอกลักษณ์เฉพาะตัวของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมที่พัฒนาใหม่

ผลการศึกษา

การควบคุมไฟป่านั้นเป็นเพียงหลักการ ที่อาศัยการพลิกแพลงกลยุทธ์ที่มีอยู่ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดภายใต้สถานการณ์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็วจากปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมและบุคคลากร[5] ในการควบคุมไฟป่า ด้วยการรวบรวมข้อมูลจากศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า จังหวัดนครราชสีมา และศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า จังหวัดกาญจนบุรี โดยเน้นการสร้างองค์ความรู้ทางด้านการดับไฟป่าร่วมกับการพัฒนาอุปกรณ์สนับสนุนการควบคุมไฟป่า

Figure 2 Fuel Management for Product

การสัมภาษณ์คณะผู้บริหาร เขตพื้นที่อนุรักษ์ที่ 7 พบว่า เศษของใบไม้และกิ่งไม้ที่หล่นจากต้นมาทับถมบนพื้นดิน มักเป็นต้นเหตุไฟป่าในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้วิธีการกวาดมากองรวมกันแล้ว “ชิงเผา” ก่อนที่ไฟป่าจะเกิดแต่การชิงเผามักจะก่อให้เกิดความเสี่ยงในการควบคุมไฟ อีกทั้งยังก่อให้เกิดมลภาวะหมอกควัน จึงเห็นว่าการพัฒนาเครื่องบดย่อยสามารถนำมาบดย่อยเศษเชื้อเพลิงที่สะสมในพื้นที่ป่า มาใช้ประโยชน์ถือเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสิ่งเหล่านี้อีกทางหนึ่ง สำหรับเจ้าหน้าที่ภายในศูนย์หรือเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า

Figure 3 Brian Storming : Forest Fire Control Division Nakhon Ratchasima

ผลการศึกษาลักษณะการใช้งานเพื่อย่อยเศษเหลือทิ้งพืชใบอ่อนและแห้งกรอบ โดย ปัญหาที่พบขณะการใช้งาน คือ ใบมีดไม่สามารถบดสับได้ละเอียดเพียงพอและมักมีเศษใบหรือกากติดอยู่ตรงร่องใบมีด อีกทั้งระบบสายพานมีการหย่อนเมื่อใช้งานเป็นเวลานาน

Figure 4 Study and Brian Storming

1. การออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ โดยสร้างข้อจำกัดการออกแบบ คือ ใช้เฟืองและสายพาน ในการขับเคลื่อนระบบใบมีดบดย่อย 2 ชุด ด้วยเฟืองดอกจอกและมอเตอร์ ในการปั่นย่อยพืชจำพวกกาบ ใบ ลำต้น มีความหนาไม่เกิน 3 ซม.[8] ใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า กระแสสลับรอบปั่นที่ 1,450 รอบ/นาที โดยใช้ใบมีดปั่นเพื่อการบดย่อย แบบหมุนสลับกันจำนวน 2 ชุดหมุนสลับในลักษณะเฉือนกัน ติดตั้งบนโครงสร้างท่อเหล็กขนาด 1 นิ้ว รองรับถังปั่น ขนาด 40 ซม. พร้อมถาดระบายเศษที่บดแล้วออก พร้อมล้อจำนวน 2 ชุด คือ ชุดล้อหน้า(ล้อตาย)และชุดล้อหลัง(ล้อเป็น) เพื่อการเคลื่อนที่ในพื้นที่แคบรัศมีวงเลี้ยวไม่เกิน 0.5 เมตร นำข้อคิดเบื้องต้นที่สรุปจากประเด็นปัญหาและแนวทางการแก้ไขเป็นประเด็นเพื่อเสนอแนวทาง Sketch Design ผ่านการระดมความคิด จำนวน 30 แบบ

