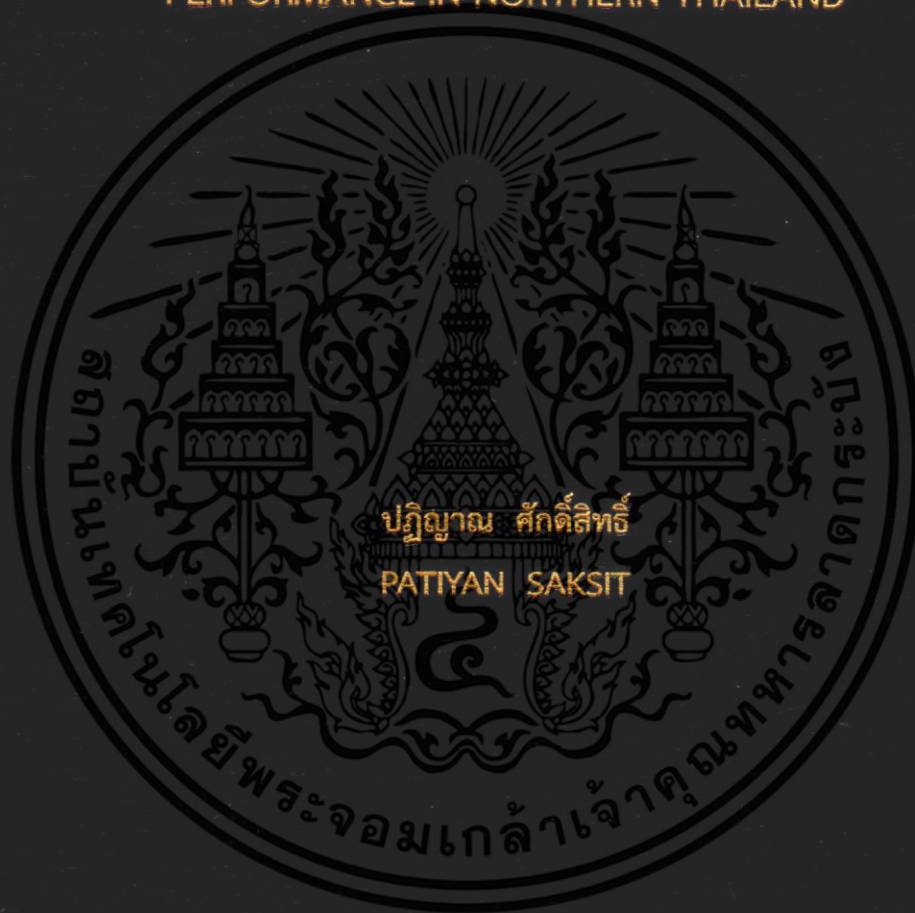


การพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าเพื่อเพิ่มความสามารถในการเดินเท้า  
เข้าพื้นที่เกิดไฟป่าในภาคเหนือของประเทศไทย

DEVELOPMENT OF FOREST FIRE FIGHTING TOOLS TO INCREASE HIKING  
PERFORMANCE IN NORTHERN THAILAND



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

KMITL-2016-AR-M-004-002

การพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าเพื่อเพิ่มความสามารถในการเดินเท้า  
เข้าพื้นที่เกิดไฟป่าในภาคเหนือของประเทศไทย

DEVELOPMENT OF FOREST FIRE FIGHTING TOOLS TO INCREASE HIKING  
PERFORMANCE IN NORTHERN THAILAND



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม  
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2559

KMITL-2016-AR-M-004-002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF FOREST FIRE FIGHTING TOOLS TO INCREASE HIKING  
PERFORMANCE IN NORTHERN THAILAND



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN INDUSTRIAL DESIGN  
FACULTY OF ARCHITECTURE  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
2016

KMITL-2016-AR-M-004-002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2016

FACULTY OF ARCHITECTURE

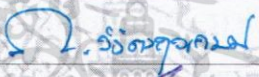


**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าเพื่อเพิ่มความสามารถในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดไฟป่า  
ในภาคเหนือของประเทศไทย  
DEVELOPMENT OF FOREST FIRE FIGHTING TOOLS TO INCREASE HIKING  
PERFORMANCE IN NORTHERN THAILAND

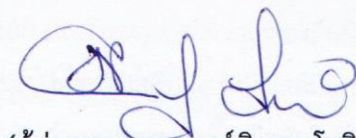
นักศึกษา นายปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์  
รหัสประจำตัว 56602084  
ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชา การออกแบบอุตสาหกรรม  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกษมรัสมิ์ วิจิตรกุลเกษม  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกษมรัสมิ์ วิจิตรกุลเกษม	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาดา ชวาลกุล	
รองศาสตราจารย์บรรจงศักดิ์ พิมพ์ทอง	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยยากร จันทร์สุวรรณ	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 19 พฤษภาคม 2559 เวลา 09.30 น.

สถานที่สอบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเชฐ โสวิทยสกุล)

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

วันที่.....19.....เดือน.....มิถุนายน.....พ.ศ.....2559.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าเพื่อเพิ่มความสามารถในการเดินเท้า เข้าพื้นที่เกิดไฟป่าในภาคเหนือของประเทศไทย
นักศึกษา	นายปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์
รหัสประจำตัว	56602084
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การออกแบบอุตสาหกรรม
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.เกษมรัสมิ์ วิจิตรกุลเกษม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา

### บทคัดย่อ

ปัญหาไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยมีความรุนแรงมากขึ้น และเกิดขึ้นบ่อยครั้งทั้งนี้เป็นผลจากการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อขยายพื้นที่เกษตรกรรมของชาวบ้านและนายทุน รวมไปถึงสภาวะโลกร้อน โดยไฟป่าส่วนใหญ่มักเกิดในพื้นที่สูงชัน เส้นทางมีความยากลำบากและระยะทางไกล การเข้าถึงจุดเกิดไฟป่าจึงต้องใช้วิธีเดินเท้าเท่านั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าที่สามารถช่วยให้การเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือของไทยเกิดความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น 2) ศึกษาความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าที่มีต่อเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนา ด้วยการสังเกตการปฏิบัติงานจริงของเจ้าหน้าที่ สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า เก็บข้อมูลสภาพปัญหาและความต้องการจากกลุ่มตัวอย่างเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในภาคเหนือตอนบน 11 สถานี จำนวน 429 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำผลที่ได้มาพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าด้วยวิธีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ร่วมกับหลักการยศาสตร์ ผ่านการประเมินรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ด้านวิศวกรรม และด้านไฟป่า

ผลการวิจัยพบว่าเครื่องมือดับไฟป่าประกอบด้วย ส่วนหัวของที่ตบไฟ ส่วนหัวของครอบไฟป่า และตัวด้ามที่มีน้ำหนักเฉลี่ยรวมเป็น 2.32 กิโลกรัม ตัวด้ามมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย 3.02 เซนติเมตร และรับแรงกดสูงสุดได้เฉลี่ย 2,839 นิวตัน โดยเมื่อทำหน้าที่เป็นที่ตบไฟมีความยาวขณะหดด้ามเฉลี่ย 128.67 เซนติเมตร และขณะทำหน้าที่เป็นครอบไฟป่ามีความยาวขณะหดด้ามเฉลี่ย 102.50 เซนติเมตร ความยาวขณะยืดสุดสามารถยาวได้ถึง 180 เซนติเมตร ซึ่งดีกว่าเครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิมในทุกด้าน การทดสอบจับเวลาเดินเท้าในภูมิประเทศที่เป็นทางลาดชันสลับลง พบว่ากลุ่มผู้พกพาเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นใช้เวลาในการเดินเท้าเฉลี่ยน้อยกว่ากลุ่มพกพาเครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิม แต่ไม่ส่งผลต่อความเร็วในการเดินเท้าในภูมิประเทศที่เป็นทางราบ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย ผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวม พบว่าเจ้าหน้าที่ผู้ใช้งานต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่ามีความพึงพอใจโดยรวม 3 ด้านคือ รูปลักษณะระดับมากที่สุด การพกพาในระดับมาก และการใช้งานในระดับปานกลาง ขณะที่เจ้าหน้าที่ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเบื้องต้นมีความพึงพอใจโดยรวมทั้ง 3 ด้านในระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis</b>	Development of Forest Fire Fighting Tools to Increase Hiking Performance in Northern Thailand
<b>Student</b>	Mr. Patiyon Saksit
<b>Student ID</b>	56602084
<b>Degree</b>	Master of Architecture
<b>Program</b>	Industrial Design
<b>Year</b>	2016
<b>Thesis Advisor</b>	Asst. Prof. Dr. Kasemrat Wiwitkunkasem
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Asst. Prof. Dr. Songwut Egwutvongsa

## ABSTRACT

Wildfires in northern Thailand that have been increasing in severity and frequency result from the expansion of agricultural areas of peasants and capitalists, as well as global warming. The forest firefighters usually walk to wildfires on steep areas, difficult hiking trails, and long distance. This research, therefore, aims to 1) develop the forest fire fighting tools to increase hiking performance for more convenient and faster operation of the forest firefighters in northern Thailand, and 2) study the satisfaction of forest firefighters on the new design of the forest fire fighting tools with on-site observation the work, interviewing with experts and users, and gathering the data of problems and needs with the sample group of 429 forest firefighters from 11 stations in the northern Thailand. Statistical devices used to analyze the data were frequency, percentage, average and standard deviation. The results were used to develop the design of forest fire fighting tools following the Design for Transformation method and ergonomic principles. The design were then evaluated three times by designer, engineer, and wildfire experts.

The results showed that the new forest fire fighting tools comprising of the head of fire swatter, the head of rake-hoe, and the shaft with total average weight of 2.32 kg, average shaft diameter of 3.02 cm, average maximum bending force of 2,839 N, average shortest length of 128.67 cm in the fire swatter mode, average shortest length of 102.50 cm in rake-hoe mode, and the longest length of 180 cm in both modes work better than the current tools. The firefighters carrying the new tools spent less travelling time on intricate topography compared with those carrying the current tools. However, indifferent result was found from the test on plain topography which was based on the research hypotheses. The satisfaction scores of the testing group's firefighters were very good for the appearance, good for the portability, and moderate for the usability, while the overall satisfaction scores from the sample group on all the three aspects were good.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และความเมตตาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. เกษมรัสมิ์ วิจิตรกุลเกษม และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา ผู้ที่มีความตั้งใจให้ความรู้ ประสบการณ์ และโอกาสที่สำคัญแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณหัวหน้าภาควิชาการออกแบบอุตสาหกรรม ผศ.ดร.ญาติา ชาวาลกุล และอาจารย์ประจำสาขาทุกท่าน ที่ทุ่มเทถ่ายทอดความรู้และความเข้าใจในด้านการออกแบบอันเป็นแขนงความรู้ที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้าอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณคุณพ่อ รต.โสภณ ศักดิ์สิทธิ์ คุณแม่ ผ่องศรี ศักดิ์สิทธิ์ น้องชาย ปฤษฎางค์ ศักดิ์สิทธิ์ และญาติพี่น้องทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนแก่ข้าพเจ้าในทุกๆ ด้าน

ขอขอบคุณน้องนิก มานะศักดิ์ กุลวัฒนาพร น้องหลิง กษิญา เก้าเอี้ยน น้องอ้อพ คมกฤษ ตูลยะปรีชา น้องดีท พิทักษ์พงษ์ พลสิทธิ์ น้องแตงกวา ชญาพร ศรีรินทร์ น้องต้น ธาณินทร์ เชียงไผ่ น้องวิว พิทยงค์ รุ่งสมบุญรณ์ น้องแก้ว คุณัญญา ธัญญวนิช และน้องน้ำผึ้ง มุทิตา สายจารุสิทธิ์ เพื่อนร่วมรุ่น M.ID9 ที่คอยให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และมีความจริงใจให้ข้าพเจ้าเสมอมา

ขอขอบคุณกระปุก ฉันทนันท์ พิมพะสาสิทธิ์ เอ็ง ธารนันท์ ใจกล้า หวาน วาลูกา เอ็มเอก และน้องฟิล์ม ศิวะภรณ์ คำแก้ว ตลอดจนน้องๆ และพี่ๆ สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรมทุกท่านที่ให้ความสนใจและเกื้อกูลทั้งความรู้และประสบการณ์ที่ดีให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณไอซ์ ญัฐพล อนันต์ธนสาร เพื่อนที่คอยให้คำแนะนำในด้านวิชาการ และการวิจัยที่เป็นประโยชน์เสมอมา และทีอป ชีวิน ตั้งเบญจาทกุล บูม จตุพล ทนไชย และเพื่อนๆ กลุ่ม De Mazztania รวมไปถึงเพื่อนคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจ สนับสนุนข้อมูลเชิงลึกในงานวิศวกรรม และช่วยเหลือกันด้วยความจริงใจเสมอมา

ขอขอบคุณน้องอีฟ นันทชญา เดชผล ผู้ซึ่งเป็นกำลังใจและยอมปล่อยให้ข้าพเจ้าได้เดินตามเป้าหมายของตนเอง

สำหรับคุณประโยชน์และคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้บิดามารดา ผู้เป็นที่รักและเคารพเพียง ตลอดจนครูบาอาจารย์ที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้ามาจนตลอดจนถึงทุกวันนี้

ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 คำถามของการวิจัย.....	4
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.4 สมมติฐานของการวิจัย.....	5
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.6 ขั้นตอนของการวิจัย.....	6
1.7 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	7
1.8 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	8
1.9 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	8
1.10 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....	8
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1 ไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทย.....	11
2.2 การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า.....	16
2.3 เครื่องมือดับไฟฟ้า.....	37
2.4 แนวทางการพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเดินเท้า.....	46
2.5 ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ.....	50
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	72

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	78
3.1 รูปแบบการวิจัย และขั้นตอนการวิจัย.....	79
3.2 ลักษณะของข้อมูล.....	82
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการสร้างและการตรวจสอบประสิทธิภาพ.....	85
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	88
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
3.6 การสรุปผล และอภิปรายผลการวิจัย.....	91
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	92
4.1 ผลการสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการ.....	92
4.2 ผลการพัฒนาและประเมินการออกแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า.....	102
4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า.....	119
4.4 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย.....	125
4.5 ผลการสอบถามความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ.....	129
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	141
5.1 สรุปผล.....	141
5.2 อภิปรายผล.....	151
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	154
บรรณานุกรม.....	157
ภาคผนวก.....	164
ภาคผนวก ก. รายนามผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ.....	165
ภาคผนวก ข. เอกสารขอความอนุเคราะห์ที่ใช้ในงานวิจัย.....	168
ภาคผนวก ค. ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	178
ภาคผนวก ง. รูปแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ได้รับการพัฒนา.....	187
ภาคผนวก จ. ข้อมูลจำนวนเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า.....	202
ภาคผนวก ฉ. รูปการลงพื้นที่เก็บข้อมูล.....	208

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

ประวัติผู้เขียน.....	หน้า 214
----------------------	----------



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การปฏิบัติงานดับไฟฟ้าแยกตามช่วงเวลาระหว่างวัน.....	18
2.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า.....	19
2.3 รายการเครื่องมือ และอุปกรณ์ดับไฟฟ้ามมาตรฐาน ประจำหน่วยดับไฟฟ้า สำหรับชุดลาดตระเวนไฟหรือชุดเคลื่อนที่เร็ว 1 ชุด.....	38
2.4 รายการเครื่องมือ และอุปกรณ์ดับไฟฟ้ามมาตรฐาน ประจำหน่วยดับไฟฟ้า สำหรับหมุดดับไฟฟ้าขนาดใหญ่ 1 หมู.....	39
2.5 การวิเคราะห์ SWOT เลือกเครื่องมือดับไฟฟ้าที่เหมาะสมในการพัฒนาความสามารถ ในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดไฟฟ้า.....	40
2.6 การวิเคราะห์เครื่องมือดับไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน.....	44
2.7 หลักการและข้อสนับสนุนในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้.....	51
2.8 ตัวชี้วัดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้.....	55
2.9 ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนร่างกายชายไทยทั่วประเทศ อายุ 17-49 ปี.....	57
2.10 ค่าคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุที่ผู้วิจัยศึกษา.....	72
3.1 สถิติการเกิดไฟฟ้า และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (รายจังหวัด).....	84
3.2 รายชื่อสถานีควบคุมไฟฟ้า และจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เก็บในแต่ละหน่วย.....	84
4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	92
4.2 เครื่องมือดับไฟฟ้าที่ใช้งานบ่อยที่สุด.....	93
4.3 ปัญหาที่เกิดขณะเตรียมเครื่องมือดับไฟฟ้าขึ้นยานพาหนะ.....	94
4.4 ปัญหาที่เกิดกับการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้าในเวลากลางวัน.....	94
4.5 ปัญหาที่เกิดในการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้าในเวลากลางคืน.....	94
4.6 สภาพเส้นทางในการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้า.....	95
4.7 ลักษณะการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้า.....	95
4.8 อุบัติเหตุจากการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้าที่เคยเกิดกับผู้ตอบแบบสอบถาม.....	96
4.9 วิธีการแก้ปัญหาที่หน่วยงานของผู้ตอบแบบสอบถามเคยปฏิบัติ.....	96
4.10 บริเวณที่เครื่องมือดับไฟฟ้ามักเสียหาย.....	97
4.11 ปัญหาที่เกิดกับเครื่องมือดับไฟฟ้า.....	97
4.12 สาเหตุที่ทำให้เครื่องมือดับไฟฟ้าเสียหาย.....	98
4.13 สิ่งที่ต้องการขณะเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้า.....	98
4.14 สิ่งที่ต้องการขณะดับไฟฟ้า.....	99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.15 คุณสมบัติที่ต้องการให้มีในเครื่องมือดับไฟฟ้า.....	99
4.16 น้ำหนักของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้า.....	100
4.17 วิธีการพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ต้องการ.....	100
4.18 ความยาวของด้ามที่ตบไฟ คราด และครอบไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการใช้ดับไฟฟ้า.....	100
4.19 ความยาวของด้ามที่ตบไฟ คราด และครอบไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการพกพา.....	101
4.20 สภาพปัญหาอื่นๆ ที่เกิดขณะเดินเข้าพื้นที่เกิดไฟฟ้า.....	101
4.21 สิ่งที่เจ้าหน้าที่ต้องการเพิ่มเติมเพื่อให้เครื่องมือดับไฟฟ้ามีประสิทธิภาพในการทำงาน.....	102
4.22 ข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ของเครื่องมือดับไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทย.....	104
4.23 รูปแบบและผลการประเมินการออกแบบมือจับบริเวณปลายด้ามครั้งที่ 1.....	106
4.24 รูปแบบและผลการประเมินการออกแบบมือจับบริเวณกลางด้ามครั้งที่ 1.....	109
4.25 รูปแบบและผลการประเมินการออกแบบตัวด้ามครั้งที่ 1.....	110
4.26 รูปแบบและผลการประเมินการออกแบบส่วนหัวครั้งที่ 1.....	111
4.27 รูปแบบและผลการประเมินการเลือกใช้ตัวยึดข้อต่อครั้งที่ 1.....	113
4.28 รูปแบบและผลการประเมินการออกแบบสายสะพายด้ามครั้งที่ 1.....	114
4.29 ผลการประเมินการออกแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าครั้งที่ 2.....	115
4.30 ผลการประเมินการออกแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าโดยผู้ทรงคุณวุฒิ.....	118
4.31 ผลการชั่งน้ำหนักเครื่องมือดับไฟฟ้า.....	121
4.32 ผลการวัดความยาวจากปลายส่วนหัวจนถึงปลายด้ามเครื่องมือดับไฟฟ้า.....	121
4.33 ผลการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของด้ามเครื่องมือดับไฟฟ้า.....	121
4.34 ผลการทดสอบการงอตัวด้ามเครื่องมือดับไฟฟ้า.....	122
4.35 ผลการจับเวลาการเดินเท้าในเส้นทางราบระยะทาง 1 กิโลเมตร.....	123
4.36 ผลการจับเวลาการเดินเท้าในเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15% ระยะทาง 1.3 กิโลเมตร..	124
4.37 ผลการทดสอบที่ของการเดินเท้าในเส้นทางราบระยะทาง 1 กิโลเมตร.....	125
4.38 ผลการทดสอบที่ของการเดินเท้าในเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15% ระยะทาง 1.3 กิโลเมตร.....	126
4.39 ความสัมพันธ์ของความลาดชันกับรูปแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า.....	127
4.40 ความสัมพันธ์ของวิธีการพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้ากับรูปแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า.....	128
4.41 ความพึงพอใจต่อการทดลองใช้งานต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า.....	132
4.42 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน.....	135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.43 ความพึงพอใจต่อต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า.....	138
4.44 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่มีต่อเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ.....	140
5.1 เป้าหมายในการออกแบบแต่ละชิ้นส่วนของเครื่องมือดับไฟฟ้า.....	144
5.2 รายละเอียดค่าใช้จ่ายในการสร้างต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าต่อ 1 ชุด.....	155
6.1 รูปแบบมือจับบริเวณปลายด้ามของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ได้รับการพัฒนา.....	188
6.2 รูปแบบมือจับบริเวณกลางด้ามของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ได้รับการพัฒนา.....	190
6.3 รูปแบบตัวด้ามของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ได้รับการพัฒนา.....	191
6.4 รูปแบบส่วนหัวของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ได้รับการพัฒนา.....	194
6.5 รูปแบบตัวยึดข้อต่อของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ได้รับการพัฒนา.....	195
6.6 รูปแบบสายสะพายของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ได้รับการพัฒนา.....	196
6.7 อัตรากำลังของเจ้าหน้าที่ดับไฟฟ้าภาคเหนือ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557.....	203
6.8 อัตรากำลังของหน่วยส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าภาคเหนือ 34 หน่วย.....	206

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1	กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย..... 7
2.1	แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยไฟฟ้าในภาคเหนือจัดตามเปอร์เซ็นต์ความเสี่ยงต่อการเกิดไฟฟ้า.. 14
2.2	การจัดหมุดดับไฟฟ้าขนาดเล็ก..... 16
2.3	การจัดหมุดดับไฟฟ้าขนาดใหญ่..... 17
2.4	ความลำบากในการเดินเท้าเข้าพื้นที่ป่า..... 23
2.5	ตัวอย่างเครื่องจักรกลที่ใช้ในงานดับไฟฟ้า ได้แก่ เฮลิคอปเตอร์โปรยน้ำ รถแทรกเตอร์ รถขนเครื่องสูบน้ำ และรถดับเพลิง ตามลำดับ..... 37
2.6	เครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ในงานดับไฟฟ้า ได้แก่ (ก) ที่ดับไฟ (ข) ครอบไฟฟ้า (ค) คราด (ง) ถังฉีดน้ำดับไฟฟ้า (จ) ขวาน และ (ช) เครื่องพ่นลมดับไฟฟ้า ตามลำดับ..... 38
2.7	(ก) ที่ดับไฟชนิดสามใบ และ (ข) ที่ดับไฟชนิดสองใบ..... 41
2.8	ครอบไฟฟ้า..... 42
2.9	(ก) คราดที่ขายตามท้องตลาด และ (ข) คราดที่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าผลิตขึ้นเอง..... 43
2.10	กระบวนทัศน์การออกแบบของ Olavi Lindén..... 48
2.11	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในการทำสวนของบริษัทพิศดารส์..... 49
2.12	ขั้นตอนการสร้างลำดับขั้นเพื่อการเข้าถึงการออกแบบ..... 53
2.13	สัดส่วนร่างกายและระยะการก้าวเท้าของชายไทย..... 58
2.14	ลักษณะการลงเท้า..... 58
2.15	ลักษณะแรงกระทำกับหัวเข่าขณะขึ้นบันได..... 59
2.16	ลักษณะหัวเข่าขณะลงบันไดซึ่งมีนัยสำคัญกับองศาในการงอหัวเข่า..... 59
2.17	ท่าทางการใช้งานเครื่องมือดับไฟฟ้าที่เหมาะสมกับชายไทยโดยประมาณ..... 60
2.18	(ก) การก้มตัวโดยไม่จำเป็น (ข) ผลของระยะห่างในการจับด้ามต่อการก้มตัว (ค) การยกด้ามสูงเกินความจำเป็น..... 61
2.19	(ก) อุปกรณ์มือจับ “D-grip” (ข) การใช้งานอุปกรณ์มือจับ “D-grip”..... 62
2.20	ตัวอย่างการเลือกวัสดุทรงกระบอกยาว 200 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. และมีน้ำหนักไม่เกิน 0.25 กก. เพื่อรองรับแรงกระทำขนาด 50 กิโลนิวตัน..... 67
2.21	แผนภาพเปรียบเทียบราคาวัสดุวิศวกรรม..... 68
2.22	ตัวอย่างแผนภาพของ แอชปี..... 69
4.1	ผลการวิเคราะห์ลำดับขั้นเพื่อการเข้าถึงการออกแบบ..... 103
4.2	ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องมือดับไฟฟ้าทั้ง 6 ชิ้น..... 105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.3	การปรับปรุงทรงของมือจับบริเวณปลายด้าม..... 108
4.4	ภาพแสดงองศาการงอของมือจับ..... 108
4.5	ภาพลักษณะการเพิ่มความแข็งแรงให้กับรอยเชื่อม..... 116
4.6	ภาพเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 1..... 117
4.7	ภาพเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 3..... 117
4.8	ภาพเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 4..... 118
4.9	ผลิตภัณฑ์ต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าที่ปรับปรุงจากรูปแบบที่ 3 ประกอบด้วย (ก) ส่วนหัวของที่ตบไฟ (ข) ส่วนหัวของครอบไฟป่า และ (ค) ตัวด้าม..... 119
4.10	การวัดค่าทางกายภาพของเครื่องมือดับไฟป่า..... 120
4.11	การทดสอบจับเวลาการเดินทางในสภาพภูมิประเทศจริง..... 120
4.12	การเตรียมการก่อนทดสอบจับเวลาการเดินทางในสภาพภูมิประเทศจริง..... 122
4.13	แผนภาพแสดงเวลาเฉลี่ยของการเดินทางในเส้นทางราบระยะทาง 1 กิโลเมตร..... 123
4.14	แผนภาพแสดงเวลาเฉลี่ยของการเดินทางในเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15% ระยะทาง 1.3 กิโลเมตร..... 125
4.15	การทดลองใช้งานเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในภูมิประเทศจริงเป็นเวลา 1 เดือน.. 130
4.16	เจ้าหน้าที่สัมผัสต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าด้วยตนเอง แล้วประเมินความพึงพอใจ เครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ..... 134
5.1	ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องมือดับไฟป่าทั้ง 6 ชิ้น..... 145
5.2	ภาพเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 1..... 146
5.3	ภาพเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 3..... 146
5.4	ภาพเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 4..... 147
5.5	การประเมินรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านไฟฟ้า..... 147
5.6	ผลิตภัณฑ์ต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าที่ปรับปรุงจากรูปแบบที่ 3 ประกอบด้วย (ก) ส่วนหัวของที่ตบไฟ (ข) ส่วนหัวของครอบไฟป่า และ (ค) ตัวด้าม..... 148
6.1	ตัวอย่างแบบจำลองมือจับบริเวณปลายด้ามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น..... 189
6.2	ตัวอย่างแบบจำลองมือจับบริเวณกลางด้ามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น..... 189
6.3	ตัวอย่างแบบจำลองตัวด้ามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น..... 193
6.4	ตัวอย่างแบบจำลองส่วนหัวของเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น..... 193
6.5	ภาพเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 1 ครั้งที่ 1..... 198

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
6.6 ภาพเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 2 ครั้งที่ 1.....	198
6.7 ภาพเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 3 ครั้งที่ 1.....	199
6.8 ภาพเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 4 ครั้งที่ 1.....	199
6.9 ภาพเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 1 ครั้งที่ 2.....	200
6.10 ภาพเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 3 ครั้งที่ 2.....	200
6.11 ภาพเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 4 ครั้งที่ 2.....	201
6.12 ป้ายสถานีควบคุมไฟฟ้าเชียงราย.....	209
6.13 ไฟฟ้าที่เกิดในพื้นที่ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย ซึ่งอยู่ห่างไกลจากถนนมาก.....	209
6.14 ไฟฟ้าที่เกิดในพื้นที่ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย ซึ่งเกิดขึ้นในเวลากลางคืน.....	209
6.15 ไฟฟ้าที่เกิดในป่าสน ณ ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย.....	210
6.16 การติดตามสังเกตการดับไฟฟ้า ณ ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย.....	210
6.17 การใช้กิ่งไม้ดับไฟเนื่องจากนำเครื่องมือดับไฟเข้าไปผิดชนิด (ซ้าย) และลักษณะป่าที่เข้าดับไฟได้ลำบาก (ขวา).....	210
6.18 ผู้วิจัยทดลองใช้เครื่องมือดับไฟฟ้าในสถานการณ์จริง.....	211
6.19 ชิ้นงานก่อนทดสอบการงอด้ามในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม.....	211
6.20 การทดสอบการงอด้ามในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม.....	211
6.21 เจ้าหน้าที่ทดลองใช้ต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าในภูมิภาคจริงเป็นเวลา 1 เดือน.....	212
6.22 สภาพต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าหลังทดลองใช้งานเป็นเวลา 1 เดือน.....	212
6.23 เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าทดลองสัมผัสต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า.....	213
6.24 ผู้วิจัยนำเสนอต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า และให้เจ้าหน้าที่ประเมินความพึงพอใจในต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า.....	213

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาไฟป่าของประเทศไทยในปัจจุบันทวีความรุนแรงขึ้น จนส่งผลกระทบต่อความสมบูรณ์ของป่า และสร้างปัญหามลพิษทางอากาศให้กับประชาชนเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในพื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ซึ่งพบว่ามียางานการเกิดไฟป่ามากที่สุดในประเทศ จากสถิติการปฏิบัติงานดับไฟป่า ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 ของสำนักป้องกันปราบปราม และควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช พบว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าได้มีการออกปฏิบัติงานทั้งสิ้น 5,257 ครั้ง โดยเป็นการปฏิบัติงานในภาคเหนือมากถึง 3,274 ครั้ง และมีพื้นที่ป่าในภาคเหนือถูกไฟไหม้ประมาณ 31,640 ไร่ อีกทั้งพบว่าช่วงฤดูไฟป่าของประเทศไทยนั้นมีระยะเวลายาวนานถึง 6 เดือน คือตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนพฤษภาคมของทุกปี ซึ่งช่วงเดือนมีนาคมจะเป็นช่วงที่มีการเกิดไฟป่าบ่อยครั้งที่สุดและมีความรุนแรงมากที่สุด อันเป็นผลจากสภาพภูมิประเทศที่เป็นที่ลาดชัน ล้อมรอบไปด้วยภูเขาสูง สภาพอากาศมีความแปรปรวนสูงอีกทั้งเป็นช่วงรอยต่อระหว่างฤดูหนาว และฤดูร้อนจึงมีสภาพอากาศที่แห้งแล้ง ร้อนจัด ลมแรง และฝนน้อย โดยเฉพาะในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอล นีโญ (El Nino) จะยิ่งส่งผลให้ช่วงที่เกิดความแห้งแล้งมีระยะเวลาที่ยาวนานยิ่งขึ้น ทำให้ต้นไม้ ไม้ ชากพืชต่างๆ ในป่านั้นมีลักษณะที่แห้งจนสามารถติดไฟได้ง่าย

