

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา
เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ ศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟป่า

A Study and Design small portable Carry with support the
Firebreaks or Fuel break for Training and Development of
Forest Fire Control

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 137802
รับเดือนปี ๒๖ ส.ค. 2558

b. 12699585
i.

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)	การศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาเพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ ศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟป่า
ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ)	Studying and Designing the Small Portable Grinder for Supporting Task to Create the Firebreaks at Demonstration Center and Development of Wildfire Control
แหล่งเงิน	เงินรายได้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ประจำปีงบประมาณ	2557 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 100,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย	1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2556 ถึง 30 กันยายน 2557
ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกภูมิวงศา
หน่วยงานต้นสังกัด	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้มาประมวลใช้ในการพัฒนาเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาเพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟของศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟป่า พร้อมทั้งนำเสนอกระบวนการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่อชุมชนอีกทั้งเป็นการเพิ่มรายได้กับชุมชนอย่างยั่งยืน มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษากระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟป่า เจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า 2) เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อย 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่าต่อเครื่องบดย่อยเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ที่พัฒนาใหม่

เครื่องมือและประชากรที่ใช้ในการวิจัย 1) แบบสัมภาษณ์เชิงลึกและแบบสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม ในการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น ประชากรและกลุ่มตัวอย่างคือเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจำนวน 25 คน 2) แบบสอบถามการวิเคราะห์รูปแบบเพื่อการผลิต แบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ 3) แบบสอบถามแบบมีโครงสร้างใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ 5 ด้าน ด้วยมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ จากหน่วยควบคุมไฟป่า จำนวน 25 ท่าน 4) แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง ใช้ในการประเมินค่าระดับความพึงพอใจ จำนวน 5 ด้าน จากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิด้านออกแบบผลิตภัณฑ์, วิศวกรรมแบบ, หัวหน้าหน่วยควบคุมไฟป่า จำนวน 9 ท่าน (การสุ่มแบบเจาะจง)

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ 1) ลักษณะรูปแบบการใช้เฟืองและสายพาน กำลังเครื่องมอเตอร์ในการปั่นขนาด 1 แรงม้า ชนิดกระแสสลับจำนวนรอบป็น 1,450 รอบ/นาที ใช้ใบมีดที่มีลักษณะหมุนสลับกันแบบใบมีดสองตัวเชื่อมกันประยุกต์ใช้เกียร์ทดรอบ (Gear Box) ในการบดป่นพืชที่มีลักษณะใบอ่อนและแห้งกรอบได้ดี

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ 2) ค่าคะแนนความสำคัญรูปแบบพัฒนา 90 รูปแบบ ทำการคัดเลือกรูปแบบที่เหมาะสมนำมาพัฒนารูปแบบ Sketch Design จำนวน 3 รูปแบบ พบว่ารูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมมากที่สุดที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.17 จึงนำรูปแบบที่ 1 เข้าสู่กระบวนการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ 3) อันดับหนึ่ง คือ เกณฑ์ทางด้านความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวมีความพึงพอใจมากที่สุดที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.44 อันดับสอง คือ เกณฑ์ด้านความแข็งแรงในการใช้งาน มีความพึงพอใจมากที่สุดที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.33 อันดับสาม คือ เกณฑ์ด้านความสวยงาม มีความพึงพอใจมากที่สุดที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ 4) อันดับหนึ่ง คือ เกณฑ์ทางด้านความงามและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว มีความพึงพอใจมากที่สุด ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.73 อันดับสอง คือ เกณฑ์ทางด้านกระบวนการใช้งานในพื้นที่จริง (เขตพื้นที่อนุรักษ์) มีความพึงพอใจมากที่สุดที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.4 อันดับที่สาม คือ เกณฑ์ทางด้านรูปแบบการใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุดที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.33

คำสำคัญ : บดย่อยขนาดเล็ก ภารกิจสร้างแนวกันไฟ

ABSTRACT

This research is the study one to bring knowledge for applying in terms of developing the small portable grinder for supporting the task by creating the firebreaks at Demonstration Center and Development of Wildfire Control. Moreover, the researcher has presented the process to grind the accumulated fuel in forest area by applying the advantages of community as well as increasing incomes to the community in long term. In addition, it has objectives as these details : 1) To study the process of creating the firebreaks by the officers for controlling the wildfire 2) To design the portable small grinder 3) To make assessment of effectiveness for the small grinder 4) To make assessment of satisfaction by the officers for controlling the wildfire though using the small accumulated fuel grinder in the new developed conservative forest area.

For the tools and populations to use in this research ,they consist of this following: 1)The deep interview and observation without participation to gather the basic information with the populations and group sampling that are the officers to control the wildfire totally 25 people 2)The questionnaire to analyze pattern for creating the firebreaks with 5 Rating Scales 3)The structured questionnaire to take assessment of 5 effectiveness fields with 5 Rating Scales by the officers of wildfire control unit totally 25 people 4)The structured Questionnaire to take assessment of satisfaction level value totally 5 fields by the design experts of products , system engineers , the head of wildfire control unit totally 9 people by applying the specific random sampling.

Then, the result of research has been conformed with the objectives as this following: 1) Characteristic of patterns to use gear and belt with alternative current engine power of 1 horsepower and numbers of grind with 1,450 times per minute. Moreover, it has used the two alternative curved razor blades to apply with the Gear Box for grinding the green plants and the dried crisp ones. 2) The score value of importance for the 90 developed patterns to be selected as the fitted one in terms of developing the 3 Sketch Design Patterns. As the result, it was found that the first pattern has the most suitability with means of 4.17 and then it should bring the first one to be processed by developing the product patterns. 3) The first rank that is the standard with specific uniqueness with the most satisfaction and average means of 4.44 following by the second rank or the standard with strength that has the excellent satisfaction with average means of 4.33 and the third rank that is the beauty standard with excellent

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

satisfaction and average means of 4.2 4) The first rank that is the beauty standard and specific uniqueness with most satisfaction and average means of 4.73 following by the second rank or the standard to use the apply process in the real area that is the conservative area with most satisfaction and average means of 4.4 and the third rank that is the standard of apply process with excellent satisfaction and average means of 4.33.

Keyword : Grinder Firebreaks



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาเพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ ศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้าในครั้งนี้เป็นการศึกษาบนข้อมูลความเป็นจริงจากกระบวนการรวบรวมข้อมูลทั้งทางด้านการดำรงชีวิตเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า การปฏิบัติหน้าที่การควบคุมไฟฟ้า การใช้ งานและทำลายเศษเชื้อเพลิงที่มีจำนวนมากในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ซึ่งจากปัญหาการเพิ่มจำนวนของเชื้อเพลิง สะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ที่มีจำนวนมากขึ้นในแต่ละฤดูกาลของปีที่ผ่านมา ทำให้เมื่อเกิดไฟฟ้าในพื้นที่จะมี ความรุนแรงมากกว่าปกติเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเพลิงสะสมจำนวนมาก ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงเกิดขึ้น เพื่อการตอบสนองการนำเศษเชื้อเพลิงที่มีจำนวนมากในพื้นที่ป่าออกมาจากพื้นที่ป่าและบดย่อยให้มีขนาด เล็กเพื่อง่ายกับการขนส่งออกจากพื้นที่ป่าเพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานให้เกิดประโยชน์ต่อสถานีควบคุมไฟฟ้า หรือที่ตั้งของหน่วยควบคุมไฟฟ้า ทั้งทางด้านการแปรสภาพ การย่อยให้มีขนาดเล็กเพื่อให้สามารถย่อย สลายได้ง่ายและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

จากผลการศึกษาและพัฒนาสามารถนำเครื่องบดย่อยนี้มาประยุกต์ใช้งานกับหน่วยควบคุมไฟ ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสมและมีการนำมาแปรสภาพในส่วน of เศษเชื้อเพลิงสะสม เช่น ใบพืชแห้งที่มีจำนวน มากในพื้นที่ป่า เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจจะก่อให้เกิดไฟฟ้าที่รุนแรง ซึ่งการศึกษาและพัฒนาเครื่องบดย่อย ในครั้งนี้ได้การเรียนรู้กระบวนการพัฒนานั้นถือได้ว่ามีความสำคัญต่อนักออกแบบผลิตภัณฑ์เนื่องจากเป็น กระบวนการที่ใช้ในการสร้างสรรค์ให้เกิดผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆในการตอบสนองต่อเจ้าหน้าที่ควบคุม ไฟฟ้าในการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสม เพื่ออาศัยผลลัพธ์จากการพัฒนาเครื่องบดย่อยใหม่ในด้านผลการ แปรสภาพเศษเชื้อเพลิงสะสมต่างๆมาใช้ในการดำรงอยู่ของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า เช่น การดำรงอยู่ด้าน เศรษฐกิจ การดำรงอยู่ด้านแรงงาน การดำรงอยู่ของสังคมแวดล้อม การดำรงอยู่ของผู้ผลิต การดำรงอยู่ ของทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต เป็นต้นโดยใช้แกนกลางของความคิดที่ว่า “เป็นการสร้างในการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงไปสู่สิ่งที่ดีขึ้น”

งานวิจัยฉบับสำเร็จได้จากทุนวิจัยสนับสนุนจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่อนุเคราะห์ทุนสนับสนุนเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์แก่สังคมและ ชุมชนในพื้นที่ทดลองเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ หน่วยควบคุมไฟฟ้า จังหวัดกาญจนบุรีที่อนุเคราะห์ข้อมูลที่มีประโยชน์ในการศึกษาและพัฒนาในครั้งนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
ผู้ดำเนินการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	IV
สารบัญ.....	V
สารบัญภาพ.....	VII
สารบัญตาราง.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	4
1.3 กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะการวิจัย.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1 ประเภทป่าไม้ในประเทศไทย.....	11
2.2 สาเหตุที่สำคัญของวิกฤตการณ์ป่าไม้ในประเทศไทย.....	13
2.3 ศึกษาข้อมูลลักษณะของปุ๋ยชีวภาพ.....	29
2.4 ศึกษาข้อมูลลักษณะการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องยนต์.....	31
2.5 ศึกษาข้อมูลชนิดและลักษณะของการใช้งานเฟืองและสายพาน.....	34
2.6 ศึกษาข้อมูลวัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่ใช้ในการออกแบบ.....	40
2.7 ศึกษาข้อมูลลักษณะการออกแบบผลิตภัณฑ์.....	46
2.8 ศึกษาข้อมูลด้านจิตวิทยาสีเพื่อการออกแบบ.....	49
2.9 ศึกษาข้อมูลพฤติกรรมมนุษย์กับการออกแบบ.....	52
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	54
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	55
3.1 วิธีดำเนินการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 1”.....	56
3.2 วิธีดำเนินการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 2”.....	59
3.3 วิธีดำเนินการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 3”.....	61
3.4 วิธีดำเนินการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 4”.....	63
3.5 กระบวนการวิจัยที่พัฒนา.....	65
บทที่ 4 การวิเคราะห์.....	67
4.1 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ที่ 1”.....	67
4.2 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ที่ 2”.....	83
4.3 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ที่ 3”.....	93
4.4 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ที่ 4”.....	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	102
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	103
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	109
5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย.....	112
บรรณานุกรม.....	114
ภาคผนวก ก	115
ภาคผนวก ข	119
ประวัติผู้เขียน.....	130



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ขั้วแม่เหล็ก POLE.....	31
2.2 ขดลวดพันอยู่รอบขั้วแม่เหล็ก.....	31
2.3 ลักษณะของขั้วแม่เหล็ก.....	32
2.4 ตัวหมุน.....	32
2.5 แปลงถ่าน.....	33
2.6 ของแปลงถ่าน.....	33
2.7 แสดงกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ.....	34
2.8 ไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟส.....	34
2.9 เฟืองตรง.....	34
2.10 เฟืองสะพาน.....	35
2.11 เฟืองวงแหวน.....	35
2.12 เฟืองเฉียง.....	35
2.13 เฟืองเฉียงก้างปลา.....	36
2.14 เฟืองดอกจอก.....	36
2.15 เฟืองหนอน.....	36
2.16 เฟืองเกลียวสกรู.....	37
2.17 การใช้งานของเฟืองตรง.....	37
2.18 การใช้งานเฟืองสะพาน.....	37
2.19 การใช้งานเฟืองวงแหวน.....	38
2.20 การใช้งานเฟืองเฉียง.....	38
2.21 การใช้งานเฟืองก้างปลา.....	38
2.22 การใช้งานเฟืองดอกจอก.....	39
2.23 การใช้งานเฟืองวงแหวน.....	39
2.24 การใช้งานเฟืองสกรูเกลียว.....	39
2.25 การแสดงภาพส่วนต่างๆของร่างกายขนาดสัดส่วนมนุษย์.....	52
2.26 การแสดงลักษณะส่วนต่างๆของอวัยวะมนุษย์.....	53
4.1 เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้ากำลังปฏิบัติการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า.....	69
4.2 คราดไฟฟ้าเครื่องมือควบคุมไฟฟ้า.....	70
4.3 กระเป๋าล้างฉีดยาน้ำแบบเป่าสะพายหลัง.....	71
4.4 คณะผู้ทรงคุณวุฒิที่อนุเคราะห์ข้อมูลร่วมแสดงความคิดเห็น.....	72
4.5 คณะผู้ทรงคุณวุฒิที่อนุเคราะห์ข้อมูลร่วมแสดงความคิดเห็น.....	72
4.6 คณะผู้ทรงคุณวุฒิที่อนุเคราะห์ข้อมูลร่วมแสดงความคิดเห็น.....	73
4.7 คณะผู้ทรงคุณวุฒิที่อนุเคราะห์ข้อมูลร่วมแสดงความคิดเห็น.....	73
4.8 คณะผู้ทรงคุณวุฒิที่อนุเคราะห์ข้อมูลร่วมแสดงความคิดเห็น.....	74
4.9 คณะผู้เชี่ยวชาญที่อนุเคราะห์ข้อมูลและร่วมแสดงความคิดเห็น.....	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารส่วนราชการสงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.10 การแสดงภาพส่วนต่างๆของร่างกายและขนาดสัดส่วนของมนุษย์.....	76
4.11 การแสดงส่วนต่างๆของร่างกาย.....	77
4.12 กระบวนการวิพากษ์เพื่อสร้างแนวความคิดทางการออกแบบ.....	83
4.13 กระบวนการวิพากษ์เพื่อสร้างแนวความคิดทางการออกแบบ.....	83
4.14 กระบวนการพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 1.....	84
4.15 กระบวนการพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 2.....	84
4.16 กระบวนการพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 3.....	84
4.17 กระบวนการพัฒนา SKETCH DESIGN เครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่อนุรักษ์. 87	
4.18 การพัฒนาแบบเพื่อการผลิตต้นแบบเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์..	90
4.19 ลักษณะของเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์.....	99
4.20 กระบวนการขึ้นรูปแผ่นกระดาษจากเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์.....	100



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สถิติการเกิดไฟฟ้าพื้นที่ประเทศไทย ภาคกลาง.....	15
2.2 สถิติการเกิดไฟฟ้าพื้นที่ประเทศไทย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	16
2.3 สถิติการเกิดไฟฟ้าพื้นที่ประเทศไทย ภาคใต้.....	17
2.4 สถิติการเกิดไฟฟ้าพื้นที่ประเทศไทย ภาคเหนือ.....	18
2.5 แสดงงานและโครงการที่เป็นหน้าที่หลักของกระบวนการควบคุมไฟฟ้า.....	25
2.6 การวิเคราะห์ SWOT เครื่องมือที่ดับไฟ.....	26
2.7 การวิเคราะห์ SWOT เครื่องมือฉีดน้ำดับไฟฟ้า.....	27
2.8 การวิเคราะห์ SWOT เครื่องมือที่ครอบไฟฟ้า.....	28
2.9 การวิเคราะห์ SWOT เครื่องมือปลิวไฟฟ้า.....	29
2.10 มิติขนาดสัดส่วนของท่อเหล็กทรงกลม.....	44
2.11 แสดงน้ำหนักของโลหะแผ่นชนิดต่างๆ.....	45
2.12 การแสดงส่วนต่างๆของร่างกาย.....	52
2.13 ตัวเลขขนาดนิ้วมือและมิติสัดส่วนมือมนุษย์.....	52
2.14 ตัวเลขขนาดนิ้วมือในมิติต่างๆ.....	53
3.1 ขั้นตอนการศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยเศษเหลือทิ้งในพื้นที่ป่าอนุรักษ์.....	65
4.1 การแสดงส่วนต่างๆของร่างกาย.....	76
4.2 การเปรียบเทียบขนาดสัดส่วนเศษพืชต้นอ่อนและต้นแห้ง.....	80
4.3 การเปรียบเทียบขนาดสัดส่วนเศษพืชต้นอ่อนและต้นแห้ง.....	80
4.4 แสดงการวิเคราะห์หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขั้นตอนพัฒนารูปแบบ.....	85
4.5 แสดงการวิเคราะห์หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขั้นตอนพัฒนารูปแบบ.....	86
4.6 ค่าคะแนนการวิเคราะห์ความสำคัญตามตารางเมตริกสัมพัทธ์เชิงทฤษฎี.....	86
4.7 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ.....	91
4.8 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ.....	92
4.9 ผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดสำหรับเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์.....	93
4.10 แสดงความพึงพอใจของนักวิชาการทางดานการออกแบบ.....	95
4.11 แสดงค่าเฉลี่ยรวมรายการเกณฑ์ประเมินความพึงพอใจของนักวิชาการ.....	96
4.12 แสดงความพึงพอใจกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหาร.....	97
4.13 แสดงค่าเฉลี่ยรวมรายการเกณฑ์ประเมินเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า.....	98
4.14 การประเมินค่าความพึงพอใจของกระต่ายที่ประยุกต์จากเศษเชื้อเพลิงสะสม.....	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันนี้ปัญหาไฟป่ามีแนวโน้มแต่มีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ซึ่งถือได้ว่าเป็นปัญหาที่มีความต่อเนื่องจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จากปัญหาโลกร้อนนั้นทำให้อุณหภูมิของประเทศไทยนั้นสูงขึ้นซึ่งมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 34 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ 75- 85% ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับดัชนีการเกิดไฟป่า (Fire Weather Index ; FWI) อยู่ในระดับที่สูงมาก ในพื้นที่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง โดยเป็นพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดไฟป่ามากและไฟจะลุกลามออกไปได้มากกว่าไฟใน “Class Moderate” โดยเปลวไฟจะมีความรุนแรงปานกลางถึงสูง ทำให้การควบคุมไฟป่าทำได้ยาก การดับไฟป่าทางอ้อมโดยการทำแนวกันไฟอาจจะไม่พอเพียงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือหนัก เช่น เครื่องสูบน้ำดับเพลิง , รถแทรกเตอร์ , เฮลิคอปเตอร์ เพื่อช่วยในการดับไฟที่บริเวณหัวไฟป่า ซึ่งทำให้เป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า และมีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งจากการประเมินจำนวนการเกิดไฟป่าในปี 2554 พบว่ามีไฟป่าเกิดขึ้นจำนวน 2,390 ครั้ง และมีการสูญเสียพื้นที่ป่าจำนวน 24,835.1 ไร่ ซึ่งเกิดขึ้นมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ มหาสารคาม ขอนแก่น และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ นครนายก ปราจีนบุรี ชลบุรี ระยอง จากที่กล่าวมาทำให้ประเทศต้องสูญเสียทรัพยากรป่าไม้ที่มีความสมบูรณ์ในป่าเป็นจำนวนมาก ในการดับไฟป่าในแต่ละครั้งทำให้มีความสูญเสียทั้งทางด้านทรัพยากรสิ่งแวดล้อมและงบประมาณที่จะต้องใช้ในการดับไฟป่าแต่ละครั้ง

ซึ่งจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจะพบว่าในพื้นที่ป่าของประเทศไทยจะมีอัตราการเกิดไฟป่าที่ 3,372 ครั้ง มีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าที่ 31,831.59 ไร่ ในปี 2555 ซึ่งถือได้ว่าเป็นอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าจำนวนมากในแต่ละปีที่เกิดไฟป่า โดยสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการสูญเสียพื้นที่ป่ามากเนื่องจากสภาพปัญหาการเผ่าไร่ร้างซึ่งเจ้าหน้าที่ดับไฟป่านั้นทราบเหตุและเข้าระงับดับไฟป่าได้ไม่ทันเวลาเนื่องจากการเข้าถึงพื้นที่และการนำพาอุปกรณ์ที่ใช้ในการดับไฟป่าจะต้องอาศัยกำลังแรงงานเจ้าหน้าที่ในการนำพาไปยังพื้นที่เกิดไฟป่าที่มีความสูงชันและรกของป่า

สำหรับสถานที่ที่ให้ข้อมูลและทำการฝึกอบรมภารกิจเกี่ยวข้องกับการควบคุมไฟป่าให้กับกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในพื้นที่ควบคุมและกลุ่มบุคคลนักเรียนนักศึกษาทั่วไปที่ต้องการส่งเสริมองค์ความรู้ในการดับไฟป่า จะมีศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดนครราชสีมา สำนักป้องกัน ปราบปรามและควบคุมไฟป่า เป็นศูนย์กลางการให้ความรู้และฝึกอบรมในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่าภาคกลาง จังหวัดกาญจนบุรี สำนักป้องกัน ปราบปรามและควบคุมไฟป่า เป็นศูนย์กลางการให้ความรู้และฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในเขตพื้นที่ภาคกลาง โดยทั้ง 2 แห่งที่กล่าวมานั้นถือว่าเป็นสถานที่ที่มีความสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ทางการดับไฟป่าร่วมกับการควบคุมไฟป่า ในพื้นที่รับผิดชอบ ซึ่งมีการฝึกหลักในการส่งเสริมองค์ความรู้ในการควบคุมไฟป่าร่วมกับการป้องกันไฟป่าในพื้นที่รับผิดชอบด้วยการสร้างแนวกันไฟป่าตลอดระยะทางพื้นที่ควบคุม

จากพื้นที่ป่าของแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมโดยรวมของภาคต่างๆ เช่น พื้นที่ป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีพื้นที่ป่าเป็นป่าเต็งรังเป็นส่วนมากร่วมกับป่าเบญจพรรณสุพรรณไพร ซึ่งป่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เต็งรังจะมีต้นไม้ประเภท ต้นเต็ง มีไม้ที่มีการสะสมของเชื้อเพลิงจำนวนมากจากการทับถมของใบไม้แห้งที่หล่นในช่วงเปลี่ยนฤดูแล้งและฤดูหนาว ใบไม้แห้งช่วงนี้จะประกอบด้วยใบสัก ใบเต็งรัง ที่แห้งหล่นอยู่บนป่าทับถมซึ่งไฟป่าที่เกิดขึ้นจะมีความรุนแรงของเปลวไฟมากกว่าปกติเนื่องจากมีปริมาณของเชื้อเพลิงสะสมที่มีความรวดเร็วในการเผาไหม้สูง และจะปลิวตามกระแสลมโดยหัวไฟจะปลิวตามกระแสลมที่เร็วและลามติดกันง่ายกว่าปกติ ซึ่งช่วงนี้จะก่อให้เกิดไฟป่าขึ้นเป็นจำนวนมากทั้งจากสาเหตุการเผาป่าเพื่อหาของป่าของชาวบ้านสาเหตุการเผาพื้นที่เกษตรกรรมของเกษตรกรแล้วลามเข้าพื้นที่ป่าหรือสาเหตุการเกิดจากธรรมชาติซึ่งช่วงนี้เจ้าหน้าที่จะทำการสร้างแนวป้องกันไฟป่าตามแนวป่าอนุรักษ์และจัดชุดหน่วยลาดตระเวนไฟ โดยจะจัดแบ่งเป็นหน่วยเล็ก หน่วยละ 2 นาย เพื่อลาดตระเวนไฟป่าโดยใช้ยานพาหนะเป็นมอเตอร์ไซค์ขนาดเล็กเคลื่อนที่เข้าพื้นที่ที่มีภาวะเสี่ยงต่อไฟป่า ซึ่งการเข้าพื้นที่ป่าเพื่อลาดตระเวนไฟป่าจะประกอบด้วยอุปกรณ์สำหรับติดตัวเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าไปในทุกหน่วยลาดตระเวนเล็ก

อีกสถานที่ที่มีความสำคัญในการให้องค์ความรู้เกี่ยวกับการดับไฟป่าและสร้างสรรค์อุปกรณ์ดับไฟป่าควบคุมไฟป่า ครอบคลุมพื้นที่ภาคกลางคือ ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่าภาคกลาง จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งเป็นสถานที่บริการข้อมูลและฝึกอบรมการควบคุมไฟป่า และเป็นสถานที่พัฒนาอุปกรณ์สำหรับการดับไฟป่าโดยอาศัยเทคโนโลยีที่มีภายในพื้นที่มาทดลองประยุกต์ใช้งาน ซึ่งศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่าภาคกลาง จะมีพื้นที่ตั้งใกล้เคียงกับส่วนควบคุมไฟป่าและหน่วยเสือไฟ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยพื้นที่ภาคกลางเช่นในจังหวัดกาญจนบุรี จะมีพื้นที่ป่าเป็นป่าเบญจพันธุ์ และมีพื้นที่เป็นป่าไผ่จำนวนมากซึ่งป่าไผ่จะมีการสะสมของเชื้อเพลิงสูงมากเนื่องจากมีการผลัดใบช่วงเปลี่ยนฤดูจำนวนมากโดยจะมีการทับถมเป็นชั้นหนา เมื่อถึงฤดูแล้งจะก่อให้เกิดไฟป่าที่ทวีความรุนแรงของเปลวไฟสูงเนื่องจากตัวเชื้อเพลิงนี้มีความไวในการติดไปสูงและเผาไหม้ที่รวดเร็วกว่าเชื้อเพลิงลักษณะอื่นๆ โดยเจ้าหน้าที่จะต้องอาศัยการทำแนวกันไฟเป็นระยะตามแนวสันเขาเพื่อสร้างแนวป้องกันไฟป่า ซึ่งถือว่าเป็นภารกิจหลักสำหรับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า

จากการลงพื้นที่เพื่อการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น นั้นพบว่ากลุ่มควบคุมไฟป่า จังหวัดกาญจนบุรี ประกอบด้วยหน่วยงานจำนวน 4 หน่วยงาน คือ ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า ภาคกลาง จังหวัดกาญจนบุรี , สถานีควบคุมไฟป่า กาญจนบุรี , หน่วยส่งเสริมการควบคุมไฟป่า โดยเป็นศูนย์ที่เน้นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นในการดับไฟป่ารูปแบบต่างๆ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการดับไฟป่า ร่วมกับกระบวนการในการดับไฟป่าและสร้างแนวกันไฟด้วยอุปกรณ์เสริม เช่น กระเป่าบรรทุกถังน้ำเพื่อดับไฟป่า , คราดจอบสร้างแนวกันไฟ , ไม้ดับไฟ , เครื่องพ่นลมแรงดันสูง เป็นต้น ซึ่งทั้ง 2 ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า นั้นเป็นศูนย์ที่ถือว่ามีความสำคัญในการสร้างองค์ความรู้เพื่อการถ่ายทอดเทคนิคในการควบคุมไฟป่าตามพื้นที่รับผิดชอบซึ่งจะมีความแตกต่างกันไปตามพื้นที่ป่าแต่ละภูมิภาค และยังเป็นศูนย์ที่มีการประยุกต์พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการดับไฟป่ารวมถึงการควบคุมไฟป่าในรูปแบบต่างๆ โดยสามารถสรุปเป็นข้อมูลเพื่อใช้ประมวลผลในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับรองรับรูปแบบการปฏิบัติการดับไฟป่า ในพื้นที่ป่าจริง

การสร้างแนวป้องกันไฟป่าถือได้ว่าเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งในการป้องกันการเกิดไฟป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพก่อนที่จะเกิดไฟป่าขึ้นทำให้ต้องใช้งบประมาณที่รวมถึงทรัพยากรจำนวนมากในการเข้าดับไฟป่าในแต่ละครั้ง ซึ่งการสร้างแนวป้องกันไฟป่าถือได้ว่าเป็นทางที่ดีที่สุดคือป้องกันปัญหาก่อนที่จะเกิดขึ้น สำหรับการสร้างแนวป้องกันไฟป่านั้นมีเครื่องมือที่จะใช้ในการประกอบกระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟป่า จำนวน 2 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ เครื่องพ่นลมแรงดันสูงขนาดเล็ก , คราดมือ เป็นต้น แต่เมื่อเจ้าหน้าที่เข้าสู่พื้นที่เพื่อการสร้างแนวกันไฟจะประสบกับปัญหาเชื้อไฟที่เกิดจากการทับถมของใบไม้แห้งมีจำนวนมากขึ้นในแต่ละปี ซึ่งถ้ามีการปล่อยให้ย่อยสลายไปเองตามธรรมชาติจะต้องใช้ระยะเวลาอันจึงมีความเสี่ยงที่เชื้อเพลิงจากเศษใบไม้จะเกิดไฟป่าขึ้นมาได้

ผู้อำนวยการศูนย์ควบคุมไฟป่า จังหวัดฉะเชิงเทรา กล่าวว่า เครื่องมือที่ใช้ในการดับไฟป่าที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ เครื่องมือที่ใช้ในการป้องกันการเกิดไฟป่า เช่น คราดมือ และเครื่องพ่นลมแรงดันสูง ซึ่งในปัจจุบันมีการนำมาใช้งานโดยเป็นเครื่องมือการเกษตรพ่นยาพิษมาประยุกต์ใช้งานเท่านั้น สำหรับเครื่องมือเพื่อการสร้างแนวกันไฟแบบเฉพาะเจาะจงในปัจจุบันยังไม่มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จำพวกนี้มากนัก แต่เครื่องมือที่ควรจะมีการปรับปรุงและพัฒนาขึ้นมากที่สุด คือ เครื่องบดย่อยขนาดเล็กที่สามารถพกพาเข้าพื้นที่ป่าที่มีความทุรกันดานและสูงชันได้ โดยเน้นการนำเครื่องบดย่อยขนาดเล็กเข้าไปเพื่อบดย่อยเศษใบไม้หรือเชื้อเพลิงที่เกิดจากใบไม้แห้งจำนวนมากในพื้นที่ป่าเต็งรัง ให้มีขนาดเล็กและสามารถนำออกมานอกพื้นที่ป่าเพื่อประยุกต์ใช้ในการสร้างประโยชน์อื่นๆอย่างเหมาะสมและเป็นการส่งเสริมให้กลุ่มชาวบ้านในพื้นที่มีความสนใจที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษใบไม้หรือเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่ป่า ได้ซึ่งจะเป็นการช่วยสร้างอาชีพให้ชาวบ้านและยังช่วยลดอัตราการเกิดไฟป่าได้อีกทางหนึ่ง (สัมภาษณ์ 22 กุมภาพันธ์ 2556)

ผู้อำนวยการศูนย์ควบคุมไฟป่า จังหวัดกาญจนบุรี กล่าวว่า เครื่องพ่นลมแรงดันสูงเป็นเครื่องมือที่สามารถใช้งานได้ง่ายและประหยัดเวลาในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่แต่เมื่อปฏิบัติงานในการสร้างแนวกันไฟป่าแล้วจะเกิดกองหรือแนวของเชื้อไฟป่า เช่น ใบไม้จำนวนมาก จึงควรมีเครื่องมือมาช่วยย่อยเชื้อเพลิงที่มีจำนวนมากในแนวกันไฟป่า จะสามารถช่วยลดปัญหาไฟป่าได้มากและมีความครอบคลุมการปฏิบัติงานสร้างแนวป้องกันไฟป่าได้อย่างยั่งยืนอีกด้วย(สัมภาษณ์ 22 กุมภาพันธ์ 2556)

จากข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้บริหารพื้นที่ควบคุมไฟป่า เบื้องต้นที่กล่าวมานั้น อุปกรณ์เครื่องมือสำหรับภารกิจในการควบคุมไฟป่า ในประเทศไทย ยังต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศจึงทำให้มีราคาที่สูงและตัวอุปกรณ์เครื่องมือดับไฟป่าต่างประเทศก็ไม่สามารถตอบสนองกับการใช้งานในพื้นที่ป่าตามภูมิภาคต่างๆของประเทศได้อย่างเหมาะสม เนื่องด้วย ข้อจำกัดทางด้าน ขนาดร่างกายผู้ใช้งาน สภาพแวดล้อมของการทำงาน สภาพแวดล้อมทางด้านพื้นที่ใช้งาน สภาพภาพการดูแลรักษาซ่อมบำรุง ฯลฯ ซึ่งจะมีข้อจำกัดในด้านต่างๆ ที่กล่าวมา จึงทำให้เกิดหน่วยงานศูนย์บริหารจัดการควบคุมไฟป่า จังหวัดกาญจนบุรี ในการให้ความรู้และพัฒนาอุปกรณ์สำหรับดับไฟป่าเพื่อการนำมาใช้งานในพื้นที่ประเทศไทยอย่างเหมาะสม ในส่วนการอนุรักษ์พื้นที่ป่าธรรมชาติ สิ่งที่ดีได้วามีความสำคัญ คือ การสร้างความร่วมมือกันระหว่างเจ้าหน้าที่และประชาชนทั่วไปในการให้ความรู้เกี่ยวกับการควบคุมไฟป่า ในรูปแบบต่างๆเปรียบเสมือนการบูรณาการร่วมกันระหว่างเจ้าหน้าที่รัฐและประชาชนในพื้นที่ เนื่องจากในแต่ละปีประเทศไทยนั้นต้องสูญเสียพื้นที่ป่าไปกับปัญหาไฟป่าจำนวน 31,831 ไร่ ซึ่งถือได้ว่าเป็นการสูญเสียทรัพยากรป่าไม้ไปจำนวนมากในแต่ละปี ซึ่งทางหนึ่งที่จะสามารถช่วยสนับสนุนภารกิจดับไฟป่าได้อย่างเหมาะสม คือ การร่วมทำความเข้าใจปัญหาและป้องกันการเกิดไฟป่าจากประชาชนทุกๆไปอย่างเหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.1 เพื่อศึกษากระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า เจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช
- 1.2 เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช
- 1.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ
- 1.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้าต่อเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟที่พัฒนาใหม่

1.3 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

สำหรับกรอบแนวความคิดที่ใช้ในกระบวนการวิจัยเพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช สามารถแบ่งตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1.3.1 เพื่อศึกษากระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า เจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช

กรอบแนวคิดทฤษฎี “ป่าเปียก” โดยเป็นแนวพระราชดำริถึงกระบวนการแก้ไขปัญหาการเกิดไฟป่าอย่างยั่งยืนโดยอาศัยการสร้างแนวกันไฟป่าด้วยธรรมชาติที่จะสามารถเพิ่มศักยภาพการป้องกันไฟป่าได้อย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีหลักการที่พระองค์พระราชดำริ “ป่าเปียก” เกิดขึ้นเพื่อเป็นแนวในการป้องกันไฟป่าทรงคิดค้นขึ้นโดยนำหลักการ โดยใช้หลากหลายวิธีการประกอบกัน ซึ่งพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้ทรงพระราชทานวิธีการก่อสร้าง “ป่าเปียก” ไว้ประกอบด้วย

1. ทำระบบป้องกันไฟไหม้ป่า โดยใช้แนวคลองส่งน้ำและแนวพืชชนิดต่างๆ ปลูกตามแนว
2. สร้างระบบการควบคุมไฟป่าด้วยแนวป้องกันไฟโดยการสร้าง “ป่าเปียก” โดยอาศัยน้ำชลประทานและน้ำฝน
3. โดยการปลูกต้นไม้โตเร็วคลุมแนวร่องน้ำเพื่อให้ความชุ่มชื้นค่อยๆ ทวีขึ้นและแผ่ขยายออกไปทั้งสองร่องน้ำ ทำให้ต้นไม้กองามมีส่วนช่วยป้องกันไฟป่า เพราะไฟป่าจะเกิดขึ้นง่ายหากป่าขาดความชุ่มชื้น
4. โดยการสร้างฝายชะลอความชุ่มชื้น หรือที่เรียกว่า Check Dam ขึ้น เพื่อปิดกั้นร่องน้ำหรือลำธารขนาดเล็กเป็นระยะๆ เพื่อใช้เก็บกักน้ำและตะกอนดินไว้บางส่วน โดยน้ำที่เก็บไว้จะซึมเข้าไปสะสมในดินทำให้ความชุ่มชื้นแผ่ขยายเข้าไปทั้งสองด้านกลายเป็น “ป่าเปียก”
5. โดยการสูบน้ำเข้าไปในระดับที่สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ แล้วปล่อยน้ำลงมาทีละน้อยให้ค่อยๆ ไหลซึมดินเพื่อช่วยเสริมการปลูกป่าบนพื้นที่สูงในรูป “ภูเขาป่า” ให้กลายเป็น “ป่าเปียก” ซึ่งสามารถป้องกันไฟป่าได้
6. ปลูกต้นกล้วยในพื้นที่ที่กำหนดให้เป็นช่องว่างของป่า ประมาณ 2 เมตร หากเกิดไฟไหม้ป่าก็จะปะทะต้นกล้วยซึ่งอุ้มน้ำไว้ได้มากกว่าพืชอื่น ทำให้ลดการสูญเสียน้ำลงไปได้มาก

แนวพระราชดำริป่าเปียก จึงนับเป็นทฤษฎีการอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำ โดยใช้ความชุ่มชื้นเป็นหลัก สำคัญที่จะช่วยให้ป่าเขียวสดอยู่ตลอดเวลา ไฟป่าจึงเกิดได้ยาก การพัฒนาเพื่อการอนุรักษ์และพื้นที่ชุ่มน้ำที่ไม่สามารถทำได้ง่ายและได้ผลดียิ่งขึ้น (มูลนิธิชัยพัฒนา. 2555:2)

1. กรอบแนวคิดยุทธศาสตร์การสร้างแนวป้องกันไฟป่า (ส่วนควบคุมไฟป่า สำนักป้องกันรักษาป่าและควบคุมไฟป่า กรมป่าไม้. 2554 : 6) ซึ่งมีแนวทางคือความสำเร็จในการป้องกันไฟป่าขึ้นอยู่กับยุทธศาสตร์ 3 ประการ คือ 1) เทคนิคการจัดการเชื้อเพลิง 2) แนวกันไฟ (Firebreaks or Fuelbreaks) และ 3) การชิงเผา (Early Burning)

2. การทำแนวกันไฟ (Firebreaks or Fuelbreaks) คือ การสร้างแนวกีดขวางไฟป่า ตามธรรมชาติหรือที่มีการสร้างขึ้นในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดไฟป่า เพื่อใช้หยุดยั้งไฟป่าหรือเพื่อเป็นแนวตรวจการณ์ไฟป่า หรือเป็นแนวตั้งรับในการดับไฟป่า แนวกันไฟโดยทั่วไปคือแนวที่มีการกำจัดเชื้อเพลิงที่อาจจะก่อให้เกิดไฟป่า โดยจะเน้นการกำจัดเชื้อเพลิงที่อาจจะลุกไหม้ได้ออกไป โดยอาจจะทำการกำจัดเชื้อเพลิงออกไปจนถึงชั้นดินแท้ (Mineral Soil) ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

- เพื่อป้องกันไม่ให้ไฟป่าลุกลามเข้าไปในพื้นที่ที่จะคุ้มครอง
- เพื่อแบ่งพื้นที่คุ้มครองออกเป็นส่วนๆ สะดวกในการควบคุมไฟป่า
- เพื่อใช้เป็นเส้นทางตรวจการณ์ระวังไฟป่า
- เป็นแนวตั้งรับในการดับไฟป่า

1.3.2 เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า

ทฤษฎีและกรอบแนวคิดของการวิจัยและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพา อเนกประสงค์ เพื่อรองรับภารกิจ “สร้างแนวป้องกันไฟป่า” สำหรับส่วนควบคุมไฟป่า สามารถแยกออกเป็นตามรายด้านตามกรอบแนวทางการศึกษาและพัฒนาโดยใช้กรรมวิธีกรอบแนวคิด ดังนี้

ก. กรอบแนวคิดทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยสามารถที่จะจัดแบ่งออกได้เป็นแนวทางในการที่จะพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในด้านต่างๆ ซึ่งจะนำแนวการพัฒนาผลิตภัณฑ์จาก Luddington (อ้างในนิรัช สุตสังข์. 2543:23) มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. สรุปรูปแบบ พื้นผิวและการตกแต่ง
2. เลือกข้อเสนอแนวความคิดที่ดีที่สุด
3. การเขียนแบบเพื่อการผลิต
4. การสร้างหุ่นจำลอง
5. ประเมินการออกแบบ

ข. กรอบแนวคิดทางศิลปะ สำหรับแนวคิดทางทฤษฎีศิลปะนั้นจะมีการนำมาใช้ในส่วนของการวาดลายที่จะปรากฏบนแผ่นวัสดุทดแทนไม้จริงโดยผ่านกรรมวิธีการอัดแบบต่างๆ โดยใช้วัสดุที่จะก่อให้เกิดลวดลายต่างๆ บนพื้นผิวมาใช้งาน โดยใช้ทฤษฎีของ ดุษฎี สุนทรราชน (2531:23) ที่กล่าวว่า การออกแบบลวดลายมีกระบวนการออกแบบดังนี้

1. สัญลักษณ์หรือเอกลักษณ์ประจำถิ่น
2. การจัดวางองค์ประกอบ
3. เรื่องสีสันทัน
4. การสร้างบรรยากาศในการตกแต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพานับสนุนภารกิจสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า ในพื้นที่อนุรักษ์

กรอบแนวคิดทางด้านการออกแบบเครื่องจักรกล เกี่ยวข้องกับทฤษฎีของอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics) เครื่องยนต์สันดาปภายใน ระบบขับเคลื่อนและถ่ายเทกำลัง ระบบบังคับและควบคุมเครื่องยนต์ ระบบรองรับ ระบบเบรก ระบบไฟฟ้า ระบบด้านความปลอดภัย ระบบไอเสียและควบคุมมลพิษ กระบวนการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลในการแปรสภาพ การบริหารและการจัดการในอุตสาหกรรมเทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านเกษตรกรรม รวมถึงการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบและการผลิตซึ่งมีบทบาทสำคัญในภาคการผลิตของอุตสาหกรรมด้านเกษตรกรรมสมัยใหม่ ทั้งนี้เพื่อรองรับการพัฒนาด้านเทคโนโลยีเกษตรกรรม ในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาด้านสมรรถนะ 3 ด้าน คือ ความปลอดภัย, การประหยัดเชื้อเพลิง และการลดมลพิษ

1.3.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้าต่อเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟที่พัฒนาใหม่

กรอบแนวคิดทางด้านการบูรณาการประยุกต์การวิจัยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยจะต้องอาศัยข้อคำนึงถึงในการพิจารณาเพื่อการประยุกต์ใช้ในการออกแบบ ดังนี้ หน้าที่การใช้สอย (Function), ความปลอดภัย (Safety), ความแข็งแรง (Construction), ความสะดวกสบายการใช้งาน (Ergonomics), ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or Sales Appeal), ราคา (Cost), การซ่อมแซมง่าย (Ease of Maintenance) ซึ่งอาศัยการใช้ในการสร้างสรรค์งานออกแบบผลิตภัณฑ์ (สถาพร ตีบุญมี ณ ชุมแพ. 2550:35)

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ ศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า ครั้งนี้นั้นได้แบ่งขอบเขตของการศึกษาออกเป็น 3 ด้านคือ

1.4.1 ขอบเขตทางด้านข้อมูลและเนื้อหาสาระ คือ การศึกษาข้อมูลในประเด็นของการปฏิบัติหน้าที่ในการรองรับภารกิจ “สร้างแนวป้องกันไฟฟ้า” และ “ลดระยะเวลาการปฏิบัติงานการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า” ของส่วนควบคุมไฟฟ้า หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช โดยจะศึกษาดังนี้

ข้อมูลด้านปฐมภูมิ จะทำการเก็บข้อมูลทางด้านการปฏิบัติการกิจ “ด้านการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า” ของศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช ในส่วนของข้อมูลกระบวนการปฏิบัติหน้าที่ดับไฟป่า, ข้อมูลกระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้าและการใช้ประโยชน์จากเศษเชื้อเพลิงฟืนป่า, ข้อมูลการลาดตระเวนพื้นที่หมุดดับไฟ เพื่อป้องกันปราการเกิดไฟป่า ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงการเกิดไฟป่า ในเขตพื้นที่ ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า จังหวัดกาญจนบุรี, จังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดฉะเชิงเทรา

ข้อมูลด้านทุติยภูมิ จะทำการจัดเก็บข้อมูลจากการศึกษาและเก็บจากเอกสารอ้างอิง ในสถานที่ต่างๆเช่น หอสมุดแห่งชาติ หอจดหมายเหตุ หอสมุดต่างๆ ฯลฯ เพื่อที่จะนำมาอ้างอิงในส่วนของบทความและงานวิจัยต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการควบคุมไฟป่า และการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า กระบวนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในพื้นที่ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2 ศึกษากระบวนการผลิต เป็นขั้นตอนการพัฒนาและทดลองเพื่อสร้างและออกแบบ เครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาเพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช ที่สามารถปรับเปลี่ยนลักษณะการใช้สอยหรือปรับเปลี่ยนหน้าที่การใช้งานเพื่อรองรับภารกิจสร้างแนวกันไฟป่า ของหน่วยควบคุมไฟป่าได้อย่างเหมาะสมและมีความสามารถในการพกพาเพื่อเคลื่อนที่ด้วยเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า จำนวน 1 หมู่ / 2 นาย

1.4.3 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ในการออกแบบพัฒนาเครื่องบดย่อยขนาดเล็กเพื่อแบบพกพา เพื่อใช้ในการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงในแนวป้องกันไฟป่า และประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยขนาดเล็กเพื่อแบบพกพา เพื่อใช้ในการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงในแนวป้องกันไฟป่า ครั้งนี้ใช้ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ

1.4.3.1 เพื่อออกแบบและปรับปรุงเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช

- ตัวแปรต้น หมายถึง ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมในภาคปฐมภูมิและทฤษฎี ภูมิ จากเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า พื้นที่ จำนวน 3 แห่ง เพื่อนำผลมาออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่าที่พัฒนาใหม่

- ตัวแปรตาม หมายถึง รูปแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่าที่พัฒนาใหม่ ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูล ทางด้านการออกแบบ , ข้อมูลเชิงพื้นที่การใช้งาน , พฤติกรรมการใช้งาน

- กลุ่มประชากร หมายถึง เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า , เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติงาน ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (จังหวัดกาญจนบุรี , จังหวัดนครราชสีมา , จังหวัดฉะเชิงเทรา)

- กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า , เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติงาน ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (จังหวัดกาญจนบุรี , จังหวัดนครราชสีมา , จังหวัดฉะเชิงเทรา) จำนวน 30 คน ตามการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง (ศิริชัย กาญจนาวาสี, ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ และดิเรก ศรีสุโข (2551, หน้า 150-151)

- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ส่วนเครื่องมือการวิจัยจะมีการประยุกต์ เครื่องมือวิจัยจำนวน 2 ชิ้น ประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์เชิงลึก , แบบสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม และแบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง

1.4.3.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่าที่พัฒนาใหม่ ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูล ทางด้านการออกแบบ , ข้อมูลเชิงพื้นที่การใช้งาน , พฤติกรรมการใช้งาน เพื่อรองรับภารกิจ “การสร้างแนวป้องกันไฟป่า” เป็นขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาเอนกประสงค์ สำหรับหน่วยควบคุมไฟป่า เพื่อรองรับภารกิจ “การสร้างแนวป้องกันไฟป่า” เป็นการประเมินโดยการใช้งาน เครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาเอนกประสงค์ที่พัฒนาใหม่ จากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางการออกแบบ , กลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า , กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตัวแปรต้น หมายถึง รูปแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาอเนกประสงค์ เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้าที่พัฒนาใหม่ ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านการออกแบบ , ข้อมูลเชิงพื้นที่การใช้งาน , พฤติกรรมการใช้งาน ที่พัฒนาใหม่

- ตัวแปรตาม หมายถึง ระดับค่าความคิดเห็นประสิทธิภาพ จำนวน 5 ด้าน คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย , ความสะดวกสบายการใช้งาน , การซ่อมบำรุง , ความแข็งแรง , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ของต้นแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาอเนกประสงค์ เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้าที่พัฒนาใหม่

- กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง หมายถึง ผู้ประเมินค่าระดับความคิดเห็นประสิทธิภาพ จำนวน 5 ด้าน โดยแยกตามสาขาวิชาที่มีความถนัดตามคุณลักษณะของผู้ทรงคุณวุฒิ
ก. ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบและวิศวกรรม โดยมีคุณวุฒิระดับปริญญาโทขึ้นไปทางด้านการออกแบบและมีประสบการณ์ทางด้านการสอนและการออกแบบมาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน

ข. ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการปฏิบัติการควบคุมไฟฟ้า (วิชาชีพ) โดยเป็นหัวหน้าหน่วยควบคุมไฟฟ้าในพื้นที่ควบคุมไฟฟ้า จำนวน 3 ท่าน

- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ส่วนเครื่องมือการวิจัยจะมีการประยุกต์เครื่องมือวิจัยจำนวน 1 ชิ้น คือแบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง ใช้ในการประเมินค่าระดับประสิทธิภาพ จำนวน 5 ด้าน แสดงรายละเอียด ดังนี้

ก. แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง เป็นการใช้อุปกรณ์การวิจัยแบบสอบถามแบบมีการเตรียมโครงสร้างหัวข้อคำถามไว้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แล้ว ซึ่งใช้ในการตอบวัตถุประสงค์ทางการประเมินประสิทธิภาพ 5 ด้าน จากการใช้งานจริงจากกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า , เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติงาน ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนากิจการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (จังหวัดกาญจนบุรี , จังหวัดนครราชสีมา , จังหวัดฉะเชิงเทรา) มีการใช้ลักษณะแบบสอบถาม ดังนี้ คำถามที่ผู้ตอบเลือกได้หลายคำตอบ (Checklist Questions หรือ Multiple Responses) และคำถามเปิด (Open-ended Questions)

1.4.3.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องบดย่อยเพื่อรองรับภารกิจ “การสร้างแนวป้องกันไฟป่า” สำหรับศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนากิจการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (จังหวัดกาญจนบุรี , จังหวัดนครราชสีมา , จังหวัดฉะเชิงเทรา) ที่พัฒนาใหม่ เป็นการประเมินค่าระดับความพึงพอใจของกลุ่มเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการในขณะที่มีการใช้งานควบคุมไฟฟ้าและการสร้าง “แนวป้องกันไฟป่า” ในเขตพื้นที่อนุรักษ์ที่รับผิดชอบ เป็นการประเมินผลระดับความพึงพอใจในการใช้งาน จำนวน 5 ด้าน ประกอบด้วย ด้านประโยชน์ใช้สอย , ความสะดวกสบายการใช้งาน , การซ่อมบำรุง , ความแข็งแรง , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ใช้หลักการประเมินตามหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ (สถาพร ดิบุญมี ณ ชุมแพ. 2552:23)

- ตัวแปรต้น หมายถึง เครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาอเนกประสงค์ เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้าที่พัฒนาใหม่ ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านการออกแบบ , ข้อมูลเชิงพื้นที่การใช้งาน , พฤติกรรมการใช้งาน ที่พัฒนาใหม่

- ตัวแปรตาม หมายถึง ระดับความพึงพอใจทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จำนวน 5 ด้าน คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย , ความสะดวกสบายการใช้งาน , การซ่อมบำรุง , ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แข็งแรง , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ของต้นแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาอเนกประสงค์ เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ

- กลุ่มประชากร หมายถึง เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการหน่วยควบคุมไฟฟ้า ในการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (จังหวัดกาญจนบุรี , จังหวัดนครราชสีมา , จังหวัดฉะเชิงเทรา)

- กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง หมายถึง เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการหน่วยควบคุมไฟฟ้า ในการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (จังหวัดกาญจนบุรี , จังหวัดนครราชสีมา , จังหวัดฉะเชิงเทรา) จำนวน 30 คน โดยเป็นการทดลองใช้งานเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาอเนกประสงค์ เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้าที่พัฒนาใหม่ ที่ในการปฏิบัติหน้าที่สร้างแนวป้องกันไฟฟ้า โดยใช้การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster (Area) Random Sampling) (ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. 2538:53)

- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ส่วนเครื่องมือการวิจัยจะมีการประยุกต์เครื่องมือวิจัยจำนวน 1 ชิ้น โดยแบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง ใช้ในการประเมินค่าระดับความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาอเนกประสงค์ เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ จำนวน 5 ด้าน แสดงรายละเอียด ดังนี้

ก. แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง เป็นการใช้อุปกรณ์การวิจัยแบบสอบถามแบบมีการเตรียมโครงสร้างหัวข้อคำถามไว้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แล้ว ซึ่งใช้ในการตอบวัตถุประสงค์ทางการประเมินระดับความพึงพอใจจำนวน 5 ด้าน จากการใช้งานจริงจากกลุ่มเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการหน่วยควบคุมไฟฟ้า ในการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (จังหวัดกาญจนบุรี , จังหวัดนครราชสีมา , จังหวัดฉะเชิงเทรา) มีการใช้ลักษณะแบบสอบถาม ดังนี้ คำถามที่ผู้ตอบเลือกได้หลายคำตอบ (Checklist Questions หรือ Multiple Responses) และคำถามเปิด (Open-ended Questions)

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 เครื่องบดย่อยขนาดเล็ก หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ เช่น ใบไม้ กิ่งไม้ขนาดเล็ก เศษเปลือกไม้

1.5.2 ความพึงพอใจ หมายถึง ค่าระดับความพึงพอใจที่กลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้ามีต่อเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อนำไปใช้งานในขณะออกปฏิบัติการแต่ละครั้ง

1.5.3 ควบคุมไฟฟ้า หมายถึง การปฏิบัติการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้าและการปฏิบัติการดับไฟฟ้า

1.5.4 ป่าอนุรักษ์ หมายถึง พื้นที่ป่าที่อยู่ในความดูแลรักษาของส่วชาติและควบคุมไฟฟ้า จังหวัดกาญจนบุรี

1.5.5 หน่วยควบคุมไฟฟ้า หมายถึง เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าหน่วยขนาดเล็กประมาณ 1-2 คน เพื่อเข้าปฏิบัติการตรวจการในพื้นที่ป่าอนุรักษ์

1.5.6 ประสิทธิภาพ หมายถึง ค่าระดับความเหมาะสมในการปฏิบัติการบดหรือบดย่อยเศษเชื้อเพลิงที่ได้จากป่าอนุรักษ์ เช่น ความเร็วในการบดย่อย ความละเอียดของเศษเชื้อเพลิงที่บดย่อยได้ การนำเศษเชื้อเพลิงที่ได้ออกมาจากพื้นที่ป่าอนุรักษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ โดยได้นำเสนอไว้จำแนกดังนี้

- 2.1 ประเภทป่าไม้ในประเทศไทย
- 2.2 สาเหตุที่สำคัญของวิกฤตการณ์ป่าไม้ในประเทศไทย
- 2.3 ศึกษาข้อมูลลักษณะของปุ๋ยชีวภาพ
- 2.4 ศึกษาข้อมูลลักษณะการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องยนต์
- 2.5 ศึกษาข้อมูลชนิดและลักษณะของการใช้งานของเฟืองและสายพาน
- 2.6 ศึกษาข้อมูลวัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่ใช้ในการออกแบบ
- 2.7 ศึกษาข้อมูลหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์
- 2.8 ศึกษาข้อมูลด้านจิตวิทยาสีเพื่อการออกแบบ
- 2.9 ศึกษาข้อมูลพฤติกรรมของมนุษย์กับการออกแบบ
- 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ประเภทป่าไม้ในประเทศไทย

ในส่วนของประเภทป่าไม้จะขึ้นอยู่กับการกระจายของฝนและระยะเวลาที่ฝนตกรวมทั้งปริมาณน้ำฝนที่ทำให้ป่าแต่ละแห่งมีความชุ่มชื้นต่างกัน สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

- ก. ป่าประเภทที่ไม่ผลัดใบ (Evergreen)
- ข. ป่าประเภทที่ผลัดใบ (Deciduous)

2.1.1 ป่าประเภทที่ไม่ผลัดใบ (Evergreen)

ป่าประเภทนี้มองดูเขียวชอุ่มตลอดปี เนื่องจากต้นไม้แทบทั้งหมดที่ขึ้นอยู่เป็นประเภทที่ไม่ผลัดใบป่าชนิดสำคัญซึ่งจัดอยู่ในประเภทนี้ ได้แก่

2.1.1.1 ป่าดงดิบ (Tropical Evergreen Forest or Rain Forest) ป่าดงดิบที่มีอยู่ทั่วไปในทุกภาคของประเทศ แต่ที่มีมากที่สุด ได้แก่ ภาคใต้และภาคตะวันออก ในบริเวณนี้มีฝนตกมากและมีความชื้นมากในท้องที่ภาคอื่น ป่าดงดิบมักกระจายอยู่บริเวณที่มีความชุ่มชื้นมาก เช่น ตามหุบเขาริมแม่น้ำลำธาร ห้วย แหล่งน้ำ และบนภูเขา ซึ่งสามารถแยกออกเป็นป่าดงดิบชนิดต่าง ๆ ดังนี้

- ป่าดิบชื้น (Moist Evergreen Forest) เป็นป่ารกทึบมองดูเขียวชอุ่มตลอดปีมีพันธุ์ไม้หลายร้อยชนิดขึ้นเบียดเสียดกันอยู่มักจะพบกระจัดกระจายตั้งแต่ความสูง 600 เมตรจากระดับน้ำทะเล ไม้ที่สำคัญก็คือ ไม้ตระกูลยาง เช่น ยางนา ยางเสียน ส่วนไม้ชั้นรอง คือ พักไม้กอ เช่น กอน้ำ กอเดือย

- ป่าดิบแล้ง (Dry Evergreen Forest) เป็นป่าที่อยู่ในพื้นที่ค่อนข้างราบมีความชุ่มชื้นน้อย เช่น ในแถบภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมักอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 300-600 เมตร ไม้ที่สำคัญได้แก่ มะคาโมง ยางนา พยอม ตะเคียนแดง กระบากลัก และตาเสือ

- ป่าดิบเขา (Hill Evergreen Forest) ป่าชนิดนี้เกิดขึ้นในพื้นที่สูง ๆ หรือบนภูเขา ตั้งแต่ 1,000-1,200 เมตร ขึ้นไปจากระดับน้ำทะเล ไม้ส่วนมากเป็นพวก Gymnosperm ได้แก่ พักไม้ขุน และสนสามพันปี นอกจากนี้ยังมีไม้ตระกูลกอกขึ้นอยู่ พักไม้ชั้นที่สองรองลงมา ได้แก่ เบ้ง สะเดาข้างและขมิ้น

2.1.1.2 ป่าสนเขา (Pine Forest) ป่าสนเขามักปรากฏอยู่ตามภูเขาสูงส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ซึ่งมีความสูงประมาณ 200-1800 เมตร ขึ้นไปจากระดับน้ำทะเลในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บางที่อาจปรากฏในพื้นที่สูง 200-300 เมตร จากระดับน้ำทะเลในภาคตะวันออกเฉียงใต้ ป่าสนเขามีลักษณะเป็นป่าโปร่ง ชนิดพันธุ์ไม้ที่สำคัญของป่าชนิดนี้คือ สนสองใบ และสนสามใบ ส่วนไม้ชนิดอื่นที่ขึ้นอยู่ด้วยได้แก่พันธุ์ไม้ป่าดิบเขา เช่น กอชนิดต่างๆ หรือพันธุ์ไม้ป่าแดงบางชนิด คือ เต็ง รัง เหียง พลวง เป็นต้น

2.1.1.3 ป่าชายเลน (Mangrove Forest) บางที่เรียกว่า "ป่าเลนน้ำเค็ม" หรือป่าเลน มีต้นไม้ขึ้นหนาแน่นแต่ละชนิดมีรากค้ำยันและรากหายใจ ป่าชนิดนี้ปรากฏอยู่ตามที่ดินเลนริมทะเลหรือบริเวณปากน้ำแม่น้ำใหญ่ ๆ ซึ่งมีน้ำเค็มท่วมถึงในพื้นที่ภาคใต้มีอยู่ตามชายฝั่งทะเลทั้งสองด้าน ตามชายทะเลภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ทุกจังหวัดแต่ที่มากที่สุดคือ บริเวณปากน้ำเวฬุ อำเภอสูง จังหวัดจันทบุรี พันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ตามป่าชายเลน ส่วนมากเป็นพันธุ์ไม้ขนาดเล็กใช้ประโยชน์สำหรับการเผาถ่านและทำฟืนไม้ชนิดที่สำคัญ คือ โกงกาง ประสัก ถั่วขาว ถั่วดำ โปรง ตะบูน แสมทะเล ลำพูและลำแพน ฯลฯ ส่วนไม้พื้นล่างมักเป็นพวก ปรงทะเลเหียงกล้วยหอม ปอทะเลและเบ้ง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.4 ป่าพรุหรือป่าบึงน้ำจืด (Swamp Forest) ป่าชนิดนี้มักปรากฏในบริเวณที่มีน้ำจืดท่วมมาก ๆ ดินระบายน้ำไม่ดีป่าพรุในภาคกลาง มีลักษณะโปร่งและมีต้นไม้ขึ้นอยู่ห่าง ๆ เช่น ครอบเทียน สนุ่น จิก โมกบ้าน หวายน้ำ หวายโปร่ง ระกำ อ้อ และแฉม ในภาคใต้ป่าพรุมีขึ้นอยู่ตามบริเวณที่มีน้ำขังตลอดปีดินป่าพรุที่มีเนื้อที่มากที่สุดอยู่ในบริเวณจังหวัดนราธิวาสดินเป็นพีท ซึ่งเป็นซากพืชผุสลายทับถมกัน เป็นเวลานานป่าพรุแบ่งออกได้ 2 ลักษณะ คือ ตามบริเวณซึ่งเป็นพรุน้ำกร่อยใกล้ชายทะเลต้นเสม็ดจะขึ้นอยู่หนาแน่นพื้นที่มีต้นกนกชนิดต่าง ๆ เรียก "ป่าพรุเสม็ด หรือ ป่าเสม็ด" อีกลักษณะเป็นป่าที่มีพันธุ์ไม้ต่าง ๆ มากชนิดขึ้นปะปนกันชนิดพันธุ์ไม้ที่สำคัญของป่าพรุ ได้แก่ อินทนิล น้ำหว่า จิก โสภน้ำ กระพุ่มน้ำกันเกรา โง้งงันกะทังหัน ไม้พื้นล่างประกอบด้วย หวาย ตะค้าทอง หมากแดง และหมากชนิดอื่น ๆ

2.1.1.5 ป่าชายหาด (Beach Forest) เป็นป่าโปร่งไม่ผลัดใบขึ้นอยู่ตามบริเวณหาดชายทะเล น้ำไม่ท่วมตามฝั่งดินและชายเขาริมทะเล ต้นไม้สำคัญที่ขึ้นอยู่ตามหาดชายทะเล ต้องเป็นพืชทนเค็ม และมักมีลักษณะไม้เป็นพุ่มลักษณะต้นคดงอ ใบหนาแข็ง ได้แก่ สนทะเล หูกวาง โพธิ์ทะเล กระทิง ดินเป็ดทะเล หยีน้ำ มักมีต้นเตยและหญ้าต่าง ๆ ขึ้นอยู่เป็นไม้พื้นล่าง ตามฝั่งดินและชายเขา มักพบไม้เกตุลำบิด มะค่าแต้ กระบองเพชร เสม้า และไม้หนามชนิดต่างๆ เช่น ชิงชี หนามหัน กำจาย มะดันขอ เป็นต้น

2.1.2 ป่าประเภทที่ผลัดใบ (Deciduous)

ต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ในป่าประเภทนี้เป็นจำพวกผลัดใบแทบทั้งสิ้น ในฤดูฝนป่าประเภทนี้จะมองดูเขียวชอุ่มพอถึงฤดูแล้งต้นไม้ ส่วนใหญ่จะพากันผลัดใบทำให้ป่ามองดูโปร่งขึ้น และมักจะมีไฟป่าเผาไหม้ใบไม้และต้นไม้เล็ก ๆ ป่าชนิดสำคัญซึ่งอยู่ในประเภทนี้ ได้แก่

2.1.2.1 ป่าเบญจพรรณ (Mixed Deciduous Forest) ป่าผลัดใบผสมหรือป่าเบญจพรรณมีลักษณะเป็นป่าโปร่งและยังมีไม้ชนิดต่างๆ ขึ้นอยู่กระจัดกระจายทั่วไปพื้นที่ดินมักเป็นดินร่วนปนทราย ป่าเบญจพรรณ ในภาคเหนือมักจะมีไม้สักขึ้นปะปนอยู่ทั่วไปครอบคลุมลงมาถึงจังหวัดกาญจนบุรี ในภาคกลาง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก มีป่าเบญจพรรณน้อยมากและกระจัดกระจายพันธุ์ไม้ ได้แก่ สัก ประดู่แดง มะค่าโมง ตะแบก เสลา อ้อยช้าง ส้าน ยม หอม ยมหิน มะเกลือ สมพง เกิดดำ เกิดแดง ฯลฯ นอกจากนี้มีไม้ที่สำคัญ เช่น ไม้ป่า ไม้บง ไม้ซาง ไม้รวก ไม้ไผ่ เป็นต้น