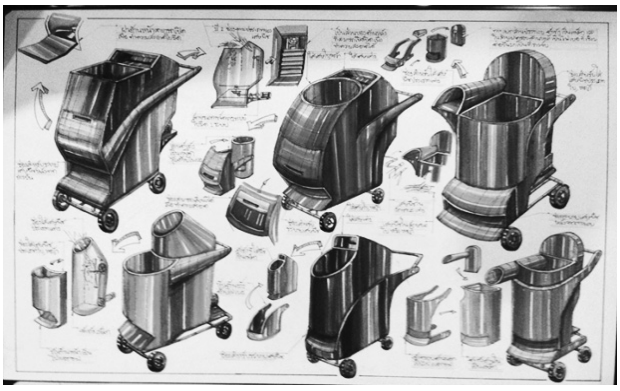

Figure 5 Design Development

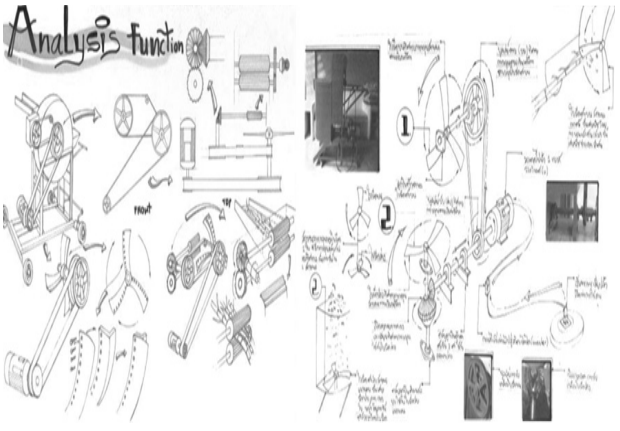

Figure 6 Analysis Design

ผลการพัฒนาระบบขับเคลื่อนด้วยการคำนวณความเร็วรอบของใบมีดต่อนาที[2] โดยแบ่งออกเป็น 2 ใบมีด ซึ่งได้จากการคำนวณความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าไปสู่พูลเล่ย์ ล่างผ่านเฟือกดอกจอกสู่ใบมีดด้านล่าง และจากพูลเล่ย์ขับไปสู่พูลเล่ย์ตามในการหมุนของใบมีด โดยใช้สูตร rpm (Revolutions per minute) ระบุหน่วยเป็น rpm, RPM, r/min หรือ min-1 อัตราเร็วรอบต่อนาทีมอเตอร์ไฟฟ้า มีความเร็วรอบ 1450 รอบต่อนาที โดยสรุปได้ว่า 1)ใบมีดบนที่ใช้ปั่นประเภทของลำต้น มีความเร็วรอบ 580 รอบต่อนาที 2) ใบมีดล่างที่ใช้ปั่นประเภทของใบ,หญ้า มีความเร็วรอบ 725 รอบต่อนาที มอเตอร์วางในรูปแบบแนวนอนและทดแรงโดยเฟืองเนื่องจากต้องการให้เครื่องบดมีขนาดเล็กจึงใช้ระบบเฟืองในการทดแรง[10] แต่มักจะก่อให้เกิดเสียงดังขณะปั่นใช้งานจริง โดยรวบรวมองค์ความรู้และแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการระดมความคิด (Brian Storming)[4] จากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ โดยนำรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อยที่ออกแบบในกระบวนการ Sketch Design จำนวน 3 แบบมาประเมินและคัดเลือกโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

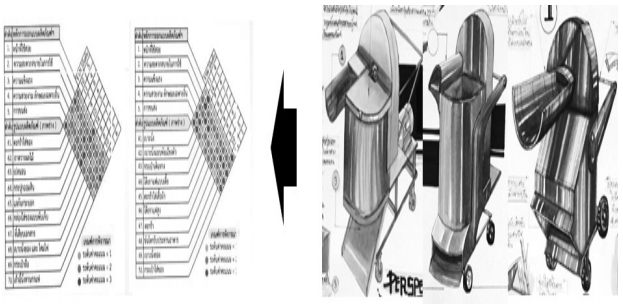

Figure 7 Implement Sketch Design

จากตารางที่ 1 ประเมินผลเชิงมโนทัศน์ โดยอาศัยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 คน พิจารณาในการคัดเลือกรูปแบบที่มีความสอดคล้องกับ 10 รายการประเมินผล ดังนี้