ภูมิประเทศส่วนใหญ่ในภาคเหนือของไทยมีลักษณะที่แตกต่างจากภาคอื่นของประเทศ คือ มีพื้นที่เป็นภูเขาสลับซับซ้อน มีความสูงและความลาดชันมากที่สุด (สุชาติ โภชฌงค์. 2553) ลักษณะของป่าประกอบไปด้วยพืชพรรณที่ขึ้นอยู่ปะปนกันหลากหลายชนิดซึ่งเป็นลักษณะของป่าเบญจพรรณ โดยพืชพรรณที่ส่งผลโดยตรงกับไฟป่าได้แก่ ต้นไผ่ ต้นหญ้า ต้นสัก และต้นสน ซึ่งสามารถติดไฟได้ง่าย ประกอบกับปัญหาการลักลอบจุดไฟเพื่อบุกรุกพื้นที่ป่า ล่าสัตว์ และการหาของป่าของประชาชนที่มีวิธีการดำรงชีวิตไม่เน้นการอยู่ร่วมกันกับป่าอย่างยั่งยืน ส่งผลให้เกิดไฟป่าขึ้นได้อย่างง่ายดาย สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความรุนแรงของไฟป่าในภาคเหนือหากปราศจากการควบคุม ไฟจึงลุกลามได้อย่างรวดเร็ว ควบคุมได้ยากเมื่อเกิดไฟป่า และทำให้ไฟป่าขนาดเล็กสามารถขยายตัวเป็นไฟป่าขนาดใหญ่ได้ภายในเวลาอันสั้น ดังที่เคยเกิดไฟป่าครั้งใหญ่ที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งในปี 2537 และ 2541 หรือการเกิดไฟป่าครั้งใหญ่ที่ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ในปี 2541 เป็นต้น ซึ่งล้วนต้องใช้เวลาหลายวันหรือหลายสัปดาห์ในการควบคุมไฟป่า นี่จึงเป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าที่ต้องเร่งเข้าควบคุมไฟป่าที่เกิดขึ้นทุกครั้งให้ได้โดยเร็วที่สุด แม้ว่าไฟป่าในประเทศไทยนั้นจะมีความรุนแรงน้อยกว่าประเทศในทวีปอเมริกา ออสเตรเลีย หรือยุโรป เนื่องจากตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น แต่ในทุกปีก็ยังมีเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจำนวนไม่น้อยที่ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บาดเจ็บในระหว่างการปฏิบัติงาน ดังเช่นโศกนาฏกรรมที่เคยเกิดในปฏิบัติการดับไฟป่าในพื้นที่ข้างเคียงดอยตุง จังหวัดเชียงราย เมื่อวันที่ 8 เมษายน พ.ศ. 2539 ทำให้ต้องสูญเสียเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า 5 นาย หรือเหตุการณ์รถชนเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าตกเหวที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ขณะเดินทางไปช่วยดับไฟป่าที่กำลังไหม้หม้อบ้านเรือนของชาวกะเหรี่ยงคะยยะ ในศูนย์พักพิงผู้หลบหนีภัยจากการสู้รบบ้านแม่สุริน เมื่อวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2556 ทำให้มีเจ้าหน้าที่เสียชีวิต 2 นาย และบาดเจ็บนับ 10 นาย โดยเหตุการณ์ไฟป่าไหม้หม้อศูนย์พักพิงผู้หลบหนีภัยจากการสู้รบบ้านแม่สุรินนี้ทำให้มีชาวกะเหรี่ยงคะยยะเสียชีวิตไปมากกว่า 40 คน และบ้านเรือนเสียหายไปอีกกว่า 300 หลังคาเรือน

เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าของภาคเหนือทำงานในหน้าที่เช่นเดียวกับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าของทุกภาคในประเทศไทยคือการสร้างความร่วมมือกับชุมชน การให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาไฟป่าแก่ประชาชนในพื้นที่ในเวลาปกติเป็นสิ่งสำคัญ และเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูไฟป่า หน้าที่หลักของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าคือการเตรียมความพร้อมเพื่อเผชิญกับไฟป่า โดยเมื่อมีการตรวจพบการเกิดไฟป่าขึ้น เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าที่อยู่ใกล้จุดเกิดไฟป่ามากที่สุดจะต้องรีบเดินทางเข้าไปควบคุมไฟป่าให้ได้โดยเร็ว เพื่อจำกัดความเสียหายที่จะเกิดจากไฟป่านั้นให้ได้มากที่สุด การเข้าถึงจุดเกิดไฟป่านั้นจำเป็นต้องใช้วิธีการเดินเท้าเป็นหลัก เนื่องจากพื้นที่ป่าในภาคเหนือส่วนใหญ่มีความทุรกันดาร อีกทั้งยังยานพาหนะต่างๆ ไม่สามารถใช้งานได้ ในการเดินบางครั้งอาจต้องสร้างเส้นทางเดินป่าใหม่ หรือเดินออกนอกเส้นทางเดินป่าที่มีอยู่เดิมเพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการเข้าถึงพื้นที่ หากเจ้าหน้าที่ไม่มีความชำนาญมากพออาจมีโอกาสดเกิดการหลงป่าได้โดยเฉพาะในเวลากลางคืน ซึ่งจะยิ่งส่งผลให้เกิดอันตรายในการปฏิบัติหน้าที่สูงขึ้น เนื่องจากในเวลากลางคืนจะไม่สามารถมองเห็นควันไฟ ทิศทางลม สภาพป่า และภูมิประเทศได้ชัดเจน ทำให้ความสามารถในการประเมินสถานการณ์ของเจ้าหน้าที่ลดลง ส่งผลต่อการวางแผนปฏิบัติงานและการเตรียมความพร้อมด้านความปลอดภัย

จากที่ผู้วิจัยได้ลงสำรวจพื้นที่และร่วมเดินทางไปปฏิบัติหน้าที่กับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าของสถานีควบคุมไฟป่าเชียงราย ณ ดอยแม่สะลอง ระหว่างวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2557 ถึงวันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2557 เป็นเวลา 10 วัน เพื่อสังเกตการทำงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจำนวน 60 คน ผู้วิจัยพบว่าความรุนแรงของไฟป่าในภาคเหนือนั้นสามารถทำอันตรายต่อเจ้าหน้าที่จนถึงแก่ชีวิตได้ เนื่องจากขณะเกิดไฟป่าจะมีควันไฟปริมาณมาก ส่งผลให้ความสามารถในการมองเห็นทำได้เพียงในระยะประมาณ 10 เมตร และต้องสูดดมควันไฟเหล่านั้นเป็นเวลานานก่อให้เกิดความระคายเคือง แสบตา สำลักควันและอาจรุนแรงจนถึงขึ้นขาดอากาศหายใจ ประกอบกับความร้อนจากเปลวไฟที่สามารถทำอันตรายต่อผิวหนัง เกิดเป็นแผลพุพอง แผลไฟไหม้และยังทำให้อุณหภูมิในร่างกายของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าเพิ่มสูงขึ้นจนเกิดอาการเหนื่อยล้าง่าย หดแรง หายใจไม่ทัน และอาจส่งผลให้หมดสติได้ สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อความปลอดภัยในชีวิตของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าทั้งในระยะสั้นและระยะยาว แต่ขณะเดียวกัน ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าไม่มีการป้องกันตนเองที่ดีพอ นั่นคือมีเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าเพียง 2 คนที่ใช้ผ้าปิดปากป้องกันควันไฟขณะปฏิบัติงานทั้งนี้เจ้าหน้าที่

ควบคุมไฟป่าเลือกความสะดวกในการทำงานมากกว่าความปลอดภัยของตนเอง และใช้เครื่องแต่งกายเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ไม่ได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสมหรือมีคุณภาพ เช่น การใช้หน้ากากอนามัยซึ่งไม่ใช่อุปกรณ์สำหรับป้องกันควันไฟปิดปากและจมูกขณะดับไฟ การสวมเสื้อที่ใช้ผ้าใยสังเคราะห์ซึ่งไม่ทนไฟ เสื้อไม่ได้รับการเสริมการป้องกันอันตรายจากความร้อนหรือเปลวไฟที่จะทำอันตรายกับส่วนต่างๆ ของร่างกาย

ผู้วิจัยจึงสัมภาษณ์เชิงลึกกับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าที่มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 5 ปี จำนวน 5 นาย ได้แก่ นายผ่อง วงศ์ตา นายไพโรจน์ จันทร์แก้ว นายประเสริฐ คำจริง นายพนม ต๊ะเป้งป็น และนายเตี้ยว ต๊ะเป้งป็น วันที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2557 ช่วงเวลา 11.00 – 15.30 น. ณ สถานีควบคุมไฟฟ้าเชียงราย ซึ่งได้ข้อสรุปตรงกันว่า พื้นที่ป่าส่วนใหญ่เป็นที่ลาดชัน การเดินเท้าเข้าไปยังพื้นที่เกิดไฟป่าจึงเป็นวิธีที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับเจ้าหน้าที่ทั่วไปที่ไม่มีความสามารถในการไต่ตัวลงมาจากเฮลิคอปเตอร์ ในการเดินทางนั้นจะต้องใช้เวลาให้น้อยที่สุดเพื่อควบคุมความเสียหาย และเพื่อให้แผนการดับไฟเป็นไปตามที่กำหนดไว้ โดยอาจมีการสร้างเส้นทางเดินตัดป่าใหม่ หรือการเดินทางตามลำห้วยเพื่อให้สามารถเข้าถึงพื้นที่และปฏิบัติตามแผนการดับไฟป่าได้โดยเร็ว เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าจะต้องพกพาเครื่องมือดับไฟป่าติดตัวเข้าไปด้วย คือ ที่ดับไฟ ครอบไฟป่า คราด ถังฉีดน้ำดับไฟป่า เสื้อกันครูด มิดและขวาน โดยเจ้าหน้าที่จะเลือกพกพาเครื่องมือไปเพียงคนละ 2-3 ชิ้น ตามคำสั่งของหัวหน้าหน่วยปฏิบัติการเพื่อไม่ให้เป็นการต่อการเดินทางมากเกินไป ผู้วิจัยพบว่า ที่ดับไฟและคราด ที่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าเชียงรายใช้นั้น มีความแตกต่างจาก ที่ดับไฟและคราดที่ใช้ในพื้นที่อื่นของประเทศนั้นคือ ใช้ที่ดับไฟชนิดสองใบ เนื่องจากมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบากว่าที่ดับไฟชนิดสามใบ และให้ประสิทธิภาพในการดับไฟที่ดีกว่า อีกทั้งคราดที่มีจำนวนซี่ฟันเพียง 4 ซี่และยาวซี่ละ 12 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าคราดโดยทั่วไปที่มีจำนวนซี่ฟัน 10-15 ซี่และยาวซี่ละ 5-8 เซนติเมตร เนื่องจากความต้องการใช้คราดที่มีน้ำหนักเบา พกพาง่าย มีความแข็งแรง และเหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ที่เป็นป่าสน

อย่างไรก็ตามเครื่องมือเหล่านั้นมักก่อให้เกิดความลำบากในการเดินเท้าเข้าพื้นที่ที่เป็นป่ารก เช่น ส่วนด้ามของ ที่ดับไฟ ครอบไฟป่า และคราด มีความยาว 1.5-2 เมตร ทำให้ไม่สะดวกในการเดินทางและเกิดความล่าช้า ขณะเดินทางผ่านป่าที่มีต้นไม้ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น หรือมีเถาวัลย์จำนวนมาก เนื่องจากส่วนด้าม หรือบางส่วนของเครื่องมือ 3 ชิ้นนี้มักไปเกี่ยวเข้ากับเถาวัลย์ หรือกิ่งไม้ อีกทั้งน้ำหนักของเครื่องมือเหล่านี้จะอยู่ที่ 1.5-3 กิโลกรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ที่นำมาทำด้าม ซึ่งถ้ามมีน้ำหนักมากทำให้เจ้าหน้าที่เกิดความอ่อนล้าได้ง่าย ด้วยลักษณะของด้ามที่ยาวและน้ำหนักของเครื่องมือที่มาก ทำให้ไม่สามารถใช้เครื่องมือในการช่วยพยุงตัวในขณะที่เดินในที่ลาดชัน หรือแม้แต่การใช้มือเปล่าในการปีนป่ายเนื่องจากต้องคอยถือเครื่องมือไว้ตลอดเวลา เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าจึงต้องการเครื่องมือดับไฟป่าที่มีน้ำหนักไม่เกิน 1 กิโลกรัม และผู้วิจัยยังพบปัญหาการคาดการณ์สถานการณ์ที่ผิดพลาดเมื่อมีการนำเอาเครื่องมือเข้าไปแล้วไม่สามารถใช้งานได้ หรือเครื่องมือที่นำเข้าไปนั้นผิดประเภทส่งผลให้เกิดความไม่สะดวกในการดับไฟป่า เช่น เหตุการณ์ที่เจ้าหน้าที่คาดการณ์ว่าต้องใช้คราดเพื่อเข้าไปทำแนวกันไฟรอบพื้นที่ป่าสน จึงเลือกที่จะนำเพียงคราดติดตัวไปเนื่องจากต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในสื่อออนไลน์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดินเป็นระยะทางไกล แต่เมื่อเข้าไปถึงจุดเกิดไฟป่ากลับพบว่าไฟป่าได้ลุกลามเข้าพื้นที่ป่าเต็งรัง ซึ่งจำเป็นต้องใช้ที่ดับไฟในการดับไฟป่าแต่เจ้าหน้าที่ไม่สามารถกลับออกมาเพื่อเอาที่ดับไฟได้ เจ้าหน้าที่จึงเลือกใช้กิ่งไม้เพื่อดับไฟป่าแทน ส่งผลให้การดับไฟป่าเป็นไปด้วยความยากลำบาก ด้วยเหตุนี้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจึงต้องการเครื่องมือที่สามารถปรับ เปลี่ยนการทำงานได้ง่าย ทำงานได้หลายหน้าที่ สามารถปรับขนาดได้ มีขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบา มีความแข็งแรงมากพอต่อการใช้งาน และสามารถซ่อมบำรุงได้ง่ายๆ ด้วยตัวเจ้าหน้าที่เอง

จากข้อมูลดังกล่าวนี้จะเห็นได้ว่า ความสะดวกและความปลอดภัย ล้วนเป็นปัญหาสำคัญในการจัดการกับไฟป่า โดยปัญหาความปลอดภัยนั้นได้ถูกกำหนดเป็นนโยบายขององค์กรแล้ว ดังนั้นจึงควรแก้ปัญหาด้วยการสร้างความตระหนักและการบังคับใช้นโยบายอย่างจริงจัง ส่วนปัญหาความไม่สะดวกในการเดินทางของเจ้าหน้าที่นั้นเหมาะสมที่จะแก้ปัญหาด้วยการออกแบบเนื่องจากเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการใช้งานผลิตภัณฑ์ จึงเป็นเหตุให้ผู้วิจัยสนใจพัฒนาที่ดับไฟ ครอบไฟป่า และคราด ด้วยทฤษฎีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนรูปร่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพกพาเครื่องมือขณะเดินเท้าและใช้กระบวนการออกแบบที่ผู้ใช้มีส่วนร่วมในการออกแบบ ภายใต้หลักการยศาสตร์เพื่อให้เครื่องมือที่ผู้วิจัยทำการพัฒนาขึ้นมีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดร่างกายของคนไทย สร้างความสะดวกสบายในการพกพาและใช้งาน ง่ายต่อการทำความเข้าใจในการใช้งาน เพิ่มความปลอดภัยในการเดินทาง ช่วยให้การเดินทางสะดวกขึ้นหรือไม่เป็นภาระในการเดินทางของเจ้าหน้าที่ และสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบ มีขั้นตอนในการดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก สามารถนำไปผลิตในเชิงอุตสาหกรรมเพื่อนำไปใช้ในงานดับไฟป่าในภูมิภาคอื่นและจัดการกับอัคคีภัยได้อย่างแพร่หลายต่อไป

## 1.2 คำถามของการวิจัย

1.2.1 เครื่องมือดับไฟป่าที่ช่วยให้การเดินทางเท้าเข้าพื้นที่เกิดเหตุของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าทำได้สะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยขึ้นควรมีรูปลักษณ์อย่างไร

1.2.2 เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจะมีความพึงพอใจต่อเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นหรือไม่ อย่างไร

## 1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 พัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าที่สามารถช่วยให้การเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือของไทยเกิดความสะดวก และรวดเร็วมากขึ้น

1.3.2 ศึกษาความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าที่มีต่อรูปแบบเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1.4.1 ที่ตบไฟ ครอบไฟฟ้า และคราดที่ผู้วิจัยพัฒนาสามารถช่วยให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

1.4.2 ความสัมพันธ์ของสภาพพื้นที่ลาดชันของป่าภาคเหนือ และวิธีการพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้า มีผลต่อการกำหนดรูปแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

## 1.5 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental research) แบบ Posttest-Only (nonequivalent control group design) เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัย เรื่องการพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้าที่สามารถช่วยให้การเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในพื้นที่ภาคเหนือของไทยเกิดความสะดวก และรวดเร็วมากขึ้น

### 1.5.1 ตัวแปร

#### 1.5.1.1 ตัวแปรต้น ได้แก่

- 1) ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ เพศ ความสูง น้ำหนัก และประสบการณ์การดับไฟฟ้า
- 2) วิธีการพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้า
- 3) ความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า
- 4) ความรุนแรงของไฟฟ้า
- 5) สภาพพื้นที่ลาดชันของป่าภาคเหนือ

1.5.1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ รูปแบบและประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ตบไฟ ครอบไฟฟ้าและคราด และความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า

1.5.1.3 ตัวแปรแทรกซ้อน ได้แก่ ความเหนื่อยล้า และปัญหาสุขภาพของเจ้าหน้าที่ผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟฟ้า

### 1.5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.2.1 ประชากร ประกอบด้วยเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในเขต 9 จังหวัด ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ทั้งสิ้น 72 หน่วย จำนวน 2,059 คน

1.5.2.2 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 429 คน ที่ความเชื่อมั่น 95% กำหนดโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ G\*Power

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.5.3 พื้นที่ที่ใช้ในการวิจัย

พื้นที่ปฏิบัติงานดับไฟฟ้าในเขต 6 จังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ซึ่งสุชาติ โภชฌงค์ (2553) ได้ประเมินให้เป็นพื้นที่ที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟฟ้าในระดับสูง โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดลำปาง จังหวัดพะเยา และจังหวัดน่าน

### 1.5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.5.4.1 แบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการ

1.5.4.2 แบบประเมินการออกแบบและประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า

1.5.4.3 แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า

1.5.4.4 แบบสอบถามความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ

### 1.5.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1.5.5.1 นาฬิกาจับเวลา เพื่อวัดความเร็วในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า

1.5.5.2 กล้องถ่ายภาพ เพื่อจับภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวระหว่างการทดสอบเครื่องมือดับไฟฟ้า

1.5.5.3 เครื่องบันทึกเสียง เพื่อบันทึกการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า

1.5.5.4 เครื่องมือทดสอบทางวิศวกรรม เพื่อหาคุณสมบัติทางกลของเครื่องมือดับไฟฟ้า

1.5.5.5 คอมพิวเตอร์แบบพกพา เพื่อการบันทึกข้อมูลการทดลอง และใช้สำหรับการออกแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

### 1.5.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) t-test และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) โดยทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

## 1.6 ขั้นตอนของการวิจัย

1.6.1 รวบรวม และศึกษาทำความเข้าใจข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้อง

1.6.2 วิเคราะห์รูปแบบ ลักษณะและการทำงานของเครื่องดับไฟฟ้าที่มีอยู่เดิม

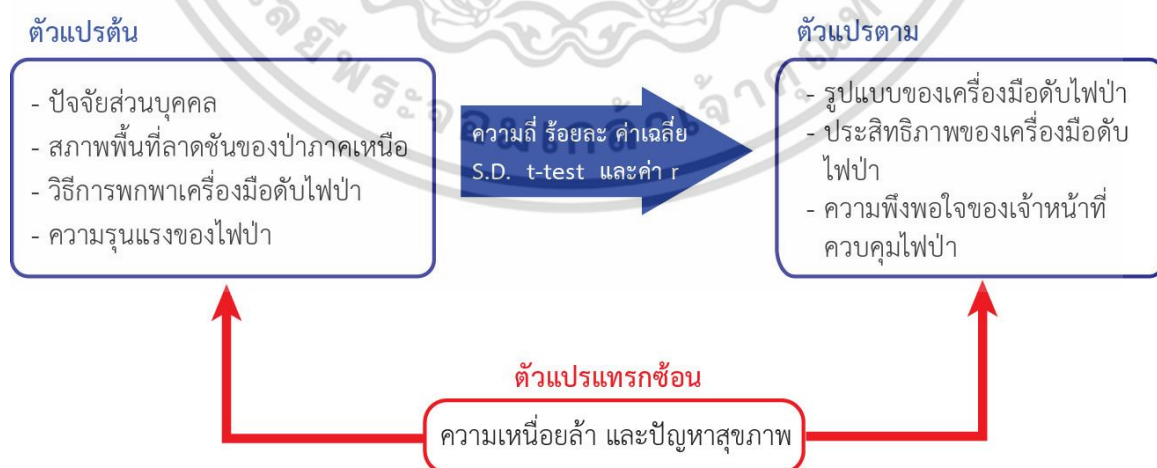
1.6.3 สอบถามเพื่อศึกษาสภาพปัญหา และความต้องการของกลุ่มตัวอย่างเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทย

1.6.4 วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดเพื่อออกแบบและพัฒนา

1.6.5 ออกแบบและร่างแบบภายใต้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ที่ปรึกษา

- 1.6.6 พัฒนารูปแบบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
- 1.6.7 วิเคราะห์และคัดเลือกรูปแบบที่เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
- 1.6.8 สร้างแบบจำลอง (Mock-up & Model) เพื่อทดลองใช้งาน
- 1.6.9 ประเมินแบบจำลองเครื่องมือดับไฟฟ้าโดยผู้ทรงคุณวุฒิ
- 1.6.10 วิเคราะห์ สรุปผล เพื่อพัฒนาเป็นแบบสุดท้าย
- 1.6.11 สร้างต้นแบบ (Prototype) เครื่องมือดับไฟฟ้าจำนวน 10 ชุด ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ที่ปรึกษา
- 1.6.12 ทดสอบประสิทธิภาพตามลักษณะการใช้งานจริงของต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าคือ ที่ดับไฟ ครอบไฟฟ้า และคราดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เปรียบเทียบกับเครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิมด้วย เครื่องมือวัดว่าทางวิศวกรรมแล้วบันทึกค่าที่วัดได้
- 1.6.13 ทดสอบประสิทธิภาพของต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าด้วยการทดลองการใช้งานที่ดับไฟ ครอบไฟฟ้า และคราดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เปรียบเทียบกับเครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิมกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มในสถานการณ์จริงเป็นเวลา 1 เดือน แล้วสอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มหลังการทดลอง
- 1.6.14 นำเสนอต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าคือที่ดับไฟ ครอบไฟฟ้า และคราดที่ผ่านการพัฒนาแล้วต่อเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทย พร้อมสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบ และการใช้งานเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
- 1.6.15 วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล
- 1.6.16 รายงานผลการวิจัยในรูปแบบเล่มวิทยานิพนธ์

## 1.7 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

วาดโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.8 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.8.1 ผู้วิจัยได้ใช้พื้นที่ของสถานควบคุมไฟฟ้าเชียงราย ในการทดสอบเครื่องมือดับไฟฟ้า เนื่องจากลักษณะของพื้นที่เป็นป่าเบญจพรรณ ผสมกับ ป่าสน และป่าไผ่ ซึ่งเป็นป่าส่วนใหญ่ของภาคเหนือ ผลการวิจัยที่ได้จึงอาจไม่สามารถนำไปอ้างอิงถึงสภาพภูมิประเทศและป่าชนิดอื่นได้

1.8.2 ผู้วิจัยวิเคราะห์และศึกษาการใช้งานเครื่องมือดับไฟฟ้าเฉพาะกับไฟฟ้าที่เกิดขึ้นตามพื้นดิน ไม่รวมถึงไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนต้นไม้หรือกิ่งไม้

## 1.9 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.9.1 ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในพื้นที่ภาคเหนือของไทยมีความสะดวก และรวดเร็วมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้การทำภารกิจดับไฟฟ้าสามารถเสร็จได้เร็วขึ้น ช่วยลดโอกาสที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุขณะเดินเท้า และช่วยให้เจ้าหน้าที่เกิดความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องมือดับไฟฟ้าคือที่ดับไฟ ครอบไฟฟ้า และคราด และการปฏิบัติงานของตนเอง

1.9.2 เครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผ่านการพัฒนา สามารถนำไปปรับใช้ในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศใกล้เคียงกับภาคเหนือของประเทศไทย เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย หรือในพื้นที่ของประเทศเพื่อนบ้าน เช่น พม่า และลาว เป็นต้น

1.9.3 สภาพปัญหาในการจัดการไฟฟ้าในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยได้รับการเผยแพร่ให้เป็นที่รับรู้ในวงกว้างมากขึ้น ถึงปัญหาด้านสภาพพื้นที่ในการเกิดไฟฟ้า สภาพการเดินทางเข้าดับไฟฟ้า สภาพเครื่องมือที่ใช้ในการดับไฟฟ้า รวมไปถึงสภาพการทำงานและการใช้ชีวิตของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า เพื่อการกระตุ้นให้สังคมเล็งเห็นถึงความสำคัญของกลุ่มคนที่มีใจรัก และยอมเสียสละตัวเองเข้าไปทำงานที่ยากลำบากและมีความอันตรายเป็นอย่างมาก

1.9.4 ผลการปฏิบัติงานดับไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นจะช่วยให้ความรุนแรงของปัญหาหมอกควันในภาคเหนือตอนบน ที่ส่งผลต่อสุขภาพ การคมนาคมและการใช้ชีวิตของประชาชน ให้เบาบางลง

## 1.10 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.10.1 ความสามารถในการเดินเท้า หมายถึง การที่บุคคลสามารถเดินเท้าไปยังเป้าหมายได้อย่างสะดวกสบาย

1.10.2 เครื่องมือดับไฟฟ้า หมายถึง ที่ดับไฟ ครอบไฟฟ้า และคราด ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการควบคุมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.10.3 การพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้า หมายถึง การปรับปรุง เปลี่ยนแปลง ผสาน รูปแบบ ของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่มีอยู่เดิมให้มีรูปแบบ และการใช้งานที่ตอบสนองต่อความต้องการของ เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่ามากขึ้น

1.10.4 ประสิทธิภาพของเครื่องมือดับไฟฟ้า หมายถึง เครื่องมือดับไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติใน ด้านการพกพา ความปลอดภัยในการใช้งาน ความแข็งแรง น้ำหนักและขนาดของเครื่องมือที่ดีขึ้น เมื่อ เทียบกับเครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเก่า โดยเครื่องมือดับไฟฟ้าเหล่านั้นยังคงความสามารถในการดับไฟฟ้า ได้ไม่น้อยไปกว่าเดิม

1.10.5 ความสะดวกในการเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุ หมายถึง การเดิน การทรงตัว และการ พยุงตัวของเจ้าหน้าที่ เกิดความคล่องตัวและความรวดเร็วในการเดินเท้าเข้าถึงพื้นที่เกิดไฟฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล ทฤษฎี บทความวิชาการ วารสารตีพิมพ์ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐาน และแนวทางในการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้าที่สามารถช่วยให้การเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในพื้นที่ภาคเหนือของไทยเกิดความสะดวกรวดเร็ว และรวดเร็วมากขึ้น ดังนี้

- 2.1 ไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทย
  - 2.1.1 ลักษณะและสาเหตุ
  - 2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมของไฟฟ้า
  - 2.1.3 อันตรายและผลกระทบจากไฟฟ้า
- 2.2 การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า
  - 2.2.1 ช่วงเวลาในการปฏิบัติงาน
  - 2.2.2 ขั้นตอน วิธีการ และอุปสรรคในการควบคุมไฟฟ้า
  - 2.2.3 หลักความปลอดภัยในการควบคุมไฟฟ้า
  - 2.2.4 ข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการไฟฟ้า
- 2.3 เครื่องมือดับไฟฟ้า
  - 2.3.1 ประเภท ลักษณะเครื่องมือ วัสดุ การใช้งาน และการบำรุงรักษา
  - 2.3.2 ปัญหาในการใช้งานเครื่องมือดับไฟฟ้า
  - 2.3.3 มาตรฐานของเครื่องมือดับไฟฟ้า
- 2.4 แนวทางการพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเดินเท้า
- 2.5 ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ
  - 2.5.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ (Design for Transformation)
  - 2.5.2 การยศาสตร์ (Ergonomics)
  - 2.5.3 การให้ผู้บริโภคมีส่วนร่วมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Consumer Co-Creation)
  - 2.5.4 การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
  - 2.5.5 วัสดุศาสตร์ (Materials Science)
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 2.6.1 งานวิจัยภายในประเทศ
  - 2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.1 ไฟป่าในภาคเหนือของประเทศไทย

### 2.1.1 สาเหตุและลักษณะของไฟป่าในภาคเหนือของไทย

#### 2.1.1.1 สาเหตุของการเกิดไฟป่าในภาคเหนือของไทย

พื้นที่ป่าไม้ในภาคเหนือส่วนใหญ่ เป็นป่าเบญจพรรณ (Mixed Deciduous Forest) ปะปนกับป่าเต็งรัง (Dry Deciduous Dipterocarp Forest) และป่าสนเขา (Pine Forest) ซึ่งมีลักษณะเป็นป่าโปร่ง มีการผลัดใบในฤดูแล้ง มีต้นไม้ขนาดเล็ก ถึงขนาดกลาง และมีหญ้าขึ้นแซมในที่โล่ง (ดุสิต พานิชพัฒน์. 2530; ยุพดี เสตพรธณ. 2544; วศิน อิงคพัฒนากุล. 2548) โดยพบว่าพื้นที่ที่เคยถูกใช้ประโยชน์ในการทำเกษตรกรรมของชาวบ้านจะกลายสภาพเป็นทุ่งหญ้า ป่าไผ่ และป่าเสื่อมโทรม ศิริ อัคระอัคร (2539) พบว่าในช่วงฤดูแล้งจะมีโอกาสเกิดไฟป่าสูงที่สุดและมีความรุนแรงมาก เนื่องจากการสะสมตัวของเชื้อเพลิง อันได้แก่ ใบไม้แห้ง กิ่งไม้แห้ง หญ้า ลูกไม้เล็กๆ ไม้พื้นล่าง ต้นไม้เล็กๆ กอไผ่ และไม้พุ่มต่างๆ ในป่าจำนวนมาก พร้อมทั้งลักษณะอากาศในช่วงฤดูแล้งที่มี อุณหภูมิสูง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ลมแรง ประกอบกับภูมิประเทศในภาคเหนือเป็นพื้นที่ลาดชัน มีระยะความใกล้-ไกลจากหมู่บ้าน ถนน แหล่งน้ำ และหน่วยจัดการไฟป่ามาก (สุชาติ โภชฌงค์. 2553) ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้การควบคุมไฟป่านั้นทำได้ยาก ปรากฏข้อมูลรายงานของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ประจำปี พ.ศ. 2556 พบว่ามีกรณีปฏิบัติงานดับไฟป่าในประเทศไทยทั้งสิ้น 5,257 ครั้ง เป็นการปฏิบัติงานในภาคเหนือมากถึง 3,274 ครั้ง โดยสาเหตุของการเกิดไฟป่า 3 อันดับแรกนั้นเกิดจากการกระทำของมนุษย์ทั้งสิ้น ที่เข้ามาหาของป่า 2,956 ครั้ง การล่าสัตว์ 749 ครั้ง และการเผาไร่เพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูกแล้วไฟเกิดการลุกลามเข้าไปในป่า 606 ครั้ง