2.1.2.2 ป่าเต็งรัง (Deciduous Dipterocarp Forest) เรียกกันว่าป่าแดง ป่าแพะ ป่าโคก ลักษณะทั่วไปเป็นป่าโปร่ง ตามพื้นป่ามักจะมีจุด ต้นแปรงและหญ้าเพ็ก พื้นที่แห้งแล้งดินร่วนปนทรายหรือกรวด ลูกรัง พบอยู่ทั่วไปในที่ราบและที่ภูเขา ในภาคเหนือส่วนมากขึ้นอยู่บนเขาที่มีดินชั้นและแห้งแล้งมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีป่าแดงหรือป่าเต็งรังนี้มากที่สุด ตามเนินเขาหรือที่ราบดินทรายชนิดพันธุ์ไม้ในป่าแดงหรือป่าเต็งรัง ได้แก่ เต็ง รัง เหียง พลวง กราด พะยอม ตั้ว แต้ว มะค่าแต้ ประดู่แดง สมอไทย ตะแบก เลือดแสลงใจ รกฟ้า ฯลฯ ส่วนไม้พื้นล่างที่พบมาก ได้แก่ มะพร้าวเต่า ปุ่มแป้ง หญ้าเพ็ก ใจด พรงและหญ้าชนิดต่างๆ

2.1.2.3 ป่าหญ้า (Savanna Forest) ป่าหญ้าที่อยู่ทุกภาคบริเวณป่าที่ถูกแผ้วถางทำลายบริเวณพื้นที่ขาดความสมบูรณ์และถูกทอดทิ้งหญ้าชนิดต่างๆ จึงเกิดขึ้นทดแทนและพอถึงหน้าแล้งก็เกิดไฟไหม้ทำให้ต้นไม้บริเวณข้างเคียงล้มตาย พื้นที่ป่าหญ้าจึงขยายมากขึ้นทุกปี พืชที่พบมากที่สุดในพื้นที่ป่าหญ้าก็คือ หญ้าคา หญ้าขนตาช้าง หญ้าโขมง หญ้าเพ็กและปุ่มแป้ง บริเวณที่พอจะมีความชื้นอยู่บ้างและการระบายน้ำได้ดีก็มักจะพบพงและแฉมขึ้นอยู่และอาจพบต้นไม้หนไฟขึ้นอยู่ เช่น ตับเต่า รกฟ้าตานเหลือ ตั้วและแต้ว

2.2 สาเหตุสำคัญของวิกฤตการณ์ป่าไม้ในประเทศไทย

1. การลักลอบตัดไม้ทำลายป่า ตัวการของปัญหานี้คือนายทุนพ่อค้าไม้ เจ้าของโรงเลื่อย เจ้าของโรงงานแปรรูปไม้ ผู้รับสัมปทานทำไม้และชาวบ้านทั่วไป ซึ่งการตัดไม้เพื่อเอาประโยชน์จากเนื้อไม้ทั้งวิธีที่ถูกและผิดกฎหมาย ปริมาณป่าไม้ที่ถูกทำลายนั้นนับวันจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอัตราเพิ่มของจำนวนประชากร ยิ่งมีประชากรเพิ่มขึ้นเท่าใด ความต้องการในการใช้ไม้ก็เพิ่มมากขึ้น เช่น ไม้ในการปลูกสร้างบ้านเรือน เครื่องมือเครื่องใช้ในการเกษตรกรรมเครื่องเรือนและถ่านในการหุงต้ม เป็นต้น

2. การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพื่อเข้าครอบครองที่ดิน เมื่อประชากรเพิ่มสูงขึ้น ความต้องการใช้ที่ดินเพื่อปลูกสร้างที่อยู่อาศัยและที่ดินทำกินก็อยู่สูงขึ้น เป็นผลผลักดันให้ราษฎรเข้าไปบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ แคว้งกลางป่าหรือเผาป่าไร่เลื่อนลอย นอกจากนี้ยังมีนายทุนที่ดินที่จ้างวานให้ราษฎรเข้าไปทำลายป่าเพื่อจับจองที่ดินไว้ขายต่อไป

3. การส่งเสริมการปลูกพืชหรือเลี้ยงสัตว์เศรษฐกิจเพื่อการส่งออก เช่น มันสำปะหลัง ปอ เป็นต้น โดยไม่ส่งเสริมการใช้ที่ดินอย่างเต็มประสิทธิภาพที่พื้นที่ป่าบางแห่งไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเกษตร

4. การกำหนดแนวเขตพื้นที่ป่ากระทำไม่ชัดเจนหรือไม่กระทำเลยในหลาย ๆ พื้นที่ ทำให้ราษฎรเกิดความสับสนทั้งโดยเจตนาและไม่เจตนา ทำให้เกิดการพิพาทในเรื่องที่ดินทำกินและที่ดินป่าไม้อยู่ตลอดเวลา และมักเกิดการร้องเรียนต่อต้านในเรื่องกรรมสิทธิ์ที่ดิน

5. การจัดสร้างสาธารณูปโภคของรัฐ เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ เส้นทางคมนาคม การสร้างเขื่อนขวางลำน้ำจะทำให้พื้นที่เก็บน้ำหน้าเขื่อนที่อุดมสมบูรณ์ถูกตัดโค่นมาใช้ประโยชน์ ส่วนต้นไม้นขนาดเล็กหรือที่ทำการย้ายออกมาไม่ทันจะถูกน้ำท่วมยืนต้นตาย เช่น การสร้างเขื่อนรัชชประภาเพื่อกั้นคลองพระแสงอันเป็นสาขาของแม่น้ำพุมดวง-ตาปี ทำให้น้ำท่วมบริเวณป่าดงดิบซึ่งมีพันธุ์ไม้หนาแน่นประกอบด้วยสัตว์นานาชนิดนับแสนไร่ ต่อมาจึงเกิดปัญหาน้ำเน่าไหลลงลำน้ำพุมดวง

6. ไฟไหม้ป่ามักจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งอากาศแห้งและร้อนจัด ทั้งโดยธรรมชาติและจากการกระทำของมะม่วงที่อาจลักลอบเผาป่าหรือเผล่อ จุดไฟทิ้งไว้โดยเฉพาะในป่าไม้เป็นจำนวนมาก

7. การทำเหมืองแร่ แหล่งแร่ที่พบในบริเวณที่มีป่าไม้ปกคลุมอยู่ มีความจำเป็นที่จะต้องเปิดหน้าดินก่อนจึงทำให้ป่าไม้ที่ขึ้นปกคลุมถูกทำลายลง เส้นทางขนย้ายแร่ในบางครั้งต้องทำลายป่าไม้ลงเป็นจำนวนมาก เพื่อสร้าง ถนน การระเบิดหน้าดิน เพื่อให้ได้มาซึ่งแร่ธาตุ ส่งผลถึงการทำลายป่า

2.2.1 การควบคุมไฟป่า (forest fire control)

การควบคุมไฟป่า (forest fire control) หมายถึง ระบบการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับไฟป่าอย่างครบวงจร กล่าวคือ เริ่มต้นจากการป้องกันไม่ให้เกิดไฟป่า โดยศึกษาถึงสาเหตุของการเกิดของไฟป่าในแต่ละท้องถิ่นที่แล้ววางแผนป้องกัน หรือกำจัดสาเหตุนั้น(ธานี, 2544) โดยมีทฤษฎีในการควบคุมไฟป่า (สันต์ และคณะ, 2534) ดังนี้

1. การป้องกันไฟป่า (forest fire prevention) คือ ความพยายามในทุกวิถีทางที่ไม่ให้เกิดไฟป่าขึ้น ในทางทฤษฎี คือ การแยกองค์ประกอบของการเกิดไฟป่าออกจากกัน ในทางปฏิบัติได้ดำเนินการดังนี้

1) การให้การศึกษ เป็นการศึกษาให้ความรู้เกี่ยวกับป่าไม้และไฟป่า แก่ประชาชนทุกชั้นอายุ ทั้งคนที่อาศัยอยู่ในเมืองและชนบท โดยใช้สื่อต่าง ๆ เช่น สิ่งตีพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ การสาธิต และการติดต่อส่วนตัว (Brown and Davis, 1973) เป็นต้น
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การออกกฎหมาย เนื่องจากกิจกรรมหลายอย่างของมนุษย์ไม่สามารถควบคุมได้ ด้วยการให้การศึกษา จึงต้องออกกฎหมายเพื่อเป็นเครื่องมือในการป้องกันไฟป่า

3) การจัดการป่าไม้ ในการทำ ไม้โดยพิจารณาความต้องการทางด้านเศรษฐกิจและวนวัฒนวิทยา ควบคุมกัน การปฏิบัติงานตามแผนการจัดการที่เหมาะสมควรประกอบด้วย

- วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการตัดฟัน
- การสร้างถนน
- การปลูกชนิดไม้ที่ทนไฟ และไม่ปลูกป่าล้วน
- การแบ่งพื้นที่ย่อยในป่าเป็นพื้นที่เพาะปลูกหรือพื้นที่เลี้ยงสัตว์
- แผนการเลี้ยงสัตว์ในป่า

4) การลดอันตรายของไฟป่า โดยการลดเชื้อเพลิง และกำจัดเชื้อเพลิง

2. การเตรียมการดับไฟป่า (forest fire pre - suppression) คือ การเตรียมความพร้อมเพื่อดับไฟป่าก่อนหน้าที่จะถึงฤดูไฟป่า ซึ่งต้องเตรียมการใน 3 ทางด้วยกัน คือ

1) เตรียมคน จัดองค์กรดับไฟป่า เตรียมความพร้อมของพนักงานดับไฟป่า ด้วยการจัดกำลังคนเตรียมพร้อมในการดับไฟป่า

2) เตรียมเครื่องมือ ได้แก่ เครื่องมือดับไฟป่าทุกชนิด รวมทั้งอุปกรณ์สื่อสาร และยานพาหนะ ให้สามารถใช้งานได้ตลอดเวลา

3) การฝึกอบรม คือ การเตรียมพนักงานดับไฟป่าให้มีความรู้ และทักษะในการใช้อุปกรณ์ดับไฟป่า ตลอดจนยุทธวิธีในการดับไฟป่า เพื่อเพิ่มขีดความสามารถและประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานดับไฟป่า

3. การตรวจหาไฟ (forest fire detection) เป็นระบบการตรวจหาไฟ ในช่วงฤดูไฟป่า เพื่อให้ทราบว่ามีไฟไหม้ป่าขึ้นที่ใด โดยการลาดตระเวน ด้วยการเดิน การใช้รถจักรยานยนต์หรือรถยนต์ การสังเกตการณ์จากหอดูไฟ และการตรวจหาไฟทางอากาศโดยใช้เครื่องบินหรือเฮลิคอปเตอร์

4. การดับไฟป่า (forest fire suppression) เป็นการดับไฟป่าที่เกิดขึ้น ทำได้ 3 วิธี คือ

1) วิธีสูไฟและควบคุมไฟโดยวิธีสร้างแนวควบคุมไฟ (control line method) ประกอบด้วย

- วิธีสูไฟโดยตรง (direct attack method) เมื่อไฟมีความรุนแรงน้อย และมีการลุกลามช้า โดยพนักงานสามารถดับไฟที่ขอบไฟส่วนหน้า

- วิธีสูไฟขนาน (parallel attack method) เมื่อการสูไฟโดยตรงไม่ได้ผล แต่อัตราการลุกลามยังช้า โดยการทำแนวควบคุมไฟจากส่วนหลังไฟ ขนานกับขอบไฟส่วนข้าง จนกระทั่งไฟอยู่ในวงล้อม และเผาไต่กลับก่อนที่ไฟจะลุกลามถึง- วิธีสูไฟโดยทางอ้อม (indirect attack method) เมื่อไฟมีการลุกลามเร็วและขนาดใหญ่ โดยการทำแนวควบคุมไฟจากส่วนหลังไฟขนานไปกับขอบไฟส่วนหลัง พร้อมกับจุดไฟไต่กลับ (burn fire) จากแนวควบคุมไฟป่า และต้องทำแนวกันไฟอย่างดีไว้เบื้องหน้าไฟแล้วเผากลับ (back firing) เพื่อกำจัดเชื้อเพลิง

2) วิธีการดับไฟทั่วพื้นที่ (area method) เป็นการดับไฟด้วยน้ำหรือสารเคมีด้วยการพ่นจากเครื่องบินให้ทั่วพื้นที่

3) วิธีการสูไฟแบบเผากลับ (back firing method) เป็นการดับไฟที่ใช้ควบคู่กับวิธีดับไฟทางอ้อม และใช้ในที่ราบ เป็นวิธีการกำจัดเชื้อเพลิงก่อนที่ไฟจะลุกลามมาถึง เป็นหลักการสูไฟด้วยไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 กระบวนการปฏิบัติงานควบคุมไฟฟ้า

กระบวนการปฏิบัติงานควบคุมไฟฟ้ามีขั้นตอนดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูลไฟฟ้า ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพพื้นที่ปฏิบัติ สถิติไฟฟ้า สภาพปัญหาไฟฟ้า และพฤติกรรมของไฟฟ้า ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้มาจากการสำรวจในพื้นที่ และจากการศึกษาวิจัย ข้อมูลไฟฟ้าเหล่านี้จะนำมาใช้ในการวางแผนงานควบคุมไฟฟ้า

2. การจัดทำแผนงานควบคุมไฟฟ้า โดยครอบคลุมกิจกรรมหลัก 2 กิจกรรม คือ การป้องกันไฟฟ้า และการดับไฟฟ้า พร้อมทั้งกิจกรรมอื่น ๆ ที่เป็นส่งเสริมให้การปฏิบัติงานกิจกรรมหลักทั้งสองเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3. การปฏิบัติตามแผน เป็นการดำเนินการไปพร้อม ๆ กันทั้งแผนป้องกันไฟฟ้าและแผนดับไฟฟ้า ซึ่งหากแผนและการปฏิบัติงานตามแผนป้องกันไฟฟ้ามีประสิทธิภาพ 100 เปอร์เซ็นต์ ก็จะไม่เกิดไฟฟ้า จึงไม่ต้องดับไฟฟ้า แต่ในความเป็นจริงไม่ว่าแผนงานและการปฏิบัติงานตามแผนป้องกันไฟฟ้าจะมีประสิทธิภาพมากเพียงใด ก็ยังมีโอกาสเกิดไฟฟ้าขึ้นได้ ดังนั้นจึงต้องเข้าปฏิบัติงานตามแผนดับไฟทันที

4. การประเมินผล เป็นการประเมินผลงานการปฏิบัติงานทุกขั้นตอน เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการปฏิบัติงาน และประสิทธิผลที่เกิดจากการปฏิบัติงาน แล้วนำมาเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการปรับปรุงแผนงานควบคุมไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.2.3 สถิติการเกิดไฟฟ้าในประเทศไทยโดยแยกตามภาคต่างๆ

1. พื้นที่การเกิดไฟฟ้า ภาคกลาง จำนวน 15 จังหวัด (2552 ส่วนควบคุมไฟฟ้า สำนักงานป้องกันรักษาป่าและควบคุมไฟฟ้า)

ตารางที่ 2.1 สถิติการเกิดไฟฟ้า พื้นที่ภาคกลาง

ลำดับการเกิดไฟฟ้า	จังหวัด	ดับไฟฟ้า (ครั้ง)	พื้นที่เสียหาย (ไร่)
1	ประจวบคีรีขันธ์	106	2,150
2	กาญจนบุรี	78	809
3	เพชรบุรี	67	1,601
4	ราชบุรี	56	761
5	ชลบุรี	49	539
6	สุพรรณบุรี	22	408
7	จันทบุรี	16	323
8	ปราจีนบุรี	15	687
9	สระบุรี	12	203
10	นครนายก	11	200
11	สระแก้ว	10	297
12	ลพบุรี	9	166
13	ฉะเชิงเทรา	1	65
14	ระยอง	1	50
15	ตราด	1	4
รวม		454	8,263

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางพบว่า พื้นที่ภาคกลางมีอัตราการเกิดไฟฟ้าจำนวนมาก ในพื้นที่ 5 จังหวัด คือ ประจวบคีรีขันธ์ กาญจนบุรี เพชรบุรี ราชบุรีและชลบุรี ทำให้สูญเสียพื้นที่ป่าเป็นจำนวน 5,860 ไร่ ซึ่งถือได้ว่ามีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าจำนวนมาก ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเข้าศึกษาพื้นที่ป่า ของจังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ป่าโดยมากจะประกอบด้วยป่าไผ่ ที่มีปริมาณสะสมของเชื้อเพลิง (เศษใบไม้และกิ่งไม้) ต่อหนึ่งตารางเมตร จำนวนมาก และเมื่อเกิดไฟป่าขึ้นจะทำให้ไฟป่ามีอัตราการลุกลามที่รวดเร็วเนื่องจากเศษเชื้อเพลิงที่สะสมในพื้นที่ป่ามีความแห้งและติดไฟง่ายเนื่องจากมีลักษณะที่เบา และง่ายต่อการติดไฟ จึงทำให้อัตราการเกิดไฟป่าในพื้นที่ค่อนข้างจะรุนแรงกว่าในพื้นที่ภาคอีสาน ที่มีลักษณะเศษเชื้อเพลิงขนาดใหญ่และมีจำนวนเชื้อเพลิงสะสมไม่มากนัก

2. พื้นที่การเกิดไฟป่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 20 จังหวัด (2553. ส่วนควบคุมไฟป่า สำนักงานป้องกันรักษาป่าและควบคุมไฟป่า)

ตารางที่ 2.2 สถิติการเกิดไฟป่า พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลำดับการเกิดไฟป่า	จังหวัด	ดับไฟป่า (ครั้ง)	พื้นที่เสียหาย (ไร่)
1	ชัยภูมิ	316	6,131
2	อุดรธานี	295	3,595
3	เลย	183	2,054
4	กาฬสินธุ์	144	1,015
5	หนองคาย	106	1,180
6	ขอนแก่น	97	1,088
7	นครพนม	71	879
8	สกลนคร	67	213
9	มุกดาหาร	52	235
10	นครราชสีมา	44	2,175
11	สุรินทร์	44	538
12	อุบลราชธานี	31	205
13	บุรีรัมย์	30	360
14	อำนาจเจริญ	29	316
15	ร้อยเอ็ด	26	266
16	มหาสารคาม	13	118
17	หนองบัวลำภู	12	80
18	ยโสธร	11	117
19	ศรีสะเกษ	6	24
20	บึงกาฬ	-	-
	รวม	1,577	20,589

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางพบว่า พื้นที่การเกิดไฟฟ้าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอัตราการเกิดไฟฟ้าที่สูงในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนบน ซึ่งประกอบด้วย 5 จังหวัด คือ ชัยภูมิ อุตรธานี เลย กาฬสินธุ์และหนองคาย โดยมีอัตราการเกิดไฟฟ้ารวมกัน 1,044 ครั้ง เปรียบได้ ร้อยละ 70 ของอัตราการเกิดไฟฟ้าทั้งหมดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และมีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่า 13,975 ไร่ เปรียบได้ ร้อยละ 67.87 ของอัตราการเกิดไฟฟ้าทั้งหมดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งถือว่าอัตราการเกิดไฟฟ้าค่อนข้างมาก ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการลงพื้นที่รวบรวมข้อมูลของกระบวนการควบคุมไฟฟ้า ในพื้นที่ของจังหวัดนครราชสีมา พบว่า เนื่องจากพื้นที่ป่าของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ป่าจำนวนมากและมีภูมิอากาศที่แห้งแล้ง รวมทั้งป่าโดยมากจะเป็นป่าเต็งรัง ทำให้ต้นไม้จะมีการผลัดใบในช่วงฤดูหนาวเข้าฤดูร้อน ทำให้ไฟฟ้าเกิดในช่วงนี้ค่อนข้างมากกว่าในระยะเวลาปกติของปี โดยความรุนแรงของไฟไม่มากนักแต่จะเกิดขึ้นบ่อยและถี่กว่าในพื้นที่ภาคกลาง

3. พื้นที่การเกิดไฟฟ้า ภาคใต้ จำนวน 14 จังหวัด (2553. ส่วนควบคุมไฟฟ้า สำนักงานป้องกันรักษาป่าและควบคุมไฟฟ้า)

ตารางที่ 2.3 สถิติการเกิดไฟฟ้า พื้นที่ภาคใต้

ลำดับการเกิดไฟฟ้า	จังหวัด	ดับไฟฟ้า (ครั้ง)	พื้นที่เสียหาย (ไร่)
1	นครศรีธรรมราช	333	19,240
2	สุราษฎร์ธานี	32	1,078
3	ชุมพร	21	851
4	นราธิวาส	12	1,021
5	สงขลา	10	109
6	กระบี่	6	150
7	พัทลุง	5	120
8	ระนอง	4	112
9	ตรัง	3	110
10	สตูล	3	55
11	ภูเก็ต	2	38
12	ยะลา	1	300
13	ปัตตานี	1	4
14	พังงา	1	3
รวม		434	23,191

จากตารางพบว่า จังหวัดนครศรีธรรมราช มีอัตราการเกิดไฟฟ้ามากที่สุดและมีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าจำนวนมากที่สุดของภาคใต้ โดยมีอัตราการความถี่ในการเกิดไฟฟ้า 333 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 76.72 และมีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่า 19,240 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 82.96 ถือเป็นอัตราการเกิดไฟฟ้าในพื้นที่ป่าจำนวนมากที่สุดของภาคใต้ เนื่องจากพื้นที่ป่าของจังหวัดนครศรีธรรมราชนั้นมีพื้นที่ป่าพุ่มจำนวนมากกว่าจังหวัดอื่นๆ ซึ่งพื้นที่ป่าพุ่มมีความรุนแรงและอัตราการเกิดไฟฟ้าได้ง่ายและมากกว่าป่าแบบต่างๆของภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคอีสาน เนื่องจากมีการดับไฟฟ้าแบบป่าพุ่มที่ยากและไม่สามารถดับได้สนิท และสามารถเกิดไฟฟ้าได้เสมอซึ่งในพื้นที่ป่าภาคใต้ เนื่องจากพื้นที่ป่าพุ่มไม่สามารถนำยานยนต์ในรูปแบบขับเคลื่อนประเภท 4 ล้อขนาดใหญ่ลงพื้นที่เพื่อปฏิบัติการได้สะดวกเนื่องจากข้อจำกัดในด้านพื้นที่ป่า ที่มีโคลนเลนและมีการทับถมของเชื้อไฟเป็นเวลานานและจำนวนมาก ยานยนต์จึงไม่สามารถปฏิบัติงานในพื้นที่ป่าพุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่ากับการใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจ้าหน้าที่เดินเท้าเข้าสู่พื้นที่ไฟฟ้าและควบคุมโดยอุปกรณ์ที่เป็นไม้ดับไฟจะมีประสิทธิภาพกว่าสำหรับการดับไฟฟ้าประเภทป่าพรุ

4. พื้นที่การเกิดไฟฟ้า ภาคเหนือ จำนวน 14 จังหวัด (2553. ส่วนควบคุมไฟฟ้า สำนักงานป้องกันรักษาป่าและควบคุมไฟฟ้า)

ตารางที่ 2.4 สถิติการเกิดไฟฟ้า พื้นที่ภาคเหนือ

ลำดับการเกิดไฟฟ้า	จังหวัด	ดับไฟฟ้า (ครั้ง)	พื้นที่เสียหาย (ไร่)
1	เชียงใหม่	1,633	11,128
2	ลำพูน	497	3,796
3	แม่ฮ่องสอน	361	2,091
4	พิจิตรโลก	295	2,793
5	ลำปาง	272	1,638
6	ตาก	268	1,894
7	เชียงราย	179	987
8	เพชรบูรณ์	122	1,026
9	พะเยา	117	536
10	แพร่	100	686
11	อุทัยธานี	84	2,977
12	สุโขทัย	83	823
13	อุตรดิตถ์	56	350
14	กำแพงเพชร	64	593
15	น่าน	39	517
16	นครสวรรค์	28	525
รวม		4,198	32,359

จากตารางพบว่า จังหวัดเชียงใหม่ มีอัตราการเกิดไฟฟ้ามากที่สุดและมีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าจำนวนมากที่สุดของภาคเหนือ โดยมีอัตราการความถี่ในการเกิดไฟฟ้า 1,633 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 38.89 และมีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่า 11,128 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 34.38 ถือเป็นอัตราการเกิดไฟฟ้าในพื้นที่ป่าจำนวนมากที่สุดของภาคเหนือ ซึ่งเป็นผลมาจากพื้นที่ป่ามีจำนวนมากแต่มีอัตราการสูญเสียเนื้อที่ป่าอนุรักษ์จำนวนน้อยเป็นผลมาจากพื้นที่ป่ามีความสมบูรณ์และเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพพร้อมทั้งมีอุปกรณ์ที่ครบถ้วน จึงทำให้เกิดการสูญเสียที่น้อยกว่าภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2.2.4 ความรู้เบื้องต้นของไฟฟ้า

นิยามของไฟ “ไฟ” เป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากขบวนการทางเคมี เมื่อองค์ประกอบที่จำเป็น 3 ประการ คือ เชื้อเพลิง ความร้อน และออกซิเจน มารวมตัวกันในสัดส่วนที่เหมาะสมที่จะเกิดการสันดาป (Combustion) และทำให้การสันดาปสามารถดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง การสันดาปเป็นปรากฏการณ์ในทางตรงกันข้ามกับการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) โดยที่การสังเคราะห์แสงเป็นการสะสมพลังงานอย่างช้าๆ ในขณะที่การสันดาปเป็นการปลดปล่อยพลังงานอย่างรวดเร็ว ซึ่งสามารถเปรียบเทียบให้เห็นได้อย่างชัดเจนจากสมการเคมี ดังนี้ การสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) $CO_2 + H_2O + \text{Solar Energy} \rightarrow (C_6H_{12}O_5)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$n + O_2$ การสันดาป (Combustion) $(C_6H_{12}O_5)_n + O_2 + \text{Kindling Temperature} \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{Heat}$ นิยามของไฟป่า US Forest Service อ้างโดย Brown and Davis (1973) ให้คำจำกัดความของไฟป่า ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายว่า “ไฟที่ปราศจากการควบคุม ลุกลามไปอย่างอิสระ แล้วเผาผลาญเชื้อเพลิงธรรมชาติในป่า ได้แก่ ดินอินทรีย์ ใบไม้แห้ง หญ้า กิ่งก้านไม้แห้ง ท่อนไม้ ตอไม้ วัชพืช ไม้พุ่ม ใบไม้สด และในระดับหนึ่งสามารถเผาผลาญต้นไม้ที่ยังมีชีวิตอยู่ โดยลักษณะสำคัญที่แยกแยะไฟป่าออกจากไฟที่เผาตามกำหนด (Prescribe Burning) คือ ไฟป่ามีการลุกลามอย่างอิสระ ปราศจากการควบคุม ในขณะที่ไฟที่เกิดจากการเผาตามกำหนดจะมีการควบคุมการลุกลามให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนดเอาไว้เท่านั้น สำหรับประเทศไทย เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพปัญหาและขอบเขตการจัดการไฟป่า จึงกำหนดคำนิยามของไฟป่าว่า “ไฟที่เกิดจากสาเหตุใดก็ตาม แล้วลุกลามไปได้โดยอิสระปราศจากการควบคุม ทั้งนี้ไม่ว่าไฟนั้นจะเกิดขึ้นในป่าธรรมชาติหรือสวนป่า” องค์ประกอบของไฟป่า (สามเหลี่ยมไฟ) เช่นเดียวกับการเกิดไฟโดยทั่วไป ไฟป่าจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีองค์ประกอบที่จำเป็น 3 ประการ คือเชื้อเพลิง ความร้อน และออกซิเจน มารวมตัวกันในสัดส่วนที่เหมาะสมที่จะเกิดการสันดาป (Combustion) และทำให้การสันดาปสามารถดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม สำหรับไฟป่าแล้วองค์ประกอบทั้ง 3 ประการดังนี้ 1. เชื้อเพลิง เชื้อเพลิงในการเกิดไฟป่า ได้แก่ อินทรีย์สารทุกชนิดที่ติดไฟได้ ได้แก่ ต้นไม้ ไม้พุ่ม กิ่งไม้ ก้านไม้ ตอไม้ กอไผ่ ลูกไม้เล็กๆ หญ้า วัชพืช รวมไปถึงดินอินทรีย์ (Peat Soil) และชั้นถ่านหินที่อยู่ใต้ผิวดิน (Coal Seam) 2. ออกซิเจน ออกซิเจนเป็นก๊าซที่เป็นองค์ประกอบหลักของอากาศโดยทั่วไป ในป่าจึงมีออกซิเจนกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม ปริมาณและสัดส่วนของออกซิเจนในอากาศในป่า ณ จุดหนึ่งๆ อาจผันแปรได้บ้างตามการผันแปรของความเร็วและทิศทางลม 3. ความร้อน แหล่งความร้อนที่ทำให้เกิดไฟป่าแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แหล่งความร้อนจากธรรมชาติ เช่น พายุฟ้าผ่า การเสียดสีของกิ่งไม้ การรวมแสงอาทิตย์ผ่านหยดน้ำค้าง ภูเขาไฟระเบิด และแหล่งความร้อนจากมนุษย์ ซึ่งเกิดจากการจุดไฟในป่าด้วยสาเหตุต่างๆ กัน องค์ประกอบทั้ง 3 ประการนี้ เรียกว่า สามเหลี่ยมไฟ หากขาดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งไป ไฟป่าจะไม่เกิดขึ้น หรือไฟป่าที่เกิดขึ้นแล้วและกำลังลุกลามอยู่ก็จะดับลง ความรู้เรื่องสามเหลี่ยมไฟในข้อนี้มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นความรู้พื้นฐานที่ต้องนำมาใช้ในการวางแผนปฏิบัติงานควบคุมไฟป่าทั้งวงจร ชนิดของไฟป่า การแบ่งชนิดของไฟป่าที่ได้รับการยอมรับและใช้กันมาช้านานนั้น ถือเอาการไหม้เชื้อเพลิงในระดับต่างๆ ในแนวตั้ง ตั้งแต่ระดับชั้นดินขึ้นไปจนถึงระดับยอดไม้ เป็นเกณฑ์ การแบ่งชนิดไฟป่าตามเกณฑ์ดังกล่าวทำให้แบ่งไฟป่าออกเป็น 3 ชนิด คือ ไฟใต้ดิน ไฟผิวดิน และไฟเรือนยอด (Brown and Davis, 1973) 1. ไฟใต้ดิน (Ground Fire) คือไฟที่ไหม้อินทรีย์วัตถุที่อยู่ใต้ชั้นผิวของพื้นป่า เกิดขึ้นในป่าบางประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่งป่าในเขตอบอุ่นที่มีระดับความสูงมากๆ ซึ่งอากาศหนาวเย็นทำให้อัตราการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุต่ำ จึงมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสะสมอยู่บนหน้าดินแท้ (Mineral soil) ในปริมาณมากและเป็นชั้นหนา โดยอินทรีย์วัตถุดังกล่าวอาจจะอยู่ในรูปของ duff, muck, หรือ peat ในบริเวณที่ชั้นอินทรีย์วัตถุหนามาก ไฟชนิดนี้อาจไหม้แทรกลงไปใต้ผิวพื้นป่า (Surface Litter) ได้หลายฟุตและลุกลามไปเรื่อยๆ ใต้ผิวพื้นป่าในลักษณะการครุกรุ่นอย่างช้าๆ ไม่มีเปลวไฟ และมีควันน้อยมาก จึงเป็นไฟที่ตรวจพบหรือสังเกตพบได้ยากที่สุดและเป็นไฟที่มีอัตราการลุกลามช้าที่สุด แต่เป็นไฟที่สร้างความเสียหายให้แก่พื้นที่ป่าไม้มากที่สุด เพราะไฟจะไหม้ทำลายรากไม้ ทำให้ต้นไม้ใหญ่ค่อยๆ ตายในเวลาต่อมา ยิ่งไปกว่านั้นยังเป็นไฟที่ควบคุมได้ยากที่สุดอีกด้วย ไฟใต้ดินโดยทั่วไปมักจะเกิดจากไฟผิวดินก่อนแล้วลุกลามลงใต้ผิวพื้นป่า ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนไม่สับสน ในที่นี้จึงขอแบ่งไฟใต้ดินออกเป็น 2 ชนิดย่อย คือ 1.1 ไฟใต้ดินสมบูรณ์แบบ (True Ground Fire) คือไฟที่ไหม้อินทรีย์วัตถุอยู่ใต้ผิวพื้นป่าจริงๆ ดังนั้นเมื่อยืนอยู่บนพื้นป่าจึงไม่สามารถตรวจพบไฟได้ ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ เช่นเครื่องตรวจจับความร้อน เพื่อตรวจหาไฟชนิดนี้ ตัวอย่างที่เห็นได้อย่างชัดเจนของไฟใต้ดินสมบูรณ์แบบ คือ ไฟที่ไหม้ชั้นถ่านหินใต้ดิน (Coal seam) เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Seam Fire) บนเกาะกาลิมันตันของประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งเกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงการเกิดปรากฏการณ์ เอล นินโญ่ ในปี ค.ศ. 1982 ไฟถ่านหินดังกล่าวครุกรุ่นกินพื้นที่ขยายกว้างออกไปเรื่อยๆ สร้างความยากลำบากในการตรวจหาขอบเขตของไฟและยังไม่สามารถควบคุมไฟได้ทั้งหมดจนถึงปัจจุบันนี้ ในบางพื้นที่กว่าจะทราบว่าเป็นไฟดังกล่าวไหม้ผ่านก็ต่อเมื่อไฟไหม้ผ่านไปแล้วเกือบสองปีและต้นไม้ที่ถูกไฟไหม้ทำลายระบบรากเริ่มยืนแห้งตายพร้อมกันทั้งป่า สำหรับประเทศไทยยังไม่เคยพบไฟใต้ดินสมบูรณ์แบบเช่นนี้มาก่อน

1.2 ไฟกึ่งผิวดินกึ่งใต้ดิน (Semi-Ground Fire) ได้แก่ไฟที่ไหม้ในสองมิติ คือส่วนหนึ่งไหม้ไปในแนวระนาบไปตามผิวดินเช่นเดียวกับไฟผิวดิน ในขณะที่อีกส่วนหนึ่งจะไหม้ในแนวตั้งลึกกลงไปในชั้นอินทรีย์วัตถุใต้ผิวดินป่า ซึ่งอาจไหม้ลึกลงไปได้หลายฟุต ไฟดังกล่าวสามารถตรวจพบได้โดยง่ายเช่นเดียวกับไฟผิวดินทั่วไป แต่การดับไฟจะต้องใช้เทคนิคการดับไฟผิวดินผสมผสานกับเทคนิคการดับไฟใต้ดิน จึงจะสามารถควบคุมไฟได้ ตัวอย่างของไฟชนิดนี้ได้แก่ไฟที่ไหม้ป่าพรุในเกาะสุมาตรา และเกาะกาลิมันตัน ของประเทศอินโดนีเซีย และไฟที่ไหม้ป่าพรุโต๊ะแดงและป่าพรุบาเจาะ ในจังหวัดนราธิวาส ของประเทศไทย

2. ไฟผิวดิน (Surface Fire) คือไฟที่ไหม้ลุกลามไปตามผิวดิน โดยเผาไหม้เชื้อเพลิงบนพื้นป่า อันได้แก่ ใบไม้ กิ่งก้านไม้แห้งที่ตกสะสมอยู่บนพื้นป่า หญ้า ลูกไม้เล็กๆ ไม้พื้นล่าง กอไผ่ ไม้พุ่ม (ภาพที่ 1.2) ไฟชนิดนี้เป็นไฟที่พบมากที่สุดและพบโดยทั่วไปในแทบทุกภูมิภาคของโลก ความรุนแรงของไฟจะขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของเชื้อเพลิง โดยทั่วไปไฟชนิดนี้จะไม่ทำอันตรายต่อนไม้ใหญ่ถึงตาย แต่จะทำให้เกิดรอยแผลไฟไหม้ ซึ่งมีผลให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นไม้ลดลง คุณภาพของเนื้อไม้ลดลง ไม้มีรอยตำหนิ และทำให้ต้นไม้อ่อนแอจนโรคและแมลงสามารถเข้าทำอันตรายต่อนไม้ได้โดยง่ายสำหรับประเทศไทย ไฟป่าส่วนใหญ่จะเป็นไฟชนิดนี้ โดยจะมีความสูงเปลวไฟ ตั้งแต่ 0.5 - 3 เมตร ในป่าเต็งรังจนถึงความสูงเปลวไฟ 5 - 6 เมตร ในป่าเบญจพรรณที่มีกอไผ่หนาแน่นไฟป่าชนิดนี้ หากสามารถตรวจพบได้ในขณะเพิ่งเกิด และส่งกำลังเข้าไปควบคุมอย่างรวดเร็ว ก็จะสามารถควบคุมไฟได้โดยไม่ยากลำบากนัก แต่หากทอดเวลาให้ยืดยาวออกไปจนไฟสามารถแผ่ขยายออกเป็นวงกว้างมากเท่าไร การควบคุมก็จะยากขึ้นมากเท่านั้น

3. ไฟเรือนยอด (Crown Fire) คือไฟที่ไหม้ลุกลามจากยอดของต้นไม้หรือไม้พุ่มต้นหนึ่งไปยังยอดของต้นไม้หรือไม้พุ่มอีกต้นหนึ่ง (ภาพที่ 1.3) ส่วนใหญ่เกิดในป่าสนในเขตอบอุ่น ไฟชนิดนี้มีอัตราการลุกลามที่รวดเร็วมาก และเป็นอันตรายอย่างยิ่งสำหรับพนักงานดับไฟป่า ทั้งนี้เนื่องจากไฟมีความรุนแรงมากและมีความสูงเปลวไฟประมาณ 10 - 30 เมตร แต่ในบางกรณีไฟอาจมีความสูงถึง 40 - 50 เมตร โดยเท่าที่ผ่านมามีปรากฏว่ามีพนักงานดับไฟป่า จำนวนไม่น้อยถูกไฟชนิดนี้ล้อมจนหมดทางหนีและถูกไฟครอกตายในที่สุด ไฟเรือนยอดโดยทั่วไปอาจต้องอาศัยไฟผิวดินเป็นสื่อไม่มากนักน้อย ดังนั้น เพื่อความชัดเจน จึงสามารถแบ่งไฟเรือนยอดออกเป็น 2 ชนิดย่อย ได้ดังนี้

3.1 ไฟเรือนยอดที่ต้องอาศัยไฟผิวดินเป็นสื่อ (Dependent Crown Fire) คือไฟเรือนยอดที่ต้องอาศัยไฟที่ลุกลามไปตามผิวดินเป็นตัวนำเปลวไฟขึ้นไปสู่เรือนยอดของต้นไม้อื่นที่อยู่ใกล้เคียงไฟชนิดนี้มักเกิดในป่าที่ต้นไม้ไม่หนาแน่น เรือนยอดของต้นไม้จึงอยู่ห่างกัน แต่บนพื้นป่ามีเชื้อเพลิงอยู่หนาแน่นและต่อเนื่อง การลุกลามของไฟจากยอดไม้ต้นหนึ่งไปยังอีกต้นหนึ่งต้องอาศัยไฟที่ลุกลามไปตามผิวดินเป็นตัวนำเปลวไฟไปยังต้นไม้ จนต้นไม้ที่ไฟผิวดินลุกลามไปถึงแห้งและร้อนจนถึงจุดสันดาป ลักษณะของไฟชนิดนี้จะเห็นไฟผิวดินลุกลามไปก่อนแล้วตามด้วยไฟเรือนยอด

3.2 ไฟเรือนยอดที่ไม่ต้องอาศัยไฟผิวดิน (Running Crown Fire) เกิดในป่าที่มีต้นไม้ที่ติดไฟได้ง่ายและมีเรือนยอดแน่นที่ติดต่อกัน เช่นในป่าสนเขตอบอุ่น การลุกลามจะเป็นไปอย่างรวดเร็วและรุนแรงจากเรือนยอดหนึ่งไปสู่อีกเรือนยอดหนึ่งที่อยู่ข้างเคียงได้โดยตรง จึงเกิดการลุกลามไปตามเรือนยอดอย่างต่อเนื่อง ในขณะเดียวกัน ลูกไฟจากเรือนยอดจะตกลงบนพื้นป่าก่อให้เกิดไฟผิวดินไปพร้อมๆ กันด้วย ทำให้ป่าถูกเผาผลาญอย่างราบพนาสูญ การดับไฟทำได้ยากมากจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรกลหนัก และการดับไฟทางอากาศเข้าช่วย สำหรับประเทศไทย โอกาสเกิดไฟเรือนยอดเป็นไปได้ยาก ทั้งนี้เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่มีความชื้นค่อนข้างสูง ประกอบกับชนิดไม้ป่าส่วนใหญ่ลำต้นไม่มีเอกลสารนี้เป็นเอกลสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันหรือยาง ซึ่งจะทำให้ติดไฟได้ง่ายเหมือนไม้สนในเขตอบอุ่น อย่างไรก็ตาม ในภาคเหนือของประเทศ ซึ่งมี การปลูกสวนป่าสนสามใบอย่างกว้างขวางมาเป็นเวลานาน จนในปัจจุบันต้นสนเจริญเติบโตจนเรือนยอดแผ่ ขยายมาชิดติดกัน ดังนั้นหากเกิดไฟไหม้ในสวนป่าดังกล่าวในช่วงที่อากาศแห้งแล้งอย่างรุนแรง โอกาสที่จะเกิด เป็นไฟเรือนยอด ก็มีความเป็นไปได้สูง รูปร่างของไฟป่า ตามทฤษฎีแล้ว เมื่อเกิดไฟไหม้ป่าขึ้น หากไฟนั้นเกิด บนที่ราบ ไม่มีลม และเชื้อเพลิงมีปริมาณและการกระจายอย่างสม่ำเสมอ ไฟป่าก็จะลุกลามออกไปในทุกทิศทาง ทางโดยมีอัตราการลุกลามที่เท่ากันในทุกทิศทาง ทำให้ไฟป่ามีรูปร่างเป็นวงกลมที่ขยายใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ ตาม เวลาที่ผ่านมาไป โดยจุดศูนย์กลางของวงกลมคือจุดที่เริ่มเกิดไฟป่าขึ้น นั่นเอง แต่ในความเป็นจริง พื้นที่ป่ามักเป็น ที่ลาดชันสลับซับซ้อน ปริมาณและการกระจายของเชื้อเพลิงไม่สม่ำเสมอ ประกอบกับเมื่อเกิดไฟป่าจะทำให้ อากาศในบริเวณนั้นร้อนขึ้นและลอยตัวขึ้นเหนือกองไฟ อากาศเย็นในบริเวณข้างเคียงจะไหลเข้ามาแทนที่ เกิด เป็นระบบลมของไฟป่านั้นๆ ดังนั้น ไฟป่าในความเป็นจริงจะไม่มีรูปร่างเป็นวงกลม แต่มักจะเป็นรูปวงรี เนื่องจากอัตราการลุกลามของไฟในแต่ละทิศทางจะไม่เท่ากัน ทั้งนี้เกิดจากอิทธิพลของลม หรืออิทธิพลของ ความลาดชันของพื้นที่ ซึ่งแล้วแต่กรณี โดยรูปร่างของไฟที่ไหม้ไปตามทิศทางของลม จะเป็นไปได้ในทำนอง เดียวกับไฟที่ไหม้ขึ้นไปตามลาดเขา ส่วนต่างๆ ของไฟ ประกอบด้วย

1. หัวไฟ (Head) คือส่วนของไฟที่ลุกลามไปตามทิศทางลม หรือลุกลามขึ้นไปตามความลาดชันของภูเขา เป็นส่วนของไฟที่มีอัตราการลุกลามรวดเร็วที่สุด มีเปลวไฟยาวที่สุด มีความรุนแรงของไฟมากที่สุด จึงเป็นส่วนของไฟที่มีอันตรายมากที่สุดด้วยเช่นกัน

2. หางไฟ (Rear) คือส่วนของไฟที่ไหม้ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับหัวไฟ คือไหม้สวนทางลม หรือไหม้ลงมาตามลาดเขา ไฟจึงลุกลามไปอย่างช้าๆ เป็นส่วนของไฟที่เข้าควบคุมได้ง่ายที่สุด

3. ปีกไฟ (Flanks) คือส่วนของไฟที่ไหม้ตั้งฉากหรือขนานไปกับทิศทางหลักของหัวไฟ ปีกไฟแบ่งเป็นปีกซ้ายและปีกขวา โดยกำหนดปีกซ้ายปีกขวาจากการยืนที่หางไฟแล้วหันหน้าไปทางหัวไฟ ปีกไฟโดยทั่วไปจะมีอัตราการลุกลามและความรุนแรงน้อยกว่าหัวไฟ แต่มากกว่าหางไฟ

4. นิ้วไฟ (Finger) คือส่วนของไฟที่เป็นแนวยาวแคบๆ ยื่นออกไปจากตัวไฟหลัก นิ้วไฟแต่ละนิ้วจะมีหัวไฟและปีกไฟของมันเอง นิ้วไฟเกิดจากเงื่อนไขของลักษณะเชื้อเพลิง และลักษณะความลาดชันของพื้นที่

5. ขอบไฟ (Edge) คือขอบเขตของไฟป่านั้นๆ ในช่วงเวลาหนึ่งๆ ซึ่งอาจจะเป็นส่วนที่ไฟกำลังไหม้ลุกลามอยู่ หรือเป็นส่วนที่ไฟนั้นได้ดับลงแล้วโดยสิ้นเชิง

6. ง่ามไฟ (Bay) คือส่วนของขอบไฟที่อยู่ระหว่างนิ้วไฟ ซึ่งจะมีอัตราการลุกลามช้ากว่านิ้วไฟ ทั้งนี้เนื่องจากเงื่อนไขของลักษณะเชื้อเพลิง และลักษณะความลาดชันของพื้นที่

7. ลูกไฟ (Jump Fire or Spot Fire) คือส่วนของไฟที่ไหม้หน้าตัวไฟหลัก โดยเกิดจากการที่สะเก็ดไฟจากตัวไฟหลักถูกลมพัดให้ปลิวไปตกหน้าแนวไฟหลักและเกิดลูกไฟไหม้กลายเป็นไฟป่าขึ้นอีกหนึ่งไฟ สำหรับประเทศไทย ศิริ (2531) ได้ศึกษารูปร่างและอัตราการลุกลามของส่วนต่างๆของไฟในป่าเบญจพรรณ ซึ่งพบว่า บนพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย ไฟจะมีรูปทรงรีกว้าง ค่อนไปทางวงกลม ในทางตรงกันข้ามบนพื้นที่ลาดชันสูง ไฟจะมีรูปทรงรีที่แคบและเรียวยาว สำหรับอัตราการลุกลามของไฟนั้น พบว่าหัวไฟจะมีอัตราการลุกลามที่รวดเร็วกว่าปีกไฟและหางไฟมาก โดยหัวไฟมีอัตราการลุกลามเป็น 7.45 เท่า และ 8.72 เท่า ของปีกไฟและหางไฟตามลำดับ ส่วนปีกไฟมีอัตราการลุกลามรวดเร็วกว่าหางไฟเล็กน้อย คือมีอัตราการลุกลามเป็น 1.25 เท่าของหางไฟ สำหรับในป่าเต็งรังนั้น ศิริ (2532) พบว่าหัวไฟมีอัตราการลุกลามเป็น 4.90 เท่า และ 7.50 เท่า ของปีกไฟและหางไฟตามลำดับ ส่วนปีกไฟมีอัตราการลุกลามรวดเร็วกว่าหางไฟเล็กน้อย คือมีอัตราการลุกลามเป็น 1.50 เท่าของหางไฟ พฤติกรรมของไฟป่า พฤติกรรมของไฟป่า (Forest Fire Behavior) เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่ใช้พรรณนาลักษณะการลุกลามและขยายตัวของไฟป่าหลังจากการสันดาปซึ่งจะเป็นไปตามสภาวะแวดล้อมในขณะนั้น ทำให้ไฟป่าที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งแสดงพฤติกรรมที่แตกต่างกันไปตามสภาวะแวดล้อมที่แตกต่าง การผันแปรของพฤติกรรมไฟป่าดังกล่าว ทำให้พนักงานดับไฟป่าที่มีประสบการณ์สูงส่วนมากมักจะกล่าวว่า ไม่มีไฟป่าใดๆที่แสดงพฤติกรรมเหมือนกันเลย พฤติกรรมของไฟป่าที่สำคัญ ได้แก่ อัตราการลุกลามของไฟ (Rate of Spread) ความรุนแรงของไฟ (Fire Intensity) และความยาวเปลวไฟ (Flame Length)

1. อัตราการลุกลามของไฟ วัดเป็นหน่วยระยะทางต่อเวลา เช่น เมตร/นาทิจ หรือวัดเป็นหน่วยพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ต่อระยะเวลา เช่น ไร่/นาทิจ
2. ความรุนแรงของไฟ เป็นการวัดอัตราการปลดปล่อยพลังงานจากเชื้อเพลิงที่ถูกไฟไหม้ โดยทั่วไปนิยมคำนวณค่าความรุนแรงของไฟจากสูตรสำเร็จของ Byram ซึ่งเป็นการวัดอัตราการปลดปล่อยพลังงานต่อหน่วยระยะทางการลุกลามของแนวหัวไฟ (Btu/ft/sec or kw/m) หรือสูตรสำเร็จของ Rothermel ซึ่งเป็นการวัดอัตราการปลดปล่อยพลังงานต่อหน่วยพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ (Btu/ft²/sec or kj/m²/min)
3. ความยาวเปลวไฟ คือระยะจากกึ่งกลางฐานของไฟซึ่งติดกับผิวดินถึงยอดของเปลวไฟ มีหน่วยวัดเป็นเมตรหรือฟุต ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมของไฟป่า ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของไฟป่า มีอยู่ 3 ปัจจัย ได้แก่ ลักษณะเชื้อเพลิง ลักษณะอากาศ และลักษณะภูมิประเทศ

1. ลักษณะเชื้อเพลิง

1.1 ขนาดของเชื้อเพลิง ขนาดของเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยที่กำหนดอัตราการสันดาปของเชื้อเพลิง โดยถ้าเชื้อเพลิงมีพื้นที่ผิวต่อหน่วยปริมาตรมาก อัตราการสันดาปจะช้ากว่าเชื้อเพลิงที่มีพื้นที่ผิวต่อหน่วยปริมาตรน้อย ดังนั้นเชื้อเพลิงที่มีขนาดเล็ก เช่น ใบไม้แห้ง กิ่งก้านไม้แห้ง และหญ้าจะติดไฟง่ายกว่าและลุกลามได้รวดเร็วกว่า ในทางตรงข้ามเชื้อเพลิงขนาดใหญ่ เช่น กิ่งก้านไม้ขนาดใหญ่ ท่อนไม้ ตอไม้ ไม้ยืนตาย จะติดไฟยากกว่า และลุกลามไปอย่างช้าๆ แต่มีความรุนแรงมากกว่า

1.2 ปริมาณหรือน้ำหนักของเชื้อเพลิง ปริมาณหรือน้ำหนักของเชื้อเพลิงต่อหน่วยพื้นที่มีผลโดยตรงต่อความรุนแรงของไฟ โดยหากมีเชื้อเพลิงต่อหน่วยพื้นที่มาก ไฟก็จะมี ความรุนแรงมาก และปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมาอีกด้วยเช่นกัน ปริมาณของเชื้อเพลิงมีการผันแปรอย่างมากตามความแตกต่างของชนิดป่า และความแตกต่างของพื้นที่ เช่น ปริมาณเชื้อเพลิงในป่าเต็งรัง จังหวัดสกลนคร เท่ากับ 4,133 กิโลกรัม/เฮกแตร์ (ศุภรัตน์, 2535) ในขณะที่ป่าเต็งรัง จังหวัดเชียงใหม่ มีปริมาณเชื้อเพลิง ถึง 5,190 กิโลกรัม/เฮกแตร์ (ศิริ และ สานิตย์, 2535) และในป่าเบญจพรรณ จังหวัดนครราชสีมา พบว่ามีปริมาณเชื้อเพลิง 5,490 กิโลกรัม/เฮกแตร์ (ศิริ, 2537)

1.3 ความหนาของชั้นเชื้อเพลิง หากเชื้อเพลิงมีการสะสมตัวกันมาก ชั้นของเชื้อเพลิงจะมีความหนาแน่นมาก ทำให้เกิดน้ำหนักกดทับให้เชื้อเพลิงเกิดการอัดแน่นตัว มีปริมาณเชื้อเพลิงต่อหน่วยพื้นที่มาก ทำให้ไฟที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงมากตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม ถ้าชั้นของเชื้อเพลิงหนาเกินไปมีการอัดแน่นจนไม่มีช่องให้ออกซิเจนแทรกตัวเข้าไป การลุกลามก็จะเป็นไปได้ยากและเป็นไปอย่างช้าๆในขณะเดียวกัน ความหนาของชั้นเชื้อเพลิงมีผลโดยตรงต่อความยาวเปลวไฟ คือถ้าชั้นเชื้อเพลิงหนา ความยาวเปลวไฟก็จะยาวมากตามไปด้วย

1.4 การจัดเรียงตัวและความต่อเนื่องของเชื้อเพลิง เป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดอัตราการลุกลามและความต่อเนื่องของการลุกลามของไฟ หากเชื้อเพลิงมีการกระจายตัวอยู่อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องกันทั่วพื้นที่ ไฟก็สามารถลุกลามไปได้อย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว แต่ถ้าหากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อเพลิงมีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ กระจัดกระจายเป็นหย่อมๆ การลุกลามของไฟก็จะหยุดชะงักเป็นช่วงๆ และไฟเคลื่อนที่ไปได้ค่อนข้างช้า ความชื้นของเชื้อเพลิง มีอิทธิพลต่อการติดไฟและการลุกลามของไฟ คือถ้าเชื้อเพลิงมีความชื้นสูงจะติดไฟยากและการลุกลามเป็นไปอย่างช้าๆ ในทางตรงข้ามถ้าเชื้อเพลิงมีความชื้นต่ำก็จะติดไฟง่ายและลุกลามไปได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม พบว่าถ้าความชื้นของเชื้อเพลิงต่ำกว่า 5 % ไฟที่ไหม้เชื้อเพลิงนั้นไม่ว่าจะเป็นเชื้อเพลิงขนาดใหญ่หรือขนาดเล็กก็จะมีอัตราการลุกลามเท่ากัน แต่ถ้าเชื้อเพลิงมีความชื้นอยู่ระหว่าง 5 - 15 % ไฟที่ไหม้เชื้อเพลิงนั้นที่มีขนาดเล็กจะมีอัตราการลุกลามรวดเร็วกว่าเชื้อเพลิงขนาดใหญ่ สำหรับที่ระดับความชื้นของเชื้อเพลิงมากกว่า 15 % ไฟที่ไหม้เชื้อเพลิงขนาดใหญ่จะยังคงลุกไหม้และลุกลามต่อไปได้ ในขณะที่ไฟที่ไหม้เชื้อเพลิงขนาดเล็กจะดับลงด้วยตัวเอง จากการศึกษาในป่าเต็งรัง

1. ลักษณะอากาศ ลักษณะอากาศเป็นปัจจัยที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทำให้พฤติกรรมของไฟป่าผันแปรอยู่ตลอดเวลาตามไปด้วย ดังนั้นในการคาดคะเนพฤติกรรมไฟป่า จะต้องมีการตรวจวัดลักษณะอากาศอย่างต่อเนื่อง จึงจะสามารถคาดคะเนพฤติกรรมไฟป่าในแต่ละช่วงเวลาได้อย่างถูกต้องแม่นยำ นอก จากนี้พฤติกรรมของไฟป่ายังเป็นผลลัพธ์จากปฏิกริยาร่วมของปัจจัยลักษณะอากาศหลายๆ ปัจจัย ดังนั้น การคาดคะเนพฤติกรรมไฟป่าจะใช้เกณฑ์จากปัจจัยลักษณะอากาศเพียงปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งไม่ได้ ปัจจัยลักษณะอากาศที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของไฟป่าเป็นอย่างมาก

2. ความชื้นสัมพัทธ์ โดยทั่วไปแล้วความชื้นสัมพัทธ์จะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับความชื้นของเชื้อเพลิง ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูง ความชื้นของเชื้อเพลิงก็จะสูงตามไปด้วย จึงติดไฟยาก การลุกลามไปได้ช้า และมีความรุนแรงน้อย แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ความชื้นของเชื้อเพลิงก็จะต่ำตามไปด้วย ทำให้เชื้อเพลิงนั้นติดไฟง่าย การลุกลามรวดเร็ว และมีความรุนแรงมาก พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเชื้อเพลิงในป่าเต็งรัง จังหวัดเชียงใหม่ถึงร้อยละ 54.31 พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเชื้อเพลิงในป่าเต็งรัง จังหวัดสกลนครถึงร้อยละ 89.00 ยิ่งไปกว่านั้น ยังพบว่าในทุ่งหญ้าซึ่งเชื้อเพลิงส่วนใหญ่เป็นเชื้อเพลิงเบา นั้น ความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรุนแรงของไฟมากที่สุด คือมีอิทธิพลถึงร้อยละ 82.98 กำหนด Rules of Thumb ในเรื่องความชื้นสัมพัทธ์นี้ว่า

(1) เมื่ออุณหภูมิลดลงทุกๆ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าตัว เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุกๆ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์จะลดลงครึ่งหนึ่ง

(2) ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ ประมาณ 30 % ถือเป็นจุดอันตรายของไฟป่า

(3) ถ้าระดับความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 30 % จะควบคุมไฟได้ไม่ยากนัก แต่ถ้าระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 30 % จะควบคุมไฟได้ค่อนข้างยาก

(4) ความชื้นสัมพัทธ์ผันแปรไปตามช่วงเวลาของวัน ความชื้นสัมพัทธ์จะสูงสุดในช่วงเช้ามีด และต่ำสุดในช่วงบ่าย 2.2 อุณหภูมิ อุณหภูมิมีอิทธิพลโดยตรงต่อความชื้นของเชื้อเพลิง อุณหภูมิยิ่งสูงเชื้อเพลิงยิ่งแห้งและยิ่งติดไฟง่ายขึ้น การศึกษาที่ป่าเต็งรัง จังหวัดสกลนครพบว่า อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและจากการศึกษา พบว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความรุนแรงของไฟในป่าเต็งรัง จังหวัดเชียงใหม่มากที่สุด นอกจากนั้นอุณหภูมิยังมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอีกด้วย ลม ลมมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของไฟป่าในหลายทางคือ เป็นตัวช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้แก่ไฟป่า เป็นตัวการทำให้เชื้อเพลิงแห้งอย่างรวดเร็ว พัดลูกไฟไปตกหน้าแนวไฟเดิม เกิดเป็นไฟป่าขึ้นใหม่ และเป็นตัวกำหนดและเปลี่ยนแปลงทิศทางและอัตราการลุกลามของไฟไปตามทิศทางและความเร็วของลม ในกรณีของไฟเรือนยอด หรือไฟในทุ่งหญ้า หรือไฟผิวดินในป่าที่ค่อนข้างโล่ง ลมโดยเฉพาะลมบนจะเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมความรุนแรงของไฟเป็นอย่างมาก แต่สำหรับไฟผิวดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินในป่าที่มีต้นไม้อ่อนช้อยแน่นทึบ ลมบนแทบจะไม่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของไฟป่าเลย ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อลมพัดผ่านเข้าไปในป่า จะถูกต้นไม้ปะทะเอาไว้ทำให้ความเร็วของลมที่พัดผ่านป่าที่ระดับใกล้ผิวดินลดลงมาก และมีความอ่อนช้อยสม่ำเสมอ ความเร็วลมจะมีค่าสูงสุดในช่วงกลางวัน และลดลงในเวลาเย็น สำหรับพื้นที่ที่เป็นลาดเขา ลมจะพัดขึ้นเขาในเวลากลางวัน และพัดลงเขาในเวลากลางคืน นอกจากนั้นเพื่อความปลอดภัยในระหว่างปฏิบัติงานดับไฟป่า พนักงานดับไฟป่าจะต้องคำนึงไว้เสมอว่าเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า อัตราการลุกลามของไฟตามทิศทางลมจะเพิ่มขึ้นมากกว่าสองเท่าเสมอ ลมที่พัดขึ้นไปตามร่องเขา จะมีกำลังและความเร็วสูงกว่าลมที่พัดขึ้นไปตามลาดเขาปกติมาก ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากปรากฏการณ์ ปล่องควันไฟ (Chimney Effect) ซึ่ง สันนิษฐานว่าน่าจะเป็นสาเหตุการเสียชีวิตของพนักงานดับไฟป่า จำนวน 5 นาย ที่จังหวัดเชียงราย ในปี พ.ศ. 2539 ซึ่งถือเป็นโศกนาฏกรรมครั้งยิ่งใหญ่ที่สุดในประวัติศาสตร์ของงานควบคุมไฟป่าในประเทศไทย ภาพที่ 1.6 อิทธิพลของลมทำให้ไฟป่ามีความรุนแรงมากกว่าปกติ 2.4 ปฏิกริยารวมของปัจจัยลักษณะอากาศ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าพฤติกรรมของไฟป่าเป็นผลลัพธ์จากปฏิกริยารวมของปัจจัยลักษณะอากาศหลายๆ ปัจจัยรวมกัน จึงทำให้สรุปได้ว่า

(1) ไฟป่าจะมีอันตรายมากที่สุดในช่วงเวลากลางวัน ระหว่างเวลา 10.00 น. ถึง 18.00 น. เพราะเป็นช่วงที่ความเร็วลมสูง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และอุณหภูมิสูง

(2) ไฟป่าจะมีอันตรายน้อยที่สุดในช่วงเวลากลางคืน ระหว่างเวลา 02.00น. ถึง 06.00 น. เพราะเป็นช่วงที่ความเร็วลมต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์สูง และอุณหภูมิต่ำ

(3) ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิประเทศเป็นปัจจัยที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด จึงเป็นปัจจัยที่ค่อนข้างคงที่ ลักษณะภูมิประเทศมีอิทธิพลทางอ้อมต่อพฤติกรรมของไฟป่า โดยมีผลต่อเชื้อเพลิงและลักษณะอากาศ ลักษณะภูมิประเทศที่สำคัญและมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของไฟป่าเป็นอย่างมาก ได้แก่

3.1 ความลาดชัน (Slope) ความลาดชันมีอิทธิพลโดยตรงต่อทิศทางและอัตราการลุกลามของไฟ ไฟที่ลุกลามขึ้นไปตามลาดเขาจะมีอัตราการลุกลามรวดเร็วและมีความรุนแรงกว่าไฟบนที่ราบเป็นอย่างมาก ยิ่งความลาดชันมากเท่าไร อัตราการลุกลามของไฟก็ยิ่งมากตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการพาความร้อนผ่านอากาศขึ้นไปทำให้เชื้อเพลิงด้านบนแห้งไว้อ่อนแล้วจึงติดไฟได้รวดเร็ว และแนวของเปลวไฟก็อยู่ใกล้เชื้อเพลิงที่อยู่ข้างหน้านามากกว่า จากการศึกษา พบว่า ที่ความลาดชัน 15-17 % ถ้าความลาดชันเพิ่มขึ้นทุกๆ 10 % อัตราการลุกลามของไฟจะเพิ่มขึ้นอีก 1 เท่าตัวของอัตราการลุกลามที่ความลาดชัน 15-17 % นั้น ไฟที่ไหม้ขึ้นไปตามลาดเขาจะมีรูปร่างและพฤติกรรมคล้ายกับไฟที่ไหม้ไปตามอิทธิพลของลม โดยทั่วไปไฟจะไหม้ขึ้นเขาในเวลากลางวัน และไหม้ลงเขาในเวลากลางคืน ตามทิศทางการพัดของลมภูเขา ในกรณีที่เกิดไฟไหม้ขึ้นเขาในเวลากลางคืน จะพบว่าอัตราการลุกลามช้ากว่าไฟไหม้ขึ้นเขาในเวลากลางวันมาก ทั้งนี้เนื่องจากไฟต้องไหม้ทวนทิศทางลม ในทางตรงกันข้าม ไฟที่ไหม้ลงเขาในเวลากลางคืน จะมีอัตราการลุกลามรวดเร็วกว่าไฟไหม้ลงเขาในเวลากลางวันมาก ทั้งนี้เนื่องจากไฟจะไหม้ไปตามทิศทางลม

3.2 ทิศด้านลาด (Aspect) คือการบอกทิศทางของพื้นที่ที่มีความลาดชันนั้นๆ ว่าหันไปทางทิศใด พื้นที่ลาดชันที่หันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้จะรับแสงอาทิตย์ในเวลากลางวันทำให้พื้นที่มีความแห้งแล้งกว่าพื้นที่ในทิศด้านลาดอื่นๆ เชื้อเพลิงจึงแห้ง ติดไฟง่ายและไฟลุกลามได้รวดเร็วกว่าบนทิศด้านลาดอื่นๆ นอกจากนี้แล้ว ปัจจัยภูมิประเทศอื่นๆ ก็มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของไฟป่าด้วย เช่น ระดับความสูงของพื้นที่มีผลต่ออุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน และชนิดของพืชพรรณ ภูมิประเทศที่ไม่สม่ำเสมอ เช่นหุบเขาทำให้เกิดลักษณะอากาศเฉพาะที่ (Microclimate) ทำให้กระแสลมปั่นป่วน ทำให้เกิดลมหมุนและลมทวน หุบเขาแคบๆ หรือร่องเขาทำหน้าที่คล้ายปล่องควันที่ช่วยเร่งความเร็วของกระบวนการพาความร้อน อันเป็นการเร่งอัตราการสันดาปอีกทอดหนึ่ง (ข้อมูล หนังสือการควบคุมไฟป่าในประเทศไทย ศิริ อัคระอัคร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 หน่วยงานที่รับผิดชอบ