Table 1 Mean and Standard Deviation from Designer Professional

Section assessment	Design 1		Design 2		Design 3	
	$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D
Usability	4.17	0.75	2.83	1.17	4.00	0.63
Convenient	4.17	0.75	3.17	0.75	4.00	0.89
Transport	3.67	1.03	2.67	0.82	3.33	0.82
Function	4.00	0.63	3.00	0.63	3.83	0.41
Maintenance	4.17	0.75	2.67	0.82	3.50	1.22
Beautiful	3.00	0.63	2.33	0.52	2.83	0.75
Technology	3.00	0.63	2.17	0.75	2.67	0.52
Material	4.17	0.41	3.33	0.82	3.67	0.82
Manufacturing	3.67	0.82	3.00	0.89	3.17	0.75
Strength	4.50	0.84	3.17	1.33	3.33	1.21
รวมค่าเฉลี่ย	**3.88**	**0.40**	**2.82**	**0.62**	**3.45**	**0.58**

พบว่าเครื่องบดย่อยอันดับที่ 1 คือรูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมระดับมาก ($\bar{X}$=3.88,S.D.=0.40) และอันดับที่ 2 คือ รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมระดับมาก ($\bar{X}$=3.45, S.D.=0.58) อันดับที่ 3 คือ รูปแบบที่ 2 มีความเหมาะสมระดับปานกลาง ($\bar{X}$=2.82,S.D.=0.62) ซึ่งสรุปได้ว่า รูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมทางด้านความแข็งแรงและมีโครงสร้างที่เหมาะสมสอดคล้องกับประโยชน์ใช้สอยของเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมพร้อมทั้งยังสามารถซ่อมบำรุงได้ง่าย

2. การประเมินผลการออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ : โดยนำรูปแบบที่ 1 มาพัฒนาในแบบ 3 มิติเพื่อเขียนแบบการผลิตต้นแบบ

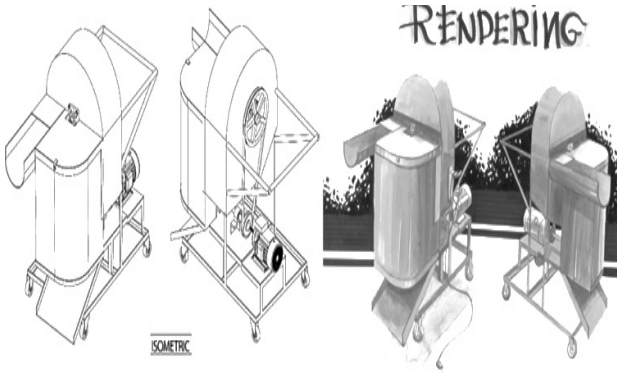

Figure 8 Isometric View

จากนั้นทำการผลิตต้นแบบเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่า และนำต้นแบบไปประเมินค่าความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ

Table 2 The opinions of the Automotive Engineers on crusher structure design (n = 3)

Evaluation Items	$\bar{X}$	S.D.	Interpretation
1. The pattern is easy for production	3.67	0.57	Very suitable
2. The pattern is easy for material selection	3.67	0.57	Very suitable
3. The structure is solid and strong	4.00	0.00	Very suitable
4. The simple structure promotes production	3.67	0.57	Very suitable
5. The machine performance is acceptable	4.00	1.00	Very suitable
6. The machined responds well during operation	3.67	0.57	Very suitable
7. Simple mechanism for crusher operation	3.67	0.57	Very suitable
8. Easy machine positioning	4.00	0.00	Very suitable
9. Practical mechanism for crusher operation	4.00	0.00	Very suitable
10. Resistance to movement and vibration	4.00	0.00	Very suitable
11. Proportional size and measurements	4.00	0.00	Very suitable
12. The crusher is very adaptable	3.67	0.57	Very suitable
13 Crusher construction material is appropriate	3.67	0.57	Very suitable
14. Machine operation is convenient and simple	4.00	0.00	Very suitable
15. Communication signage is clear	3.67	0.57	Very suitable
16. Maintenance is easy	4.00	0.00	Very suitable
Average Score	3.83	0.34	Very suitable