#### 2.1.1.2 ลักษณะของไฟป่าที่เกิดขึ้นในภาคเหนือของไทย

ศิริ อัคระอัคร (2543) ระบุว่าไฟป่าที่พบในทุกภาคของประเทศไทยเป็นไฟชนิดไฟผิวดิน (Surface Fire) ซึ่งมีเพียงไฟป่าที่เกิดในป่าพรุทางภาคใต้เท่านั้นที่จัดเป็นไฟชนิดไฟใต้ดินแบบไฟกึ่งผิวดินกึ่งใต้ดิน (Semi-Ground Fire) ตามลักษณะของไฟป่าที่ บราวน์ และ เดวิส (Brown A.A. & Davis K.P. 1973) ได้ระบุไว้ โดยถือเอาการลุกไหม้ของเชื้อเพลิงในระดับต่างๆ ตามแนวตั้งเป็นเกณฑ์ ซึ่งกำหนดจากความสูงของจุดที่ไฟเกิดการลุกไหม้เมื่อเทียบกับผิวดิน โดยพฤติกรรมของไฟป่าชนิดไฟผิวดินในภาคเหนือของประเทศไทยนั้น จะมีการเผาไหม้ และลุกลามไปตามเชื้อเพลิงต่างๆ ที่มีอยู่บนพื้นป่า ความรุนแรงของไฟผิวดินขึ้นอยู่กับชนิด ความชื้น และประเภทของเชื้อเพลิงเป็นหลัก โดยความสูงของไฟผิวดินในป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณทั่วไปจะอยู่ที่ 0.5-3 เมตร แต่ในป่าที่มีกอไผ่หรือต้นสนอยู่หนาแน่น ไฟอาจสูงได้ถึง 6 เมตร เนื่องจากไฟจะลุกลามไปตามความสูงของต้นไม้ที่แห้ง และด้วยคุณลักษณะของใบไผ่และใบสนที่มีความชื้นต่ำทำให้สามารถติดไฟได้ง่าย

อันตรายจากไฟฟ้าสามารถพิจารณาได้จากระดับความชื้นของเชื้อเพลิง ซึ่งถูกจัดให้เป็นเกณฑ์ระดับอันตรายของไฟฟ้าไว้ 4 ระดับ คือ 1) ระดับสูงมาก เมื่อความชื้นของเชื้อเพลิงมีน้อยกว่า 15% 2) ระดับสูง เมื่อความชื้นของเชื้อเพลิงอยู่ระหว่าง 15-26% 3) ระดับปานกลาง เมื่อความชื้นของเชื้อเพลิงอยู่ระหว่าง 26-37% และ 4) ระดับต่ำ เมื่อความชื้นของเชื้อเพลิงมากกว่า 37% (ศิริ อัคระอัคร. 2539) โดยส่วนควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้ใช้ผล การศึกษานี้ในการประเมินพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟฟ้าของประเทศไทย ซึ่งพบว่าในช่วงเดือนธันวาคม จนถึงเดือนพฤษภาคมของทุกปี พื้นที่ภาคเหนือของไทยนั้นจัดอยู่ในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟฟ้าใน ระดับอันตรายสูงมาก โดยในรายงานของ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2556) พบว่ามี การปฏิบัติงานดับไฟฟ้าทั้งสิ้น 5,257 ครั้ง เป็นการปฏิบัติงานในพื้นที่ภาคเหนือถึง 3,274 ครั้ง ซึ่งถือ ได้ว่าเป็นภูมิภาคที่มีสถิติการเกิดไฟฟ้าสูงที่สุดของประเทศไทย

## 2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมของไฟฟ้า

ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อพฤติกรรม และความรุนแรงของไฟฟ้า มีอยู่ 3 ปัจจัย ได้แก่ ลักษณะ เชื้อเพลิง ลักษณะอากาศ และลักษณะภูมิประเทศ (ศิริ อัคระอัคร. 2543) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.2.1 ลักษณะเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความรุนแรงของไฟฟ้า ดัง รายละเอียดต่อไปนี้

- 1) ขนาดของเชื้อเพลิง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการติดไฟ โดยเชื้อเพลิง ขนาดเล็กจะติดไฟง่ายและลุกลามเร็ว ในทางตรงกันข้ามเชื้อเพลิงขนาดใหญ่จะติดไฟได้ยาก ลุกลาม ช้า แต่มีความรุนแรงมากกว่าเชื้อเพลิงขนาดเล็ก
- 2) ปริมาณหรือน้ำหนักของเชื้อเพลิงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ในพื้นที่ใดมี ปริมาณหรือน้ำหนักของเชื้อเพลิงมาก ไฟก็จะมี ความรุนแรงมาก
- 3) ความหนาของชั้นเชื้อเพลิง เชื้อเพลิงที่เรียงตัวกันเป็นชั้นๆ จนมี ความหนามากและไม่อัดตัวกันแน่นเกินไปส่งผลให้เปลวไฟมีความยาวจากฐานของไฟมากกว่าปกติ
- 4) การจัดเรียงตัวและความต่อเนื่องของเชื้อเพลิง จัดเป็นอีกปัจจัย สำคัญที่ส่งผลต่อความเร็วในการลุกลามของไฟ โดยเชื้อเพลิงที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอจะทำให้ไฟ สามารถลุกลามไปได้อย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว
- 5) ความชื้นของเชื้อเพลิง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการติดไฟโดยตรง โดยเชื้อเพลิงที่มีความชื้นสูงจะทำให้ติดไฟได้ยาก แต่หากเชื้อเพลิงนั้นมีความชื้นต่ำก็จะติดไฟได้ง่าย และการลุกลามได้อย่างรวดเร็ว

2.1.2.2 ลักษณะอากาศเป็นปัจจัยที่ทำให้พฤติกรรมของไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงอยู่ ตลอดเวลา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

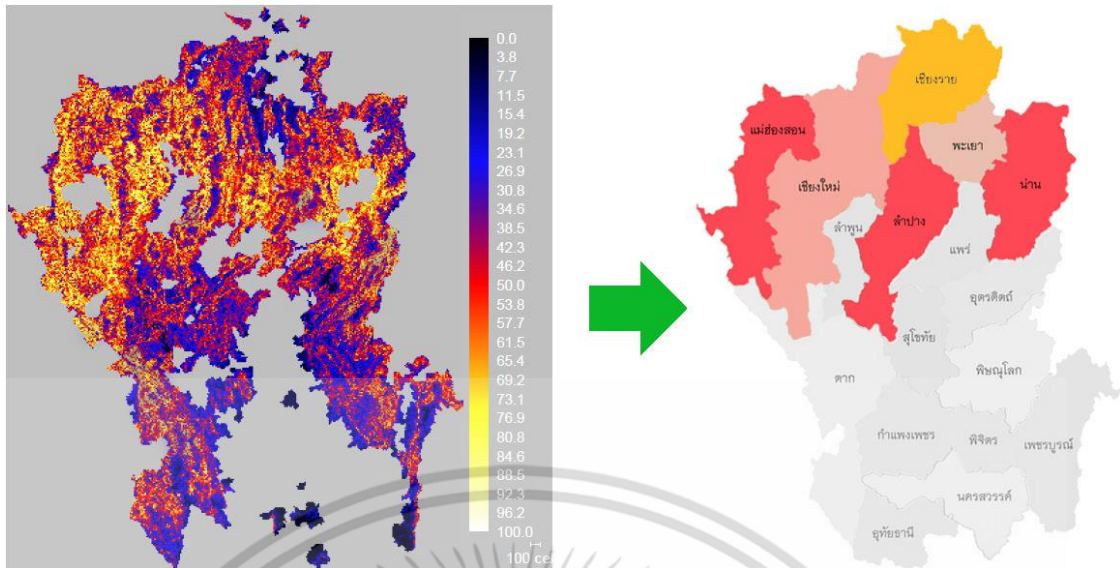
1) ความชื้นสัมพัทธ์ ส่งผลโดยตรงกับความชื้นของเชื้อเพลิง ซึ่งหากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำก็จะส่งผลให้ความชื้นของเชื้อเพลิงต่ำลงไปด้วย ทำให้เชื้อเพลิงติดไฟง่าย ลุกไหมเร็วและมีความรุนแรงมาก

2) อุณหภูมิ ส่งผลโดยตรงกับ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และความชื้นของเชื้อเพลิง โดยอุณหภูมิที่สูงจะทำให้ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำส่งผลให้ความชื้นของเชื้อเพลิงต่ำลงไปด้วย และอุณหภูมิที่สูงยังทำให้ไฟป่ามีความรุนแรงมากขึ้น

3) ลม จัดว่าเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของไฟป่าในหลายด้าน คือ ช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับไฟป่า ทำให้เชื้อเพลิงแห้งเร็ว เพิ่มการเกิดไฟป่าในพื้นที่ใหม่ และเป็นตัวกำหนดทิศทาง อัตราและความเร็วในการลุกลามของไฟ

2.1.2.3 ลักษณะภูมิประเทศเป็นปัจจัยที่ค่อนข้างคงที่และมีผลทางอ้อมต่อพฤติกรรมของไฟป่า โดยปกติลักษณะภูมิประเทศที่มีความลาดชันจะทำให้อัตราการลุกลามและความรุนแรงของไฟป่ามีมากกว่าพื้นที่ราบ แต่หากพื้นที่ลาดชันนั้นมีลมพัดมาปะทะ ลมนั้นจะมีความเร็วลมเพิ่มมากขึ้นและหากด้านที่ลาดชันอยู่ในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นทิศที่ได้รับแสงแดดเป็นเวลานาน ในช่วงบ่าย ก็จะทำให้เชื้อเพลิงนั้นแห้ง ติดไฟง่ายและลุกลามได้เร็วขึ้นอีก และลักษณะภูมิประเทศยังส่งผลโดยตรงกับ ความเหนียวล้า และระยะเวลาในการเดินทางเข้าถึงพื้นที่เกิดไฟป่าของเจ้าหน้าที่ ควบคุมไฟป่าอีกด้วย

สุชาติ โภชนงค์ (2553) ได้ประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยในการเกิดไฟป่าในประเทศไทย ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยความเสี่ยงในการเกิดไฟป่าทั้งสิ้น 3 กลุ่มปัจจัย คือ 1) กลุ่มปัจจัยด้านภูมิประเทศ ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ความสูง ความลาดชัน ทิศทางความลาดเอียง 2) กลุ่มปัจจัยด้านปริมาณและคุณภาพของเชื้อเพลิง ได้แก่ ระยะทางความห่างจากขอบเขตพื้นที่ป่า การใช้ประโยชน์ที่ดินและชนิดป่า ค่าดัชนีความเปียกชื้นของสภาพพื้นที่ ค่าดัชนีความหลากหลายของพืชพรรณ ปี ค.ศ. 2007 และ 3) กลุ่มปัจจัยด้านภูมิอากาศและอิทธิพลจากมนุษย์ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยรายปี อุณหภูมิโดยเฉลี่ยรายปี ระยะห่างความใกล้-ไกลจากหมู่บ้าน ระยะห่างความใกล้-ไกลจากลำน้ำ ระยะห่างความใกล้-ไกลจากถนน ระยะห่างความใกล้-ไกลจากที่ทำกรหน่วยงานของกรมอุทยานฯ ด้วยภาพถ่ายดาวเทียมพบว่า ภาคเหนือเป็นภาคที่มีปัจจัยการเกิดไฟป่าด้านภูมิประเทศมากที่สุด ทั้งในด้านสภาพภูมิประเทศ ความสูง ความลาดชัน และทิศทางความลาดเอียง และพบว่าพื้นที่ภาคเหนือนั้นมีพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่ามากที่สุดคือ 116,891.09 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าในระดับสูงนั้นส่วนใหญ่อยู่บริเวณพื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย คือ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดลำปาง จังหวัดพะเยา จังหวัดน่าน และบางส่วนของจังหวัดตาก จังหวัดลำพูน จังหวัดแพร่ ดังที่แสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยไฟป่าในภาคเหนือจัดตามเปอร์เซ็นต์ความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า (Model4) พื้นที่เสี่ยงภัยไฟป่าต่ำอยู่ในโทนสีเข้ม และพื้นที่เสี่ยงภัยไฟป่าสูงอยู่ในโทนสีอ่อน ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0-100%

ที่มา: สุชาติ โภชฌงค์ (2553)

### 2.1.3 อันตรายและผลกระทบจากไฟป่า

ไฟป่าที่มีความรุนแรงน้อย และไม่ได้เกิดขึ้นทุกปีจะเป็นผลดีกับป่าเป็นอย่างมาก นั่นคือช่วยรักษาสภาพป่าไม่ให้เปลี่ยนแปลง กำจัดหญ้า วัชพืชรบกวน และพืชต่างถิ่นที่เป็นอันตราย อีกทั้งช่วยเพิ่มอัตราการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์และยังช่วยเพิ่มการแทรกซึมของน้ำลงสู่ดิน ในขณะที่ไฟป่าที่มีความรุนแรงมากและเกิดขึ้นซ้ำในพื้นที่เดิมทุกปีดังที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนั้นทำให้เกิดผลเสียมากกว่าผลดีและสร้างผลกระทบมากมายหลายด้าน ดังรายละเอียดที่ สันต์ เกตุปราณีต และคณะ (2534) พบดังต่อไปนี้

2.1.3.1 ผลกระทบต่อชีวิตมนุษย์ ไฟป่าสร้างความเสียหายให้กับมนุษย์อย่างมาก เห็นได้จากข่าวไฟป่าลามเข้าไปเผาไร่นาของชาวบ้านที่เกิดทุกปี และข่าวปัญหาหมอกควันจากไฟป่าในภาคเหนือที่ทวีความรุนแรงมากขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2553 มีการตรวจพบว่าปริมาณฝุ่นขนาดเล็กที่มีความระคายเคืองต่อเยื่อบุโพรงจมูกก่อให้เกิดปัญหาการหายใจนั้นมีค่าสูงเกินกว่ามาตรฐานถึง 4 เท่า (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2556) ส่งผลให้มีผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากทั้งยังทำให้เศรษฐกิจและการท่องเที่ยวซบเซา นักท่องเที่ยวยกเลิกเที่ยวบินเนื่องจากทัศนวิสัยในการมองไม่เอื้ออำนวยต่อการขึ้น-ลงของเครื่องบิน และพบว่าเคยมีเหตุการณ์ไฟป่าที่คร่าชีวิตของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าไป 5 นาย ในปฏิบัติการดับไฟป่าที่พื้นที่ข้างเคียงดอยตุง จังหวัดเชียงราย เมื่อวันที่ 8 เมษายน พ.ศ. 2539 ซึ่งเป็นไฟป่าที่เกิดในพื้นที่ลาดชันและมีลมพัดแรง (ศิริ

อัศกะอัศร. 2543) หรือเหตุการณ์ไฟป่าลุกลามเข้าไปเผาไหม้ศูนย์พักพิงผู้หลบหนีภัยจากการสู้รบ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ท่านไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ้านแม่สุริน เมื่อวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2556 ทำให้มีชาวกะเหรี่ยงคะยะเสียชีวิตไปมากกว่า 40 คน และบ้านเรือนเสียหายไปอีกกว่า 300 หลังคาเรือน

2.1.3.2 ผลกระทบต่อพืชพรรณ ไฟป่าทำให้ป่าเกิดความแห้งแล้ง ขาดความชุ่มชื้น ทำลายลูกไม้ ทำให้รากไม้ที่อยู่ใกล้ระดับผิวดิน 0-2 เซนติเมตร ตายประมาณ 80% ทำลายไม้พื้นล่าง เผาไหม้ต้นไม้วัยรุ่น และสร้างบาดแผลให้กับต้นไม้ขนาดใหญ่ทำให้เนื้อไม้ไม่สวยงาม อีกทั้งเป็นช่องทางให้เกิดโรค หรือแมลงเข้าทำลายต้นไม้

2.1.3.3 ผลกระทบต่อดินและน้ำ ไฟป่าจะทำลายโครงสร้างของดินให้กลายเป็นดินขนาดเล็ก ทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มสูงขึ้น ไนโตรเจนและกำมะถันในดินระเหิดหายไปและหากไฟป่ามีความรุนแรงมากขึ้นก็อาจทำให้แร่ธาตุสำคัญอื่นๆ เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ระเหิดหายไปได้เช่นกัน ผลจากการทำลายพืชคลุมดินของไฟป่าเมื่อเกิดฝนตก จึงทำให้เกิดการชะล้างหน้าดินอย่างรุนแรง ดินสูญเสียความสมบูรณ์ แร่ธาตุต่างๆ ไหลไปกับน้ำ น้ำจึงมีลักษณะขุ่นไม่สามารถใช้ดื่มกินได้ซึ่ง โทธร และ แบรคมอร์ท (Gorte W. Ross & Bracmort Kelsi. 2012) พบว่าไฟป่าที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกาส่งผลให้เกิดการหลอมรวมกันของทรายในดิน ส่งผลให้น้ำฝนไม่สามารถซึมผ่านลงไปดินได้

2.1.3.4 ผลกระทบต่อสัตว์ป่าโดยไฟป่านั้นจะทำให้สัตว์ป่าได้รับอันตราย ทั้งแผลไฟไหม้จากความร้อน แผลจากการหนีจากไฟป่าหรือกระทั่งเสียชีวิตจากการถูกไฟคลอก การขาดอากาศหายใจ การถูกสัตว์อื่นที่รู้จักใช้ประโยชน์จากไฟเพื่อล่าจับกินเป็นอาหาร และยังทำลายแหล่งอาหารและแหล่งน้ำของสัตว์ป่าอีกด้วย

2.1.3.5 ผลกระทบต่อสภาพอากาศและความงามของภูมิประเทศ ไฟป่าทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น รวมถึงสร้างก๊าซที่เป็นพิษสู่อากาศ เกิดหมอกควันที่ลดทัศนวิสัยในการมองเห็น ท้องฟ้าขุ่นมัวและลดความสวยงามของภูมิประเทศ

ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่าพื้นที่ในภาคเหนือของประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดไฟป่าสูงและไม่มีวิถีทางป้องกันการเกิดไฟป่าได้ 100% เนื่องจากสภาพอากาศที่แห้งแล้ง ลักษณะของป่าที่เป็นป่าโปร่ง ก่อเกิดการสะสมตัวของเชื้อเพลิงเป็นจำนวนมากและมีลมพัดแรงเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดไฟป่าและทำให้ไฟป่าที่เกิดมีความรุนแรงมากกว่าปกติและก่อให้เกิดอันตรายต่อเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าเป็นอย่างมาก ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศที่ทุรกันดาร สภาพภูเขาที่มีความลาดชัน การเข้าถึงพื้นที่เกิดไฟป่าจึงมีความลำบากและใช้เวลานาน ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเน้นที่การพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าเพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดไฟป่า โดยไม่ทำให้ความสามารถในการดับไฟป่า และความปลอดภัยในการทำงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าลดลง ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาที่ดับไฟ ครอบไฟป่า และคราด เป็นสำคัญในเบื้องต้น

## 2.2 การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า

เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าของประเทศไทยนั้นแบ่งพื้นที่การทำงานควบคุมไฟฟ้าออกเป็น 2 ส่วนเพื่อให้่ายในการบริหารงาน และเพิ่มความครอบคลุมพื้นที่ป่าให้ได้มากที่สุดคือ เจ้าหน้าที่ที่สังกัดสำนักป้องกันรักษาป่าและควบคุมไฟฟ้าของกรมป่าไม้ ทำหน้าที่จัดการกับปัญหาไฟป่าในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ และเจ้าหน้าที่ที่สังกัดสำนักป้องกันปราบปรามและควบคุมไฟฟ้าของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ทำหน้าที่จัดการกับปัญหาไฟป่าในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ โดยภารกิจหลักของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าคือการปกป้องชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน รวมไปถึงการปกป้องชีวิตของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าเองด้วย ภารกิจรองลงมาคือ การปกป้องทรัพยากรป่าไม้ และสิ่งแวดล้อมของประเทศจากไฟป่า (ศิริ อัคระอัคร. 2543)

การจัดแบ่งจำนวนเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า (หมุดดับไฟป่า) เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นตามลักษณะของภารกิจ จัดแบ่งไว้ 2 รูปแบบคือหมุดดับไฟป่าขนาดเล็ก เมื่อต้องการความคล่องตัวและอิสระในการปฏิบัติงานสูง และหมุดดับไฟป่าขนาดใหญ่ เมื่อต้องจัดการกับไฟป่าขนาดใหญ่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) หมุดดับไฟป่าขนาดเล็ก นั่นคือเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าจำนวน 7 นาย ประกอบด้วย หัวหน้าหมุดดับไฟป่า 1 นาย คนประจำถังฉีดน้ำดับไฟป่า 2 นาย และคนประจำที่ตบไฟ 4 นาย (พร้อมครอบไฟป่าหรืออุปกรณ์ทำแนวกันไฟอื่นๆ) หมุดดับไฟป่าขนาดเล็กสามารถกระจายกำลังออกเป็น 2 หมุ่ยย่อย หมุ่ยย่อยละ 3 นาย ภายใต้การควบคุมของหัวหน้าหมุดดับไฟป่า โดยคนประจำที่ตบไฟและคนประจำถังฉีดน้ำดับไฟจะต้องปฏิบัติงานร่วมกันเสมอ ในอัตราส่วนคนประจำที่ตบไฟ 2 นาย ต่อคนประจำถังฉีดน้ำดับไฟป่า 1 นาย ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 2.2 โดยห้ามแยกตัวไปปฏิบัติงานเพียงลำพังเป็นอันขาด

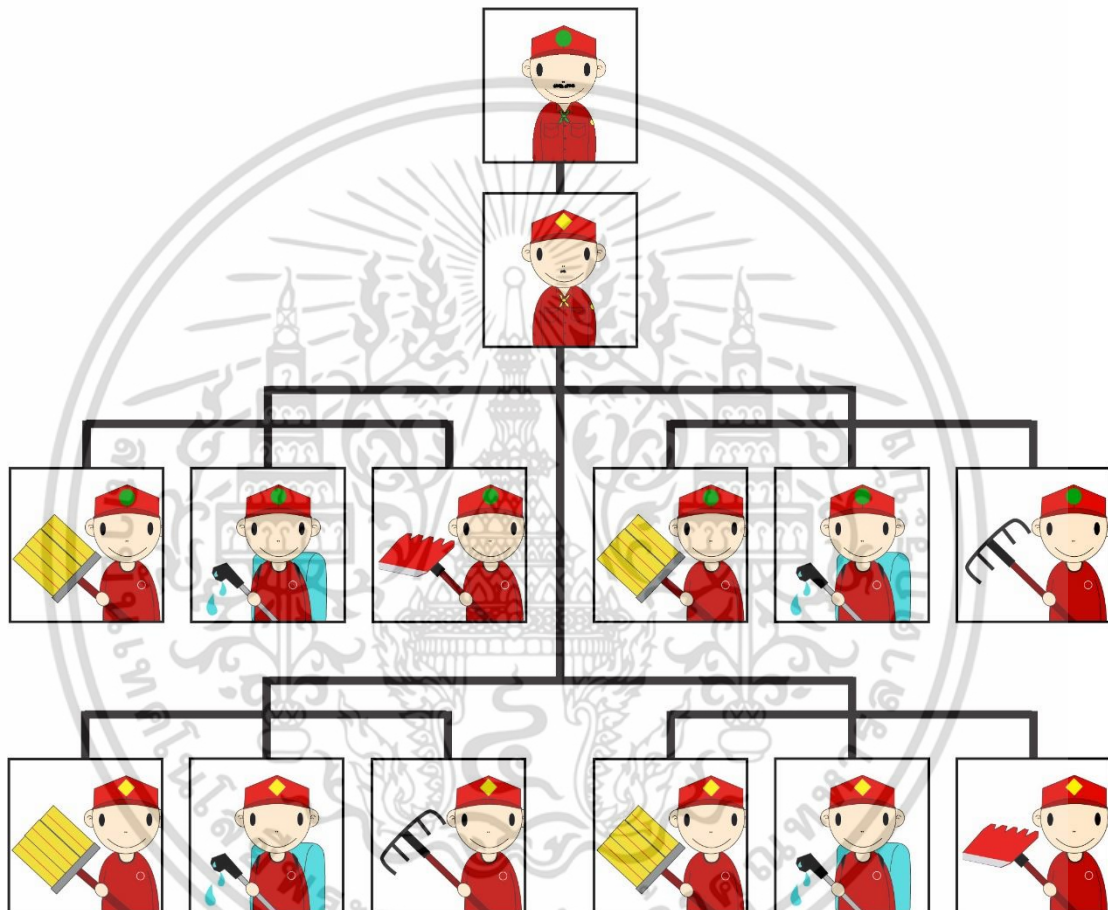


รูปที่ 2.2 การจัดหมุดดับไฟป่าขนาดเล็ก

วาดโดย: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หมู่ดับไฟป่าขนาดใหญ่ คือการรวมหมู่ดับไฟป่าขนาดเล็ก 2 หมู่ เข้าด้วยกันกลายเป็นหมู่ดับไฟป่าขนาดใหญ่ นั่นคือ มีกำลังพล 14 นาย ซึ่งประกอบด้วย หัวหน้าหมู่ดับไฟป่า 1 นาย ผู้ช่วยหัวหน้าหมู่ดับไฟป่า 1 นาย (พร้อมที่ดับไฟ) คนประจำถังฉีดน้ำดับไฟป่า 4 นาย และคนประจำที่ดับไฟ 8 นาย (พร้อมครอบไฟป่าหรืออุปกรณ์ทำแนวกันไฟอื่นๆ) โดยหมู่ดับไฟป่าขนาดใหญ่สามารถกระจายกำลังออกเป็น 4 หมู่ย่อย หมู่ย่อยละ 3 นายได้ ภายใต้การควบคุมของหัวหน้าหมู่ดับไฟป่า ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การจัดหมู่ดับไฟป่าขนาดใหญ่

วาดโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

### 2.2.1 ช่วงเวลาในการปฏิบัติงาน

จากสถิติการปฏิบัติงานดับไฟป่าของ กรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช พ.ศ. 2556 (กรมป่าไม้. 2556) พบว่าไฟป่าส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลา 12.01-16.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ร้อนที่สุดของวัน ดังจะเห็นได้จากในตารางที่ 2.1 และเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจะใช้เวลาในการจัดการไฟป่าที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งให้ได้ภายใน 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.1 การปฏิบัติงานดับไฟฟ้าแยกตามช่วงเวลาระหว่างวัน

ช่วงเวลาการเกิดไฟฟ้า	ปฏิบัติงานดับไฟฟ้า (ครั้ง)
00.01-02.00 น.	62
02.01-04.00 น.	18
04.01-06.00 น.	15
06.01-08.00 น.	132
08.01-10.00 น.	828
10.01-12.00 น.	722
12.01-14.00 น.	1,158
14.01-16.00 น.	1,157
16.01-18.00 น.	533
18.01-20.00 น.	377
20.01-22.00 น.	195
22.01-24.00 น.	60

ที่มา: ฝ่ายวิชาการ ส่วนควบคุมไฟฟ้า สำนักป้องกัน ปราบปราม และควบคุมไฟฟ้า (2556)

## 2.2.2 ขั้นตอน วิธีการ และอุปสรรคในการควบคุมไฟฟ้า

### 2.2.2.1 ทฤษฎีในการดับไฟฟ้า

โดยปกตินั้นเปลวไฟสามารถคงอยู่ได้ด้วยองค์ประกอบ 3 ประการ คือ เชื้อเพลิง ความร้อน และออกซิเจน หรือที่เรียกว่าสามเหลี่ยมไฟ ในสัดส่วนและเงื่อนไขที่เหมาะสมที่ทำให้การสันดาปดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง หัวใจของการดับไฟฟ้าจึงเป็นการกำจัดองค์ประกอบของไฟ หรือรบกวนเงื่อนไขในการเกิดไฟฟ้าเพื่อให้ไฟดับลง โดยสามารถทำได้ดังนี้

- 1) ลดอุณหภูมิของไฟลงให้ต่ำกว่าจุดสันดาป ด้วยการใช้น้ำฉีดเข้าไปที่เชื้อเพลิงซึ่งกำลังติดไฟ
- 2) กลบไฟ เพื่อลดปริมาณออกซิเจนที่เข้าไปทำปฏิกิริยาการสันดาป ด้วยการสาดดิน ทราช หรือตบด้วยที่ดับไฟ และผ้าไฟ
- 3) ตัดตอนความต่อเนื่องของเชื้อเพลิง ด้วยการทำแนวกันไฟ

### 2.2.2.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า

จากที่ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อสังเกตการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า สถานีควบคุมไฟฟ้าแม่สะลอง จังหวัดเชียงราย ระหว่างวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2557 ถึงวันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2557 เป็นเวลา 10 วัน และการควบคุมไฟฟ้าทั้งสิ้น 8 ครั้ง ผู้วิจัยสรุปขั้นตอนในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าได้ดังที่แสดงในตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ระยะเวลาในการปฏิบัติหน้าที่โดยประมาณ
1	รับแจ้งการตรวจพบไฟฟ้า และระบุตำแหน่ง	5-10 นาที
2	ตรวจสอบและเตรียมเครื่องมือดับไฟฟ้า และกำลังเจ้าหน้าที่ให้เพียงพอต่อการปฏิบัติหน้าที่	5-15 นาที
3	เดินทางด้วยรถยนต์เข้าไปให้ใกล้จุดเกิดไฟป่ามากที่สุด	15-90 นาที
4	สังเกต / วางแผนเลือกวิธีการและเครื่องมือดับไฟฟ้าที่เหมาะสม (ดังรายละเอียดปรากฏในข้อ 2.2.2.3 และ 2.2.2.4)	5-15 นาที
5	เดินเท้าเพื่อเข้าไปยังพื้นที่เกิดไฟป่า	มากกว่า 20 นาที (ใช้เวลา 10-20 นาทีต่อระยะทาง 1 กม.)
6	ควบคุมไฟป่าภายใต้คำสั่งของหัวหน้า และต้องแก้ปัญหาเฉพาะหน้าด้วยตนเอง (ดังรายละเอียดปรากฏในข้อ 2.2.2.4 และ 2.2.2.5)	มากกว่า 30 นาที ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของไฟป่า และขนาดของพื้นที่เกิดไฟป่า
7	ตรวจสอบและการจัดการพื้นที่หลังการดับไฟป่า พร้อมทั้งวัดพื้นที่ความเสียหายด้วยเครื่อง GPS	20-30 นาที
8	เดินเท้าออกจากพื้นที่เกิดไฟป่า	มากกว่า 20 นาที (ใช้เวลา 10-20 นาทีต่อระยะทาง 1 กม.)
9	เดินทางกลับด้วยรถยนต์ และเตรียมความพร้อมสำหรับภารกิจต่อไป	15-90 นาที

ที่มา: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์ (2557)