ส่วนควบคุมไฟฟ้า สำนักป้องกัน ปรามปรามและควบคุมไฟฟ้า

วิสัยทัศน์ คือ คุ่มครองและฟื้นฟูสมดุลของระบบนิเวศป่าไม้และความหลากหลายทางชีวภาพ ด้วยการบริหารจัดการองค์ประกอบด้านไฟฟ้าบนพื้นฐานการมีส่วนร่วมของประชาชน เพื่อให้ป่าไม้เป็นฐานทรัพยากรที่เหมาะสมในการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

พันธกิจ คือ บริหารจัดการและแก้ไขปัญหาไฟฟ้า เพื่ออนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ ยุทธศาสตร์ คือ

1. บริหารจัดการไฟฟ้าโดยการมีส่วนร่วมของประชาชนตามแนวทางของภูมิปัญญา

ท้องถิ่น

2. เปลี่ยนความขัดแย้งในปัญหาไฟฟ้าให้เป็นความร่วมมือ บนพื้นฐานของความเข้าใจอันดีและการประสานผลประโยชน์ร่วมกัน

3. พัฒนาเทคโนโลยีการใช้ไฟให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการรักษาสมดุลตามธรรมชาติของระบบนิเวศป่าไม้

ตารางที่ 2.5 แสดงงานและโครงการที่เป็นหน้าที่หลักของส่วนควบคุมไฟฟ้า

งานและโครงการ	ผลผลิตหลัก	ตัวชี้วัด
1. กิจกรรมการควบคุมไฟฟ้า	ทรัพยากรป่าไม้ที่มีความอุดมสมบูรณ์ และมีความหลากหลายทางชีวภาพ	- จำนวนครั้งที่เกิดไฟฟ้า - จำนวนเนื้อที่เกิดไฟฟ้า - พื้นที่ป่าอุดมสมบูรณ์มากขึ้น
2. โครงการจัดทำแนวกันไฟปลงสุท้องถิ่น	ความร่วมมือของประชาชนในการแก้ไขปัญหาไฟฟ้า	- จำนวนอาสาสมัคร - จำนวนเครือข่ายอาสาสมัคร

2.2.6 เครื่องมือและอุปกรณ์การดับไฟป่า

ทหารหาญที่เข้าสู่สมรภูมิรบจำเป็นต้องมีอาวุธเพื่อใช้ต่อกรกับอริราชศัตรู อาวุธที่ทรงอำนาจประกอบด้วยความชำนาญของเชี่ยวชาญในการใช้อาวุธนั้น คือปัจจัยสำคัญที่นำมาซึ่งชัยชนะเหนือข้าศึก ในทำนองเดียวกัน พนักงานดับไฟป่าที่เข้าสู่สมรภูมิไฟป่าก็จำเป็นต้องมีอาวุธเพื่อใช้ในการต่อกรกับไฟป่าเช่นกัน โดยอาวุธที่ใช้เรียกว่า เครื่องมือและอุปกรณ์ดับไฟป่า ซึ่งเช่นกัน พนักงานดับไฟป่าจะต้องเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสม ประกอบกับต้องมีทักษะและความเชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์นั้น จึงจะสามารถกำจัดชัยชนะเหนือไฟป่าได้อย่างปลอดภัย ทั้งนี้จะต้องระลึกไว้เสมอว่า แม้ว่าเครื่องมือจะทรงอำนาจอย่างไรก็ตาม หากอยู่ในมือของผู้ไร้ความสามารถ เครื่องมือนั้นก็ไร้ค่าไร้ประโยชน์ ดังนั้นพนักงานดับไฟป่าทุกคนจะต้องมีความรู้ในเรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ในการดับไฟป่าเป็นอย่างดี กับทั้งจะต้องฝึกฝนทักษะความชำนาญในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ดังกล่าว เพื่อผลสำเร็จของงานและความปลอดภัยของตนเอง เพราะนอกจากเครื่องมือและอุปกรณ์ในการดับไฟป่าจะใช้ในการดับไฟป่าแล้ว ก็มีบ่อยครั้งที่สามารถใช้เพื่อป้องกันตัวของพนักงานดับไฟป่าเองให้รอดพ้นอันตรายจากไฟป่า เครื่องมือดับไฟป่าดับไฟป่าแบ่งกว้างๆ ออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือพื้นฐาน (Hand tool) ซึ่งส่วนใหญ่จะพัฒนาหรือปรับปรุงมาจากเครื่องมือการเกษตร และเครื่องจักรกล (Machinery) โดยแต่ละชนิดแต่ละประเภท จะมีความเหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันออกไป เครื่องมือดับไฟป่ามีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ที่ดับไฟ (Fire swatter or Fire beater) เป็นเครื่องมือดับไฟป่าที่พัฒนาขึ้นโดยใช้หลักการแยกออกซิเจนออกจากองค์ประกอบของสามเหลี่ยมไฟ โดยการควบคุมไฟป้องกันไม่ให้ออกซิเจนเข้าไปทำปฏิกิริยาสันดาป ไฟก็จะดับลง ที่ดับไฟนี้พัฒนามาจากการภูมิปัญญาชาวบ้านที่ใช้กิ่งไม้ซึ่งมีใบหนาแน่นมาดับไฟ ลักษณะของที่ดับไฟคล้ายกับไม้กวาด ประกอบด้วยส่วนหัว ซึ่งทำจากผ้าใบหนาเคลือบด้วยยาง (ส่วนใหญ่ใช้สายพานลำเลียงมาตัดให้ได้ขนาดความยาวที่เหมาะสมแก่การใช้งาน) มีขนาดประมาณ 30 x 40 ซม. โดยต่อกับส่วนที่เป็นด้ามยาวประมาณ 2-2.5 เมตร

การใช้งาน ใช้ในการดับไฟทางตรง โดยการควบคุมลงไปบนเปลวไฟ เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับไฟ เปลวไฟก็จะดับลง เหมาะสำหรับการดับไฟที่ไหม้เชื้อเพลิงเบา ได้แก่ หญ้า และใบไม้แห้ง

การบำรุงรักษา ตรวจสอบให้เหล็กประกบที่ยึดแผ่นดับไฟให้ติดกับตัวด้ามมีความมั่นคงแน่นหนาอยู่เสมอ และแผ่นดับไฟที่ใช้งานมานานจะบางลงและอ่อนนิ่มจนลดประสิทธิภาพในการทำงาน ต้องเปลี่ยนใหม่ตามความเหมาะสม และด้ามของที่ดับไฟอาจทำด้วยไม้จริง ไม้ไผ่ หรือหวาย ต้องตรวจสอบให้อยู่ในสภาพที่มั่นคงแข็งแรงอยู่เสมอ หากพบรอยแตกร้าวหรือถูกมอดเจาะ ต้องเปลี่ยนด้ามใหม่ทันที ด้ามที่ทำจากไม้ไผ่จะมีความยืดหยุ่นและใช้งานได้ดีกว่าด้ามไม้ แต่มีความคงทนถาวรน้อยกว่า ดังนั้นก่อนใช้จึงควรนำไปแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ เพื่อป้องกันมอดกัดกิน หลังจากนั้นนำมาบั้งไฟพอกเกรียมเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ก่อนนำไปใช้ ส่วนด้ามที่ทำจากหวายจะมีคุณภาพดีที่สุดในด้านความยืดหยุ่นและความคงทนถาวร แต่มีปัญหาคือราคาแพงและหายากมาก

ตารางที่ 2.6 การวิเคราะห์ SWOT เครื่องมือที่ดับไฟ

Analysis เครื่องมือที่ดับไฟป่า	
S : Strengths (จุดแข็ง)	1. สามารถดับไฟทางตรงได้ เหมาะสมใช้ดับไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงเบา 2. น้ำหนักเบา ขนส่งและลำเลียงง่าย , ราคาถูก
W : Weaknesses (จุดอ่อน)	1. ไม่มีความแข็งแรงและคงทน อาจจะมีการบิดร้าวหรืออในส่วนของมือจับ 2. ด้ามจับมีราคาแพงและต้องหมั่นตรวจสอบอยู่เสมอ
O : Opportunities (โอกาส)	1. ควรมีการปรับปรุงในส่วนofd้ามจับให้มีน้ำหนักที่เบา มีการซ่อมบำรุงที่น้อย 2. มีการปรับปรุงรูปแบบให้เหมาะสมกับการขนส่งที่ประหยัดเนื้อที่และเหมาะสมกับร่างกายของเจ้าหน้าที่ผู้ใช้งาน
T : Threats (อุปสรรค)	1. มีการขนส่งที่ยุ่ยากสิ้นเปลืองเนื้อที่ที่ต้องใช้แรงคนในการแบกเข้าสู่พื้นที่ไฟไหม้ 2. ต้องมีการดูแลรักษาซ่อมบำรุงอย่างต่อเนื่องและราคาแพง

ข. ถังฉีดน้ำดับไฟป่า น้ำเป็นสารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูงและราคาถูกที่สุด จึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะใช้ในการดับไฟป่า แต่การลำเลียงน้ำเข้าไปในพื้นที่ไฟไหม้ที่เป็นป่าเขาสลับซับซ้อนเป็นเรื่องยากลำบาก จึงต้องออกแบบถังบรรจุน้ำสำหรับสะพายหลังเพื่อความสะดวกในการเดินทางไกล โดยทั่วไปแล้วถังฉีดน้ำดับไฟป่า (Backpack pump or Knapsack sprayer) มี 2 ประเภท คือ

- ประเภทถังแข็งคงรูป ทำจากอลูมิเนียมหรือพลาสติก โดยทรงถังจะโค้งเข้ากับแผ่นหลัง มีสายสะพายสำหรับสะพายคล้องไหล่ ด้านล่างของถังหรือที่ฐานของถังจะมีรูให้น้ำออกเพื่อต่อเชื่อมด้วยสายยางมายังที่สูบลม ด้านบนถังจะมีฝาเปิด-ปิด ใช้สำหรับเป็นช่องทางในการเติมน้ำ โดยปกติถังจะออกแบบให้บรรจุน้ำได้ประมาณ 15-20 ลิตร และที่สูบลมสามารถฉีดน้ำไปได้ไกลประมาณ 5-8 เมตร โดยทั่วไปสามารถนำถังที่ใช้พ่นยาฆ่าแมลงหรือพ่นปุ๋ยเคมีในทางการเกษตรมาใช้แทนถังน้ำดับไฟป่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประเภทถังอ่อนพับเก็บได้ ตั้งถังทำจากแผ่นยาง หรือแผ่นผ้าใบเคลือบยาง จึงมีลักษณะเหมือนถุงใส่น้ำที่จะโป่งออกเมื่อเติมน้ำเต็ม แต่จะแฟบลงเมื่อน้ำหมด จึงสามารถม้วนหรือพับให้เหลือขนาดเล็กสำหรับเก็บหรือเพื่อความสะดวกในระหว่างการขนย้ายเคลื่อนที่

การใช้งาน ใช้สำหรับฉีดลดความร้อนของไฟในการดับไฟทางตรง เพื่อให้เครื่องมือดับไฟชนิดอื่นสามารถเข้าไปทำงานที่ขอบของไฟได้ และใช้ในการกวาดเก็บ โดยฉีดพรมแนวต่ำ ฉีดดับไฟที่ยังเหลือค้างอยู่ในโพรงไม้ ในรอยแตกของไม้ หรือในฐานกอไม้ ที่เครื่องมืออย่างอื่นเข้าไปทำงานไม่ได้ รวมทั้งใช้เป็นน้ำสำรองน้ำสำหรับการยิงซีพในป่าของพนักงานดับไฟป่า

การบำรุงรักษา ต้องหมั่นตรวจสอบรอยต่อของสายยางกับตัวถัง และรอยต่อของสายยางกับที่สูบลม ให้แน่นสนิทไม่รั่วซึม ตรวจสอบลูกยาง แผ่นปะเก็นในกระบอกของที่สูบลม เปลี่ยนใหม่ทันทีเมื่อชำรุดหรือหมดอายุการใช้งาน และหากคันชักของที่สูบลมเริ่มฝืด จะต้องขลิบด้วยน้ำมันหล่อลื่นทันที ควรที่จะตรวจสอบตัวถังฉีดน้ำ เพื่อหารอยรั่ว หรือรอยแตก ร้าว อันจะทำให้รั่วซึมออก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถังอ่อนแบบพับได้ ซึ่งมีโอกาสถูกหนามหรือหินแหลมคมเกี่ยวขาดหรือเจาะทะลุเป็นรูได้ง่าย การวางถังฉีดน้ำที่ทำจากพลาสติกในขณะที่มีน้ำเต็ม ต้องวางด้วยความระมัดระวัง เพราะหากวางกระแทกกับพื้นโดยแรงทำให้แตกได้ง่ายและสำหรับถังพลาสติกห้ามนั่งบนถังโดยเด็ดขาด เพราะจะทำให้คอดึงบริเวณช่องเปิดเติมน้ำแตกได้ง่ายและสำหรับถังอ่อนแบบพับได้ ในกรณีที่บรรจุน้ำแล้ว ห้ามวางลงบนพื้นป่าเพราะอาจถูกหนาม ตอไม้ หิน ทิ่มตำจนขาดหรือเป็นรู การวางถังจะต้องใช้วิธีแขวนให้ตัวถังลอยจากพื้นเท่านั้น

ตารางที่ 2.7 การวิเคราะห์ SWOT เครื่องมือฉีดน้ำดับไฟป่า

Analysis เครื่องมือฉีดน้ำดับไฟป่า	
S : Strengths (จุดแข็ง)	1. สามารถใส่น้ำที่ผสมสารเคมีในการดับไฟป่ามีความเหมาะสมในการนำมาดับไฟป่า 2. น้ำหนักเบา ขนส่งและลำเลียงง่าย , ราคาถูก
W : Weaknesses (จุดอ่อน)	1. ไม่มีความแข็งแรงและคงทน อาจจะมีการแตกหักในส่วนถังที่เป็นพลาสติก 2. ต้องใช้แรงคนในการสูบลมและฉีดน้ำด้วยคันชัก (มือโยก) 3. เมื่อใส่น้ำเต็มความจุถังจะมีน้ำหนักมาก ต้องใช้แรงคนในการแบกเข้าสู่พื้นที่ไฟป่า 4. การเก็บรักษามีความยากลำบากเนื่องจากการต้องมีการซ่อมบำรุงอย่างต่อเนื่อง
O : Opportunities (โอกาส)	1. ควรมีการปรับปรุงในส่วนของตัวถังให้มีความคงทนแข็งแรงมากยิ่งขึ้น 2. มีการปรับปรุงรูปแบบให้เหมาะสมกับการขนส่งที่ประหยัดเนื้อที่และเหมาะสมกับร่างกายของเจ้าหน้าที่ผู้ใช้งาน อีกทั้งยังสามารถพ่วงเข้ากับยานยนต์เอนกประสงค์ที่พัฒนาได้เพื่อเป็นหน่วยกระจายน้ำดับขนาดเล็กในพื้นที่ปราศจากแหล่งน้ำ 3. ควรมีการปรับปรุงคุณสมบัติของถังใส่น้ำให้มีความคงทนแข็งแรง
T : Threats (อุปสรรค)	1. มีการขนส่งที่ย่างยากลำบากเนื่องที่ต้องใช้แรงคนในการแบกเข้าสู่พื้นที่ไฟไหม้ 2. ต้องมีการดูแลรักษาซ่อมบำรุงอย่างต่อเนื่องและราคาแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ครอบไฟป่า (Rake-hoe or Macleod) เป็นเครื่องมือที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในงานดับไฟป่าโดยเฉพาะ โดยการนำเครื่องมือทางการเกษตรสองชนิด คือคราดและจอบมาเชื่อมต่อให้เป็นเครื่องมือชิ้นเดียวกัน ทั้งนี้โดยส่วนหัวของเครื่องมือด้านหนึ่งมีลักษณะเป็นหน้าจอบ ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็นคราด จึงทำให้เครื่องมือดังกล่าวสามารถทำงานที่ต้องใช้ทั้งจอบและคราดในเวลาเดียวกันได้อย่างรวดเร็วขึ้น อนึ่ง ยังไม่สามารถค้นหาเอกสารอ้างอิงได้แน่นอนว่าใครเป็นผู้ประดิษฐ์อุปกรณ์ชนิดนี้ แต่ส่วนใหญ่จะเชื่อว่าเป็นการประดิษฐ์คิดค้นของ Mr. J.C. Macleod ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญไฟป่าชาวแคนาดา ดังนั้นจึงมีผู้ที่เรียกชื่อเครื่องมือดังกล่าวว่า Macleod ตามชื่อของ Mr. J.C. Macleod

การใช้งาน ใช้ในการทำแนวกันไฟ ซึ่งเป็นภารกิจที่เครื่องมือชนิดนี้ถูกออกแบบมาโดยเฉพาะ โดยใช้ด้านที่เป็นจอบในการถาก ถาง ขุด ตัด สับ เชื้อเพลิงที่เป็นวัชพืช ใบไม้ กิ่งไม้ ลูกไม้กอหญ้า ตอไม้ และรากไม้ จากนั้นจึงใช้ด้านที่เป็นคราด คราดเอาเชื้อเพลิงเหล่านี้ออกไปทิ้งนอกแนวกันไฟ ซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้รวดเร็วกว่าการใช้จอบและคราดแยกกัน และใช้ในการรวมกองเชื้อเพลิงเพื่อเผากำจัด โดยใช้ด้านจอบถากถางเชื้อเพลิง และใช้ด้านคราด คราดเชื้อเพลิงมารวมกองเพื่อเผากำจัดทิ้ง

การบำรุงรักษา ตรวจสอบให้ส่วนหัวของเครื่องมือติดยึดกับส่วนด้ามอย่างมั่นคงแน่นหนาอยู่เสมอ ส่วนคมของเครื่องมือ ทั้งด้านที่เป็นจอบ และที่สี่คราด จะต้องหมั่นลับให้คมอยู่เสมอ และตรวจสอบด้ามเครื่องมือให้มีความมั่นคงแข็งแรงอยู่เสมอ หากพบรอยแตกร้าวหรือถูกมอดเจาะ จะต้องรีบเปลี่ยนด้ามทันที หลังการใช้งานทุกครั้งจะต้องทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง แล้วขลิบด้วยน้ำมันเพื่อป้องกันสนิม

ตารางที่ 2.8 การวิเคราะห์ SWOT เครื่องมือครอบไฟป่า

Analysis เครื่องมือครอบไฟป่า	
S : Strengths (จุดแข็ง)	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถปฏิบัติงานได้รวดเร็วกว่าการใช้คราดและจอบแยกชนิดกัน 2. น้ำหนักเบา ขนส่งและลำเลียงง่าย , ราคาถูก 3. ใช้ถาก สับเศษวัชพืชที่แห้งออกจากแนวไฟ เพื่อกำจัดเชื้อเพลิงที่ติดได้ในแนวไฟป่า
W : Weaknesses (จุดอ่อน)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ไม่มีความแข็งแรงและคงทน อาจจะมีการแตกหักในส่วนด้ามจับ 2. ส่วนหัวที่ครอบไฟมีส่วนยึดติดที่สั่นคลอนง่าย 3. ด้ามจับมีการแตกหักหรือร้าวได้ง่าย 4. การเก็บรักษามีความยากลำบากเนื่องจากต้องมีการซ่อมบำรุงอย่างต่อเนื่อง
O : Opportunities (โอกาส)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ควรมีการปรับปรุงในส่วนของด้ามจับให้มีความคงทน 2. มีการปรับปรุงรูปแบบให้เหมาะสมกับการขนส่งที่ประหยัดเนื้อที่และเหมาะสมกับร่างกายของเจ้าหน้าที่ผู้ใช้งานอีกทั้งยังสามารถพ่วงเข้ากับยานยนต์เอนกประสงค์ที่พัฒนา 3. ควรมีการปรับปรุงในส่วนของหัวที่ครอบไฟให้ซ่อมบำรุงได้ง่ายยึดติดได้แน่น
T : Threats (อุปสรรค)	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีการขนส่งที่ยากลำบากเนื่องจากต้องใช้แรงคนในการแบกเข้าสู่พื้นที่ไฟไหม้ 2. ต้องมีการดูแลรักษาซ่อมบำรุงอย่างต่อเนื่อง

ง. พลั่วไฟป่า (Fire shovel) เป็นเครื่องมือที่พัฒนามาจากพลั่วที่ใช้งานในการเกษตรหรืองานก่อสร้างทั่วไป โดยดัดแปลงให้ใช้เหล็กที่หนากว่า ใบพลั่วมีลักษณะเรียวยาวและใบพลั่วเป็นรูปคล้ายใบโพธิ์หรือรูปหัวใจ คือตรงปลายจะเรียวยาวแหลม และมีคมสามด้าน คือ ด้านข้างทั้งสองด้านและด้านปลายแหลม พลั่วไฟป่าสามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางทั้งเพื่อการทำแนวกันไฟและใช้ในการดับไฟป่าโดยตรง

การใช้งาน ใช้สำหรับขุด ใช้ในการขุดร่องสนามเพาะทำแนวกันไฟเพื่อการดับไฟป่า พรูหรือไฟใต้ดิน และขุดดินหรือทรายเพื่อตักสาดดับไฟ โดยยกด้านปลายแหลมของใบพลั่วปักลงไปในดิน และเอ็กการันเป็นเอกสารที่ส่งมอบให้สำหรับการทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เท้ากดลงไปที่ยันของใบปลิวเพื่อให้ใบปลิวจมลึกลงไปในดิน จากนั้นจึงกดปลายด้ามปลิวลงเพื่อให้ใบปลิวงัดดินหรือทรายขึ้นมา และสามารถตัด โดยใช้ด้านข้างทั้งสองด้านของใบปลิวที่มีความคมในการตัดต้นไม้เล็กๆ กอหญ้า หรือรากไม้เล็กๆ เพื่อแยกเชื้อเพลิงในการทำแนวกันไฟ และการถาก โดยใช้ด้านคมด้านข้างอีกส่วน ของต้นไม้ ขอนไม้ ตอไม้ หรือรากไม้ที่ยังติดไฟอยู่ออก เพื่อการกวาดเก็บไฟให้ดับสนิท อีกทั้งตัดและสาด โดยการใช้ตัดดินหรือทรายสาดกลับให้ไฟดับ ทั้งนี้สามารถใช้สาดดินได้ไกลประมาณ 5-10 เมตร โดยใช้วิธีเหวี่ยงจากด้านข้างลำตัว หรือเหวี่ยงกลับหลัง และดับไฟ โดยใช้ใบปลิวดับดับไฟในทำนองเดียวกับการใช้ที่ดับไฟ สำหรับการดับเปลวไฟเล็กๆ น้อยๆ ที่กระจัดกระจายกันอยู่ ใช้ในการขุดหลุมบุคคลสำหรับเป็นที่หลบกำบังจากไฟป่าในกรณีฉุกเฉิน การบำรุงรักษา ปฏิบัติเหมือนกับการบำรุงรักษาครอบไฟป่า

ตารางที่ 2.9 การวิเคราะห์ SWOT เครื่องมือปลิวไฟป่า

Analysis เครื่องมือปลิวไฟป่า	
S : Strengths (จุดแข็ง)	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถปฏิบัติงานได้รวดเร็วกว่าการใช้คราดและจอบแยกชนิดกัน 2. น้ำหนักเบา ขนส่งและลำเลียงง่าย , ราคาถูก 3. ใช้ถาก สับเศษวัชพืชที่แห้งออกจากแนวไฟ เพื่อกำจัดเชื้อเพลิงที่ติดได้ในแนวไฟป่า
W : Weaknesses (จุดอ่อน)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ไม่มีความแข็งแรงและคงทน อาจจะมีการแตกหักในส่วนด้ามจับ 2. ส่วนหัวที่ครอบไฟมีส่วนยึดติดที่สั่นคลอนง่าย 3. ด้ามจับมีการแตกหักหรือร้าวได้ง่าย 4. การเก็บรักษามีความยากลำบากเนื่องจากต้องมีการซ่อมบำรุงอย่างต่อเนื่อง
O : Opportunities (โอกาส)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ควรมีการปรับปรุงในส่วนของด้ามจับให้มีความคงทน 2. มีการปรับปรุงรูปแบบให้เหมาะสมกับการขนส่งที่ประหยัดเนื้อที่และเหมาะสมกับร่างกายของเจ้าหน้าที่ผู้ใช้งาน อีกทั้งยังสามารถพ่วงเข้ากับยานยนต์เอนกประสงค์ที่พัฒนา 3. ควรมีการปรับปรุงในส่วนของหัวที่ครอบไฟให้ซ่อมบำรุงได้ง่ายยึดติดได้แน่น
T : Threats (อุปสรรค)	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีการขนส่งที่ยากกลืนเปลืองเนื้อที่ที่ต้องใช้แรงคนในการแบกเข้าสู่พื้นที่ไฟไหม้ 2. ต้องมีการดูแลรักษาซ่อมบำรุงอย่างต่อเนื่อง

2.3 ศึกษาข้อมูลลักษณะของปุ๋ยชีวภาพ

2.3.1 คำนิยามปุ๋ย ความหมายโดยทั่วไป

ปุ๋ย หมายถึง วัตถุหรือสารที่เราใส่ลงไปในดิน โดยมีความประสงค์ที่จะให้ธาตุอาหาร เพิ่มเติมแก่พืช ให้มีปริมาณที่เพียงพอ และสมดุลตามที่พืชต้องการใน พรบ.ปุ๋ย ปี 2518 ได้ให้คำจำกัดความปุ๋ยไว้ว่า หมายถึง สารอินทรีย์ หรือ อนินทรีย์ ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารแก่พืชได้ ไม่ว่าจะโดยวิธีใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในดิน เพื่อบำรุงความเติบโตแก่พืช

ปุ๋ยชีวภาพ หมายถึง ปุ๋ยที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ที่สามารถสร้างธาตุอาหารหรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช หรืออาจเรียกว่า ปุ๋ยจุลินทรีย์ (ยุทธศาสตร์ปุ๋ยชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร. 2548-2553)

ปุ๋ยชีวภาพ (ข้อมูลจากกรมวิชาการเกษตร) ปุ๋ยเป็นยุทธปัจจัยที่สำคัญ ในการผลิตพืช เนื่องจากปุ๋ยเป็นอาหารของพืช สามารถจำแนกปุ๋ยได้ 3 ประเภท คือ ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยเคมี ในการเลือกใช้ปุ๋ยนั้น เกษตรกรควรศึกษา ข้อดี และข้อเสีย ของปุ๋ยแต่ละประเภท ก่อนเลือกใช้ปุ๋ยแต่ละชนิด ปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้ การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การเลือกใช้ปุ๋ยให้เหมาะสมกับชนิดและอายุของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นในดิน คุณสมบัติของดิน และวิธีการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสาน จะเป็นแนวทางที่สามารถช่วยให้เกษตรกร ได้รับทั้งผลตอบแทนที่สูงสุด เสริมสร้างระบบการผลิตพืชแบบยั่งยืนและความปลอดภัยให้กับสภาพแวดล้อม

2.3.2 ประโยชน์ของปุ๋ยชีวภาพ

ช่วยทดแทนปุ๋ยเคมีในพืชตระกูลถั่ว ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมี ใส่เพียงครั้งเดียวตลอดชีวิตพืช ช่วยสร้างความสมดุลของธาตุอาหารพืช ใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อย ราคาถูก 2.3.3 E.M. (อี.เอ็ม.) E.M. ย่อมาจากคำว่า Effective Micro-organisms หมายถึง กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพคิดค้นพบโดย ศาสตราจารย์ ดร.เทโรโฮ ฮิงะ (TEROU HIGA) แห่งมหาวิทยาลัยริวกิว เมืองโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น โดยใช้เทคนิคทางชีวภาพ รวบรวมเฉพาะกลุ่มจุลินทรีย์ หมวดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ช่วยปรับปรุงสภาพความสมดุลของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น จุลินทรีย์หมวดสร้างสรรค์ที่มีใน EM ได้แก่ กลุ่มจุลินทรีย์แอส แลกโตบาซิลลัส เพนนิซิลีเยียม ไตรโคเดอมา ฟูเซิลีเยียม สเตปโตไมซิส อโซเบคเตอ ไรโซเบียม ยีสต์รา รูปเส้นใย จุลินทรีย์ใน EM ส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ และมีพลัง “แอนติออกซิเดชั่น” ซึ่งเป็นพลังสร้างสรรค์ของชีวิต ป้องกันมิให้มีการทำลายชีวภาพที่สำคัญของเซลล์ได้ป้องกันฤทธิ์ของสารพิษได้หลายชนิด รักษาสภาพธรรมชาติของเซลล์ ได้มิให้เสื่อมสภาพรักษาสุขภาพของคนและสัตว์ มิให้เป็นโรคหรือเจ็บป่วยได้ง่าย

ลักษณะโดยทั่วไปของ EM เป็นของเหลวสีน้ำตาลกลิ่นหอมอมเปรี้ยวอมหวาน (เกิดจากการทำงานของกลุ่มจุลินทรีย์ต่าง ๆ ใน E.M.) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ไม่สามารถใช้ร่วมกับสารเคมีหรือยาปฏิชีวนะและยาฆ่าเชื้อต่าง ๆ ได้ ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น คน สัตว์ พืช และแมลงที่เป็นประโยชน์ ช่วยปรับสภาพความสมดุลของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ ที่ทุกคนสามารถนำไปเพาะขยายเพื่อช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ลักษณะการผลิต เพาะขยายจากจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์มากกว่า 80 ชนิด จากกลุ่มจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง 1) กลุ่มจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติก 2) กลุ่มจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน 3) กลุ่มจุลินทรีย์เอคทีโนมัยซีทส์ 4) กลุ่มจุลินทรีย์ยีสต์ ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ได้จากธรรมชาตินำมาเพาะเลี้ยงและขยายให้จุลินทรีย์ขยายตัวด้วยปริมาณที่สมดุลกันด้วยเทคโนโลยีพิเศษ โดยใช้อาหารจากธรรมชาติ เช่น โปรตีน รำข้าวและสารประกอบอื่นๆ ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ในส่วนประโยชน์ของจุลินทรีย์โดยทั่วไป

- ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างในดินและน้ำ
- ช่วยแก้ปัญหาจากแมลงศัตรูพืชและโรคระบาดต่างๆ
- ช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ่นน้ำและอากาศผ่านได้ดี
- ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ เพื่อให้เป็นปุ๋ย (อาหาร) แก่อาหารพืชดูดซึมไปเป็น

อาหารได้ดี ไม่ต้องใช้พลังงานมากเหมือนการให้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์

- ช่วยสร้างฮอร์โมนพืช พืชให้ผลผลิตสูงและคุณภาพดีขึ้น
- ช่วยให้ผลผลิตคงทน สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน มีประโยชน์ต่อการขนส่งไกล ๆ

เช่น ส่งออกต่างประเทศ

- ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากฟาร์มปศุสัตว์ ไก่และสุกร ได้ภายในเวลา 24 ชม.
- ช่วยกำจัดน้ำเสียจากฟาร์มได้ภายใน 1 – 2 สัปดาห์
- ช่วยกำจัดแมลงวัน โดยการตัดวงจรชีวิตของหนอนแมลงวันไม่ให้เข้าแมลงวัน
- ช่วยป้องกันอหิวาห์และโรคระบาดต่าง ๆ ในสัตว์แทนยาปฏิชีวนะและอื่น ๆ ได้
- ช่วยเสริมสุขภาพสัตว์เลี้ยง ทำให้สัตว์แข็งแรงมีความต้านทานโรคสูง ให้ผลผลิตสูง

อัตราการตายต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ศึกษาข้อมูลลักษณะการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องยนต์

2.4.1 ความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานต่างเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรกลต่างๆในงานอุตสาหกรรมมอเตอร์มีหลายแบบหลายชนิดที่ใช้ให้เหมาะสมกับงานดังนั้นเราจึงต้องทราบถึงความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าตลอดคุณสมบัติการใช้งานของมอเตอร์แต่ละชนิดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานของมอเตอร์นั้นๆ

2.4.2 การจำแนกชนิดของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิดดังนี้

2.4.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะมีคุณสมบัติที่ดีเด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โรงงานถลุงโลหะหรือให้ เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้าศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จึงควรรู้จักอุปกรณ์ต่างๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่าง ๆ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนดังนี้

1) ส่วนที่อยู่กับที่หรือที่เรียกว่าสเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วย

- เฟรมหรือโยค (Frame Or Yoke) เป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปขั้วใต้ให้ครบวงจรและยึดส่วนประกอบอื่นๆให้แข็งแรงทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาเป็นรูปทรงกระบอก



ภาพที่ 2.1 ขั้วแม่เหล็ก (Pole) (ที่มา : <http://edu.e-tech.ac.th/>)



ภาพที่ 2.2 ขดลวดพันอยู่รอบขั้วแม่เหล็ก (ที่มา : <http://edu.e-tech.ac.th/>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนแรกแกนขั้ว(Pole Core)ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ กั้นด้วยฉนวน ประกอบกันเป็นแท่งยึดติดกับเฟรม ส่วนปลายที่ทำเป็นรูปโค้งนั้นเพื่อโค้งรับรูปกลมของตัวโรเตอร์เรียกว่า ขั้วแม่เหล็ก (Pole Shoes)มีวัตถุประสงค์ให้ขั้วแม่เหล็กและโรเตอร์ใกล้ชิดกันมากที่สุดเพื่อให้เกิดช่องอากาศ น้อยที่สุด เพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุดจะมีผลให้เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กผ่านไปยังโรเตอร์มากที่สุดแล้วทำให้เกิดแรงบิดหรือกำลังบิดของโรเตอร์มากเป็นการทำให้มอเตอร์มีกำลังหมุน(Torque)



ภาพที่ 2.3 ลักษณะของขั้วแม่เหล็ก (ที่มา : <http://edu.e-tech.ac.th/>)

- ส่วนที่สอง ขดลวดสนามแม่เหล็ก(Field Coil) จะพันอยู่รอบๆแกน ขั้วแม่เหล็กขดลวดนี้ทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้น และเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเกิดการหักล้างและเสริมกันกับสนามแม่เหล็กของอาเมเจอร์ทำให้เกิดแรงบิดขึ้น

- ตัวหมุน (Rotor) ตัวหมุนหรือเรียกว่าโรเตอร์ตัวหมุนนี้ทำให้เกิดกำลังงาน มีแกนวางอยู่ในตลับลูกปืน(Ball Bearing) ซึ่งประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย(End Plate) ของมอเตอร์



ภาพที่ 2.4 ตัวหมุน (ที่มา : <http://edu.e-tech.ac.th/>)

ตัวโรเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

- แกนเพลลา (Shaft) เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์ และยึดแกนเหล็ก อาร์มาเจอร์ (Armature Core)ประกอบเป็นตัวโรเตอร์แกนเพลลานี้จะวางอยู่บนแบร็ง เพื่อบังคับให้หมุนอยู่ในแนวหนึ่งไม่มีการสั่นสะเทือนได้

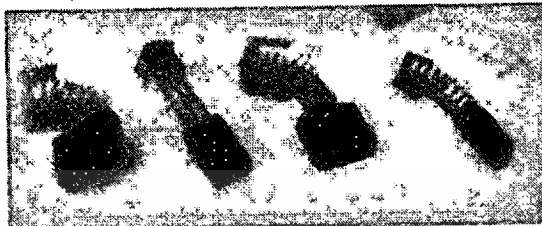
- แกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆหลายชั้น (Laminated Sheet Steel) เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์มาเจอร์ซึ่งสร้างแรงบิด (Torque)

- คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่แต่ละซี่มีฉนวนไมก้า (mica) คั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์ จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสายของขดลวดอาร์มาเจอร์ ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลลา เป็นรูปกลมทรงกระบอก มีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน (Carbon Brushes) เพื่อรับกระแสจากสายป้อนเข้าไปยัง ขดลวดอาร์มาเจอร์เพื่อสร้างเส้น

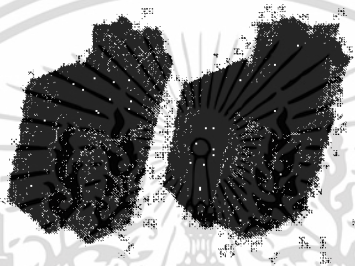
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่งให้เกิดการหักล้างและเสริมกันกับเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วน ซึ่งเกิดจากขดลวด ขั้วแม่เหล็กดังกล่าวมาแล้ว เรียกว่า ปฏิกริยามอเตอร์ (Motor action)

- ขดลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Winding) เป็นขดลวดพันอยู่ในร่อง สล็อต (Slot) ของแกนอาร์มาเจอร์ ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่ละจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับ การออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้นๆ เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับงานต่างๆ ที่ต้องการ



ภาพที่ 2.5 แปลงถ่าน (ที่มา : <http://edu.e-tech.ac.th/>)



ภาพที่ 2.6 ของแปลงถ่าน (ที่มา : <http://edu.e-tech.ac.th/>)

ทำด้วยคาร์บอนมีรูปร่างเป็นแท่งสี่เหลี่ยมพื้นผ้าในของแปรงมีสปริงกดอยู่ด้านบนเพื่อให้ถ่านนี้สัมผัสกับ ซีคอมมิวเตเตอร์ตลอดเวลาเพื่อรับกระแส และส่งกระแสไฟฟ้าระหว่างขดลวดอาร์มาเจอร์ กังวงจรไฟฟ้าจาก ภายนอก คือถ้าเป็นมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรงจะทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเข้าไปยังคอมมิวเตเตอร์ให้ ลวดอาร์มาเจอร์เกิดแรงบิดทำให้มอเตอร์หมุนได้

หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง (Motor Action) หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Motor Action) เมื่อเป็นแรงดันกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจะแปรงถ่านผ่านคอมมิวเตเตอร์ เข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์สร้างสนามแม่เหล็กขึ้น และกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวด สนามแม่เหล็ก (Field coil) สร้างขั้วเหนือ-ใต้ขึ้นจะเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนาม ในขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติ ของเส้นแรง แม่เหล็ก จะไม่ตัดกันทิศทางตรงข้ามจะหักล้างกัน และทิศทางเดียวจะเสริมแรงกัน ทำให้เกิด แรงบิดในตัวอาร์มาเจอร์ ซึ่งวางแกนเพลลาและแกนเพลลานี้ สวมอยู่กับตลับลูกปืนของมอเตอร์ ทำให้อาร์มาเจอร์ นี้หมุนได้ ขณะที่ตัวอาร์มาเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้นี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งหมายความว่าตัวหมุนการที่ อำนาจเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองมีปฏิกริยาต่อกัน ทำให้ขดลวดอาร์มาเจอร์ หรือโรเตอร์หมุนไปนั้นเป็นไปตามกฎ ซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming's left hand rule)

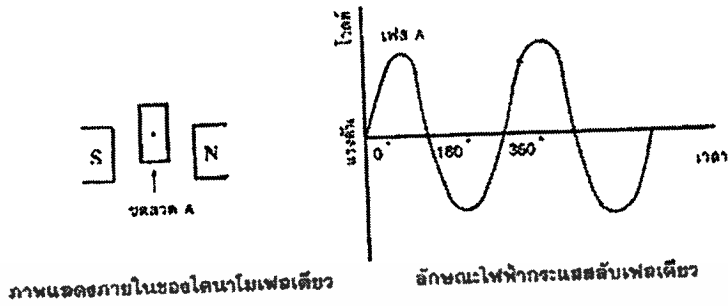
2.4.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current) เป็นไฟฟ้ากระแสที่มีทิศทางการเคลื่อนที่ กัน โดยกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดตัวนำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งมีอยู่ 3 ชนิดคือ ไฟฟ้า กระแสสลับ เฟสเดียว สองเฟส และสามเฟส ในปัจจุบันนิยมใช้เพียง 2 ชนิดเท่านั้น คือ "กระแสไฟฟ้าสลับเฟส เดียวกับสามเฟส" ลักษณะการเกิดไฟฟ้ากระแสสลับ คือ ขดลวดขุดเดียวหมุนตัดเส้นแรงแม่เหล็ก เกิดแรงดันก กระแสไฟฟ้าทำให้กระแสไหลไปยังวงจรภายนอก โดยผ่านวงแหวน และแปลงถ่านดังกล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่า เมื่อออกแรงหมุนลวดตัวนำได้ 1 รอบ จะได้กระแสไฟฟ้าชุดเดียวเท่านั้น ถ้าต้องการให้ได้ปริมาณกระแสไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

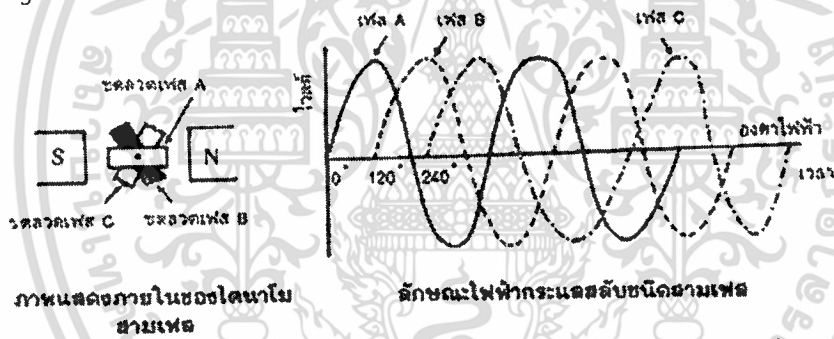
เพิ่มขึ้น ก็ต้องใช้ลวดตัวนำหลายชุดไว้บนแกนที่หมุน ดังนั้นในการออกแบบขดลวดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับถ้าหากออกแบบขดลวดขดลวดบนแกนให้เพิ่มขึ้นอีก 1 ชุด แล้วจะได้กำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

ก. ไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว (Single phase)



ภาพที่ 2.7 แสดงไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว (Single Phase)

ไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟส (Three Phase) เป็นการพัฒนามาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับชนิดสองเฟส โดยการออกแบบจัดวางขดลวดบนแกนที่หมุนของเครื่องกำเนิดนั้น เป็น 3 ชุด ซึ่งแต่ละชุดนั้นวางห่างกัน 120 องศาทางไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ในบ้านพักอาศัย ส่วนใหญ่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว (SinglePhase)ระบบการส่งไฟฟ้าจะใช้

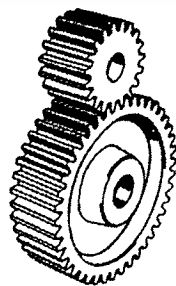


ภาพที่ 2.8 ไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟส (Three Phase)

2.5 ศึกษาข้อมูลชนิดและลักษณะของการใช้งานของเฟืองและสายพาน

2.5.1 เฟือง

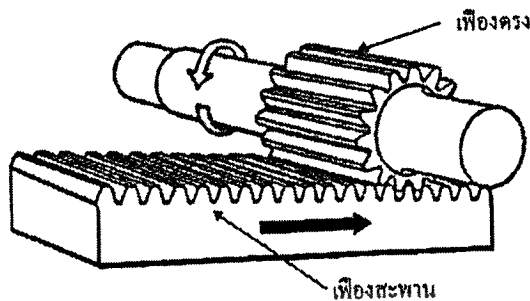
เฟืองที่ใช้เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลมีหลายชนิด แต่ละชนิดจะทำหน้าที่ส่งกำลังให้กับชิ้นส่วนอื่นๆของเครื่องจักรกลต่อไป เฟืองจะตรง ความตรงของฟันเฟืองจะขนานกับรูเพลลา เฟืองตรงจะมีลักษณะ



ภาพที่ 2.9 เฟืองตรง

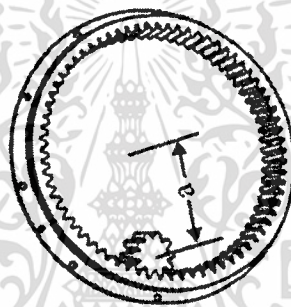
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟืองสะพาน (RACK GEARS) เป็นเฟืองตรงชนิดนี้ มีลักษณะรูปร่างยาวเป็นเส้นตรงเหมือน สะพาน ฟันเฟืองทำมุมกับลำตัว 90 องศา โดยประมาณ และต้องใช้คู่กับเฟืองตรงเฟืองสะพานที่ใช้งานกัน ทั่วไปมีรูปร่างลักษณะ



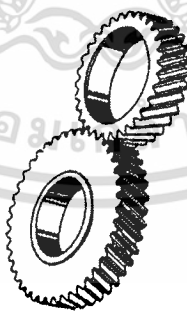
ภาพที่ 2.10 เฟืองสะพาน

เฟืองวงแหวน (INTERNAL GEARS) เป็นเฟืองตรงชนิดหนึ่งที่มีรูปร่างลักษณะกลมเช่นเดียวกับ เฟืองตรง แต่ฟันเฟืองจะอยู่ด้านบนของวงกลม และต้องใช้คู่กับเฟืองตรงที่มีขนาดเล็กกว่าขบอยู่ภายในเฟืองวง แหวนจะมีรูปร่างลักษณะ



ภาพที่ 2.11 เฟืองวงแหวน

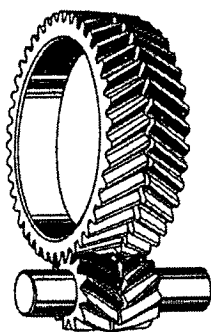
เฟืองเฉียง (HELICAL GEARS) จะมีลักษณะรูปร่างคล้ายเฟืองตรง คือ จะเป็นล้อกลมเช่นกัน แต่เฟืองเฉียงฟันของเฟืองจะเอียงไปมุมทำที่ที่ต้องการ อาจเอียงไปทางซ้ายหรือเอียงไปทางขวาขึ้นกับการใช้ งาน เฟืองเฉียงจะมีรูปร่างลักษณะ



ภาพที่ 2.12 เฟืองเฉียง

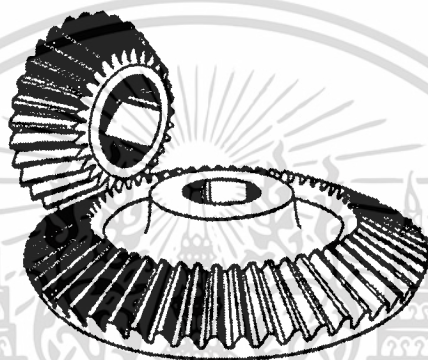
เฟืองเฉียงก้างปลา (HERRINGBONE GEARS) เป็นเฟืองที่มีลักษณะคล้ายกับเฟืองตรงแต่ของ เฟืองจะเอียงสลับกันเป็นฟันปลาเฟืองชนิดนี้จะมีรูปร่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



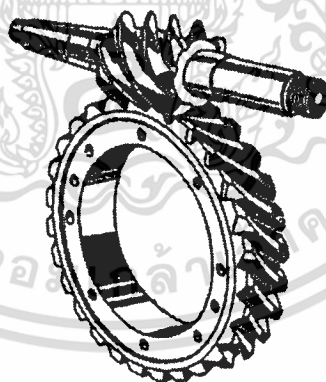
ภาพที่ 2.13 เฟืองเฉียงก้างปลา

เฟืองดอกจอก (BEVEL GEARS) ลักษณะของเฟืองคล้ายกับกรวยฟันของเฟืองดอกจอกมีทั้งแบบตงและแบบเฉียง เฟืองดอกจอกมีลักษณะ ดังรูป



ภาพที่ 2.14 เฟืองดอกจอก

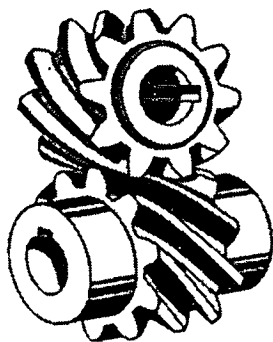
เฟืองหนอน (WORM GEARS) เป็นชุดเฟืองประกอบด้วยเกลิยวและเฟืองที่ใช้ในการส่งกำลัง รูปร่างลักษณะของเฟืองหนอนจะรูปร่าง



ภาพที่ 2.15 เฟืองหนอน

เฟืองเกลียวสกรู (SPIRAL GEARS) เป็นเฟืองเกลียวที่ใช้ส่งกำลังระหว่างเพลาที่ทำมุม 90 องศา เฟืองเกลียวชนิดนี้มีลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

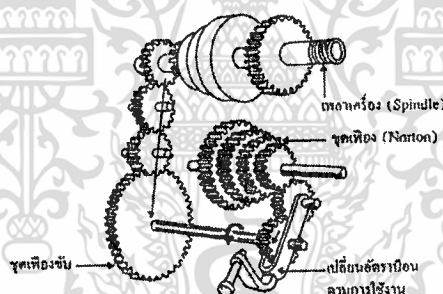


ภาพที่ 2.16 เฟืองเกลียวสกรู

2.5.2 หน้าที่ใช้งานของเฟือง

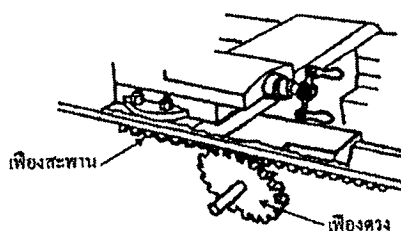
เฟืองแต่ละชนิดมีหน้าที่หลักที่เหมือนกัน คือ ใช้ในการส่งกำลังจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง แล้วแต่ลักษณะการใช้งาน แต่การใช้งานของเฟืองแต่ละชนิดจะมีหน้าที่รองต่างกั้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- หน้าที่การใช้งานของเฟืองตรง เป็นเฟืองที่ใช้ส่งกำลังกับเพลลาที่ขนานกัน เฟืองตรงเหมาะสำหรับการส่งกำลังที่มีความเร็วรอบต่ำ หรือความเร็วรอบปานกลางไม่เกิน 20 เมตร ต่อนาที เช่น ชุดเฟืองทดของเครื่องกลึงเพื่อเดินกลึงอัตโนมัติ หรือชุดเฟืองทดของเครื่องจักรกลการเกษตรที่ความเร็วรอบต่ำๆ ข้อดีของเฟืองตรงขณะใช้งานจะไม่เกินแรงในแนวแกน ประสิทธิภาพในการทำงานสูง หน้ากว้างของเฟืองตรงสามารถเพิ่มได้เพื่อให้เกิดผิวสัมผัสที่มากขึ้น เพื่อลดการสึกหรอให้น้อยลง ข้อเสียของเฟืองตรงขณะใช้งาน คือ ขณะที่เฟืองหมุนตัวอย่างการใช้งานของเฟือง



ภาพที่ 2.17 การใช้งานของเฟืองตรง

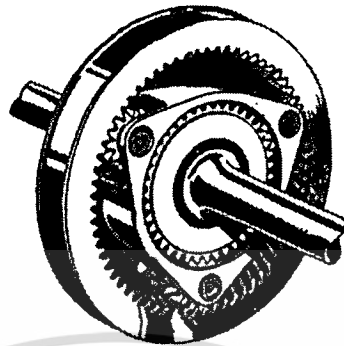
- หน้าที่การใช้งานของเฟืองสะพาน ในการใช้งานของเฟืองสะพาน(RACK) จะต้องใช้คู่กับเฟืองตรงที่ เรียกว่า ฟินเนียน(PINNION)เสมอ ก็จะสามารถทำการส่งกำลังได้ ลักษณะการใช้งานของเฟืองสะพาน ตัวอย่างเช่น เฟืองสะพานของเครื่องกลึงยนต์ ที่ช่วยให้แทนเคลื่อนเคลื่อนที่ ซ้าย-ขวา หรือเฟืองสะพานของเครื่องเจาะที่ทำหน้าที่เคลื่อนเพลลาเครื่องเจาะให้ขึ้นลง ดังรูป



ภาพที่ 2.18 การใช้งานของเฟืองสะพาน

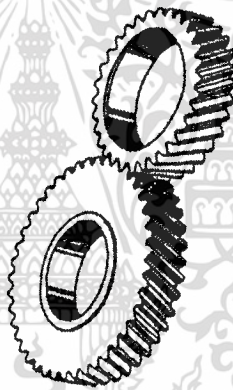
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน้าที่การใช้งานของเฟืองวงแหวน เฟืองชนิดนี้เป็นเฟืองเฉพาะอย่างที่ใช้ร่วมกับเครื่องจักรกล เช่นเป็นเฟืองสำหรับปั๊มเฟืองสำหรับปั๊มน้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์ โดยที่เฟืองตัวเล็กที่อยู่ภายในเป็นตัวขับส่วนตัวใหญ่จะหมุนในลักษณะการเอียงศูนย์ เพื่อดูดน้ำมันเครื่องส่งไปใช้งาน



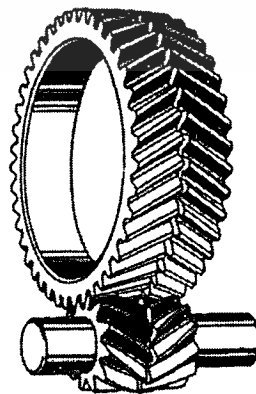
ภาพที่ 2.19 การใช้งานของเฟืองวงแหวน

- หน้าที่การใช้งานเฟืองเฉียง เฟืองเฉียงมีหน้าที่การใช้งานเหมือนกับเฟืองตรงทุกอย่าง แต่มีข้อดีกว่าเฟืองตรงทุกอย่าง แต่มีข้อดีกว่าเฟืองตรงที่เมื่อส่งกำลังด้วยความเร็วรอบสูงๆแล้วจะไม่เกิดเสียงเฟืองตรง ลักษณะการใช้งานของเฟืองเฉียง



ภาพที่ 2.20 การใช้งานของเฟืองเฉียง

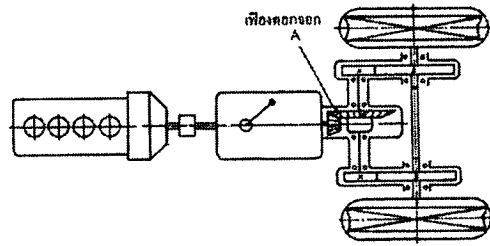
- หน้าที่การใช้งานของเฟืองก้างปลา เฟืองก้างปลาเป็นเฟืองที่ออกแบบมาเพื่อ สบล้างแรงดันที่ปลายฟันเฟือง เนื่องจากเฟืองก้างปลาเป็นเฟืองเฉียงที่สร้างมาให้คู่ติดกัน เฟืองก้างปลาใช้ส่งกำลังกับเพลลาที่ขนานกันเท่านั้น ข้อดีของเฟืองชนิดนี้ คือ เฟืองจะเลื่อนออกจากกันไม่ได้ ลักษณะการใช้งาน ดังรูป



ภาพที่ 2.21 การใช้งานของเฟืองก้างปลา

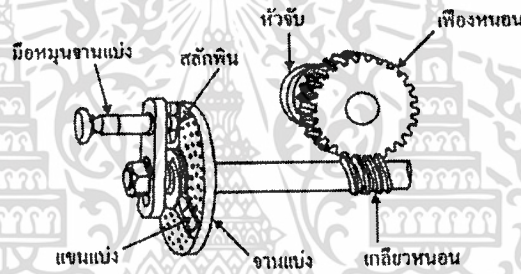
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน้าที่การใช้งานของเฟืองตอกจอก เฟืองตอกจอกเป็นที่ใช้ส่งกำลังเพื่อเปลี่ยนทิศทางการเพลลา หรือเพลลาสามารถทำมุมได้ 90 องศา และเป็นเฟืองที่ให้กำลังในการส่งมาก ส่วนใหญ่เป็นเฟืองของรถยนต์ เฟืองเกียร์รถยนต์



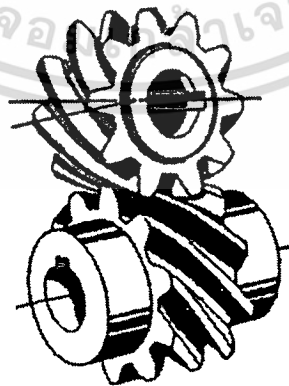
ภาพที่ 2.22 การใช้งานของเฟืองตอกจอก

- หน้าที่การใช้งานของเฟืองหนอน เฟืองหนอนประกอบด้วยเกลียวหนอนเพื่อให้เฟืองหนอนส่งกำลังไป เฟืองหนอนเป็นการส่งกำลังระหว่างเพลลาที่ทำมุมกัน 90 องศา เป็นการส่งกำลังจากความเร็วรอบสูงให้มาเป็นความเร็วรอบต่ำ การส่งกำลังของชุดเฟืองหนอนของชุดหัวแบ่งเฟืองของเครื่องกัด ลักษณะการใช้งาน



ภาพที่ 2.23 การใช้งานของเฟืองหนอน

- หน้าที่การใช้งานเฟืองสกรูเกลียว เป็นเฟืองที่ทำหน้าที่ใช้เพื่อต้องการเปลี่ยนทิศทางการเพลลาให้ทำมุมกัน 90 องศา คล้ายกับชุดเฟืองหนอน แต่สามารถส่งกำลังได้น้อยเนื่องจากด้านข้างของฟันมีพื้นที่สัมผัสกันน้อยมาก สามารถให้อัตราทดได้ระหว่าง 1 ถึง 5 ลักษณะการทำงาน



ภาพที่ 2.24 การใช้งานเฟืองสกรูเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ศึกษาข้อมูลวัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่ใช้ในการออกแบบ

2.6.1 วัสดุประเภทโลหะ

คุณสมบัติทั่วไปของโลหะ

โลหะแบ่งเป็น - Metal - fur us
- Alloy - Non - Fur us

Fur us - คือโลหะที่มีเหล็ก (Fe) เป็นส่วนสำคัญ หรือมีโลหะอื่นผสมด้วย

Non-Fur us - มีเหล็กผสมเล็กน้อย หรือไม่มีเลยก็ได้ เช่น ทองแดง (Fe)

2.6.1.1 คุณสมบัติของโลหะ

ก) Hardness ความแข็งของโลหะ โลหะแต่ละชนิดมีความแข็งไม่เท่ากัน เพราะโลหะจะทำให้อ่อนหรือแข็งได้โดยวิธี

- Work hardening การทุบ การอัด
- Heat treating โดยใช้ความร้อน

ข) Brittleness ความเปราะของโลหะ โลหะแต่ละอย่างมีไม่เท่ากัน ความแข็งความเปราะมีความเกี่ยวข้องกัน แข็งมากก็เปราะมาก

ค) Malleability จะตีหรือม้วน ดัดแปลงได้ง่าย

ง) Ductility ความอ่อนตัวของโลหะทำให้สามารถยืดได้

จ) Elasticity มีความยืดหยุ่นในตัวเอง สามารถกลับคืนรูปเดิมได้

ฉ) Fusibility การหลอมเหลวสามารถทำให้การเชื่อมมีประสิทธิภาพ

ช) Mach inability ความเหมาะสมในการใช้เครื่องจักร เช่น เครื่องมือกลจากโลหะ

2.6.1.2 การทดสอบคุณสมบัติของโลหะ

ก) ทดสอบด้วยการดึง

ข) ทดสอบในการทดสอบแรงอัด เหล็กจะทนกว่าทองแดง

ค) ทดสอบโดยการรับแรงเฉื่อยเล็กน้อยเพียงใด

ง) การรับแรงกระทบ การตีโลหะด้วยค้อนตามแนวนอน

จ) ทนต่อแรงล้า

2.6.1.3 โลหะที่ใช้ผสม

ก) นิกเกิล (Nical) ผสมเพื่อเพิ่มความแข็ง, ความเหนียว ไม่เป็นสนิมง่าย

ข) โครเมียม เพื่อความแข็ง, เหนียว, ยืด ใช้ในการทำ Gear, เพล่าจะใช้ chrom-

nicol

ค) Tangatain ใช้ร่วมกับโครเมียม หรือ Vanadium หรือ Molybdenum ใช้ในการทำ High speed steel ใช้ทำ Harding tool ดอกสว่าน เครื่องมือกล

ง) Molybdenum เพิ่มความเหนียวแข็ง

จ) Vanadium เพิ่มโลหะให้มี fread มากขึ้น

ฉ) Tangatain ใช้ร่วมกับโครเมียม หรือ Vanadium หรือ Molybdenum ใช้ในการทำ High speed ใช้ทำ steel harding too ดอกสว่าน เครื่องมือกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) Vanadium เพิ่มให้โลหะให้มี grade มากขึ้น ใช้ทำอุปกรณ์ที่ต้องการความเหนียวเป็นพิเศษ เช่น Gear เฟลาใช้ร่วมกับโครเมียม เป็น chrome vanadium steel จะแข็งแรงทนต่อการบิดตัวอย่างกะทันหันได้ดี

2.6.1.4 กรรมวิธีการผลิตวัสดุประเภทเหล็ก

กรรมวิธีการผลิตวัสดุประเภทเหล็ก มีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ

- 1) ขั้นตอนการตัด
- 2) ขั้นตอนการเชื่อมติด
- 3) ขั้นตอนการขึ้นรูป
- 4) ขั้นตอนการตกแต่ง

1) ขั้นตอนการตัด แบ่งเป็น 10 ประการคือ

- เลื่อย คือ การแยกชิ้นงานออกจากกัน หรือใช้เครื่องมือที่มีฟันตามขอบเคลื่อนที่ผ่านในชิ้นงาน เช่น ใบเลื่อยวงเดือน
- การตัด คือ การตัดโดยใช้วัสดุที่มีขอบแข็งคม เมื่อนางานที่เป็นชิ้นออกจากกัน เช่น กรรไกรตัดโลหะ
- การเจาะตัด คือ การใช้แรงเฉือน แต่เป็นการกดออกมา โคนชิ้นงานจะหลุดออกมาเลยเพียงครั้งเดียว
- การเจาะรู คือ การเจาะรูโดยใช้ดอกสว่าน เช่น การเจาะด้วยสว่าน แทนกึ่งงานหมุนดอกสว่านคงที่
- การขีด คือ การใช้โลหะวัสดุที่มีความแข็งกว่าขีดออก หรือถูออก โดยตัวขีดที่แข็งจะขีดวัสดุที่อ่อนกว่า เช่น การระดาษทราย
- การไส คือ การใช้เครื่องขุดในชิ้นงาน ในการไสชิ้นงาน เป็นที่นิยมกันมากตามโรงงานที่ต้องการใช้กับงานที่เป็นเส้นตรง
- Milling ใช้กันมาก โคนการใช้โลหะแผ่นบาง โดยมีใบคัตเตอร์ตัดชิ้นงาน มีลักษณะคล้ายกับเลื่อยวงเดือน
- Twinge เป็นการทำงานโดยใช้เครื่องกลึง งานที่ออกมาจะเป็นรูปร่างกลม
- Thermal cutting โดยการให้ความร้อนหลอมละลาย เช่น ใช้แก๊สตัด หรือแสงเลเซอร์
- Chemical Cutting ใช้ปฏิกิริยาทางเคมี ช่วยมากใช้กับงานตัดผิวโลหะโดยใช้กรด เช่น การทำแผ่น Print อาจมีการใช้ไฟฟ้ามาเกี่ยวข้อง

2) การขึ้นรูป การขึ้นรูป (Forming) โดยวิธีการใช้ความร้อนหรือไม่ก็ตาม มักขึ้นอยู่กับวัสดุ โดยต้องมีคุณสมบัติ เช่น Cold form ใช้กับพวกทองแดง ทองเหลือง แต่เหล็กบางอย่างต้องใช้ Hof form แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องมือ และการประหยัดทางอุตสาหกรรม และประสิทธิภาพของ Product ดังนี้

- Casting การหลอมโลหะที่หลอมลงในแบบ ปล่อยให้เย็น แล้วจึงแกะแบบการใช้ sandcasting ถ้าต้องการงานชิ้นใหญ่มาใช้ Extruding โดยใช้กับงานที่ไม่ต้องการความร้อนสูง เช่น อลูมิเนียม Mass Product

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Bending เป็นการขึ้นรูปการพับ ซึ่งต้องการให้ชิ้นงานนั้นมีแรงดึงมากขึ้นโดยมากเป็นงานที่ออกมาเป็นเส้นตรง
 - Forging เป็นการขึ้นรูปโดนใช้แรงอัด และบีบ ให้โลหะถูกกดเป็นรูปร่างต้องมี die หลาย ๆ ตัวที่มีความแข็งแรงมาก โดยที่มีการ die เป็นขั้นตอน เช่น เพลารถ พวงสเก็ดต่าง ๆ โดยทำโลหะให้ร้อนก่อนใส่ในเครื่องจักร เครื่องจักรจะบีบโลหะให้เป็นรูปร่าง
 - Pressing เป็นการอัดพวก Sheet Metal โดยมี mold 2 ตัว อัดบีบโลหะให้ขึ้นรูปร่าง เช่น การทำถาด งานคล้าย ๆ Bending แต่ Pressing มีหลายทิศทาง
 - Drawing เป็นการฉีกโลหะจาก die โดยที่ต้องให้ความร้อนแก่โลหะจนอ่อนตัวแล้วใส่ลงในรูบังคับ รีดออกมาเป็นรูปแบบตายตัว
 - Extruding เป็นการฉีกโลหะหลอมเหลวเข้าไปในแบบที่ทำเอาไว้เป็นหลักใช้กับงานอุตสาหกรรมที่ต้องการผลิตงานจำนวนมาก
 - Foiling เป็น hot forming คล้าย ๆ bending โดยใช้ลูกกลิ้งรีดโลหะให้เป็นฉากวงกลมและสี่เหลี่ยม โดยป้อนโลหะระหว่างช่องรีดเหล็กออกมา
 - Spinning เป็นกรรมวิธีคล้าย ๆ กลิ้ง ใช้กับรางที่มีรูปร่างกลม โดยมีแบบไม้ก่อนเอาแผ่นเหล็กใส่ในแม่แบบ คล้ายกับการขึ้นรูปของเซรามิค
- 3) การทำให้ติดกัน การทำให้ติดกัน (Fastening) เป็นการเชื่อมโลหะตั้งแต่สองแผ่นขึ้นไป จะใช้ทาง Mechanical หลอมเหลวก็ได้ดังนี้
- Riveting เป็นวิธีทาง Mechanical โดยใช้การ Pin ที่มีด้านหนึ่งเป็นหัว
 - Threading คล้าย ๆ กับ Rivet แต่แทนที่จะเป็น Pin กลับใช้ nut แทนแบบกึ่งถาวรและถอดได้
 - Seaming เป็นการพับตะเข็บ เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้กับตัวของมันยึดอยู่ด้วยกัน
 - Cementing การเชื่อมโดยถาวร ใช้ Mechanical Adhesive คล้ายกับกาวติดไม้ แต่กาวนี้มีแรงจับสูงพิเศษ เช่น Epoxy ใช้กับ Sheet Metal
 - Soldering และ bearing เป็นการเชื่อมถาวร ต่างจาก welding ตรงที่ต้องใส่โลหะอื่นเป็นตัวเชื่อม
 - Welding เป็นกรรมวิธีอย่างถาวร โดยการหลอมละลายโลหะให้ติดกันโดยใช้ Melten Metal เช่นลวดเชื่อมโลหะต่าง ๆ
- 4) การตกแต่ง การตกแต่ง (Finishing) ขบวนการป้องกันผิวหน้าโลหะ ทำให้ชิ้นงานนั้นเกิดความสวยงาม ดึงดูดความสนใจมากขึ้น ดังนี้
- Buffing เป็นการขัดผิวหน้าให้เรียบขึ้นเงา อาจใช้หิน หรือผ้ากระดาษทรายเพื่อช่วยให้เกิดความเรียบ
 - Texturing เป็นวิธีการสำคัญในการตกแต่ง วิธีที่ง่ายที่สุดคือ การใช้ค้อนทุบโลหะให้เป็นลายต่าง ๆ ทำให้ดูน่าใช้ขึ้น ประโยชน์ใช้สอยคือ ผิวหยาบ ไม่หลุดมือ
 - การใช้สี (Coloring) อาจใช้โดยวิธี Technical ความร้อนเพื่อทำให้โลหะเกิด Oxide เคลือบผิวโลหะอีกที เช่น การชุบ
 - การเคลือบ (Coating) เป็นการทำให้ผิวโลหะให้ดูสวยขึ้น ป้องกันผิวหน้า อาจทำได้โดยการพ่น หรือทาก็ได้ เช่นการใช้ Lacquer เคลือบ หรือใช้ Wax, Plastic coating หรือ Enameling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.5 เหล็ก เหล็กบริสุทธิ์มีความเหนียว อ่อนตัวสูง มีความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 20 °C เท่ากับ 7.87 กรัม/ลบ.ซม หลอมเหลวที่ 1539 °C และจะเดือดเป็นไอที่ 2540 °C ความร้อนแฝงของการหลอมละลาย 65 แคลลอรี่/กรัม ถ้าอุณหภูมิของเหล็กสูง 768 °C แม้เหล็กจะดูไม่ติดทั้งนี้ เหล็กมีข้อเสียอยู่อย่างหนึ่งคือ มีความสามารถรวมตัวกับออกซิเจนได้ดี จึงไม่มีคุณสมบัติในการต้านทานสนิม

ก) ชนิดของเหล็กที่ผลิตออกมาสู่ตลาด ได้แก่

1. เหล็กหล่อ ได้แก่ เหล็กดิบ มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กหล่อสีขาว สีเทา คุณสมบัติทั่วไปของเหล็กมีความแข็งสูงมาก จนเปราะแตกง่าย และเหล็กหล่อเหนียวมาก ส่วนเหล็กหล่อพิเศษจะมีความเหนียวมาก สามารถรับแรงได้สูง

2. เหล็กอ่อน สามารถเป็นรูปได้ง่าย

3. เหล็กกล้ามี 3 ชนิดคือ

3.1 เหล็กกล้าชนิดอ่อน ได้แก่ เหล็กเส้นก่อสร้าง ตัวถังรถยนต์

3.2 เหล็กกล้าปกติ ใช้ทำเครื่องมือช่างไม้ เครื่องจักรรถแทรกเตอร์

3.3 เหล็กกล้าแข็ง ใช้ทำมีดคิ่ง ตะไบ เหล็กสกัดเหล็กคาร์บอน

และเหล็กผสม มีความแข็งแรงมากน้อยแล้วแต่ส่วนผสมในเนื้อเหล็ก เช่น มีส่วนผสมของ คาร์บอน - ทำให้แข็งแรง , นิกเกิล - ทำให้เหนียว แข็ง ทนความร้อน , โครเมียม - ช่วยป้องกันสนิม , แมงกานีส - ช่วยทำให้แข็งแรง ทนแรงกระแทกและสึกหรอ

ข) รูปแบบของเหล็กที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบัน

1. เหล็กเส้นกลมตัน เส้นผ่านศูนย์กลาง 3/16 - 9 นิ้ว ยาว 6 เมตร

2. เหล็กแผ่นหนา 1/32 - 4 นิ้ว ขนาด 1.2 - 2.4 เมตร

3. เหล็กกลวงรูปสี่เหลี่ยมกว้าง $\frac{1}{4}$ - $4\frac{1}{2}$ นิ้ว ยาว 6 เมตร

4. เหล็กกลมกลวง เส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{1}{2}$ นิ้ว ยาว 6 เมตร

5. เหล็กมีดหนา $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{4}$ นิ้ว กว้าง $\frac{1}{4}$ - 4 นิ้ว ยาว 6 เมตร

6. เหล็กรูปตัว U และ L

2.6.1.6 เหล็กท่อ เหล็กท่อ เป็นเหล็กที่รีดเป็นแผ่นแล้วนำมาพับหรือม้วนเป็นท่อตามความต้องการในการใช้งานเหล็กท่อถูกสร้างมาให้ใช้งานในด้านเป็นโครงสร้างเหล็กกล้าในการผลิตตามมาตรฐานของอังกฤษ เหล็กท่อที่ใช้งานพิเศษอาจจะมีผลมาตุอื่นเข้าไป เช่น ผสมคาร์บอนเหล็กที่นำมาพิจารณาใช้ได้แก่

- ท่อเหล็กแป๊ป ท่อเหล็กกล้าประเภทนี้ทำจากเหล็กกล้าตามมาตรฐานอังกฤษ ที่มีความต้านทานต่อแรงดึงตั้งแต่ 33 - 47 กิโลกรัม/ตารางมิลลิเมตร และได้ตรวจสอบจากแรงอัดของเหลวมีความต้านทานถึง 50 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตรหรือประมาณ 700 ปอนด์/ตารางนิ้ว ท่อเหล็กกล้าชนิดนี้มีทั้งชนิดชุบสังกะสีและไม่ชุบสังกะสี มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ “จนถึง 6” ทั้งชนิดธรรมดา และหนา มีความยาวท่อละ 6 เมตร และท่อเหล็กกล้าชนิดชุบสังกะสีมีเกลียวทั้งสองข้างและทำตามมาตรฐานของอังกฤษและเกลียวทั้งสองข้างจะมีต่อข้างหนึ่ง ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั่วไป เช่น ในการลำเลียงน้ำมัน แก๊สและไอน้ำ การประปา การชลประทาน หรือประจุใช้เป็นโครงสร้างทั่วไปก็ได้

- ท่อเหล็กกล้าเฟอร์ริเจอร์ ท่อเหล็กกล้าเฟอร์ริเจอร์ สำหรับใช้ในการเฟอร์ริเจอร์และงานโครงสร้างต่างๆไปมีทั้งชนิดกลมและชนิดเหลี่ยม ทำจากเหล็กที่รีดเย็นที่มีคุณภาพสูง ผิวท่อเรียบสวยงาม ทำให้สามารถชุบโครเมียมได้อย่างดี และง่ายต่อการตัดโค้งได้ถึง 90 โดยไม่ทำผิวหน้าแตกหรือเสียหายแต่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไร จึงเหมาะสำหรับใช้งานเฟอร์นิเจอร์และวงการทั่วไปที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด “ถึง 3” และความหนา 0.9 มม. ถึง 3.2 มม.