จากตารางพบว่าความคิดเห็นทางด้านการออกแบบมีระดับความพึงพอใจเหมาะสมมาก ($\bar{X}$= 3.83,S.D. = 0.34) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะควรเพิ่มถาดสำเร็จรูปรองรับเศษเชื้อเพลิงสะสมที่ปั่นเสร็จ

3. ผลประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยด้วยเจ้าหน้าปฏิบัติการควบคุมไฟป่า

Table 3 Performance evaluation of the crusher for fuel debris digestion in the National Forest Reserve Area

Details (n = 25)	$\bar{X}$	S.D.	Interpretation
1. Appearance and organization	3.90	0.77	Very suitable
2. Benefits and functions in controlling forest fires	4.06	0.56	Very suitable
3. Accessories (handle and mobile parts)	4.23	0.61	Very suitable
4. Strength and work endurance	4.00	0.68	Very suitable

จากตารางผลการศึกษา อันดับที่ 1)ด้านอุปกรณ์เสริม (ส่วนมือจับและการเคลื่อนที่) มีความเหมาะสมระดับมาก ($\bar{X}$=4.23, S.D.=0.61) และอันดับที่ 2) ด้านประโยชน์ใช้สอยและการควบคุมไฟป่า มีความเหมาะสมระดับมาก ($\bar{X}$=4.06, S.D.=0.56) ซึ่งสรุปได้ว่าผลการประเมินประสิทธิภาพคณะผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงมีความเหมาะสมในส่วนของอุปกรณ์ส่วนมือจับและการเคลื่อนที่ของเครื่องบดย่อยได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งยังมีประโยชน์ใช้สอยสอดคล้องกับการใช้งานปฏิบัติการควบคุมไฟป่าส่วนของการสร้างแนวป้องกันไฟป่า

4. ผลการประเมินความพึงพอใจกลุ่มนักวิชาการออกแบบและด้านวิศวกรรม

Table 4 Satisfaction from the Vehicle Development Academics in product design and engineering (n=3)

Efficiency Evaluation	$\bar{X}$	S.D.	Interpretation
Appearance Evaluation Criteria			
Suitable appearance for the job	4.20	0.57	Very suitable
Color compatible with the environmental conservation concept	4.20	0.57	Very suitable
Unique Evaluation Criteria			
Simplicity of crusher shape	4.00	0.00	Very suitable
There is a symbol which conveys the crusher product	4.60	0.57	Most suitable
Strength and Endurance Evaluation Criteria			

Structural strength and endurance	4.00	0.00	Very suitable
Work endurance during normal operating conditions	4.60	0.57	Most suitable
Simplicity in production process	4.00	0.00	Very suitable

จากตารางสรุปว่า นักวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์และวิศวกรรมเห็นว่า อันดับที่หนึ่ง คือ ลักษณะที่แสดงถึงความเป็นผลิตภัณฑ์ใช้งานการบดย่อย และความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติ มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ($\overline{X}$= 4.60,S.D. = 0.57) อันดับที่สอง คือ สวยงามเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานและสีสันเหมาะสมกับแนวคิดรักษ์สิ่งแวดล้อม มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ($\overline{X}$= 4.20,S.D. = 0.57) ซึ่งสรุปได้ว่า เครื่องบดย่อยมีโครงสร้างและมีความแข็งแรงทนทานในการใช้งานที่เหมาะสมกับการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมขนาด 2-3 เซนติเมตร อีกทั้งรูปทรงและสีสันมีลักษณะที่สามารถบ่งบอกเอกลักษณ์ขององค์กรการควบคุมไฟป่าและลักษณะการใช้งานได้อย่างเหมาะสมและสวยงาม