จากขั้นตอนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าที่ผู้วิจัยสรุปนั้น สังเกตได้ว่าขั้นตอนในการเดินเท้าเข้าออกพื้นที่เป็นขั้นตอนที่ใช้ระยะเวลาใกล้เคียงกับขั้นตอนในการควบคุมไฟป่า ซึ่งผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าขั้นตอนการควบคุมไฟป่าเป็นขั้นตอนที่ต้องควบคุมความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุเป็นอย่างมาก จึงยากที่จะทำการลดระยะเวลาของขั้นตอนให้น้อยลง แต่ในขั้นตอนการเดินเท้าเข้าออกพื้นที่นั้นยังสามารถลดระยะเวลาลงได้อีก ซึ่งส่งผลให้ระยะเวลาในการปฏิบัติภารกิจควบคุมไฟป่าโดยรวมเสร็จสิ้นรวดเร็วยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.2.3 แผนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า

ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งมีขนาด และความรุนแรงแตกต่างกันออกไป จึงต้องวางแผนการใช้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าให้สอดคล้องกับขนาด และความรุนแรงของไฟ เพื่อให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยสิ้นเปลืองงบประมาณในการปฏิบัติงานให้น้อยที่สุด (ศิริ อัคร. 2543) จึงมีการจัดแผนไว้ 3 ระดับ ดังนี้

1) แผนระดมพลดับไฟฟ้าที่ 1 ใช้เมื่อมีการตรวจพบไฟฟ้าที่กำลังเกิด หรือมีการตรวจพบไฟฟ้าที่ลุกลามกินเนื้อที่ไม่เกิน 100 ไร่ แผนกำหนดให้มีการส่งกำลังเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในพื้นที่เข้าไปดับไฟฟ้าและมีการใช้เครื่องจักรกลหนักคือรถดับเพลิง เครื่องสูบน้ำ และเฮลิคอปเตอร์ในการเข้าช่วยเหลือ

2) แผนระดมพลดับไฟฟ้าที่ 2 ใช้เมื่อมีการตรวจพบไฟฟ้าที่ลุกลามกินเนื้อที่มากกว่า 100 ไร่ หรือสถานการณ์ไฟป่ารุนแรงมากจนไม่สามารถจัดการด้วยแผนที่ 1 ได้ ภายในเวลา 3 วัน เจ้าหน้าที่จะต้องติดต่อขอความช่วยเหลือจากหน่วยจัดการไฟป่าอื่นภายในจังหวัด เพื่อเสริมกำลังในการดับไฟฟ้า

3) แผนระดมพลดับไฟฟ้าที่ 3 ใช้เมื่อเจ้าหน้าที่ไม่สามารถจัดการด้วยแผนที่ 2 ได้ภายในเวลา 15 วัน เจ้าหน้าที่จะต้องติดต่อขอความช่วยเหลือจากหน่วยจัดการไฟป่าจังหวัดใกล้เคียงโดยเร็ว

### 2.2.2.4 วิธีการดับไฟฟ้า

วิธีการดับไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ

#### 1) การดับไฟทางตรง

การดับไฟทางตรง คือวิธีการที่พนักงานดับไฟฟ้าเข้าไปดับไฟที่ขอบของไฟโดยตรง วิธีนี้ใช้ในกรณีไฟมีขนาดเล็ก เช่น ไฟที่ไหม้ในป่าเบญจพรรณ หรือป่าเต็งรัง ซึ่งมีความร้อนแรงและควันไม่มากนัก ทำให้พนักงานดับไฟฟ้าสามารถเข้าไปปฏิบัติงานได้ โดยจะเริ่มควบคุมไฟที่หัวไฟก่อน เพื่อหยุดยั้งการลุกลามของไฟ โดยขั้นตอนของปฏิบัติงานดับไฟฟ้าจะเริ่มต้นทันทีเมื่อได้รับรายงานการเกิดไฟฟ้า ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.1) ส่งเจ้าหน้าที่พร้อมเครื่องมือเข้าไปยังบริเวณที่เกิดไฟฟ้า โดยรวดเร็วที่สุด และต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ

1.2) วิเคราะห์สถานการณ์ เพื่อวางแผนการทำงาน และพร้อมสำหรับการปรับเปลี่ยนแผนเมื่อมีความจำเป็น โดยพิจารณาจากปัจจัยที่ต่อไปนี้

#### • พฤติกรรมของไฟฟ้า

- ทิศทางการลุกลามของไฟ
- อัตราการลุกลาม ความรุนแรง ความสูง ขนาด และรูปร่างของไฟ
- สภาพภูมิประเทศ สภาพอากาศ และความปั่นป่วนของกระแสลม
- สถานะของไฟ เช่น เริ่มเกิด กำลังก่อตัวเป็นไฟใหญ่ หรือกำลังจมนอดดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลักษณะของเชื้อเพลิงที่ไฟกำลังไหม้ และลักษณะของเชื้อเพลิงในพื้นที่
- โอกาสในการเกิดลูกไฟปลิวไปตกในสถานที่ใหม่
- ความปลอดภัยของชีวิตและทรัพย์สิน
  - อันตรายที่อาจส่งผลกระทบต่อประชาชน
  - อันตรายที่อาจส่งผลกระทบต่อเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า เช่นพื้นที่มีหน้าผาสูงชัน

ก่อนหिनกลิ้งลงมาจากเขา ต้นไม้หรือกิ่งไม้หักโค่นเป็นต้น

- ทรัพย์สินของประชาชนได้รับความเสียหายจากไฟฟ้า
  - กำลังพลและอุปกรณ์
    - ความพร้อมของกำลังพล และอุปกรณ์ดับไฟฟ้า
    - แหล่งน้ำธรรมชาติที่สำหรับใช้ดับไฟฟ้า
    - เส้นทางสำหรับเดินทางเข้าไปยังบริเวณที่เกิดไฟฟ้าและเส้นทางล่าถอย
- ในกรณีฉุกเฉิน
- สิ่งกีดขวางตามธรรมชาติ ที่ใช้เป็นแนวตั้งรับ หรือแนวกันไฟ
  - วิธีการติดต่อสื่อสารขณะปฏิบัติงาน
- 1.3) วางแผนการปฏิบัติงาน โดยใช้ข้อสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์สถานการณ์ ซึ่งจะช่วยกำหนด วิธีการ เทคนิค กลยุทธ์ การส่งกำลังเสริม เพื่อใช้ในการดับไฟฟ้า ตลอดจนแผนล่าถอยในกรณีฉุกเฉิน
- 1.4) ลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ จนกระทั่งสามารถควบคุมไฟฟ้าได้
- 1.5) เข้าจัดการพื้นที่หลังการดับไฟฟ้า โดยการตรวจหาไฟแล้วดับให้สนิท และตรวจตราพื้นที่เพื่อให้แน่ใจว่าไฟจะไม่ลุกไหม้ขึ้นอีกได้
- 1.6) ประเมินผลและรายงาน โดยการประเมินความเสียหายจากไฟไหม้ ตรวจเช็คกำลังพล และอุปกรณ์ ประเมินผลการปฏิบัติงาน และทำรายงานเสนอหน่วยงานต้นสังกัดต่อไป

## 2) การดับไฟทางอ้อม

การดับไฟทางอ้อมจะใช้สำหรับการดับไฟขนาดใหญ่ที่มีความรุนแรง และความสูงเปลวไฟมากเกินไปพนักงานดับไฟฟ้าจะสามารถเข้าไปปฏิบัติงานได้โดยตรงหรือไฟป่ากำลังไหม้อยู่ในบริเวณที่เป็นอันตราย ยากต่อการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ เช่น ใกล้หน้าผา ซึ่งอาจเกิดอุบัติเหตุพนักงานดับไฟฟ้าพลัดตกเขาได้ง่าย หรือในร่องเขา และหุบเหวที่อาจเกิดลมหมุน ซึ่งจะทำให้ไฟเปลี่ยนทิศทาง และสามารถเพิ่มความรุนแรงได้อย่างรวดเร็ว โดยการดับไฟทางอ้อมแบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

### 2.1) การดับด้วยการทำแนวกันไฟล้อมรอบไฟนั้น เริ่มต้น

จากการทำแนวสกัดหัวไฟ เพื่อสกัดการลุกลามของไฟ ซึ่งอาจทำแนวกันไฟด้วย แรงงานคนและเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือในการทำแนวกันไฟ เช่น ครอบไฟป่า คราด มีด ขวาน เป็นต้น การใช้เครื่องจักรกลหนัก เช่น รถแทรกเตอร์ไถทำแนวกันไฟ การใช้น้ำโดยการฉีดน้ำจากรถบรรทุกน้ำ หรือจากเครื่องสูบน้ำาลงบนเชื้อเพลิงเป็นแถบกว้างทำหน้าที่เป็นแนวกันไฟเปียก หรือการใช้สารหน่วงไฟ (Retardant) โปเรีย จากเครื่องบินลงมาเพื่อให้เป็นแนวกันไฟ

2.2) การดับด้วยการเบี่ยงทิศทางของหัวไฟ จะใช้ในกรณี ที่พื้นที่มีลักษณะที่จะใช้ในการดับไฟได้ เช่นมีลำห้วยขนาดใหญ่ แนวถนน หรือลานหิน โดยการบีบ แนวหัวไฟให้เบี่ยงเบนทิศทาง และลุกลามเข้าไปในทิศทางที่ต้องการ เพื่อให้ง่ายต่อการดับไฟ และถือ เป็นการใช้ประโยชน์จากลักษณะภูมิประเทศ

2.3) การดับด้วยไฟ (Backfiring) คือการอาศัยหลักการ เดียวกับการดับไฟทางอ้อมด้วยแนวกันไฟ แต่จะใช้ไฟเผาเชื้อเพลิงริมแนวกันไฟเดิมเพื่อขยายแนวกัน ไฟให้กว้างขึ้น ซึ่งนับเป็นวิธีที่มีความเสี่ยงสูง เพราะหากเกิดความผิดพลาดขึ้นจะทำให้ไฟป่ามีความ รุนแรงมากขึ้น จึงต้องดำเนินการภายใต้การควบคุมของผู้ที่มีประสบการณ์และความชำนาญเท่านั้น และควรเลือกใช้เป็นวิธีสุดท้าย

#### 2.2.2.5 เทคนิคการดับไฟป่า

##### 1) การดับไฟทุ่งหญ้า

ไฟป่าที่เกิดในทุ่งหญ้าจะลุกลามได้อย่างรวดเร็ว และเกิดลูกไฟที่จะ ปลิวไปตกในสถานที่แห่งใหม่ได้ง่าย ดังนั้นจึงต้องแบ่งเจ้าหน้าที่เป็น 2 ส่วน ได้แก่ เจ้าหน้าที่ชุดเล็กซึ่ง ทำหน้าที่เป็นชุดเคลื่อนที่เร็วเพื่อพร้อมจัดการกับลูกไฟที่เกิดขึ้น และเจ้าหน้าที่ชุดหลักซึ่งทำหน้าที่ดับ ตัวไฟ โดยการเข้าดับไฟจากหางไฟด้วยวิธีดับทางตรงซึ่งต้องอาศัยจังหวะช่วงที่ลมสงบเร่งเข้าดับไฟให้ ได้มากที่สุด

##### 2) การดับไฟป่าไม้พุ่ม และป่าไผ่

ไฟป่าที่เกิดในป่าไม้พุ่มและป่าไผ่จะมีอัตราการลุกลามช้ากว่าไฟทุ่ง หญ้า แต่จะมีความรุนแรงมากกว่า โดยเฉพาะช่วงที่อากาศแห้งจัด เนื่องจากไฟมีโอกาสลุกลามขึ้นไป ติดบนพุ่มไม้ หรือบนลำต้นของไผ่ ทำให้ความสูงเปลวไฟเพิ่มขึ้นมาก จึงควรใช้การดับไฟทางตรง ร่วมกับการดับไฟทางอ้อม โดยเริ่มจากการทำแนวสกัดหัวไฟ แล้วทำการดับปีกและหางไฟด้วยการดับ ไฟทางตรง ขณะเดียวกันแบ่งกำลังส่วนหนึ่งเฝ้าระวังการปลิวของลูกไฟและการหักโค่นของต้นไม้ไว้ เสมอ

##### 3) การจัดการพื้นที่หลังการดับไฟป่า

การจัดการพื้นที่หลังการดับไฟป่าเป็นขั้นตอนสุดท้ายในการดับไฟป่า ดำเนินการหลังจากที่ควบคุมไฟป่าไว้ได้แล้ว โดยการจัดการกับเชื้อเพลิงที่ยังคุกรุ่นอยู่ให้ดับอย่าง สิ้นเชิง ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้ไฟที่ดับไปแล้วกลับมาลุกไหม้ขึ้นได้อีก ซึ่งควรมีการสับเปลี่ยนเจ้าหน้าที่ชุด ใหม่เข้าไปทำการเก็บกวาดแทนเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าชุดเดิมเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากความเหนื่อยล้า

3.1) หลักเกณฑ์ในการจัดการพื้นที่นั้น หากไฟป่ามีขนาดเล็ก เจ้าหน้าที่จะต้องจัดการให้ไฟดับสนิทไม่ให้เหลือแม้แต่ควัน แต่หากเป็นไฟป่าขนาดใหญ่ จะต้องทำแนวกันไฟรอบพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ โดยการคราดเชื้อเพลิงที่ยังคุกรุ่นทั้งหมดเข้าไปทิ้งในบริเวณที่ถูกไฟไหม้แล้ว จากนั้นใช้น้ำฉีดพรมหรือตักทรายกลบจนไม่มีควันไฟหลงเหลืออยู่ หากเป็นป่าพรุ จะต้องทำโดยการขุดร่องรอบพื้นที่ไฟไหม้ให้ลึกลงไปถึงชั้นดินจริง ทำการเผาเชื้อเพลิงที่เหลือค้างอยู่ในพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้แล้วให้หมด ส่วนตอไม้ ขอนไม้ และรากไม้ที่ยังคงติดไฟอยู่นั้นต้องถากส่วนที่ติดไฟออก แล้วฉีดพรมด้วยน้ำหรือใช้ดิน ทรายสาตกลบให้ไฟดับสนิท หากมีพื้นที่ลาดชัน จะต้องขุดร่องป้องกันเชื้อเพลิงที่อาจกลิ้งตกลงมา

3.2) การตรวจตราภายหลังการจัดการพื้นที่เสร็จสิ้นแล้ว จำเป็นต้องมีเจ้าหน้าที่จำนวนหนึ่งเฝ้าระวังไม่ให้ไฟกลับมาลุกไหม้ขึ้นได้อีก

#### 2.2.2.6 ปัญหาจากการทำงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปัญหาการปฏิบัติงาน และการใช้เครื่องมือของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในภาคเหนือของประเทศไทย ผู้วิจัยพบปัญหาดังนี้

1) การเดินเข้าถึงพื้นที่เกิดไฟป่าต้องใช้เวลาานาน เนื่องจากเส้นทางที่ยากลำบาก ด้วยสภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่ของภาคเหนือมีความทุรกันดารและเป็นเทือกเขา สลับซับซ้อน มีความลาดชันมาก ส่งผลต่อความเหนื่อยล้า และระยะเวลาในการเดิน ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 2.4 โดยอาจมีการสร้างเส้นทางเดินตัดป่าใหม่ หรือการเดินลุยตามลำห้วย เพื่อให้สามารถเข้าถึงพื้นที่และปฏิบัติตามแผนการดับไฟป่าได้โดยเร็ว



รูปที่ 2.4 ความลำบากในการเดินเท้าเข้าพื้นที่ป่า

รูปถ่ายโดย: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) อันตรายจากสะเก็ดไฟ ควันไฟ และแมลงกัดต่อยเกิดขึ้นบ่อยจน  
เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าคิดว่าเป็นเรื่องปกติ จึงละเลยที่จะป้องกันตนเอง

3) อุบัติเหตุจากการทำงานส่วนใหญ่มีสาเหตุจากลมที่เปลี่ยนทิศ  
กะทันหัน ทำให้ไฟเปลี่ยนทิศทางการลุกไหม้ไปยังเจ้าหน้าที่ ส่งผลให้เจ้าหน้าที่ต้องเผชิญกับควันไฟ  
สะเก็ดไฟ ความร้อน จนเป็นอันตรายต่อร่างกาย หรือต้องวิ่งหนีไฟจนเกิดอุบัติเหตุตามมา

4) ไฟป่าส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้งโดยเฉพาะช่วงเดือน  
มีนาคม ถึงเดือนพฤษภาคม และมักเกิดในช่วงเวลา 12.01-16.00น. ซึ่งเป็นช่วงที่ร้อนที่สุดของวัน  
การทำงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าจึงต้องเผชิญกับความร้อน และความเหนื่อยล้าเป็นอย่างมาก

5) ไฟป่าที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งต้องใช้วิธีการและเครื่องมือเฉพาะในการ  
ควบคุมไฟป่า ดังนั้นการวางแผนที่ผิดพลาดและนำเครื่องมือที่ไม่เหมาะสมเข้าไปจึงทำให้การควบคุม  
ไฟป่าเป็นไปด้วยความยากลำบาก

6) การพกพาอุปกรณ์ดับไฟป่าจำนวนมากเกินความจำเป็น ส่งผล  
โดยตรงต่อความเหนื่อยล้าของเจ้าหน้าที่ และก่อให้เกิดความลำบากในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดไฟป่า  
เป็นอย่างมาก

7) ไฟป่าจะก่อให้เกิดควันไฟปริมาณมาก ส่งผลให้ความสามารถใน  
การมองเห็นทำได้เพียงในระยะประมาณ 10 เมตร และเจ้าหน้าที่ต้องสูดดมควันไฟเหล่านั้นเป็น  
เวลานานก่อให้เกิดความระคายเคือง แสบตา สำลักควัน และอาจรุนแรงจนถึงขาดอากาศหายใจได้

8) ความรุนแรงของไฟป่า และความร้อนจากเปลวไฟทำอันตรายต่อ  
ผิวหนัง ก่อให้เกิดแผลพุพอง แผลไฟไหม้ และทำให้อุณหภูมิในร่างกายของเจ้าหน้าที่ควบคุม ไฟป่า  
เพิ่มสูงขึ้นจนเกิดอาการเหนื่อยล้าง่าย หหมดแรง หายใจไม่ทัน และอาจส่งผลให้หมดสติได้

9) เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าไม่มีการป้องกันตนเองที่ดีพอ คือ  
เจ้าหน้าที่มักเลือกความสะดวกในการทำงานมากกว่าความปลอดภัยของตนเอง และใช้เครื่องแต่งกาย  
ที่ไม่ได้รับการออกแบบมาอย่างเหมาะสมหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ เช่น การใช้หน้ากากอนามัยซึ่งไม่ใช่  
อุปกรณ์สำหรับป้องกันควันไฟปิดปากและจมูกขณะดับไฟ การสวมเสื้อที่ใช้ผ้าใยสังเคราะห์ซึ่งไม่ทนไฟ  
เสื้อไม่ได้รับการเสริมการป้องกันอันตรายจากความร้อน หรือเปลวไฟ ที่จะทำอันตรายกับร่างกายเช่น  
แขน หน้าอก ท้ายทอย เป็นต้น

#### 2.2.2.7 อันตรายจากการทำงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า

การทำงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าย่อมต้องเผชิญกับอันตรายต่างๆ มากมาย  
เนื่องจากการเป็นการทำงานที่เกี่ยวข้องกับความร้อนของไฟ และต้องทำงานอยู่ในป่า ซึ่งเป็นพื้นที่  
ทุรกันดาร โดยศิริ อัคระอัคร (2543) ได้ระบุอันตรายจากไฟที่ส่งผลต่อเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าไว้ดังนี้

1) อันตรายจากรังสีความร้อน โดยรังสีความร้อน (Radiant heat)  
เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เจ้าหน้าที่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าอ่อนเพลีย และหมดสติในระหว่างการ

ปฏิบัติงานซึ่งอันตรายที่เกิดจากการได้รับรังสีความร้อนจะเกิดขึ้นเป็นลำดับดังนี้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.1) ความเครียดจากความร้อน (Heat stress)

ความเครียดจากความร้อนมีผลทำให้การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าลดประสิทธิภาพลง โดยปกติแล้วร่างกายจะควบคุมระดับความร้อนในร่างกายโดยใช้กระบวนการหมุนเวียนโลหิต และการขับเหงื่อ จนเมื่ออุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นอัตราการเต้นของหัวใจจะสูงขึ้นและเกิดความเครียด ทั้งนี้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าซึ่งมีสุขภาพแข็งแรงสามารถทนต่อความเครียดจากความร้อนได้มากกว่าบุคคลทั่วไป อย่างไรก็ตามเพื่อความไม่ประมาท หัวหน้าหมู่ดับไฟฟ้าจึงต้องเฝ้าสังเกตอาการอ่อนเพลีย อาการตาลาย เวียนศีรษะหน้ามืดและอาการคลื่นเหียนอาเจียนของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าอยู่เสมอ โดยหากตรวจพบและได้รับการปฐมพยาบาลอย่างถูกต้อง เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าสามารถฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็วแต่หากปล่อยเวลาให้เนิ่นนานไปอาการอาจรุนแรงขึ้นถึงขั้นอ่อนเปลี้ยจากความร้อนได้

### 1.2) การอ่อนเปลี้ยจากความร้อน (Heat exhaustion)

การอ่อนเปลี้ยจากความร้อนเป็นอาการที่เกิดต่อเนื่องจากอาการความเครียดจากความร้อนโดยเมื่อสมองรับรู้ถึงระดับความร้อนของร่างกายที่เพิ่มสูงขึ้น สมองจะสั่งการให้ระบบต่างๆในร่างกายทำงานช้าลงซึ่งจะเกิดอาการดังนี้ ซึพจรเต้นช้าลง (ความดันโลหิตลดลง) หายใจสั้นแต่ถี่กระชั้นขึ้น (อัตราการหายใจสูงขึ้น) ผิวหนังเปียกชื้นและเย็นชื้นเหมือนผิวคนตาย (ขับเหงื่อมากเกินไป) และหน้าซีด อันเป็นผลจากความดันโลหิตที่ลดลง ในกรณีเช่นนี้จะต้องรีบนำเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าออกไปพักที่พื้นที่ใหม่โดยทันที

### 1.3) การเป็นลมเพราะความร้อน (Heat stroke)

การเป็นลมเพราะความร้อนเป็นอาการที่เกิดต่อเนื่องจากการอ่อนเปลี้ยจากความร้อนเนื่องจากปริมาณความร้อนที่ร่างกายได้รับและสะสมมาเรื่อยๆในระหว่างการปฏิบัติงานสูงขึ้นจนถึงระดับที่ระบบควบคุมความร้อนของร่างกายไม่สามารถปรับตัวเพื่อควบคุมความร้อนได้อีกต่อไป สมองจะหยุดสั่งการระบบควบคุมระดับความร้อนของร่างกาย ซึ่งจะเกิดอาการซึพจรเต้นแรงและเร็ว (อัตราการเต้นของหัวใจเร็วขึ้น) ผิวหนังร้อนจัดและแห้ง (ร่างกายสูญเสียน้ำมากเกินไปแต่ไม่มีการขับเหงื่ออีกต่อไป) อุณหภูมิของร่างกายสูงมาก (ระบบควบคุมระดับความร้อนของร่างกายหยุดทำงาน) ใบหน้าแดงกล้า (อัตราการหมุนเวียนโลหิตและอุณหภูมิสูงขึ้น) ในกรณีนี้จะต้องรีบปฐมพยาบาลในที่เพื่อลดระดับความร้อนของร่างกายลงก่อนแล้วจึงค่อยเคลื่อนย้ายออกจากพื้นที่

## 2) อันตรายจากควันทไฟ เนื่องจากในควันทไฟประกอบไปด้วยก๊าซ

คาร์บอนมอนนอกไซด์ สารไดออกซิน ก๊าซจากสารอินทรีย์ระเหย และก๊าซโอโซน ซึ่งมีผลทำให้ระคายเคืองทางเดินหายใจ (จุก คอ หลอดลม และปอด) เกิดอาการปอดอักเสบ และอาจทำให้เกิดมะเร็งได้ หากร่างกายได้รับสารเหล่านี้เป็นเวลานานหลายปี (บุญตา เจนสุขอุดม. 2556) เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าจึงควรสวมเครื่องป้องกันควันทไฟ และหลีกเลี่ยงการทำงานในบริเวณที่มีควันทไฟมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกินไป โดยเฉพาะการทำงานจากด้านใต้ลมเพราะจะได้รับควันไฟในปริมาณมากและพยายามก้มตัวลงต่ำเพื่อสูดอากาศบริสุทธิ์ซึ่งมักจะเหลืออยู่ที่ระดับใกล้ผิวดิน

3) อันตรายจากอากาศที่มีความร้อนจัด เมื่อสูดเข้าไปจะเป็นอันตรายต่อปอดเนื่องจากอากาศที่ร้อนจัดจะกระตุ้นเนื้อเยื่อปอดให้หลั่งของเหลวบางอย่างออกมาซึ่งมีผลทำให้เกิดอาการขาดอากาศ

4) อันตรายจากแผลไฟลวก ซึ่งเกิดจากการสัมผัสกับเปลวไฟ โดยตรงหรือเกิดจากการรับรังสีความร้อนที่แผ่ออกมาจากไฟโดยจะทำอันตรายต่อผิวหนังและเนื้อเยื่อใต้ชั้นผิวหนังลงไปซึ่งอาจอันตรายถึงขั้นช็อกแล้วเสียชีวิตได้หากผิวหนังและเนื้อเยื่อได้รับความร้อนอย่างต่อเนื่อง จึงควรทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้นโดยการทำให้บริเวณที่ถูกไฟลวกเย็นลง และนำผู้ได้รับบาดเจ็บออกนอกพื้นที่

5) อันตรายจากการสูญเสียน้ำของร่างกาย ในระหว่างการดับไฟป่า ซึ่งอุณหภูมิของอากาศสูงกว่าอุณหภูมิของผิวหนังทำให้ร่างกายต้องระบายความร้อนโดยการขับเหงื่อ ส่งผลให้ร่างกายสูญเสียน้ำในอัตราครึ่งลิตรต่อชั่วโมงโดยประมาณ ซึ่งหากการทำงานของเจ้าหน้าที่กินเวลานานหลายชั่วโมงก็จะส่งผลให้ร่างกายสูญเสียน้ำจนถึงระดับที่เป็นอันตรายดังนั้นจึงจำเป็นต้องดื่มน้ำบ่อยๆ เพื่อทดแทนน้ำที่สูญเสียไป

6) อันตรายจากสัตว์ป่าและอสรพิษ

6.1) การทำงานในพื้นที่ที่มีสัตว์ป่าชุกชุมจะต้องใช้ความระมัดระวังเป็นอย่างมาก เพราะสัตว์เหล่านี้อาจแตกตื่นหนีไฟ และทำอันตรายเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าได้ โดยเฉพาะสัตว์ป่าขนาดใหญ่ เช่น ช้างป่า กระต๊อง และกวาง เป็นต้น

6.2) การพักผ่อนในพื้นที่ที่มีสัตว์ป่าดุร้ายชุกชุมจะต้องเลือกที่พักแรมให้ห่างจากด่านสัตว์หรือบริเวณแหล่งน้ำที่สัตว์ลงมากินน้ำเป็นประจำนอกจากนั้นจะต้องก่อกองไฟ และจัดเวรยามคอยระวังสัตว์ป่าเหล่านั้นด้วย

6.3) สัตว์ป่ามีพิษ จำพวกงูพิษ ตะขาบ แมงป่อง และต่อ ซึ่งเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจึงต้องพยายามหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่คาดว่าจะมีสัตว์ดังกล่าวระวางอย่างนั้งในที่รก ก่อนการพักผ่อนในเวลากลางคืน ต้องตรวจสอบพื้นที่ให้มั่นใจว่าไม่มีสัตว์มีพิษเหล่านี้อาศัยอยู่

จากปัญหา และอุปสรรคในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในภาคเหนือที่ผู้วิจัยศึกษา ก่อเกิดความคิดถึงแนวทางการออกแบบที่ต้องมุ่งเน้นให้การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่มีความสะดวกและความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ด้วยการลดระยะเวลาในการปฏิบัติภารกิจในแต่ละครั้งของเจ้าหน้าที่ให้ลดลงโดยการลดเวลาในการเดินทางเข้าถึงพื้นที่ที่เกิดไฟป่า พัฒนาเครื่องมือที่ช่วยให้การเดินทางเท้าของเจ้าหน้าที่เกิดความสะดวก ลดความเหนื่อยล้า ช่วยในการหลบหนีอันตรายจากไฟป่า และทำให้การเดินทางมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 หลักความปลอดภัยในการควบคุมไฟฟ้า

การดับไฟฟ้าเป็นงานที่หนัก และใช้ระยะเวลาในการปฏิบัติงานยาวนานจึงเสี่ยงอันตรายเป็นอย่างมาก ทั้งอันตรายจากเปลวไฟโดยตรง รังสีความร้อน หมอกควันและก๊าซพิษรวมไปถึงอันตรายอันเกิดขึ้นจากขั้นตอนของการปฏิบัติงานและระยะเวลาของการปฏิบัติงานยิ่งมาก โอกาสเกิดอันตรายและอุบัติเหตุกับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าก็จะมีมากขึ้น กรมป่าไม้ (2543) จึงวางมาตรการเรื่องความปลอดภัยเพื่อเป็นการลดโอกาสในการเกิดอันตรายหรืออุบัติเหตุจากการดับไฟป่าลง ด้วยการให้ความรู้ในเรื่องความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และกำหนดให้มีการปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ความปลอดภัยอย่างเคร่งครัดตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

#### 2.2.3.1 ความปลอดภัยในเรื่องเครื่องแต่งกาย

เครื่องแต่งกายที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงานดับไฟป่าจะต้องสามารถป้องกันหรือลดอันตรายที่จะเกิดระหว่างการดับไฟป่าได้ โดยเฉพาะอันตรายจากรังสีความร้อน (Radiant heat) ให้ได้มากที่สุด

- 1) สวมเสื้อแขนยาวกางเกงขายาวสีสดขนาดเห็นได้ชัดเจนเช่นสีแดง ส้มหรือเหลืองที่ผลิตจากผ้าหนาทนไฟ หรือผ้าฝ้ายธรรมดาที่ไม่ลามไฟ ห้ามใช้ผ้าที่ทอจากวัสดุไวไฟ เช่นผ้าไนลอนอย่างเด็ดขาดโดยในประเทศไทยนั้น เลือกใช้เสื้อยืดแขนยาวสีแดง
- 2) สวมรองเท้าน้ำหนักหุ้มน่องหรือหุ้มข้อเท้าชนิดร้อยเชือกห้ามใช้ชนิดมีซิปโลหะ เนื่องจากโลหะจะร้อนจัดอย่างรวดเร็วเมื่ออยู่ในพื้นที่ไฟไหม้ในกรณีที่ไม่มีเจ้าหน้าที่อาจใช้รองเท้าผ้าใบได้แต่ห้ามสวมรองเท้ายางหรือรองเท้าแตะอย่างเด็ดขาด
- 3) ควรมีผ้าพันคอสามเหลี่ยมเพื่อใช้เช็ดเหงื่อใช้ในการปฐมพยาบาล และใช้ชุบน้ำปิดปาก และจุ่มในกรณีฉุกเฉิน
- 4) สวมหมวกนิรภัยที่ทำจากวัสดุแข็งเช่นไฟเบอร์กลาส หรือ อลูมิเนียม มีสายรัดคางและมีสีสดขนาดเช่นเดียวกับเสื้อผ้า
- 5) สวมแว่นกันควันเพื่อป้องกันควันไฟ ฝุ่นขี้เถ้า สะเก็ดไฟหรือชิ้นไม้เล็กๆ ที่อาจกระเด็นมาจากบริเวณที่มีการตัดต้นไม้ทำแนวกันไฟ
- 6) ห้ามสวมใส่เครื่องประดับที่ทำจากโลหะหรือพลาสติกเพราะโลหะจะร้อนได้อย่างรวดเร็วและทำอันตรายต่อผิวหนัง ซึ่งพลาสติกที่กำลังละลายก็ทำอันตรายต่อผิวหนังเช่นกัน ในกรณีของนาฬิกาซึ่งมีความจำเป็นต่อการปฏิบัติงานควรถอดเก็บไว้ในกระเป๋ากางเกง แล้วนำออกมาใช้เมื่อจำเป็นเท่านั้น