ตารางที่ 2.10 มิติสัดส่วนของเหล็กทรงกลม

ชื่อขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลาง ภายนอก (D) มม.	ความหนา (D) มม.	น้ำหนัก (T) มม.	พื้นที่ภาคตัดขวาง (A) ตร.ซม.
15	21.3	2.0	0.95	1.21
20	26.9	2.3	1.40	1.78
25	33.7	2.6	1.99	2.54
32	42.4	2.6	2.55	3.25
40	48.3	2.9	3.25	4.14
50	60.3	2.9	4.11	5.23
65	16.1	3.2	5.75	7.33
80	88.9	3.2	6.76	8.62
100	144.3	3.6	9.83	12.52
		4.5	12.19	15.52
125	139.7	4.0	13.39	17.05
		5.0	17.30	21.19
150	165.1	4.5	17.82	22.70
		6.0	25.05	30.00
175	193.7	5.0	23.27	29.64
		6.0	27.77	35.38

- โลหะแผ่น โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทำงานแต่ละประเภทจำเป็นต้องศึกษา และเลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงาน และคุณสมบัติของโลหะด้วย จึงทำให้ผลงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจ และมีคุณค่ามากยิ่งขึ้นโลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมากได้แก่ เหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่นๆมีขนาดความหนาหลายขนาดต่างๆ กัน และยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่างๆอาทิเช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. โลหะแผ่นเปลือย

2. โลหะแผ่นเคลือบ

- โลหะแผ่นเปลือย ส่วนมากจะเป็นโลหะแผ่นประเภทไม่ใช้เหล็ก เช่น แผ่นทองแดง แผ่นอลูมิเนียม และแผ่นทองเหลือง เป็นต้น

- โลหะแผ่นเคลือบ ส่วนมากเป็นโลหะประเภทเหล็ก และนำไปเคลือบด้วยผิวโลหะตามที่ต้องการ เช่น เหล็กอาบสังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการกร่อน ซึ่งจะทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น ดังนั้น การใช้งานโลหะแผ่นเคลือบโลหะกับแผ่นเปลือย จึงต่างกันมาก การนำโลหะแผ่นไปใช้งานอื่นๆ เช่น นำไปเชื่อม ชัดผิว ตะไบ หรือกระบวนการอื่นๆ แต่สำหรับโลหะเคลือบแล้ว ผิวหน้าของงานไม่ควรได้รับอันตรายใดๆเลย เพราะหากผิวของโลหะเสียหาย โลหะที่เคลือบผิวอยู่หลุดออกไปแล้ว จะเป็นเหตุให้โลหะนั้นสูญเสียคุณสมบัติในด้านของความทนทาน และการกัดกร่อนได้ง่าย น้ำหนักของโลหะแผ่นโดยทั่วไป จะมีหน่วยวัดเป็นปอนด์ต่อตารางฟุต โลหะแต่ละชนิดก็จะมีน้ำหนักแตกต่างกันออกไป ตามความถ่วงจำเพาะของโลหะนั้นๆดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.11 แสดงน้ำหนัก (ออนซ์/ตารางฟุต) ของโลหะแผ่นชนิดต่าง ๆ

ขนาด	เหล็กรีดเย็น	เหล็กเคลือบ	อลูมิเนียม	สแตนเลส	ทองแดง
30	0.550	0.656	0.141	0.525	-
28	0.625	0.781	0.177	0.656	-
26	0.750	0.906	0.224	0.788	14
24	1.000	1.156	0.282	1.050	16
22	1.250	1.406	0.352	1.313	20
20	1.500	1.656	0.451	1.575	28
18	2.000	2.156	0.563	2.100	36
16	2.500	2.656	0.718	2.625	48

ข้อดีและข้อเสียของโลหะ (เหล็ก)

ข้อดี

1. หาซื้อง่าย
2. ราคาถูก
3. ตกแต่งและขึ้นรูปได้ดี

ข้อเสีย

1. เป็นสนิมง่าย
2. มีน้ำหนักมาก
3. ไม่ทนทานต่อสารเคมีบางชนิด

2.7.1.7 การเชื่อมไฟฟ้า

การเชื่อมไฟฟ้าเป็นกระบวนการที่ทำให้โลหะติดกันด้วยการหลอมละลาย โดยอาศัยความร้อนจากการอาร์คที่เกิดขึ้นระหว่างโลหะที่เป็นชิ้นงานกับลวดเชื่อม อุณหภูมิในการอาร์คโดยเฉลี่ยประมาณ 5000 องศา F - 10,000 องศา F ซึ่งภายใต้ความร้อนแรงที่เกิดจากการอาร์คนี้ เนื้อที่บริเวณนั้นของแผ่นโลหะหรือชิ้นงานที่ถูกเชื่อม จะหลอมละลายชั่วคราว ในขณะที่เดียวกันปลายของลวดเชื่อมก็จะหลอมละลายเช่นเดียวกัน เพื่อเป็นตัวเชื่อมประสานชิ้นงานทั้งสองชิ้น และเมื่อเคลื่อนลวดไปตามรอยต่อ โดยจ่อปลายลวดเชื่อมให้อยู่ใกล้ๆกับชิ้นงาน เราสามารถที่จะบังคับลวดเชื่อมที่หลอมละลายแล้วหยดลงไปบนชิ้นงานได้ ในการเชื่อมควรรักษาระยะความยาวของอาร์คให้มีระยะสม่ำเสมออยู่ตลอดเวลาที่ทำการเชื่อมและควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ด้วย เพื่อที่แนวเชื่อมจะได้ฝังตัวลงในชิ้นงานได้ดี ก่อนที่จะทำการเชื่อม ควรจะทำความสะอาดตรงริมแผ่นโลหะอย่าให้มีสิ่งสกปรก และควรจะเอาเศษสนิมเหล็กออกเสียก่อน เพื่อว่าน้ำเหล็กของลวดเชื่อมจะได้แทรกซึมลงถึงกันแผ่นชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้การหลอมละลายทั่วถึงโดยตลอด แนวการเชื่อมแต่ละแนว เมื่อทำการเชื่อมแล้ว ใช้เหล็กเคาะซีฟลักซ์ออกให้หมด แล้วเอาแปรงลวดขัดให้สะอาดก่อนที่จะทำการเชื่อมแนวใหม่ทับลงไปวิธีการเชื่อมและสภาวะต่างๆสามารถแปรผันได้ จะให้ได้แนวเชื่อมที่ถูกต้องและแข็งแรงต้องควบคุมทั้งกระแสไฟฟ้า แรงเคลื่อน ความเร็วในการเคลื่อนที่ ลวดเชื่อมต่างขนาด ความหนา ความบางของเหล็ก ตำแหน่งของลวดเชื่อม การสายหรือการเคลื่อนที่แนวเชื่อม ถ้าไม่ควบคุมด้วยการระมัดระวังให้ดี การเชื่อมจะไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร อุปกรณ์ทั่วไปในการเชื่อมไฟฟ้า

1. เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
3. หัวจับลวดเชื่อม
4. หมวกหน้ากาก หรือหน้ากากแบบถือ
5. ถุงมือหนัง
6. เหล็กเคาะฟลักซ์

ข้อควรระวัง

ของโลหะที่รอยแนวเชื่อม

1. สวมแว่นตาขณะใช้ค้อนเคาะผิวหน้าเหล็ก ซีฟลักซ์ที่แนวเชื่อ หรือในเวลาขัดผิว
2. อย่าเชื่อมโดยปราศจากหน้ากาก เพื่อป้องกันสายตาเสียก่อน
3. น้ำวัสดุที่ติดไฟง่ายออกไปให้ห่าง จากบริเวณที่ทำการเชื่อม
4. ติดตั้งเครื่องดับเพลิงไว้ ในที่ที่สามารถหยิบใช้ได้ทันที
5. อย่าทำการเชื่อมภาชนะที่ถูกปิดผนึกไว้โดยรอบ
6. ก๊าซเชื้อเพลิง จาระบี น้ำมัน หรือสิ่งหลอ่ลื่นต้องนำออกให้พ้น
7. อย่าทำการเชื่อมบนถังที่มีก๊าซบรรจุอยู่

2.7 ศึกษาข้อมูลหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบ มีผู้ที่นิยมความหมายนี้ไว้หลายความหมาย อาทิ

1. การออกแบบคือการจัดระเบียบหรือวางผังอย่างตั้งใจสำหรับที่ว่าง เรื่องราวหรือกิจกรรมตามจุดมุ่งหมายที่กำหนด

2. การออกแบบคือการเสนอแนะเกี่ยวกับความเปลี่ยนแปลงในสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น

3. การออกแบบคือการสร้างความคิดขึ้นสำหรับชิ้นงานหรือระบบหรือการแสดงออกของความคิดให้มีรูปทรงเป็นตัวตน

นวนน้อย บุญวรงค์ (2539 : 2) กล่าวว่า คำจำกัดความที่นำมาส่วนหนึ่งนี้ เป็นการให้ความหมายของ Design หรือ การออกแบบของผู้รู้ในด้านต่าง ๆ และสามารถสรุปความหมายได้ดังนี้

1. งานออกแบบหมายถึงเฉพาะสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้นเท่านั้น
2. การออกแบบ เป็นความพยายามสร้างให้เกิดความเปลี่ยนแปลง โดยการจัดระเบียบด้วยความมุ่งหมายที่จะแก้ปัญหา และเพื่อสนองประโยชน์ทั้งของตนเองและของสังคม
3. กระบวนการออกแบบซึ่งยังอยู่ในรูปของแนวคิด แบบร่างตลอดจนต้นแบบ และจากกระบวนการผลิตซึ่งอยู่ในรูปของผลผลิตที่เป็นวัตถุสิ่งของหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ การวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ ข้อมูลเกี่ยวกับการตลาด แล้วนำมาออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อผลิตเป็นจำนวนมาก ให้อยู่ในความนิยมของตลาดในราคาพอสมควรวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ เป็นวิชาที่ถือปฏิบัติเกี่ยวกับการสร้างสรรค์ และการปรับปรุง ผลิตภัณฑ์เพื่อผลิตเป็นจำนวนมาก ให้ได้รูปร่างที่ถูกต้องแน่นอน ก่อนที่จะลงทุนจำนวนมาก

2.7.1 การจำแนกตามลักษณะที่ปรากฏ แบ่งงานออกเป็น 2 ประเภท

1. งานออกแบบ 2 มิติ (Two-Dimensional Design) ได้แก่ งานออกแบบที่ให้ความสำคัญเฉพาะกับลวดลายและสีสันทบนพื้นผิวซึ่งรับรู้ได้ด้วยประสาทตา เป็นงานที่เน้นความงามจากการมองเห็นและการสื่อสารความหมายในเนื้อหาตามการรับรู้จากภาพนั้น งานออกแบบประเภทนี้แม้จะมีการสื่อได้จำกัดเฉพาะลวดลายบนพื้นผิวแต่ในขณะเดียวกันก็ต้องทำหน้าที่แก้ปัญหาให้ได้ครบถ้วนตามจุดมุ่งหมายของการออกแบบ
2. งานออกแบบ 3 มิติ (Three-Dimensional Design) ได้แก่งานออกแบบผลิตภัณฑ์ นานาชนิดที่มีความหมายในด้านขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กเช่นเครื่องประดับ ไปจนถึงขนาดใหญ่ เช่น ยานพาหนะ งานออกแบบประเภทนี้จึงเป็นงานที่มีเนื้อหารายละเอียดเพิ่มมากขึ้นนอกจากสนองการรับรู้ ทางประสาทตาแล้วยังมีเพิ่มประสาทสัมผัสซึ่งเกี่ยวข้องกับลักษณะรูปทรงและพื้นผิวอีกด้วย ตัวอย่าง งานออกแบบเสื้อผ้า เครื่องปั้นดินเผา เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องเรือน เป็นต้น

2.7.2 ประเภทผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ผลิตภัณฑ์อุปโภค หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ผู้อุปโภคบริโภคหาซื้อมาใช้สอยอำนวยความสะดวกแก่ตนเองหรือครอบครัว โดยอาจจะมีการใช้สอยตามสถานที่หรือส่วนต่าง ๆ ได้ ดังนี้
 - 1.1 ใช้สอยภายในบ้านหรือครัวเรือน
 - 1.2 ใช้สอยในร่างกาย
 - 1.3 ใช้สอยในพาหนะ
 - 1.4 เครื่องกีฬา
 - 1.5 ของเล่นสำหรับเด็ก
 - 1.6 เครื่องดนตรี
2. ผลิตภัณฑ์บริการ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ทางการค้าหรือ การบริการ สำนักงาน สถานที่ทำงาน คือผู้อุปโภคบริโภคส่วนใหญ่ไม่ได้เป็นคนจัดซื้อเข้ามา แต่จะมีการจัดซื้ออยู่แล้วเพื่อส่วนรวมเช่น เครื่องพิมพ์ดีด เครื่องถ่ายเอกสาร เป็นต้น
3. ผลิตภัณฑ์เครื่องจักรกล หมายถึง ผลิตภัณฑ์เครื่องจักรขนาดใหญ่ที่ใช้การผลิต เช่น จักรเย็บผ้า จักรยาน มอเตอร์ไซด์ ฯลฯ
4. ผลิตภัณฑ์ขนส่ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นพาหนะ เช่น รถยนต์ รถไฟ เรือ เครื่องบิน ฯลฯ

2.7.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. ผลิตภัณฑ์เลียนแบบ หมายถึง การนำผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาด โดยผลิตภัณฑ์ที่นำออกมาใหม่นี้มีความคล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์ที่วางขายอยู่ในตลาด
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลิตภัณฑ์ใหม่ หมายถึง การพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิมที่วางอยู่ในตลาดแล้วให้มีคุณภาพดีขึ้น เพิ่มความสะดวกสบายในการใช้
3. นวัตกรรมใหม่ หมายถึง การประดิษฐ์คิดค้นผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นมา แล้วนำออกสู่ตลาดครั้งแรก

2.7.4 หลักการออกแบบอุตสาหกรรม การออกแบบโดยเฉพาะทางด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นักออกแบบจะต้องพิจารณาด้านต่างๆ ดังนี้ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร . 2549 : 10 – 12)

1. หน้าที่ใช้สอย (Function) การออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์ จะต้องเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยและการใช้งาน เช่น โทรศัพท์มือถือ จะต้องสะดวกพก และน้ำหนักเบา ตลอดจนเสียงฟังชัดเจน เพราะหน้าที่ของโทรศัพท์คือติดต่อสื่อสารทางเสียง
2. ความปลอดภัย (Safety) ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องด้วย ความปลอดภัยทั้งการใช้งานและหลังการใช้งาน ไม่สร้างมลพิษให้กับสังคมโลก นักออกแบบต้องคำนึงถึงการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม และไม่ทำให้เกิดความเสียหายโดยรวม เพราะทุกวันนี้ นักออกแบบบางครั้งเกิดความรู้ไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี เพราะเกิดการ 80
3. ความแข็งแรงทนทาน (Durability) ต้องสนองต่อหน้าที่ได้เป็นเวลานาน ตามที่กำหนดไว้ในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ คือ สิ่งที่สร้างต้องแข็งแรง ทนทาน ระบบกลไก ระบบไฟฟ้า วัสดุและอุปกรณ์ที่เลือกใช้ที่ดี
4. ความประหยัด (Economic) สามารถที่จะผลิตได้ในระบบการเศรษฐกิจศาสตร์ หมายความว่า จะต้องใช้วัสดุอย่างประหยัด และเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงาน โดยที่ราคาไม่แพง มันจะเป็นการสูญเสียไปที่จะนำสิ่งของให้มีความทนทานมากกว่าหน้าที่ของมัน ความต้องการของงานทางด้านการประหยัดนั้น ต้องการวัสดุที่หาได้ง่าย ผลิตได้ง่าย และสามารถถอดประกอบเข้าด้วยกันได้
5. วัสดุ (Material) ต้องเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงาน มีความทนทานและประหยัด โลหะแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานต่างกัน มีความสวยงามในตัวมันเอง เช่น ทองแดง ทองเหลือง สแตนเลส และอะลูมิเนียม ต่างก็มีพื้นผิวงามตามธรรมชาติ ก่อนนำโลหะมาใช้ ท่านต้องแน่ใจว่า วิธีการที่ไม่ยุ่งยาก วิธีการนำไปใช้ การขึ้นรูป การทำโค้ง ทารูปร่างและเชื่อม
6. โครงสร้าง (Construction) วิธีการทำโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์แต่ละชนิด ควรทำให้เหมาะกับงาน มีความทนทาน ประหยัด และใช้วัสดุที่เหมาะสม และการออกแบบนี้เป็นอมตะ ที่เรารู้จักวิธีเลือกใช้อย่างง่าย ในการทำ จะทำให้มีความเหมาะสมกว่า วิธีการยุ่งยาก และควรจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมแก่วัสดุที่ใช้ด้วย
7. ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic) หมายถึง ต้องคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้งาน ขนาดความสูง และการออกแบบนี้เป็นอมตะ
8. ความสวยงาม (Aesthetic) เมื่อมันมีรูปร่างและขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน ขนาดความสูง กว้าง ยาว และขีดจำกัดของประกอบการออกแบบ เช่น การหยิบใช้คล่อง
9. มีลักษณะเฉพาะ (Personality) อาจจะได้คะแนนสูงในเรื่องของคุณภาพ แต่จริงๆ แล้วยังขาดในเรื่องลักษณะเฉพาะของมัน การมีลักษณะเฉพาะจะมีความรู้สึกกับนักออกแบบที่เขาได้ทำการออกแบบขึ้นมาด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นอิสระ เพื่อจะได้แสดงว่า นักออกแบบได้วิเคราะห์ปัญหาอย่างจริงจัง ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของงาน ถ้าขาดคุณสมบัตินี้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. กรรมวิธีการผลิต (Production) เมื่อทำการออกแบบแล้วสามารถจะทำการผลิตได้ง่าย การผลิตโครงการที่ท่านทำในโรงงานปฏิบัติงานโลหะแต่ละชิ้นส่วน ควรรวมเข้าด้วยกันได้เป็นอย่างดี

11. การซ่อมบำรุงรักษา (Easy of Maintenance) เมื่อนำไปใช้งาน ได้รับความเสียหาย ควรสามารถแก้ไขและซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยากเมื่อมีการชำรุดเสียหาย ค่าบำรุงรักษาและการสึกหรอต่ำ

12. การขนส่ง (Transportation) นักออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ค่าขนส่ง จะขนส่งสะดวกหรือไม่ใกล้ไกล ขนส่งทางบก ทางน้ำ หรือทางอากาศ ต้องบรรจุหีบห่ออย่างไรที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหาย ขนาดของรถตู้บรรทุกสินค้ากว้าง ยาว สูงเท่าไร เป็นต้น

2.7.5 กระบวนการออกแบบ กระบวนการออกแบบถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญในการออกแบบ และจะได้อะไรซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว กระบวนการออกแบบมีหลายวิธีแต่สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ขั้นตอนกำหนดปัญหา เริ่มจากการตั้งปัญหา ศึกษาความเป็นไปได้ วิเคราะห์และสรุปประเด็นของปัญหา
2. ขั้นตอนการออกแบบ เป็นขั้นตอนการแก้ไขปัญห โดยศึกษาวิธีการแก้ปัญหหลายแนว ทางเลือก ในรูปของโครงร่าง Sketch design เพื่อวิเคราะห์และตัดสินใจรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด
3. ขั้นตอนดำเนินการ คือ เป็นขั้นตอนการผลิตตามแบบเพื่อทำการผลิตจริง โดยเริ่มจากการเขียนแบบ และการทำหุ่นจำลอง
4. ขั้นตอนประเมินผล คือ การนำเอาข้อมูลต่างๆ รูปแบบที่ได้รับการพัฒนาและแก้ปัญหมาแล้ว นำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์จริง

2.8 ศึกษาข้อมูลด้านจิตวิทยาเพื่อการออกแบบ

2.8.1 ข้อมูลด้านสีเพื่อการออกแบบ

ความหมายของสี สี หมายถึง ลักษณะความเข้มของแสงสว่างที่ปรากฏต่อสายตา สีมียุทธพลต่อจิตใจมนุษย์ สีแต่ละสีให้ความรู้สึกที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งบางครั้งทำให้เกิดความรู้สึกสงบ บางทีทำให้เกิดความรู้สึกตื่นเต้น ร้อนแรง ในการใช้สีให้มียุทธพลต่อจิตใจมนุษย์นั้น จำเป็นต้องใช้ให้เหมาะสมกับอิทธิพลของสีแต่ละสี ตลอดทั้งเวลาและโอกาส วัฒนธรรม ประเพณี สภาพดินฟ้าอากาศและความเป็นอยู่ สมัยนิยมเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่สำคัญทำให้เกิดการนิยมของสีซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปตามนิสัยและการศึกษา ตัวอย่างชาวชนบทมักจะชอบใช้สีที่สดใสเป็นผลสืบเนื่องมาจากอิทธิพลทาง 60 ธรรมชาติ ถึงแม้ว่าจะอย่างเดียวกันเป็นต้นว่า สีจาวกสีร้อนย่อมจะให้ความรู้สึกที่ก่อให้เกิดพลังวังชา ส่วนจาวกสีเย็นนั้นให้ความรู้สึกสงบเยือกเย็นและสบายใจ

2.8.2 ข้อมูลจิตวิทยาสี

จิตวิทยาสี นักออกแบบผลิตภัณฑ์ จำเป็นต้องเรียนรู้ทฤษฎีเป็นอย่างดี จึงสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในขั้นปฏิบัติได้อย่างดีและเหมาะสมกับงานนั้นๆ เป็นที่ทราบกันแล้วว่า บรรดาสีทั้งหลายที่มีอยู่บนโลกนี้ มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับมนุษย์ตั้งแต่แรกเกิดและจำความได้ สีมียุทธพลต่อความรู้สึกของมนุษย์ในรูปแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

- สีแดง ให้ความรู้สึกร้อน รุนแรง กระตุ้น ทำท่าย เคลื่อนไหว ตื่นเต้น ระวัง มีพลัง ความอุดมสมบูรณ์ ความมั่งคั่ง ความรัก ความสำคัญ อันตราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สีส้ม ให้ความรู้สึก ร้อน ความอบอุ่น ความสดใส มีชีวิตชีวา วัยรุ่น ความคึกคะนอง การปลดปล่อย ความเปรี้ยว การระวัง
- สีเหลือง ให้ความรู้สึกแจ่มใส ความสดใส ความร่าเริง ความเบิกบานสดชื่น ชีวิตใหม่ ความสด ใหม่ ความสนุกสนาน การแผ่กระจาย อำนาจบารมี
- สีเขียว ให้ความรู้สึก สงบ เยียบ ร่มรื่น ร่มเย็น การพักผ่อน การผ่อนคลาย ธรรมชาติ ความปลอดภัย ปกติ ความสุข ความสุขุม เยือกเย็น
- สีน้ำเงิน ให้ความรู้สึกสงบ สุขุม สุภาพ หนักแน่น เครื่องขั้วม เอาการเอางาน ละเอียด รอบคอบ สง่างาม มีศักดิ์ศรี สูงศักดิ์ เป็นระเบียบถ่อมตน
- สีม่วง ให้ความรู้สึก มีเสน่ห์ น่าติดตาม เร้นลับ ซ่อนเร้น มีอำนาจ มีพลังแฝงอยู่ ความรัก ความเศร้า ความผิดหวัง ความสงบ ความสูงศักดิ์
- สีฟ้า ให้ความรู้สึก ปลอดภัย โปร่งโล่ง กว้าง เบา โปร่งใส สะอาด ปลอดภัย ความสว่าง ลมหายใจ ความเป็นอิสระเสรีภาพ การช่วยเหลือ แบ่งปัน
- สีขาว ให้ความรู้สึก บริสุทธิ์ สะอาด สดใส เบาบาง อ่อนโยน เปิดเผย การเกิด ความรัก ความหวัง ความจริง ความเมตตา ความศรัทธา ความดีงาม
- สีดำ ให้ความรู้สึก มีด สกปรก ลึกลับ ความสิ้นหวัง จุดจบ ความตาย ความชั่ว ความลับ ทารุณ โหดร้าย ความเศร้า หนักแน่น เข้มแข็ง อดทน มีพลัง
- สีชมพู ให้ความรู้สึก อบอุ่น อ่อนโยน นุ่มนวล อ่อนหวาน ความรัก เอาใจใส่ วัยรุ่นหนุ่มสาว ความน่ารัก ความสดใส
- สีเทา ให้ความรู้สึก เศร้า อาลัย ท้อแท้ ความลึกลับ ความหดหู่ ความขรา ความสงบ ความเยียบ สุภาพ สุขุม ถ่อมตน
- สีทอง ให้ความรู้สึก ความหรูหรา โอ้อ่า มีราคา สูงค่า สิ่งสำคัญ ความเจริญรุ่งเรือง ความสุข ความมั่งคั่ง ความร่ำรวย การแผ่กระจาย

2.8.3 การใช้สี

- สีแดง มีความอบอุ่น ร้อนแรง เปรียบดังดวงอาทิตย์ นอกจากนี้ยังแสดงถึง ความมีชีวิตชีวา ความรัก ความปรารถนา เช่นดอกกุหลาบแดงวัน วาเลนไทน์ ในทางจรรยาจรสีแดงเป็นเครื่องหมายประเภทห้าม แสดง ถึงสิ่งที่อันตราย เป็นสีที่ต้องระวัง เป็นสีของเลือด ในสมัยโรมัน สีของราชวงศ์เป็นสีแดง แสดงความมั่งคั่งอุดมสมบูรณ์และอำนาจ
- สีเขียว แสดงถึงธรรมชาติสีเขียว ร่มเย็น มักใช้สื่อความหมายเกี่ยวกับการอนุรักษ์ธรรมชาติ เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม การเกษตร การเพาะปลูก การเกิดใหม่ ฤดูใบไม้ผลิ การงอกงาม ในเครื่องหมายจรรยาจร หมายถึง ถึงความปลอดภัย ในขณะเดียวกัน อาจหมายถึงอันตราย ยาพิษ เนื่องจากยาพิษ และสัตว์มีพิษ ก็มักจะมีสีเขียวเช่นกัน
- สีเหลือง แสดงถึงความสดใส ความเบิกบาน โดยเรามักจะใช้ดอกไม้สีเหลือง ในการไปเยี่ยมผู้ป่วย และแสดงความรุ่งเรืองความมั่งคั่ง และฐานันดร ศักดิ์ ในทางตะวันออกเป็นสีของกษัตริย์ จักรพรรดิของจีนใช้ฉลอง พระองค์สีเหลือง ในทางศาสนาแสดงความเจิดจ้า ปัญญา พุทธศาสนา และยังหมายถึงการเจ็บป่วย โรคระบาด ความริษยา ทฤษฎี หลอกหลวง
- สีน้ำเงิน แสดงถึงความเป็นสุภาพบุรุษ มีความสุขุม หนักแน่น และยังหมายถึง ความสูงศักดิ์ ในธงชาติไทย สีน้ำเงินหมายถึงพระมหากษัตริย์ ในศาสนา คริสต์เป็นสีประจำตัวแม่พระ โดยทั่วไป สีน้ำเงินเอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงินหมายถึงโลก ซึ่งเราจะ เรียกว่า โลกสีน้ำเงิน (Blue Planet) เนื่องจากเป็นดาวเคราะห์ที่มองเห็น จากอวกาศโดยเห็นเป็นสีน้ำเงินสดใส เนื่องจากมีพื้นน้ำที่กว้างใหญ่

- สีม่วง แสดงถึงพลัง ความมีอำนาจ ในสมัยอียิปต์สีม่วงแดงเป็นสีของกษัตริย์ ต่อเนื่องมาจนถึงสมัยโรมัน นอกจากนี้ สีม่วงแดงยังเป็นสีชุดของพระ สังฆราช สีม่วงเป็นสีที่มีพลังหรือการมีพลังแอบแฝงอยู่ และเป็นสีแห่ง ความผูกพัน องค์การลูกเสือโลกก็ใช้สีม่วง ส่วนสีม่วงอ่อนมักหมายถึง ความเศร้า ความผิดหวังจากความรัก

- สีฟ้า แสดงถึงความสว่าง ความปลอดโปร่ง เปรียบเหมือนท้องฟ้า เป็นอิสระ เสรี เป็นสีขององค์การสหประชาชาติ เป็นสีของความสะอาด ปลอดภัย สีขององค์การอาหารและยา (อย.) แสดงถึงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การ ใช้พลังงานอย่างสะอาด แสดงถึงอิสรภาพ ที่สามารถโยยบินเป็นสีแห่ง ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการที่ไม่มีขอบเขต

- สีทอง มักใช้แสดงถึง คุณค่า ราคา สิ่งของหายาก ความสำคัญ ความสูงส่ง สูงศักดิ์ ความศรัทธาสูงสุดในศาสนาพุทธ หรือ เป็นสีกายของพระ พุทธรูป ในงานจิตรกรรมเป็นสีกายของพระพุทธรูป พระมหากษัตริย์ หรือเป็นส่วนประกอบของเครื่องทรง เจดีย์ต่าง ๆ มักเป็นสีทอง หรือ ขาว และเป็นเครื่องประกอบยศศักดิ์ ของกษัตริย์และขุนนาง

- สีขาว แสดงถึงความสะอาด บริสุทธิ์ เหมือนเด็กแรกเกิด แสดงถึงความว่างเปล่า ปราศจากกิเลส ตัณหา เป็นสีอาภรณ์ของผู้ทรงศีล ความเชื่อถือ ความดีงาม ความศรัทธา และหมายถึงการเกิดโดยที่แสงสีขาว เป็นที่กำเนิดของแสงสี ต่าง ๆ เป็นความรักและความหวัง ความหวังใยเอื้ออาทรและเสียสละของ พ่อแม่ ความอ่อนโยน จริงใจ บางกรณีอาจหมายถึง ความอ่อนแอ ยอมแพ้

- สีดำ แสดงถึงความมืด ความลึกลับ สิ้นหวัง ความตายเป็นที่สิ้นสุดของทุกสิ่ง โดยที่สีทุกสีเมื่ออยู่ในความมืด จะเห็นเป็นสีดำ นอกจากนี้ยังหมายถึง ความชั่วร้าย ในคริสต์ศาสนาหมายถึง ซาตาน อาถรรพ์เวทมนต์ มนต์ดำ ไสยศาสตร์ ความชิงชัง ความโหดร้าย ทำลายล้าง ความลุ่มหลงเมาเมี้ยว แต่ยังหมายถึงความอดทน กล้าหาญ เข้มแข็ง และเสียสละได้ด้วย

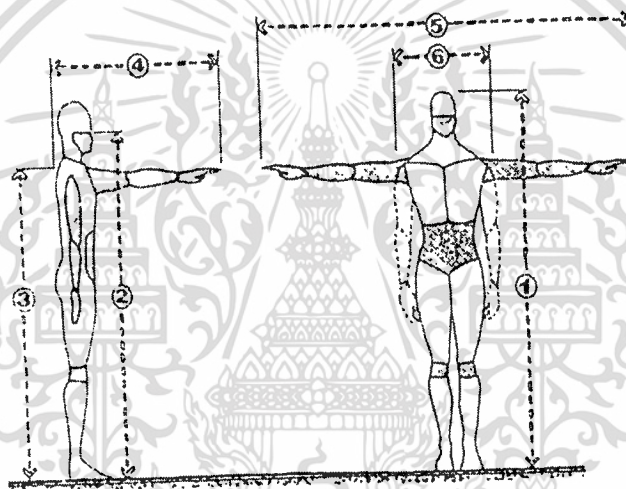
- สีชมพู แสดงถึงความอบอุ่น อ่อนโยน ความอ่อนหวาน นุ่มนวล ความน่ารัก แสดงถึงความรักของมนุษย์โดยเฉพาะรุ่นหนุ่มสาว เป็นสีของความ เอื้ออาทร ปลอดภัย ปลอดภัย เอาใจใส่ดูแล ความปรารถนาดี และอาจ หมายถึงความเป็นมิตร เป็นสีของวัยรุ่น โดยเฉพาะผู้หญิง และนิยม ใช้กับสิ่งของเครื่องใช้ของเด็กวัยรุ่นเป็นส่วนใหญ่

2.9 ศึกษาข้อมูลพฤติกรรมของมนุษย์กับการออกแบบ

2.9.1 ส่วนต่างๆ ของร่างกาย

ตารางที่ 2.12 การแสดงส่วนต่างๆ ของร่างกาย (อุดมศักดิ์ สาริบุตร , 2549 : 75)

หมายเลข	มิติส่วนต่างๆ ของร่างกาย	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	122.64	132.81	143.29
4	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85	85.07
5	ความกว้างกางแขน	151.56	164.13	177.08
6	ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83



ภาพที่ 2.25 การแสดงภาพส่วนต่างๆ ของร่างกายขนาดสัดส่วนของมนุษย์ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร , 2549 : 75)

ตารางที่ 2.13 แสดงตัวเลขขนาดของนิ้วมือและมือในมิติต่างๆ

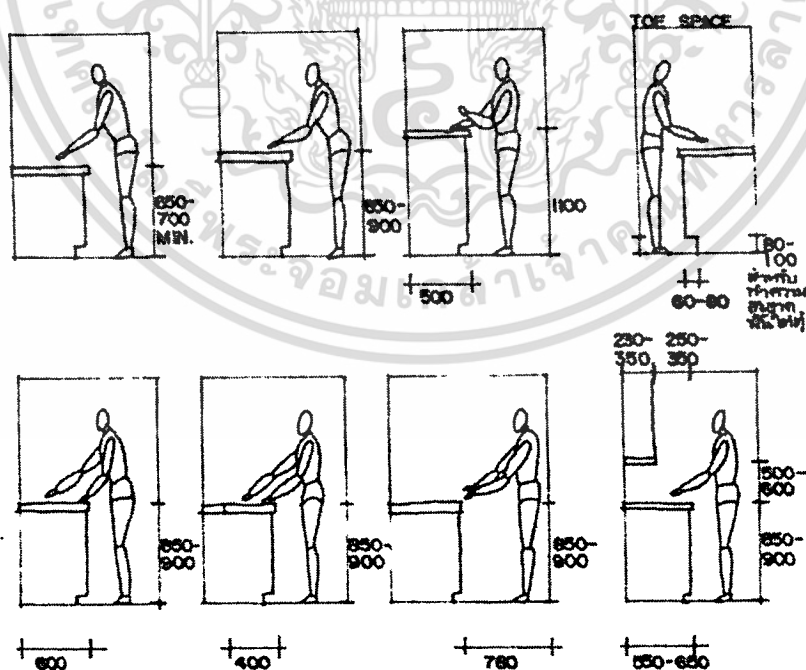
ลำดับ	ขนาดสัดส่วน นิ้วมือและมือ	ผู้หญิง			
		P5	P50	P95	SD
1	ความยาวของมือ	159	174	189	9
2	ความยาวของฝ่ามือ	89	97	105	5
3	ความยาวของนิ้วโป้ง	40	47	53	4
4	ความยาวของนิ้วชี้	60	70	74	4
5	ความยาวของนิ้วกลาง	69	77	84	5
6	ความยาวของนิ้วนาง	59	66	73	4
7	ความยาวของนิ้วก้อย	43	54	57	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.13 แสดงตัวเลขขนาดของนิ้วมือและมือในมิติต่างๆ (ต่อ)

ลำดับ	ขนาดสัดส่วน นิ้วมือและมือ	ผู้หญิง			
		P5	P50	P95	SD
8	ความกว้างของนิ้วโป้ง	17	19	21	2
9	ความหนาของนิ้วโป้ง	15	18	20	2
10	ความกว้างของนิ้วชี้	16	18	20	1
11	ความหนาของนิ้วชี้	14	16	18	1
12	ความกว้างของฝ่ามือ	69	76	83	4
13	ความกว้างของฝ่ามือถึงข้อมือนิ้วโป้ง	84	92	99	5
14	ความกว้างของฝ่ามือที่แคบที่สุด	63	71	79	5
15	ความหนาของนิ้วมือ	24	28	33	3
16	ความหนาของมือ	40	45	50	3
17	เส้นรอบวงในมือจับวัตถุ	43	48	53	3
18	ความยาวสุดปลายนิ้วขณะกางนิ้วมือ	165	190	215	15
19	ระยะของนิ้วมือที่สามารถจับยึดได้ด้วยนิ้วโป้งและนิ้วนาง	109	127	145	11
20	ขนาดของนิ้วมือที่สามารถสอดผ่านพื้นที่สี่เหลี่ยม	50	58	67	5

WORKTOP FOR STANDING



ภาพที่ 2.42 การแสดงลักษณะส่วนต่างๆ ของร่างกายในลักษณะ

Worktop for standing (กิติ สินธุเสก, 2551 : 46)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เจษฎาพล กิตติพัฒน์วิทย์ (2548 : บทคัดย่อ) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษพืช ที่มีความสามารถในการบดย่อยเศษพืชแบบสด เศษพืชที่นำมาเป็นตัวอย่งการทดสอบ ได้แก่ ทางมะพร้าว, กิ่งมะม่วง, กิ่งส้มเขียวหวาน ซึ่งผลของเศษพืชที่ได้ออกมานั้นเป็นตามเกณฑ์มาตรฐานและคุณลักษณะที่เหมาะสมกับงานทางด้านการเกษตรกรรม หรือการทำปุ๋ยพืชสด และศึกษาความคิดเห็นที่ต่อเครื่องบดย่อยเศษพืชที่สร้างและพัฒนาขึ้น คือ ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความสะดวกสบาย และด้านความปลอดภัยในการใช้งาน โดยมีกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือกลุ่มเกษตรกร ผู้เลี้ยงสัตว์และปลูกพืชเป็นอาชีพหลัก อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 30 คน

ผลสรุปจากการทดสอบประสิทธิภาพเศษพืชทั้ง 3 ชนิด โดยมี ทางมะพร้าว, กิ่งมะม่วง, กิ่งส้มเขียวหวาน ได้ผลออกมาว่า ขนาดความหนาและความกว้างของเศษพืชที่ได้จากกระบวนการบดย่อยโดยมีเครื่องบดย่อยโดยเครื่องบดย่อยเศษพืช ที่สร้างและพัฒนาขึ้น มีขนาดความหนาและความกว้างของเศษพืชนั้นเป็นไปตามเกณฑ์และคุณลักษณะที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการเกษตรกรรม เช่นทำปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยหมัก

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องบดย่อยเศษพืชกับตัวอย่างเศษพืชที่ได้รับการบดย่อยนั้น ได้ออกมาดังนี้ ทางมะพร้าว จำนวน 1 กิโลกรัม โดยการทดสอบจำนวน 5 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยรวมของเวลาเท่ากับ 3.58 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.62 กิ่งส้มเขียวหวาน จำนวน 1 กิโลกรัม โดยการทดสอบจำนวน 5 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยรวม 2.38 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.17 จึงแสดงได้ว่าเศษพืชที่ผ่านกระบวนการบดย่อยจากเครื่องบดย่อยเศษพืชที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยเฉลี่ยมีขนาดที่ละเอียดมากกว่าเกณฑ์มาตรฐานและ ใช้เวลาน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับโครงการวิจัยนี้เป็น “การศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ ศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟป่า” ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการดำเนินการกระบวนการวิจัยโดยอาศัยแนวทางการวิจัย ในส่วนของข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงสถิตินำมาพิจารณาโดยผ่านกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลและกระบวนการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือการวิจัย ซึ่งสามารถที่จะแบ่งตามรายละเอียดออกรายวัตถุประสงค์ ได้ดังนี้

3.1 วิธีดำเนินการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษากระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟป่า เจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช”

3.2 วิธีดำเนินการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช

3.3 วิธีดำเนินการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ”

3.4 วิธีดำเนินการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่าต่อเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟที่พัฒนาใหม่”

3.5 กระบวนการวิจัยที่พัฒนา

ตามหัวข้อวิธีดำเนินการวิจัยนั้นจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบวิธีดำเนินการวิจัย คือ เป้าหมายการวิจัยตามวัตถุประสงค์ , ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง , ตัวแปรต้นและตัวแปรตาม , เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย , การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิธีดำเนินการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 1”

ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษากระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า เจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาคควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช เป็นการเน้นกระบวนการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้ผลจากการสร้างระบบทางความคิด

3.1.1 ขอบเขตทางด้านข้อมูลและเนื้อหาสาระ คือ การศึกษาข้อมูลในประเด็นของการปฏิบัติหน้าที่ในการรองรับภารกิจ “เครื่องบดย่อยสนับสนุนการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า” และ “ลดระยะเวลาการปฏิบัติงานการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า” ของส่วนควบคุมไฟฟ้า หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาคควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช โดยจะศึกษาดังนี้

ข้อมูลด้านปฐมภูมิ จะทำการเก็บข้อมูลทางด้านการปฏิบัติภารกิจ “ด้านการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า” ของศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาคควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช ในส่วนของข้อมูลกระบวนการปฏิบัติหน้าที่สร้างแนวป้องกันไฟฟ้าด้วยการใช้เครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิง , ข้อมูลกระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้าและการใช้ประโยชน์จากเศษเชื้อเพลิงพื้นป่า , ข้อมูลการลาดตระเวนพื้นที่หมู่ดับไฟ เพื่อป้องปรามการเกิดไฟฟ้า ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงการเกิดไฟฟ้า ในเขตพื้นที่ ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาคควบคุมไฟฟ้า จังหวัดกาญจนบุรีและจังหวัดนครราชสีมา

ข้อมูลด้านทุติยภูมิ จะทำการจัดเก็บข้อมูลจากการศึกษาและเก็บจากเอกสารอ้างอิงในสถานที่ต่างๆเช่น หอสมุดแห่งชาติ หอจดหมายเหตุ ห้องสมุดต่างๆ ฯลฯ เพื่อที่จะนำมาอ้างอิงในส่วนของบทความและงานวิจัยต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการควบคุมไฟฟ้า และการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า กระบวนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในพื้นที่ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาคควบคุมไฟฟ้า

3.1.2 ศึกษากระบวนการผลิตเครื่องบดเศษเชื้อเพลิงจากแนวป้องกันไฟฟ้า เป็นขั้นตอนการศึกษาระบบการพัฒนาและกระบวนการทดลองเพื่อสร้างและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาเพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาคควบคุมไฟฟ้า ที่สามารถปรับเปลี่ยนลักษณะการใช้สอยหรือปรับเปลี่ยนหน้าที่การใช้งานเพื่อรองรับภารกิจสร้างแนวกันไฟฟ้า ของหน่วยควบคุมไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสมและมีความสามารถในการพกพาเพื่อเคลื่อนที่ด้วยเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า จำนวน 1 หมู่ / 2 นาย

3.1.3 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ในการศึกษาข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบพัฒนาเครื่องบดย่อยขนาดเล็กเพื่อแบบพกพาใช้ในการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงในแนวป้องกันไฟฟ้าประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ

12.3.1 เพื่อศึกษาข้อมูลในการพัฒนาเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา สำหรับสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ เจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาคควบคุมไฟฟ้า

- ตัวแปรต้น หมายถึง ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมในภาคปฐมภูมิและทุติยภูมิ จากเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาคควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า พื้นที่ จำนวน 2 แห่ง เพื่อนำผลมาออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้าที่พัฒนาใหม่

- ตัวแปรตาม หมายถึง ข้อจำกัดทางการออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้าที่พัฒนาใหม่ ที่ผ่านการรวบรวมข้อมูลทางด้านการออกแบบ , ข้อมูลเชิงพื้นที่การใช้งาน , พฤติกรรมการใช้งาน

- กลุ่มประชากร หมายถึง เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า , เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติงาน ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาคควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (จังหวัดกาญจนบุรี , จังหวัดนครราชสีมา) จำนวน 39 นาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า , เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติงาน ศูนย์ฝึกอบรม และพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (จังหวัดกาญจนบุรี , จังหวัดนครราชสีมา) จำนวน 30 คน ตามการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (ศิริชัย กาญจนาวาสี, ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ และดิเรก ศรีสุโข (2551, หน้า 150-151)

- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ส่วนเครื่องมือการวิจัยจะมีการประยุกต์เครื่องมือวิจัยจำนวน 2 ชิ้น ประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์เชิงลึก , แบบสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม และแบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง สามารถแสดงรายละเอียด ดังนี้

ก. แบบสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม เป็นการสังเกตการณ์กระบวนการและขั้นตอนการปฏิบัติงานการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า ของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า , เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติงาน ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (จังหวัดกาญจนบุรี , จังหวัดนครราชสีมา , จังหวัดฉะเชิงเทรา) ขณะปฏิบัติการดับไฟฟ้าหรือปฏิบัติการลาดตระเวนประจำวัน จะใช้เครื่องมือวิจัยเป็นแบบสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม (Non-participant observation) การสังเกตแบบนี้จะเป็นลักษณะผู้สังเกตไม่ได้เข้าไปมีส่วนร่วมหรือไม่ได้เข้าทำกิจกรรมกับผู้สังเกต

ข. แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง เป็นการใช้เครื่องมือการวิจัยแบบสอบถามแบบมีการเตรียมโครงสร้างหัวข้อคำถามไว้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แล้ว ซึ่งใช้ในการตอบวัตถุประสงค์ทางการออกแบบเพื่อการพิจารณาหาสิ่งที่ผู้บริโภคนั้นมีความต้องการตามรูปแบบการใช้งานจริงจากกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า , เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติงาน ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (จังหวัดกาญจนบุรี , จังหวัดนครราชสีมา) มีการใช้ลักษณะแบบสอบถาม ดังนี้ คำถามที่ผู้ตอบเลือกได้หลายคำตอบ (Checklist Questions) และคำถามเปิด (Open-ended Questions)

ค. แบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In depth Interview) เป็นการสัมภาษณ์ในรูปแบบที่ไม่เป็นทางการ โดยเน้นการกำหนดประเด็นและแนวคำถามกว้างๆ ในประเด็น “การปฏิบัติงานสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า” จะใช้การกระตุ้นให้คู่สนทนา (เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการ) เล่าเรื่องราวต่างๆอย่างมีเป้าหมาย โดยผู้สัมภาษณ์มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ถูกสัมภาษณ์ในลักษณะคู่สนทนา (Conversational partnership)

- การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการวิเคราะห์ผลจากข้อมูลทำการเก็บรวบรวมมาเบื้องต้นเพื่อประมวลผลการวิเคราะห์ในการออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช โดยแยกรายละเอียดการวิเคราะห์ตามลักษณะของเครื่องมือการวิจัย ดังนี้

ก. การวิเคราะห์แบบสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม ลักษณะข้อมูลมีโครงสร้างข้อคำถามแบบปลายเปิดสังเกตพฤติกรรมปฏิบัติหน้าที่ของกลุ่มเจ้าหน้าที่ในการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า โดยใช้การวิเคราะห์และการตีความหมายข้อมูล (Analysis and Interpretation of Data) เน้นการวิเคราะห์โดยการจำแนกชนิดข้อมูล (Typological Analysis) เป็นกระบวนการจำแนกข้อมูลเป็นชนิด (ชาย โพธิสิตา, 2549) คือ แบบใช้ทฤษฎีจะเป็นการแยกชนิดในเหตุการณ์นั้น ๆ โดยการยึดแนวคิดทฤษฎีเป็นกรอบ ซึ่งแบ่งเป็น

1) การกระทำ คือ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ หรือพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ไม่ยาวนานหรือต่อเนื่องของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าขณะปฏิบัติการประจำวันในการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า ในพื้นที่ป่าไม้

2) กิจกรรม คือ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ หรือกระบวนการปฏิบัติงานในการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นในลักษณะต่อเนื่อง มีความผูกพันกับคนบางคนหรือบางกลุ่ม ของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าขณะปฏิบัติการประจำวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ความหมาย คือ การที่บุคคลอธิบายหรือสื่อสาร หรือให้ความหมาย เกี่ยวกับการกระทำหรือกิจกรรม ของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าขณะปฏิบัติการประจำวันในการสร้างแนวกันไฟ ป่า และการใช้ประโยชน์จากเศษใบไม้ที่เป็นเชื้อเพลิง

4) ความสัมพันธ์ คือ ความเกี่ยวข้องระหว่างบุคคลหลาย ๆ คน ในสังคมที่ ศึกษาในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าขณะปฏิบัติการประจำวัน

5) การมีส่วนร่วมในกิจกรรม คือ การที่บุคคลมีความผูกพัน และเข้าร่วม กิจกรรม หรือปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ ของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าขณะปฏิบัติการประจำวัน

6) สภาพหรือสถานการณ์ คือ สภาพการณ์ที่เกิดขึ้นขณะศึกษา

ข. การวิเคราะห์แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง เป็นการประยุกต์ใช้ร่วมกันระหว่าง ข้อมูลที่ได้แบบปลายเปิดและข้อมูลที่ได้จากการเลือกได้หลายคำตอบ (Checklist Questions หรือ Multiple Responses) โดยอ้างอิงค่าสถิติเข้ามามีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วน ก. การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสร้างข้อสรุปเชิงคุณภาพ ซึ่งส่วนใหญ่ ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ จะเป็นข้อความบรรยาย (Descriptive) ซึ่งได้จากการสังเกต สัมภาษณ์ และจดบันทึก เจ้าหน้าที่ส่วนควบคุมไฟฟ้าในพื้นที่เขตศูนย์ฝึกรบและพัฒนากองควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์ พืช (จังหวัดกาญจนบุรี , จังหวัดนครราชสีมา , จังหวัดฉะเชิงเทรา)

ส่วน ข. การวิเคราะห์ข้อมูลแบบเลือกได้หลายคำตอบ (Checklist Questions หรือ Multiple Responses) โดยใช้ข้อการประเมินแนวความคิดเพื่อการออกแบบในลักษณะค่า ระดับคะแนน

5	หมายถึง	มีความเห็นด้วยระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเห็นด้วยระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเห็นด้วยระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเห็นด้วยระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเห็นด้วยระดับน้อยที่สุด

จากนั้นทำการประมวลผลค่าระดับความคิดเห็นจากเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ 5 ระดับ ดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง	ผู้ตอบมีความเห็นด้วยระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง	ผู้ตอบมีความเห็นด้วยระดับมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง	ผู้ตอบมีความเห็นด้วยระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	ผู้ตอบมีความเห็นด้วยระดับน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	ผู้ตอบมีความเห็นด้วยระดับน้อยที่สุด

ใช้การวิเคราะห์ในการรูปแบบที่มีความเหมาะสมในการใช้งานตามค่าระดับ ความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ด้วยการวิเคราะห์ค่าสถิติ ร้อยละ และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีดำเนินการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 2”

ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช เป็นการเน้นกระบวนการนำข้อมูลที่ผ่านการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้ผลจากการสร้างระบบทางความคิดมาผ่านกระบวนการวิเคราะห์ในการนำเสนอแบบร่างทางความคิด โดยแบ่งรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 เป้าหมายการวิจัยตามวัตถุประสงค์

ในส่วนเป้าหมายการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 2 คือ รูปแบบที่ผ่านการออกแบบเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์แบบพกพา โดยมีกำหนดองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ คือ ถังสำหรับบดย่อยเศษเชื้อเพลิง , เครื่องต้นกำลังเพื่อสร้างการขับเคลื่อน , ใบมีดสำหรับการบดย่อย เพื่อการป้องกันไฟฟ้าด้วยการกำจัดเชื้อเพลิงที่เป็นต้นเหตุไฟฟ้า โดยจะทำการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์แบบพกพา ประกอบชุดลาดตระเวนไฟฟ้าและชุดจุ่มโคลนเคลื่อนที่เร็ว (แบบกำลังพล 2 นาย)

3.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

3.2.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (ประเมินทางด้านการบดย่อยและการนำไปประยุกต์ใช้งานในพื้นที่ป่าอนุรักษ์)

กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการควบคุมไฟฟ้ากลุ่มตัวอย่าง คือ กาญจนบุรี นครราชสีมา โดยใช้การสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 3 ท่าน

1. นาย เสกสรร ศิริวัฒนกุล หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการควบคุมไฟฟ้า จังหวัดกาญจนบุรี สำนักป้องกันปราบปรามและควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช
2. นาย สุจิต ชวนรำลึก หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการควบคุมไฟฟ้า จังหวัดนครราชสีมา สำนักป้องกันปราบปรามและควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช
3. นาย ชำนาญ นิลเลิศ หัวหน้าสถานีควบคุมไฟฟ้าการกาญจนบุรี กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

3.2.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (ประเมินทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์)

กลุ่มประชากร คือ นักวิชาการทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ใน มหาวิทยาลัยของรัฐ ที่มีประสบการณ์ทางการสอนและทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักวิชาการทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ใน มหาวิทยาลัยของรัฐ ที่มีประสบการณ์ทางการสอนและทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

- ก. อาจารย์ ดร.สาธิต เหล่าวัฒนพงษ์ รองคณบดีฝ่ายกิจการนักศึกษา คณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (วิทยาเขตโชติเวช)
- ข. อาจารย์ ดร.จรรยาวรรณ จรรยาธรรม หัวหน้าสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะวิศวกรรมและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอุเทนถวาย

ค. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประชา พิจักรขณา รองคณบดีฝ่ายวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (วิทยาเขตโชติเวช)

3.2.2.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (ประเมินทางด้านวิศวกรรม)

กลุ่มประชากร คือ วิศวกร ที่มีประสบการณ์ทางด้านเครื่องยนต์ และชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ในสถานประกอบการยานยนต์

กลุ่มตัวอย่าง คือ วิศวกร ที่มีประสบการณ์ทางด้านยานยนต์ และชิ้นส่วนยานยนต์

ในสถานประกอบการยานยนต์ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. นาย วิเชียรชัย ภูพวง ตำแหน่ง ENGINEERING SECTION ,
Precision Spring Factory บริษัท NHK SPRING (THAILAND) CO, LTD.

ข. นาย ธรรมศาสตร์ คำราชา ตำแหน่ง SENIOR CHIEF Initial Flow
Control Section , Precision Spring Factory บริษัท NHK SPRING (THAILAND) CO, LTD.