Table 5 The satisfaction of the Managers from the Forest Fire Control Research Center (FFRC) (n = 3)

Satisfaction Evaluation among Managers from the Forest Fire Control Division	$\overline{X}$	S.D.	Interpretation
Usability Evaluation Criteria			
The crusher has suitable functional control systems	4.40	0.57	Very much
Broken parts can be removed easily	4.20	0.57	Very much
The size of the rotating cylinder is suitable	4.40	0.57	Very much
Uniqueness Evaluation Criteria			
Simplicity in the shape	4.80	0.57	Most
The color reflects organization identity	4.80	0.57	Most
Multipurpose usage	4.60	0.57	Most
Strength and Endurance Evaluation Criteria			
Structural strength and endurance	4.00	0.00	Very much
Work endurance	4.00	0.00	Very much
User (s) safety	4.60	0.57	Most
Evaluation Criteria of Machine Operation			
The crushed pieces are small and uniform in size	4.80	0.57	Most
The conveyor belt for the crushed material is fast and safe	4.20	0.57	Very much
The motor which powers the rotating blade is suitable	4.20	0.57	Very much

สรุปว่า ผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟป่า มีความพึงพอใจ อันดับที่ 1 คือ ในด้านความเรียบง่ายรูปทรง สีสันสื่อถึงเอกลักษณ์องค์กรและชิ้นส่วนบดย่อยมีความละเอียดเหมาะสม ในระดับมากที่สุดที่ระดับ ($\overline{X}$=4.80,S.D.=0.57) อันดับที่ 2 คือ เครื่องบดย่อยมีความปลอดภัยในการใช้งานและสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ในระดับมากที่สุดที่ระดับ ($\overline{X}$=4.60,S.D.=0.57) ซึ่งสรุปได้ว่าเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมมีความสามารถในการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงที่อยู่ตามแนวกันไฟป่าได้ตามขนาด 2-3 เซนติเมตรที่กำหนดอีกทั้งยังมีความปลอดภัยในการใช้งานเนื่องจากมีส่วนป้องกันอันตรายที่เกิดจากใบมีดของเจ้าหน้าที่ขณะใช้งานอีกทั้งยังสามารถแสดงเอกลักษณ์ของหน่วยงานได้อย่างเหมาะสม

ผู้วิจัยได้แถลงข่าวเพื่อนำเสนอผลงานการวิจัยชุดเมื่อวันที่ 28 มีนาคม 2558 ณ โถงต้อนรับ ชั้น 1 ตึกอธิการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เวลา 10.00 – 13.00 น. โดยนำเสนอต่อสื่อมวลชน ได้แก่ ช่อง 3 (ไทยทีวีสีช่อง 3) , ช่อง 11 (NBT) , ช่อง ONE (ทีวีดิจิตอล) , หนังสือพิมพ์ ข่าวสด , หนังสือพิมพ์ NATION , ช่อง MONO 29

ผลการเปิดตัว 3 นวัตกรรมสนับสนุนภารกิจควบคุมไฟป่านั้นพบว่าสื่อมวลชนให้ความสนใจในด้านการพัฒนาส่วนนวัตกรรมสำหรับการควบคุมไฟป่าเนื่องจากเป็นช่วงที่เกิดเหตุการณ์ไฟป่าจำนวนมากในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ประเทศไทย จึงมีความสนใจและให้การสนับสนุนเพื่อการเผยแพร่องค์ความรู้ดังกล่าว

Figure 9 Presentation to Mass Media

อภิปรายผลการวิจัย

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีที่มีความสอดคล้องเข้ามาร่วม 2 กรอบแนวความคิด ดังนี้