จากหลักความปลอดภัยในเรื่องเครื่องแต่งกายสรุปได้ว่าเครื่องแต่งกายของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าต้องสามารถป้องกันอันตรายจากไฟป่าได้ในระดับหนึ่ง อีกทั้งมีชิ้นส่วนที่เป็นโลหะให้น้อยที่สุดและสามารถระบายอากาศได้ดี ซึ่งหากสามารถออกแบบให้เครื่องแต่งกายมีน้ำหนักเบาและสวมใส่สบายขึ้น จะเป็นการส่งเสริมความปลอดภัยให้กับเจ้าหน้าที่มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3.2 ความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือดับไฟฟ้า

เครื่องมือดับไฟฟ้านั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการจัดการกับไฟฟ้าหากเครื่องมือชิ้นไม่ได้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานหรือมีการใช้งานอย่างไม่ถูกวิธีก็อาจส่งผลให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าได้รับอันตรายได้เช่นกัน ดังนั้นความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือดับไฟฟ้าจึงนับเป็นสิ่งที่สำคัญเช่นกัน เจ้าหน้าที่จึงควรปฏิบัติตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- 1) ตรวจสอบเครื่องมือดับไฟฟ้าให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ และพร้อมสำหรับใช้งานอยู่เสมอ
- 2) เครื่องมือที่มีความคม ต้องมีปลอกหรือมีที่ปิดคมในระหว่างการเดินเท้าและต้องมีความระมัดระวังในการเดินทางอยู่เสมอเพื่อไม่ให้ส่วนที่คมของเครื่องมือทำอันตรายตนเอง หรือเจ้าหน้าที่ท่านอื่น

3) การวางเครื่องมือที่มีคมลงบนพื้นจะต้องวางด้านที่มีคมลงพื้นเสมอเพื่อป้องกันอันตรายในกรณีมีผู้พลอเหยียบ

4) ในระหว่างการทำงานด้วยเครื่องมือที่มีคมจะต้องเว้นระยะระหว่างบุคคลให้เหมาะสม เพื่อไม่ให้เพื่อนร่วมงานที่อยู่ใกล้เคียงได้รับอันตรายจากเครื่องมือชิ้น

จากหลักความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือดับไฟฟ้า สรุปได้ว่าเครื่องมือบางชิ้นนั้นมีความคม เจ้าหน้าที่จะต้องปฏิบัติตามแผนที่ได้กำหนดไว้ รับผิดชอบในหน้าที่ของตน รับผิดชอบที่ของเพื่อนร่วมงาน มีสติและระมัดระวังในการใช้งานเครื่องมือต่างๆ อยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงควรคำนึงถึงการป้องกันอันตรายจากความคมของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ทำการพัฒนาด้วย

### 2.2.3.3 ความปลอดภัยในระหว่างการดับไฟฟ้า

ความปลอดภัยในระหว่างการดับไฟฟ้านั้นได้ถูกกำหนดไว้เป็น 4 ส่วน ได้แก่

- 1) ข้อบังคับในระหว่างการดับไฟฟ้า
  - 1.1) เชื้อเพลิง ปฏิบัติตามคำสั่ง และคำแนะนำของหัวหน้าหมู่ดับไฟฟ้าหรือผู้ซึ่งควบคุมการดับไฟฟ้านั้นอย่างเคร่งครัด
  - 1.2) ทำงานเกาะกลุ่มอย่างน้อยที่สุด 3 คนเสมอเพราะหากมีเหตุฉุกเฉิน หรือต้องการความช่วยเหลือจะสามารถให้ช่วยเหลือกันได้อย่างทันท่วงทีและยังช่วยป้องกันการพลัดหลงกันอีกด้วย
  - 1.3) เว้นระยะระหว่างบุคคลขณะทำงานให้เหมาะสมเพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดจากเครื่องมือดับไฟฟ้าเช่นในกรณีที่เกิดไฟ กระจายหรือขวานหลุดจากด้าม

### 2) การระวังอันตรายจากสภาพภูมิประเทศ

2.1) หากพื้นที่เป็นที่ลาดชัน ให้หลีกเลี่ยงการดับไฟจาก

ด้านบนของไฟเนื่องจากควันไฟ เปลวไฟและความร้อนจะพุ่งขึ้นมา ซึ่งทำให้หายใจลำบากและทำให้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิสัยทัศน์ในการมองเห็นลดลงโดยไฟที่ใหม่ในที่ลาดชันจะลุกลามได้เร็วกว่าการวิ่งหนีของมนุษย์ ยิ่งไปกว่านั้นหากมีลูกไฟที่ลอยไปตกด้านบน ลูกไฟจะพัฒนาไปเป็นไฟป่าแนวใหม่ ก่อตัวเป็นวงล้อมที่ทำให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าไม่อาจหลบหนีได้

2.2) การจัดการไฟป่าในที่ลาดชันนั้น เจ้าหน้าที่ต้องทำจากด้านใต้ของไฟ และต้องระวังหินหรือท่อนไม้ที่จะกลิ้งลงมาทำอันตราย ทั้งยังต้องระวังเชื้อเพลิงติดไฟที่อาจกลิ้งลงมาตามทางลาดเกิดเป็นแนวไฟใหม่ได้

2.3) เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจะต้องมีความระมัดระวังในการเคลื่อนที่กรณีการจัดการไฟป่าในพื้นที่ลาดชัน เพราะอาจทำให้มีหินหรือท่อนไม้กลิ้งลงมาทำอันตรายเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าซึ่งปฏิบัติงานอยู่ในที่ต่ำกว่าได้เสมอ

2.4) เจ้าหน้าที่ควรหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีความอันตรายสูง เช่น หน้าผาซึ่งอาจเกิดอุบัติเหตุพลัดตกลงมาและบริเวณร่องเขาซึ่งมักเกิดกลุ่มควันไฟหนาแน่น

2.5) เจ้าหน้าที่ควรหลีกเลี่ยงการเดินเข้าพื้นที่ป่าที่รกทึบ เนื่องจากมีความยากลำบาก เกิดการพลัดหลงกันได้ง่าย การตรวจหาไฟป่าในเขตป่ารกทึบและการหลบหนีไฟในกรณีฉุกเฉินนั้นทำได้ยากลำบาก

### 3) การระวังอันตรายจากสภาพเชื้อเพลิง

3.1) เชื้อเพลิงที่เป็นไม้ยืนต้นอาจถูกไฟใหม่ที่โคนหรือที่โพรงต้นไม้ จะส่งผลให้โคนล้มได้ง่ายจึงต้องใช้ความระมัดระวังในการเข้าใกล้

3.2) ต้นไม้ในป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขาหรือป่าดิบชื้นนั้น มักจะเป็นชนิดต้นไม้อบน้ำ ทำให้หักโค่นได้ง่าย ส่งผลให้เจ้าหน้าที่ต้องใช้ความระมัดระวังในการเข้าควบคุมไฟป่าในพื้นที่เหล่านี้

3.3) ไฟที่ใหม่ในป่าพรุ ไฟจะไหม้รากไม้ทำให้ต้นไม้ใหญ่ โคนล้มอยู่ตลอดเวลา เจ้าหน้าที่จึงควรใช้ความระมัดระวังในการทำงานเป็นอย่างมากนอกจากนั้นไฟที่ไหม้ดินพรุจะเกิดควันที่มีก๊าซพิษโดยเฉพาะอย่างยิ่งซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) ดังนั้นเจ้าหน้าที่จะต้องสวมใส่หน้ากากป้องกันควันตลอดเวลาและการเดินบนพื้นป่าพรุที่ถูกไฟไหม้จะต้องระมัดระวังเป็นอย่างมากเพราะอาจเหยียบลงไปบนดินที่เป็นชั้นถ้ำถ่านซึ่งมีความร้อนสูงได้โดยมักจะพบในบริเวณที่ขึ้นไถ่มีสีขาวและบริเวณใกล้โคนต้นไม้ใหญ่

3.4) เชื้อเพลิงที่เป็นต้นไม้ หรือกอไม้ เมื่อติดไฟส่วนของปล้องไม้จะสามารถระเบิดได้เนื่องจากแรงดันภายในลำปล้อง เจ้าหน้าที่จึงต้องใช้ความระมัดระวังในการเข้าใกล้

### 4) การระวังอันตรายจากสภาพอากาศ

4.1) ระวังการทำงานในพื้นที่ภูเขาสลับซับซ้อนเนื่องจากความเร็ว และทิศทางของลมสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาทำให้พฤติกรรมของไฟเปลี่ยนแปลง

อยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2) ระวังอันตรายจากเปลวไฟและควันไฟ ขณะลมแรง โดยพยายามหลีกเลี่ยงการสูดดมควันไฟและระวังอย่าให้ขี้เถ้าเข้าตา ดังนั้นถ้าเป็นไปได้ให้เจ้าหน้าที่ทำงานจากด้านเหนือลม ซึ่งมีความปลอดภัยมากกว่าด้านอื่น

4.3) การดับไฟในช่วงบ่าย ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิสูง และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะส่งผลให้เจ้าหน้าที่เหนื่อยง่าย และหมดแรงอย่างรวดเร็วจึงไม่ควรทำงานอย่างหักโหม เพราะอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุตามมาได้ง่าย

จากหลักความปลอดภัยในระหว่างการดับไฟป่าสรุปได้ว่า สิ่งสำคัญคือการวิเคราะห์ข้อมูล ความชำนาญในภูมิประเทศ และการวางแผนที่ดี ของหัวหน้าหน่วย ประกอบกับการปฏิบัติตามแผนอย่างเคร่งครัดของเจ้าหน้าที่ ซึ่งหากมีเหตุการณ์ที่คาดไม่ถึงเกิดขึ้นหัวหน้าหน่วยต้องสามารถปรับเปลี่ยนแผนการได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่สามารถปรับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานได้อย่างหลากหลายเพื่อให้ตอบสนองต่อแผนการปฏิบัติงานที่เปลี่ยนไปได้อย่างรวดเร็วจะยิ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยให้กับการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่

#### 2.2.3.4 ความปลอดภัยในการเดินทางด้วยรถยนต์

การเดินทางไปถึงพื้นที่เกิดไฟป่าให้เร็วที่สุดจะช่วยให้การควบคุมไฟป่าทำได้ง่ายขึ้น แต่ความปลอดภัยในการเดินทางก็เป็นสิ่งสำคัญเช่นกัน เพราะหากเกิดอุบัติเหตุระหว่างทางเสียก่อน จะทำให้สถานการณ์ เลวร้ายดังเหตุการณ์รถชนเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าตกเหวที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ขณะเดินทางไปช่วยดับไฟป่าที่กำลังไหม้บ้านเรือนของชาวกะเหรี่ยงคะยะในศูนย์พักพิงผู้พลหนีภัยจากการสู้รบบ้านแม่สุริน เมื่อวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2556 เหตุการณ์ครั้งนั้นทำให้มีเจ้าหน้าที่เสียชีวิต 2 นาย และบาดเจ็บนับ 10 นาย ดังนั้นจึงต้องมีการวางแผนในการเดินทางให้เกิดความรวดเร็วและความปลอดภัยให้มากที่สุด นั่นคือ

1) พนักงานขับรถจะต้องมีทักษะและความชำนาญในการขับขี่ในสภาพภูมิประเทศนั้นๆ ต้องคุ้นเคยกับพื้นที่เป็นอย่างดี ขับรถด้วยความระมัดระวังไม่ประมาทและไม่ดื่มของมึนเมาก่อนปฏิบัติหน้าที่

2) ตรวจสอบสภาพรถยนต์ให้พร้อมสำหรับการเดินทางอยู่เสมอ

3) ก่อนออกรถต้องแน่ใจว่าทุกคนประจำที่นั่งของตนอย่างเรียบร้อย และปลอดภัย หากเป็นรถกระบะที่ไม่ได้ต่อที่นั่งพิเศษจะต้องให้ทุกคนนั่งในกระบะรถ ห้ามนั่งบนขอบกระบะหรือยื่นโดยเด็ดขาด

4) ในระหว่างการเดินทางทุกคนต้องคอยระมัดระวังอยู่ตลอดเวลา เพราะอาจเกิดการเหวี่ยง เมื่อรถเข้าโค้งหรือเกิดการกระดอนเนื่องมาจากหลุมบ่อบนถนนซึ่งอาจทำให้พลัดตกลงจากรถได้

5) ลงจากรถเมื่อรถหยุดสนิทและทยอยลงอย่างเป็นระเบียบ

6) การนำรถยนต์เข้าไปใกล้พื้นที่เกิดไฟป่าต้องมั่นใจว่าจะมีพื้นที่

เพียงพอให้กลับรถในกรณีฉุกเฉินได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) การจอดรถต้องเลือกพื้นที่โล่งที่ไม่มีเชื้อเพลิงหรือถังเชื้อเพลิงรอบๆ ออกให้หมดและกลับรถเตรียมพร้อมสำหรับการเดินทางออกนอกพื้นที่เสมอ

8) ไม่จอดรถกีดขวางเส้นทางของรถคันอื่นอย่างเด็ดขาด

จากหลักความปลอดภัยในการเดินทางด้วยรถยนต์ สรุปได้ว่าการพัฒนาเครื่องมือดับไฟพานั้น ผู้วิจัยต้องคำนึงถึงการขนย้ายเครื่องมือดับไฟพาทางรถยนต์ด้วย เครื่องมือดับไฟป่าจะต้องไม่ขัดขวางและไม่สร้างอันตรายให้กับเจ้าหน้าที่ขณะเดินทาง เจ้าหน้าที่สามารถนำออกมาใช้งานและเก็บเข้าที่ได้อย่างรวดเร็ว ในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน โดยผู้วิจัยต้องออกแบบการใช้พื้นที่ในการจัดเก็บเครื่องมือมีความสอดคล้องกับพื้นที่ที่มีอยู่เดิมของตัวรถ โดยความสบายในการเดินทางของเจ้าหน้าที่ต้องไม่ลดลง

#### 2.2.3.5 ความปลอดภัยในระหว่างการเดินเท้า

สภาพป่าส่วนใหญ่ในภาคเหนือของประเทศไทยเป็นภูเขาสลับซับซ้อนเส้นทางที่รถสามารถเข้าถึงพื้นที่เกิดไฟป่านั้นน้อยและไฟป่ามักเกิดขึ้นในพื้นที่ทุรกันดาร ดังนั้นในการดับไฟป่าทุกครั้ง เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจำเป็นต้องเดินเท้าเข้าไปยังบริเวณที่เกิดไฟป่าและปฏิบัติตามข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยดังนี้

- 1) หัวหน้าหมู่ดับไฟป่าจะต้องเป็นผู้รู้และคุ้นเคยกับพื้นที่เป็นอย่างดี ประกอบกับต้องมีแผนที่และเข็มทิศไปด้วยเสมอหากเป็นไปได้ควรมีเครื่องบอกพิกัดบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (GPS) ไปด้วย
- 2) ควรใช้เส้นทางเดินเท้าที่มีอยู่แล้วเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการเดินทางและหลีกเลี่ยงอันตรายจากพื้นที่ป่าที่หุบเหวและหน้าผา
- 3) เดินในลักษณะแถวตอนเรียงหนึ่งทิ้งระยะห่างระหว่างบุคคลพอประมาณในระยะที่มองเห็นหลังคนเดินหน้าอยู่ตลอดเวลาเพื่อป้องกันการพลัดหลง
- 4) พกพาเครื่องมือดับไฟป่าในลักษณะที่ปลอดภัยโดยถ้าเป็นถังฉีดน้ำดับไฟป่าต้องสะพายหลัง และถือหัวฉีดในท่าเฉียงอาวุธหากเป็นเครื่องมือที่มีด้ามให้ถือเครื่องมือในลักษณะที่สมดุลโดยให้หัวของเครื่องมืออยู่ด้านหน้าให้เครื่องมืออยู่ที่ระดับต่ำกว่าเอวห้ามใช้วิธีแบกเครื่องมือโดยเด็ดขาดและเว้นระยะห่างระหว่างบุคคลให้เหมาะสมเพราะหัวและปลายเครื่องมือที่มีความคมอาจทำอันตรายคนที่เดินข้างหน้าหรือข้างหลังได้
- 5) เว้นระยะการเดินขึ้นเขาระหว่างบุคคลให้ไกลขึ้นกว่าปกติเพื่อให้คนข้างหลังสามารถหลบหินหรือท่อนไม้ที่อาจกลิ้งลงมาได้ทันและควรเดินในลักษณะสลับฟันปลาเพื่อเป็นการลดความชันของพื้นที่
- 6) พกไฟฉายไปด้วยหากคาดว่าจะต้องเดินทางในเวลากลางคืน อีกทั้งเพิ่มความระมัดระวังมากขึ้น และพยายามจดจำเส้นทางเสมอเผื่อกรณีพลัดหลง
- 7) วางแผนบริหารกำลังของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าหากการเดินทาง

มีระยะทางไกลโดยกำหนดการหยุดพักเป็นระยะๆ ตามความเหมาะสม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) ตรวจสอบเช็คตำแหน่งอยู่ตลอดเวลาเพื่อการปรับเปลี่ยนแผนการเดินทาง และป้องกันการหลงทาง

9) สังเกตตำแหน่งของไฟ โดยหากเป็นเวลากลางคืนอาจเห็นแสงไฟได้แต่ไกล แต่หากเป็นเวลากลางวันอาจต้องใช้วิธีมกลื่น ฟังเสียง หรือปีนขึ้นที่สูงเพื่อสังเกตควันไฟ จากหลักความปลอดภัยในระหว่างการเดินเท้า สรุปได้ว่าผู้วิจัยควรพัฒนาเครื่องมือให้มีความปลอดภัย สร้างความสะดวก ลดความเมื่อยล้า และช่วยในการพุงตัวของเจ้าหน้าที่ขณะเดินเท้าในป่า โดยอาจใช้ประโยชน์จากลักษณะของเครื่องมือเพื่อทำให้การเดินเท้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น

#### 2.2.3.6 ความปลอดภัยในการจัดการพื้นที่หลังการดับไฟป่า

เจ้าหน้าที่จะต้องมีการเข้าจัดการพื้นที่หลังจากดับไฟป่าได้แล้วอย่างมั่นใจว่าไฟนั้นได้ดับสนิทแล้วและจะต้องไม่มีไฟลุกไหม้ซ้ำขึ้นมาได้อีก ซึ่งพื้นที่หลังการดับไฟป่านี้อยู่ถือเป็นพื้นที่ที่อันตราย เจ้าหน้าที่จึงควรปฏิบัติตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

1) เจ้าหน้าที่จะต้องระมัดระวังไฟที่ยังคุกรุ่นอยู่ตามตอไม้ โปรงไม้ ขอนไม้ หรือบางจุดที่ยังมีความร้อนสูงอยู่ เมื่อเข้าพื้นที่หลังการดับไฟป่า ซึ่งสังเกตได้จากการที่มีขี้เถ้าสีขาวในบริเวณนั้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ป่าพรุซึ่งจะยังมีเชื้อเพลิงที่ไหม้คุกรุ่น และร้อนจัดอยู่ใต้ชั้นผิวดิน

2) ไม้ยืนต้นที่ถูกไฟไหม้จะมีอันตรายมากเพราะโคนล้มได้ง่าย

3) การฉีดน้ำเพื่อดับไฟให้สนิทต้องระวังขี้เถ้าที่จะฟุ้งกระจายเข้าตา และขี้เถ้าที่เปียกน้ำจะทำให้พื้นลื่นมากอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุหกล้มได้ง่าย

4) เจ้าหน้าที่ต้องระวังไม่ให้สะเก็ดไฟกระเด็นเข้าตาในขณะที่ถาก ส่วนของท่อนไม้หรือตอไม้ที่ยังติดไฟอยู่หรือกระจายกองเชื้อเพลิงที่ยังติดไฟอยู่

จากหลักความปลอดภัยในการจัดการพื้นที่หลังการดับไฟป่า สรุปได้ว่าผู้วิจัยควรพัฒนาเครื่องมือให้มีความแข็งแรง สามารถเคลื่อนย้ายและจัดการกับตอไม้ ขอนไม้ ตอไม้ โปรงไม้ที่ยังคงมีลักษณะเป็นถ่านร้อนได้อย่างปลอดภัย และเนื่องจากพื้นที่หลังการดับไฟป่ายังคงมีความร้อนอยู่ เครื่องแต่งกายจึงควรป้องกันความร้อนและป้องกันสะเก็ดไฟหรือถ่านที่ยังร้อนอยู่ไม่ให้ทำอันตรายกับตัวเจ้าหน้าที่ได้

#### 2.2.3.7 การเอาชีวิตรอดในกรณีฉุกเฉิน

1) เส้นทางล่าถอย

ในการเข้าปฏิบัติงานดับไฟป่าทุกครั้ง หัวหน้าหมู่ดับไฟป่าจะต้องกำหนดแผนล่าถอยในกรณีฉุกเฉินทุกครั้ง โดยชี้แจงให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าทราบถึงเส้นทางที่จะใช้ในการล่าถอยในกรณีฉุกเฉินซึ่งมักจะใช้เส้นทางแนวกันไฟที่ใช้ในการดับไฟครั้งนั้นเพื่อล่าถอยกลับออกมาสู่บริเวณที่ปลอดภัย อย่างไรก็ตามเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจะต้องคอยสังเกตเส้นทางเพื่อหาทาง

เลือกอื่นๆ เพื่อการล่าถอยในกรณีที่เกิดอุปสรรคทำให้ไม่สามารถล่าถอยตามเส้นทางที่กำหนดไว้ตั้งแต่แรกได้ ทั้งนี้ในขณะที่ล่าถอยจะต้องปฏิบัติดังนี้

- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าเพื่อนเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าใน

หมุยยังอยู่ครบถ้วน

- เดินอย่างระมัดระวังและคอยระวังอันตรายที่อาจ

เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

- เมื่อเดินทางถึงพื้นที่ที่ปลอดภัยแล้วให้รีบตรวจสอบ

จำนวนเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าอีกครั้งหนึ่ง

## 2) การปฏิบัติหากติดอยู่ในบริเวณไฟไหม้

ในกรณีที่ไฟไหม้ผ่านป่าไม้พุ่ม ระยะเวลาที่เปลวไฟลุกลามผ่านจุดหนึ่งๆ จะใช้เวลาไม่เกิน 4 นาทีและหากเป็นการไหม้ผ่านป่าหญ้าจะใช้เวลาไม่เกิน 30 วินาทีโดยหลังจากเปลวไฟผ่านไปแล้วความร้อนจะลดลงอย่างรวดเร็วหากติดอยู่ในพื้นที่ที่เปลวไฟกำลังจะลุกลามผ่านโอกาสในการรอดชีวิตจะเพิ่มมากขึ้นหากปฏิบัติดังนี้

- เลือกพื้นที่ที่มีเชื้อเพลิงอยู่น้อยที่สุด
- ป้องกันตัวจากรังสีความร้อนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

หากในบริเวณนั้นมีก้อนหินต้นไม้ล้มหรือร่องน้ำให้ใช้เป็นที่ยกำบัง

- กำจัดเชื้อเพลิงในบริเวณรอบๆ ตัวออกให้มากที่สุดหาก

ไม่มีที่ยกำบังตามธรรมชาติให้ใช้เครื่องมือดับไฟฟ้าหรือชุดรองเท้าให้เพียงพอต่อการลงไปในอนได้หากมีเวลามากพอ หลังจากนั้นให้นอนคว่ำหน้าลงแนบดินใช้หน้าผากกดลงดินเพื่อเืองงมูกให้เหลือช่องว่างให้หายใจได้สะดวก พยายามปกปิดส่วนต่างๆ ของร่างกายไม่ให้ถูกรังสีความร้อนหรือถูกเปลวไฟโดยประสานมือทั้งสองข้างปิดบังท้ายทอย และหูเอาไว้

- ควบคุมสติ ไม่ตื่นตระหนกและนอนนิ่งอยู่กับที่รอ

จนกระทั่งเปลวไฟผ่านพ้นไปและสถานการณ์อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

- อย่าพยายามลุกขึ้นเพื่อวิ่งหนีเพราะการลุกขึ้นหรือ

เคลื่อนที่จะทำให้สถานการณ์เลวร้ายลง เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศและปริมาณควันไฟที่อยู่สูงจากผิวดิน 1-2 เมตร จะสูงมากกว่าสองเท่าของอุณหภูมิที่ระดับผิวดิน

## 3) พื้นที่ที่ปลอดภัย

พื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ไปแล้วเป็นพื้นที่ที่นับว่ามีความปลอดภัยในกรณีที่เป็นไฟผิวดินความสูงเปลวไฟไม่เกิน 2 เมตรและความกว้างของบริเวณเปลวไฟไม่เกิน 2 เมตรเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าที่มีประสบการณ์สามารถวิ่งฝ่าเปลวไฟเข้าไปสู่บริเวณที่ถูกไฟไหม้ไปแล้วได้อย่างปลอดภัยอย่างไรก็ตามวิธีนี้จะใช้ได้เฉพาะกรณีที่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าสามารถมองเห็นพื้นที่หลังแนวไฟที่จะวิ่งไปหาได้อย่างชัดเจนเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4) การหลบไฟในรถยนต์

เจ้าหน้าที่ที่อยู่ในรถยนต์ต้องอย่าพยายามขับฝ่าเปลวไฟที่มีควันไฟจำนวนมากจนบดบังการมองเห็นเพราะอาจเกิดอุบัติเหตุรถชนกันหรือขับรถตกทางได้ในกรณีนี้ให้ใช้ตัวถังรถยนต์เพื่อป้องกันร่างกายจากเปลวไฟและรังสีความร้อนได้หากเส้นทางล่าถอยถูกปิดกั้นให้อยู่ในรถและปฏิบัติดังนี้

- หาที่จอดรถในพื้นที่โล่งที่ไม่มีเชื้อเพลิง
- ปิดกระจกหน้าต่างรถทุกบานปิดช่องระบายอากาศ

และปิดแอร์ในรถเพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซพิษรั่วเข้ามาในรถ แล้วเปิดไฟฉุกเฉิน

- ก้มตัวลงให้ต่ำกว่าระดับขอบหน้าต่างเพื่อป้องกันรังสี

ความร้อนที่จะส่งผ่านกระจกรถยนต์เข้ามา

- อดทนต่อความอึดอัดและความร้อนในรถที่จะเพิ่มขึ้น

เรื่อยๆ อย่าลงจากรถโดยเด็ดขาดจนกว่าไฟจะไหม้ผ่านไปและสถานการณ์เข้าสู่ภาวะปลอดภัย

#### 5) การวิ่งหนี

วิ่งไปหาได้อย่างชัดเจนแล้วเท่านั้น

- ขอให้ออกวิ่งผ่านเปลวไฟเมื่อมองเห็นพื้นที่หลังแนวไฟที่จะ

เพราะไฟที่ลุกไหม้ขึ้นเขาหรือลุกลามตามลมจะมีความเร็วมากกว่าความเร็วในการวิ่งหนีของมนุษย์

จากหลักการปฏิบัติหากเจ้าหน้าที่ติดอยู่ในบริเวณไฟไหม้สรุปได้ว่าพื้นที่ที่ปลอดภัยคือพื้นที่ที่ไฟไหม้ผ่านไปแล้ว การหลบหนีจากไฟป่าคือการฝ่าแนวไฟเพื่อเข้าไปยังพื้นที่ที่ปลอดภัยนั้น ผู้วิจัยจึงควรพัฒนาให้เครื่องมือดับไฟป่ามีความสามารถในการสร้างช่องทางให้เจ้าหน้าที่หลบหนีจากวงล้อมของไฟป่าเพื่อเข้าไปยังพื้นที่ปลอดภัยได้

ผู้วิจัยเห็นว่าหลักความปลอดภัยในการควบคุมไฟป่านั้น ได้มีการกำหนดไว้เป็นลายลักษณ์อักษร และมีความครอบคลุมทั้งในด้านเครื่องแต่งกาย และการปฏิบัติงานแล้ว ซึ่งปัญหาด้านความปลอดภัยที่ผู้วิจัยพบจากการลงพื้นที่นั้น เป็นผลมาจากการขาดการตระหนักถึงความปลอดภัยของตัวเจ้าหน้าที่เอง และการขาดการบังคับใช้นโยบายด้านความปลอดภัยภายในองค์กรเอง การจะแก้ปัญหาด้านความปลอดภัยในด้านเครื่องแต่งกาย และการปฏิบัติงานจึงควรเริ่มจากการบังคับใช้นโยบายที่จริงจัง และสร้างความตระหนักให้กับเจ้าหน้าที่ ซึ่งจะเป็นวิธีการที่ง่าย มีความยั่งยืน และมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้านความปลอดภัยใหม่เพื่อให้เจ้าหน้าที่นำไปใช้งาน ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าให้สามารถปรับเปลี่ยนการทำงานได้หลากหลาย เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์เครื่องมืออย่างคุ้มค่า ทั้งการช่วยให้เกิดความสะดวก ความปลอดภัย ช่วยในการพยุงตัวในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดไฟป่าของเจ้าหน้าที่ พร้อมสำหรับการปรับเปลี่ยนแผนการปฏิบัติงาน และการหลบหนีจากไฟป่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.4 ข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการไฟฟ้า

### 2.2.4.1 การจัดการไฟฟ้าโดยชุมชนในภาคเหนือของไทย

การมีส่วนร่วมในการจัดการไฟฟ้าของชุมชนจะช่วยให้ประสิทธิภาพในการจัดการปัญหาไฟฟ้าดีขึ้น เนื่องจากประชาชนในท้องถิ่นเป็นผู้ที่รับรู้ถึงปัญหาของพื้นที่ได้ดีที่สุด โดยเจ้าหน้าที่ของรัฐจะดำเนินการให้ความรู้กับประชาชนในท้องถิ่นเพื่อปลูกจิตสำนึกและสร้างเครือข่ายแนวร่วมในการจัดการปัญหาไฟฟ้าทำให้เจ้าหน้าที่ได้รับการแจ้งข้อมูลการบุงกรุกป่า ข้อมูลสัตว์ป่า และข้อมูลการเกิดไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็ว และได้รับการร่วมมือในการดับไฟฟ้าจากชาวบ้าน โดยชาวบ้านจะสามารถจัดการไฟฟ้าขนาดเล็กได้เอง แต่หากพบการเกิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าจะมีการส่งกำลังมาช่วยในการจัดการกับไฟฟ้า ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้ชาวบ้านเกิดความหวงแหนในป่าไม้ที่ได้อุปโภคบริโภค เกิดความสัมพันธ์อันดีระหว่างเจ้าหน้าที่ของรัฐและชาวบ้าน ลดปัญหาการลักลอบตัดไม้ และลดงบประมาณของภาครัฐที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไฟฟ้าได้เป็นอย่างมาก (กรมป่าไม้, 2555)

ในรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2540 มาตรา 282 ถึง 290 ได้ให้ความสำคัญกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมากขึ้นโดยโอนอำนาจการบริหารจัดการทรัพยากรในท้องถิ่นให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อให้เกิดการพัฒนาชุมชนนั้นเกิดความสอดคล้องกับวิถีชีวิตและความเป็นอยู่ของคนในชุมชน ซึ่งในรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2540 นั้นมีพระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นปี พ.ศ. 2542 ให้กรมป่าไม้มีการถ่ายโอนภารกิจจัดการไฟฟ้าให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยกรมป่าไม้จะต้องทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา ให้ความรู้ และกำหนดพื้นที่รับผิดชอบให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่ง อัจฉรา รักษ์ดิษฐ์ (2543) ได้สรุปข้อมูลจากการจัดเวทีแลกเปลี่ยนประสบการณ์การจัดการไฟฟ้าโดยองค์กรชุมชนขึ้นในปี พ.ศ. 2543 พบว่าคนในชุมชนมีภูมิความรู้เพื่อใช้ในการจัดการกับไฟฟ้าในบริเวณที่ติดกับพื้นที่ทำกินของตนเองอยู่แล้ว แต่ยังขาดความรู้ ความตระหนักถึงผลกระทบจากไฟฟ้า และขาดเครื่องมือที่ใช้จัดการกับไฟฟ้า ธานนท์ โสภิตชา (2553) เห็นว่ารัฐบาลควรเร่งให้ความรู้ด้วยการฝึกอบรม และจัดหาเครื่องมือดับไฟฟ้าให้กับชุมชน เพื่อส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือจากชุมชนในการจัดการไฟฟ้า สอดคล้องกับความเห็นของ วุฒิไกร ชัยชนะ (2546) และ จุฬาวลัย พรหมสุวรรณ (2553) ที่ว่าการให้ความรู้ และการฝึกอบรมการจัดการไฟฟ้าให้กับคนในชุมชน เป็นการเพิ่มจำนวนอาสาสมัครป้องกันไฟฟ้า และปลูกฝังจิตสำนึกให้คนในชุมชนเกิดความรักและความหวงแหนป่ามากยิ่งขึ้น จากความคิดเห็นของทุกท่านที่ได้กล่าวมาในข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าการจัดการไฟฟ้าโดยการมีส่วนร่วมขององค์กรในชุมชนนั้นเป็นวิธีจัดการไฟฟ้าที่มีความยั่งยืนมากที่สุด เพราะเป็นการป้องกันไฟฟ้า และดูแลรักษาผืนป่าด้วยจิตสำนึกของคนในชุมชน ในขณะที่รัฐบาลเป็นฝ่ายสนับสนุนงบประมาณ และการอบรมให้ความรู้ ส่วนด้านเครื่องมือนั้นทางองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะต้องเป็นผู้ดำเนินการจัดหาเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.2.4.2 การปลูกป่าในใจคน

การบริโภค และใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างสิ้นเปลืองเพื่อประโยชน์ของตนเอง นั้นสร้างความเสียหายให้แก่สิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมากจนเกิดปัญหาความไม่สมดุลของป่าไม้ ดังนั้นในการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติให้กลับคืนมา ทุกหน่วยงานและประชาชนจะต้องปลูกจิตสำนึกให้ประชาชนเกิดความรักในผืนป่าเป็นสำคัญ

#### 2.2.4.3 การปลูกป่าโดยไม่ต้องปลูก

การปลูกป่าโดยไม่ต้องปลูกเป็นแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชที่ทรงแนะนำการพลิกฟื้นทรัพยากรธรรมชาติป่าไม้ให้กลับคืนมาสู่ความอุดมสมบูรณ์ดังเดิม โดยอาศัยหลักการของกฎธรรมชาติที่เรียบง่าย เรียบง่ายและประหยัด แต่ได้ผลกลับมาอย่างมหาศาลดังพระราชดำรัสความตอนหนึ่งว่า “... ทิ้งป่านั้นไว้ 5 ปี ตรงนั้นไม่ต้องไปทำอะไรเลย แต่ป่าเจริญเติบโตเป็นป่าสมบูรณ์โดยไม่ต้องปลูกสักต้นเดียว คือว่าการปลูกป่า นั้น สำคัญอยู่ที่ปล่อยให้เขาขึ้นเอง...” ซึ่งหมายถึงการปล่อยให้ป่าไม้เจริญเติบโต โดยปราศจากมนุษย์เข้าไปยุ่งเกี่ยวเป็นเวลานาน ป่าไม้นั้นก็จะกลับกายมาเป็นป่าที่สมบูรณ์ได้ดังเดิม

#### 2.2.4.4 ทฤษฎีป่าเปียก

พระราชดำริ “ป่าเปียก” เกิดขึ้นเพื่อเป็นแนวในการป้องกันไฟป่าทรงคิดค้นขึ้น โดยนำหลักการที่แสนง่าย โดยใช้หลากหลายวิธีการประกอบกัน ซึ่งพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชพระราชทานวิธีการก่อสร้าง “ป่าเปียก” ไว้หลายวิธี ดังนี้

- 1) ทำระบบป้องกันไฟไหม้ป่า โดยใช้แนวคลองส่งน้ำ และแนวพืชชนิดต่างๆ ปลูกตามแนวคลองนี้
- 2) สร้างระบบการควบคุมไฟป่าด้วยแนวป้องกันไฟป่าเปียก โดยอาศัยน้ำชลประทานและน้ำฝน
- 3) ปลูกต้นไม้โตเร็วคลุมแนวร่องน้ำเพื่อให้ความชุ่มชื้นค่อยๆ ทวีขึ้น และแผ่ขยายออกไปทั้งสองด้านของร่องน้ำ ซึ่งจะทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตและมีส่วนช่วยป้องกันไฟป่า เพราะไฟป่าจะเกิดขึ้นง่ายหากป่าขาดความชุ่มชื้น
- 4) สร้างฝายชะลอความชุ่มชื้น เพื่อปิดกั้นร่องน้ำหรือลำธารขนาดเล็กเป็นระยะๆ เพื่อใช้เก็บกักน้ำและตะกอนดินไว้บางส่วน โดยน้ำที่เก็บไว้จะซึมเข้าไปสะสมในดินทำให้ความชุ่มชื้นแผ่ขยายเข้าไปทั้งสองด้านกลายเป็น “ป่าเปียก”
- 5) สูบน้ำเข้าไปในระดับที่สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ แล้วปล่อยน้ำลงมาที่ละน้อยให้ค่อยๆ ไหลซึมลงดินเพื่อช่วยเสริมการปลูกป่าบนพื้นที่สูงในรูป “ภูเขาป่า” ให้กลายเป็น “ป่าเปียก” ซึ่งสามารถป้องกันไฟป่าได้อีกด้วย
- 6) ปลูกต้นกล้วยในพื้นที่ที่กำหนดให้เป็นช่องว่างของป่า ประมาณ 2 เมตร หากเกิดไฟไหม้ป่าก็จะปะทะต้นกล้วยซึ่งอุ้มน้ำไว้ได้มากกว่าพืชอื่น ทำให้ลดการสูญเสียน้ำลงไปได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวพระราชดำริป่าเปียก จึงนับเป็นทฤษฎีการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้โดยใช้ความชุ่มชื้นเป็นหลักสำคัญ ซึ่งจะช่วยให้ป่าเขียวสดอยู่ตลอดเวลา ไฟป่าจึงเกิดได้ยากอีกทั้งเป็นการพัฒนาเพื่อการอนุรักษ์และพื้นที่ป่าไม้ที่สามารถทำได้ง่าย และได้ผลดี

## 2.3 เครื่องมือดับไฟป่า

### 2.3.1 ประเภท ลักษณะเครื่องมือ วัสดุ การใช้งาน และการบำรุงรักษา

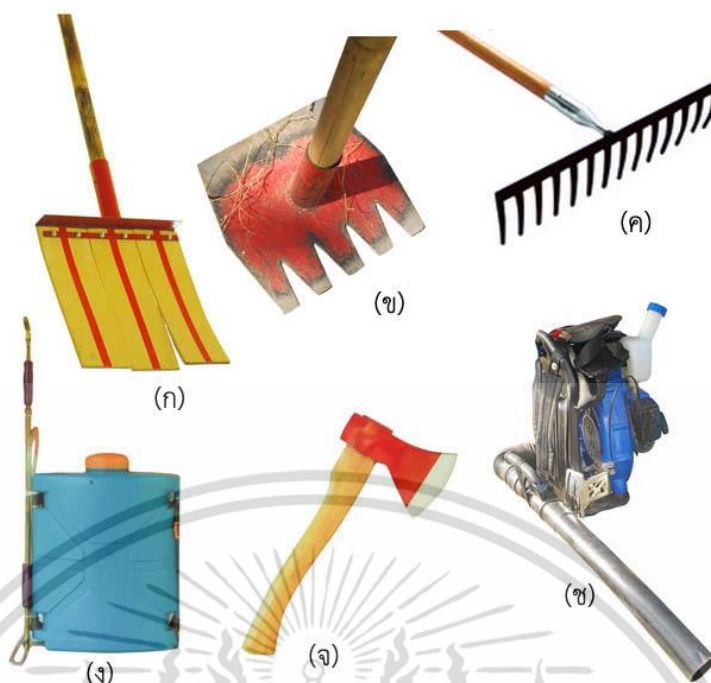
#### 2.3.1.1 ประเภท

สิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าทุกครั้งคือ เครื่องมือดับไฟป่า เพื่อใช้ในการจัดการกับไฟป่าให้ได้โดยเร็ว ศิริ อัครอะคร (2543) แบ่งเครื่องมือดับไฟป่าเป็น 2 ประเภทตามลักษณะของเครื่องมือ คือ 1) เครื่องจักรกล (Machinery) ที่ออกแบบเพื่อจัดการกับไฟที่มีความรุนแรงมาก แต่เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในปัจจุบันมีขนาดใหญ่จึงทำให้เกิดความไม่สะดวกในการนำไปใช้งานในป่า หรือต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการนำมาใช้งาน เช่น เฮลิคอปเตอร์โปรยน้ำ รถแทรกเตอร์ รถขนเครื่องสูบน้ำ รถดับเพลิง ดังที่แสดงในรูปที่ 2.5 เป็นต้น 2) เครื่องมือพื้นฐาน (Hand tool) ที่ส่วนใหญ่มีการพัฒนา หรือปรับปรุงมาจากเครื่องมือทางการเกษตรที่มีอยู่เดิม เหมาะสำหรับเป็นเครื่องมือประจำตัวของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าเพื่อใช้ในการจัดการกับไฟที่มีความรุนแรงไม่มากนักในระยะห่างจากไฟไม่เกิน 5 เมตร (F.A.O. 2001) และยังสามารถใช้ในการป้องกันอันตรายจากไฟป่าได้อีกด้วย โดยเครื่องมือพื้นฐานที่นิยมใช้กันในภาคเหนือของประเทศไทยนั้น ประกอบไปด้วย ที่ดับไฟ ครอบไฟป่า คราด ถังฉีดน้ำดับไฟป่า มีด ขวาน เครื่องพ่นลมดับไฟป่า และเลื่อยชนิดต่างๆ รวมไปถึงเลื่อยยนต์ ดังที่แสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.6 แต่เครื่องมือบางชิ้น เช่น เลื่อยยนต์ และเครื่องพ่นลมดับไฟป่านั้นเป็นเครื่องมือที่ต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาสูงมาก และการซ่อมแซมบำรุงรักษาทำได้ยาก จึงมีประจำการเฉพาะสถานีและหน่วยดับไฟป่าขนาดใหญ่เท่านั้น



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างเครื่องจักรกลที่ใช้ในงานดับไฟป่า ได้แก่ เฮลิคอปเตอร์โปรยน้ำ รถแทรกเตอร์

รถขนเครื่องสูบน้ำ และรถดับเพลิง ตามลำดับ  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
รูปถ่ายโดย: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์



รูปที่ 2.6 เครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ในงานดับไฟฟ้า ได้แก่ (ก) ที่ดับไฟ (ข) ครอบไฟฟ้า (ค) คราด (ง) ถังฉีดน้ำดับไฟฟ้า (จ) ขวาน และ (ช) เครื่องพ่นลมดับไฟฟ้า ตามลำดับ  
รูปถ่ายโดย: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

ส่วนควบคุมไฟฟ้าของกรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้ร่วมกันกำหนดรายการเครื่องมือ และอุปกรณ์ดับไฟฟ้ามาตรฐานที่มีความจำเป็นต่อการจัดการไฟฟ้าในประเทศไทย ซึ่งกำหนดให้แต่ละหน่วยจัดการไฟฟ้าทำการจัดซื้อไว้ประจำหน่วยของตน ตามจำนวนที่ได้ระบุไว้ในตารางที่ 2.3 และ ตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.3 รายการเครื่องมือ และอุปกรณ์ดับไฟฟ้ามาตรฐาน ประจำหน่วยดับไฟฟ้า สำหรับชุดลาดตระเวนไฟหรือชุดเคลื่อนที่เร็ว 1 ชุด (จำนวน 2 นาย)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	จักรยานยนต์แบบวิบาก	1 คัน	
2	กล้องส่องทางไกล	1 ตัว	
3	วิทยุมือถือ ระบบ VHF/FM ขนาด 5 วัตต์	1 เครื่อง	
4	แผนที่ระวาง เข็มทิศ หรือ เครื่อง GPS	1 ชุด	
5	ที่ดับไฟ	1 อัน	
6	ถังฉีดน้ำดับไฟฟ้า	1 ใบ	
7	ครอบไฟฟ้า	1 อัน	

ที่มา: ศิริ อัครอะคร (2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 รายการเครื่องมือ และอุปกรณ์ดับไฟป่ามาตรฐาน ประจำหน่วยดับไฟป่า สำหรับหมู่  
ดับไฟป่าขนาดใหญ่ 1 หมู่ (จำนวน 15 นาย)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หมายเหตุ
1	รถบรรทุกเล็กขนาด 1 ตัน ขับเคลื่อน 4 ล้อ	1 คัน	
2	วิทยุมือถือ ระบบ VHF/FM ขนาด 5 วัตต์	2 เครื่อง	
3	วิทยุแบบถือหรือติดรถยนต์ ระบบ VHF/FM ขนาด 30-40 วัตต์	1 เครื่อง	
4	ที่ดับไฟ	25 อัน	
5	ถังฉีดน้ำดับไฟป่า	25 ใบ	
6	ครอบไฟป่า	15 อัน	
7	คบจุดไฟ	2 อัน	
8	ขวานใหญ่	2 ด้าม	
9	มีดหวด	5 เล่ม	
10	มีดเดินป่า	2 เล่ม	
11	เลื่อยคั่นศร	2 ปืน	
12	อุปกรณ์ป้องกันตัวของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า	1 ชุด	สำหรับ 15 นาย
13	อุปกรณ์การยิงชีพในป่า	1 ชุด	สำหรับ 15 นาย
14	ชุดปฐมพยาบาล	1 ชุด	สำหรับ 15 นาย

ที่มา: ศิริ อัคระอักษร (2543)

### 2.3.1.2 ลักษณะเครื่องมือ วัสดุ การใช้งาน และการบำรุงรักษา

จากการศึกษาเบื้องต้นของผู้วิจัย ประกอบกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ผศ.ดร. ทรงวุฒิ เอกภูมิงศา อาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังซึ่งได้ศึกษาและพัฒนายานยนต์อเนกประสงค์สนับสนุนภารกิจดับไฟป่าขนาดเล็กสำหรับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งได้ทำการประเมินเครื่องมือของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในภาคอีสานที่สมควรได้รับการพัฒนาเอาไว้ ร่วมกับการศึกษาข้อมูลเชิงประจักษ์จากการเก็บข้อมูลภาคสนามของผู้วิจัย พบว่าเครื่องมือดับไฟป่าที่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในภาคเหนือใช้นั้นมีหลายชิ้น ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ SWOT ด้วยการประเมินค่า จุดแข็ง (Strength) จุดด้อย (Weakness) โอกาส (Opportunity) และอุปสรรค (Treat) ของการพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าแต่ละชิ้น เพื่อเลือกเครื่องมือดับไฟป่าที่มีความเหมาะสมกับการนำไปพัฒนาความสามารถในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดไฟป่าให้กับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในภาคเหนือได้ดังระบุไว้ในตารางที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 การวิเคราะห์ SWOT เลือกเครื่องมือดับไฟป่าที่เหมาะสมในการพัฒนาความสามารถในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดไฟป่า ด้วยการประเมินความเหมาะสมจากการให้คะแนน (1=เหมาะสม 0=ไม่สามารถพิจารณาได้ -1=ไม่เหมาะสม)

การวิเคราะห์ SWOT		เครื่องมือดับไฟป่า						
		ที่ตบไฟ	ถังฉีดน้ำดับไฟป่า	ครอบไฟป่า	คราด	ขวาน	มีดเดินป่า	เลื่อยคั่นศร
								
จุดแข็ง จุดด้อย	ช่วยในการเดินเท้า	1	-1	1	1	1	1	-1
	พกพาสะดวก	1	-1	1	1	1	1	-1
	แข็งแรง	1	-1	1	1	1	1	0
	น้ำหนักเบากว่า 3 กก.	1	-1	1	1	1	1	1
	ราคาถูกกว่า 500 บาท	1	1	1	1	1	1	1
	ซ่อมบำรุงง่าย	-1	-1	1	1	1	1	-1
	ใช้งานง่าย	1	1	1	1	1	1	0
	ใช้งานได้หลากหลาย	1	1	1	1	0	0	0
โอกาส อุปสรรค	นำมาพัฒนาได้ง่าย	1	0	1	1	1	1	0
	จำเป็นต้องใช้บ่อย	1	1	1	1	1	1	-1
	ต้นทุนการพัฒนาต่ำ	1	-1	1	1	1	1	0
	ใช้เทคโนโลยีต่ำ	1	1	1	1	1	1	1
	ความหลากหลายของสินค้าในตลาด	1	-1	1	1	-1	-1	-1
คะแนนรวม		12	-2	14	14	11	11	-3

ที่มา: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์ (2557)

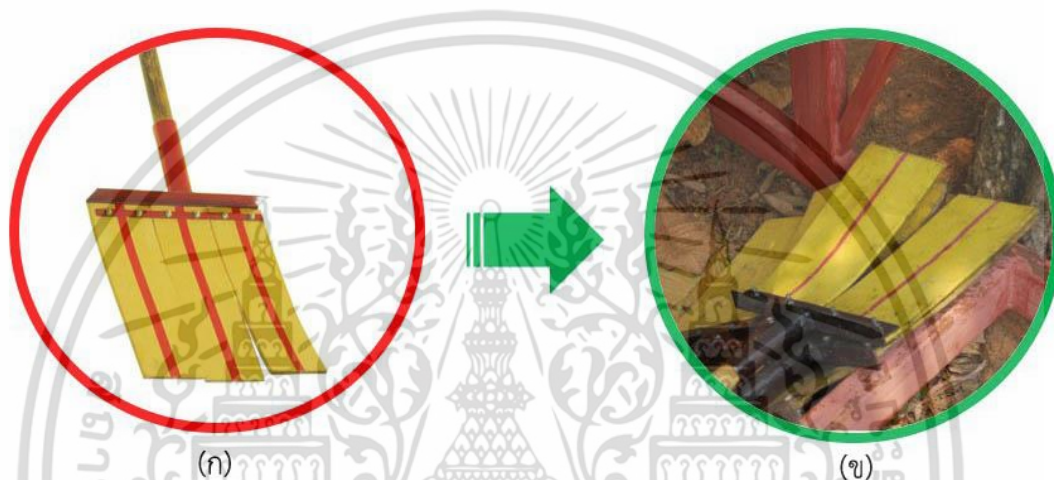
ผู้วิจัยจึงได้ขอความเห็นเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์ด้วย SWOT Analysis ดังในตารางที่ 2.5 จากผู้เชี่ยวชาญด้านการดับไฟป่าคือ นายเสกสรรค์ ศิริวัฒนสกุล หัวหน้าศูนย์สาธิตการควบคุมไฟป่าจังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งได้เห็นด้วยกับผลการวิเคราะห์เลือกเครื่องมือดับไฟป่าของผู้วิจัยเพื่อนำไปพัฒนาทั้งสิ้น 3 ชิ้น ดังนี้

1) ที่ตบไฟ (Fire swatter or Fire beater)

ที่ตบไฟเป็นเครื่องมือดับไฟป่าที่พัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการแยกก๊าซออกซิเจนออกซึ่งถือเป็นองค์ประกอบหลักของไฟ โดยการตบคลุมไปที่ฐานของไฟ ป้องกันไม่ให้ออกซิเจนเข้าไปทำปฏิกิริยาสันดาปกับไฟ ไฟจึงดับลง ที่ตบไฟได้รับการพัฒนามาจากภูมิปัญญาชาวบ้านที่ใช้กิ่งไม้ที่มีใบอยู่หนาแน่นมาตบดับไฟ โดย กริชา คล้ายประสิทธิ์พร และสุรติ กาญจนกฤษ (2535) ได้นำที่ตบไฟชนิดใบตบเดียวของต่างประเทศมาทดสอบ และพัฒนาจนได้ที่ตบไฟชนิดสามใบซึ่งเหมาะกับการใช้งานในป่าของประเทศไทย สามารถใช้งานได้ดีกว่าของต่างประเทศ โดยมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะดังในรูปที่ 2.7 (ก) ประกอบด้วยส่วนหัว ซึ่งทำจากสายพานลำเลียงขนาดใหญ่ 3 ชั้น มีขนาดรวมกันประมาณ 30 x 40 ซม. ยึดติดแผ่นเหล็กฉากหนา 1-2 มม. และต่อเข้ากับด้ามที่มีความยาว 2-2.5 เมตร ซึ่งนิยมใช้ไม้ไผ่เนื่องจากมีความยืดหยุ่นมาก หาง่าย และมีราคาถูก แต่มีความทนทานน้อย ดังนั้นก่อนนำไปใช้จึงควรนำไปแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ เพื่อป้องกันความเสียหายจากมอดไม้ หลังจากนั้นนำมาบั้งไฟเพื่อเพิ่มความแข็งแรงก่อนนำไปใช้ และจากการลงพื้นที่ของผู้วิจัย พบว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าจังหวัดเชียงรายนั้นเลือกใช้ที่ตบไฟป่าชนิดสองใบ ดังที่แสดงในรูปที่ 2.7 (ข) ซึ่งแตกต่างจากที่ตบไฟที่ใช้ในภูมิภาคอื่นของประเทศไทย เนื่องจากมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และพกพาสะดวกกว่าที่ตบไฟชนิดสามใบ ถึงแม้จะมีประสิทธิภาพในการดับไฟป่าที่ต่ำกว่าก็ตาม



รูปที่ 2.7 (ก) ที่ตบไฟชนิดสามใบ และ (ข) ที่ตบไฟชนิดสองใบ

รูปถ่ายโดย: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

- การใช้งาน

ใช้ตบคลุมลงไปบนเปลวไฟ และฐานของไฟ เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับไฟ เปลวไฟจึงดับลง เหมาะสำหรับการดับไฟที่ไหม้ที่เกิดจากเชื้อเพลิงเบา เช่น หญ้า กิ่งไม้ และใบไม้แห้ง เป็นต้น

- การบำรุงรักษา

- ตรวจสอบให้ด้ามจับยึดติดกับเหล็กประกบแผ่นตบไฟอย่างมั่นคง และแน่นหนาอยู่เสมอ
- ตรวจสอบแผ่นตบไฟที่ใช้งานมานาน หากพบว่าบางลงหรืออ่อนนิ่มจนเกินไป จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง จึงควรเปลี่ยนใหม่ตามความเหมาะสม
- ตรวจสอบด้ามของเครื่องมือให้มีความมั่นคงแข็งแรงอยู่เสมอ หากพบรอยแตกร้าวหรือถูกมอดเจาะ จะต้องรีบเปลี่ยนด้ามทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2) ครอบไฟป่า (Rake-hoe or Macleod)

ครอบไฟป่าเป็นเครื่องมือที่ออกแบบเพื่อใช้ในงานดับไฟป่า

โดยเฉพาะ รูปแบบเกิดจากการนำเครื่องมือทางการเกษตรสองชนิด คือคราดและจอบผสมให้เป็นเครื่องมือชิ้นเดียวกัน โดยเครื่องมือด้านหนึ่งมีลักษณะเป็นหน้าจอบ ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็นคราด ดังที่แสดงในรูปที่ 2.8 จึงทำให้เครื่องมือดังกล่าวเหมาะกับการทำงานที่ต้องใช้ทั้งจอบ และคราดในเวลาเดียวกัน



รูปที่ 2.8 ครอบไฟป่า  
รูปถ่ายโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

### • การใช้งาน

- ใช้ในการทำแนวกันไฟ โดยใช้ด้านที่เป็นจอบในการถาก ถาง ชุด ตัด สับ เชื้อเพลิงที่เป็นวัชพืช ใบไม้ กิ่งไม้ ลูกไม้กอหญ้า ตอไม้ และรากไม้ จากนั้นจึงใช้ด้านที่เป็นคราด คราดเอาเชื้อเพลิงเหล่านั้นออกไปทิ้งนอกแนวกันไฟ ซึ่งทำให้การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความรวดเร็วมากกว่าการใช้จอบและคราดแยกกัน

- ใช้ในการรวมกองเชื้อเพลิงเพื่อเผากำจัดทิ้ง

### • การบำรุงรักษา

- ตรวจสอบให้ด้ามจับยึดติดกับส่วนหัวของเครื่องมืออย่างมั่นคง และแน่นหนาอยู่เสมอ

- ลับให้ส่วนคมของเครื่องมือ ทั้งด้านที่เป็นจอบ และที่เป็นซี่คราดคมอยู่เสมอ

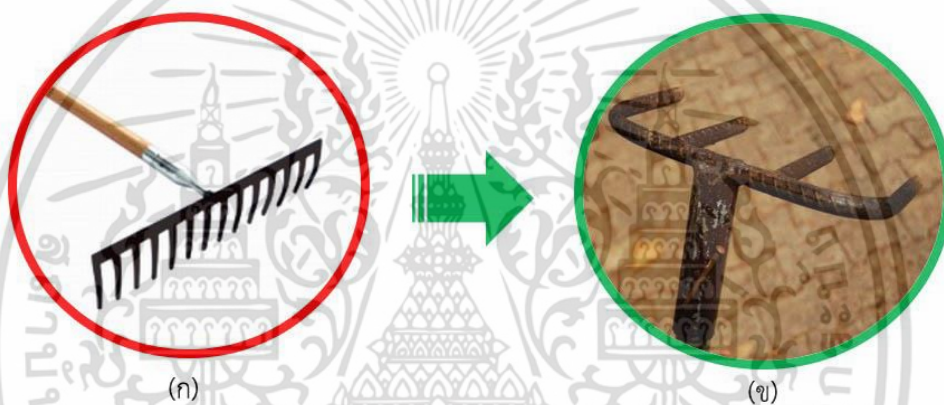
- ตรวจสอบด้ามของเครื่องมือให้มีความมั่นคงแข็งแรงอยู่เสมอ หากพบรอยแตกร้าวหรือถูกมอดเจาะ จะต้องรีบเปลี่ยนด้ามทันที

- หลังการใช้งานทุกครั้งจะต้องทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง แล้วขโลมด้วยน้ำมันเพื่อป้องกันสนิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3) คราด (Rake)

จากการลงพื้นที่ของผู้วิจัยพบว่า คราดที่ใช้ในงานดับไฟฟ้าในจังหวัด เชียงรายเป็นคราดที่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าผลิตขึ้นมาใช้เอง เนื่องจากคราดที่มีขายตามท้องตลาด ดังที่แสดงในรูปที่ 2.9 (ก) มีขนาดและความยาวของพื้ที่น้อยเกินไป มีความแข็งแรงไม่เพียงพอ ไม่สามารถลากเกี่ยวใบสน ใบหญ้าในป่า หรือกิ่งไม้ขนาดใหญ่ได้ คราดที่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าผลิตขึ้นมาใช้เอง จึงมีลักษณะดังในรูปที่ 2.9 (ข) โดยผลิตจากเหล็กเส้นสำหรับก่อสร้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ความยาวของพื้ประมาณ 10 เซนติเมตร มีจำนวนพื้ 4-5 ซี่ เชื่อมเข้ากับท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-3.25 เซนติเมตร ยาวประมาณ 12 เซนติเมตร สำหรับต่อเข้ากับด้ามซึ่งเป็นไม้ไผ่ โดยจุดประสงค์ของการที่เจ้าหน้าที่ผลิตคราดใช้เองนั้น เนื่องจากต้องการคราดที่มีน้ำหนักเบา พกพาง่าย มีความแข็งแรง และเหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ที่เป็นป่าสน



รูปที่ 2.9 (ก) คราดที่ขายตามท้องตลาด และ (ข) คราดที่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าผลิตขึ้นมาใช้เอง  
รูปถ่ายโดย: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

- การใช้งาน

- ด้วยพื้ของคราดที่ยาวและมีขนาดใหญ่ ทำให้สามารถคราดเอาเชื้อเพลิงต่างๆ เช่น ใบสน ใบหญ้า และกิ่งไม้ได้ในปริมาณมากและรวดเร็ว ส่งผลให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าสามารถสร้างแนวกันไฟได้อย่างรวดเร็ว และการที่ใช้เหล็กเส้นที่มีขนาดใหญ่ทำให้คราดมีความแข็งแรงมากพอที่จะใช้ขุดเพื่อย้ายท่อนไม้ขนาดใหญ่ได้อีกด้วย

- ใช้ในการรวมกองเชื้อเพลิงเพื่อเผากำจัดทิ้ง

- การบำรุงรักษา

- ตรวจสอบให้ด้ามจับยึดติดกับส่วนหัวของเครื่องมืออย่างมั่นคง และแน่นหนาอยู่เสมอ




- ตรวจสอบด้ามของเครื่องมือให้มีความมั่นคงแข็งแรงอยู่เสมอ หากพบรอยแตกร้าวหรือถูกมอดเจาะ จะต้องรีบเปลี่ยนด้ามทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หลังการใช้งานทุกครั้งจะต้องทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง แล้วขโลมด้วยน้ำมันเพื่อป้องกันสนิม

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความเหมาะสมในการจัดการเชื้อเพลิงแต่ละประเภท และความเหมาะสมต่อสภาพภูมิประเทศของเครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิมคือ ที่ตบไฟ ครอบไฟป่า และคราด ดังที่แสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การวิเคราะห์เครื่องมือดับไฟป่าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