ค. นาย ทรงชัย เปรมประสพโชค ตำแหน่ง General Manager บริษัท
Callidus Co., Ltd.r

3.2.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการวิจัยนั้นจะเป็นการแบ่งแยกตามชนิดของตัวแปรเพื่อบรรยาย
คุณลักษณะของแต่ละตัวแปรที่จะทำการศึกษาเพื่อเป้าหมายของข้อมูลที่จะนำมาประยุกต์ใช้ใน
กระบวนการพัฒนาและออกแบบในขั้นตอนวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ต่อไป โดยแบ่งออกดังนี้

ตัวแปรต้น คือ องค์ความรู้ที่ผ่านการกลั่นกรองและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเพื่อสรุป
“ข้อจำกัดทางการออกแบบ” ทางด้านกระบวนการในการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงขนาดเล็กแบบพกพาเพื่อการ
นำเข้าไปปฏิบัติงานในพื้นที่ป่าได้อย่างเหมาะสม

ตัวแปรตาม คือ รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาและออกแบบเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิง
ขนาดเล็กตาม “ข้อจำกัดทางการออกแบบ” ทางด้านกระบวนการในการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงขนาดเล็กแบบ
พกพาเพื่อการนำเข้าไปปฏิบัติงานในพื้นที่ป่า ตามหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

3.2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.4.1 แบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์รูปแบบเพื่อการผลิต ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบ
มาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) โดยกำหนดหลักเกณฑ์ของการประเมินผลเป็น 5 ระดับคือ (ธานินทร์
ศิลป์จารุ 2549 : 7)

4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

จากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณวิเคราะห์เพื่อการสรุปผังวิเคราะห์รูปแบบเพื่อใช้ผลิต
ต้นแบบการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงขนาดเล็กแบบพกพาเพื่อการนำเข้าไปปฏิบัติงานในพื้นที่ป่า เพื่อการควบคุม
ไฟฟ้า ทำการวิเคราะห์ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความ
เที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยโดยการใช้วิธี Face Validity โดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่รอบรู้
เฉพาะเรื่อง (Subject metter Speciallisis) โดยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content
Validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) โดยการนำเครื่องมือที่
สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งแต่ละท่านพิจารณาถึงความเห็นและให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรมนั้น

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรมนั้น

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่เป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของพฤติกรรมนั้น

3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยจากการออกแบบผลิตภัณฑ์จากทฤษฎีการออกแบบ
ผลิตภัณฑ์ ซึ่งเน้นให้ผลการออกแบบเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงขนาดเล็กแบบพกพาเพื่อการนำเข้าไป
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิบัติงานในพื้นที่ป่า สำหรับการควบคุมไฟฟ้า ที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานจริงตามแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยใช้การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ จากนั้นประเมินผลเลือกรูปแบบที่กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ มีความเห็นว่าเหมาะสมที่สุด วิเคราะห์ผลการคัดเลือกรูปแบบด้วย ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย และนำค่าการคำนวณเทียบกับเกณฑ์และจัดลำดับความสำคัญ

3.3 วิธีดำเนินการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 3”

ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช เป็นการเน้นกระบวนการนำข้อมูลที่ผ่านการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้ผลจากการสร้างระบบทางความคิดมาผ่านกระบวนการวิเคราะห์ในการนำเสนอแบบร่างทางความคิด และสร้างเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์เพื่อเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าได้นำไปทดลองใช้งานในพื้นที่จริงและทำการประเมินประสิทธิภาพในการใช้งานจริง เป็นขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาเอนกประสงค์สำหรับหน่วยควบคุมไฟฟ้า เพื่อรองรับภารกิจ “การสร้างแนวป้องกันไฟป่า” เป็นการประเมินโดยการใช้งานเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาเอนกประสงค์ที่พัฒนาใหม่ จากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบ , กลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า , กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวิศวกรรม

- ตัวแปรต้น หมายถึง เครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาเอนกประสงค์ เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้าที่พัฒนาใหม่ ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านการออกแบบ , ข้อมูลเชิงพื้นที่การใช้งาน , พฤติกรรมการใช้งาน ที่พัฒนาใหม่

- ตัวแปรตาม หมายถึง ระดับค่าความคิดเห็นประสิทธิภาพ จำนวน 5 ด้าน คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย , ความสะดวกสบายการใช้งาน , การซ่อมบำรุง , ความแข็งแรง , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวของต้นแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาเอนกประสงค์ เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้าที่พัฒนาใหม่

3.3.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้ประเมินค่าระดับความคิดเห็นประสิทธิภาพ จำนวน 5 ด้าน โดยแยกตามสาขาวิชาที่มีความถนัดตามคุณลักษณะของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละด้าน

ก. ผู้ทรงคุณวุฒิทางการออกแบบและวิศวกรรม โดยมีคุณวุฒิปริญญาโทขึ้นไปทางการออกแบบและมีประสบการณ์ทางการสอนและการออกแบบมาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน คือ

1. อาจารย์ ดร. จรรยาวรรณ จรรยาธรรม อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย

2. อาจารย์ ดร. สาธิต เหล่าวัฒนพงษ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตโชติเวช

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐไท พรเจริญ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ชาย สิกขา อาจารย์ประจำสาขาวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปะประยุกต์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ผู้ทรงคุณวุฒิทางการปฏิบัติการควบคุมไฟฟ้า (วิชาชีพ) โดยเป็นหัวหน้าหน่วยควบคุมไฟฟ้าในพื้นที่ควบคุมไฟฟ้า จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1. หัวหน้าศูนย์สาธิตและควบคุมไฟฟ้า เขตพื้นที่ภาคกลาง จังหวัดกาญจนบุรี กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

2. หัวหน้าศูนย์สาธิตและควบคุมไฟฟ้า เขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดกาญจนบุรี กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

3. หัวหน้าศูนย์สาธิตและควบคุมไฟฟ้า เขตพื้นที่ภาคตะวันออก จังหวัดฉะเชิงเทรา กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ส่วนเครื่องมือการวิจัยจะมีการประยุกต์เครื่องมือวิจัยจำนวน 1 ชิ้น คือแบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง ใช้ในการประเมินค่าระดับประสิทธิภาพ จำนวน 5 ด้าน แสดงรายละเอียด ดังนี้

ก. แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง เป็นการใช้อุปกรณ์การวิจัยแบบสอบถามแบบมีการเตรียมโครงสร้างหัวข้อคำถามไว้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แล้ว ซึ่งใช้ในการตอบวัตถุประสงค์ทางการประเมินประสิทธิภาพ 5 ด้าน จากการใช้งานจริงจากกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า , เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติงาน ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (จังหวัดกาญจนบุรี, จังหวัดนครราชสีมา, จังหวัดฉะเชิงเทรา) มีการใช้ลักษณะแบบสอบถาม ดังนี้ คำถามที่ผู้ตอบเลือกได้หลายคำตอบ (Checklist Questions หรือ Multiple Responses) และคำถามเปิด (Open-ended Questions)

- การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการวิเคราะห์ผลจากข้อมูลที่ทำการศึกษาหลังจากการทดลองใช้และการสังเกตการณ์ใช้งานของเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาอเนกประสงค์ที่พัฒนาใหม่ เพื่อประมวลผลการวิเคราะห์ทางด้านประสิทธิภาพจากการออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาอเนกประสงค์ที่พัฒนาใหม่ สำหรับรองรับภารกิจการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า โดยแยกรายละเอียดการวิเคราะห์ตามลักษณะของเครื่องมือการวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง เป็นการประยุกต์ใช้ร่วมกันระหว่างข้อมูลที่ได้แบบปลายเปิดและข้อมูลที่ได้จากการเลือกได้หลายคำตอบ (Checklist Questions หรือ Multiple Responses) โดยอ้างอิงค่าสถิติเข้ามามีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วน ก. การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสร้างข้อสรุปเชิงคุณภาพ ซึ่งส่วนใหญ่ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ จะเป็นข้อความบรรยาย (Descriptive) ซึ่งได้จากการสังเกต สัมภาษณ์ และจดบันทึกกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า , เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติงาน ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (จังหวัดกาญจนบุรี, จังหวัดนครราชสีมา, จังหวัดฉะเชิงเทรา)

ส่วน ข. การวิเคราะห์ระดับประสิทธิภาพที่ผ่านความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิอาศัยข้อมูลแบบเลือกได้หลายคำตอบ (Checklist Questions หรือ Multiple Responses) โดยใช้ข้อประเมินแนวความคิดเพื่อการออกแบบในลักษณะค่าระดับคะแนน

5	หมายถึง	มีความเห็นด้วยระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเห็นด้วยระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเห็นด้วยระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเห็นด้วยระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเห็นด้วยระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นทำการประมวลผลค่าระดับความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินประสิทธิภาพ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ 5 ระดับ ดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง	ผู้ตอบมีความเห็นด้วยระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง	ผู้ตอบมีความเห็นด้วยระดับมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง	ผู้ตอบมีความเห็นด้วยระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	ผู้ตอบมีความเห็นด้วยระดับน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	ผู้ตอบมีความเห็นด้วยระดับน้อยที่สุด

ใช้การวิเคราะห์ในการรูปแบบที่มีความเหมาะสมในการใช้งานตามค่าระดับ

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินประสิทธิภาพด้วยการวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ ร้อยละ และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3.4 วิธีการดำเนินการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ที่ 4”

ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและ พัฒนาการควบคุมไฟฟ้าต่อเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟที่พัฒนาใหม่ เป็นช่วงของกระบวนการประเมินผลในระยยะสุดท้ายของโครงการวิจัย เพื่อประเมินค่าระดับความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในขั้นตอนของการทดสอบการบดย่อยด้วยเครื่องบดขนาดเล็กเพื่อการนำไปทดลองพิเศษเชื้อเพลิงที่สะสมอยู่ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ สามารถที่จะจัดแบ่งได้ดังนี้

- ตัวแปรต้น หมายถึง เครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาอเนกประสงค์ เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้าที่พัฒนาใหม่ ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านการออกแบบ , ข้อมูลเชิงพื้นที่การใช้งาน , พฤติกรรมการใช้งาน ที่พัฒนาใหม่

- ตัวแปรตาม หมายถึง ระดับค่าความคิดเห็นความพึงพอใจ จำนวน 5 ด้าน คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย , ความสะดวกสบายการใช้งาน , การซ่อมบำรุง , ความแข็งแรง , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวของต้นแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาอเนกประสงค์ เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้าที่พัฒนาใหม่

3.3.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้ประเมินค่าระดับความคิดเห็นค่าระดับความพึงพอใจ จำนวน 5 ด้าน โดยแยกตามรูปแบบการประเมินเพื่อการประยุกต์ใช้งานในพื้นที่ทดลอง (กรณี ศูนย์สาธิตและควบคุมไฟฟ้า จังหวัดกาญจนบุรี)

ประชากร คือ เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการ ส่วนควบคุมและปราบปรามไฟฟ้า ศูนย์สาธิตและควบคุมไฟฟ้าภาคกลาง จังหวัดกาญจนบุรี

- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ส่วนเครื่องมือการวิจัยจะมีการประยุกต์เครื่องมือวิจัยจำนวน 1 ชิ้น คือแบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง ใช้ในการประเมินค่าระดับความพึงพอใจ จำนวน 5 ด้าน แสดงรายละเอียด ดังนี้

ก. แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง เป็นการใชเครื่องมือการวิจัยแบบสอบถามแบบมีการเตรียมโครงสร้างหัวข้อคำถามไว้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แล้ว ซึ่งใช้ในการตอบวัตถุประสงค์ทางการประเมินประสิทธิภาพ 5 ด้าน คือ ด้านประโยชน์ใช้สอย , ความสะดวกสบายการใช้งาน , การซ่อมบำรุง , ความแข็งแรง , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ของต้นแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาอเนกประสงค์ เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้าที่พัฒนาใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการใช้งานจริงจากกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า , เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติงาน ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (จังหวัดกาญจนบุรี) มีการใช้ลักษณะแบบสอบถาม ดังนี้ คำถามที่ผู้ตอบเลือกได้หลายคำตอบ (Checklist Questions หรือ Multiple Responses)และคำถามเปิด (Open-ended Questions)

- การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการวิเคราะห์ผลจากข้อมูลที่ทำกรเก็บรวบรวมมาหลังจากการทดลองใช้และการสังเกตการณ์ใช้งานของเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาอเนกประสงค์ที่พัฒนาใหม่ เพื่อประมวลผลการวิเคราะห์ทางด้านประสิทธิภาพจากการออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก แบบพกพาอเนกประสงค์ที่พัฒนาใหม่ สำหรับรองรับภารกิจการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า โดยแยกรายละเอียดการวิเคราะห์ตามลักษณะของเครื่องมือการวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง เป็นการประยุกต์ใช้ร่วมกันระหว่างข้อมูลที่ได้แบบปลายเปิดและข้อมูลที่ได้จากการเลือกได้หลายคำตอบ (Checklist Questions หรือ Multiple Responses) โดยอ้างอิงค่าสถิติเข้ามามีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วน ก. การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสร้างข้อสรุปเชิงคุณภาพ ซึ่งส่วนใหญ่ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ จะเป็นข้อความบรรยาย (Descriptive) ซึ่งได้จากการสังเกต สัมภาษณ์ และจดบันทึกกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า , เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติงาน ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (จังหวัดกาญจนบุรี)

ส่วน ข. การวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจจากการทดลองใช้งานจริงเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก ที่ผ่านความคิดเห็นจากผู้ใช้งานจริง (เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการควบคุมไฟฟ้า) อาศัยข้อมูลแบบเลือกได้หลายคำตอบ (Checklist Questions หรือ Multiple Responses) โดยใช้ข้อการประเมินแนวความคิดเพื่อการออกแบบในลักษณะค่าระดับคะแนน

5	หมายถึง	มีความเห็นด้วยระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเห็นด้วยระดับมาก
3	หมายถึง	มีความเห็นด้วยระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเห็นด้วยระดับน้อย
1	หมายถึง	มีความเห็นด้วยระดับน้อยที่สุด

จากนั้นทำการประมวลผลค่าระดับความคิดเห็นจากเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าที่ใช้งานเครื่องบดย่อย ในการประเมินความพึงพอใจ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ 5 ระดับ ดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง	ผู้ตอบมีความเห็นด้วยระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง	ผู้ตอบมีความเห็นด้วยระดับมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง	ผู้ตอบมีความเห็นด้วยระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	ผู้ตอบมีความเห็นด้วยระดับน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	ผู้ตอบมีความเห็นด้วยระดับน้อยที่สุด

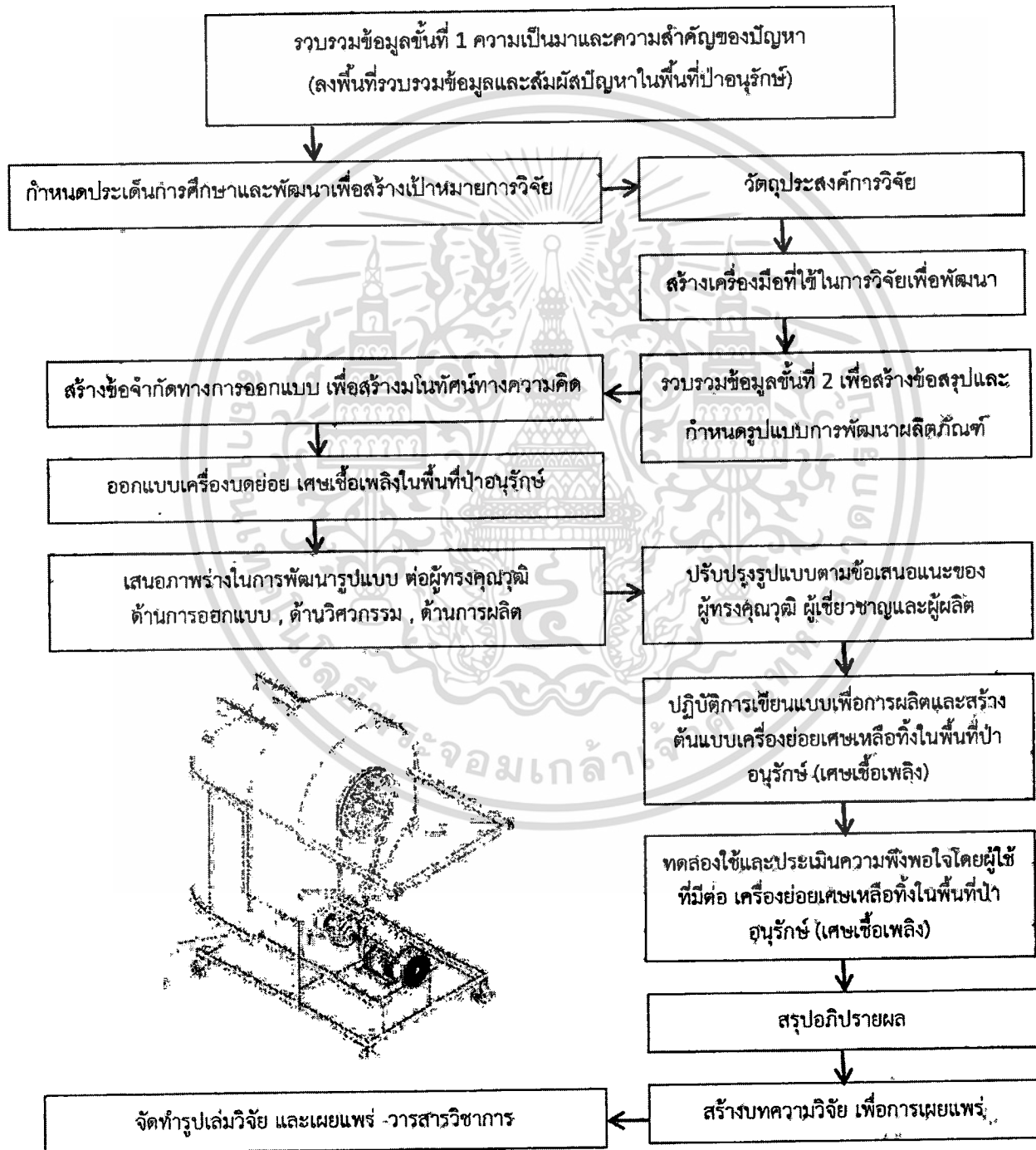
ใช้การวิเคราะห์ในการรูปแบบที่มีความเหมาะสมในการใช้งานตามค่าระดับความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในการประเมินประสิทธิภาพด้วยการวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ ร้อยละ และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 กระบวนการวิจัยที่พัฒนา

จากการวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นการรวบรวมข้อมูลจากภาคเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การลงสำรวจ การสังเกต การสัมภาษณ์และวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงสรุปภาพรวมในขั้นตอนการศึกษาและออกแบบเครื่องย้อยเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ เพื่อการนำมาใช้ประโยชน์ในศูนย์สาธิตและควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานแห่งชาติและสัตว์ป่า ดังแสดงในแผนผัง

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษาและออกแบบเครื่องย้อยเศษเชื้อเพลิงทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อผลิตปุ๋ยชีวภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การวิเคราะห์

โครงการวิจัยนี้เป็น “การศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ ศูนย์สาธิตและพัฒนากิจการควบคุมไฟป่า” ในบทนี้ ผู้วิจัยได้ทำการดำเนินการรวบรวมการวิจัยจนกระทั่งถึงกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำผลที่ได้มาประยุกต์ใช้งานทางด้านกระบวนการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อยเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์เพื่อการนำออกมาใช้งานภายในศูนย์สาธิตและควบคุมไฟป่า สำหรับบทการวิเคราะห์เพื่อนำเสนอผลการวิเคราะห์รูปแบบเครื่องบดย่อยเชื้อเพลิงสะสมสำหรับการควบคุมไฟป่าขนาดเล็ก นั้นผู้วิจัยเน้นการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากการลงพื้นที่ ในส่วนของศูนย์สาธิตและพัฒนากิจการควบคุมไฟป่า ภาคภาคกลาง มาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจำแนกชนิดป่าและขั้นตอนการควบคุมไฟป่าที่จะมีความแตกต่างกันไปตามประเภทของป่าไม้ในแต่ละพื้นที่ ซึ่งเมื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้ครบถ้วนจึงเข้าสู่ขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อใช้สำหรับการออกแบบและปรับปรุงเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ ศูนย์สาธิตและพัฒนากิจการควบคุมไฟป่าโดยสามารถตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษากระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟป่า เจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนากิจการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช”

4.2 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนากิจการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช

4.3 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ”

4.4 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนากิจการควบคุมไฟป่าต่อเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟที่พัฒนาใหม่”

ตามหัวข้อวิธีดำเนินการวิจัยนั้นจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบผลจากกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย คือ ผลที่ได้ในกระบวนการทดลองใช้งานจริงด้วยการทดลองเบื้องต้นและทำการประเมินค่าระดับของความพึงพอใจในระยะสุดท้ายของการวิจัยเพื่อพัฒนา

4.1 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 1”

ผลการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ที่ 1 “เพื่อศึกษากระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า เจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช” ใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ ในการวิเคราะห์ลักษณะการใช้งานของเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ เพื่อนำผลผลิตที่ได้มาประยุกต์ใช้งาน

ศิริ อัครอักษร (2553. การควบคุมไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย สำนักควบคุมไฟฟ้า กรมป่าไม้) กล่าวว่า ในขณะที่เป็นวิธีการเป็นเพียงหลักการกว้างๆ แต่กลยุทธ์เป็นศิลปะในการพลิกแพลงการใช้วิธีการนั้นๆให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดภายใต้เงื่อนไขของสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา กลยุทธ์ในการดับไฟฟ้าจึงเป็นส่วนเสริมในการดับไฟฟ้าด้วยวิธีการต่างๆ มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1. กลยุทธ์การดับไฟฟ้ทุ่งหญ้า เชื้อเพลิงหลักในทุ่งหญ้าจะเป็นเชื้อเพลิงเบา ได้แก่ หญ้าชนิดต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หญ้าคา และหญ้าจรจบ นอกจากนี้ยังมีวัชพืชอื่นๆ เช่น ต้นสาบเสือ ซึ่งเชื้อเพลิงเบาดังกล่าวหากแห้งจัดแล้วจะติดไฟได้ง่ายมีอัตราการลุกลามที่รวดเร็วมาก แต่อัตราการลุกลามจะไม่สม่ำเสมอ โดยขึ้นอยู่กับกระแสลม เมื่อลมพัดแรงไฟจะลุกลามอย่างรวดเร็ว เปลวไฟมีความยาวมาก ส่งลูกไฟปลิวนำหน้าแนวไฟไปได้หลายร้อยเมตร และความร้อนแรงของไฟจะพุ่งขึ้นสูง แต่ในจังหวะที่ลมสงบเป็นช่วงๆ ไฟจะลดความร้อนแรง และลดอันตรายการลุกลามอย่างมากเช่นกัน การดับไฟทุ่งหญ้าโดยการทำแนวกันไฟคั่นหน้าหัวไฟเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะเชื้อเพลิงหนาแน่นและแนวหัวไฟเคลื่อนที่เร็วมากจนทำแนวคั่นไม่ทัน ดังนั้นการดับไฟจึงต้องแบ่งกำลังออกเป็น ๒ ส่วนกำลังส่วนน้อยทำหน้าที่ขุดเคลื่อนที่เร็ว นำหน้าแนวกันไฟไปก่อนเพื่อคอยดับลูกไฟที่ปลิวไปตกแนวไฟ ส่วนกำลังหลักจะทำหน้าที่ดับตัวไฟ โดยการดับไฟจากทางไฟด้วย วิธีดับทางตรงก่อน จากนั้นจึงคอยกระจายกำลังออกทางปีกไฟทั้งซ้ายขวา โดยเข้าดับไฟจากด้านที่ถูกไฟไหม้ไปแล้ว ในลักษณะเดินตามเกาะติดไฟไปเรื่อยๆ ในจังหวะที่กระแสลมแรงเกินกว่าจะเข้าดับไฟทางตรง จนกระทั่งถึงจังหวะที่ลมเบาลงซึ่งจะทำให้การลุกลามของไฟชะงักลงและความสูงของเปลวไฟก็ลดต่ำลงมา ซึ่งช่วงลมสงบนี้จะเกิดเป็นช่วงๆ แต่ละช่วงกินเวลาสั้นๆ เพียงไม่มีกินาที ช่วงเวลานี้ถือเป็นช่วงเวลาที่ทองในการดับไฟทุ่งหญ้าซึ่งพนักงานดับไฟฟ้าทุกคนจะต้องรีบเข้าทำการดับไฟที่ขอบเขตไฟโดยการดับทางตรงอย่างรวดเร็วหนักหน่วงและพร้อมเพรียงกันที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อดับแนวปีกไฟให้ได้ระยะทางยาวที่สุด อันเป็นการบีบแนวหัวไฟให้เล็กลงเรื่อยๆ และเมื่อลมพัดแรงขึ้นอีกจนไม่สามารถไปทำงานที่ขอบของไฟได้ก็จะถอยมาและเดินตามเกาะติดไฟไปเรื่อยๆ เพื่อรอโอกาสเข้าดับไฟในจังหวะที่ลมสงบลงอีกในครั้งต่อไป หรือหากเป็นไฟที่ไหม้ขึ้นเขาก็จะต้องตามไฟไปเรื่อยๆ และเข้าดับไฟในขณะที่ไฟลามถึงสันเขา และกำลังจะลามลงด้านลาดเขาอีกด้านหนึ่ง ซึ่งจังหวะนั้นอัตราการลุกลามของไฟจะลดลงมากเช่นกัน ดังนั้นความสำเร็จในการดับไฟในทุ่งหญ้าจึงขึ้นอยู่กับการอดทนในการติดตามไฟของพนักงานดับไฟฟ้า ประกอบกับความรวดเร็ว หนักหน่วงและพร้อมเพรียงในการเข้าดับไฟในช่วงเวลาที่ทองเป็นสำคัญ ซึ่งเปรียบได้กับยุทธวิธีในการล่าเหยื่อของฝูงไฮยีนา ที่ติดตามม้าลายหล่งฝูงไปเรื่อยๆ อย่างอดทนรอจังหวะให้ม้าลายชะตาขาดวิ่งหนีจนอ่อนกำลังลง จึงค่อยถือโอกาสนั้นเข้าโจมตีอย่างพร้อมเพรียงด้วยความรวดเร็วและดุเดือด

2. กลยุทธ์การดับไฟป่าไม้พุ่มและป่าไผ่ ไฟป่าไม้พุ่มและป่าไผ่จะมีอัตราการลุกลามช้ากว่าไฟทุ่งหญ้า แต่ความร้อนแรงจะมีมากกว่า อย่างไรก็ตามพื้นที่ป่าไม้พุ่มและป่าไผ่จะมีวัชพืชต่างๆ ที่เป็นเชื้อเพลิงอยู่น้อย แม้ว่าการดับไฟในป่าไม้พุ่มและป่าไผ่จะทำได้ง่ายกว่าไฟทุ่งหญ้า แต่การดับไฟในป่าไม้พุ่มและป่าไผ่ก็มีความเสี่ยงสูง เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้พุ่มและป่าไผ่มีความชื้นสูง และมีความหนาแน่นของเชื้อเพลิงสูง ทำให้การดับไฟมีความยากลำบาก และต้องอาศัยถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในป่าไม้ส่วนใหญ่เชื้อเพลิงจะเป็นใบไม้และกิ่งไม้แห้ง ซึ่งหากอากาศไม่แห้งจัดจนเกินไปก็มักมามารถดับไฟโดยวิธีทางตรงได้ โดยอาจต้องใช้น้ำค่อนข้างมากเพื่อดับไฟที่เข้าไปไหม้อยู่ในฐานของกอไม้ หรือหากไม่มีน้ำก็ต้องใช้พลั่วตักดินสาดไฟในฐานกอไม้ หรือทำแนวกันไฟรอบๆ กอไม้เพื่อป้องกันไม่ให้ไฟลามเข้าไปในฐานกอไม้

แต่ในกรณีที่อากาศแห้งจัด การดับไฟจะยากลำบากและอันตรายมาก ทั้งนี้เนื่องจากไฟจะมีโอกาสลุกลามขึ้นไปติดพุ่มไม้ หรือติดกอไม้และไหม้ขึ้นไปตามลำไม้ ทำให้ความสูงเปลวไฟเพิ่มขึ้นมาก และมีโอกาสเกิดลูกไฟปลิวนำหน้าแนวไฟไปได้ไกล โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจจะมีการระเบิดของปล้องไม้ ซึ่งจะเป็อันตรายต่อพนักงานดับไฟป่าที่ทำงานอยู่ในบริเวณใกล้เคียง ในกรณีเช่นนี้ การดับไฟต้องใช้การผสมผสานทั้งการดับทางตรงและทางอ้อม โดยทำแนวสกัดหัวไฟก่อนเป็นอันดับแรก เมื่อสกัดแนวหัวไฟได้แล้ว จึงทำการดับปีกและหางไฟด้วย การดับไฟทางตรง ในขณะเดียวกันหากมีไม้พุ่มหรือกอไม้ที่ไหม้ไฟ จะต้องให้กำลังส่วนหนึ่งเฝ้าระวังการปลิวของลูกไฟ และเมื่อไฟที่ไหม้กอไม้เริ่มโหมลงลำไม้ที่ถูกไฟไหม้จะเริ่มหักโค่นลงมา ซึ่งหากเป็นที่ลาดชันลำไม้ติดไฟอาจลิ่งลงไปสู่บริเวณด้านล่างที่ยังไม่ถูกไฟไหม้ ดังนั้นจึงต้องขุดร่องดับเอาไว้ ในกรณีเช่นนี้จะต้องให้ความสำคัญกับการกวาดเก็บและตรวจตราพื้นที่หลังดับไฟเสร็จแล้วให้มากเป็นพิเศษ

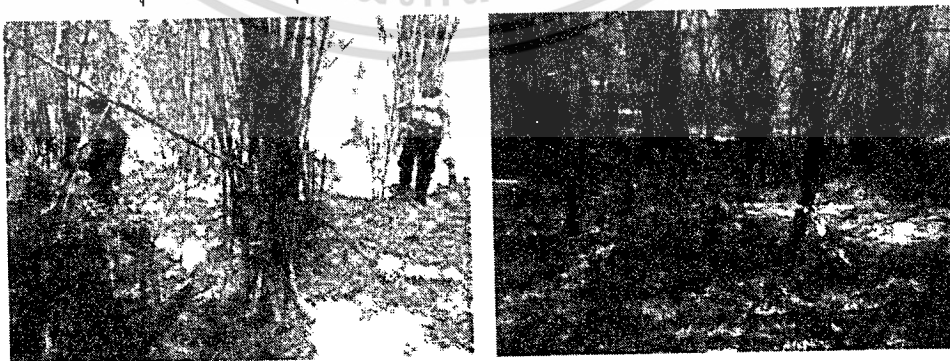
3. กลยุทธ์การดับไฟป่า ในสวนป่าที่มีการเตรียมการดับไฟป่าป้องกันการไฟป่าเป็นอย่างดี โดยการวางหรือชิงเฆากำจัดวัชพืชตามช่วงเวลาที่เหมาะสม และมีการตัดแนวกันไฟเป็นตารางและซ่อมบำรุงแนวกันไฟอย่างสม่ำเสมอ มักจะไม่ค่อยมีปัญหาไฟป่าหรือหากเกิดไฟไหม้ก็มักมามารถควบคุมได้โดยง่าย แต่ในสวนป่าที่ต้นไม้ยังอายุน้อย จะมีวัชพืชขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นและถ้าไม่มีการเตรียมการเพื่อป้องกันไฟป่าเป็นอย่างดีแล้ว หากเกิดไฟไหม้ขึ้น ไฟจะมีความรุนแรงมากและควบคุมได้ยาก ซึ่งในกรณีเช่นนี้แทบจะไม่มีโอกาสดับไฟทางตรงได้เลย การดับไฟทางอ้อมโดยทำแนวกันไฟก็เป็นไปได้ยาก เพราะเชื้อเพลิงหนาแน่นมาก เป็นอุปสรรคทำให้การทำแนวกันไฟเป็นไปอย่างเชื่องช้าและไม่ทันการ ดังนั้น การดับไฟในกรณีนี้จึงจำเป็นต้องอาศัยหลักธรรมที่ว่า “พึงเสียสละอวัยวะ เพื่อรักษาชีวิต” โดยการยอมเสียพื้นที่สวนป่าแปลงนั้นๆ ทั้งแปลงเพื่อรักษาพื้นที่สวนป่าแปลงอื่นๆ เอาไว้โดยการริบซ่อมแซมและขยายแนวกันไฟถาวรรอบแปลงนั้น เพื่อใช้เป็นแนวตั้งรับ แล้ววางกำลังคนตลอดจนเครื่องมือดับไฟป่าทั้งหมดเพื่อป้องกันไม่ให้ไฟลามข้ามแนวไปติดสวนป่าแปลงอื่นๆ ทั้งนี้โดยยอมปล่อยให้แปลงที่กำลังเกิดไฟไหม้ถูกไฟไหม้หมดทั้งแปลง

4. กลยุทธ์การดับไฟป่าธรรมชาติ ป่าธรรมชาติที่เกิดไฟไหม้อยู่เสมอ ได้แก่ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีรอบการเกิดไฟป่าค่อนข้างถี่ ทำให้เชื้อเพลิงที่สะสมอยู่บนพื้นที่ป่ามีปริมาณน้อย ไฟป่าที่เกิดจึงมีความรุนแรงไม่มากนัก สามารถดับไฟทางตรงได้โดยไม่ยากนักหากมีน้ำเพียงพอ แต่ปัญหาในการดับไฟป่าธรรมชาติคือไฟมักเกิดในพื้นที่ห่างไกลหรือพื้นที่ที่เป็นภูเขาสลับซับซ้อน ซึ่งกว่าจะตรวจพบและเดินไปถึง ไฟก็มักจะแผ่ขยายเป็นวงกว้างบางครั้งมีแนวไฟยาวหลายกิโลเมตร และในพื้นที่จะไม่สามารถหาน้ำเพื่อนำมาใช้ในการดับไฟได้ ดังนั้น น้ำที่ใช้ในการดับไฟจึงมีเพียงน้ำในถังฉีดดับไฟป่าที่พนักงานดับไฟป่าแบกเข้าไปเท่านั้น ในกรณีเช่นนี้ น้ำทุกหยดจะมีคุณค่าอย่างยิ่ง การดับไฟจึงต้องใช้กลยุทธ์ในการใช้น้ำน้อยสู้กับไฟโดยการใช้น้ำอย่างประหยัดที่สุดแต่เกิดประโยชน์มากที่สุด หรืออาจจะต้องสู้กับไฟโดยไม่ใช้น้ำมันเลย (Dry Suppression) โดยการใช้ที่ดับไฟเพียงอย่างเดียวในจุดที่สามารถทำได้ และใช้ในการดับไฟทางอ้อมโดยการทำแนวกันไฟแทนการดับทางตรงซึ่งใช้น้ำ เพื่อประหยัดน้ำไว้ใช้ในจุดที่จำเป็นจริงๆ เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจะพบว่าในพื้นที่ป่าของประเทศไทยจะมีอัตราการเกิดไฟป่าที่ 3,372 ครั้ง มีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าที่ 31,831.59 ไร่ ในปี 2555 ซึ่งถือได้ว่าเป็นอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าจำนวนมากในแต่ละปีที่เกิดไฟป่า โดยสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการสูญเสียพื้นที่ป่ามากเนื่องจากสภาพปัญหาการเผ่าไร่ร้างซึ่งเจ้าหน้าที่ดับไฟป่านั้นทราบเหตุและเข้าระงับดับไฟป่าได้ไม่ทันเวลาเนื่องจากการเข้าถึงพื้นที่และการนำพาอุปกรณ์ที่ใช้ในการดับไฟป่าจะต้องอาศัยกำลังแรงงานเจ้าหน้าที่ในการนำพาไปยังพื้นที่เกิดไฟป่าที่มีความสูงชันและรกของป่า

สำหรับสถานที่ที่ให้ข้อมูลและทำการฝึกอบรมภารกิจเกี่ยวข้องกับการควบคุมไฟป่าให้กับกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในพื้นที่ควบคุมและกลุ่มบุคคลนักเรียนนักศึกษาทั่วไปที่ต้องการส่งเสริมองค์ความรู้ในการดับไฟป่า จะมีศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดนครราชสีมา สำนักป้องกัน ปราบปรามและควบคุมไฟป่า เป็นศูนย์กลางการให้ความรู้และฝึกอบรมในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่าภาคกลาง จังหวัดกาญจนบุรี สำนักป้องกัน ปราบปรามและควบคุมไฟป่า เป็นศูนย์กลางการให้ความรู้และฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในเขตพื้นที่ภาคกลาง โดยทั้ง 2 แห่งที่กล่าวมานั้นถือว่าเป็นสถานที่ที่มีความสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ทางการดับไฟป่าร่วมกับการควบคุมไฟป่า ในพื้นที่รับผิดชอบ ซึ่งมีการฝึกหลักในการส่งเสริมองค์ความรู้ในการควบคุมไฟป่าร่วมกับการป้องกันไฟป่าในพื้นที่รับผิดชอบด้วยการสร้างแนวกันไฟป่าตลอดระยะทางพื้นที่ควบคุม จากพื้นที่ป่าของแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมโดยรวมของภาคต่างๆ เช่น พื้นที่ป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีพื้นที่ป่าเป็นป่าเต็งรังเป็นส่วนมากร่วมกับป่าเบญจพรรณประปราย ซึ่งป่าเต็งรังจะมีต้นไม้ประเภท ต้นเต็ง มีไม้ที่มีการสะสมของเชื้อเพลิงจำนวนมากจากการทับถมของใบไม้แห้งที่หล่นในช่วงเปลี่ยนฤดูแล้งและฤดูหนาว ใบไม้แห้งช่วงนี้จะประกอบด้วยใบสัก ใบเต็งรัง ที่แห้งหล่นอยู่พื้นป่าทับถมซึ่งไฟป่าที่เกิดขึ้นจะมีความรุนแรงของเปลวไฟมากกว่าปกติเนื่องจากมีปริมาณของเชื้อเพลิงสะสมที่มีความรวดเร็วในการเผาไหม้สูง และจะปลิวตามกระแสลมโดยหัวไฟจะปลิวตามกระแสลมที่เร็วและลามติดกันง่ายกว่าปกติ ซึ่งช่วงนี้จะก่อให้เกิดไฟป่าขึ้นเป็นจำนวนมากทั้งจากสาเหตุการเผาป่าเพื่อหาของป่าของชาวบ้านสาเหตุการเผาพื้นที่เกษตรกรรมของเกษตรกรแล้วลามเข้าพื้นที่ป่าหรือสาเหตุการเกิดจากธรรมชาติซึ่งช่วงนี้เจ้าหน้าที่จะทำการสร้างแนวป้องกันไฟป่าตามแนวป่าอนุรักษ์และจัดชุดหน่วยลาดตระเวนไฟ โดยจะจัดแบ่งเป็นหน่วยเล็ก หน่วยละ 2 นาย เพื่อลาดตระเวนไฟป่าโดยใช้ยานพาหนะเป็นมอเตอร์ไซด์ขนาดเล็กเคลื่อนที่เข้าพื้นที่ที่มีภาวะเสี่ยงต่อไฟป่า ซึ่งการเข้าพื้นที่ป่าเพื่อลาดตระเวนไฟป่าจะประกอบด้วยอุปกรณ์สำหรับติดตัวเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าไปในทุกหน่วยลาดตระเวนเล็ก



ภาพที่ 4.1 เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่ากำลังปฏิบัติการสร้างแนวป้องกันไฟป่า
(ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. 2556)

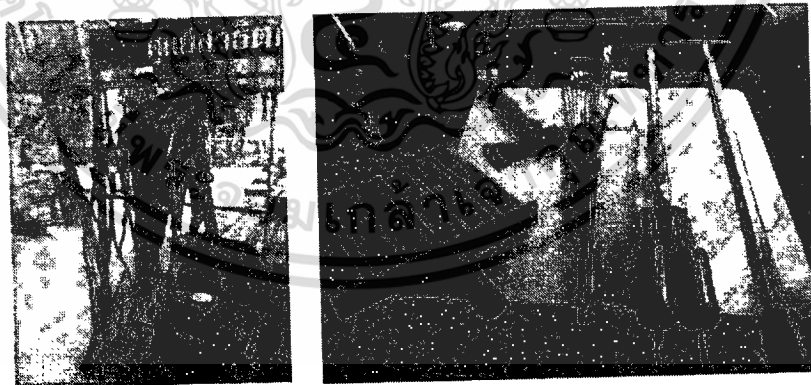
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า ประเภทคราดไฟฟ้า คือ เป็นเครื่องมือที่มีองค์ประกอบ 2 ส่วนอยู่ด้วยกัน ประกอบด้วยคราดสำหรับกวาดเศษใบไม้และกิ่งไม้แห้งร่วมกับจอบถากสำหรับการสับและถากหญ้าที่อาจจะติดไฟฟ้าได้ง่ายเมื่อเกิดเหตุไฟฟ้า โดยมากนิยมในการนำมาใช้เพื่อการสร้างแนวกันไฟ หรือใช้ในการถากเพื่อกลับแนวเนื้อดินที่มีเศษพืชที่ติดไฟให้กลับด้านเพื่อการดับไฟที่ยังกรุ่นอยู่ในพื้นดินที่ผิวหน้า นิยมนำมาใช้งานร่วมกับไม้ตบไฟฟ้าโดยเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าจะนิยมและพกพาอุปกรณ์ 2 ชนิดนี้ติดตัวเพื่อการเข้าพื้นที่ปฏิบัติการดับไฟฟ้าและการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า

- ลักษณะเครื่องมือ จะเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการคราดหรือถากแนวพื้นดินเพื่อกำจัดเศษใบไม้แห้งที่อยู่ในพื้นที่ป่าซึ่งอาจจะก่อให้เกิดเป็นเชื้อเพลิงสำหรับไฟฟ้าได้ง่าย โดยลักษณะของอุปกรณ์ชนิดนี้จะ เป็นเหล็กเส้นขนาดเล็กตัดงอเป็นมือเสือเพื่อใช้ในการคราดหรือเกี่ยวเศษใบไม้ และจอบแบบถากที่มีใบคมแบนปากกว้างใช้ในการขุดผิวดินหรือพื้นดินที่มีเศษต่างๆทับถมกันอยู่

- สภาพปัญหาของตัวเครื่องมือ โดยสภาพทั่วไปของเครื่องมือชนิดนี้จะมีส่วนประกอบร่วมกัน 2 ส่วนหลักๆเพื่อประยุกต์ใช้งานในลักษณะต่างๆให้มีความเหมาะสมและมีความง่ายในการนำพาเข้าสู่พื้นที่ป่าที่รก โดยจะมีการนำไปใช้งานในพื้นที่ป่าซึ่งการนำพาจะต้องอาศัยการถอดประกอบส่วนด้ามที่ยาว 1.20 - 1.50 เมตร เข้าสู่พื้นที่ป่าซึ่งทำให้มีความยากลำบากในการนำพาและการประกอบ

- จุดเด่นของเครื่องมือ จะเป็นส่วนของความสะดวกในการใช้งานที่มีการประกอบกันของอุปกรณ์ 2 ชิ้น ใน 1 ตัว โดยมีวัสดุที่แข็งแรงในการใช้งานและมีน้ำหนักที่เบาสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายเมื่อเทียบกับน้ำหนักในการนำพา อีกทั้งยังเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพในด้านการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้าด้วยการถากและเคลื่อนย้ายเศษใบไม้หรือเชื้อเพลิงแห้งตามพื้นที่ป่า เนื่องจากตัวอุปกรณ์ชนิดนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าได้ทำการพัฒนารูปแบบโดยนำมาติดตั้งส่วนที่ใช้ในการดึงเศษกิ่งไม้แห้งที่มีน้ำหนักมาก ออกจากแนวไฟฟ้า ซึ่งการพัฒนารูปแบบของคราดไฟฟ้าสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายตามพื้นที่และวัตถุประสงค์ของการทำงาน เจ้าหน้าที่ตามความต้องการของป่ารูปแบบต่างๆในที่นี้คือ ป่าเบญจพันธุ์ ป่าเต็งรัง เป็นต้น



ภาพที่ 4.2 คราดไฟฟ้า เป็นเครื่องมือที่มีการใช้งานได้หลากหลายและมีองค์ประกอบของเครื่องมือ 2 ชิ้น (ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. 2556)

ในส่วนของคราดไฟฟ้านี้จะมีการใช้งานได้หลากหลายและมีการนำมาใช้งานได้อย่างเหมาะสมในพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน โดยใช้ในส่วนของประโยชน์ทางการกวาดและแยกส่วนของเศษเชื้อเพลิงที่จะก่อให้เกิดไฟป่าออกมาเป็นแนวป้องกันไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ประจำกายเจ้าหน้าที่ ประเภทกระเป๋าล้างมือหรือถังฉีดน้ำ คือ ถังฉีดน้ำพลาสติกที่มีสายฉีดน้ำแรงดันโดยใช้มือสูบซึ่งจะมีการนำมาใช้งานเป็นอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับเจ้าหน้าที่ดับไฟป่าที่เข้าพื้นที่ที่เกิดไฟป่า ในที่นี้กระเป๋าล้างมือหรือถังฉีดน้ำจะมีการนำถังน้ำที่ใช้ทางการเกษตรกรรมมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับสายยางฉีดน้ำยาแบบมือสูบ มาปรับปรุงใช้งานร่วมกัน ซึ่งกระเป๋าล้างมือหรือถังฉีดน้ำนี้ถือได้ว่าเป็นมีความสำคัญกับเจ้าหน้าที่ไฟป่า เนื่องจากมีการนำพาอุปกรณ์นี้ไปในช่วงของการลาดตระเวนไฟตามพื้นที่ป่าและการลงพื้นที่ดับไฟป่าด้วย ในช่วงหลังมีการประยุกต์ใช้งานร่วมกับกระเป๋าสะพายเพื่อความสะดวกในการนำพาไปยังพื้นที่ทุรกันดารหรือในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ซึ่งมีความยากลำบากในการเข้าถึงพื้นที่ป่าลักษณะต่างๆก็จะมี ความยากในการเข้าถึงพื้นที่ป่าแต่ละประเภท โดยองค์ประกอบหลักที่จะมีการพกพาไปกับตัวกระเป๋าล้างมือคือ หัวไม้ดับไฟ หัวคราดไฟป่า ซึ่งจะไม่ได้นำพาไปด้วยโดยจะติดกับกระเป๋าล้างมือซึ่งตัวกระเป๋าล้างมือจะมีองค์ประกอบของกระเป๋าคือเจ้าหน้าที่ดับไฟป่าสามารถนำมาใช้งานได้หลากหลายรูปแบบแล้วแต่ประเภทของไฟป่าที่เข้าพื้นที่อนุรักษ์

- ลักษณะเครื่องมือ เป็นกระเป๋าล้างมือที่มีความหนาของเนื้อผ้าสูงและตัดเย็บเข้ากับรูปทรงของถังน้ำทางการเกษตรกรรมที่นำมาประยุกต์ใช้งาน ซึ่งจะมีส่วนประกอบสำคัญเพื่อการนำพา คือ สายสะพายหลังที่เป็นสายผ้าติดตัวปรับระดับสายสะพาย มีส่วนเว้นช่องสำหรับการเติมน้ำและสารเคมีสำหรับควบคุมไฟป่าด้านบน ในส่วนของด้านหลังกระเป๋ามีสายคาดเพื่อพกพา หัวไม้ดับไฟ หัวคราดไฟป่า ติดบริเวณด้านหลังกระเป๋าสะพายหลัง และส่วนที่สำคัญ คือ กระตักน้ำดื่ม สำหรับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าซึ่งจะขาดไม่ได้สำหรับการการเข้าดับไฟป่าแต่ละครั้งของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าแต่ละคนที่จะต้องมือน้ำดื่มในพื้นที่ป่าเมื่อเข้าปฏิบัติการดับไฟป่าแต่ละครั้ง

- สภาพปัญหาของตัวเครื่องมือ พบปัญหาทางการนำพาเข้าสู่พื้นที่ไฟป่าเนื่องจากตัวกระเป๋าล้างมือมีน้ำหนักมากโดยจะบรรจุทุกน้ำสำหรับดับไฟป่าแต่ละครั้งประมาณ 10 ลิตร ต่อเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า 1 คน ซึ่งน้ำที่บรรจุทุกจะมีน้ำหนักมากและมีการรั้งของสายสะพายตามน้ำหนักของน้ำและสัมภาระส่วนตัวที่นำเข้าสู่พื้นที่ไฟป่าแต่ละครั้ง คือ 1-3 วัน จะทำให้ตัวกระเป๋าล้างมือมีน้ำหนักมาก ซึ่งจากสภาพของพื้นที่ป่าจะมีความรกของป่าและความสูงชันของพื้นที่ตามภูมิภาคต่างๆ ซึ่งทำให้มีความล่าช้าในการเข้าสู่พื้นที่ไฟป่าแต่ละครั้ง เนื่องจากตัวกระเป๋าล้างมือมีน้ำหนักมากและมีขนาดใหญ่ไม่มีส่วนรองรับน้ำหนักสำหรับการเคลื่อนที่ของร่างกายเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า

- จุดเด่นของเครื่องมือ เป็นเครื่องมือที่มีการนำมาใช้งานประจำสำหรับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าและเป็นอุปกรณ์หลักในการเข้าดับไฟป่าแต่ละครั้งเพื่อการทำไฟป่านั้นดับสนิท โดยจะใช้ควบคู่กันระหว่างไม้ดับไฟที่จะตบนาในส่วนของหัวไฟหรือหางไฟก่อนจากนั้นจะทำการฉีดละอองน้ำลงไปในพื้นที่ดับไฟแล้ว ซึ่งจะเป็นการปฏิบัติงานร่วมกันระหว่างเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า 2 นาย ประจำแต่ละหน่วยขนาดเล็ก



ภาพที่ 4.3 กระเป๋าล้างมือแบบเป้สะพายหลังที่มีการประยุกต์ใช้งานในการควบคุมไฟป่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเครื่องกลการเกษตร

- ลักษณะรูปแบบการใช้เฟืองและสายพาน ในเรื่องของระบบเฟืองกับลักษณะของการเชื่อมต่อกับตัวใบมีดชนิดของเฟืองที่เหมาะสม คือ เฟืองดอกจอก ที่สังเกตเห็นว่าสมควรใช้กับตัวงานแต่จะต้องมีการเปรียบเทียบกับสายพานว่าควรใช้ในรูปแบบใด สายพานที่เหมาะสมกับงาน คือ สายพานแบนที่มีแกนหมุนโดยพูลเลย์

- ลักษณะกำลังเครื่องของมอเตอร์ในการปั่น กำลังของเครื่องมอเตอร์ที่เหมาะสมกับการปั่นย่อยพืชจำพวกกาบใบ ลำต้น สำหรับกำลังของมอเตอร์ที่ใช้ คือ 1 แรงม้า เป็นมอเตอร์ชนิดกระแสสลับที่สามารถต่อกับไฟฟ้าบ้านได้โดยตรง จำนวนรอบปั่น อยู่ที่ 1,450 รอบ ต่อนาที

- ลักษณะรูปแบบการเลือกใบมีดในการปั่น การเลือกใช้ควรพิจารณาในเรื่องของลักษณะการหมุน หากต้องการให้มีประสิทธิภาพในการปั่น ควรจะเป็นใบมีดที่มีลักษณะหมุนสลับกัน ให้ใบมีดสองตัวเฉือนกัน จะทำให้เกิดลักษณะของการสับย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบได้อย่างดี

- ลักษณะรูปแบบของโครงสร้างของเครื่องย่อย การปั่นย่อยจำพวกพืชใบอ่อนและแห้งกรอบที่มีลักษณะความยาวของลำต้น โครงสร้างจึงต้องเป็นในลักษณะของการปั่นที่มีความต่อเนื่องโดยอาจจะมีถังใส่ลงไปและสามารถระบายออกของพืชใบอ่อนและแห้งกรอบที่บดออกมา มีที่จับในการเข็นและใส่ล้อเพื่อสามารถเคลื่อนที่ได้

- ลักษณะรูปแบบการจัดวางกลไกโดยรวม ลักษณะการจัดวางของมอเตอร์ควรวางในรูปแบบแนวนอนและมีการทดแรงโดยอาจจะใช้เฟืองก็ได้ใช้สายพานก็ได้ ถ้าหากอยากจะทำตัวผลิตภัณฑ์โดยรวมไม่มีขนาดใหญ่มากก็ควรจะใช้ในระบบเฟืองในการทดแรง แต่หากไม่เน้นเรื่องขนาดแนะนำให้ใช้สายพานเพราะสามารถกระจายแรงได้และจะทำให้เครื่องนิ่งไม่เกิดเสียงดัง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ ในลักษณะของการทดรอบอีกประเภทหนึ่งการใช้เกียร์บ็อก (Gear Box) หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เกียร์ทดรอบ เนื่องจากเป็นตัวเลือกหนึ่งที่ใช้ทดแทนเฟืองและสายพานในการปั่นพืชใบอ่อนและแห้งกรอบได้



ภาพที่ 4.8 คณะผู้ทรงคุณวุฒิที่อนุเคราะห์ข้อมูลและร่วมแสดงความคิดเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การสัมภาษณ์ผู้ใช้งานในด้านเกษตรกรรม

- แนวทางในการนำเศษเหลือทิ้งของพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ที่มีอยู่นำไปใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ทางด้านอาหารสัตว์ เช่น วัว นอกจากนี้ส่วนที่เหลือสามารถนำไปใช้ในการนำไปเป็นปุ๋ยโดยธรรมชาติ

- ลักษณะความจำเป็นในการใช้งานของเครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์มีความจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากหลังการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้าในพื้นที่อนุรักษ์แล้วนั้นจะพบพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ ส่วนของลำต้นจะต้องมีการตัดทิ้งเป็นเศษเหลือทิ้งหรือทำการถางเพื่อเปิดหน้าดิน ดังนั้นเครื่องบดย่อยจึงมีส่วนจำเป็นในเรื่องของการย่อยสลายสิ่งเหล่านี้

- ลักษณะการทำงานของตัวเครื่องเป็นกลไกในรูปแบบของระบบไฟฟ้า โดยใช้มอเตอร์กระแสสลับที่ต่อกับไฟฟ้าซึ่งใช้มอเตอร์ 3 แรงม้า ใช้ระบบการขับเคลื่อนแบบสายพานเชื่อมต่อกับพูลเลย์ 2 ตัว รอก 1 ตัว โดยพูลเลย์ตัวแรกเชื่อมต่อกับใบมีด พูลเลย์ตัวที่สอง จะเชื่อมต่อกับเฟืองดอกจอกที่จะเป็นตัวขับเคลื่อนในการหมุนไปสู่อแกนหมุนที่จะเป็นตัวดึงเศษพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์เข้าสู่ตัวใบมีด โดยจะมีเฟืองเชื่อมต่อยู่ด้านล่างของเฟืองดอกจอกเพื่อจะเชื่อมต่อกับแกนหมุนข้างล่าง ซึ่งกลไกนี้จะทำให้เปลี่ยนทิศทางการหมุนแบบสลับกันจึงทำให้ตัวหมุนสองตัวหมุนสลับกัน จึงสามารถดึงเศษพืชที่มีลักษณะท่อนเข้าสู่ใบมีดเพื่อทำการบดพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ได้

- ในการย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ ใช้ระยะเวลาในการย่อยประมาณ 30 นาที ใช้เวลาบดย่อยในครั้งหนึ่ง ประมาณ 10 นาที ต่อ 15 กิโลกรัม เครื่องย่อยปัจจุบันของเจ้าหน้าที่ผู้ใช้ราคาอยู่ในประมาณ 17,000 บาท เหมาะสมกับการใช้งาน

- ปัญหาที่พบขณะใช้งานของตัวเครื่อง คือ ใบมีด เมื่อใช้งานแล้วจะมีลักษณะงอทำให้ในส่วนของการตัดระหว่างตัวสับไม่ละเอียดพอ และมักจะมีเศษใบหรือกากติดอยู่ตรงร่องมีดเสมอ จึงต้องมีการหยิบเศษพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ที่ติดอยู่เอาออกอยู่เรื่อยๆ อีกทั้งระบบสายพานมีการหย่อนเมื่อมีการใช้งานมาเป็นเวลานานจึงต้องมีการตรวจเช็คเครื่องตลอดเวลาและเมื่อโครงสร้างผลิตจากวัสดุประเภทเหล็กจึงทำให้เกิดสนิมได้

- เครื่องย่อยมีอายุการใช้งานประมาณ 4-6 ปี และส่วนใหญ่จะนำส่วนของลำต้นมาทำการย่อยสลายเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์และปุ๋ยต่อไป



ภาพที่ 4.9 คณะผู้เชี่ยวชาญที่อนุเคราะห์ข้อมูลและร่วมแสดงความคิดเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนเพื่อการออกแบบ

ขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีความสอดคล้องกับลักษณะในการใช้งานของมนุษย์ ในแต่ละส่วนของเครื่องบดย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ จะประกอบไปด้วย

4.1.3.1 ช่องลำเรียงเศษพืชประเภทลำต้นพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ เพื่อทำการบดย่อย โดยมีขนาดความสูงจากพื้นถึงตัวช่อง 90 เซนติเมตร ความยาวของช่องลำเรียงจนถึงใบมีด 55 เซนติเมตร ความกว้างของช่อง 20 เซนติเมตร และความสูงของช่อง 15 เซนติเมตร

4.1.3.2 ตัวถัง เพื่อทำการบดย่อยในพืชประเภทใบ, หญ้า พืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ โดยมีขนาดของขอบตัวถัง กว้าง 40 x ยาว 40 เซนติเมตร และมีความสูง 60 เซนติเมตร

4.1.3.3 ช่องระบาย เพื่อทำการระบายเศษพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ หลังจากการบดย่อย โดยมีขนาดกว้าง 40 x ยาว 40 x สูง 30 เซนติเมตร

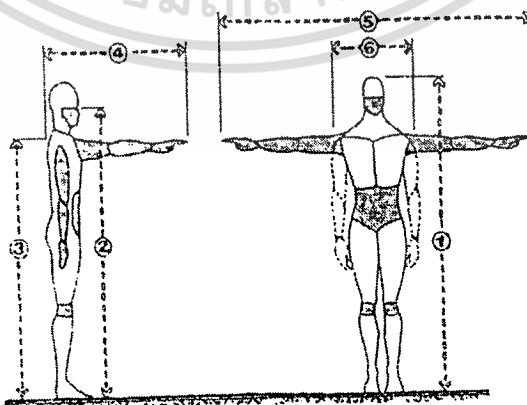
4.1.3.4 ราวจับ เพื่อทำการเคลื่อนย้ายของเครื่องย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ โดยมีขนาดความสูงจากพื้นถึงราวจับ 85 เซนติเมตร มีความยาวของราวจับ 50 เซนติเมตร

4.1.3.5 ฐานรองมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อที่จะเชื่อมต่อกับใบมีดในการบดย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ โดยมีขนาดความสูงจากพื้นถึงตัวฐาน 28 เซนติเมตร ความยาวจากขอบด้านนอกจนถึงตัวโครงด้านใน 60 เซนติเมตร และมีความกว้าง 30 เซนติเมตร

4.2.3.6 ขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ กว้าง 60 x ยาว 130 x สูง 120 เซนติเมตร

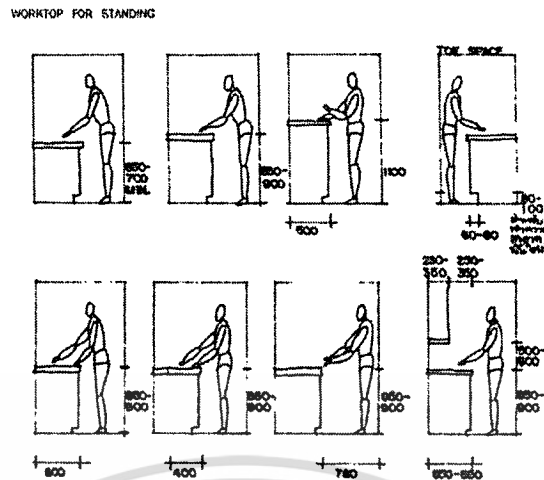
ตารางที่ 4.1 การแสดงส่วนต่างๆ ของร่างกาย (อุตมศักดิ์ สาริบุตร , 2549 : 75)

หมายเลข	มิติส่วนต่างๆ ของร่างกาย	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	122.64	132.81	143.29
4	ระยะเอี้อมแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85	85.07
5	ความกว้างกางแขน	151.56	164.13	177.08
6	ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83



ภาพที่ 4.10 การแสดงภาพส่วนต่างๆ ของร่างกายขนาดสัดส่วนของมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกา (อุตมศักดิ์ สาริบุตร , 2549 : 75) เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 การแสดงลักษณะส่วนต่างๆ ของร่างกายในลักษณะ
Worktop for standing (กิติ สิ้นธุเสก, 2551 : 46)

4.1.4 การวิเคราะห์รูปแบบที่ใช้ในการออกแบบ

การวิเคราะห์ในส่วนของระบบกลไกในการทำงานของผลิตภัณฑ์เดิมเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ตั้งแต่มอเตอร์จนถึงใบมีดและลักษณะรูปแบบภายนอกที่ใช้โดยมีการเลือกรูปแบบของการวิเคราะห์มา 3 แบบ

- การใช้ระบบสายพานในการขับเคลื่อน มีการติดตั้งใบมีดในลักษณะแนวตั้ง โดยมีการจัดวางมอเตอร์ในการส่งกำลังไว้ด้านล่าง ส่งกำลังขึ้นด้านบนโดยใช้สายพาน รูปแบบภายนอกมีลักษณะของการใส่เศษพืชแบบแนวนอน
- การใช้ระบบสายพานในการขับเคลื่อน มีการติดตั้งใบมีดในลักษณะแนวตั้ง โดยมีการจัดวางมอเตอร์ในการส่งกำลังไว้ด้านบน ส่งกำลังลงด้านล่างโดยใช้สายพาน รูปแบบภายนอกมีลักษณะของการใส่เศษพืชแบบแนวเฉียง
- การใช้ระบบสายพานในการขับเคลื่อน มีการติดตั้งใบมีดในลักษณะแนวตั้ง ซึ่งมีการจัดวางใบมีดเรียงกันในลักษณะฟันปลา โดยมีการจัดวางมอเตอร์ในการส่งกำลังไว้ด้านล่าง รูปแบบภายนอกมีลักษณะของการใส่เศษพืชแบบแนวตั้ง

จากการวิเคราะห์ระบบกลไกการทำงานและรูปแบบของผลิตภัณฑ์เดิมแล้วนั้น จึงนำเอาหลักการและแนวคิดต่างๆ ของผลิตภัณฑ์เดิม มาวิเคราะห์และพัฒนาโดยการร่างแบบ (idea sketch) เพื่อหาแบบที่แปลกใหม่เหมาะสมและสามารถตอบสนองต่อการใช้งานได้ โดยการออกแบบ ที่คำนึงถึงระบบกลไกในการขับเคลื่อนก่อน ซึ่งได้แบ่งลักษณะการทำงานของกลไกและการใช้งานไว้ 4 แบบ

- ระบบการปั่นแบบใบมีดเดี่ยว (ด้านล่าง) การขับเคลื่อนโดยการใช้มอเตอร์เชื่อมต่อกับเฟืองดอกจอกสู่ใบมีด โดยการจัดวางใบมีดแบบแนวนอน มีลักษณะการใส่เศษพืชจากด้านบน
- ระบบการปั่นแบบใบมีดเดี่ยว (ด้านข้าง) การขับเคลื่อนโดยการใช้มอเตอร์เชื่อมต่อกับพูลเลย์และสายพาน โดยการจัดวางใบมีดแบบแนวตั้ง ลักษณะการใส่เศษพืชจากด้านหน้า
- ระบบการปั่นแบบใบมีดสองด้าน ด้านข้างและด้านล่าง (ใส่เศษพืชช่องเดียว) การขับเคลื่อนโดยการใช้มอเตอร์เชื่อมต่อกับพูลเลย์ สายพาน ในลักษณะใบมีดแนวตั้ง และต่อกับเฟืองดอกจอก ในลักษณะใบมีดแนวนอน โดยมีการใส่เศษพืชจากด้านหน้า ช่องเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของงานวิจัยเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบการปั่นแบบใบมีดสองด้าน ด้านข้างและด้านล่าง (ใส่เศษพืชสองช่อง) การขับเคลื่อนโดยการใช้มอเตอร์เชื่อมต่อกับพูลเลย์ สายพาน ในลักษณะใบมีดแนวตั้ง และต่อกับเฟืองดอกจอก ในลักษณะใบมีดแนวนอน โดยมีการใส่เศษพืชได้สองประเภท ลำต้น และใบ,หญ้า ซึ่งลำต้นใส่ด้านหน้า ปั่นกับใบมีดในแนวตั้ง และใบ,หญ้า ใส่ด้านบน ปั่นกับใบมีดในแนวนอน

จากการออกแบบในระบบการทำงานและลักษณะการใช้งานเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ออกมาเป็นแนวความคิดต่างๆ แล้วนั้น จึงได้นำรูปแบบที่ได้ทำการออกแบบเหล่านี้ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญในด้านวิศวกรเครื่องกลการเกษตรจำนวน 2 คน ให้วิเคราะห์ ประเมิน พร้อมกับขอข้อเสนอแนะและความคิดเห็นในแต่ละรูปแบบ ซึ่งมีการประเมินโดยใช้หลักการออกแบบเป็นตัวกำหนด

จากการประเมินเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของผู้เชี่ยวชาญในด้านวิศวกรเครื่องกลการเกษตร ได้แสดงความคิดเห็นทั้ง 4 รูปแบบ ได้วิเคราะห์ถึงข้อบกพร่อง ข้อดีข้อเสียของแต่ละแบบ โดยผู้ทำการวิจัยได้หาค่าเฉลี่ยของตัวเลขที่ได้จากการประเมิน จึงได้ผลออกมาว่าแบบที่ 4 ได้คะแนนสูงสุด นั่นก็คือแบบ ระบบการปั่นแบบใบมีดสองด้าน ด้านข้างและด้านล่าง (ใส่เศษพืชสองช่อง) โดยผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นว่า เป็นแบบที่มีความเป็นไปได้สูงที่สุด ซึ่ง เกิดประโยชน์มากที่สุดในรูปแบบทั้งหมด โดยมีความพิเศษและมีความแตกต่าง ซึ่งมีความสามารถในการปั่นเศษพืชประเภทลำต้น ที่จะมีลักษณะเป็นแท่งหรือท่อน และเศษพืชประเภทใบหญ้า ที่จะมีขนาดเป็นชิ้นเล็กๆ โดยมีช่องใส่สองช่องที่แบ่งหน้าที่ในการตัดได้อย่างชัดเจน คือมีใบมีด 2 ระบบนั่นเอง แต่ผู้เชี่ยวชาญได้บอกถึงข้อบกพร่องของรูปแบบนี้ ในส่วนของช่องระบายเศษพืชหลังจากการย่อยที่อาจทำให้เกิดการติดขัดระหว่างการปั่นและการระบายออกมาของเศษพืช

จากการสรุปแบบและข้อคิดเห็นเบื้องต้นนี้ จึงได้นำความคิดเห็นเหล่านี้มาทำการออกแบบและพัฒนา รูปแบบนี้ให้สมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น ซึ่งจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ได้นำมาปรับปรุงแบบในส่วนของช่องทางในการระบายของเศษพืชให้สามารถระบายได้ดีขึ้น และข้อควรระวังในการปั่นที่อาจเกิดการติดขัดได้โดยการเว้นระยะความห่างของตัวโครงสร้างและใบมีด

จากที่ได้ปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เหมาะสมและผ่านความเห็นชอบของผู้เชี่ยวชาญแล้วนั้น จึงนำแบบมาทำการเขียนแบบเพื่อการผลิตต่อไป

4.1.5 ผลวิเคราะห์วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบ

4.1.5.1 โครงสร้างเหล็ก จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

- โครงสร้างหลัก จะเป็นโครงสร้างที่คลุมใบมีดทั้งหมด รวมถึงตัวรองการใส่ของเศษพืช ที่มีบางส่วนต้องตัดโค้ง โดยใช้เหล็กรีดร้อนหรือเหล็กแผ่นดำ ขนาดความหนา 1 มิลลิเมตร ประกอบไปด้วย 4 ส่วน คือ ส่วนของถังที่ไว้คลุมใบมีดด้านล่างแนวนอน , ส่วนของฝาครอบใบมีดด้านบนแนวตั้ง , ส่วนของตัวรองเศษพืชในการใส่เพื่อการปั่น และส่วนของช่องระบายเศษพืชหลังจากการปั่นย่อย ซึ่งลักษณะของการเลือกใช้คือขึ้นรูปง่าย เป็นงานที่ไม่ได้ต้องการความเรียบของผิวเหล็กมากนัก และเลือกใช้น้ำหนักเพียง 1 มิลลิเมตร เพราะเป็นเพียงแค่ตัวคลุมที่ไม่ได้รองรับน้ำหนักใดๆ จึงเป็นการลดต้นทุนในการผลิตได้ในส่วนหนึ่ง

- โครงสร้างประกอบ จะเป็นโครงสร้างที่อยู่นอกเหนือจากโครงสร้างหลัก ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ในส่วนของราวจับเพื่อการเคลื่อนย้าย ฐานรองมอเตอร์ และโครงสร้างรองรับด้านล่าง โดยมีการใช้เหล็กหลายประเภท

- ราวจับ โดยการใช้ท่อเหล็กแป๊ปกลม ที่มีความหนา 1 หนุ่ โดยมีขนาดเหมาะสมกับ

มือในการจับเพื่อเคลื่อนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ฐานรองมอเตอร์ โดยการใส่เหล็กแผ่นดำ ที่มีความหนา 4 มิลลิเมตร ซึ่งมีความหนาพอสมควร เพื่อรองรับน้ำหนักของตัวมอเตอร์

- โครงสร้างรองรับด้านล่าง โดยการใส่เหล็กฉาก ที่มีความหนา 1.2 นิ้ว หนา 6 มิลลิเมตร เลือกใช้เพราะมีความคงทนแข็งแรง ใช้ในการสร้างโครงสร้างเพื่อรองรับน้ำหนักได้เป็นอย่างดี

4.1.5.2 วัสดุอุปกรณ์ประกอบ

- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ใช้ต่อกับไฟบ้าน มีลักษณะของการใช้โดยการเสียบปลั๊ก โดยใช้พลังงานไฟฟ้า 220 โวลต์ พลังงานในการปั่น 1 แรงม้า ลักษณะของการปั่น 1,450 รอบต่อนาที

- ไบมีดที่ใช้ในการปั่นย่อย มีอยู่ด้วยกัน 2 ตัว ตัวละสามไบมีด โดยการใส่เหล็กหัวแดงหรือเหล็กแข็ง ที่นิยมมาทำมีด ซึ่งมีความหนา 20 มิลลิเมตร พร้อมกับเจียรให้มีความแหลมคม มีความยาวของมีด 250 มิลลิเมตร

- พูลเลย์ ที่ใช้ในการหมุนเชื่อมต่อกับไบมีด ซึ่งมีอยู่ 2 ตัว ตัวบนมีขนาด 10 นิ้ว ตัวล่างมีขนาด 3 นิ้ว

- สายพาน ที่ใช้ควบคู่ไปกับพูลเลย์ในการส่งกำลังการหมุนเชื่อมต่อกับพูลเลย์หนึ่งไปสู่อีกพูลเลย์หนึ่ง

- เหล็กเพลลาขาว คือเหล็กเส้นที่ใช้เป็นแกนหมุนเชื่อมต่อกับมอเตอร์ไปสู่อีกพูลเลย์ โดยมีความยาว 1 นิ้ว เลือกใช้เพราะมีความละเอียดของขนาดและความเรียบของพื้นผิว ซึ่งมีประโยชน์ในการใช้งานสูงกว่าเหล็กประเภทอื่น โดยจะนำมาใช้เป็นแกนในการหมุนต่างๆ

- ตลับตุ๊กตาลูกปืน มีอยู่ด้วยกัน 8 ตัว ที่ไว้สำหรับยึดตัวเหล็กเพลลาขาว ให้เกิดการคงที่ไม่เกิดการสั่นสะเทือน โดยแกนด้านในจะประกอบไปด้วยลูกปืนที่ช่วยในการหล่อลื่นขณะที่ทำการหมุนของตัวเหล็กเพลลาขาว ที่จะเชื่อมต่อกับไบมีด

- ล้อ ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ มีอยู่ด้วยกัน 4 ล้อ หน้า 2 หลัง 2 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว ความสูงโดยรวม 110 มิลลิเมตร เป็นล้อที่สามารถหมุนเพื่อทำการเลี้ยวได้ทั้ง 4 ล้อ

4.1.6 ข้อจำกัดในการใช้วัสดุ

การจัดวางไบมีดที่อยู่ฝั่งเดียวกันกับตัวพูลเลย์จะทำให้การตัดไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีระยะห่างจากตัวช่องที่ใส่เศษพืชต้นอ่อนและใบแห้ง ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (เศษเชื้อเพลิงสะสม) มากเกินไป และไม่มีหน้าเชิงในการเฉือนของไบมีด จึงอาจทำให้ไม่สามารถตัดได้ตามที่ต้องการ จึงต้องย้ายไบมีดมาอยู่ฝั่งตรงข้ามกับพูลเลย์เพื่อที่จะให้ใกล้กับช่องใส่เศษพืชต้นอ่อนและใบมากยิ่งขึ้น

หลังจากที่ย้ายไบมีดมาแล้วนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มเหล็ก 5 มิลลิเมตร ในส่วนของหน้าเชิงเพื่อที่จะให้มันเฉือนได้ ซึ่งจะทำให้การตัดมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นตัวมอเตอร์ด้านล่างในส่วนของเหล็กเพลลาขาวที่ใช้ในการหมุน จะต้องมิตลับตุ๊กตาลูกปืน เพื่อใช้ในการยึดเหล็กเพลลาขาวให้คงที่ จึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มตัวตลับตุ๊กตาเพิ่มมาอีก 1 ตัว ด้านล่างเพื่อความคงทนมากยิ่งขึ้น ปรับระดับความสูงในส่วนของฝาครอบด้านบน ให้ต่ำลงเนื่องจากช่องที่เชื่อมต่อกับไบมีดอยู่สูงเกินไป จึงอาจทำให้เศษพืชที่ปั่นจากไบมีดด้านบนลงสู่ด้านล่างเกิดการติดขัดในช่วงของความหนาที่สูงเกินไป

การคำนวณความเร็วรอบของไบมีดต่อนาที โดยแบ่งออกเป็น 2 ไบมีด ซึ่งได้จากการคำนวณความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าไปสู่อีกพูลเลย์ ล่างผ่านเฟืองดอกจอกสู่อีกไบมีดด้านล่าง และจากพูลเลย์ขับ ไปสู่อีกพูลเลย์ตาม ไปสู่การหมุนของไบมีด โดยใช้สูตร rpm (Revolutions per minute) โดยเขียนระบุหน่วยเป็น rpm, RPM, r/min หรือ min⁻¹ อัตราเร็วรอบต่อนาทีมอเตอร์ไฟฟ้า มีความเร็วรอบ 1450 รอบต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาดเห็นาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{สูตร} \quad \text{ความเร็วของใบมีด} = \frac{\text{ขนาดของพูลเลย์ ขั้ว}}{\text{ขนาดของพูลเลย์ตาม}}$$

พูลเลย์ขั้ว (ล่าง) ขนาด 4 นิ้ว
พูลเลย์ตาม (บน) ขนาด 10 นิ้ว

$$\text{สูตร} \quad \frac{4}{10} \times 1450 = 580 \text{ รอบต่อนาที (ใบมีดบน)}$$

เฟืองดอกจอก 11 ฟันเฟือง
เฟืองดอกจอกขนาด 22 ฟันเฟือง

$$\text{สูตร} \quad \frac{11}{22} \times 1450 = 725 \text{ รอบต่อนาที (ใบมีดล่าง)}$$

สรุป

- ใบมีดบนที่ใช้ปั่นประเภทของลำต้น มีความเร็วรอบ 580 รอบต่อนาที
- ใบมีดล่างที่ใช้ปั่นประเภทของใบ, หน่อ มีความเร็วรอบ 725 รอบต่อนาที

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบขนาดเศษพืชต้นอ่อนและใบแห้ง ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (เศษเชื้อเพลิงสะสม)

ตัวอย่าง	พืชต้นอ่อนและใบแห้ง ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (เศษเชื้อเพลิงสะสม)	
	ผลิตภัณฑ์เดิม	เครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งใน พื้นที่อนุรักษ์
	ความยาว	ความยาว
1	2.5	1.5
2	3	1.7
3	2.6	2
4	2.1	1.8
5	3.2	1.8
6	2.7	1.9
7	2.6	1.6
8	2.2	1.3
9	2.5	1.5
10	2.6	2.1
11	2.4	1.9
	2.7	1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบขนาดเศษพืชต้นอ่อนและใบแห้ง ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (ต่อ)

	พืชต้นอ่อนและใบแห้ง ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (เศษเชื้อเพลิงสะสม)	
	ผลิตภัณฑ์เดิม	เครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งใน พื้นที่อนุรักษ์
ตัวอย่าง	ความยาว	ความยาว
13	3	1.8
14	2.9	1.6
15	2.8	2
16	2.5	2.2
17	2.7	1.9
18	2.3	1.2
19	2.1	1.4
20	2.4	1.5
เฉลี่ย	2.59	1.71

พืชต้นอ่อนและใบแห้งผลเฉลี่ย ผลิตภัณฑ์เดิม 2.59 ผลเฉลี่ยเครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 1.17 ซม. เครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งมีความละเอียดมากกว่าผลิตภัณฑ์เดิมอยู่ที่ 0.88 ซม.