ผลการวิจัยในวัตถุประสงค์ที่ 1 สอดคล้องแนวคิดยุทธศาสตร์การสร้างแนวป้องกันไฟป่า คือ การสร้างแนวกีดขวางไฟป่าตามธรรมชาติ เพื่อหยุดยั้งไฟป่าหรือเป็นแนวตั้งรับในการดับไฟป่า โดยจะเน้นการกำจัดเชื้อเพลิงที่อาจจะลุกไหม้ได้ออกไปจนถึงชั้นดินแท้ ซึ่งการนำเศษเชื้อเพลิงสะสมมาใช้งานให้เกิดประโยชน์ต่อเขตอนุรักษ์ ซึ่งนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความสอดคล้องกับกระบวนการใช้งานมโนทัศน์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ 7 ขั้นตอน[9] ตามการสร้างแนวคิดพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลการพัฒนารูปแบบเครื่องบดย่อยนั้นผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นที่รูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมมากในการนำมาพัฒนาเป็นต้นแบบ

ผลการวิจัยในวัตถุประสงค์ที่ 2 สอดคล้องแนวคิดทางด้านการออกแบบเครื่องจักรกลกับทฤษฎีระบบขับเคลื่อนและถ่ายทอดกำลัง[2] ระบบบังคับและควบคุม ระบบรองรับ ระบบไฟฟ้า ความปลอดภัยและการบริหารจัดการในอุตสาหกรรม โดยมอเตอร์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนระบบใบมีดแบบหมุนสลับด้วยเฟืองจะช่วยประหยัดพื้นที่ของเครื่องจักรแต่จะก่อให้เกิดเสียงที่ดังในขณะใช้งานจริงซึ่งจากผลการทดลองใช้งานจริงนั้นจะเกิดเสียงดังจากชุดเฟืองขับเคลื่อนสอดคล้องตามหลักการที่กำหนดข้อจำกัดของการใช้งานเฟืองประเภทนี้[11] แต่เครื่องจักรที่ได้จะมีขนาดที่เล็กลงกว่าการใช้ชุดขับเคลื่อนแบบสายพาน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สนับสนุนทุนการวิจัยเงินรายได้ ประจำปีการศึกษา 2557 และเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่ารวมถึงเจ้าหน้าที่ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช จ.กาญจนบุรี และ จ.นครราชสีมา

ขอขอบคุณสื่อมวลชน ช่อง 3 SD, ช่อง MONO 29, ช่อง NBT, ช่อง 3 ข่าว 3 มิติ, หนังสือพิมพ์ข่าวสด, หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ, หนังสือพิมพ์เดลินิวส์, ช่อง ONE, ช่อง MONO 23, สถานีวิทยุการศึกษา 92 MHz, และสถานีวิทยุ AM 1161 kHz ที่อนุเคราะห์เผยแพร่ข่าวสารการวิจัยของโครงการนี้

เอกสารอ้างอิง

1. กฤษฎา สัมพันธุ์ธารักษ์. พืชไร่. กรุงเทพฯ: โรงพิมไทยวัฒนาพานิช; 2531
2. จักร จักกะพาก. เครื่องจักรกลการเกษตร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ดวงกมล; 2545
3. ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. หลักการคิดวิเคราะห์เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มีน เซอร์วิช ซับพลาย ; 2557
4. นวลน้อย บุญวงศ์. หลักการออกแบบ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ; 2539
5. บพิตร ตั้งวงศ์กิจ. อุปกรณ์และเครื่องจักรกลการเกษตรกรรม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ; 2553.
6. วิมลสิทธิ์ หรยางกูร. พฤติกรรมมนุษย์และสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ; 2549
7. ศิริ อัคคะอัคร. การควบคุมไฟป่า. กรุงเทพฯ: กรมป่าไม้; 2543
8. สถาบันวิจัยพืชไร่. พันธุ์พืชไร่. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร; 2529
9. สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ. ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์; 2549
10. อุดร โกสัยสุก. การปลูกพืชไร่. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2554
11. อุดมศักดิ์ สาริบุตร ออกแบบอุตสาหกรรม.กรุงเทพฯ: วินด์เซิรฟ เลเบล จำกัด; 2545