เครื่องมือที่ใช้งาน	รูปแบบเชื้อเพลิงที่เหมาะสม	ภูมิประเทศที่เหมาะสม
 <p>ที่ตบไฟชนิดสองใบ</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ใบสน</li> <li>2. ใบไผ่</li> <li>3. หญ้าแห้ง</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. พื้นที่ราบ</li> <li>2. พื้นที่ที่ลาดชันไม่มาก</li> <li>3. พื้นที่ป่าทั่วไปที่มีต่อไม่เมามาก</li> </ol>
 <p>ครอบไฟป่า</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. หญ้าแห้ง</li> <li>2. ใบไผ่</li> <li>3. ใบไม้ขนาดใหญ่</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. พื้นที่ราบ</li> <li>2. พื้นที่ที่ดินไม่แข็งมาก</li> <li>3. พื้นที่ป่าเต็งรัง</li> </ol>
 <p>คราด</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ใบสน</li> <li>2. ใบไผ่</li> <li>3. กิ่งไม้ขนาดเล็กถึงขนาดกลาง</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. พื้นที่ที่ลาดชันไม่มาก</li> <li>2. พื้นที่ราบ</li> <li>3. พื้นที่ป่าสน</li> <li>4. พื้นที่ป่าไผ่</li> </ol>

ที่มา: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์ (2557)

ผู้วิจัยพบว่าเครื่องมือทั้ง 3 ชิ้นมีความเหมาะสมกับการใช้จัดการกับรูปแบบเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันไป และยังขาดความเหมาะสมในการใช้จัดการกับไฟป่าที่เกิดในพื้นที่ที่มีความลาดชันมาก เนื่องจากไม่เอื้ออำนวยต่อการเดินเท้า การใช้งาน และการพกพาเครื่องมือเหล่านั้นในพื้นที่ลาดชัน ซึ่งผู้วิจัยควรพัฒนาเครื่องมือเหล่านี้ให้สามารถพกพาได้สะดวกหรือใช้เพื่อเพิ่มความสามารถในการเดินเท้าเข้าถึงพื้นที่เกิดไฟป่าได้ และต้องสามารถปรับเปลี่ยนการทำงานให้เครื่องมือเหล่านั้นมีความเหมาะสมต่อทุกรูปแบบเชื้อเพลิง

### 2.3.2 ปัญหาในการใช้งานเครื่องมือดับไฟป่า

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นด้วยการลงพื้นที่สังเกตและสัมภาษณ์เชิงลึกกับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในภาคเหนือของประเทศไทยเกี่ยวกับปัญหาจากการปฏิบัติงาน และการใช้งานเครื่องมือผู้วิจัยพบปัญหาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.1 เครื่องมือดับไฟป่าในปัจจุบันไม่ได้ถูกออกแบบมาให้เอื้ออำนวยต่อการเดินเท้าเพื่อเข้าพื้นที่ที่เกิดไฟป่า เครื่องมือ เช่น ที่ดับไฟ และครอบไฟป่า เป็นเครื่องมือที่มีด้ามยาว จึงไม่สะดวกต่อการเดินทาง ถึงชนิดน้ำดับไฟป่าที่ผลิตจากพลาสติกเมื่อถูกกระแทกมักจะเสียหายได้ง่าย

2.3.2.2 ที่ดับไฟแม้จะได้รับการพัฒนาส่วนที่ดับให้เหมาะสมกับสภาพไฟป่าของประเทศไทยแล้ว แต่ยังคงพบว่าเจ้าหน้าที่ที่มีความต้องการให้ที่ดับไฟสามารถดับไฟได้ดีกว่าในปัจจุบัน เนื่องจากเครื่องมือยังขาดความน่าใช้งาน และส่วนอื่นของที่ดับไฟยังไม่ได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานจริง

2.3.2.3 ถึงชนิดน้ำดับไฟป่าที่ใช้ในปัจจุบันเป็นการนำถังฉีดยาฆ่าแมลงที่ใช้ในไร่รามาใช้ ซึ่งถูกออกแบบมาให้ใช้ในภูมิประเทศที่เป็นที่ราบ จึงมีลักษณะที่ไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในภูมิประเทศที่ลาดชัน และต้องเดินทางในป่าเป็นระยะทางไกล

2.3.2.4 ครอบไฟป่า ถึงแม้จะมีลักษณะเหมือนกับที่ใช้กันในต่างประเทศ แต่มีการใช้วัสดุที่หาได้ง่ายมาผลิตเลียนแบบจึงทำให้ความแข็งแรงลดลงไป ทำให้เสียหายได้ง่าย

2.3.2.5 เครื่องแต่งกายที่เจ้าหน้าที่ใช้ไม่สามารถป้องกันอันตรายจากการทำงานได้อย่างเพียงพอ โดยไม่สามารถป้องกันอันตรายจากฝุ่น คิวน์ไฟ สะเก็ดไฟ ความร้อน หรือแม้กระทั่งอุบัติเหตุจากการทำงานเช่น การต้องวิ่งหนีไฟจนตกเขา

2.3.2.6 เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจะต้องพกพาเครื่องมือดับไฟป่าติดตัวเข้าไปด้วยโดยเครื่องมือที่เจ้าหน้าที่นิยมนำติดตัวไปด้วยนั้นคือ ที่ดับไฟ ครอบไฟป่า คราด ถึงชนิดน้ำดับไฟป่า เครื่องพ่นลมดับไฟป่า มีด และขวาน ซึ่งเจ้าหน้าที่มักจะเลือกพกพาเครื่องมือติดตัวไปเพียงคนละ 2-3 ชิ้น ตามคำสั่งของหัวหน้าหน่วยปฏิบัติการ เพื่อไม่ให้เป็นการเดินทางมากเกินไป

2.3.2.7 เครื่องมือดับไฟป่ามักก่อให้เกิดความลำบากในการเข้าพื้นที่ที่เป็นป่ารกเช่น ส่วนด้ามของ ที่ดับไฟ ครอบไฟป่า และคราด ซึ่งมีความยาว 1.5-2 เมตร ทำให้ไม่สะดวกในการเดินทางและเกิดความล่าช้า ขณะเดินทางผ่านป่าที่มีต้นไม้ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น หรือมีเถาวัลย์จำนวนมาก เนื่องจากส่วนด้าม หรือบางส่วนของเครื่องมือมักไปเกี่ยวเข้ากับเถาวัลย์ หรือกิ่งไม้

2.3.2.8 เครื่องมือดับไฟป่าที่มีน้ำหนักมากเกินไปจะทำให้เจ้าหน้าที่เกิดความอ่อนล้าได้ง่าย ซึ่งเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่านั้นต้องการเครื่องมือดับไฟป่าที่มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 0.5-1.5 กิโลกรัม

ลักษณะและน้ำหนักของเครื่องมือดับไฟป่าที่มาก ทำให้เจ้าหน้าที่ไม่สามารถใช้เครื่องมือในการช่วยพยุงตัวในขณะที่เดินในที่ลาดชัน หรือแม้แต่การใช้มือเปล่าในการปีนป่ายเนื่องจากต้องคอยถือเครื่องมือไว้ตลอดเวลา รวมไปถึงปัญหาจากการคาดการณ์สถานการณ์ที่ผิดพลาดเมื่อมีการนำเอาเครื่องมือเข้าไปแล้วไม่สามารถใช้งานได้ หรือเครื่องมือที่นำเข้าไปนั้นผิดประเภทส่งผลให้การดับไฟป่าเกิดความลำบาก เช่น เหตุการณ์ที่เจ้าหน้าที่คาดการณ์ว่าต้องใช้คราดเพื่อเข้าไปทำแนวกันไฟรอบพื้นที่ป่าสน จึงเลือกที่จะนำเพียงคราดติดตัวไปเนื่องจากต้องเดินเป็นระยะทางไกล แต่เมื่อเข้าไปถึงจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดไฟป่ากลับพบว่าไฟป่าได้ลุกลามเข้าพื้นที่ป่าเต็งรัง ซึ่งจำเป็นต้องใช้ที่ดับไฟในการดับไฟป่าแต่เจ้าหน้าที่ไม่สามารถกลับออกมาเพื่อเอาที่ดับไฟได้ เจ้าหน้าที่จึงเลือกใช้กิ่งไม้เพื่อดับไฟป่าแทน ส่งผลให้การดับไฟป่าเป็นไปด้วยความยากลำบาก ด้วยเหตุนี้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจึงต้องการ เครื่องมือที่สามารถปรับเปลี่ยนการทำงานได้ง่าย ทำงานได้หลายหน้าที่ สามารถปรับขนาดได้ มีขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบา มีความแข็งแรงมากพอต่อการใช้งาน และสามารถซ่อมบำรุงได้ง่าย ด้วยตัวเจ้าหน้าที่เอง

### 2.3.3 มาตรฐานของเครื่องมือดับไฟป่า

มาตรฐานคือการกำหนดทางวิชาการของสินค้าหรือชิ้นส่วนที่มีการทำซ้ำเป็นจำนวนมากให้มีคุณสมบัติและคุณภาพของแต่ละชิ้นมีความเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อให้สังคมเกิดการรับรู้และยอมรับร่วมกัน โดยมีจุดประสงค์เพื่อ สร้างความน่าเชื่อถือในผลิตภัณฑ์ สร้างความเป็นธรรมในการซื้อขาย ขจัดปัญหาในการค้าต่างๆ สร้างความปลอดภัยต่อชีวิตมนุษย์ ควบคุมการใช้ทรัพยากรและพลังงานในการผลิต และสร้างการเชื่อมโยงในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องช่วยลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มปริมาณการผลิต (ทวี แก้วมณี และคณะ. 2549) แต่จากการสัมภาษณ์ นายเสกสรรค์ ศิริวัฒน์ สกกุล หัวหน้าศูนย์สาริตการควบคุมไฟป่า จังหวัดกาญจนบุรี เมื่อวันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2557 และการสืบค้นข้อมูลจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย (สมอ.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่คอยควบคุมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) พบว่า ในประเทศไทยไม่มีมาตรฐานในการควบคุมผลิตภัณฑ์ด้านเครื่องมือดับไฟป่า แต่ยังคงมีมาตรฐานในการทดสอบการติดไฟของสิ่งทอ (มอก. 121 เล่ม 31-2553) การทดสอบความทนไฟ – ชิ้นส่วนโครงสร้างอาคาร (มอก. 1334 เล่ม 1-2550 ถึง 9-2551) การทดสอบวาล์ว-ข้อกำหนดการทดสอบความทนไฟ (มอก. 2194-2548) การทดสอบอันตรายจากไฟ เล่ม 11(10) การทดสอบเปลวไฟ-วิธีทดสอบเปลวไฟแนวระดับและแนวตั้ง 50 วัตต์ (มอก. 2381 เล่ม 11(10)-2553) เป็นต้น อุปกรณ์ดับไฟป่าในประเทศไทยจึงยังขาดการควบคุมคุณภาพ ส่งผลให้การจัดซื้ออุปกรณ์เป็นการผลิตตามลักษณะที่ต้องการเป็นกรณีไป หรือจัดซื้อเท่าที่มีผลิตขายภายในประเทศเท่านั้น

### 2.4 แนวทางการพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเดินเท้า

การพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเดินเท้า หมายถึงการทำเครื่องมือดับไฟป่าอันประกอบด้วย ที่ดับไฟ ครอบไฟป่า และคราด เพื่อให้เจ้าหน้าที่พกพาอุปกรณ์เหล่านี้ด้วยการเดินเท้าเข้าถึงพื้นที่เกิดไฟป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความสะดวกในการเดินเท้า ด้วยกระบวนการวิจัยและกระบวนการออกแบบในการพัฒนา นั่นคือการคำนึงถึงข้อมูลเชิงประจักษ์ของความสามารถในการใช้งานอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นกับเจ้าหน้าที่ วิเคราะห์ สังเคราะห์เพื่อให้ได้รูปแบบที่เอื้อต่อการนำพาเข้าถึงพื้นที่ได้สะดวกและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงดังเช่นผลิตภัณฑ์ในการทำสวนของบริษัทฟิสคาร์ส (Fiskars) ซึ่งเป็นบริษัทขนาดใหญ่และมีชื่อเสียงของประเทศฟินแลนด์ ตั้งอยู่ที่เมืองโพฮียา (Pohja) ผลิตสินค้า 3 หมวดหลัก คือ ของใช้ในบ้านและสำนักงาน สินค้าสำหรับทำงานฝีมือและงานทำสวน และ สินค้าสำหรับใช้ทำงานอดิเรก ซึ่งคิดเป็น 48% 42% และ 10% ตามลำดับ และเป็นบริษัทที่มีอัตราการเติบโตสูงถึง 20% ต่อปี ซึ่งมีปัจจัยมาจากการเปิดตัวสินค้าที่ใช้นวัตกรรมใหม่ๆ สู่ตลาดสากล (Mari Piirainen. 2001) ผู้วิจัยขอเสนอแนะแนวทางในการพัฒนาของผลิตภัณฑ์ในการทำสวนของบริษัทฟิสคาร์สเพื่อเชื่อมโยงสู่แนวทางการพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเดินเท้า ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### 2.4.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในการทำสวน

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในการทำสวนของบริษัทฟิสคาร์สเกิดจากการทำงานร่วมกันของนักออกแบบอุตสาหกรรมจำนวน 2 คน วิศวกรและช่างเทคนิคจำนวน 5 คน ซึ่งฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์จะทำงานอย่างเป็นอิสระ และไม่มีตารางการทำงานที่ชัดเจน เพื่อให้พนักงานออกแบบมีเวลาในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้อย่างเต็มที่

การออกแบบเริ่มต้นด้วยการมองภาพรวมทั้งหมด เพื่อรู้ถึงความต้องการของผู้บริโภค และดูวิธีการใช้ ขั้นตอนการทำงาน และความสามารถในการใช้เครื่องมือของผู้บริโภค แล้วจึงให้รายละเอียดของการออกแบบเกี่ยวหน้าที่การทำงาน เทคโนโลยี วัสดุ และรูปร่าง ซึ่งทั้งเทคนิคและนวัตกรรมจะเป็นตัวกำหนดวิธีการผลิตและการทำงาน แต่รูปร่างของผลิตภัณฑ์จะเป็นสิ่งบ่งบอกการใช้งานของผลิตภัณฑ์ โดยมุ่งออกแบบให้ผลิตภัณฑ์สามารถแก้ปัญหาของผู้บริโภคได้ด้วยการใช้นวัตกรรมใหม่นั้นคือการให้คุณสมบัติใหม่หรือหน้าที่การใช้งานใหม่ด้วยต้นทุนที่ต่ำคือมีการใช้วัสดุและเทคโนโลยีใหม่ เกณฑ์ในการประเมินผลิตภัณฑ์ที่จะวางขายของบริษัทคือ

- 1) การทำให้ผลิตภัณฑ์เข้าถึงผู้บริโภคได้
- 2) ความต้องการของตลาดทั้งทางตรงและทางอ้อม
- 3) การทำงานของผลิตภัณฑ์ นั่นคือผลิตภัณฑ์ต้องสามารถทำงานได้ตามที่

ออกแบบ สร้างความน่าเชื่อถือในการใช้งาน อีกทั้งใช้งานได้ง่าย สะดวกสบายตอบรับกับหลัก การยศาสตร์และสภาพแวดล้อมของการใช้งาน โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายในการใช้งานหรือสร้างความยุ่งยากในการซ่อมแซมและดูแลรักษา

4) การออกแบบที่เรียบง่ายและตรงไปตรงมา โดยต้องสร้างความพอใจในการใช้งานทั้งด้าน สี สัน รูปทรง ผิวสัมผัส ความสอดคล้องในการใช้งาน

- 5) การสร้างความแตกต่างของผลิตภัณฑ์เมื่อวางบนชั้นวางสินค้า

6) ต้นทุนในการผลิตที่ต่ำ โดยขั้นตอนการผลิตต้องมีความเหมาะสม และราคาขายของผลิตภัณฑ์ต้องเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 7) อายุการใช้งานที่ยาวนาน และความทนทาน โดย โครงสร้าง วัสดุ และ ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ ต้องเหมาะสมกับสภาพอากาศในการใช้งาน
- 8) ผลต่อสิ่งแวดล้อม โดยผลิตภัณฑ์ต้องมีส่วนร่วมในการสร้างคุณภาพชีวิตของ ผู้คน สังคม และสิ่งแวดล้อม
- 9) การสร้างความน่าสนใจในการเปิดตัวผลิตภัณฑ์ได้

โอลาวิ ลินเดน (Olavi Lindén) หัวหน้านักออกแบบของบริษัทพิสคาร์ส ใช้กระบวนการออกแบบของความสัมพันธ์ระหว่าง ความคิดสร้างสรรค์ และ ความเป็นระเบียบ ซึ่งจำแนก รายละเอียด ดังแสดงในรูปที่ 2.10 เพื่อให้การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ความเป็นระเบียบ (Order)	↔	ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)
การวางแผน (Planning)	↔	ความบังเอิญ (Coincidence)
การควบคุมได้ (Control)	↔	ควบคุมไม่ได้ (Lack of control)
ความมีเหตุผล (Rationality)	↔	ความไร้เหตุผล (Absurdity)
ความปลอดภัย (Safety)	↔	ความเสี่ยง (Risk)
ตารางเวลา (Schedule)	↔	วิสัยทัศน์ (Vision)
ความแน่นอน (Predictability)	↔	ความไม่แน่นอน (Uncertainty)
การเชื่อฟัง (Obedience)	↔	การไม่เชื่อฟัง (Disobedience)
การปรับตัวต่อสถานการณ์ที่รับรู้ได้ (Paranoia)	↔	ความสบายใจ (Euphoria)

รูปที่ 2.10 กระบวนทัศน์การออกแบบของ Olavi Lindén  
ที่มา: Mari Piirainen (2001)

ผลิตภัณฑ์กลุ่มเครื่องมือทำสวนของบริษัทพิสคาร์สนั้นมีความโดดเด่นในเรื่องของน้ำหนักที่เบา ขนาดพอดีมือ ง่ายต่อการใช้งาน และคำนึงถึงหลักการยศาสตร์ เนื่องจากการออกแบบเพื่อ นักทำสวนที่มีประสบการณ์น้อย และด้วยการเลือกใช้วัสดุ เช่น พลาสติกเสริมแรงด้วย ไยแก้ว (Fiberglass reinforced plastic) เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) อลูมิเนียมที่มีความแข็งแรงมาก (Hardened aluminum) และเหล็กกล้าผสมโครเมียม โมลิบดีนัม และวาเนเดียม (CrMoV steel) จึง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงทนสูงและมีคุณภาพสมกับคำว่า “แข็งแรงประดุจม้า และเบาดั่งขนนก” (Strong as a horse and light as a feather)

### 2.4.2 เป้าหมายในการออกแบบผลิตภัณฑ์

ปรัชญาการออกแบบของบริษัทพิสคาร์ส คือ “น้อยคือมาก” (less is more) ซึ่งหมายถึง การให้ความสำคัญกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้เรียบง่าย ไม่ซับซ้อน ลดขั้นตอนหรือการลงทุนและมีความตรงไปตรงมาเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและการผลิต โดยนักออกแบบคำนึงถึงหลัก การยศาสตร์

ความปลอดภัย ความสามารถในการสื่อสารของผลิตภัณฑ์ ความสบายในการใช้งาน สีและตราสินค้า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้หรือเผยแพร่โดยไม่ผ่านการคัดค้านการคัดค้านการแก้ไข หรือการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของบริษัท โดยเฉพาะการเลือกใช้วัสดุในการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งเป็นตัวกำหนดหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ การใช้งาน งบประมาณและกระบวนการผลิต

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ เริ่มจากการวิเคราะห์และทำความเข้าใจในความต้องการของลูกค้า เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนในการออกแบบซึ่งต้องอาศัยความสามารถที่หลากหลายของทีมนักออกแบบในการทำความเข้าใจลักษณะและการทำงานของผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงแผนการตลาดที่ชัดเจนของบริษัท เพื่อการสร้างแบบร่างและพัฒนาหุ่นจำลองในหลายๆ รูปแบบ ตลอดจนเพื่อสร้างทางเลือกที่หลากหลาย ในการพัฒนาจนสามารถสร้างจุดแข็งและความแตกต่างจากคู่แข่งได้อีกทั้งก่อให้เกิดการยอมรับของผู้บริหารระดับสูงเพื่อการเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป

### 2.4.3 การประเมินผลการออกแบบผลิตภัณฑ์

การประเมินผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเครื่องมือทำสวนนั้น สามารถทำได้ 2 ทาง คือ 1 การสำรวจเสียงสะท้อนจากการสอบถามลูกค้าที่ใช้ผลิตภัณฑ์ เพื่อวิเคราะห์ถึงความต้องการของลูกค้า จุดอ่อนของการออกแบบ การให้บริการ รวมไปถึงจุดอ่อนทางการตลาด และ 2 การสังเกตถึงการรับรู้การมีอยู่ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสีสนและรูปร่างของตัวผลิตภัณฑ์ต้องทำให้ผู้ซื้อสามารถมองเห็นได้ง่าย ตัวผลิตภัณฑ์ต้องทำให้ผู้คนเกิดความสนใจจนต้องพิจารณาซื้อ และราคาของผลิตภัณฑ์ต้องทำให้ผู้ซื้อรู้สึกถึงความคุ้มค่าในการซื้อผลิตภัณฑ์



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในการทำสวนของบริษัทฟิสคาร์ส

ที่มา: <http://www.fiskars.eu/Gardening-Yard-Care/Products> (Online : 2014)

ด้วยรูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของบริษัทฟิสคาร์สนั้นคือการกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ การคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้ หลักการยศาสตร์ การเลือกใช้วัสดุ และการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบให้ผลิตภัณฑ์สามารถปรับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานและการใช้งานได้หลากหลาย ดังที่แสดงในรูปที่ 2.11 ซึ่งเป็นเครื่องมือทำสวนที่สามารถเปลี่ยนส่วนหัวของเครื่องมือได้หลากหลายเพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน สะท้อนให้ผู้วิจัยนำประเด็นทั้งหลายนี้พิจารณาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเดินเท้าด้วยการพิจารณาวิธี การใช้ ขั้นตอนการทำงาน และความสามารถในการใช้เครื่องมือของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า เพื่อกำหนดรายละเอียดของการออกแบบเกี่ยวกับหน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์ขณะเดินทางด้วยเท้า การเลือกใช้วัสดุและเทคโนโลยี และการกำหนดขนาด รูปร่าง ลักษณะ สีส่นของผลิตภัณฑ์ที่ผู้วิจัย พัฒนาให้เกิดความสะดวกสบาย ความปลอดภัยและความอยากใช้งานให้กับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า

## 2.5 ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการออกแบบผลิตภัณฑ์ในหลายแนวทาง พร้อมทั้งเลือกแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับงานวิจัยและคาดว่าจะสามารถช่วยให้ผลการวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยมากที่สุดไว้ดังนี้

### 2.5.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ (Design for Transformation)

ซิงห์ และคณะ (Singh Vikramjit. et.al. 2006) ได้ให้ความหมายของผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ คือผลิตภัณฑ์ที่มีกระบวนการเพื่อเปลี่ยนการทำงานของผลิตภัณฑ์ให้เกิดการทำงานแบบใหม่หรือสามารถทำงานได้หลากหลายมากขึ้น เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละลักษณะ แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากมีขอบเขตในการทำงานที่มากขึ้นจากเดิม ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ที่ดีนั้นคือผลิตภัณฑ์ต้องสามารถทำงานที่มีความเฉพาะเจาะจงได้เป็นอย่างดี มีน้ำหนักเบา สามารถปรับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานได้ง่าย มีวิธีการใช้งานที่ง่าย และสามารถตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภคได้ภายในผลิตภัณฑ์เดียว

#### 2.5.1.1 ข้อดีข้อเสียของผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้

ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้นั้นไม่จำเป็นต้องมีความซับซ้อนมาก เพียงแค่สามารถปรับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานได้หลากหลาย สามารถเข้าใจการทำงานได้ง่าย และตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้ใช้ได้ ซึ่งมีข้อดีดังนี้

- 1) ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้นั้นเป็นการรวมเอาหน้าที่การทำงานที่หลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่มีใช้อยู่เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้มีขอบเขตในการใช้งานผลิตภัณฑ์มากขึ้น
- 2) การผลิตมีค่าใช้จ่ายถูกลงเนื่องจากใช้แรงงาน และเครื่องจักรในการผลิตเหมือนกับผลิตภัณฑ์ที่ทำหน้าที่ได้อย่างเดียว แต่กลับได้ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ซึ่งมีหน้าที่การทำงานหลากหลายมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) ขนาดและน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้นั้นลดลง เนื่องจากเป็นการรวมผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทำงานหลายๆ หน้าทีเข้าเป็นชิ้นเดียวกัน
- 4) ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้บางผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนการทำงานได้โดยอัตโนมัติขณะใช้งาน โดยผลิตภัณฑ์ที่ทำได้นั้นที่เดียวไม่สามารถทำได้
- 5) ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้นั้นมีขอบเขตในการใช้งานที่หลากหลาย
- 6) หน้าทีการทำงานของแต่ละหน้าทีในผลิตภัณฑ์เดียวกัน ไม่จำเป็นต้องมีความเกี่ยวข้อง หรือใช้โครงสร้างเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้นั้นมีข้อเสียเช่นกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 1) การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ในช่วงแรกนั้น เป็นช่วงที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากมักเกิดปัญหาและความยุ่งยากในการออกแบบมากมายจึงจำเป็นต้องมีผู้ออกแบบต้องมีการคิดอย่างรอบคอบ และมีความอดทนเพื่อออกแบบให้สำเร็จ
- 2) การเพิ่มหน้าที่การทำงานที่ไม่จำเป็นลงไปในการผลิต อาจส่งผลเสียต่อผลิตภัณฑ์เนื่องจากการสร้างความยุ่งยากในการผลิต หรือทำให้มีน้ำหนักและน้ำหนักที่มากขึ้นโดยไม่จำเป็น
- 3) หน้าทีการทำงานของแต่ละหน้าทีในผลิตภัณฑ์นั้นมีความเหมาะสมกับลักษณะงานที่แตกต่างกันไป การออกแบบจึงต้องคำนึงถึงความสอดคล้องกันของแต่ละลักษณะงานเพื่อให้หน้าที่การทำงานที่เหมาะสมกับลักษณะงานหนึ่งไม่ส่งผลเสียต่อลักษณะงานอื่น

#### 2.5.1.2 หลักการและข้อสนับสนุนในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้

ซิงห์ และคณะ (Singh Vikramjit. et.al. 2006) ได้ศึกษาสิ่งประดิษฐ์ สิทธิบัตร และสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ เพื่อค้นหารูปแบบที่คล้ายคลึงกัน แล้วสรุปเป็นแนวทางสำหรับกำหนดคำสั่งที่นำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงเชิงกลของผลิตภัณฑ์ และข้อสนับสนุน ของลักษณะที่ช่วยสร้างให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงกลของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 หลักการและข้อสนับสนุนในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้

รายละเอียด		คำอธิบาย
หลักการ	Expand/Collapse	เปลี่ยนมิติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ โดยการเพิ่มหรือลดปริมาตรไปตามแนวแกนในเชิงระนาบ หรือ 3 มิติ
	Expose/Cover	เปิดเผยหรือปกปิดพื้นผิวเพื่อเปลี่ยนรูปแบบการใช้งาน
	Fuse/Divide	ทำให้อุปกรณ์ที่มีการทำงานอย่างเดียวกลายเป็นหลายอุปกรณ์ซึ่งอย่างน้อย 1 ในอุปกรณ์เหล่านั้นมีลักษณะการใช้งานเฉพาะตัวเมื่อเปลี่ยนรูปทรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

รายละเอียด	คำอธิบาย
Common core structure	สร้างอุปกรณ์ให้มีแกนโครงสร้างเดียวกันแต่ปรับเปลี่ยนการใช้งานส่วนประกอบรอบนอก
Composite	สร้างชิ้นส่วนใหม่จากหลายชิ้นส่วนที่มีลักษณะการทำงานแตกต่างกัน
Conform with Structural Interfaces	กำหนดลักษณะการเคลื่อนไหวชิ้นส่วนของอุปกรณ์ให้สัมพันธ์กับโครงสร้างหลัก
Enclosure	ปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ให้สามารถปกคลุมพื้นที่ 3 มิติได้
Fan	ปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ให้สามารถยืด ขยายระนาบ หรือปกคลุมพื้นที่ 2 มิติเพื่อปรับเปลี่ยนการทำงาน
Telescope	ปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ให้สามารถยืด ขยายระนาบ หรือปกคลุมพื้นที่ในทิศทางเดียวเพื่อปรับเปลี่ยนการทำงาน
Flip	กำหนดลักษณะการทำงานจากรูปร่างของอุปกรณ์
Fold	สร้างความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นส่วนหรือพื้นผิวด้วยการพับหรือการตัด
Function Sharing	ดำเนินหลายการทำงานพร้อมกันเพื่อสร้างการทำงานใหม่
Furcation	เปลี่ยนรูปร่างของอุปกรณ์สู่สภาวะคงที่ได้หลายแบบตามเงื่อนไขที่กำหนด
Generic Connections	ประยุกต์ใช้โครงสร้างหรือเครื่องยนต์กับส่วนประกอบอื่นของผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างการทำงานใหม่หรือสร้างการใช้งานที่ต่างออกไป
Inflate	เติมของเหลวหรือก๊าซเข้าไปในอุปกรณ์ที่ทำจากวัสดุยืดหยุ่นเพื่อเปลี่ยนการทำงาน
Interchangeable transmissions	ใช้ระบบส่งกำลังที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดการทำงานที่หลากหลาย
Material Flexibility	ใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่นเพื่อสร้างการเปลี่ยนขนาดภายนอกของผลิตภัณฑ์
Modularity	กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานกับส่วนประกอบของอุปกรณ์
Nesting	กำหนดรูปร่างของอุปกรณ์ให้คล้ายกันและสามารถซ้อนกันได้
Roll/wrap/coil	เปลี่ยนการทำงานของผลิตภัณฑ์จากการทำให้เกิดส่วนโค้งรอบแกนหมุน
Segmentation	แบ่งชิ้นส่วนเดี่ยวออกเป็นหลายชิ้นติดกัน
Shared Power Transmission	ใช้อุปกรณ์ที่หลากหลายในการเปลี่ยนลักษณะหรือวิธีการใช้พลังงาน เพื่อเปลี่ยนการทำงานของผลิตภัณฑ์
Shelling	ซ่อนชิ้นส่วนที่มีการทำงานใหม่ภายในอุปกรณ์เดิม

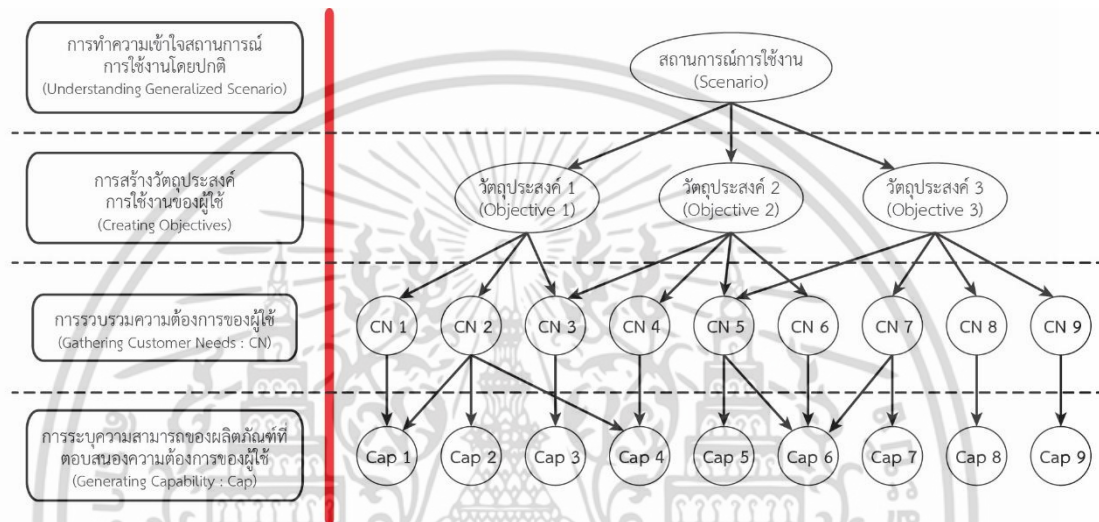
ที่มา: ซิงห์ และคณะ (Singh Vikramjit. et.al. 2009)