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบขนาดเศษพืชที่มีความแข็งมากยิ่งขึ้น

	เศษพืชที่มีความแข็งมากยิ่งขึ้นในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (เศษเชื้อเพลิงสะสม)	
	ผลิตภัณฑ์เดิม	ผลิตภัณฑ์เดิม
ตัวอย่าง	ความยาว	ความยาว
1	2.5	1.5
2	3	1.7
3	2.6	2
4	3.6	1.8
5	3.2	2.3
6	2.7	2.5
7	3.5	2.8
8	2.2	1.3
9	3.7	1.5
10	2.6	2.1
11	2.5	2.2
12	2.9	1.6
13	2.4	2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบขนาดเศษพืชที่มีความแข็งมากยิ่งขึ้น (ต่อ)

	เศษพืชที่มีความแข็งมากยิ่งขึ้นในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (เศษเชื้อเพลิงสะสม)	
	ผลิตภัณฑ์เดิม	ผลิตภัณฑ์เดิม
ตัวอย่าง	ความยาว	ความยาว
14	2.8	2
15	3.2	2.3
16	3	1.9
17	2.8	1.5
18	2.9	2.1
19	3.3	2
20	3	1.9
เฉลี่ย		1.97

พืชต้นอ่อนและใบแห้งเป็นพืชที่มีความแข็งมากยิ่งขึ้น ผลเฉลี่ย ผลิตภัณฑ์เดิม 2.92 ผลเฉลี่ยเครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งในพื้นที่อนุรักษ์ 1.97 ซม. เครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรม มีความละเอียดมากกว่าผลิตภัณฑ์เดิมอยู่ที่ 0.95 ซม.

4.2 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 2”

ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 2” เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช อาศัยกระบวนการวิเคราะห์เพื่อนำผลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการสังเคราะห์ในการพิจารณาเพื่อการสร้างแนวความคิดทางการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อย สำหรับการนำเศษหญ้าหรือเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่สร้างแนวป้องกันไฟป่า มาประยุกต์ใช้งานในพื้นที่เขตอนุรักษ์ให้เกิดประโยชน์อย่างที่สุด ในการนำมาใช้งานโดยเลี่ยงผลทางด้านประโยชน์จากการใช้งานทั้งทางด้านเศรษฐกิจ, ค่านิยม, แนวคิดอย่างยั่งยืน, ความรู้สึกการรักษป่าให้กับชุมชนรอบข้างเขตอนุรักษ์ เป็นต้น



ภาพที่ 4.12 กระบวนการวิพากษ์เพื่อสร้างแนวความคิดทางการออกแบบและพัฒนาเครื่องบดย่อย
กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์

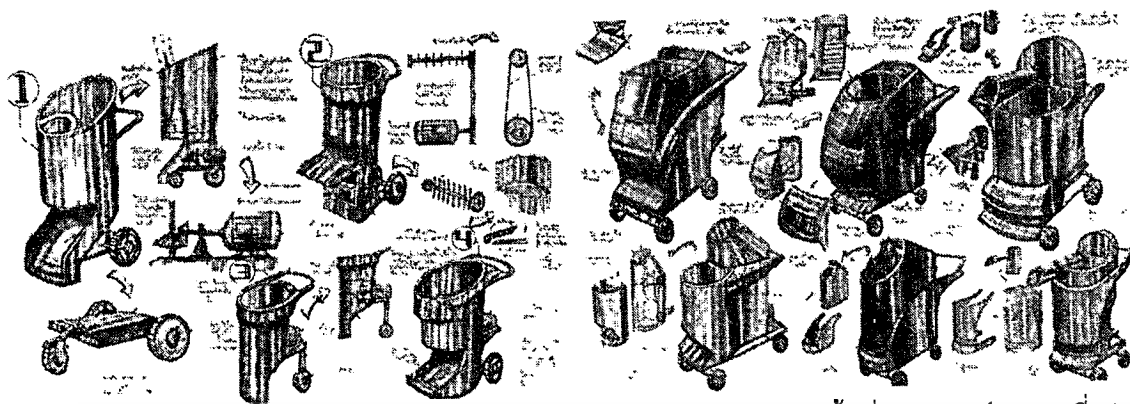


ภาพที่ 4.13 กระบวนการวิพากษ์เพื่อสร้างแนวความคิดทางการออกแบบและพัฒนาเครื่องบดย่อย
กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านกระบวนการเกษตรกรรมยั่งยืน

คณะผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นในการพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงที่มีลักษณะของการสะสมในพื้นที่สร้างแนวป้องกันไฟป่านั้นจะต้องมีลักษณะของเครื่องที่มีความทนทานอย่างเหมาะสม มีการใช้งานที่ช่วยบดย่อยเศษพืชที่มีคุณลักษณะแห้งกรอบให้เป็นชิ้นส่วนขนาดเล็กเพื่อง่ายต่อการนำมาใช้งานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งต้องมีการอาศัยต้นกำลังในการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือน้ำมัน ในการขับเคลื่อนระบบเครื่องบดย่อยทั้งหมด โดยลักษณะของการใช้งานจะต้องไม่ยุ่งยากสามารถใช้งานกับกลุ่มเจ้าหน้าที่ในระดับปฏิบัติการภาคสนามในเขตอนุรักษ์ได้อย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม อีกทั้งยังควรที่จะซ่อมบำรุงรักษาได้ง่ายไม่ยุ่งยาก

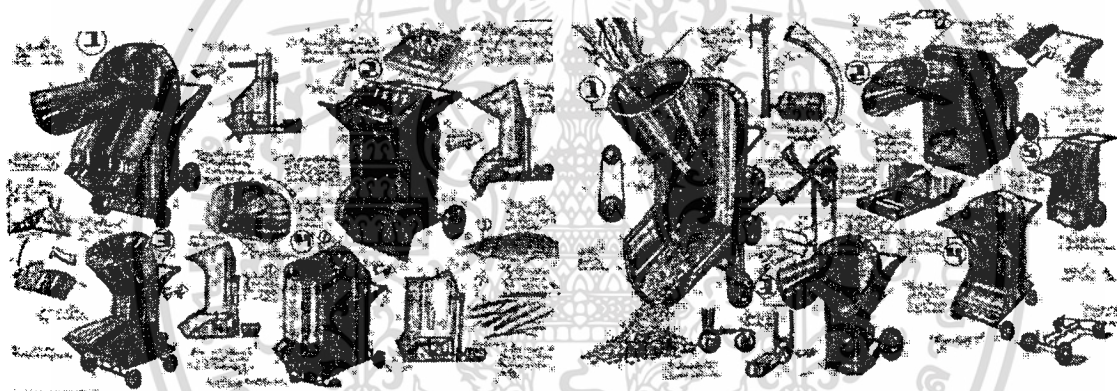
จากการนำข้อมูลการวิพากษ์เพื่อการสร้างสรรค์องค์ความรู้จากคณะผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ทางด้านการออกแบบและทางด้านวิศวกรรมรวมถึงทางด้านเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน เพื่อสร้างกระบวนการพัฒนาเครื่องบดย่อยได้อย่างมีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริงและแนวคิดในการพัฒนาที่สามารถตอบสนองความเป็นการพัฒนาเชิงระบบอย่างยั่งยืนในสภาพสังคมโดยรอบข้างของเขตพื้นที่อนุรักษ์ที่

ต้องอาศัยความร่วมมือของกลุ่มชุมชนรอบข้างในการช่วยดูแลพื้นที่ป่าและแจ้งเหตุไฟป่าได้ทันถ่วงที
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



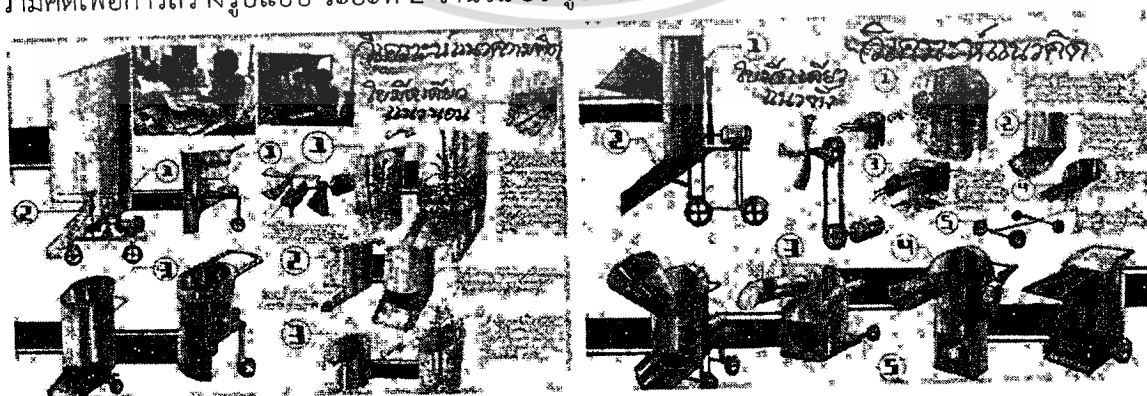
ภาพที่ 4.14 กระบวนการพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (ระยะที่ 1)

เป็นขั้นตอนที่เน้นการนำกระบวนการแก้ไขปัญหาขั้นต้นจากประสบการณ์ที่มีอยู่แล้วภายในตนเอง ของนักออกแบบทำการแก้ไขปัญหาตามจินตนาการที่อยู่ภายในตนเอง เป็นช่วงที่มีการผสมผสานความคิดสร้างสรรค์มากที่สุดในระยะของการระดมความคิดทั้ง 3 ระยะ โดยในระยะระดมความคิดที่ 1 นี้จะทำการพัฒนารูปแบบ จำนวน 30 รูปแบบเพื่อทำการคัดเลือก



ภาพที่ 4.15 กระบวนการพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (ระยะที่ 2)

ช่วงระยะการระดมความคิดระยะที่ 2 เป็นกระบวนการระดมความคิดที่เริ่มมีการรับกระบวนการแก้ไขปัญหาเครื่องบดย่อยที่พบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีการเรียนรู้ทั้งแบบ ปฐมภูมิและแบบทฤษฎีภูมิ ที่สร้างการแก้ไขปัญหาของเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในเขตพื้นที่อนุรักษ์ โดยสามารถทำการระดมความคิดเพื่อการสร้างรูปแบบ ระยะที่ 2 จำนวน 30 รูปแบบ



ภาพที่ 4.16 กระบวนการพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (ระยะที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงระดมความคิดในระยะที่ 3 เป็นช่วงระยะการระดมความคิดสุดท้าย ถือเป็นช่วงที่ผู้แก้ไขปัญหา (ผู้วิจัย) มีความพร้อมทั้งความรู้และแนวคิดที่จะนำมาใช้งานในการประยุกต์เพื่อสร้างรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมที่จะก่อให้เกิดไฟฟ้า มากที่สุดในระยะที่ 3 นี้จะทำการพัฒนารูปแบบจำนวน 30 แบบ เพื่อนำทั้งหมดมาพิจารณาคัดเลือก

4.2.1 ตารางวิเคราะห์รูปแบบเพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (เมตริก)

อ้างอิง : กระบวนการกระจายหน้าที่การวิเคราะห์เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 12 ในการวิเคราะห์ตามตารางเมตริกสัมพันธ์

หลักการของ : ดร.มณฑล ศาสนนันท์. การออกแบบผลิตภัณฑ์ (เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรมและวิศวกรรมย้อนรอย). 2550:94 การระดมความคิดในระยะแรกจะทำการรวบรวมผลการออกแบบเครื่องบดย่อยทั้งหมด 3 ระยะ เพื่อนำผลการระดมความคิดทั้งหมด 90 รูปแบบที่คาดว่าจะมีความเหมาะสมกับการนำมาผลิตต้นแบบเพื่อทดลองใช้งานจริง โดยแบ่งออกเป็นระยะต่างๆ คือ

ระยะที่ 1 ระยะของการรับรู้ปัญหาเบื้องต้น จำนวน 30 แบบ

ระยะที่ 2 ระยะของการรับรู้ปัญหามีการรวบรวมประเด็นข้อจำกัดทางการออกแบบ จำนวน 30 แบบ

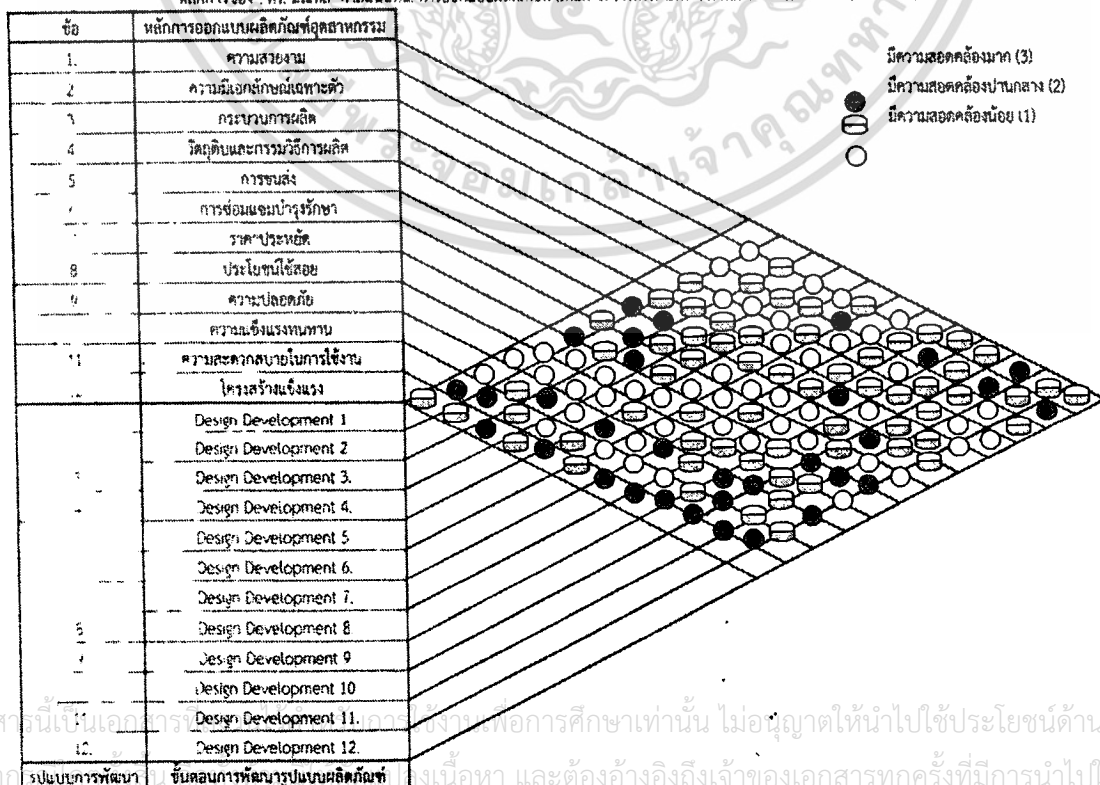
ระยะที่ 3 ระยะของการใช้วิธีการวิเคราะห์แยกแยะรายละเอียดเพื่อพิจารณา จำนวน 30 แบบ

สามารถที่จะทำการรวบรวมแนวความคิดทางการพัฒนารูปแบบเครื่องบดย่อยได้ทั้งหมดจำนวน 90 แบบเพื่อนำผลการออกแบบที่ได้มาทำการพิจารณาด้วย ตารางค่าความสำคัญจากการประยุกต์วิธีการ “วิศวกรรมย้อนรอยทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์” เพื่อพิจารณารูปแบบที่มีความเหมาะสมที่สุด

ตารางที่ 4.4 แสดงการวิเคราะห์หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและขั้นตอนการพัฒนารูปแบบ

ตารางการกระจายหน้าที่การวิเคราะห์เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์

อ้างอิง : กระบวนการกระจายหน้าที่การวิเคราะห์เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 11 หลักการในการวิเคราะห์ตามตารางเมตริกสัมพันธ์ หลักการของ : ดร. มณฑล ศาสนนันท์. การออกแบบผลิตภัณฑ์ (เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรมและวิศวกรรมย้อนรอย). 2550:94



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าในรูปแบบการพิมพ์ หรือการนำเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

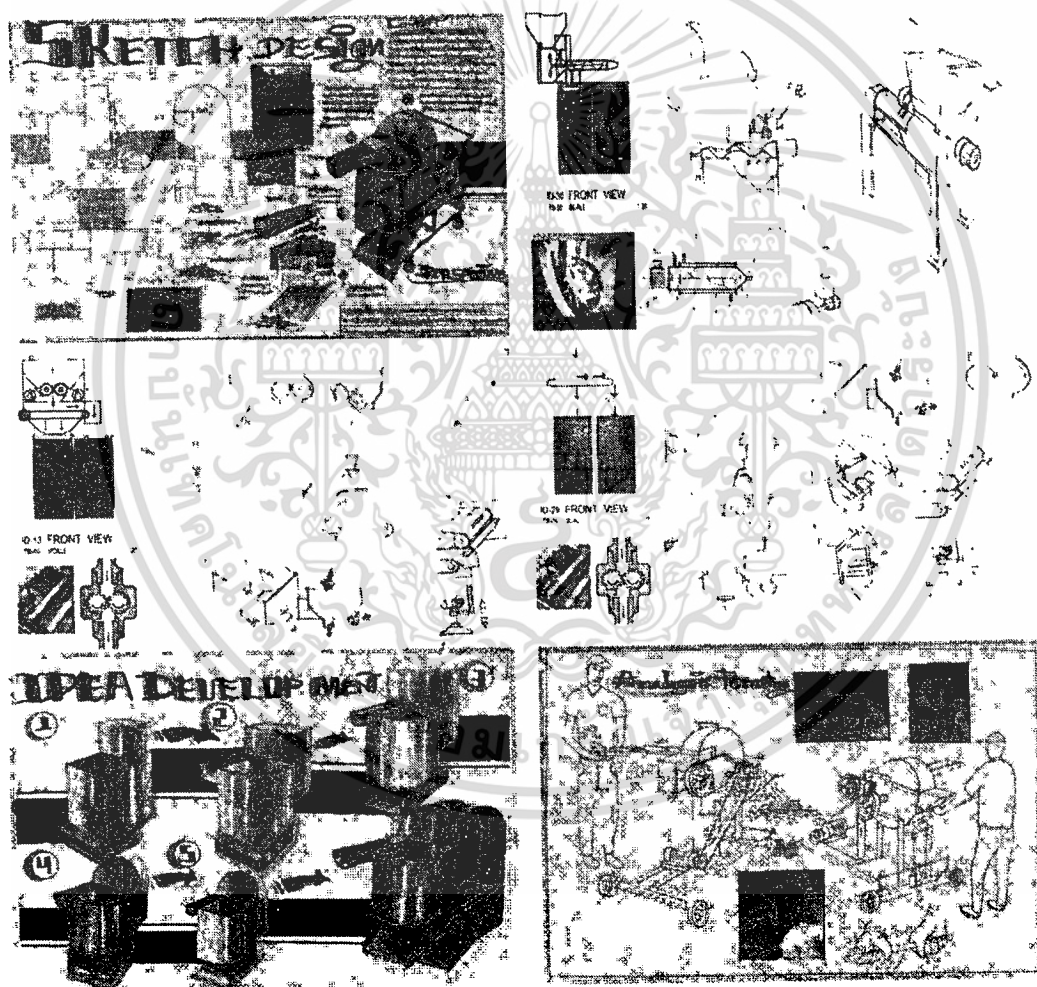
จากตารางที่ 4.4 แสดงการวิเคราะห์หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและขั้นตอนการพัฒนา
รูปแบบผลิตภัณฑ์ ตามตารางเมตริกสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้
ตารางที่ 4.6 ค่าคะแนนการวิเคราะห์ความสำคัญตามตารางเมตริกสัมพันธ์

Design Development 1	มีคะแนนทั้งหมด	22	Design Development 26	มีคะแนนทั้งหมด	21
Design Development 2	มีคะแนนทั้งหมด	24	Design Development 27	มีคะแนนทั้งหมด	25
Design Development 3	มีคะแนนทั้งหมด	23	Design Development 28	มีคะแนนทั้งหมด	24
Design Development 4	มีคะแนนทั้งหมด	18	Design Development 29	มีคะแนนทั้งหมด	19
Design Development 5	มีคะแนนทั้งหมด	23	Design Development 30	มีคะแนนทั้งหมด	25
Design Development 6	มีคะแนนทั้งหมด	15	Design Development 31	มีคะแนนทั้งหมด	10
Design Development 7	มีคะแนนทั้งหมด	23	Design Development 32	มีคะแนนทั้งหมด	21
Design Development 8	มีคะแนนทั้งหมด	22	Design Development 33	มีคะแนนทั้งหมด	21
Design Development 9	มีคะแนนทั้งหมด	24	Design Development 34	มีคะแนนทั้งหมด	25
Design Development 10	มีคะแนนทั้งหมด	31	Design Development 35	มีคะแนนทั้งหมด	30
Design Development 11	มีคะแนนทั้งหมด	23	Design Development 36	มีคะแนนทั้งหมด	20
Design Development 12	มีคะแนนทั้งหมด	24	Design Development 37	มีคะแนนทั้งหมด	25
Design Development 13	มีคะแนนทั้งหมด	22	Design Development 38	มีคะแนนทั้งหมด	20
Design Development 14	มีคะแนนทั้งหมด	24	Design Development 39	มีคะแนนทั้งหมด	20
Design Development 15	มีคะแนนทั้งหมด	23	Design Development 40	มีคะแนนทั้งหมด	20
Design Development 16	มีคะแนนทั้งหมด	18	Design Development 41	มีคะแนนทั้งหมด	15
Design Development 17	มีคะแนนทั้งหมด	23	Design Development 42	มีคะแนนทั้งหมด	21
Design Development 18	มีคะแนนทั้งหมด	15	Design Development 43	มีคะแนนทั้งหมด	16
Design Development 19	มีคะแนนทั้งหมด	23	Design Development 44	มีคะแนนทั้งหมด	24
Design Development 20	มีคะแนนทั้งหมด	20	Design Development 45	มีคะแนนทั้งหมด	23
Design Development 21	มีคะแนนทั้งหมด	21	Design Development 46	มีคะแนนทั้งหมด	25
Design Development 22	มีคะแนนทั้งหมด	32	Design Development 47	มีคะแนนทั้งหมด	30
Design Development 23	มีคะแนนทั้งหมด	20	Design Development 48	มีคะแนนทั้งหมด	20
Design Development 24	มีคะแนนทั้งหมด	20	Design Development 49	มีคะแนนทั้งหมด	21
Design Development 25	มีคะแนนทั้งหมด	20	Design Development 50	มีคะแนนทั้งหมด	21
Design Development 51	มีคะแนนทั้งหมด	20	Design Development 71	มีคะแนนทั้งหมด	24
Design Development 52	มีคะแนนทั้งหมด	22	Design Development 72	มีคะแนนทั้งหมด	31
Design Development 53	มีคะแนนทั้งหมด	20	Design Development 73	มีคะแนนทั้งหมด	23
Design Development 54	มีคะแนนทั้งหมด	11	Design Development 74	มีคะแนนทั้งหมด	24
Design Development 55	มีคะแนนทั้งหมด	25	Design Development 75	มีคะแนนทั้งหมด	24
Design Development 56	มีคะแนนทั้งหมด	10	Design Development 76	มีคะแนนทั้งหมด	22
Design Development 57	มีคะแนนทั้งหมด	21	Design Development 77	มีคะแนนทั้งหมด	24
Design Development 58	มีคะแนนทั้งหมด	21	Design Development 78	มีคะแนนทั้งหมด	23
Design Development 59	มีคะแนนทั้งหมด	25	Design Development 79	มีคะแนนทั้งหมด	18
Design Development 60	มีคะแนนทั้งหมด	20	Design Development 80	มีคะแนนทั้งหมด	23
Design Development 61	มีคะแนนทั้งหมด	21	Design Development 81	มีคะแนนทั้งหมด	15
Design Development 62	มีคะแนนทั้งหมด	25	Design Development 82	มีคะแนนทั้งหมด	23
Design Development 63	มีคะแนนทั้งหมด	21	Design Development 83	มีคะแนนทั้งหมด	22
Design Development 64	มีคะแนนทั้งหมด	22	Design Development 84	มีคะแนนทั้งหมด	24
Design Development 65	มีคะแนนทั้งหมด	21	Design Development 85	มีคะแนนทั้งหมด	31
Design Development 66	มีคะแนนทั้งหมด	17	Design Development 86	มีคะแนนทั้งหมด	23
Design Development 67	มีคะแนนทั้งหมด	26	Design Development 87	มีคะแนนทั้งหมด	24
Design Development 68	มีคะแนนทั้งหมด	16	Design Development 88	มีคะแนนทั้งหมด	22
Design Development 69	มีคะแนนทั้งหมด	26	Design Development 89	มีคะแนนทั้งหมด	24
Design Development 70	มีคะแนนทั้งหมด	21	Design Development 90	มีคะแนนทั้งหมด	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นช่วงของกระบวนการระดมความคิดเพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่อนุรักษ์ โดยจะอาศัยกระบวนการระดมความคิดจากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านต่างๆมาพิจารณาเพื่อสร้างมวลแนวความคิดในการออกแบบต้นแบบที่คาดว่าจะมีความเป็นไปได้โดยจะประกอบไปด้วยประเด็นที่ทำการพิจารณา คือ ประเด็นทางด้านกระบวนการออกแบบ , ประเด็นทางด้านเครื่องยนต์ต้นกำลังในการขับเคลื่อน , ประเด็นทางด้านวัสดุที่ใช้ประกอบทางด้านการผลิตต้นแบบจริง , ประเด็นทางด้านกระบวนการผลิตต้นแบบเพื่อการทดลองใช้งาน , ประเด็นทางด้านพฤติกรรมการใช้งานจริงของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า , ประเด็นทางด้านวิธีการใช้งานที่เหมาะสม , ประเด็นทางด้านกระบวนการบดย่อยที่ไม่ยุ่งยากและเหมาะสม , ประเด็นทางด้านสัดส่วนมนุษย์เพื่อการใช้งาน เป็นต้น

เมื่อได้ค่าคะแนนความสำคัญในการคัดเลือกรูปแบบทั้งหมด 90 รูปแบบและค่าคะแนน 90 กลุ่มคะแนนแล้ว ทำการพิจารณาคัดเลือกรูปแบบที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องที่สุดในการนำมาพัฒนารูปแบบ Sketch Design ในส่วน Design ที่สามารถนำมาใช้งานได้เหมาะสม จำนวน 3 รูปแบบ



ภาพที่ 4.17 กระบวนการพัฒนา Sketch Design เครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์

เมื่อทำการสรุปรูปแบบเพื่อเตรียมการสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านกระบวนการออกแบบและทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ในส่วนของเครื่องบดย่อยแล้วสามารถที่จะทำการสรุปค่าระดับของความพึงพอใจคณะผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ สรุปได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างการออกแบบเครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรทางด้านการเกษตร ($n = 3$)

การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเกษตรมีจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1. รศ.ดร.วินัย กล้าจริง อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ผศ.ดร.ทรงวุฒิ แสงจันทร์ อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. นายสฤติยพร โอสฤติพร พนักงานบริษัท YANMAR S.P. จำกัด ตำแหน่ง R&D Engineer

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. การปั้นแบบใบมีดเดี่ยว (ด้านข้าง)			
1.1 ความเหมาะสมของรูปแบบใบมีด	3.67	0.57	ระดับมาก
1.2 ความละเอียดในการปั้นของใบมีดที่ใช้	3.67	0.57	ระดับมาก
1.3 ความเหมาะสมในลักษณะ Function การใช้งาน	4.00	0.00	ระดับมาก
1.4 ความเหมาะสมของวัสดุและกรรมวิธีการผลิต	3.67	0.57	ระดับมาก
1.5 ประสิทธิภาพที่คาดว่าจะได้รับ	3.00	0.00	ระดับปานกลาง
2. การปั้นแบบใบมีดเดี่ยว (ด้านล่าง)			
2.1 ความเหมาะสมของรูปแบบใบมีด	3.33	0.57	ระดับปานกลาง
2.2 ความละเอียดในการปั้นของใบมีดที่ใช้	4.00	1.00	ระดับมาก
2.3 ความเหมาะสมในลักษณะ Function การใช้งาน	3.33	0.57	ระดับปานกลาง
2.4 ความเหมาะสมของวัสดุและกรรมวิธีการผลิต	3.67	0.57	ระดับมาก
2.5 ประสิทธิภาพที่คาดว่าจะได้รับ	3.33	0.57	ระดับปานกลาง
3. การปั้นแบบใบมีดสองด้าน (ใส่เศษพืชช่องเดียว)			
3.1 ความเหมาะสมของรูปแบบใบมีด	3.67	0.57	ระดับมาก
3.2 ความละเอียดในการปั้นของใบมีดที่ใช้	3.67	0.57	ระดับมาก
3.3 ความเหมาะสมในลักษณะ Function การใช้งาน	3.00	0.00	ระดับปานกลาง
3.4 ความเหมาะสมของวัสดุและกรรมวิธีการผลิต	3.33	0.57	ระดับปานกลาง
3.5 ประสิทธิภาพที่คาดว่าจะได้รับ	3.33	0.57	ระดับปานกลาง
4. การปั้นแบบใบมีดสองด้าน (ใส่เศษพืชสองช่อง)			
4.1 ความเหมาะสมของรูปแบบใบมีด	4.33	0.57	ระดับมากที่สุด
4.2 ความละเอียดในการปั้นของใบมีดที่ใช้	4.33	0.57	ระดับมากที่สุด
4.3 ความเหมาะสมในลักษณะ Function การใช้งาน	4.33	0.57	ระดับมากที่สุด
4.4 ความเหมาะสมของวัสดุและกรรมวิธีการผลิต	4.00	0.00	ระดับมาก
4.5 ประสิทธิภาพที่คาดว่าจะได้รับ	4.00	0.00	ระดับมาก
รวมค่าเฉลี่ย	3.68	0.44	ระดับมาก

จากตารางที่ 4.5 พบว่าผลการประเมินความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ลงความคิดเห็นด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 3.68$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.44) ผลการประเมินอยู่ในระดับมาก โดยมีข้อเสนอแนะให้คำนึงถึงความปลอดภัยในการป้อนใส่เศษวัสดุเข้ากับตัวเครื่องปั้นและด้านความแข็งแรง

ของวัสดุที่ใช้การที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 สรุป ผลการวิเคราะห์แนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

รายการประเมิน	รูปแบบพัฒนาที่ 1			รูปแบบพัฒนาที่ 2			รูปแบบพัฒนาที่ 3		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย
1. ใช้งานได้อย่างเหมาะสม	4.17	0.75	มาก	2.83	1.17	ปานกลาง	4.00	0.63	มาก
2. มีความสะดวกในการใช้งาน	4.17	0.75	มาก	3.17	0.75	ปานกลาง	4.00	0.89	มาก
3. สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	3.67	1.03	มาก	2.67	0.82	ปานกลาง	3.33	0.82	ปานกลาง
4. สามารถใช้งานได้ง่าย	4.00	0.63	มาก	3.00	0.63	ปานกลาง	3.83	0.41	มาก
5. การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก	4.17	0.75	มาก	2.67	0.82	ปานกลาง	3.50	1.22	ปานกลาง
6. มีความสวยงามน่าใช้งาน	3.00	0.63	ปานกลาง	2.33	0.52	น้อย	2.83	0.75	ปานกลาง
7. มีรูปแบบทันสมัยน่าสนใจ	3.00	0.63	ปานกลาง	2.17	0.75	น้อย	2.67	0.52	ปานกลาง
8. ผลิตด้วยวัสดุที่เหมาะสม	4.17	0.41	มาก	3.33	0.82	ปานกลาง	3.67	0.82	มาก
9. กรรมวิธีการผลิตเหมาะสม	3.67	0.82	มาก	3.00	0.89	ปานกลาง	3.17	0.75	ปานกลาง
10. แข็งแรงเหมาะสมการใช้งาน	4.50	0.84	มาก	3.17	1.33	ปานกลาง	3.33	1.21	ปานกลาง
รวม	3.88	0.40	มาก	2.82	0.62	ปานกลาง	3.45	0.58	ปานกลาง

ผู้วิจัยนำรูปแบบ เครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ทั้ง 3 รูปแบบโดยอาศัยคณะผู้ทรงคุณวุฒิช่วยพิจารณาในการคัดเลือกรูปแบบที่มีความสอดคล้องกับหลักการทางการออกแบบจำนวน 10 รายการประเมินผล ซึ่งคณะผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 6 ท่าน ทำการประเมินและนำแบบ SKETCH DESIGN เพื่อนำเสนอผลงานและแนวความคิดสรุปผลเพื่อการประเมินความคิดเห็นมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งสามารถสรุปประเด็น สำคัญที่จะนำไปสู่การพัฒนาผลิตใหม่ในขั้นตอนต่อไปดังนี้

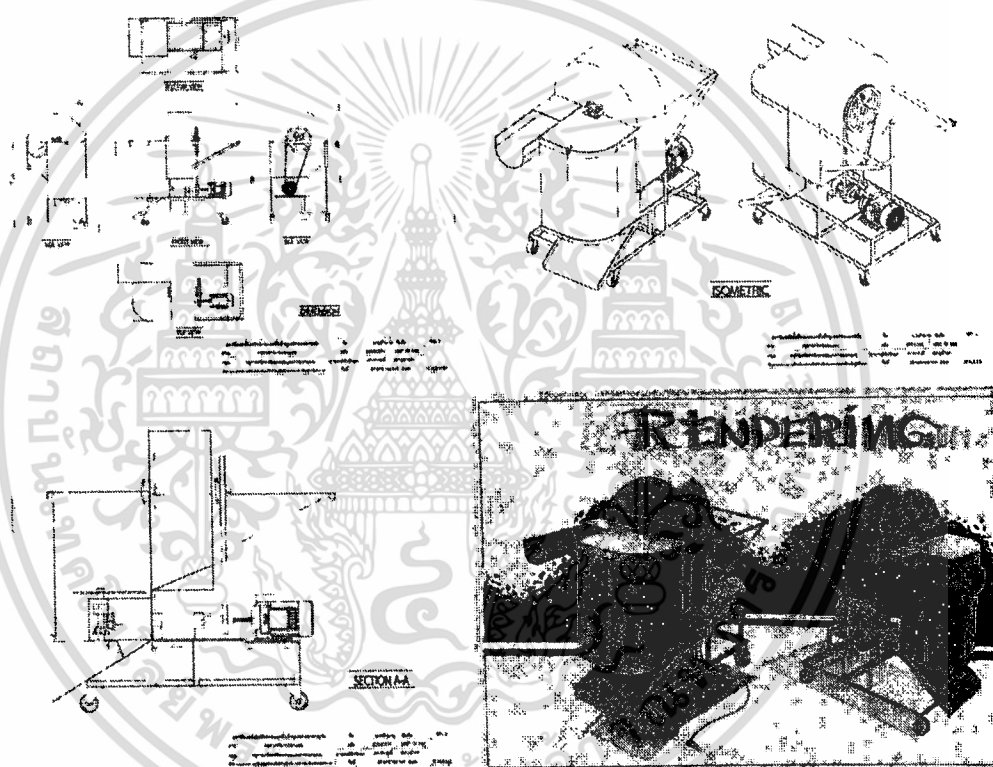
ด้านประโยชน์ใช้สอย โดยภาพรวมด้านต่างๆ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใช้งานได้จริง รูปแบบที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.17$) รูปแบบที่ 2 มีระดับความเหมาะสมปานกลาง ($\bar{X} = 2.82$) รูปแบบที่ 3 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.00$) ในรายชื่อ ผลิตภัณฑ์ที่มีความสะดวกในการ เคลื่อนย้ายรูปแบบที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.17$) รูปแบบที่ 2 มีระดับความเหมาะสม ปานกลาง ($\bar{X} = 3.17$) รูปแบบที่ 3 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.00$) ในรายชื่อ ผลิตภัณฑ์ สามารถหาความสะดวกได้ง่าย รูปแบบที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 3.67$) รูปแบบที่ 2 มีระดับความเหมาะสมปานกลาง ($\bar{X} = 2.67$) รูปแบบที่ 3 มีระดับความเหมาะสมปานกลาง ($\bar{X} = 3.33$) รายชื่อ ผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยในการใช้งาน รูปแบบที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.17$) รูปแบบที่ 2 มีระดับความเหมาะสมปานกลาง ($\bar{X} = 2.67$) รูปแบบที่ 3 ความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 3.67$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 กระบวนการประเมินผลการพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสม

ช่วงของการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านโครงสร้างการออกแบบเครื่องย่อยเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่เกษตรกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญทางการออกแบบผลิตภัณฑ์การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านโครงสร้างการออกแบบมีจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประชา พิจักขณา อาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ วิทยาเขตโซติเวช
2. ดร.สาธิต เหล่าวัฒนพงษ์ อาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ วิทยาเขตโซติเวช
3. ดร.จรรยาบรรณ จรรยาธรรม อาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย



ภาพที่ 4.18 การพัฒนาแบบเพื่อการผลิตต้นแบบเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่านุรักษ์

ทำการพัฒนาแบบเพื่อการผลิตด้วยกระบวนการเขียนแบบเพื่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรมที่เน้นการเขียนแบบที่สามารถผลิตได้จริง โดยการเขียนแบบจะทำการเขียนรายละเอียด พร้อมทั้งทำการกำหนดต้นกำลังเครื่องเป็นมอเตอร์ขนาดเล็กเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนถังบดย่อยขนาดใหญ่ พร้อมทั้งทำการกำหนดโครงสร้างภายในของเครื่องบดย่อยให้สามารถรับแรงบิดของมอเตอร์ต้นกำลัง รวมทั้งแรงสั่นสะเทือนที่จำเป็นจะต้องมีขณะที่เครื่องเริ่มทำงานในการบดย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างการออกแบบเครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรม ($n = 3$)

รายการ	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
1. ท่านคิดว่ารูปแบบมีความง่ายในการผลิตระดับใด	3.67	0.57	ระดับมาก
2. ท่านคิดว่ารูปแบบมีความง่ายในการเลือกใช้วัสดุในระดับใด	3.67	0.57	ระดับมาก
3. ท่านคิดว่าโครงสร้างมีความแข็งแรงและเหมาะสมกับการใช้งานในระดับใด	4.00	0.00	ระดับมาก
4. ท่านคิดว่าโครงสร้างที่ได้รับการออกแบบมีความเป็นไปได้ในระดับใด	3.67	0.57	ระดับมาก
5. ท่านคิดว่ารูปแบบประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นมากกว่าผลิตภัณฑ์เดิมในระดับใด	4.00	1.00	ระดับมาก
6. ท่านคิดว่าการออกแบบมีการพัฒนาเพื่อตอบสนองการใช้งานอยู่ในระดับใด	3.67	0.57	ระดับมาก
7. ท่านคิดว่าระบบกลไกการทำงานของเครื่องย่อยมีความซับซ้อนอยู่ในระดับใด	3.67	0.57	ระดับมาก
8. ท่านคิดว่าการวางตำแหน่งของเครื่องจักรมีความเหมาะสมและมีความปลอดภัยขณะใช้งานได้มากน้อยเพียงใด	4.00	0.00	ระดับมาก
9. ท่านคิดว่าการวางตำแหน่งการจัดวางกลไกใช้งานได้สะดวกอยู่ในระดับใด	4.00	0.00	ระดับมาก
10. ท่านคิดว่าเครื่องย่อยสามารถทนการกระแทก การสั่นสะเทือน ขณะใช้งานได้ในระดับใด	4.00	0.00	ระดับมาก
11. ท่านคิดว่าขนาดสัดส่วนของโครงสร้าง มีความเหมาะสมกับการใช้งานเพียงใด	4.00	0.00	ระดับมาก
12. ท่านคิดว่าสามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานให้เหมาะสมกับชนิดวัสดุได้ในระดับใด	3.67	0.57	ระดับมาก
13. ท่านคิดว่าการเลือกใช้วัสดุมีความเหมาะสมระดับใด	3.67	0.57	ระดับมาก
14. ท่านคิดว่าจะได้รับความสะดวกสบายในการใช้งานระดับใด	4.00	0.00	ระดับมาก
15. ท่านคิดว่าเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ในการสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	3.67	0.57	ระดับมาก
16. ท่านคิดว่าการดูแลรักษาง่ายต่อการซ่อมบำรุงตรวจสอบอยู่ในระดับใด	4.00	0.00	ระดับมาก
รวมค่าเฉลี่ย	3.83	0.34	ระดับมาก

จากตาราง พบว่าผลการประเมินความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้ลงความคิดเห็นด้านการออกแบบมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x} = 3.83$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D. = 0.44$) ผลการประเมินอยู่ในระดับระดับมาก ซึ่งผลการประเมินนั้นพบว่ารูปแบบที่พัฒนาเครื่องบดย่อยสำหรับเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์นั้นมีความเหมาะสมในระดับมากและมีความคาดหวังว่าเมื่อทำการผลิตต้นแบบเครื่องบดย่อยแล้วเสร็จจะมีความเหมาะสมและสามารถใช้งานได้ พบข้อเสนอแนะควรมีการใช้ถาดสำเร็จรูปรองรับเศษที่ป่นเสร็จออกจากเครื่องไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อสะดวกต่อการย้ายเก็บและการป้องกันอันตรายจากการใช้งานควรมีสติ๊กเกอร์หรือสัญลักษณ์เพื่อบ่งบอกถึงวิธีการใช้งานและข้อควรระวังและการป้องกันหรือปกป้องระบบกลไกของตัวเครื่องควรมีการปกปิดอย่างมิดชิดเพื่อไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหายหรืออันตรายจากการใช้งาน

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินความพึงพอใจเครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรม (N = 10)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
ด้านหน้าที่ประโยชน์ใช้สอย			
1. เครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรม เพื่อผลิตปุ๋ยชีวภาพมีส่วนที่เข้ากับผู้ใช้งาน	3.80	0.63	ระดับมาก
2. ประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นมากกว่าผลิตภัณฑ์เดิม	4.10	0.31	ระดับมาก
3. การออกแบบมีการพัฒนาเพื่อตอบสนองการใช้งาน	3.90	0.56	ระดับมาก
ด้านความปลอดภัย			
4. การวางตำแหน่งของเครื่องจักรมีความเหมาะสมและมีความปลอดภัยขณะใช้งาน	3.90	0.56	ระดับมาก
5. มีเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ในการสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	4.00	0.47	ระดับมาก
ด้านความแข็งแรง			
6. มีการรับน้ำหนักของรูปร่างผลิตภัณฑ์ได้ดี	3.60	0.51	ระดับมาก
7. ทนการกระแทก การลั่นสะเทือน ขณะใช้งาน	3.30	0.67	ระดับปานกลาง
ด้านวัสดุ			
8. เลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ในการใช้งานได้ดี	4.00	0.00	ระดับมาก
9. เลือกวิธีการผลิตที่ง่ายและรวดเร็วเหมาะสม	3.70	0.48	ระดับมาก
ด้านโครงสร้าง			
10. มีความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้าง	3.80	0.42	ระดับมาก
11. มีความสมดุลกันในแต่ละส่วนของผลิตภัณฑ์	3.90	0.31	ระดับมาก
ความสะดวกสบายในการใช้			
12. ตำแหน่งการจัดวางกลไกใช้งานได้สะดวก	3.90	0.31	ระดับมาก
13. สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานให้เหมาะสมกับชนิดพืชได้	3.90	0.31	ระดับมาก
การซ่อมบำรุงรักษา			
14. ง่ายต่อการซ่อมบำรุงและตรวจสอบ	3.90	0.31	ระดับมาก
15. การดูแลรักษาง่ายต่อการทำความสะอาด	4.00	0.00	ระดับมาก
รวมค่าเฉลี่ย	3.84	0.39	ระดับมาก

จากตารางที่ 4.7 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งเฉลี่ยในพื้นที่อนุรักษ์จำนวน 10 คน ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 3.84$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.39) ผลการประเมินอยู่ในระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ที่ 3”

สำหรับผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ” นั้นจะเป็นกระบวนการประเมินค่าระดับความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้งานจริง (กลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าระดับปฏิบัติการ) พร้อมทั้งทำการประเมินด้วยกลุ่มคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านกรอกแบบและทางด้านวิศวกรรม เพื่อเป็นการพิจารณาถึงประสิทธิภาพทางด้านการใช้งานผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์หลังการใช้งานในพื้นที่จริง

ตารางที่ 4.9 ผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยสำหรับเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์

ลำดับ	รายละเอียด (n = 25)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย
ด้าน : ความสวยงามและเอกลักษณ์องค์กร				
1.	รูปลักษณ์ของเครื่องบดย่อยฯ สีสันเอกลักษณ์ของหน่วยงานควบคุมไฟป่าได้อย่างเหมาะสม	4.00	0.89	เหมาะสมมาก
2.	สีสันเครื่องบดย่อยฯ มีความสวยงามและมีความเป็นเอกลักษณ์ที่ชัดเจนในการใช้งานสร้างแนวป้องกันไฟป่าและรองรับภารกิจป่าเปียก	4.20	0.40	เหมาะสมมาก
3.	รูปลักษณ์ของเครื่องบดย่อยฯ มีความสวยงามและทันสมัย	3.80	0.74	เหมาะสมมาก
4.	เครื่องบดย่อยฯ อเนกประสงค์ ที่พัฒนาใหม่มีความโดดเด่นน่าสนใจ	3.40	1.11	เหมาะสมปานกลาง
5.	รูปร่างและรูปทรงของเครื่องบดย่อยฯ มีการสื่อถึงประโยชน์ใช้สอยในด้านต่างๆได้เหมาะสม	3.80	0.74	เหมาะสมมาก
6.	บริเวณคาดใส่เศษพืชมีขนาดที่เหมาะสมในการขนส่งตามแนวป้องกันไฟป่าแต่ละครั้งที่ปฏิบัติงานควบคุมไฟป่า และสร้างแนวป้องกันไฟป่า	4.20	0.74	เหมาะสมมาก
รวม		3.90	0.77	เหมาะสมมาก
ด้าน : ประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานควบคุมไฟป่า				
1.	เครื่องบดย่อยสามารถบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมที่มีลักษณะแห้งกรอบได้เหมาะสมและละเอียด	4.40	0.80	เหมาะสมมาก
2.	เครื่องบดย่อยสามารถใช้งานได้สะดวกและรวดเร็ว	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
3.	เครื่องบดย่อยบดเศษเชื้อเพลิงสะสมบดย่อยได้หลากหลายรูปแบบสำหรับเชื้อเพลิงแต่ละประเภท	3.80	0.40	เหมาะสมมาก
4.	จักรยานยนต์สามารถขนเคลื่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพในการเข้าสู่พื้นที่สร้างแนวกันไฟ	3.60	0.80	เหมาะสมมาก
5.	เครื่องบดย่อยฯสามารถปรับเปลี่ยนถาดบรรจุด้านหลังเป็นที่บรรจุวัสดุย่อยและรวดเร็วเหมาะสมในการปฏิบัติงาน	4.00	0.89	เหมาะสมมาก
6.	เครื่องบดย่อยสามารถบดย่อยเศษเชื้อเพลิงประเภทต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.60	0.48	เหมาะสมมาก
รวม		4.06	0.56	เหมาะสมมาก
ด้าน : อุปกรณ์เสริม (ส่วนมือจับและเคลื่อนที่)				
1.	ส่วนมือจับเพื่อเคลื่อนที่มีความสะดวกสบายในการปฏิบัติหน้าที่และมีความแข็งแรงในการใช้งานจริงที่มีน้ำหนักมาก	4.40	0.48	เหมาะสมมาก
2.	ตำแหน่งในการติดตั้งมือจับและส่วนรับแรงเมื่อเปิดเครื่องบดย่อย มีความเหมาะสมในการใช้งาน	4.60	0.48	เหมาะสมมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยสำหรับเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียด (n = 25)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย
3.	อุปกรณ์ล้อเลื่อนและโครงสร้างหลักเพื่อรับมอเตอร์และเคลื่อนที่มีความเหมาะสมและมีความแข็งแรง	4.00	0.63	เหมาะสมมาก
4.	ระบบแสดงผลและไฟสัญญาณมีความเหมาะสมและชัดเจนในการใช้งาน	4.20	0.74	เหมาะสมมาก
5.	อุปกรณ์หน้าจอการใช้งานแสดงมีความเหมาะสมและคงทนในการปฏิบัติงานในพื้นที่ทุรกันดาน	4.00	0.63	เหมาะสมมาก
6.	อุปกรณ์เสริมเครื่องบดย่อยมีความเหมาะสมและครบถ้วนในการปฏิบัติงานในแต่ละครั้ง	4.20	0.74	เหมาะสมมาก
รวม		4.23	0.61	เหมาะสมมาก

ด้าน : ความแข็งแรงทนทานในการใช้งาน

1.	มอเตอร์ขนาด 1 แรง ใช้พลังงานไฟฟ้า มีความเหมาะสมและง่ายต่อการบำรุงรักษา	3.60	0.63	เหมาะสมมาก
2.	จุดยึดชุดล้อเคลื่อน มีความเหมาะสมและแข็งแรงทนทานต่อแรงกดกระแทกได้	4.60	0.48	เหมาะสมมากที่สุด
3.	เครื่องบดย่อยมีความแข็งแรงทนทานสามารถใช้งานในพื้นที่ทุรกันดานได้อย่างมีประสิทธิภาพ	3.60	0.48	เหมาะสมมาก
4.	ระบบการขับเคลื่อนใบปั่นละเอียดมีความเหมาะสมและใช้งานในพื้นที่ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ	4.20	0.97	เหมาะสมมาก
5.	โครงสร้างเครื่องบดย่อยมีความแข็งแรงสามารถรองรับการขนส่งและใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในพื้นที่ทุรกันดาน	4.40	0.80	เหมาะสมมาก
6.	มีความสะดวกและสามารถหาอะไหล่ทดแทนได้ในการบำรุงรักษาเครื่องบดย่อย	3.60	0.74	เหมาะสมมาก
รวม		4.00	0.68	เหมาะสมมาก

สรุปผลการศึกษา ด้านความสวยงามและความเป็นเอกลักษณ์ขององค์กร อันดับหนึ่ง คือ บริเวณภาคใต้เศษพืชมีขนาดที่เหมาะสมในการขนส่งตามแนวป้องกันไฟฟ้าแต่ละครั้งที่ปฏิบัติงานควบคุมไฟฟ้า และสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า, สีสันเครื่องบดย่อย มีความสวยงามและมีความเป็นเอกลักษณ์ที่ชัดเจนในการใช้งานสร้างแนวป้องกันไฟฟ้าและรองรับภารกิจป่าเปียก มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.74) อันดับสอง คือ รูปลักษณ์ของเครื่องบดย่อยฯ สื่อถึงเอกลักษณ์ของหน่วยงานควบคุมไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.89) อันดับสาม คือ รูปลักษณ์ของเครื่องบดย่อยฯ มีความสวยงามและทันสมัย และรูปร่างและรูปทรงของเครื่องบดย่อยฯ มีการสื่อถึงประโยชน์ใช้สอยในด้านต่างๆ ได้เหมาะสม มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 3.80$, S.D. = 0.74)

ด้านประโยชน์ใช้สอยและการควบคุมไฟฟ้า มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.06$, S.D. = 0.56) อันดับหนึ่ง คือ เครื่องบดย่อยสามารถบดย่อยเศษเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.48) อันดับสอง คือ เครื่องบดย่อยสามารถบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมที่มีลักษณะแห้งกรอบได้เหมาะสมและละเอียดมีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.80)

ด้านอุปกรณ์เสริม (ส่วนมือจับและเคลื่อนที่) มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.23$, S.D. = 0.61) อันดับหนึ่ง คือ ตำแหน่งในการติดตั้งมือจับและส่วนรับแรงเมื่อเปิดเครื่องบดย่อย มีความเหมาะสมในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.48) อันดับสอง คือ ส่วนมือจับเพื่อเคลื่อนที่มีความสะดวกสบายในการปฏิบัติหน้าที่และมีความแข็งแรงในการใช้งานจริงที่มีน้ำหนักมากมีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.48)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านความแข็งแรงทนทานในการใช้งาน มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ (\bar{X} = 4.00 , S.D. = 0.68) อันดับหนึ่ง คือ จุดยึดชุดล้อคล้อ มีความเหมาะสมและแข็งแรงทนทานต่อแรงกดกระแทกได้มีความเหมาะสมในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ที่ระดับ (\bar{X} = 4.60 , S.D. = 0.48) อันดับสอง คือ โครงสร้างเครื่องบดย่อยมีความแข็งแรงสามารถรองรับการขนส่งและใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในพื้นที่ทุรกันดารมีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ (\bar{X} = 4.40 , S.D. = 0.48)

4.4 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ที่ 4”

ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้าต่อเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟที่พัฒนาใหม่” เป็นขั้นตอนการประเมินผลความพึงพอใจของกลุ่มนักวิชาการทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และด้านวิศวกรรม โดยทำการประเมินผลระดับความพึงพอใจรายด้านตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ที่เน้นการมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งสามารถแยกรายละเอียดตามรูปแบบการประเมินได้ดังนี้

4.4.1 การประเมินความพึงพอใจกลุ่มนักวิชาการด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

สามารถที่จะแสดงผลระดับของการประเมินความพึงพอใจกลุ่มนักวิชาการด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ออกเป็นรายด้านตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่กำหนดไว้ได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.10 แสดงความพึงพอใจของนักวิชาการทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ (จำนวน 3 ท่าน)

ข้อ	รายละเอียดการประเมินประสิทธิภาพ	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
เกณฑ์การประเมินทางด้านความสวยงามเครื่องบดย่อยเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่อนุรักษ์				
1.	ลักษณะรูปแบบเครื่องบดย่อยมีความสวยงามเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานภายในพื้นที่อนุรักษ์หรือศูนย์ควบคุมไฟฟ้า	4.2	0.57	มาก
2.	สีสันทึบมีความสวยงามและเหมาะสมกับแนวคิดรักษ์สิ่งแวดล้อม	4.2	0.57	มาก
เกณฑ์การประเมินทางด้านความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว				
1.	ความเรียบง่ายของรูปทรงเครื่องบดย่อย	4	0	มาก
2.	ตัวผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่แสดงถึงความเป็นผลิตภัณฑ์ใช้งานในรูปแบบการบดย่อยและในพื้นที่ป่าอนุรักษ์	4.6	0.57	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน				
1.	โครงสร้างและความแข็งแรงทนทาน	4	0	มาก
2.	ความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติ	4.6	0.57	มาก
3.	ความง่ายในกระบวนการผลิต	4	0	มาก

สรุปผลการวิเคราะห์แบบความพึงพอใจของกลุ่มนักวิชาการทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สามารถแบ่งตามหลักการออกแบบของ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2540:46) โดยนำมาใช้ในการประเมินครั้งนี้จำนวน 4 ข้อ ดังนี้

ก .เกณฑ์การประเมินทางด้านความสวยงามเครื่องบดย่อยเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่อนุรักษ์ พบว่ากลุ่มนักวิชาการทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ มีความพึงพอใจอันดับที่ 1 ในด้านลักษณะรูปแบบเครื่องบดย่อยมีความสวยงามเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานภายในพื้นที่อนุรักษ์หรือศูนย์ควบคุมไฟฟ้า และสีสันทึบเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสวยงามและเหมาะสมกับแนวคิดรักษ์สิ่งแวดล้อม ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.2 หมายความว่า มีความพึงพอใจระดับมาก โดยมีค่าความเบี่ยงเบนที่ระดับ 0.57 ทั้งสองด้านที่ทำการประเมิน

ข. เกณฑ์การประเมินทางด้านความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว พบว่ากลุ่มนักวิชาการทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ มีความพึงพอใจอันดับที่ 1 ในด้านตัวผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่แสดงถึงความเป็นผลิตภัณฑ์ใช้งานในรูปแบบการบดย่อยและในพื้นที่ป้อนนุรักษ์ ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.6 หมายความว่ามีความพึงพอใจระดับมากที่สุด และอันดับที่ 2 ในด้านความเรียบง่ายของรูปทรงเครื่องบดย่อยที่ระดับค่าเฉลี่ย 4 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับมาก

ค. เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน พบว่ากลุ่มนักวิชาการด้านการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ มีความพึงพอใจอันดับที่ 1 คือด้านความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติ ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.6 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด และในอันดับที่ 2 คือด้าน โครงสร้างและความแข็งแรงทนทานและ ด้านความง่ายในกระบวนการผลิต ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับมาก

สามารถทำการสรุปเป็นรายด้านตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ตามวัตถุประสงค์การศึกษาแยกเป็นรายด้านใหญ่ๆ จำนวน 3 ด้าน แยกค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าเฉลี่ยรวมรายเกณฑ์การประเมินความพึงพอใจของนักวิชาการทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์

ข้อ	รายละเอียดการประเมินความพึงพอใจของนักวิชาการทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์	\bar{X}	ระดับความคิดเห็น
1.	เกณฑ์การประเมินทางด้านความสวยงามเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่นุรักษ์	4.2	มาก
2.	เกณฑ์การประเมินทางด้านความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว	4.4	มาก
3.	เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน	4.33	มาก

จากเกณฑ์การประเมินที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า อันดับที่หนึ่งคือเกณฑ์การประเมินทางด้านความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวมีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.4 หมายถึงมีความพึงพอใจมาก อันดับที่สองคือ เกณฑ์การประเมินทางด้านความแข็งแรงในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.33 หมายถึงมีความพึงพอใจมาก อันดับที่สาม คือ เกณฑ์การประเมินทางด้านความสวยงามเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่นุรักษ์มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.2 หมายถึงมีความพึงพอใจมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การประเมินความพึงพอใจกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า (ระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์)

สามารถที่จะแสดงผลระดับของการประเมินความพึงพอใจกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สถิติและพัฒนากการควบคุมไฟฟ้า จำนวน 3 ท่าน ออกเป็นรายด้านตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่กำหนดไว้ได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.12 แสดงความพึงพอใจกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สถิติและพัฒนากการควบคุมไฟฟ้า จำนวน 3 ท่าน

ข้อ	รายละเอียดการประเมินความพึงพอใจกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมฯ	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
เกณฑ์การประเมินทางด้านรูปแบบการใช้งาน				
1.	เครื่องบดย่อยมีระบบควบคุมที่เหมาะสมสามารถใช้งานได้ง่าย	4.4	0.57	มาก
2.	การบดย่อยด้วยเครื่องสามารถนำชิ้นส่วนที่ติดขัดออกได้ง่ายใน ส่วนของการบำรุงรักษา	4.2	0.57	มาก
3.	ถังป่นมีขนาดที่พอเหมาะกับปริมาณเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่า ในการบดครั้งละ 3 กิโลกรัม ต่อการป่น 3 นาที	4.4	0.57	มาก
เกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและควมมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว				
1.	ความเรียบร้อยของรูปทรง	4.8	0.57	มากที่สุด
2.	สีสันทของเครื่องบดย่อยที่เหมาะสมสื่อถึงเอกลักษณ์องค์กรได้ดี	4.8	0.57	มากที่สุด
3.	เครื่องบดย่อยสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย	4.6	0.57	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน				
1.	โครงสร้างและความแข็งแรงทนทานของเครื่องบดย่อยมีความเหมาะสมและทนทานแรงบดของการป่นที่รอบสูงได้ดี	4	0	มาก
2.	ความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติ	4	0	มาก
3.	ความง่ายในกระบวนการใช้งานและมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	4.6	0.57	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินทางด้านกระบวนการใช้งานในพื้นที่จริง (เขตพื้นที่อนุรักษ์)				
1.	ชิ้นส่วนเศษเชื้อเพลิงที่ผ่านการบดย่อยด้วยเครื่องมีความละเอียดเหมาะสมในการนำไปใช้งานทางเกษตรกรรม	4.8	0.57	มากที่สุด
2.	การบรรจุชิ้นส่วนของพืชที่มีลักษณะแห้งกรอบและเป็ยกชิ้นลงใน ถาดลำเลียงเพื่อรอการบดย่อยมีความรวดเร็วและปลอดภัย	4.2	0.57	มาก
3.	ส่วนมอเตอร์ที่ให้แรงป่นกับใบมีดมีความเหมาะสมและมีความรวดเร็วในการป่นละเอียดที่สูงกว่าปกติ	4.2	0.57	มาก

สรุปผลการวิเคราะห์แบบความพึงพอใจกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์ สถิติและพัฒนากการควบคุมไฟฟ้าสามารถแบ่งตามหลักการออกแบบของ อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2540 : 46) โดยนำมาใช้ในการประเมินครั้งนี้จำนวน 4 ข้อสรุปผลการวิเคราะห์แบบความพึงพอใจของผู้บริโภคสามารถแบ่งตามหลักการออกแบบดังนี้

ก .เกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและควมมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว พบว่ากลุ่มเจ้าหน้าที่ ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สถิติและพัฒนากการควบคุมไฟฟ้า มีความพึงพอใจในอันดับที่ 1 คือด้านถังป่นมีขนาดที่พอเหมาะกับปริมาณเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าในการบดครั้งละ 3 กิโลกรัม ต่อการ ป่น 3 นาที และเครื่องบดย่อยมีระบบควบคุมที่เหมาะสมสามารถใช้งานได้ง่าย มีเหมาะสมมากที่สุดที่ระดับ ค่าเฉลี่ย 4.80 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด อันดับ 2 ด้านการบดย่อยด้วยเครื่องสามารถนำชิ้นส่วนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดขัดออกได้ง่ายในส่วนของการทำงานบำรุงรักษา มีความเหมาะสมที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.60 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ข. เกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว พบว่ากลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า มีความพึงพอใจในอันดับที่ 1 คือ ด้านสีสันของเครื่องบดย่อยที่เหมาะสมสื่อถึงเอกลักษณ์องค์กรได้ดีและความเรียบง่ายของรูปทรง ได้ที่ค่าเฉลี่ย 4.80 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด และอันดับสองด้านเครื่องบดย่อยสามารถประยุกต์ใช้งานได้ อย่างหลากหลาย มีความเหมาะสมที่ค่าเฉลี่ย 4.60 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ค. เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน พบว่ากลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า มีความพึงพอใจในอันดับที่ 1 คือด้านความง่ายในกระบวนการใช้งานและความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.60 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก และอันดับที่ 2 ด้านความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติและ ด้านความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติ และความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ง. เกณฑ์การประเมินทางด้านกระบวนการผลิตวัสดุสำหรับสร้างบรรจุภัณฑ์ พบว่ากลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า มีความพึงพอใจในอันดับที่ 1 คือด้านชิ้นส่วนเศษเชื้อเพลิงที่ผ่านการบดย่อยด้วยเครื่องมีความละเอียดเหมาะสมในการนำไปใช้งานทางเกษตรกรรม ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.80 หมายความว่ามีความพึงพอใจระดับมากที่สุด และอันดับที่ 2 คือด้านการบรรจุชิ้นส่วนของพืชที่มีลักษณะแห้งกรอบและเปื่อยขึ้นลงในภาคลำเลียงเพื่อรอการบดย่อยมีความรวดเร็วและปลอดภัยและด้านส่วนมอเตอร์ที่ให้แรงบันดาลใจกับใบมีดมีความเหมาะสมและมีความรวดเร็วในการปั่นละเอียดที่สูงกว่าปกติ มีความเหมาะสมที่ค่าเฉลี่ย 4.20 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

สามารถทำการสรุปเป็นรายด้านตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ตามวัตถุประสงค์การศึกษาแยกเป็นรายด้านใหญ่ๆ จำนวน 4 ด้าน แยกค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าเฉลี่ยรวมรายเกณฑ์ประเมินเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า

ข้อ	รายละเอียดการประเมินประสิทธิภาพ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความคิดเห็น
1.	เกณฑ์การประเมินทางด้านรูปแบบการใช้งาน	4.33	มาก
2.	เกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว	4.73	มากที่สุด
3.	เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน	4.2	มาก
4.	เกณฑ์การประเมินทางด้านกระบวนการใช้งานในพื้นที่จริง (เขตพื้นที่อนุรักษ์)	4.4	มาก

จากเกณฑ์การประเมินที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า อันดับที่หนึ่งคือเกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.73 หมายถึงมีความพึงพอใจมากที่สุด อันดับที่สองคือ เกณฑ์การประเมินทางด้านกระบวนการใช้งานในพื้นที่จริง (เขตพื้นที่อนุรักษ์) มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.4 หมายถึงมีความพึงพอใจมาก อันดับที่สาม คือ เกณฑ์การประเมินทางด้านรูปแบบการใช้งานมีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.33 หมายถึงมีความพึงพอใจมาก อันดับที่สุดคือ เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.2 หมายถึงมีความพึงพอใจมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 การนำเสนอการนำเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่อนุรักษ์ประเภทใบไม้และกิ่งไม้แห้งมา ประยุกต์ใช้งานทางการออกแบบผลิตภัณฑ์

ในส่วนของกระบวนการนำเศษวัสดุที่ได้จากเศษเชื้อเพลิงสะสมที่ผ่านเครื่องบดย่อยๆเป็นที่เรียบร้อยแล้วจากนั้นนำฝุ่นผงที่ได้มาทดลองประยุกต์ใช้งานร่วมกับวัสดุต่างๆเพื่อพิจารณาและนำเสนอความเป็นไปได้ในการนำสิ่งที่เหลือทิ้งจากเศษใบไม้แห้งเหล่านั้นมาทดลองใช้งานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านในรูปแบบต่างๆ ซึ่งการนำเสนอจะเป็นขั้นตอนการนำเสนอเพียงแค่วิธีการต่อยอดทางความคิดเพื่อให้เกิดแนวทางในการนำเศษที่บดย่อยแล้วมาทดลองใช้งานในรูปแบบต่างๆได้อย่างเหมาะสม

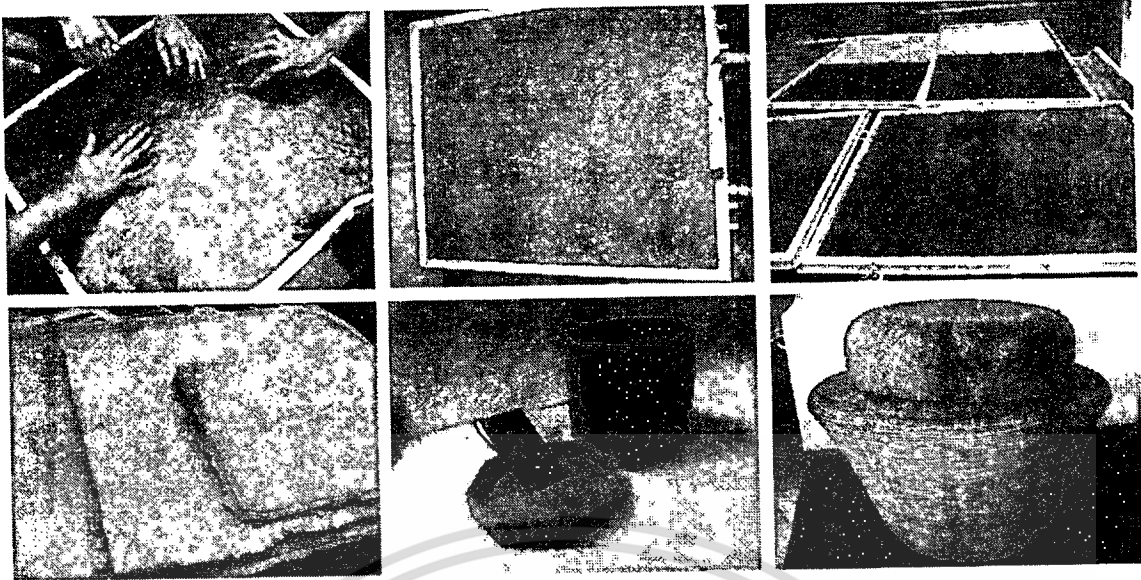
4.4.3.1 การทดลองขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์กระดาษ

เป็นการประยุกต์ใช้ขั้นตอนการทำกระดาษสามาทดลองใช้เศษเยื่อกระดาษจากเศษเชื้อเพลิงสะสมประเภทหญ้าและใบไม้แห้ง มาทดลองใช้งานเพื่อผ่านกระบวนการลดเยื่อด้วยการต้มโซดาไฟ จากนั้นเยื่อที่ผ่านการต้มลอกเยื่อนั้นจะมีสีน้ำตาลเข้มมีลักษณะที่เป็นเส้นใยยาวประมาณ 2-3 นิ้ว ซึ่งเส้นใยจะเป็นลักษณะของเส้นใยที่เป็นเส้นแกนของเยื่อ ในขั้นตอนการล้างเยื่อและทำการขยี้เยื่อที่ยังมีการยึดเกาะกันเป็นก้อนหรือยังคงรูปทรงเดิม จากนั้นล้างเยื่อด้วยน้ำเปล่านั้นจะต้องทำการขยี้เยื่อไปพร้อมกันเพื่อให้เยื่อที่ได้มีความละเอียดและเมื่อนำเยื่อที่ได้ไปผึ่งให้หมาดจากนั้นจะนำไปปั่นละเอียดด้วยเครื่องปั่นเพื่อให้เยื่อที่ได้มีความละเอียดสวยงามและเมื่อนำขึ้นแผ่นกระดาษจะมีความเรียบสวยงามกว่าแบบไม่ปั่นละเอียดซึ่งแผ่นที่ได้จะมีความสวยงาม เหมาะสมกับการนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ ตามความต้องการ โดยเยื่อที่ได้นั้นจะมีความนุ่มและละเอียดแต่จะมีการเกาะกลุ่มกันเป็นก้อน นำเยื่อที่ได้หลังจากกระบวนการปั่นละเอียดเยื่อที่ได้จะมีความละเอียดเนียนของเนื้อเยื่อที่ได้เป็นก้อนเหนียวมีสีน้ำตาลเข้ม นำเอาเนื้อเยื่อกระดาษที่ได้ลงไปละลายน้ำโดยใช้เยื่อ 1 ก้อนต่อน้ำ 1 ลิตร เพื่อเยื่อที่ได้จะละลายน้ำโดยมีปริมาณเยื่อที่มีความหนาแน่นที่มีความเหมาะสมจากนั้นนำไปร่อนลงในตะแกรงที่มีการใส่น้ำรองที่ก้นของกะละมังที่ใส่น้ำรองไว้สำหรับการขึ้นแผ่นได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการร่อนเยื่อกระดาษต้องอาศัยอ่างน้ำขนาดใหญ่ในการล่อนน้ำเลี้ยงตัวตะแกรงร่อนเยื่ออยู่ตลอดระยะเวลาการร่อนเยื่อเพื่อการได้มาของเยื่อที่มีขนาดที่พอเหมาะสำหรับการขึ้นรูป สำหรับการตากเยื่อที่ผ่านกระบวนการร่อนเยื่อบนตะแกรงเรียบร้อยแล้วนั้นผู้ตากควรที่จะตากในร่มก่อนเพื่อให้น้ำที่อยู่ในเยื่อเส้นใยที่ได้นั้นไหลออกจากเยื่อให้หมาดเสียก่อน จากนั้นจึงค่อยนำออกไปตากแดดที่มีแสงแดดจัด เนื่องจากหากผู้ผลิตนำแผ่นเยื่อที่ได้หลังจากการร่อนแล้วออกไปตากแดดที่มีความร้อนแรงเลยในทันทีจะทำให้เยื่อที่ตากนั้นมีการคายน้ำอย่างรวดเร็วจะทำให้เยื่อนั้นมีการบิดงอหรือโก่งตัวขึ้นตามการคายน้ำที่รวดเร็วจนเกินไป ซึ่งจะทำให้ผู้ผลิตจะต้องสูญเสียทั้งเวลาและต้องเริ่มกระบวนการผลิตใหม่ซึ่งจะต้องทำให้เกิดการคายน้ำอย่างค่อยเป็นค่อยไปไม่รวดเร็วเพื่อที่จะลดการเสี่ยงต่อการบิดงอของเยื่อกระดาษที่ตากไว้



ภาพที่ 4.19 ลักษณะของเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (ประเภทใบไม้แห้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 กระบวนการขึ้นรูปแผ่นกระดาษจากเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์

ในส่วนของการนำแผ่นกระดาษที่ได้จากเยื่อที่ผ่านกระบวนการบดย่อยด้วยเครื่องย่อนั้นนำมาผ่านการขึ้นรูปแบบแผ่น เมื่อกระดาษแห้งจึงนำมาผ่านกระบวนการขึ้นรูปแบบรองภายในด้วยแผ่นกระดาษแข็งขึ้นเป็นกล่องใส่ของขนาดเล็กตัวเยื่อที่ได้มีความสมบูรณ์สวยงามนำไปใช้งาน เนื่องจากกระดาษมีความเรียบเนียนจากนั้นนำกระดาษที่ทดลองประยุกต์ใช้งานประเมินความเหมาะสมในส่วนของความพึงพอใจที่มีต่อกระดาษที่ได้จากกระบวนการบดย่อย จากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.14 การประเมินค่าความพึงพอใจของกระดาษที่ประยุกต์ใช้จากกระบวนการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่อนุรักษ์ (ประเภทหญ้าและใบไม้แห้ง)

รายการประเมิน		\bar{X}	S.D.	ความหมาย
เกณฑ์การประเมินทางด้านความสมบูรณ์ของเยื่อกระดาษที่ได้จากกระบวนการบดย่อย				
1.	ความเรียบง่ายของรูปทรงของบรรจุภัณฑ์ที่ได้จากการบด	4.6	0	มากที่สุด
2.	สีเส้นของกระดาษที่พัฒนาใหม่จากวัชพืชในนาข้าวสามารถสื่อถึงความ เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อธรรมชาติได้	4.8	0.57	มากที่สุด
3.	ตัวผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์สามารถสื่อถึงความเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อ สิ่งแวดล้อมได้อย่างมีความเหมาะสม	4.6	0.57	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินทางการประยุกต์ใช้กระบวนการต่อ ยอดทางความคิด				
1.	โครงสร้างและความแข็งแรงทนทานของบรรจุภัณฑ์	4.2	0	มาก
2.	ความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติ	4.2	0.57	มาก
3.	ความง่ายในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์	4.2	0	มาก
เกณฑ์การประเมินทางการส่งเสริมแนวคิดเพื่อการใช้งานจากเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่อนุรักษ์				
1.	กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสมกับแนวคิดรักษ์ สิ่งแวดล้อม	4.8	0	มากที่สุด
2.	วัตถุดิบในการผลิตบรรจุภัณฑ์หาได้ง่ายในท้องถิ่น	4.2	0.57	มาก
3.	กระบวนการผลิตกระดาษสำหรับสร้างบรรจุภัณฑ์	4.2	0	มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการประเมินเกณฑ์ทางด้านความสมบูรณ์ของเยื่อกระดาษที่ได้จากกระบวนการบดย่อยฯที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า อันดับที่หนึ่งคือสีสันของกระดาษที่พัฒนาใหม่สามารถสื่อถึงความเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อธรรมชาติได้ มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.80 หมายถึงมีความพึงพอใจมากที่สุด อันดับที่สองคือ ตัวผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์สามารถสื่อถึงความเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีความเหมาะสมและความเรียบง่ายของรูปร่างของบรรจุภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.6 หมายถึงมีความพึงพอใจมากที่สุด

ผลการประเมินเกณฑ์ทางการประยุกต์ใช้กระบวนการต่อยอดทางความคิด ที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่ามีอันดับที่เท่ากันทั้ง 3 เกณฑ์ประเมิน คือ โครงสร้างและความแข็งแรงทนทานของบรรจุภัณฑ์และความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติและความง่ายในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.20 หมายถึงมีความพึงพอใจมากที่สุด

ผลการประเมินเกณฑ์ทางด้านเกณฑ์การประเมินทางการส่งเสริมแนวคิดเพื่อการใช้งานจากเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่อนุรักษ์ฯที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า อันดับที่หนึ่งคือกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสมกับแนวคิดรักษ์สิ่งแวดล้อม มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.80 หมายถึงมีความพึงพอใจมากที่สุด อันดับที่สองคือ วัตถุประสงค์ในการผลิตบรรจุภัณฑ์ทำได้ง่ายในท้องถิ่นและกระบวนการผลิตกระดาษสำหรับสร้างบรรจุภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.2 หมายถึงมีความพึงพอใจมากที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ส่วนกระบวนการสรุปผลของการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะเป็นขั้นตอนการนำเสนอข้อสรุปของการศึกษาและพัฒนาโครงการวิจัย “การศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ ศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟป่า” ในส่วนนี้จะอาศัยกรอบทางแนวความคิดเพื่อใช้ในการประมวลผลการทดลองทั้งหมดที่ผ่านมาในกระบวนการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่อนุรักษ์ ซึ่งสามารถที่จะทำการสรุปประเด็นความสำคัญของการศึกษาและพัฒนาออกเป็นรายชื่อการสรุป ดังนี้

- 5.1 สรุปผลการวิจัย (รายวัตถุประสงค์การวิจัย)
- 5.2 อภิปรายผลการวิจัย
- 5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

การศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวป้องกันไฟป่า ผู้วิจัยเน้นการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากการลงพื้นที่ ในส่วนของ ศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟป่า ภาคภาคกลาง มาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจำแนกชนิดป่าและขั้นตอนการควบคุมไฟป่าที่จะมีความแตกต่างกันไปตามประเภทของป่าไม้ในแต่ละพื้นที่ ซึ่งเมื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้ครบถ้วนจึงเข้าสู่ขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อใช้สำหรับการออกแบบและปรับปรุงเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ ซึ่งจากกระบวนการศึกษาและพัฒนาเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ ศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟป่านั้นพบประเด็นการต่อยอดทางกระบวนการวิจัยในด้านต่างๆจำนวนมากเนื่องจากเป็นเครื่องจักรที่เน้นการบดย่อยเท่านั้นจึงก่อให้เกิดประเด็นที่จำเป็นต้องมีการพัฒนาร่วมกันคือ กระบวนการนำเศษเชื้อเพลิงสะสมนั้นไปใช้งานทางด้านต่างๆให้ได้เหมาะสมและคุ้มค่าที่สุดทั้งด้านเศรษฐกิจ ด้านความคุ้มค่าและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง ฯลฯ

5.1 สรุปผลการวิจัย (รายวัตถุประสงค์การวิจัย)

รายการประเมินเพื่อสรุปผลการศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า นี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ เพื่อการนำผลการวิจัยที่ได้มาสร้างเป็นบทสรุปเพื่อให้สามารถตอบเป้าหมายของการวิจัยในช่วงของบทสรุปผลการวิจัย ซึ่งสามารถแยกรายละเอียดออกเป็นรายวัตถุประสงค์ได้ ดังนี้

5.1 ผลการสรุปผลการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษากระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า เจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช”

ในส่วนของเครื่องมือสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า นั้นมักจะมืองค์ประกอบไม่กี่ส่วน เนื่องจากเน้นการใช้งานที่มีความสะดวกและแข็งแรงเมื่อนำมาใช้งานในพื้นที่ป่าอนุรักษ์เป็นเครื่องมือที่มีองค์ประกอบ 2 ส่วนอยู่ด้วยกัน ประกอบด้วยคราดสำหรับกวาดเศษใบไม้และกิ่งไม้แห้งร่วมกับจอบลากสำหรับการสับและถากหญ้าที่อาจจะติดไฟป่าได้ง่ายเมื่อเกิดเหตุไฟป่า โดยมากนิยมในการนำมาใช้เพื่อการสร้างแนวกันไฟ หรือใช้ในการถากเพื่อกลับแนวเนื้อดินที่มีเศษพืชที่ติดไฟให้กลับดำเพื่อการดับไฟที่ยังกรุ่นอยู่ในพื้นดินที่ผิวหน้า นิยมนำมาใช้งานร่วมกับไม้ดับไฟป่าโดยเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจะนิยมและพกพาอุปกรณ์ 2 ชนิดนี้ติดตัวเพื่อการเข้าพื้นที่ปฏิบัติการดับไฟป่าและการสร้างแนวป้องกันไฟป่า โดยมีวัสดุที่แข็งแรงในการใช้งานและมีน้ำหนักที่เบาสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายเมื่อเทียบกับน้ำหนักในการนำพา อีกทั้งยังเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแนวป้องกันไฟป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพในด้านการสร้างแนวป้องกันไฟป่าด้วยการถากและเคลื่อนย้ายเศษใบไม้หรือเชื้อเพลิงแห้งตามพื้นที่ป่า เนื่องจากตัวอุปกรณ์ชนิดนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าได้ทำการพัฒนารูปแบบโดยนำมาติดตั้งส่วนที่ใช้ในการดึงเศษกิ่งไม้แห้งที่มีน้ำหนักมาก ออกจากแนวไฟป่า ซึ่งการพัฒนารูปแบบของคราดไฟป่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายตามพื้นที่และวัตถุประสงค์ของการใช้งานเจ้าหน้าที่ตามความต้องการของป่ารูปแบบต่างๆ

ผลจากการสัมภาษณ์เพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงลึก ด้วยการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าและกรรมวิธีการสร้างแนวป้องกันไฟป่าในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น กระบวนการชิงเผา กระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟป่า เป็นต้น โดยใช้วิธีการสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วมเพื่อการรับรู้แนวความคิดเห็นและความต้องการขั้นต้นของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในป่าอนุรักษ์และแนวทางในการพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงที่สะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ในการนำเศษเชื้อเพลิงสะสม ซึ่งได้แก่ เศษของใบไม้และกิ่งไม้ที่หล่นจากต้นมาทับถมบนพื้นดินเป็นจำนวนมาก ซึ่งมักจะเป็นต้นเหตุให้เกิดไฟป่าอย่างสม่ำเสมอในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งทำให้ยากแก่การที่เจ้าหน้าที่จะเข้าไปควบคุมดูแลในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ได้อย่างทั่วถึง ซึ่งปัจจุบันนี้นิยมใช้วิธีการกวาดมาองรวมกันแล้วใช้วิธีการ “ชิงเผา” ก่อนที่ไฟป่าจะเกิดแต่การชิงเผามักจะก่อให้เกิดความเสี่ยงในการควบคุมไฟ อีกทั้งยังก่อให้เกิดมลภาวะหมอกควัน จึงน่าที่จะมีการพัฒนาเครื่องบดย่อยให้สามารถนำมบบดย่อยเศษเชื้อเพลิงที่สะสมในพื้นที่ป่ามาใช้ประโยชน์ให้แก่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าอีกทางหนึ่ง

บทสรุปเพื่อการเข้าสู่กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ 1) การขับเคลื่อนระบบส่งกำลังจะมีลักษณะรูปแบบการใช้เฟืองและสายพาน รูปแบบของเฟืองดอกจอก เห็นว่าสมควรใช้กับตัวงานแต่จะต้องมีการเปรียบเทียบกับสายพานว่าควรใช้ในรูปแบบ เช่น สายพานแบนที่มีแกนหมุนโดยพูลเลย์ 2) ลักษณะกำลังเครื่องของมอเตอร์ในการปั่น กำลังของเครื่องมอเตอร์ที่เหมาะสมกับการปั่นย่อยพืชจำพวกกาบ

เอก ใบ ลำต้น สำหรับกำลังของมอเตอร์ที่ใช้ คือ 1 แรงม้า เป็นมอเตอร์ชนิดกระแสสลับที่สามารถต่อกับไฟบ้านได้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยตรง จำนวนรอบป้อน อยู่ที่ 1,450 รอบ ต่อนาที 3) ลักษณะรูปแบบการเลือกใช้ใบมีดในการป้อน การเลือกใช้ควรพิจารณาในเรื่องของลักษณะการหมุน หากต้องการให้มีประสิทธิภาพในการป้อน เป็นใบมีดที่มีลักษณะหมุนสลับกัน ให้ใบมีดสองตัวเชื่อมกัน จะทำให้เกิดลักษณะของการสับย่อยพีชใบอ่อนและแห้งกรอบได้อย่างดี 4) ลักษณะรูปแบบของโครงสร้างของเครื่องย่อย การป้อนย่อยจำพวกพีชใบอ่อนและแห้งกรอบที่มีลักษณะความยาวของลำต้น โครงสร้างจึงต้องเป็นในลักษณะของการป้อนที่มีความต่อเนื่องโดยอาจจะมิดใส่ลงไปและสามารถระบายออกของพีชใบอ่อนและแห้งกรอบที่บดออกมา มีที่จับในการเข็นและใส่ล้อเพื่อสามารถเคลื่อนที่ได้ 5) ลักษณะรูปแบบการจัดวางกลไกโดยรวม ลักษณะการจัดวางของมอเตอร์ควรวางในรูปแบบแนวอนและมีการทดแรงโดยอาจจะใช้เฟืองก็ได้ใช้สายพานก็ได้ ถ้าหากอยากจะทำให้ตัวผลิตภัณฑ์โดยรวมไม่มีขนาดใหญ่มากก็ควรจะใช้ในระบบเฟืองในการทดแรง แต่หากไม่เน้นเรื่องขนาดแนะนำให้ใช้สายพาน เพราะสามารถกระจายแรงได้และจะทำให้เครื่องนี้ไม่เกิดเสียงดัง 6) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ ในลักษณะของการทดรอบอีกประเภทหนึ่งการใช้เกียร์บ็อก (Gear Box) หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เกียร์ทดรอบ เนื่องจากเป็นตัวเลือกหนึ่งที่ใช้ทดแทนเฟืองและสายพานในการบดป้อนพีชใบอ่อนและแห้งกรอบได้

5.2 ผลการสรุปผลการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช

สำหรับผลการสรุปการวิจัยในกระบวนการสร้างแนวทางในการนำเศษเหลือทิ้งของพีชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ทางด้านอาหารสัตว์ เช่น วัว นอกจากนี้ส่วนที่เหลือสามารถนำไปใช้ในการนำไปเป็นปุ๋ยโดยธรรมชาติ ในส่วนของลักษณะความจำเป็นในการใช้งานของเครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งพีชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์มีความจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากหลังการสร้างแนวป้องกันไฟป่าในพื้นที่อนุรักษ์แล้วนั้นจะพบพีชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ ส่วนของลำต้นจะต้องมีการตัดทิ้งเป็นเศษเหลือทิ้งหรือทำการถางเพื่อเปิดหน้าดิน ดังนั้นเครื่องบดย่อยจึงมีส่วนจำเป็นในเรื่องของการย่อยสลายสิ่งเหล่านี้ โดยหลักการพิจารณาเพื่อสร้างการทำงานของตัวเครื่องเป็นกลไกในรูปแบบของระบบไฟฟ้า โดยใช้มอเตอร์กระแสสลับที่ต่อกับไฟบ้านซึ่งใช้มอเตอร์ 3 แรงม้า ใช้ระบบการขับเคลื่อนแบบสายพานเชื่อมต่อกับพูลเลย์ 2 ตัว รอก 1 ตัว โดยพูลเลย์ตัวแรกเชื่อมต่อกับใบมีด พูลเลย์ตัวที่สอง จะเชื่อมต่อกับเฟืองดอกจอกที่จะเป็นตัวขับเคลื่อนในการหมุนไปสู่แกนหมุนที่จะเป็นตัวดึงเศษพีชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์เข้าสู่ตัวใบมีดโดยจะมีเฟืองเชื่อมต่อยู่ด้านล่างของเฟืองดอกจอกเพื่อจะเชื่อมต่อแกนหมุนข้างล่าง ซึ่งกลไกนี้จะทำให้เปลี่ยนทิศทางการหมุนแบบสลับกันจึงทำให้ตัวหมุนสองตัวหมุนสลับกัน จึงสามารถดึงเศษพีชที่มีลักษณะท่อนเข้าสู่ใบมีดเพื่อทำการป้อนพีชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ได้ โดยลักษณะของการบดย่อยด้วยเครื่องสำหรับการย่อยพีชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ ใช้ระยะเวลาในการย่อยประมาณ 30 นาที ใช้เวลาบดย่อยในครั้งหนึ่ง ประมาณ 10 นาที ต่อ 15 กิโลกรัม เครื่องย่อยปัจจุบันของเจ้าหน้าที่ผู้ใช้ ราคาอยู่ในประมาณ 17,000 บาท เหมาะสมกับการใช้งาน ส่วนแนวทางของปัญหาที่พบขณะใช้งานของตัวเครื่อง คือ ใบมีด เมื่อใช้งานแล้วจะมีลักษณะงอทำให้ในส่วนของ การตัดระหว่างตัวสับไม่ละเอียดพอ และมักจะมีเศษใบหรือกากติดอยู่ตรงร่องมีดเสมอ จึงต้องมีการหยิบเศษพีชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ที่ติดอยู่เอาออกอยู่เรื่อยๆ อีกทั้งระบบสายพานมีการหย่อนเมื่อมีการใช้งานมาเป็นเวลานานจึงต้องมีการตรวจเช็คเครื่องตลอดเวลาและเมื่อโครงสร้างผลิตจากวัสดุประเภทเหล็กจึงทำให้เกิดสนิมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการคำนวณการกำหนดขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีความสอดคล้องกับลักษณะในการใช้งานของมนุษย์ ในแต่ละส่วนของเครื่องบดย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ จะประกอบไปด้วย 1) ช่องลำเรียงเศษพืชประเภทลำต้นพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ เพื่อทำการบดย่อย โดยมีขนาดความสูงจากพื้นถึงตัวช่อง 90 เซนติเมตร ความยาวของช่องลำเรียงจนถึงใบมีด 55 เซนติเมตร ความกว้างของช่อง 20 เซนติเมตร และความสูงของช่อง 15 เซนติเมตร 2) ตัวถัง เพื่อทำการบดย่อยในพืชประเภทใบ, หญ้า พืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ โดยมีขนาดของขอบตัวถัง กว้าง 40 x ยาว 40 เซนติเมตร และมีความสูง 60 เซนติเมตร 3) ช่องระบาย เพื่อทำการระบายเศษพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ เพื่อหลังจากการบดย่อย โดยมีความกว้าง 40 x ยาว 40 x สูง 30 เซนติเมตร 4) ราวจับ เพื่อทำการเคลื่อนย้ายของเครื่องย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ โดยมีขนาดความสูงจากพื้นถึงราวจับ 85 เซนติเมตร มีความยาวของราวจับ 50 เซนติเมตร 5) ฐานรองมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อที่จะเชื่อมต่อกับใบมีดในการบดย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ โดยมีขนาดความสูงจากพื้นถึงตัวฐาน 28 เซนติเมตร ความยาวจากขอบด้านนอกจนถึงตัวโครงด้านใน 60 เซนติเมตร และมีความกว้าง 30 เซนติเมตร 6) ขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ กว้าง 60 x ยาว 130 x สูง 120 เซนติเมตร

การวิเคราะห์ในส่วนของระบบกลไกในการทำงานของผลิตภัณฑ์เดิมเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ตั้งแต่มอเตอร์จนถึงใบมีดและลักษณะรูปแบบภายนอกที่ใช้โดยมีการเลือกรูปแบบของการวิเคราะห์มา 3 แบบ ด้วยการใช้ระบบสายพานในการขับเคลื่อน มีการติดตั้งใบมีดในลักษณะแนวตั้ง โดยมีการจัดวางมอเตอร์ในการส่งกำลังไว้ด้านล่าง ส่งกำลังขึ้นด้านบนโดยใช้สายพาน รูปแบบภายนอกมีลักษณะของการใส่เศษพืชแบบแนวนอน และมีการพิจารณาการใช้ระบบสายพานในการขับเคลื่อน มีการติดตั้งใบมีดในลักษณะแนวตั้ง โดยมีการจัดวางมอเตอร์ในการส่งกำลังไว้ด้านบน ส่งกำลังลงด้านล่างโดยใช้สายพาน รูปแบบภายนอกมีลักษณะของการใส่เศษพืชแบบแนวเฉียง ในส่วนของการใช้ระบบสายพานในการขับเคลื่อน มีการติดตั้งใบมีดในลักษณะแนวตั้ง ซึ่งมีการจัดวางใบมีดเรียงกันในลักษณะฟันปลา โดยมีการจัดวางมอเตอร์ในการส่งกำลังไว้ด้านล่าง รูปแบบภายนอกมีลักษณะของการใส่เศษพืชแบบแนวตั้ง จากการวิเคราะห์ระบบกลไกการทำงานและรูปแบบของผลิตภัณฑ์เดิมแล้วนั้น จึงนำเอาหลักการและแนวคิดต่างๆของผลิตภัณฑ์เดิม มาวิเคราะห์และพัฒนาโดยการร่างแบบ โดยการออกแบบที่คำนึงถึงระบบกลไกในการขับเคลื่อนก่อน ซึ่งได้แบ่งลักษณะการทำงานของกลไกและการทำงานไว้ 4 แบบ ได้แก่ 1) ระบบการปั่นแบบใบมีดเดี่ยว (ด้านล่าง) การขับเคลื่อนโดยการใช้มอเตอร์เชื่อมต่อกับเฟืองดอกจอกสู่ใบมีด โดยการจัดวางใบมีดแบบแนวนอน มีลักษณะการใส่เศษพืชจากด้านบน 2) ระบบการปั่นแบบใบมีดเดี่ยว (ด้านข้าง) การขับเคลื่อนโดยการใช้มอเตอร์เชื่อมต่อกับพูลเลย์และสายพาน โดยการจัดวางใบมีดแบบแนวตั้ง ลักษณะการใส่เศษพืชจากด้านหน้า 3) ระบบการปั่นแบบใบมีดสองด้าน ด้านข้างและด้านล่าง (ใส่เศษพืชช่องเดียว) การขับเคลื่อนโดยการใช้มอเตอร์เชื่อมต่อกับพูลเลย์ สายพาน ในลักษณะใบมีดแนวตั้ง และต่อกับเฟืองดอกจอก ในลักษณะใบมีดแนวนอน โดยมีการใส่เศษพืชจากด้านหน้าช่องเดียว จากการประเมินเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของผู้เชี่ยวชาญในด้านวิศวกรเครื่องกลการเกษตร ได้แสดงความคิดเห็นทั้ง 4 รูปแบบ ได้วิเคราะห์ถึงข้อบกพร่อง ข้อดีข้อเสียของแต่ละแบบ โดยผู้ทำการวิจัยได้หาค่าเฉลี่ยของตัวเลขที่ได้จากการประเมิน จึงได้ผลออกมาว่าแบบที่ 4 ได้คะแนนสูงสุด นั่นก็คือแบบ ระบบการปั่นแบบใบมีดสองด้าน ด้านข้างและด้านล่าง (ใส่เศษพืชสองช่อง) โดยผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นว่า เป็นแบบที่มีความเป็นไปได้สูงที่สุด ซึ่งเกิดประโยชน์มากที่สุดในรูปแบบทั้งหมด โดยมีความพิเศษและมีความแตกต่าง ซึ่งมีความสามารถในการบดเศษพืชประเภทลำต้นที่จะมีลักษณะเป็นแท่งหรือท่อน และเศษพืชประเภทใบหญ้าที่จะมีขนาดเป็นชิ้นเล็กๆ โดยมีช่องใส่สองช่องที่แบ่งหน้าที่ในการตัดได้อย่างชัดเจน คือมีใบมีด 2 ระบบนั่นเอง แต่ผู้เชี่ยวชาญได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บอกถึงข้อบกพร่องของรูปแบบนี้ ในส่วนของช่องระบายเศษพืชหลังจากการย่อยที่อาจทำให้เกิดการติดขัดระหว่างการป้อนและการระบายออกมาของเศษพืช

จากการสรุปแบบและข้อคิดเห็นเบื้องต้นนี้ จึงได้นำความคิดเห็นเหล่านี้มาทำการออกแบบและพัฒนาารูปแบบนี้ให้สมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น ซึ่งจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ได้นำมาปรับปรุงแบบในส่วนช่องทางการระบายของเศษพืชให้สามารถระบายได้ดีขึ้น และข้อควรระวังในการป้อนที่อาจเกิดการติดขัดได้โดยการเว้นระยะความห่างของตัวโครงสร้างและใบมีด

5.3 ผลการสรุปผลการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ”

ช่วงของกระบวนการระดมความคิดเห็นเพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่อนุรักษ์ โดยจะอาศัยกระบวนการระดมความคิดจากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านต่างๆมาพิจารณาเพื่อสร้างมวลแนวความคิดในการออกแบบต้นแบบที่คาดว่าจะมีความเป็นไปได้โดยจะประกอบไปด้วยประเด็นที่ทำการพิจารณา คือ ประเด็นทางด้านกระบวนการออกแบบ , ประเด็นทางด้านเครื่องยนต์ต้นกำลังในการขับเคลื่อน , ประเด็นทางด้านวัสดุที่ใช้ประกอบทางด้านการผลิตต้นแบบจริง , ประเด็นทางด้านกระบวนการผลิตต้นแบบเพื่อการทดลองใช้งาน , ประเด็นทางด้านพฤติกรรมการใช้งานจริงของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า , ประเด็นทางด้านวิธีการใช้งานที่เหมาะสม , ประเด็นทางด้านกระบวนการบดย่อยที่ไม่ยุ่งยากและเหมาะสม , ประเด็นทางด้านขนาดสัดส่วนมนุษย์เพื่อการใช้งาน เป็นต้น เมื่อได้ค่าคะแนนความสำคัญในการคัดเลือกรูปแบบทั้งหมด 90 รูปแบบและค่าคะแนน 90 กลุ่มคะแนนแล้ว ทำการพิจารณาคัดเลือกรูปแบบที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องที่สุดในการนำมาพัฒนารูปแบบ Sketch Design ในส่วน Design ที่สามารถนำมาใช้งานได้เหมาะสม จำนวน 3 รูปแบบ เมื่อทำการสรุปรูปแบบเพื่อเตรียมการสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านกระบวนการออกแบบและทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ในส่วนของเครื่องบดย่อยแล้วสามารถที่จะทำการสรุปค่าระดับของความพึงพอใจคณะผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์สรุปได้ ดังนี้

5.3.1 ผลการประเมินความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ลงความคิดเห็นด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 3.68$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D. = 0.44$) ผลการประเมินอยู่ในระดับมาก โดยมีข้อเสนอแนะให้คำนึงถึงความปลอดภัยในการป้อนใส่เศษวัสดุเข้ากับตัวเครื่องป้อนและด้านความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้

5.3.2 ผู้วิจัยนำรูปแบบ เครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ทั้ง 3 รูปแบบโดยอาศัยคณะผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาในการคัดเลือกรูปแบบที่มีความสอดคล้องกับหลักการทางการออกแบบจำนวน 10 รายการประเมินผลที่จะนำไปสู่การพัฒนาผลิตใหม่ในขั้นตอนต่อไปดังนี้ ด้านประโยชน์ใช้สอย โดยภาพรวมด้านต่างๆ ได้แก่ ผลผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใช้งานได้จริง รูปแบบที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.17$) รูปแบบที่ 2 มีระดับความเหมาะสมปานกลาง ($\bar{X} = 2.82$) รูปแบบที่ 3 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.00$) ในรายชื่อ ผลผลิตภัณฑ์มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย รูปแบบที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.17$) รูปแบบที่ 2 มีระดับความเหมาะสมปานกลาง ($\bar{X} = 3.17$) รูปแบบที่ 3 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.00$) ในรายชื่อ ผลผลิตภัณฑ์ สามารถหาความสะอาดได้ง่าย รูปแบบที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 3.67$) รูปแบบที่ 2 มีระดับความเหมาะสมปานกลาง ($\bar{X} = 2.67$) รูปแบบที่ 3 มีระดับความเหมาะสมปานกลาง ($\bar{X} = 3.33$) รายชื่อ ผลผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยในการใช้งาน รูปแบบที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.17$) รูปแบบที่ 2 มีระดับความเหมาะสมปานกลาง ($\bar{X} = 2.67$) รูปแบบที่ 3 ความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 3.67$)

5.3.3 ผลการประเมินความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้ลงความคิดเห็นด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 3.83$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.44) ผลการประเมินอยู่ในระดับระดับมาก ซึ่งผลการประเมินนั้นพบว่ารูปแบบที่พัฒนาเครื่องบดย่อยสำหรับเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์นั้นมีความเหมาะสมในระดับมากและมีความคาดหวังว่าเมื่อทำการผลิตต้นแบบเครื่องบดย่อยแล้วเสร็จจะมีความเหมาะสมและสามารถใช้งานได้ พบข้อเสนอแนะควรมีการใช้ถาดสำเร็จรูปรองรับเศษที่ปั่นเสร็จออกจากเครื่องเพื่อสะดวกต่อการย้ายเก็บและการป้องกันอันตรายจากการใช้งานควรมีสติกเกอร์หรือสัญลักษณ์เพื่อบ่งบอกถึงวิธีการใช้งานและข้อควรระวังและการป้องกันหรือปกปิดระบบกลไกของตัวเครื่องควรมีการปกปิดอย่างมิดชิดเพื่อไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหายหรืออันตรายจากการใช้งานผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่อนุรักษ์ จำนวน 10 คน ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 3.84$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.39) ผลการประเมินอยู่ในระดับมาก

5.3.4 ผลการศึกษา ด้านความสวยงามและความเป็นเอกลักษณ์ขององค์กรอันดับหนึ่ง คือ บริเวณภาคใต้เศษพืชมีขนาดที่เหมาะสมในการขนส่งตามแนวป้องกันไฟป่าแต่ละครั้งที่ปฏิบัติงานควบคุมไฟป่า และสร้างแนวป้องกันไฟป่า, สีสันเครื่องบดย่อยๆ มีความสวยงามและมีความเป็นเอกลักษณ์ที่ชัดเจนในการใช้งานสร้างแนวป้องกันไฟป่าและรองรับภารกิจป่าเปียก มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.74) อันดับสอง คือ รูปลักษณ์ของเครื่องบดย่อยๆ สื่อถึงเอกลักษณ์ของหน่วยงานควบคุมไฟป่าได้อย่างเหมาะสม มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ $\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.89) อันดับสาม คือ รูปลักษณ์ของเครื่องบดย่อยๆ มีความสวยงามและทันสมัย และรูปร่างและรูปทรงของเครื่องบดย่อยๆ มีการสื่อถึงประโยชน์ใช้สอยในด้านต่างๆ ได้เหมาะสม มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 3.80$, S.D. = 0.74) ด้านประโยชน์ใช้สอยและการควบคุมไฟป่า มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.06$, S.D. = 0.56) อันดับหนึ่ง คือ เครื่องบดย่อยสามารถบดย่อยเศษเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.48) อันดับสอง คือ เครื่องบดย่อยสามารถบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมที่มีลักษณะแห้งกรอบได้เหมาะสมและละเอียดมีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ $\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.80) ด้านอุปกรณ์เสริม (ส่วนมือจับและเคลื่อนที่) มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.23$, S.D. = 0.61) อันดับหนึ่ง คือ ตำแหน่งในการติดตั้งมือจับและส่วนรับแรงเมื่อเปิดเครื่องบดย่อย มีความเหมาะสมในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.48) อันดับสอง คือ ส่วนมือจับเพื่อเคลื่อนที่มีความสะดวกสบายในการปฏิบัติหน้าที่และมีความแข็งแรงในการใช้งานจริงที่มีน้ำหนักมากมีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.48) ด้านความแข็งแรงทนทานในการใช้งาน มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ $\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.68) อันดับหนึ่ง คือ จุดยึดชุดล้อคล้อ มีความเหมาะสมและแข็งแรงทนทานต่อแรงกดกระทัดได้มีความเหมาะสมในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.48) อันดับสอง คือ โครงสร้างเครื่องบดย่อยมีความแข็งแรงสามารถรองรับการขนส่งและใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในพื้นที่ทุรกันดานมีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.48)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ผลการสรุปผลการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้าต่อเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟที่พัฒนาใหม่”

ขั้นตอนการประเมินผลความพึงพอใจของกลุ่มนักวิชาการทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และด้านวิศวกรรม โดยทำการประเมินผลระดับความพึงพอใจรายด้านตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่เน้นการมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสรุปผลการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งสามารถแยกรายละเอียดตามรูปแบบการประเมินได้ดังนี้

5.4.1 ความพึงพอใจกลุ่มนักวิชาการด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ สามารถที่จะแสดงผลระดับของการประเมินความพึงพอใจกลุ่มนักวิชาการด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ออกเป็นรายด้านตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่กำหนดไว้ได้ ดังนี้ สรุปผลการวิเคราะห์แบบความพึงพอใจของกลุ่มนักวิชาการทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สามารถแบ่งตามหลักการออกแบบของ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2540:46) โดยนำมาใช้ในการประเมินครั้งนี้จำนวน 4 ข้อ ดังนี้

ก. เกณฑ์การประเมินทางด้านความสวยงามเครื่องบดย่อยเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่อนุรักษ์ พบว่ากลุ่มนักวิชาการทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ มีความพึงพอใจอันดับที่ 1 ในด้านลักษณะรูปแบบเครื่องบดย่อยมีความสวยงามเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานภายในพื้นที่อนุรักษ์หรือศูนย์ควบคุมไฟฟ้า และสีสันมีความสวยงามและเหมาะสมกับแนวคิดรักษ์สิ่งแวดล้อม ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.2 หมายความว่า มีความพึงพอใจระดับมาก โดยมีค่าความเบี่ยงเบนที่ระดับ 0.57 ทั้งสองด้านที่ทำการประเมิน

ข. เกณฑ์การประเมินทางด้านความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว พบว่ากลุ่มนักวิชาการทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ มีความพึงพอใจอันดับที่ 1 ในด้านตัวผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่แสดงถึงความเป็นผลิตภัณฑ์ใช้งานในรูปแบบการบดย่อยและในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.6 หมายความว่ามีความพึงพอใจระดับมากที่สุดและอันดับที่ 2 ในด้านความเรียบง่ายของรูปทรงเครื่องบดย่อยที่ระดับค่าเฉลี่ย 4 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับมาก

ค. เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน พบว่ากลุ่มนักวิชาการด้านการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ มีความพึงพอใจอันดับที่ 1 คือด้านความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติ ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.6 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด และในอันดับที่ 2 คือด้าน โครงสร้างและความแข็งแรงทนทานและ ด้านความง่ายในกระบวนการผลิต ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับมาก

5.4.2 ความพึงพอใจกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า (ระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์) สามารถที่จะแสดงผลระดับของการประเมินความพึงพอใจกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์ผลิตและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า จำนวน 3 ท่าน ออกเป็นรายด้านตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่กำหนดไว้ได้ ดังนี้

ก. เกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและควมมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว พบว่ากลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์ผลิตและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า มีความพึงพอใจในอันดับที่ 1 คือด้านถังปั่นมีขนาดที่พอเหมาะกะกับปริมาณเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าในการบดครั้งละ 3 กิโลกรัม ต่อการปั่น 3 นาที และเครื่องบดย่อยมีระบบควบคุมที่เหมาะสมสามารถใช้งานได้ง่าย มีเหมาะสมมากที่สุดที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.80 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด อันดับ 2 ด้านการบดย่อยด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องสามารถนำชิ้นส่วนที่ติดขัดออกได้ง่ายในส่วนของการทำงานบำรุงรักษา มีความเหมาะสมที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.60 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ข. เกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและควมมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
พบว่ากลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สาธิตและพัฒนากการควบคุมไฟฟ้า มีความพึงพอใจในอันดับที่ 1 คือ ด้านสีส้นของเครื่องบดย่อยที่เหมาะสมสื่อถึงเอกลักษณ์องค์กรได้ดีและความเรียบง่ายของรูปทรง ได้ที่ค่าเฉลี่ย 4.80 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด และอันดับสองด้านเครื่องบดย่อยสามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลาย มีความเหมาะสมที่ค่าเฉลี่ย 4.60 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ค. เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน พบว่ากลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สาธิตและพัฒนากการควบคุมไฟฟ้า มีความพึงพอใจในอันดับที่ 1 คือด้านความง่ายในกระบวนการใช้งานและมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.60 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก และอันดับที่ 2 ด้านความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติและด้านความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติ และความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ง. เกณฑ์การประเมินทางด้านกระบวนการผลิตวัสดุสำหรับสร้างบรรจุภัณฑ์ พบว่ากลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สาธิตและพัฒนากการควบคุมไฟฟ้า มีความพึงพอใจในอันดับที่ 1 คือด้านชิ้นส่วนเศษเชื้อเพลิงที่ผ่านการบดย่อยด้วยเครื่องมีความละเอียดเหมาะสมในการนำไปใช้งานทางเกษตรกรรม ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.80 หมายความว่ามีความพึงพอใจระดับมากที่สุด และอันดับที่ 2 คือด้านการบรรจุชิ้นส่วนของพืชที่มีลักษณะแห้งกรอบและเป็ยกขึ้นลงในภาดล่ำเลียงเพื่อรอการบดย่อยมีความรวดเร็วและปลอดภัยและด้านส่วนมอเตอร์ที่ให้แรงปั่นกับใบมีดมีความเหมาะสมและมีความรวดเร็วในการปั่นละเอียดที่สูงกว่าปกติ มีความเหมาะสมที่ค่าเฉลี่ย 4.20 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ในส่วนของกระบวนการอภิปรายผลการวิจัยนั้นผู้วิจัยทำการอภิปรายผลการศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กสำหรับย่อยเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า ซึ่งในการวิจัยเชิงทดลองนี้จะมีการประยุกต์ใช้กรอบทฤษฎีเข้ามาร่วมจำนวน 4 กรอบแนวความคิดเพื่อนำกรอบทางความนั้นมาพิจารณาสร้างสรรค์ในการประยุกต์ทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วม ซึ่งสามารถแยกการอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

5.2.1 อภิปรายผลการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษากระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า เจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนากการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช” ผลจากการศึกษานั้นพบว่ามีความสอดคล้องกับ แนวคิดยุทธศาสตร์การสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า (ส่วนควบคุมไฟฟ้า สำนักป้องกันรักษาป่าและควบคุมไฟฟ้า กรมป่าไม้. 2554 : 6) ซึ่งมีแนวทางคือความสำเร็จในการป้องกันไฟฟ้าขึ้นอยู่กับยุทธศาสตร์ 3 ประการ คือ 1) เทคนิคการจัดการเชื้อเพลิง 2) แนวกันไฟ (Firebreaks or Fuelbreaks) และ 3) การชิงเผา (Early Burning) ด้วยการพิจารณาการทำแนวกันไฟ (Firebreaks or Fuelbreaks) คือ การสร้างแนวกีดขวางไฟฟ้าตามธรรมชาติหรือที่มีการสร้างขึ้นในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดไฟฟ้า เพื่อให้หยุดยั้งไฟฟ้าหรือเพื่อเป็นแนวตรวจการณ์ไฟฟ้า หรือเป็นแนวตั้งรับในการดับไฟฟ้า แนวกันไฟโดยทั่วไปคือแนวที่มีการกำจัดเชื้อเพลิงที่อาจจะก่อให้เกิดไฟฟ้า โดยจะเน้นการกำจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยู่ได้เห็นว่าไม่เหมาะสมขอสงวนการคัด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อเพลิงที่อาจจะถูกไหม้ได้ออกไป โดยอาจจะทำการกำจัดเชื้อเพลิงออกไปจนถึงชั้นดินแท้ (Mineral Soil) ตามวัตถุประสงค์ เศษของใบไม้และกิ่งไม้ที่หล่นจากต้นมาทับถมบนพื้นดินเป็นจำนวนมาก ซึ่งมักจะเป็นต้นเหตุให้เกิดใบป๋าย่างสม่ำเสมอในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งทำให้ยากแก่การที่เจ้าหน้าที่จะเข้าไปควบคุมดูแลในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ได้อย่างทั่วถึง ซึ่งปัจจุบันนี้นิยมใช้วิธีการกวาดมากองรวมกันแล้วใช้วิธีการ “ชิงเผา” ก่อนที่ไฟป่าจะเกิดแต่การชิงเผามักจะก่อให้เกิดความเสี่ยงในการควบคุมไฟ อีกทั้งยังก่อให้เกิดมลภาวะหมอกควัน จึงน่าที่จะมีการพัฒนาเครื่องบดย่อยให้สามารถนำมาบดย่อยเศษเชื้อเพลิงที่สะสมในพื้นที่ป่ามาใช้ประโยชน์ให้แก่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าอีกทางหนึ่ง กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ 1) การขับเคลื่อนระบบส่งกำลัง จะมีลักษณะรูปแบบการใช้เฟืองและสายพาน รูปแบบของเฟืองดอกจอก เห็นว่าสมควรใช้กับตัวงานแต่จะต้องมีการเปรียบเทียบกับสายพานว่าควรใช้ในรูปแบบ เช่น สายพานแบนที่มีแกนหมุนโดยพูลเลย์ 2) ลักษณะกำลังเครื่องของมอเตอร์ในการปั่น กำลังของเครื่องมอเตอร์ที่เหมาะสมกับการปั่นย่อยพืชจำพวกกาบใบ ลำต้นสำหรับกำลังของมอเตอร์ที่ใช้ คือ 1 แรงม้า เป็นมอเตอร์ชนิดกระแสสลับที่สามารถต่อกับไฟบ้านได้โดยตรง จำนวนรอบปั่น อยู่ที่ 1,450 รอบ ต่อนาที 3) ลักษณะรูปแบบการเลือกใช้ใบมีดในการปั่น การเลือกใช้ควรพิจารณาในเรื่องของลักษณะการหมุน หากต้องการให้มีประสิทธิภาพในการปั่น เป็นใบมีดที่มีลักษณะหมุนสลับกัน ให้ใบมีดสองตัวเหมือนกัน จะทำให้เกิดลักษณะของการสับย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบได้อย่างดี 4) ลักษณะรูปแบบของโครงสร้างของเครื่องย่อย การปั่นย่อยจำพวกพืชใบอ่อนและแห้งกรอบที่มีลักษณะความยาวของลำต้น โครงสร้างจึงต้องเป็นในลักษณะของการปั่นที่มีความต่อเนื่องโดยอาจจะมีถังใส่ลงไปและสามารถระบายออกของพืชใบอ่อนและแห้งกรอบที่บดออกมา มีที่จับในการเข็นและใส่ล้อเพื่อสามารถเคลื่อนที่ได้ 5) ลักษณะรูปแบบการจัดวางกลไกโดยรวม ลักษณะการจัดวางของมอเตอร์ควรวางในรูปแบบแนวนอนและมีการทดแรงโดยอาจจะใช้เฟืองก็ได้ใช้สายพานก็ได้ ถ้าหากอยากจะทำให้ตัวผลิตภัณฑ์โดยรวมไม่มีขนาดใหญ่ มากก็ควรจะใช้ในระบบเฟืองในการทดแรง แต่หากไม่เน้นเรื่องของขนาดแนะนำให้ใช้สายพานเพราะสามารถกระจายแรงได้และจะทำให้เครื่องนี้ไม่เกิดเสียงดัง 6) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ ในลักษณะของการทดรอบอีกประเภทหนึ่งการใช้เกียร์บ็อก (Gear Box) หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เกียร์ทดรอบ เนื่องจากเป็นตัวเลือกหนึ่งที่ใช้ทดแทนเฟืองและสายพานในการบดปั่นพืชใบอ่อนและแห้งกรอบได้

5.2.2 อภิปรายผลการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกรบและพัฒนาการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช” กรอบแนวคิดทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยจะพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในด้านต่างๆ ซึ่งจะนำแนวการพัฒนาผลิตภัณฑ์จาก Luddington (อ้างในนิริช สุตสังข์, 2543:23) มีลำดับขั้นตอน 1) สรุปรูปแบบ พื้นผิวและการตกแต่ง 2) เลือกข้อเสนอแนวความคิดที่ดีที่สุด 3) การเขียนแบบเพื่อการผลิต 4) การสร้างหุ่นจำลอง 5) ประเมินการออกแบบ โดยใช้มอเตอร์กระแสสลับที่ต่อกับไฟบ้านซึ่งใช้มอเตอร์ 3 แรงม้า ใช้ระบบการขับเคลื่อนแบบสายพานเชื่อมต่อกับพูลเลย์ 2 ตัว รอก 1 ตัว โดยพูลเลย์ตัวแรกเชื่อมต่อกับใบมีด พูลเลย์ตัวที่สอง จะเชื่อมต่อกับเฟืองดอกจอกที่จะเป็นตัวขับเคลื่อนในการหมุนไปสู่แกนหมุนที่จะเป็นตัวดึงเศษพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์เข้าสู่ตัวใบมีดโดยจะมีเฟืองเชื่อมต่ออยู่ด้านล่างของเฟืองดอกจอกเพื่อจะเชื่อมต่อแกนหมุนข้างล่าง ซึ่งกลไกนี้จะทำให้เปลี่ยนทิศทางการหมุนแบบสลับกันจึงทำให้ตัวหมุนสองตัวหมุนสลับกัน จึงสามารถดึงเศษพืชที่มีลักษณะอ่อนเข้าสู่ใบมีดเพื่อทำการปั่นพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ได้ ในส่วนของกระบวนการกำหนดขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีความสอดคล้องกับลักษณะในการใช้งานของมนุษย์ ในแต่ละส่วนของเครื่องบดย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ จะประกอบไปด้วย 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่องลำเรียงเศษพืชประเภทลำต้นพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ เพื่อทำการบั่นย่อย โดยมีขนาด ความสูงจากพื้นถึงตัวช่อง 90 เซนติเมตร ความยาวของช่องลำเรียงจนถึงใบมีด 55 เซนติเมตร ความกว้างของ ช่อง 20 เซนติเมตร และความสูงของช่อง 15 เซนติเมตร 2) ตัวถัง เพื่อทำการบั่นย่อยในพืชประเภทใบ, หญ้า พืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ โดยมีขนาดของขอบตัวถัง กว้าง 40 x ยาว 40 เซนติเมตร และมีความสูง 60 เซนติเมตร 3) ช่องระบาย เพื่อทำการระบายเศษพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ เพื่อ หลังจากการบั่นย่อย โดยมีความกว้าง 40 x ยาว 40 x สูง 30 เซนติเมตร 4) ราวจับ เพื่อทำการเคลื่อนย้ายของ เครื่องย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ โดยมีขนาดความสูงจากพื้นถึงราวจับ 85 เซนติเมตร มีความยาวของราวจับ 50 เซนติเมตร 5) ฐานรองมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อที่จะเชื่อมต่อกับใบมีดในการบั่นย่อยพืชใบ อ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ โดยมีขนาดความสูงจากพื้นถึงตัวฐาน 28 เซนติเมตร ความยาวจากขอบ ด้านนอกจนถึงตัวโครงด้านใน 60 เซนติเมตร และมีความกว้าง 30 เซนติเมตร 6) ขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ กว้าง 60 x ยาว 130 x สูง 120 เซนติเมตร

5.2.3 อภิปรายผลการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อย ขนาดเล็กแบบพกพาสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ” อาศัยกรอบแนวคิดทางการออกแบบ เครื่องจักรกล เกี่ยวข้องกับทฤษฎีของอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics) เครื่องยนต์สันดาปภายใน ระบบ ขับเคลื่อนและถ่ายทอดกำลัง ระบบบังคับและควบคุมเครื่องยนต์ ระบบรองรับ ระบบเบรก ระบบไฟฟ้า ระบบ ด้านความปลอดภัย ระบบไอเสียและควบคุมมลพิษ กระบวนการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลในการแปรสภาพ การบริหารและการจัดการในอุตสาหกรรมเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านเกษตรกรรม รวมถึงการใช้ คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบและการผลิตซึ่งมีบทบาทสำคัญในภาคการผลิตของอุตสาหกรรมด้าน เกษตรกรรมสมัยใหม่ ทั้งนี้เพื่อรองรับการพัฒนาด้านเทคโนโลยีเกษตรกรรมในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นการ พัฒนาด้านสมรรถนะ 3 ด้าน คือ ความปลอดภัย, การประหยัดเชื้อเพลิง และการลดมลพิษ ด้านความ สวยงามและความเป็นเอกลักษณ์ขององค์กร อันดับหนึ่ง คือ บริเวณภาคใต้เศษพืชมีขนาดที่เหมาะสมในการ ขนส่งตามแนวป้องกันไฟป่าแต่ละครั้งที่ปฏิบัติงานควบคุมไฟป่า และสร้างแนวป้องกันไฟป่า, สีสนเครื่องบด ย่อยๆ มีความสวยงามและมีความเป็นเอกลักษณ์ที่ชัดเจนในการใช้งานสร้างแนวป้องกันไฟป่าและรองรับ ภารกิจป่าเปียก มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.74) ด้านประโยชน์ใช้สอยและการ ควบคุมไฟป่า มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ $\bar{X} = 4.06$, S.D. = 0.56) อันดับหนึ่ง คือ เครื่องบดย่อย สามารถบดย่อยเศษเชื้อเพลิงประเภทต่างๆมีประสิทธิภาพมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.48) ด้านอุปกรณ์เสริม (ส่วนมือจับและเคลื่อนที่) มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.23$, S.D. = 0.61) อันดับหนึ่ง คือ ตำแหน่งในการติดตั้งมือจับและส่วนรับแรงเมื่อเปิดเครื่องบดย่อย มีความ เหมาะสมในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.48) ด้านความแข็งแรง ทนทานในการใช้งาน มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ $\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.68) อันดับหนึ่ง คือ จุดยึด ชุดล้อคล้อ มีความเหมาะสมและแข็งแรงทนทานต่อแรงกดกระแทกได้มีความเหมาะสมในการใช้งานมีความ เหมาะสมระดับมากที่สุด ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.48)

5.2.4 อภิปรายผลการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจ เจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่าต่อเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบ พกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟที่พัฒนาใหม่” มีความสอดคล้องกับกรอบแนวคิดทางด้าน กระบวนการประยุกต์การวิจัยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยจะต้องอาศัยข้อคำนึงถึงในการพิจารณาเพื่อ เเก้ไขส่วนที่เป็นเอกลักษณ์ของงานวิจัยเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์ใช้ในการออกแบบ ดังนี้ หน้าที่การใช้สอย (Function) , ความปลอดภัย (Safety) , ความแข็งแรง (Construction) , ความสะดวกสบายการใช้งาน (Ergonomics) , ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or Sales Appeal) , ราคา (Cost) , การซ่อมแซมง่าย (Ease of Maintenance) ซึ่งอาศัยการใช้ในการสร้างสรรค์งานออกแบบผลิตภัณฑ์ (สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ. 2550:35) ตามผลการศึกษາสามารถแบ่งตามหลักการออกแบบของ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2540:46) โดยนำมาใช้ในการประเมินครั้งนี้จำนวน 4 ข้อ ดังนี้ ก .เกณฑ์การประเมินทางด้านความสวยงามเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่อนุรักษ์ พบว่ากลุ่มนักวิชาการทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ มีความพึงพอใจอันดับที่ 1 ในด้านลักษณะรูปแบบเครื่องบดย่อยมีความสวยงามเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานภายในพื้นที่อนุรักษ์หรือศูนย์ควบคุมไฟฟ้า และสีสันมีความสวยงามและเหมาะสมกับแนวคิดรักษ์สิ่งแวดล้อม ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.2 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับมาก โดยมีค่าความเบี่ยงเบนที่ระดับ 0.57 ทั้งสองด้านที่ทำการประเมิน ข.เกณฑ์การประเมินทางด้านความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว พบว่ากลุ่มนักวิชาการทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ มีความพึงพอใจอันดับที่ 1 ในด้านตัวผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่แสดงถึงความเป็นผลิตภัณฑ์ใช้งานในรูปแบบการบดย่อยและในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.6 หมายความว่ามีความพึงพอใจระดับมากที่สุดและอันดับที่ 2 ในด้านความเรียบง่ายของรูปทรงเครื่องบดย่อยที่ระดับค่าเฉลี่ย 4 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับมาก ค. เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน พบว่ากลุ่มนักวิชาการด้านการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ มีความพึงพอใจอันดับที่ 1 คือด้านความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติ ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.6 หมายความว่ามีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด และในอันดับที่ 2 คือด้าน โครงสร้างและความแข็งแรงทนทานและ ด้านความง่ายในกระบวนการผลิต ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับมาก

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

สำหรับข้อเสนอแนะสำหรับการนำการศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กเพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า ครั้งนี้นั้นมีแนวทางในการเน้นกระบวนการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อยด้วยกระบวนการวิเคราะห์และพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วยกรอบแนวความคิดทางการออกแบบจำนวน 4 กรอบแนวความคิด มีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะการวิจัย

สำหรับข้อเสนอแนะทางการวิจัยครั้งนี้มีข้อด้อยในส่วนของด้านต่างๆทั้งทางด้านกระบวนการวิเคราะห์ กระบวนการผลิตต้นแบบ กระบวนการทดลองเพื่อทดสอบผลการใช้งานจริง โดยสามารถสรุปออกเป็นรายชื่อได้ ดังนี้

1) ทางด้านกระบวนการวิเคราะห์ เป็นลักษณะของการนำกระบวนการวิเคราะห์เพื่อการนำผลข้อมูลจากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นมาใช้งานประสบปัญหาการเข้าถึงปัญหาความต้องการจริงของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าที่มีความต้องการที่ขัดแย้งกันในส่วนของผู้ปฏิบัติงานที่ต้องการเพื่อนำการใช้งานง่ายและไม่ต้องออกแรงมากนักในการใช้งาน ส่วนระดับหัวหน้าหน่วยงานนั้นต้องการที่จะนำเสนอความสามารถในการบดย่อยได้จำนวนมากไม่จำเป็นต้องพกพาแต่ให้สามารถใช้งานได้บริเวณที่ตั้งของหน่วยควบคุมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ทางด้านกระบวนการผลิตต้นแบบเพื่อใช้ในการทดลองใช้งานจริง เป็นลักษณะของการใช้กระบวนการผลิตที่ต้องทำการผลิตในระบบสายพานเพื่อขับเคลื่อนใบมีดที่ใช้บดย่อยนั้นมีปัญหาทางด้านการนำระบบเฟืองดอกจอกมาใช้ในการทดแรงเพื่อเพิ่มรอบการหมุนของใบมีดให้มีความเร็วต่อรอบมากยิ่งขึ้นในการช่วยเพิ่มแรงบิดในการบดย่อย

3) ทางด้านกระบวนการทดลองเพื่อทดสอบผลการใช้งานจริง เป็นกระบวนการทดลองเพื่อใช้ในการสรุปผลการวิจัยที่วัดในส่วนของแบบทดสอบที่ต้องมีการทดสอบตามมาตรฐานทางด้านเครื่องกลมาใช้ในการพิจารณาตามกรอบมาตรฐานสากล เพื่อใช้ในการยืนยันผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อย

5.3.2 ข้อเสนอแนะการวิจัยในครั้งต่อไป

สำหรับข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปประยุกต์ใช้งานในรูปแบบเพื่อการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์นั้นสามารถที่จะนำชิ้นงานผลิตภัณฑ์นำไปใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ และลักษณะของการใช้งานได้อย่างเหมาะสมเพื่อนำการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์

1) สามารถที่จะนำรูปแบบของเครื่องที่พัฒนาใหม่ไปใช้งานทางด้านเกษตรกรรมได้ด้วยการปรับเปลี่ยนรูปแบบใบมีดในการบดย่อยให้มีใบมีดที่ถี่มากขึ้นเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการบดย่อยให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น

2) สามารถที่จะมีการนำความรู้ทางด้านการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาประยุกต์สู่กระบวนการออกแบบด้วยการผสานตารางการวิเคราะห์แบบวิศวกรรมย้อนรอยเพื่อพิจารณาความเหมาะสมตามกรอบแนวคิดที่ประยุกต์

3) เกิดการประยุกต์ใช้กระบวนการผลิตเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา อเนกประสงค์ ที่มีความตอบสนองพฤติกรรมเจ้าหน้าที่ผู้ใช้งานอย่างเหมาะสมและมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งาน , การผลิต , ความสวยงาม , ความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว , ความแข็งแรง ในการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงตามพื้นที่เพื่อการสร้างแนวป้องกันไฟป่า

4) สามารถนำผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา อเนกประสงค์เพื่อรองรับภารกิจ “สร้างแนวป้องกันไฟป่า” สำหรับการควบคุมไฟป่าในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ต่างๆที่มีประสิทธิภาพและมีความพึงพอใจในการใช้งานที่เหมาะสม

5) กลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับยานยนต์อเนกประสงค์ขนาดเล็กเพื่อการควบคุมไฟป่า ในการสร้างแนวป้องกันไฟป่าได้อย่างเหมาะสมกับสภาพภารกิจที่ปฏิบัติและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่การใช้งาน

6) ช่วยเพิ่มศักยภาพในการขนถ่ายอุปกรณ์สำหรับภารกิจ “สร้างแนวป้องกันไฟป่า” และช่วยเพิ่มศักยภาพในการเคลื่อนย้ายกำลังพลในการป้องกันและปราบไฟป่าการลาดตระเวนในช่วงเวลาปกติ

7) ได้ข้อจำกัดและแนวทางการออกแบบสำหรับเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา อเนกประสงค์สำหรับเจ้าหน้าที่ดับไฟป่า ในการสนับสนุนภารกิจ “สร้างแนวป้องกันไฟป่า”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กฤษฎา สัมพันธ์ธำรงค์. 2531 . พีชไร่. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- จักร จักกะพาก. เครื่องจักรกลเกษตร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ดวงกมล.
- เจษฎาพล กิตติพัฒน์วิทย์. 2548. การศึกษาและพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษพืช. สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ฉัตรชัย อรรถปักษ์. 2550. องค์ประกอบศิลปะ. กรุงเทพฯ : บริษัทจูนพับลิชชิ่ง.
- ทศพล สังข์อยู่ทนต์. 2537. ทฤษฎีเครื่องมือกล 2 : ค.อ.บ.(วิศวกรรมเครื่องกล).
- นวลน้อย บุญวงศ์. 2539. หลักการออกแบบ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิมลสิทธิ์ ทรายางกูร. 2549. พฤติกรรมมนุษย์กับสภาพแวดล้อม .กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันวิจัยพีชไร่. 2529. พันธุ์พีชไร่ : กรมวิชาการเกษตร.
- สมศักดิ์ อิทธิโสภณกุล. 2555. อุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- อุดร โกสัยสุข. การปลูกพีชไร่ . เกษตรศาสตร์.
- อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของโลกที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของประเทศไทย

ในปัจจุบันนั้นทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อมในภาพรวมทั้งประเทศไทย ถูกทำลายลงอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศของโลก ซึ่งเกิดจากปรากฏการณ์ต่างๆทางธรรมชาติ เช่น ปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino) และปรากฏการณ์ลานีญา (La Nina) เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของประเทศไทยโดยตรง ซึ่งทั้ง 2 ปรากฏการณ์นั้นจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อสรรพสิ่งในพื้นที่ประเทศไทย โดยเกิดการแปรผันอย่างต่อเนื่องของสภาพภูมิอากาศ เช่น ช่วงฤดูแล้งจะมีระยะที่ยาวนานขึ้นและมีความแห้งแล้งที่นับวันจะทวีคูณความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้มีปริมาณไฟป่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ป่าของประเทศไทยจำนวนมากยิ่งขึ้นและแต่ละครั้งที่เกิดไฟป่าจะทวีความรุนแรงของไฟป่ามากยิ่งขึ้นตามสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงและมีปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดไฟป่าที่รุนแรงมากกว่าปกติ ซึ่งจะมีผลให้พนักงานดับไฟป่าไม่สามารถที่จะควบคุมไฟป่าได้ในระยะเวลาอันสั้น ทำให้ไฟป่าสามารถที่จะลุกลามขยายตัวออกไปเป็นวงกว้าง ทำให้การดับไฟนั้นต้องทำการดับไฟป่ายืดเยื้อออกไปเป็นระยะเวลานานมากขึ้น ประสิทธิภาพของการดับไฟป่าก็จะลดน้อยลงตามระยะเวลาที่ยืดเยื้อออกไป เนื่องจากความอ่อนล้าเมื่อยล้าของพนักงานดับไฟป่าที่ต้องรับกับสภาพแวดล้อมที่ร้อน และมีสภาพทุรกันดานของภูมิประเทศที่เข้าดับไฟป่า

สำนักป้องกันปราบปรามและควบคุมไฟป่า (2556 : 2) กล่าวว่า ในปัจจุบันหน่วยงานที่รับผิดชอบทางด้านไฟป่าขาดความพร้อมทางด้านอุปกรณ์และขาดประสบการณ์ในการบริหารดับไฟป่าขนาดใหญ่ที่จำเป็นต้องมีการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งบทเรียนดังกล่าวได้เกิดขึ้นในพื้นที่ป่าที่มีความสำคัญเป็นพิเศษ เช่น อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า พื้นที่ป่ามรดกโลกในหลายครั้งที่เกิดสร้างความสูญเสียทางทรัพยากรธรรมชาติอย่างใหญ่หลวงที่ไม่สามารถจะประเมินค่าได้ เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวในปัจจุบัน ส่วนควบคุมไฟป่าจึงได้จัดตั้งชุดปฏิบัติการพิเศษเพื่อที่จะดับไฟป่าขึ้น โดยเป็นชุดที่จะปฏิบัติงานที่มีสมรรถนะที่สูงในการดับไฟป่า สำหรับใช้ในการดับไฟป่าที่มีขนาดใหญ่ในพื้นที่ป่าที่มีความสำคัญ

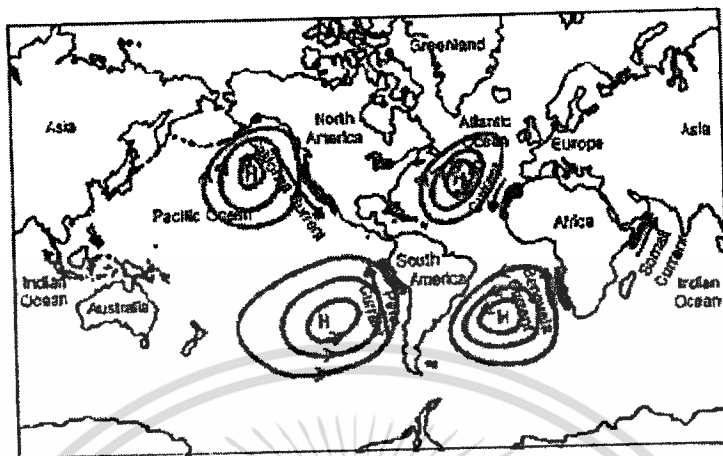
1.1 ปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino)

(พงศกร จิวาภรณ์คุปต์ .2551) ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กล่าวว่า มีหลักฐานแสดงว่าเอลนีโญได้เกิดขึ้นนานนับพันปีมาแล้ว แต่เริ่มมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นในช่วงศตวรรษนี้เป็นผลให้ปรากฏการณ์นี้เป็นต้นเหตุให้เกิดผลกระทบต่อภูมิอากาศของโลกอย่างรุนแรง เช่น อเมริกาเหนือประสบกับสภาพอากาศที่ผิดปกติอย่างมากตลอดปี 2526 ออสเตรเลียประสบกับสภาวะความแห้งแล้งมากและเกิดไฟป่าเผาผลาญเสียหายประเทศใกล้ ๆ ทะเลทรายซาฮาราประสบกับความแห้งแล้งที่เลวร้ายมากที่สุดช่วงหนึ่ง และลมมรสุมในมหาสมุทรอินเดียอ่อนกำลังลงมาก ประมาณว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นทั้งหมดอยู่ระหว่าง 8 - 13 พันล้านเหรียญสหรัฐ และสูญเสียชีวิตประมาณ 2,000 คน

“เอลนีโญ” ภาษาสเปน หมายถึง เด็กชาย ซึ่งปรากฏการณ์นี้ มักจะเกิดประมาณช่วงเทศกาลคริสต์มาส จึงให้ความหมายว่า “บุตรของพระคริสต์” ปรากฏการณ์นี้จะยืดเยื้อต่อไปอีกประมาณ 2 - 3 เดือน หรือ ช่วงฤดูร้อนของซีกโลกใต้ (ดวงอาทิตย์ส่องตั้งฉากกับขั้วโลกที่ละติจูด 23.5 องศาใต้) เพราะช่วงนี้ลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ ในซีกโลกใต้บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกมักจะมีกำลังอ่อน

ตามปกติ บริเวณชายฝั่งประเทศเปรูซึ่งเป็นประเทศที่อยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาใต้ หรือทางด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ใกล้เส้นศูนย์สูตร จะมีน้ำเย็นใต้มหาสมุทรพัดขึ้นมายังผิวน้ำ กระบวนการนี้คือการพัดขึ้นมาแทนที่ของกระแสน้ำเย็นจากใต้มหาสมุทรขึ้นมาตามบริเวณชายฝั่งอันเป็นผลเกิดจากลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ที่มีกำลังแรงพัดขนานฝั่งบวกกับการหมุนรอบตัวเองของโลก ขณะที่ลมบวกกับการหมุนของโลกผลักดันให้ผิวน้ำเบื้องบนที่อุ่นพัดห่างจากฝั่งไป น้ำเย็นข้างล่างที่อุดมด้วยแร่ธาตุไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารสำหรับแพลงก์ตอนพืชจะพัดขึ้นมาแทนที่ผิวน้ำอุ่นที่ถูกพัดพาไป บริเวณชายฝั่งที่มีกระแสน้ำเย็นพัดขึ้นมา แทนที่จะเป็นบริเวณที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญพันธุ์ของปลาทะเล ทั่วโลกจะมีบริเวณเช่นนี้อยู่ 5 บริเวณใหญ่ๆ



ภาพที่ ก.1 บริเวณกระแสน้ำเย็นที่พัดตามบริเวณชายฝั่งของโลกและระบบความกดอากาศระดับน้ำทะเล ซึ่งมีอิทธิพลต่อกระแสน้ำเย็น

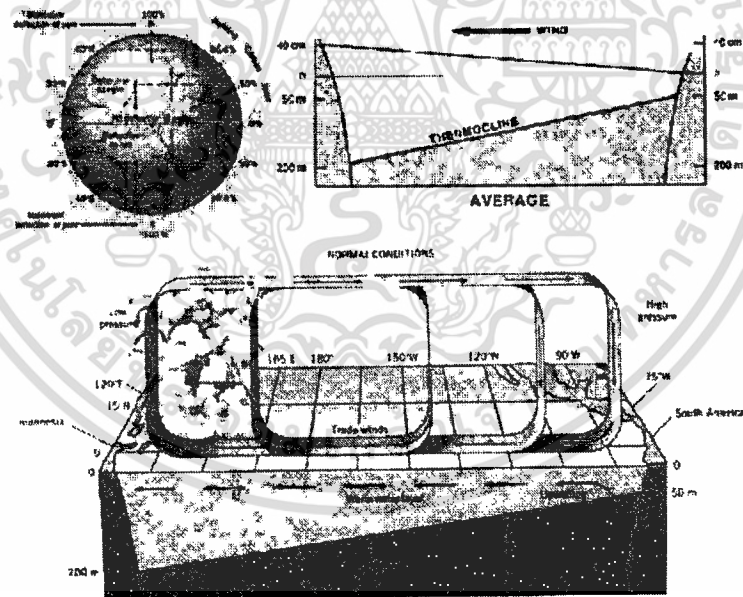
ปกติลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้จะพัดอยู่เป็นประจำบริเวณเขตร้อนในซีกโลกใต้ (ระหว่างเส้นศูนย์สูตรและละติจูด 30 องศาใต้) การไหลของกระแสน้ำโดยปกติจะเคลื่อนที่ตามทิศทางลม เป็นผลให้กระแสน้ำหรือคลื่นเคลื่อนที่จากชายฝั่งประเทศเปรู ไปยังฝั่งแปซิฟิกตะวันตกหรือฝั่งออสเตรเลีย อินโดนีเซีย คลื่นที่เคลื่อนที่ไปใกล้ชายฝั่งประเทศอินโดนีเซียจะชะลอความเร็วลง เนื่องจากมีแรงต้านจากฝั่ง แต่คลื่นที่อยู่กลางมหาสมุทรยังคงมีความเร็วมากกว่าจึงเคลื่อนที่ขึ้นมาหนุนหน้าคลื่นเดิมทำให้ระดับน้ำทะเลบริเวณแปซิฟิกตะวันตกมีระดับสูงกว่าฝั่งแปซิฟิกตะวันออก ซึ่งผลจากการเคลื่อนที่ของคลื่นดังกล่าวทำให้สภาพอากาศบริเวณฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก (ประเทศอินโดนีเซีย ออสเตรเลีย ปาปัวนิวกินี) มีความชุ่มชื้น มีฝนตกชุก และในขณะที่ฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก (ประเทศเปรู เอกวาดอร์ ชิลี) มีความอุดมสมบูรณ์สัตว์น้ำ เป็นผลจากกระแสน้ำเย็นข้างล่างที่อุดมด้วยแร่ธาตุอาหารปลาจะพัดขึ้นมาแทนที่ผิวน้ำอุ่นที่ถูกพัดพาไป ทำให้บริเวณชายฝั่งเป็นบริเวณที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญพันธุ์ของปลาทะเล

จากที่กล่าวแล้วว่า ปรากฏการณ์เอลนีโญ เป็นปรากฏการณ์ที่มักจะเริ่มเกิดในเดือนธันวาคม (หลังเทศกาลคริสต์มาสเล็กน้อย) หรือ ช่วงฤดูร้อนของซีกโลกใต้ (ดวงอาทิตย์ส่องตั้งฉากกับผิวโลกที่ละติจูด 23.5 องศาใต้) ในพื้นที่ซีกโลกใต้ได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์มากกว่าปกติ ทำให้มีการระเหยของน้ำในปริมาณมาก อากาศ (ลม) จากพื้นที่ใกล้ๆ ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า (ความกดอากาศสูง) จะเคลื่อนที่เข้ามาแทนเพื่อรักษาสมดุลของอากาศ ทำให้ลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดอยู่บริเวณตะวันตกและตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกใต้จะอ่อนกำลังลงหรือพัดกลับทิศตรงกันข้าม ซึ่งจะมีผลก่อให้เกิดคลื่นมหาสมุทรพัดพาไปในทิศตะวันออกสวนกับทิศลมเดิม (รูปที่ 3) เมื่อคลื่นนี้พัดพาไปถึงชายฝั่งตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาใต้ (บริเวณประเทศเปรู ใกล้กับเส้นศูนย์สูตร) ผิวน้ำทะเลที่อุ่นที่ถูกพัดพามาด้วยคลื่นก็จะแทนที่กระแสน้ำเย็นที่พัดขึ้นมาจากใต้ มหาสมุทรซึ่งมีอยู่เดิมในบริเวณนี้ กระบวนการที่ผิวน้ำทะเลที่อุ่นพัดมาแทนที่กระแสน้ำเย็น เรียกว่าเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ แต่เนื่องจากปรากฏการณ์เอลนีโญ มีความเชื่อมโยงกับความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากเป็นปรากฏการณ์ที่ทำให้เกิดอุณหภูมิของน้ำทะเลสูงขึ้นเหมือนกัน และมีช่วงเวลาการเกิดที่ใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“ความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation - SO)” หมายถึง การที่บริเวณความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ มีความสัมพันธ์เป็นส่วนกลับกับบริเวณความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย กล่าวคือ เมื่อความกดอากาศบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกใต้มีค่าสูง ความกดอากาศบริเวณมหาสมุทรอินเดียจากแอฟริกาถึงออสเตรเลียมักจะมีค่าต่ำและในทางกลับกันก็เช่นเดียวกัน Quinn et. al. (1978) ชี้ให้เห็นว่าความผันแปรนี้เกิดจากการแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อนในแปซิฟิกใต้ (South Pacific subtropical high) และความกดอากาศต่ำแถบศูนย์สูตรบริเวณประเทศอินโดนีเซีย (Indonesian equatorial low) กล่าวโดยสรุป จะเกิดการหมุนเวียนของอากาศจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำระหว่างมหาสมุทรทั้งสอง อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่สูงขึ้นผิดปกติ (เช่น ปรากฏการณ์เอลนีโญ) จะเกิดขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณ 2 ครั้งในทุกๆ 10 ปี แม้ว่าช่วงห่างระหว่างการเกิดแต่ละครั้งจะไม่สม่ำเสมอก็ตาม การอุ่นขึ้นของน้ำทะเลบริเวณแปซิฟิกตะวันออก กับน้ำทะเลที่เย็นลงบริเวณใกล้ทวีปออสเตรเลีย จะกินเวลาประมาณ 12 เดือน โดยมักจะเริ่มประมาณช่วงต้นของปีและสิ้นสุดประมาณต้นปีถัดไป ส่วนในปีก่อนและหลังการเกิดเอลนีโญมักจะเป็นปีที่ผิวน้ำทะเลในแปซิฟิกตะวันออกบริเวณเส้นศูนย์สูตรมีอุณหภูมิที่เย็น

“เอนโซ (ENSO; ENSO = EN + SO)” เป็นคำรวมของเอลนีโญและความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (El Nino/Southern Oscillation) โดยที่ปรากฏการณ์ทั้งสองที่กล่าวมาข้างต้น มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างใกล้ชิด โดยจะเป็นตัวเชื่อมระหว่างปรากฏการณ์ในมหาสมุทรและบรรยากาศเข้าด้วยกัน กล่าวคือ เอลนีโญเป็น ปรากฏการณ์ที่เกิดในส่วนของมหาสมุทรและความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดในส่วนของบรรยากาศและได้เชื่อมโยงเป็นปรากฏการณ์



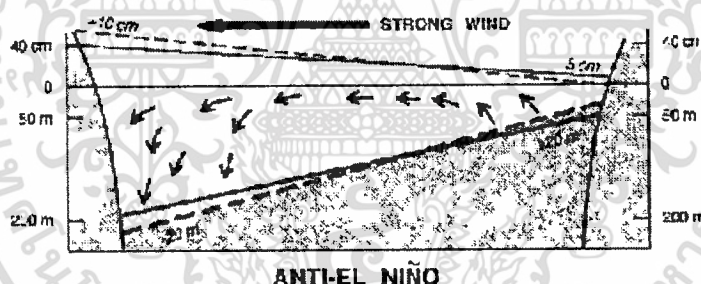
ภาพที่ ก.2 สภาพปกติของทิศทางลม ระดับความสูงของน้ำในมหาสมุทรแปซิฟิก และสภาพอากาศบริเวณฝั่งตะวันออก และตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก

ปัจจุบันนักอุตุนิยมวิทยาส่วนใหญ่ จะใช้คำว่าเอนโซ แทนคำว่า เอลนีโญ เนื่องจากให้ความหมายที่ถูกต้องสมบูรณ์มากกว่า แต่คำว่า เอลนีโญก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากชื่อนี้เป็นที่คุ้นเคยมาแต่ดั้งเดิม ในเอกสารนี้ ต่อไปจะใช้คำว่าเอนโซ แทนคำว่า เอลนีโญ นักอุตุนิยมวิทยาทั่วโลกได้มีการประชุมและมีข้อตกลงว่าให้มีการใช้ความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลที่เกาะตาสิตี (17 องศา 33 ลิปดา ใต้, 149 องศา 20 ลิปดา ตะวันตก) หมู่เกาะโซไซเอตี (Society) เป็นตัวแทนของระบบความกดอากาศในมหาสมุทรไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปซิฟิกใต้ และความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลที่เมืองดาร์วิน (12 องศา 26 ลิปดา ใต้, 130 องศา 52 ลิปดา ตะวันออก) ประเทศออสเตรเลียเป็นตัวแทนระบบความกดอากาศบริเวณมหาสมุทรอินเดียและออสเตรเลีย และค่าของความแตกต่างระหว่างค่าที่สูงหรือต่ำจากค่าปกติ (pressure anomalies) ของความกดอากาศของเมืองทั้งสอง คือ ที่ดาร์วินหักลบกับที่ดาร์วิน จะถูกใช้ให้เป็นดัชนีบอกถึงการผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation Index (SOI)) ซึ่งจะใช้ค่านี้เป็นสัญญาณบอกถึงการเกิดปรากฏการณ์เอนโซได้ตัวหนึ่ง โดยที่ถ้าค่าดัชนีนี้มีค่าเป็นลบก็ให้เฝ้าติดตามว่าอาจจะเกิดปรากฏการณ์เอนโซ หรือจะมีการอุ่นขึ้นของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (จะอุ่นขึ้นกว่าปีที่ไม่ใช่ปีเอลนีโญ 3 ถึง 7 องศาเซลเซียส)

1.2 ปรากฏการณ์ลานีญา (La Nina)

ปรากฏการณ์ลานีญา เป็นปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณเส้นศูนย์สูตรในมหาสมุทรแปซิฟิกกลางและตะวันออกมีค่าต่ำกว่าปกติ ทั้งนี้ เนื่องจากลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดอยู่เป็นประจำในแปซิฟิกเขตร้อนทางซีกโลกใต้ (ละติจูด 0-30 ใต้) มีกำลังแรงกว่าปกติ จึงพัดพาผิวน้ำทะเลที่อุ่นจากแปซิฟิกเขตร้อนตะวันออก (บริเวณชายฝั่งเอกวาดอร์ เปรูและชิลีตอนเหนือ) ไปสะสมอยู่ทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันตก (บริเวณชายฝั่งอินโดนีเซียและออสเตรเลีย) มากยิ่งขึ้น ทำให้ทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันตกซึ่งแต่เดิมมีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและระดับน้ำทะเลสูงกว่าทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันออกอยู่แล้ว กลับยังมีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและระดับน้ำทะเลสูงกว่าทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันออกมากขึ้นไปอีก (ภาพที่ 5) มีผลทำให้ทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันตกมีปริมาณฝนตกมากขึ้น ขณะที่ทางแปซิฟิกเขตร้อนตะวันออกจะมีความแห้งแล้งมากขึ้นเช่นกัน ลานีญาจะเกิดโดยเฉลี่ย 5-6 ปีต่อครั้ง และเกิดแต่ละครั้งกินเวลานานประมาณ 1 ปี



ภาพที่ ก.3 ระดับน้ำทะเลในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญา บริเวณฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก (ด้านซ้าย) และฝั่ง ตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก (ด้านขวา)

ประเทศไทยมีปรากฏการณ์ที่เอลนีโญรุนแรงในช่วงปี ค.ศ. 1997-98 (พ.ศ. 2540-41) และส่งผลกระทบไปทั่วโลก ภูมิภาคที่ได้รับความแห้งแล้ง ตอนเหนือและตะวันออกของออสเตรเลีย ช่วงเดือนเมษายน - พฤษภาคม 2540 บริเวณตอนเหนือและตะวันออกของทวีป มีฝนรวมต่ำกว่าค่าปกติ ทำให้เกิดความแห้งแล้งทั่วบริเวณ ประกอบกับช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม ทางตะวันออกเฉียงใต้ ของทวีปมีอุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติ จึงก่อให้เกิดไฟป่าขึ้นในบริเวณรัฐวิกตอเรียและนิวเซาท์เวลส์เป็นเวลาหลายสัปดาห์ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณที่ได้รับความแห้งแล้งมากโดยเฉพาะช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม ได้แก่ อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย สิงคโปร์ บรูไนและปาปัวนิวกินีและได้เกิดไฟป่าครั้งใหญ่ในอินโดนีเซีย และรัฐซาราวักของมาเลเซียตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึงปลายปี 2540 บริเวณอื่นๆ ที่ได้รับความแห้งแล้ง คือ ประเทศไทย บางส่วนของพม่า ลาว เขมรและเวียดนาม ตอนใต้ของแอฟริกาตะวันตก ได้รับฝนต่ำกว่าค่าปกติตั้งแต่เดือนกรกฎาคมพร้อมกับฤดูฝนได้เริ่มช้ากว่าปกติ สหรัฐอเมริกาตะวันออก ได้รับความแห้งแล้งช่วงเดือนเมษายน-ตุลาคม ต่อจากนั้นเป็นฤดูหนาวที่หนาวน้อย อเมริกากลาง มีสภาพอากาศแล้งปกคลุมช่วงเดือนมิถุนายน-ตุลาคม ตอนเหนือของ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อเมริกาใต้ มีอากาศร้อนและแห้งแล้งในช่วงครึ่งหลังของปี ภูมิภาคที่ได้รับฝนมากหรือน้ำท่วม คาบสมุทรอินเดีย มีฝนตกชุกตั้งแต่เดือนพฤษภาคมต่อเนื่องเกือบตลอดจนถึงสิ้นปี บริเวณนี้ ได้แก่ประเทศอินเดีย บังคลาเทศ เนปาลและศรีลังกา แอฟริกาตะวันออก ได้รับฝนชุกมากในช่วงตุลาคม-ธันวาคม ทำให้เกิดน้ำท่วมหนัก โดยเฉพาะบริเวณประเทศเคนยา อุ간다 รวันดาและตอนเหนือของแทนซาเนีย อเมริกาใต้ ส่วนมากของ ตอนกลางและตอนใต้ของอเมริกาใต้มีฝนสูงกว่าค่าปกติมากช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิ้นปี บางบริเวณของซิลี ตอนกลางได้รับฝนภายใน 1 วัน เท่ากับ ปริมาณฝนรวมเฉลี่ยของทั้งปี และบริเวณชายฝั่งทางใต้ของเอควาดอร์ และทางเหนือของเปรู ได้รับฝนชุกมากและก่อให้เกิดน้ำท่วมช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม

ด้านตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือ พายุหมุนเขตร้อนที่เกิดขึ้นในบริเวณนี้ในปี 2540 มี รูปแบบและลักษณะที่ผิดปกติมาก โดยเฉพาะบริเวณทางด้านตะวันออกของประเทศฟิลิปปินส์ กล่าวคือ พายุ มักจะมีเส้นทางเดินขึ้นไปในแนวทิศเหนือมากกว่าที่จะเคลื่อนตัวมาทางทิศตะวันตกผ่านประเทศฟิลิปปินส์ลงสู่ ทะเลจีนใต้ จึงทำให้พายุที่ผ่านประเทศฟิลิปปินส์และทะเลจีนใต้มีจำนวนต่ำกว่าค่าปกติมาก โดยมีพายุได้ฝน จำนวน 2 ลูกได้เคลื่อนที่เข้าสู่ประเทศญี่ปุ่นเร็วกว่าปกติในเดือนมิถุนายนและฤดูพายุหมุนเขตร้อนในประเทศจีน เกิดล่าช้ากว่าปกติ ส่วนประเทศไทยมีพายุหมุนเขตร้อน (พายุไต้ฝุ่น “ลินดา”) เคลื่อนผ่านปลายแหลมญวนและ ภาคใต้ของประเทศในช่วงต้นเดือนพฤศจิกายน 2540 โดยพายุลูกนี้ได้ก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งชีวิตและ ทรัพย์สินของทางใต้ของเวียดนามเป็นอย่างมาก และจากการที่จำนวนพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนผ่านประเทศ ฟิลิปปินส์มีน้อย จึงทำให้ฟิลิปปินส์ประสบกับความแห้งแล้ง ซึ่งส่งผลกระทบต่อประเทศใกล้เคียง เช่น เวียดนาม และไทยด้วย เนื่องจากเป็นเส้นทางที่พายุที่เคลื่อนผ่านฟิลิปปินส์มีโอกาสเคลื่อนเข้าสู่เวียดนามและไทยได้ในเวลา ต่อมา หลายๆ ลักษณะที่กล่าวมา เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงปีเอลนีโญ 2525-2526 ในส่วน 2525- 2526 ทำให้เห็นถึงความเป็นไปได้สูงว่ารูปแบบการเกิดของพายุหมุนเขตร้อนในปี 2540 เกี่ยวข้องกับการ ขยับตัวไปของการหมุนเวียนของอากาศในภูมิภาคนี้ซึ่งสัมพันธ์กับปรากฏการณ์เอลนีโญที่เกิดขึ้นในขณะนี้

ผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญ ช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม 2541 ตามภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก ภูมิภาคที่มีอุณหภูมิสูงหรือฝนน้อยกว่าปกติ ในส่วนของแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณเอเชีย ตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ประเทศไทย พม่า ลาว เวียดนาม เขมร มาเลเซีย สิงคโปร์ อินโดนีเซียและบรูไน มี อุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติตลอดทั้งช่วง 3 เดือน พร้อมกับมีฝนต่ำกว่าค่าปกติบริเวณประเทศไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย บรูไนและฟิลิปปินส์ และต่อเนื่องถึงทวีปออสเตรเลีย ปริมาณฝนโดยเฉลี่ยในช่วงมกราคม-มีนาคม ของทางด้านตะวันออกตะวันตกและบางบริเวณของตอนกลางของออสเตรเลียได้รับฝนต่ำกว่าค่าปกติ ค่อนข้างมาก ส่งผลให้เกิดการขาดแคลนน้ำโดยเฉพาะตามบริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ด้านตะวันออกของประเทศจีนต่อเนื่องถึงประเทศเกาหลีเหนือและได้รวมทั้งประเทศญี่ปุ่นมี อุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติในเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม

เอลนีโญ (El Nino-EN) เป็นคำที่ใช้เรียกปรากฏการณ์ทางสมุทรศาสตร์ที่หมายถึงการที่ผิวน้ำ ทะเลทางตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนอุ่นขึ้นและแผ่ขยายกว้างไกลออกไปเป็นเวลานานถึง 3 ฤดูกาลหรือมากกว่า ในทางกลับกันถ้าผิวน้ำทะเลบริเวณนี้เย็นลง จะเรียกว่า ลานีญา ปรากฏการณ์เอลนีโญจะ เชื่อมโยงกับระบบความกดอากาศที่เรียกว่า ความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation - SO) ลักษณะความผันแปรนี้เห็นได้จากความกดอากาศระหว่างบริเวณตะวันตกกับตอนกลางของมหาสมุทร แปซิฟิก บริเวณแรกศูนย์กลางอยู่ใกล้กับประเทศอินโดนีเซีย และอีกบริเวณศูนย์กลางอยู่ทางตอนกลางของ มหาสมุทรแปซิฟิก ดัชนีที่ใช้วัดขนาดความรุนแรงของความผันแปรนี้เรียกว่า ดัชนีความผันแปรของระบบอากาศ ในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation Index - SOI) ค่านี้คำนวณได้จากความแตกต่างของความกดอากาศที่ ระดับน้ำทะเลระหว่างที่เกาะตาดิตี (กลางมหาสมุทรแปซิฟิก)กับเมืองดาร์วินประเทศออสเตรเลียเนื่องจากความ ผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้และเอลนีโญมีความเชื่อมโยงซึ่งกันและกันอย่างใกล้ชิด จึงเรียกรวมกันว่า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“เอลนีโญ - ความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้” หรือ “เอนโซ (ENSO)” ระบบอากาศนี้จะแปรผันอยู่ระหว่างสภาวะที่ร้อน (เอลนีโญ) กับสภาวะปกติ (หรือเย็น)

2. การวิเคราะห์พื้นที่ป่าในประเทศไทย

ในส่วนของวิเคราะห์พื้นที่ป่าประเภทต่างๆเพื่อใช้ในการกำหนดประเภทของป่าที่จะมีความเกี่ยวเนื่องกับคุณลักษณะจำเพาะของป่า โดยมีผลกระทบต่อการศึกษาเลือกประเภทยานยนต์ที่ใช้ในการดับไฟป่าแต่ละประเภทจะมีความแตกต่างกันไปตามพื้นที่ป่าแต่ละชนิด โดยแบ่งประเภทป่าและพื้นที่ได้ดังนี้

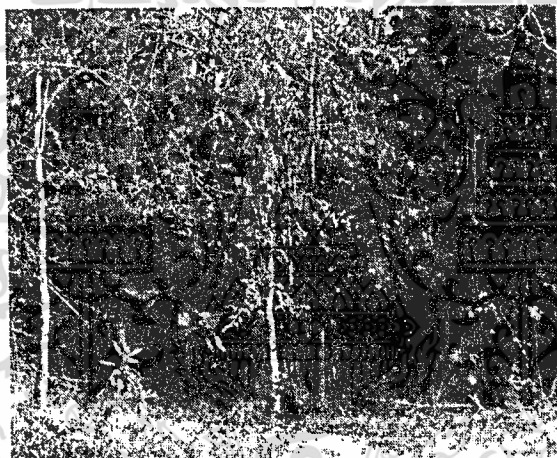
2.1 ป่าเบญจพรรณ หรือป่าผสมผลัดใบ ป่าเบญจพรรณ หรือป่าผสมผลัดใบ เป็นป่าที่มีพรรณไม้เด่น 5 ชนิด ตามความหมายของคำว่า “เบญจจะ” คือ ห้า ได้แก่ ไม้สัก มะค่า แดง ประดู่ และชิงชัน พบป่าชนิดนี้ในบริเวณที่มีฤดูกาลแบ่งแยกชัดเจน มีช่วงแห้งแล้งยาวนานเกินกว่า 3 เดือน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,200-1,400 มิลลิเมตรต่อปี ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 50-800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ต้นไม้เกือบทั้งหมดในป่าเบญจพรรณจะผลัดใบในฤดูแล้ง โดยเฉพาะตั้งแต่ปลายเดือนมกราคมถึงเมษายน ป่าเบญจพรรณในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ป่าเบญจพรรณที่มีไม้สักเป็นไม้เด่น ขึ้นคลุกกับไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจหลายชนิด อาทิ ประดู่ ชิงชัน มะค่าโมง แดง ไม้ไร่ ไม้ซางดอย และไม้หก ส่วนอีกลักษณะหนึ่ง คือ ป่าเบญจพรรณที่ไม่มีไม้สัก มีพรรณไม้เด่นชนิดอื่นขึ้นแทน เช่น สมอพิเภก เปล้าหลวง และसान เป็นต้น

สังคมป่าเบญจพรรณมีไม้ยืนต้นกระจายอยู่ห่าง ๆ กัน แสงตกถึงพื้นได้มาก มีพืชตระกูลหญ้าอยู่หลายชนิด ฤดูแล้งมักเกิดไฟป่าขึ้นช่วยเผาเศษซากใบไม้แห้งที่สะสมบนพื้นป่า อีกทั้งไฟยังช่วยกระตุ้นให้เมล็ดไม้หลายชนิดงอกงามดี โดยเฉพาะเมล็ดไม้สัก มะค่า และแดง ป่าชนิดนี้มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ป่า เพราะไม่รกทึบเกินไปและมีพืชอาหารมาก จึงดึงดูดนก แมลง และสัตว์กินพืชต่าง ๆ เข้ามาอาศัย เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งมีป่าเบญจพรรณที่สมบูรณ์ที่สุดผืนหนึ่งอยู่กว่า 7 แสนไร่ พบว่าเป็นแหล่งอาศัยสุดท้ายของ นกยูง พญาแร้ง และควายป่าในประเทศไทย ป่าเบญจพรรณเป็นป่าผลัดใบประเภทหนึ่งที่ต้นไม้ส่วนใหญ่ต่างทิ้งใบหมดในช่วงฤดูแล้งและเริ่มผลิใบใหม่ในต้นฤดูฝน ประเทศไทยพบป่าเบญจพรรณได้ทั่วไปทั้งภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,000 เมตร พันธุ์ไม้เด่นในป่าเบญจพรรณได้แก่ ไม้สัก ไม้แดง ไม้ประดู่ ไม้มะค่าโมง ไม้ตะแบกใหญ่ ไม้ไผ่ เช่น ไม้หก ไม้ป่าไผ่รวก ไม้ข้าวหลาม ไม้เถา เช่น เครืออ่อน รางจืด และไม้อิงอาศัย เช่น กระแตไต่ไม้ นมตำเลีย กระเช้าสีดา เอื้องกะระกระร้อน เอื้องเงิน นอกจากนี้ป่าเบญจพรรณยังอุดมไปด้วยเฟินชนิดต่าง ๆ อีกหลากหลายชนิด ตลอดจนพืชสมุนไพรที่สำคัญ เช่น บุกและพญาอากาศดำ สัตว์ป่าในป่าเบญจพรรณได้แก่ ช้างป่า กระทิง กวางป่า เก้ง หม่าไม้ ชะมด อีเห็น ไก่ป่า นกและแมลงอีกหลากหลายชนิด นอกจากนี้ยังเต็มไปด้วยสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกที่เป็นอาหารของชาวบ้านได้อย่างดี เช่น กบ เขียด อึ่งอ่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน **ภาพที่ ก.4 ป่าเบญจพรรณ** กรุณาให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ป่าเต็งรัง (Deciduous Dipterocarp Forest) ป่าเต็งรังเป็นป่าผลัดใบที่มีไม้วงศ์ยางบางชนิดเป็นไม้เด่น ได้แก่ เต็ง รัง เหียง พลวง และยางกราด โดยทั่วไปความหนาแน่นของต้นไม้ในป่าเต็งรังจะน้อยกว่าป่าเบญจพรรณ เพราะดินตื้นกักเก็บน้ำได้น้อย มีหินบนผิวดินมาก ก่อให้เกิดความแห้งแล้ง ป่าเต็งรังเป็นสังคมพืชเด่นของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบเกิดขึ้นที่ระดับความสูงประมาณ 50-1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเล มีช่วงแห้งแล้งจัดเกิน 4 เดือนต่อปี ประกอบกับปริมาณน้ำฝนตกน้อยคือ 900-1,200 มิลลิเมตรต่อปีเท่านั้น ปัจจัยสำคัญที่สุดที่กำหนดการคงอยู่ของป่าเต็งรังคือ ไฟป่า ซึ่งมักเกิดขึ้นระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม เนื่องจากไฟเป็นตัวจัดการโครงสร้างป่าและคัดเลือกพันธุ์ไม้ ต้นฤดูแล้งใบไม้ในป่าเต็งรังจะพร้อมใจกันผลัดใบเป็นสีแดง เหลือง ส้ม อย่างสวยงาม แล้วจะสลับใบทิ้งจนหมด กลายเป็นเชื้อเพลิงชั้นดีเมื่อไฟป่าเกิดขึ้น หลัจากไฟผ่านไปพื้นป่าจะโล่งเตียน แต่เมื่อได้รับน้ำฝน ป่าเต็งรังก็จะกลับเขียวสดขึ้นอีกครั้งด้วยหญ้าระบัด ติงตุตสัตว์กินพืชหลายชนิดเข้ามาสู่ป่าเต็งรัง อาทิ วัวแดง กวางป่า เก้ง กระตัง กระต่ายป่า ความร้อนจากไฟยังช่วยไล่แมลงบนพื้นดินหรือใต้เปลือกไม้ให้เหยียดออกมา กลายเป็นอาหารอันอุดมสมบูรณ์ของเหล่านกกินแมลงนานาชนิดอีกด้วย ปัจจุบัน ป่าเต็งรังในประเทศไทยมีความเสื่อมโทรมลงมาก เพราะการตัดไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจออกไปใช้งาน สัตว์เลี้ยงพวกวัวควายเข้าไปหากินในป่าเหยียบย่ำทำลายพันธุ์ไม้ต่าง ๆ รวมทั้งผลกระทบจากไฟป่าที่เกิดขึ้นมักรุนแรงเกินกว่าป่าจะฟื้นตัวได้



ภาพที่ ก.5 ป่าเต็งรัง

ป่าเต็งรังเป็นสังคมหนึ่งในกลุ่มป่าผลัดใบ ฉะนั้นลักษณะสำคัญในอันดับแรกของการจำแนกคือการผลัดใบของไม้ส่วนใหญ่ในทุกระดับชั้นเรือนยอด ลำดับต่อไปในการจำแนก ป่าเต็งรังมีถิ่นกระจายโดยกว้าง ๆ ซ้อนทับกันอยู่กับป่าผสมผลัดใบแต่อาจแคบกว่าเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยกำหนดที่เกี่ยวข้องกับความแห้งแล้ง สังคมพืชชนิดนี้แท้จริงแล้วมีพบในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะประเทศไทย ลาว กัมพูชา เมียนมาร์ และบางส่วนของประเทศเวียดนามเท่านั้น ในประเทศอินเดียอาจมีป่าชาลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกระจายอยู่ในบางส่วน เฉพาะประเทศไทย มีปรากฏตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรีขึ้นไปจนถึงเหนือสุดในจังหวัดเชียงราย ป่าชนิดนี้เป็นสังคมพืชเด่นในทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่ปรากฏสลับกันไปกับป่าผสมผลัดใบคือยึดครองในพื้นที่ที่มีความแห้งแล้งจัด กักเก็บน้ำได้เลว เช่น บนสันเนิน พื้นที่ราบที่เป็นทรายจัด มีหินบนผิวดินมาก หรือ บนดินลูกรังที่มีชั้นของลูกรังตื้น มีปรากฏตั้งแต่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 50 เมตรขึ้นไปจนถึง 1,000 เมตร

ปัจจัยกำหนด ป่าเต็งรังที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่ฤดูกาลแบ่งแยกค่อนข้างชัดเจนระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้ง ปกติต้องมีช่วงแห้งแล้งจัดเกินกว่า 4 เดือนต่อปี ดินตื้นกักเก็บน้ำได้เลวมาก ปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 900-1,200 มิลลิเมตรต่อปี ไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำจนนักนิเวศวิทยาหลายท่านเชื่อว่าสังคมป่าชนิดนี้เป็นสังคมถาวรที่มีไฟป่าเป็นตัวกำหนด (pyric climax community) หากไม่มีไฟป่าจะคงอยู่ไม่ได้ ปกติไฟป่ามักเกิดขึ้นช่วงเดือน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธันวาคมไปจนถึงเดือนมีนาคม ไฟเป็นปัจจัยสำคัญต่อการจัดโครงสร้าง การคงชนิดพันธุ์ในสังคมและการสืบพันธุ์ของไม้ในพื้นที่

พันธุ์ไม้และลักษณะโครงสร้างของป่าเต็งรัง ป่าชนิดนี้อาจแบ่งโดยกว้าง ๆ ตามลักษณะโครงสร้างทางด้านตั้งออกได้เป็น 2 สังคมย่อย คือ ป่าเต็งรังสมบูรณ์ และ ป่าเต็งรังแคระ แต่ถ้าหากนับป่าป่าสนผสมเต็งรังอยู่ภายใต้สังคมหลักนี้ด้วยก็อาจกล่าวได้ว่า มี 3 สังคมย่อย ส่วนการจำแนกในระดับ แอสโซซิเอชัน (association) ซึ่งถือเอาไม้เด่นเรือนยอดเป็นหลัก อาจจำแนกออกไปได้มากมาย

ลักษณะโครงสร้างของป่าเต็งรังสมบูรณ์โดยทั่วไปมีเรือนยอด 3 ชั้นเรือนยอด ไม้نبพืชในชั้นพื้นป่า (forest floor) ปรากฏในพื้นที่ที่มีดินลึกและอุดมสมบูรณ์ เรือนยอดมีชั้นบนมีความสูงประมาณ 25-30 เมตร ไม้เด่นในชั้นนี้ประกอบด้วย เหียง หรือพลวง หรือรัง ส่วนเต็ง มักขึ้นผสมอยู่กับไม้ 3 ชนิดดังกล่าว มีปรากฏน้อยที่เป็นไม้เด่นนำ ส่วนยางกราด มีเฉพาะบางแห่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเท่านั้น สังคมเต็งรังที่สมบูรณ์ มักพบในที่ราบ หรือบนลาดเนินที่ไม่ชันนักและดินลึกมีหินปรากฏที่ผิวน้อยหรือไม่ปรากฏเลย ไม้ขนาดใหญ่ที่ขึ้นผสมในชั้นเรือนยอดได้แก่ ก่อแพะ ก่อฝัะ ประดู่ แดง ตะคร้อ เกล็ดอื่น ทิ้งถ่อน หว้า และมะม่วงป่า เป็นต้น เรือนยอดในชั้นนี้มีช่องว่างกระจายทั่วไปทำให้แสงลงไปไม่ถึงพื้นป่าได้ค่อนข้างสูง

เรือนยอดชั้นรองมีความสูงไม่เกิน 20 เมตร เป็นไม้ขนาดกลางขึ้นสอดแทรกอยู่ในช่องว่างของเรือนยอดชั้นบน ชนิดไม้เด่น และพบเห็นได้ทั่วไป คือ ตะแบก ตับเต่าต้น มะขามป้อม ยอเถื่อน สลักป่า ตั้ว รัก ป้างัน สมอไทย มะม่วงหาวแมงวัน กระท่อมหมู และกระโดน แม้ว่าจะมีไม้ชั้นรองเข้ามาสอดแทรกอยู่ในสังคมนี้แล้วก็ตามแต่ก็ยังพอมีช่องว่างให้แสงตกถึงพื้นได้ เรือนยอดชั้นไม้พุ่มส่วนใหญ่มีความสูงไม่เกิน 7 เมตร ไม้ที่มีขนาดเล็กโดยธรรมชาติบางชนิดเมื่อพบในป่าอื่นอาจเป็นไม้ขนาดกลางแต่เมื่อรวมอยู่ในสังคมนี้มักแคระแกร็น ชนิดที่สำคัญได้แก่ แสลงใจ ตุ่มกาขาว เหมือดโลด ครมเขา เหมือดแอ และปรังเหลียม ไม้ในชั้นนี้มักขึ้นอยู่ห่าง ๆ ภายใต้เรือนยอดของไม้ใหญ่ หากป่ามีช่องว่างมักพบไม้ตัว ที่แตกกอเนื่องจากอิทธิพลของไฟป่าปรากฏหนาแน่น

ไม้พื้นล่างของป่าเต็งรังประกอบด้วยพันธุ์ไม้ที่มีสภาพทางนิเวศวิทยาเหมาะสม กับการดำรงชีพในที่แห้งแล้งและมีไฟป่าบ่อยครั้ง ตลอดจนมีการปรับตัวให้เข้ากับฤดูกาลที่มีการแบ่งแยกค่อนข้างเด่นชัดระหว่างการเจริญเติบโตและช่วงพัก พืชส่วนใหญ่ในชั้นนี้สืบพันธุ์ด้วยหัว เมล็ด หน่อใต้ดินหรือการแตกหน่อจากราก ส่วนที่เป็นลำต้นมักตายหมดไปและกลายเป็นเชื้อเพลิงแก่ไฟป่า การตอบสนองต่อปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว คือ สามารถก่อกิจกรรมเพื่อให้ครบวงจรของชีวิตได้ภายในช่วงเวลาอันสั้น พืชสำคัญในชั้นนี้ ได้แก่ ไม้เฟ็ก โจด มหาก่าน ปอเต่าไห ส้มกั้ง ส้านดิน เปราะป่า นางอ้ว ไก้อู๋ ขึ้นผสมกับพืชล้มลุกและหญ้าอีกหลายชนิด ความหนาแน่นของพืชชั้นล่างแปรผันตามปริมาณแสงที่ลอดผ่านเรือนยอดชั้นบนลงมา ส่วนเรือนยอดชั้นบนค่อนข้างเปิด พืชคลุมดินมักแน่นทึบ

กล้วยไม้และพืชยึดเกาะที่ปรากฏอยู่ตามลำต้นและกิ่งก้านส่วนใหญ่เหมือนกันกับที่ปรากฏในสังคมในสังคมพืชป่าผสมผลัดใบ โดยเฉพาะในสกุลหวาย เช่น เอื้องตาวัว เอื้องผึ้ง เอื้องครั้ง และเอื้องแปรงสีพื้น เป็นต้น ในสกุลกุหลาบ เอื้องนกพิราบ เอื้องกุหลาบพวงชมพู สกุลเข็ม เช่น เอื้องเข็มแดง เอื้องเข็มแสด เอื้องเข็มม่วง และกล้วยไม้ในสกุลอื่น ๆ เช่น *Rhynchostylis*, *Cymbidium*, *Bulbophyllum* และ *Taeniophyllum* เป็นต้น ส่วนพืชเกาะติด ได้แก่ ห่อผ้าสีดำ ชายผ้าสีดำ ข่าหลวงหลังลาย จุกโรหินี พวงไข่มุก นมเมีย เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเถาวัลย์อีกหลายชนิด

สังคมย่อยป่าเต็งรังแคระ (Deciduous dipterocarp forest scrub type) เป็นสังคมป่าเต็งรังที่ขึ้นอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างเลวมาก ๆ ซึ่งนักนิเวศวิทยาหลายท่านมักเรียกรวมว่า ป่าทุ่ง (savanna) โดยทั่วไปเรือนยอดทางด้านตั้ง แบ่งได้เป็น 2 ชั้นเรือนยอด ไม่รวมชั้นปกคลุมผิวดิน เรือนยอดชั้นบนสุดสูงไม่เกิน 15 เมตร ประกอบด้วยไม้ที่ลักษณะคดงอ แสดงถึงความแคระแกร็นเด่นชัด เรือนยอดชั้นบนสุดกับชั้นกลาง แยกค่อนข้างยากเนื่องจากการแตกกิ่งก้านและการคดงอ สังคมย่อยของป่าเต็งรังนี้ปรากฏอยู่ในบริเวณสันเขาที่มี

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแห้งแล้งจัด หรือพื้นที่ดินตื้น หินโผล่คลุมผิวดินกว้างขวาง หรือบนยอดเขาที่มีลาดพัดจัด ถ้าอยู่ในที่ราบมักเป็นพื้นที่ที่เป็นทราย ฝนตกน้อย โดยเฉพาะในพื้นที่อัปฝนปัจจุบันอาจพบสังคมป่าเต็งรังแคระที่อยู่ในชั้นการทดแทนได้ทั่วไปทั้งนี้เนื่องจากการตัดไม้ขนาดใหญ่ออกไปหมดและมีไฟป่ารุนแรง ขึ้นในหลาย ๆ ส่วนของป่าเต็งรังสมบูรณ์

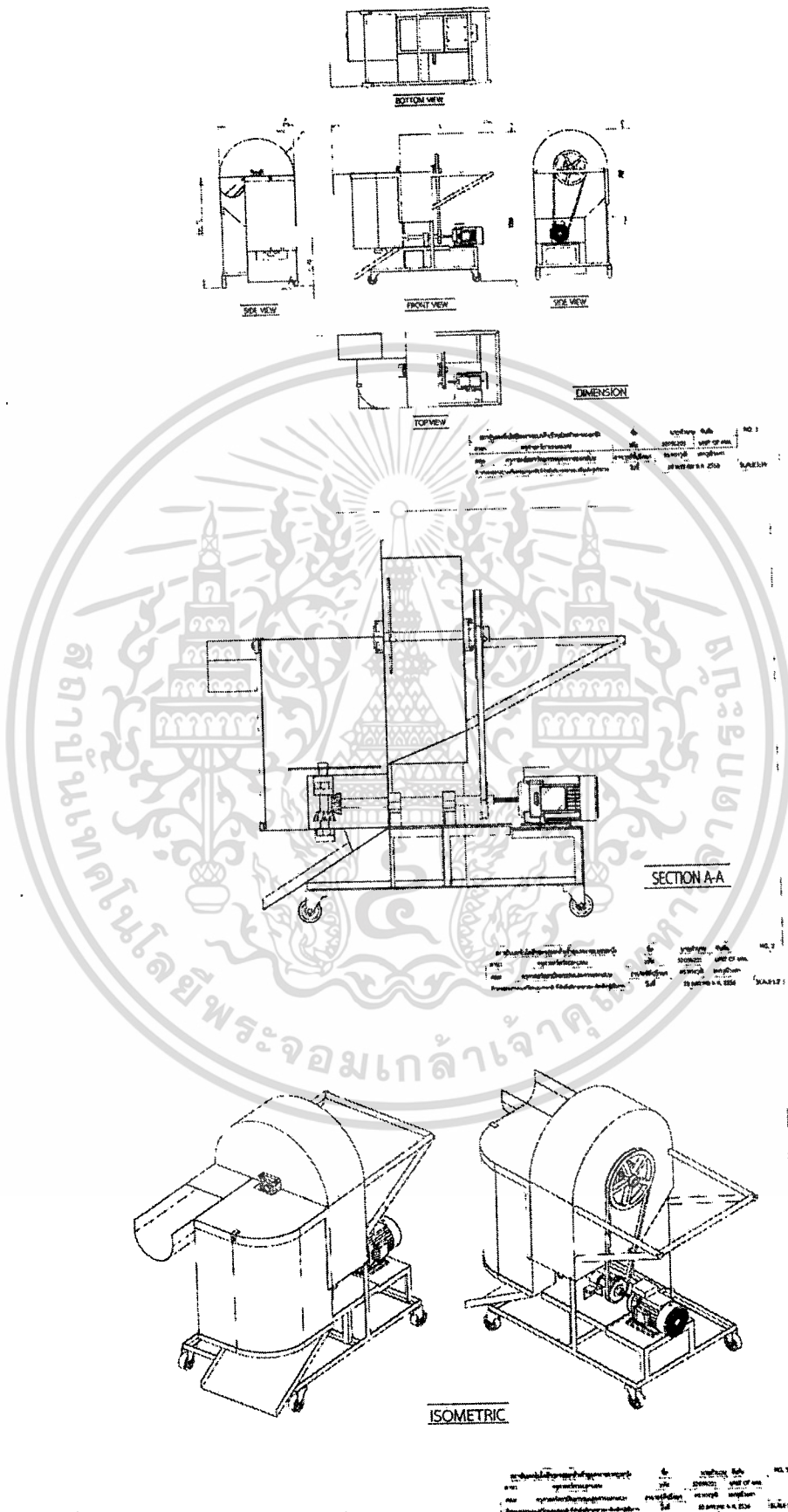
องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าเต็งรังแคระส่วนใหญ่เหมือนกับป่าเต็งรังสมบูรณ์เว้นแต่ไม้เรือนยอดเตี้ยกว่ามาก ไม้เด่นในสังคมมีความแปรผันมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของพื้นที่และโอกาสของการยึดครองในชั้นแรก บนสันเขาสูงที่มีหินโผล่มากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อาจพบไม้รังเป็นไม้เด่นขึ้นผสมกับไม้เต็ง ลักษณะเป็นป่าที่มีไม้กระจายอยู่ห่าง ๆ ไม้อื่นที่พบได้ในชั้นนี้ เช่น แดง ตีนนก กระถินพิมาน แฉลบขาวกระท่อมหนู กระโดนดิน กระโดน เต็งหนาม และรัก ไม้ชั้นรองที่มีความสูงไม่เกิน 7 เมตร และเชื่อมต่อลงมาถึงชั้นพื้นป่าเช่น แสลงใจ เสม็ดโลด ตาลเหลือง และผักหวาน เป็นต้น พื้นป่าส่วนใหญ่ค่อนข้างโล่งเตียน มีพืชในวงศ์ชิงช้า ปรากฏอยู่หลายชนิด เช่น กระเจียว เปราะป่า ดอกดิน ขึ้นผสมกับไม้ล้มลุก และหญ้าที่ปรากฏในป่าเต็งรังสมบูรณ์ แต่เนื่องจากสภาพความแห้งแล้งจัดมีหินมากจึงทำให้พืชชั้นล่างไม่หนาแน่นป่าเต็งรังแคระบนยอดเนินที่มีความแห้งแล้งจัดอาจมีไม้เหียง หรือ ไม้พลวง เป็นไม้เด่นแทนไม้รัง ซึ่งขึ้นผสมกับไม้เต็งได้ เนื่องจากไม้เหียงและไม้พลวงมีช่วงทนทานทางนิเวศวิทยาค่อนข้างกว้าง พบได้ทั้งในที่ราบชื้นจัดขึ้นไปจนถึงพื้นที่แห้งแล้งและมีหินมาก แต่ขนาดของลำต้น จะแปรผันไปตามความแห้งแล้ง (เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง, 2553)



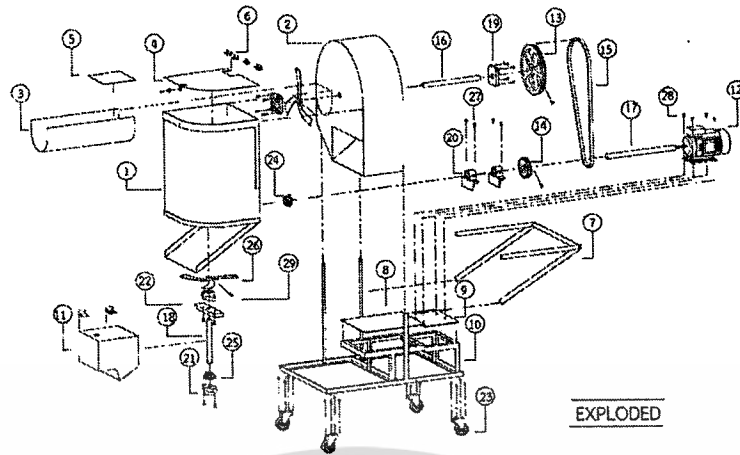


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเขียนแบบโครงสร้างเครื่องย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่อนุรักษ์

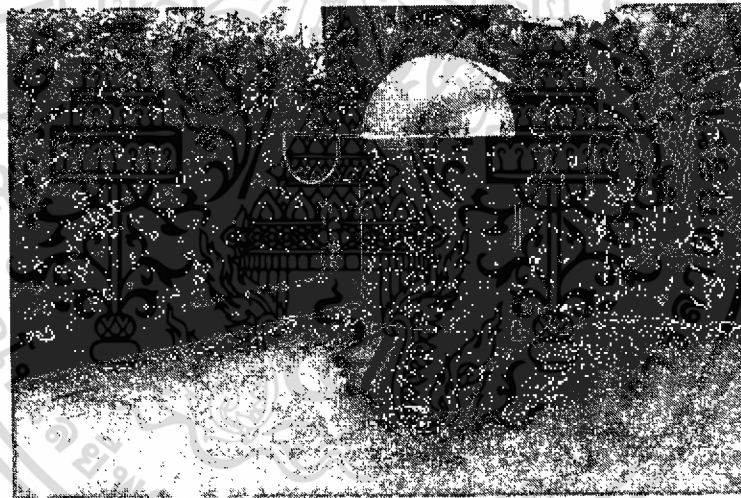


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การเขียนแบบเพื่อการผลิต

2. ผลงานต้นแบบโครงสร้างเครื่องย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่อนุรักษ์



ต้นแบบโครงสร้างเครื่องย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่อนุรักษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
อายุ 36 ปี
เกิด 24 มกราคม พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด จังหวัดบุรีรัมย์
ที่อยู่ปัจจุบัน 434/6 ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์
วุฒิการศึกษา

- 2553 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการออกแบบผลิตภัณฑ์
คณะศิลปประยุกต์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
(ทุนพัฒนาบุคลากรทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา)
2547 ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2543 ปริญญาศิลปบัณฑิต สาขาการออกแบบตกแต่งภายใน (เกียรตินิยม)
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

งานวิจัย

- 2554 การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือทิ้งวัสดุในพื้นที่นาข้าว ภาคกลาง
เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม
(ทุนศึกษาและวิจัย จาก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง)
2554 การพัฒนากระบวนการผลิตวัสดุไม้เทียมแบบขึ้นรูปอิสระจากหญ้าแฉกร่วมกับขยะพลาสติก
เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้าน
(ทุนศึกษาและวิจัย จาก บริษัท ปตท. จำกัด มหาชน)
2553 การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษยอดและใบอ้อยเพื่อประยุกต์ใช้ในการ
ออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์
(ทุนศึกษาและวิจัย จาก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง)

สถานที่ทำงาน

- 2547 อาจารย์ประจำสาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการ
ออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2553 อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์การออกแบบ สาขาวิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการ
ออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานการตีพิมพ์ทางวิชาการ

ชื่อโครงการวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่
การศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตวัสดุไม้เทียมแบบขึ้นรูปอิสระจากหญ้าแฝกร่วมกับขยะพลาสติกเพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้าน	2554	DRLE 2012
โครงการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปทางการเกษตรให้กับผลิตภัณฑ์ชุมชนในจังหวัดนครนายก สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครนายก	2553	รายงานการวิจัยศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 9 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์และต้นแบบบรรจุภัณฑ์ประเภทผลิตภัณฑ์จากไม้ ผลิตภัณฑ์ของประดับของตกแต่งบ้าน ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 9 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม	2553	รายงานการวิจัย ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 9 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
การศึกษาและพัฒนายานยนต์อเนกประสงค์สนับสนุนการกักดับไฟฟ้าขนาดเล็ก สำหรับส่วนควบคุมไฟฟ้า สำนักป้องกันปราบปรามและควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช	2556	วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม
การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัชพืชในนาข้าว พื้นที่เกษตรกรรมภาคกลางเพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วมสมัย	2556	วารสารศิลปกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 ก.ค.-ธ.ค. 57
A Study and Development the Electric Bicycles for Traveling Inside University	2558	National and International Research Conference 2015 Friday 23rd January 2015, Buriram Rajabhat University No. Sor Thor 0545.11/Wor 263
A Study and Design Playground to Development of muscles For Kindergarten Students Ages Between 3-5 Years Old	2558	โครงการประชุมวิชาการระดับชาติ มสธ.วิจัย ประจำปี 2558 STOU Research 2015
Development Process to Produce Wood Substitute Materials Free Working from Vetiver Grass with Plastic Litter Applying in Design Products	2558	วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม
การสร้างโมเดลต้นเพื่อการคิดอย่างสร้างสรรค์ในงานออกแบบผลิตภัณฑ์	2558	วารสารศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ ศธ.0516.27/902

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้