### 2.5.1.3 กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้

ซิงห์ และคณะ (Singh Vikramjit. et.al. 2007) ใช้หลักการและข้อสนับสนุนที่แสดงในตารางที่ 2.7 ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ ซึ่งกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การสร้างลำดับขั้นเพื่อเข้าถึงการออกแบบ (Hierarchical Approach to Design) เป็นขั้นตอนในการค้นหาปัญหา รวบรวมความต้องการของผู้ใช้ และสร้างให้เห็นลักษณะการใช้งานผลิตภัณฑ์ ด้วยการทำความเข้าใจสถานการณ์การใช้งานโดยทั่วไป (Understanding Generalized Scenario) เพื่อสร้างวัตถุประสงค์การใช้งานของผู้ใช้ (Creating Objectives) รวบรวมความต้องการของผู้ใช้งาน (Gathering Customer Needs) และระบุความสามารถของผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ (Generating Capability) ตามลำดับ ดังที่แสดงในรูปที่ 2.12 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการสร้างลำดับขั้นเพื่อการเข้าถึงการออกแบบ

ที่มา: สิงห์ และคณะ (Singh Vikramji. et.al. 2007)

1.1) การทำความเข้าใจสถานการณ์การใช้งานโดยปกติ เป็นขั้นตอนที่ต้องใช้การจินตนาการ เพื่อสมมติการใช้งานผลิตภัณฑ์ของผู้ใช้ ด้วยการวิเคราะห์ลักษณะการใช้งานในปัจจุบัน ปัญหาในการใช้งาน และความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมในอนาคต ซึ่งจะช่วยให้เห็นภาพรวมของวัตถุประสงค์ในการใช้งานของผู้ใช้ และคาดการณ์ถึงความต้องการของผู้ใช้ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้

1.2) การสร้างวัตถุประสงค์การใช้งานของผู้ใช้ เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ สถานการณ์การใช้งานโดยทั่วไป เพื่อหาสิ่งที่จำเป็นต่อสถานการณ์ที่ได้สมมติขึ้น แล้วกำหนดเป็นวัตถุประสงค์

1.3) การรวบรวมความต้องการของผู้ใช้ เป็นการระบุความต้องการของผู้ใช้งานที่เกิดจากแต่ละวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ที่ได้กำหนดในขั้นตอนข้างต้น เพื่อให้เห็นภาพรวมความต้องการทั้งหมดของผู้ใช้

1.4) การระบุความสามารถของผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ ด้วยการพิจารณาถึงความสามารถที่ผลิตภัณฑ์ควรมีเพื่อตอบสนองความต้องการนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการของผู้ใช้ ซึ่งบางความสามารถอาจตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้หลายความต้องการ นักออกแบบจึงต้องทำการพิจารณาอย่างรอบคอบ

2) การจำแนกสภาวะการทำงาน (State Extraction) เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสร้างลำดับขั้นเพื่อเข้าถึงการออกแบบ ซึ่งเป็นข้อมูลที่บ่งบอกถึงสาระสำคัญในการออกแบบ นั่นคือการแสดงวัตถุประสงค์ และความต้องการของผู้ใช้ เช่นเดียวกับวิธีการที่จะสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้ ที่ควรระบุความสามารถของผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ และยังเป็นขั้นตอนที่เยี่ยมยอดเพื่อช่วยให้นักออกแบบ และวิศวกร เข้าใจความคิด และธรรมชาติของปัญหาในการออกแบบได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

นักออกแบบควรพิจารณาถึงลักษณะและขั้นตอนการใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้ใช้ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์และความต้องการในการใช้งานได้ดีที่สุด ส่วนกระบวนการระบุความสามารถของผลิตภัณฑ์นั้นจะช่วยยกระดับของวิธีการใช้งานผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น วิธีการที่น่าสภาวะหรือรูปแบบความสามารถของผลิตภัณฑ์ที่เฉพาะเจาะจงมาผสมผสานกับข้อมูลความต้องการและวัตถุประสงค์ในการใช้งานของผู้ใช้นั้น เป็นการแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการบรรลุเป้าหมายของการออกแบบ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และสามารถตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้ใช้ได้

3) แนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ (Transformation Route of Design) เป็นขั้นตอนที่นักออกแบบต้องรับทราบถึงปัญหาในการออกแบบทั้งหมด ซึ่งอาจใช้การมองย้อนกลับ เพื่อให้เห็นปัญหาและภาพรวมในการออกแบบที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น แต่นักออกแบบมักจะต้องเผชิญกับปัญหาเกี่ยวกับความต้องการที่ขัดแย้งกันของผู้ใช้ เช่น ต้องการรถที่วิ่งเร็วแต่ประหยัดน้ำมัน ต้องการแบตเตอรี่ที่มีขนาดเล็กแต่ให้พลังงานสูง เป็นต้น ซึ่งปกตินักออกแบบมักจะแก้ปัญหาด้วยการหาความสมดุลของความต้องการของผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้ส่วนใหญ่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ แต่หากนำการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้มาใช้ ด้วยการรวมการทำงานที่ตอบสนองความต้องการที่ขัดแย้งกันเหล่านั้นไว้ในผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวกัน ผ่านกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถเปลี่ยนลักษณะการทำงานให้ตอบสนองความต้องการที่ขัดแย้งกันได้ ซึ่งการจะตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้มากน้อยเพียงไรนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถและจินตนาการของนักออกแบบในการแก้ปัญหาการออกแบบ

4) การสร้างแนวคิดการออกแบบสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ (Concept Generation for Transformation) เป็นขั้นตอนที่ ซิงห์ และคณะ (Singh Vikramjit. et.al. 2007) ได้ประยุกต์ใช้หลากหลายวิธีการเช่น การสร้าง Transformation Cards เพื่อกำหนดลักษณะการเปลี่ยนรูปที่เป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบ หรือการใช้เทคนิคแผนภาพความคิด (Mind mapping) โดยการใช้หลักการทั้ง 3 ข้อที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.7 เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างแนวคิดพื้นฐาน และสร้างแนวคิดขั้นสูงด้วยการใช้ข้อสนับสนุน (Weaver M. Jason. et.al. 2009)

แล้วจึงนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเลือกแนวความคิดที่ดีที่สุดสำหรับการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.4 สิ่งที่ต้องพิจารณาก่อนการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อให้เปลี่ยนรูปได้  
 ทัศนคติการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ ไม่สามารถนำมาใช้ได้กับทุกการ  
 ออกแบบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากรูปแบบของผลิตภัณฑ์ย่อมแปรผันไปตาม ความต้องการในการใช้งาน  
 ของผู้ใช้ซึ่งบางผลิตภัณฑ์นั้น ผู้ใช้ไม่ได้มีความต้องการให้ผลิตภัณฑ์นั้นเปลี่ยนรูปได้ แคมเบอร์น และ  
 คณะ (Camburn A. Bradley. et.al. 2010 ; 2012) ได้แสดงวิธีการพิจารณาความเหมาะสมของ  
 การนำทัศนคติการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้มาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้วยการ  
 ประยุกต์ใช้กับการประเมินค่า 5 ระดับของ Likert Scale โดยหลังจากที่นักออกแบบต้องพิจารณา  
 จุดประสงค์ ความต้องการ และความสามารถของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในข้อ 2.5.1.3 แล้ว  
 ทำการประเมินค่า 5 ระดับตามตัวชี้วัดที่ได้ระบุไว้ดังในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ตัวชี้วัดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้

ตัวชี้วัดความเป็นผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปเพื่อการใช้งานได้หลากหลาย	
ตัวชี้วัด	คำอธิบาย
การทำงานร่วมกัน (Shared Function)	สองผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกันสามารถใช้บริบทหรือการทำงานร่วมกันได้
การแปรตามตัวแปร (Adhere to a Variable)	ปรับเปลี่ยนการใช้งานได้อย่างหลากหลาย
การเก็บรักษา (Storage)	ให้ความสำคัญกับพื้นที่จัดเก็บ
การทำงานหลายขั้นตอน (Adhere to Sequence)	กระบวนการทำงานต้องใช้หลายอุปกรณ์ในการทำงาน
การทำงานที่สำคัญ (Vital Function)	การใช้งานแบบเดียวที่มีอยู่ของอุปกรณ์มีความสำคัญมาก
ต้นทุนต่ำ (Low Cost)	การทำให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้นั้นมีต้นทุนที่สูงเกินไป
ต้องใช้งานพร้อมกัน (Parallel Multi-Function)	การทำงานต้องใช้หลายอุปกรณ์พร้อมกัน
ความง่ายในการใช้ (Ease of Use)	ต้องการความรวดเร็วในการเรียนรู้วิธีการใช้งาน
ความพร้อมใช้งาน (A-Periodic Use)	อุปกรณ์ต้องมีความพร้อมในการทำงานตลอดเวลา

ที่มา: แคมเบอร์น และคณะ (Camburn A. Bradley. et.al. 2012)

เมื่อนักออกแบบประเมินค่าเสร็จสิ้น นักออกแบบต้องคำนวณค่าเฉลี่ยของ  
 ตัวชี้วัดความเป็นผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปเพื่อการใช้งานได้หลากหลาย เปรียบเทียบกับ ค่าเฉลี่ยของ  
 ตัวชี้วัดความเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบและการทำงานแบบเดียว โดยหากค่าเฉลี่ยของตัวชี้วัดความเป็น  
 ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปเพื่อการใช้งานได้หลากหลาย มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของตัวชี้วัดความเป็น  
 ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบและการทำงานแบบเดียว แสดงว่า ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกแบบหรือพัฒนามี  
 ความเหมาะสมในการใช้ทัศนคติการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้

การพิจารณาความเหมาะสมของแบบร่างหรือแนวความคิดต้นแบบสำหรับ  
 ผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ เพื่อหาแบบร่างหรือแนวความคิดที่มีความเหมาะสมมากที่สุดนั้น จะต้อง

พิจารณาใน 3 ด้าน ดังนี้  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ด้านคุณภาพ คือ ผลผลิตสามารถทำตามจุดประสงค์ในการออกแบบได้ มีน้ำหนักเบา มีการใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความยุ่งยากในการผลิตและประกอบน้อย และง่ายต่อการเรียนรู้วิธีการใช้งาน

2) ความเป็นไปได้ คือ ความต้องการของตลาด ต้นทุนการผลิต ความสามารถในการผลิต ความง่ายในการใช้งาน และความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีที่ส่งผลต่อการผลิต

3) ความหลากหลาย คือ ความลงตัวของการออกแบบ สร้างความรู้สึกลงใจในแง่บวกให้กับผู้บริโภคเมื่อได้ใช้งาน สามารถดึงความสนใจจากผู้บริโภคได้ เลือกใช้เทคโนโลยี มีความทันสมัย และมีความสามารถที่เหนือกว่าผลิตภัณฑ์เดิมหรือผลิตภัณฑ์ของคู่แข่ง

ผู้วิจัยได้ค้นพบวิธีการที่น่าสนใจของการใช้ทฤษฎีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ เพื่อหาความเหมาะสมของการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีการใช้งานที่หลากหลาย ให้ตอบสนองต่อการเดินเท้าของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทย ที่มีลักษณะภูมิประเทศที่หลากหลายเป็นตัวกำหนดความยากลำบากในการปฏิบัติหน้าที่โดยการออกแบบให้สามารถปรับการทำงานของเครื่องมือดับไฟฟ้าได้หลากหลาย สามารถใช้งานในงานดับไฟฟ้า การพกพา เครื่องมือ รวมไปถึงการช่วยพยุงตัวขณะเดินเท้าผ่านพื้นที่ทุรกันดารให้เกิดความสะดวก และปลอดภัยมากยิ่งขึ้น เพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถบรรลุภารกิจได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

## 2.5.2 การยศาสตร์ (Ergonomics)

การยศาสตร์คือหลักในการปรับปรุงสภาวะในการทำงานให้ดีขึ้น และเหมาะสมกับแต่ละบุคคล ซึ่งต้องใช้ความรู้ กระบวนการ หรือวิธีการต่างๆ โดยพิจารณาทั้งด้านร่างกาย และจิตใจของผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้นการยศาสตร์จึงมุ่งเน้นทั้งในด้านวิธีการที่จะลดความเครียดจากการทำงาน ตลอดจนการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน (กิตติ อินทรานนท์. 2548) ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนหมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับงาน อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรกล และสภาพแวดล้อมในการทำงานเป็นต้น โดยการนำเอาธรรมชาติของมนุษย์เช่น สรีรวิทยา กลศาสตร์ชีวภาพ ลักษณะทางกายภาพ และจิตวิทยา มาพิจารณา เพื่อออกแบบให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานมากที่สุด โดยต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ความเป็นอยู่ที่ดี สุขภาพอนามัย และความสบายในการปฏิบัติงานไปพร้อมกัน (รัชชานนท์ สิบปกากุล. 2548)

2.5.2.1 สิ่งที่ควรพิจารณาในการออกแบบเครื่องมือที่ต้องใช้แรงมาก คือ น้ำหนักของเครื่องมือ ความถี่ในการใช้งานเครื่องมือ ระยะทางที่ต้องมีการยกเพื่อเคลื่อนย้ายเครื่องมือ ขนาด รูปร่างของเครื่องมือ และระยะเวลาที่ใช้งานเครื่องมือ โดย ทิลล์แมน และคณ (Tillman, P., and Tillman, B. 1991) ได้สรุปขั้นตอนการออกแบบตามหลักการยศาสตร์ไว้ 3 ขั้นตอน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การออกแบบเบื้องต้น เป็นขั้นตอนที่นักออกแบบต้องศึกษาความต้องการ ข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ให้มากที่สุด ซึ่งอาจเป็นข้อมูลที่ได้จากผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ หรือฐานข้อมูลต่างๆ แล้วนำมาวิเคราะห์แล้วเรียงลำดับขั้นตอนการทำงานก่อนหลัง แล้วจึงเลือกสิ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้มากที่สุดมาทำการออกแบบหรือพัฒนา

2) การออกแบบในรายละเอียด เป็นขั้นตอนที่ต้องคำนึงถึงรายละเอียดทางด้านการยศาสตร์ในการใช้งานผลิตภัณฑ์ จึงต้องวิเคราะห์กิจกรรม ศึกษาการใช้เวลา และการเคลื่อนไหว เพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และสิ่งที่ผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องมีแล้วนำไปออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ขึ้นมาซึ่งขนาดสัดส่วนร่างกายของชายไทยนั้นแสดงไว้ในตารางที่ 2.9 และได้วิเคราะห์เป็นภาพกราฟิกดังแสดงในรูปที่ 2.13

3) การทดสอบผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการออกแบบ เป็นขั้นตอนที่จะทดสอบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการออกแบบมาสามารถตอบสนองการทำงานของมนุษย์ได้ดีหรือไม่ มีผลเป็นอย่างไร และต้องมีการแก้ไขปรับปรุงอีกหรือไม่

ตารางที่ 2.9 ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนร่างกายชายไทยทั่วประเทศ อายุ 17-49 ปี (หน่วย : เซนติเมตร)

ลำดับ	สัดส่วน	อายุ (ปี) โดยเฉลี่ย (MEAN)			
		17-19	20-29	30-39	40-49
1	ความสูง	168.4	167.2	166.6	166.0
2	ความสูงปมไหล่-พื้น	137.4	136.7	137.0	136.5
3	ความสูงข้อศอก-พื้น	103.0	102.4	102.5	102.3
4	ความสูงกึ่งกลางกำปั้น-พื้น	73.6	73.7	73.9	73.9
5	ยาวเอวด้านข้าง-พื้น	98.0	97.2	97.2	97.0
6	ยาวเอวด้านข้าง-เข่า	52.1	51.5	51.7	51.6
7	ยาวเข่า-ตาตุ่ม	39.7	39.6	39.5	39.2
8	ยาวตาตุ่ม-พื้น	6.2	6.1	6.0	6.2
9	ระยะห่างไหล่-จุดกึ่งกลางกำปั้น	63.8	63.0	63.0	62.6
10	ความกว้างระดับข้อศอก	41.9	43.0	44.7	45.6

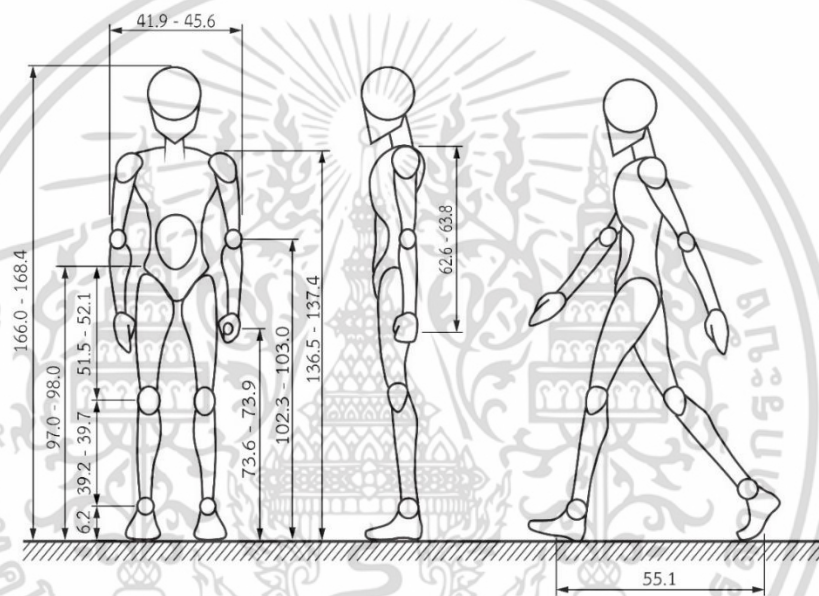
ที่มา: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2543-2544)

#### 2.5.2.2 การยศาสตร์เกี่ยวกับการเดิน

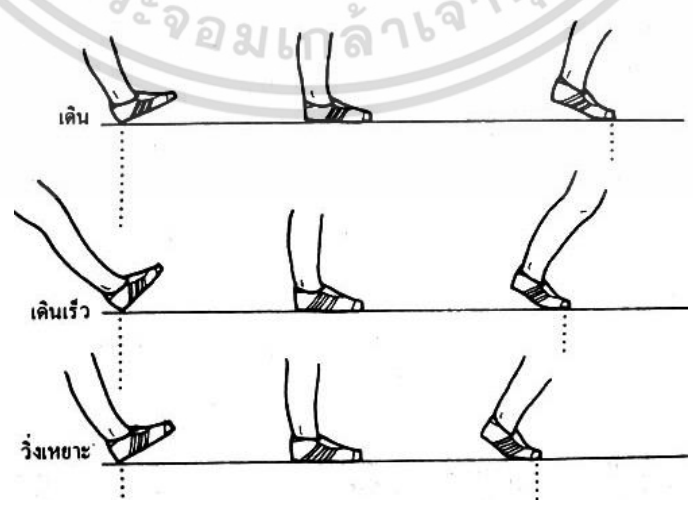
ช่วงการเดินปกติ ส่วนต่างๆ ของร่างกายจะมีการเคลื่อนไหวไปตามธรรมชาติ โดยมีการลงน้ำหนักของขาข้างหนึ่งเพื่อให้ขาอีกข้างก้าวไปข้างหน้า และเชิงกรานจะทำมุมใกล้เคียง 90 องศากับขาข้างที่ลงน้ำหนัก ขณะเดียวกันแกนด้านตรงข้ามจะขยับไปข้างหน้าโดยอัตโนมัติ หัวไหล่ข้างเดียวกันก็จะขยับไปข้างหน้าด้วย โดยการเดินที่ปกติจะมีฝีเท้าประมาณ 70-130 ก้าว/นาที มีความเร็ว 2-4 กิโลเมตร/ชั่วโมง และระยะการก้าวเฉลี่ย 55.12 เซนติเมตร (ดวงภรณ์ แดงเงิน. 2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงการเดินขึ้นและลงบันไดหรือทางลาดชันส่วนที่ทำหน้าที่รับภาระหนักคือหัวเข่าและเท้า ดังในรูปที่ 2.15 และ 2.16 เนื่องจากต้องรองรับน้ำหนักตัวที่อยู่เยื้องจากจุดศูนย์กลางของร่างกายแล้ว ยังต้องรับแรงกดที่มากขึ้นจากการเคลื่อนที่แนวตั้ง และกล้ามเนื้อของมนุษย์ไม่มีประสิทธิภาพมากพอที่จะป้องกันการแกว่งไปมาของข้อเข่า ส่งผลให้หัวเข่าบาดเจ็บจากการเสียดสีของกระดูกหัวเข่าหรือเส้นเอ็นพังผืดบริเวณข้อเข่าได้ง่าย (ประโยชน์ บุญสินสุข. 2532) และการก้าวเท้าที่เร็วขึ้นก็จะส่งผลให้หัวเข่าและเท้าต้องรับแรงกระแทกมากขึ้นตามลำดับ การก้าวเท้ายาวเกินไปแรงสะท้อนจะผลักดันตัวเราไปข้างหลังส่งผลให้รองเท้าสึกบริเวณส้นเท้า แต่หากก้าวเท้าสั้นไปจะทำให้ต้องทิ้งน้ำหนักลงปลายเท้า ดังนั้นจึงควรก้าวเท้าด้วยลักษณะและระยะก้าวที่เหมาะสมตามธรรมชาติของแต่ละคน ดังในรูปที่ 2.13 และ 2.14

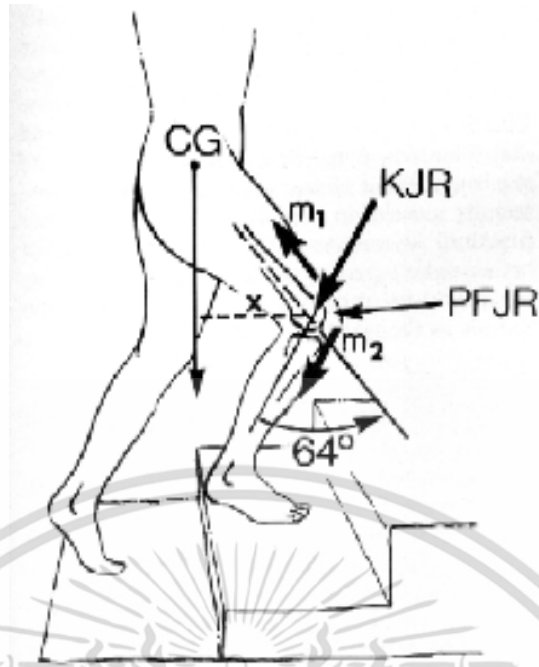


รูปที่ 2.13 สัดส่วนร่างกายและระยะการก้าวเท้าของชายไทย (หน่วย : เซนติเมตร)  
วาดโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์



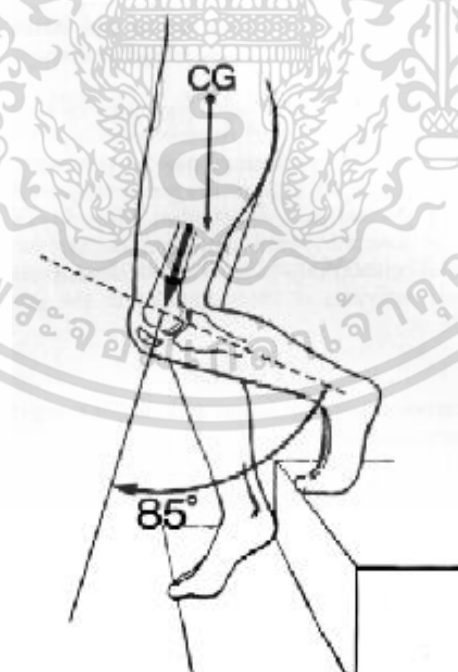
รูปที่ 2.14 ลักษณะการลงเท้า  
ที่มา: กฤษฎา บานชื่น (2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้... ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา... ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ลักษณะแรงกระทำกับหัวเข่าขณะขึ้นบันได  $m_1$  = quadriceps force;  $m_2$  = patellar tendon tension; KJR = knee joint reaction; PFJR = patellofemoral joint reaction; CG = center of gravity;  $x$  = flexor lever arm

ที่มา: Hungerford S. David, Kenna V. Robert, and Haynes W. Darrell (Online : 2014)

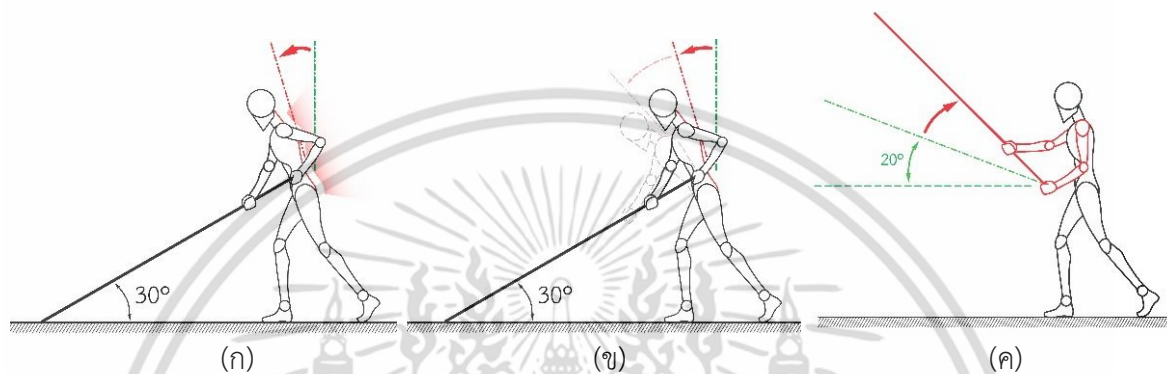


รูปที่ 2.16 ลักษณะหัวเข่าขณะลงบันไดซึ่งมีนัยสำคัญกับองศาในการงอหัวเข่า CG = center of gravity; arrow indicates anterior subluxation thrust of the femur

ที่มา: Hungerford S. David, Kenna V. Robert, and Haynes W. Darrell (Online : 2014)  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากการสังเกตการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ผู้วิจัยพบว่า อองศาในการกดด้ามเครื่องมือดับไฟป่ามักอยู่ที่ 30 องศา หรือมากกว่าหากด้ามมีความยาวน้อยกว่า 2 เมตร ส่งผลให้ผู้ใช้ต้องก้มตัวมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.18 (ก) หรือหากมีระยะห่างในการจับด้ามของมือทั้ง 2 ข้างที่มากเกินไป จะยิ่งส่งผลให้ผู้ใช้ต้องมีการก้มตัวมากขึ้นกว่าเดิม ดังแสดงในรูปที่ 2.18 (ข) ซึ่งส่งผลให้เกิดการเมื่อยล้าที่หลังตามมา และเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่ามักยกด้ามสูงเกินความจำเป็น ดังแสดงในรูปที่ 2.18 (ค) จึงส่งผลให้เกิดการเมื่อยล้าที่แขนและข้อมือตามมา



รูปที่ 2.18 (ก) การก้มตัวโดยไม่จำเป็น (ข) ผลของระยะห่างในการจับด้ามต่อการก้มตัว (ค) การยกด้ามสูงเกินความจำเป็น

วาดโดย: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

การออกแบบด้ามของเครื่องมือเหล่านี้จึงควรมีลักษณะที่ช่วยต่อการส่งถ่ายแรงกระทำ และมีความยาวที่มากพอจะทำให้สามารถใช้เครื่องมืออย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และยังช่วยลดอาการปวดหลังจากการก้มทำงาน ที่มากจนเกินไป ส่วนการใช้งานคราด จะมีลักษณะการจับและการยก และวางคล้ายกับจอบเช่นกัน เพียงแต่จะมีจังหวะที่ใช้ในการลาก หรือดึงวัสดุที่ต้องการเคลื่อนย้ายเข้ามาด้วย และเนื่องด้วยวัตถุประสงค์ของการใช้งานคราด จึงต้องการด้ามที่มีความเหนียวและแข็งแรงเพื่อรองรับทั้งแรงกดในแนวตั้ง และแรงดึงในแนวระดับ

เฮดจ์ (Hedge, A. 2013) ระบุในเอกสารแนะนำการออกแบบเครื่องมือ ถึงการออกแบบมือจับ (Handle) ของเครื่องมือต่างๆ ที่ไม่เหมาะสมกับการใช้งานจะส่งผลให้เกิดอาการบาดเจ็บระยะยาวจากการใช้งานข้อมือที่ไม่เป็นธรรมชาติ และอุบัติเหตุกว่า 9% ของการทำงาน เกิดจากการใช้มือจับที่ออกแบบไม่ดีพอ ไครลาร์ (Kriellaars, D. 1992) ได้ทำการศึกษาผลิตภัณฑ์ที่ช่วยในการใช้งานเครื่องมือทำสวน พบว่าการติดอุปกรณ์เสริมที่มีชื่อเรียกว่า D-grip บริเวณกลางด้ามของเครื่องมือทำสวนที่ใช้งานด้วยการยก ดึง ลาก ผลัก หรือเอี้ยวตัวนั้น จะช่วยลดการก้มตัวขณะใช้งานเครื่องมือลง ช่วยปรับท่าทางในการใช้งานให้เป็นธรรมชาติมากขึ้น ส่งผลให้ภาระการใช้กล้ามเนื้อลงประมาณ 10% และลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บที่หลังส่วนล่างเนื่องจากการทำงานซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.19 (ก) อุปกรณ์มือจับ “D-grip” (ข) การใช้งานอุปกรณ์มือจับ “D-grip”

ที่มา: <http://motus.ca/> (Online : 2015)

จากการศึกษาอุปกรณ์มือจับ “D-grip” แพทคิน (Patkin. 2001) ระบุว่า การออกแบบมือจับที่ดีนั้นช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องมือต่างๆ เพิ่มความปลอดภัย และเพิ่มแรงจูงใจในการซื้อ โดยสิ่งที้นักออกแบบควรคำนึงถึงในการออกแบบมือจับคือ

- 1) ขนาดของมือจับ โดยขนาดของมือจับที่เหมาะสมนั้นควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-5 ซม. และมีความยาว 10-15 ซม. หรือมากกว่า หากเป็นด้ามจับสำหรับเครื่องมือที่มีความยาวมาก (CDC. 2004)
- 2) รูปร่างของมือจับ เช่น โค้งพอดีกับมือ ไม่มีความคม เป็นต้น
- 3) ผิวสัมผัสของมือจับ เช่น มีความสาก ไม่แข็ง ไม่หนา ไม่ร้อนหรือเย็นมากจนเกินไป เป็นต้น
- 4) ความปลอดภัย เช่น ต้องไม่ลื่น ไม่ก่อให้เกิดความเมื่อยล้า ไม่ก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บที่มือหรือข้อมือ เป็นต้น
- 5) ภาวะที่มือจับต้องรองรับ เช่น น้ำหนัก แรงกระทำ ความเฉื่อยจากการหมุน ทิศทางของแรงกระทำ เป็นต้น
- 6) พื้นที่การใช้งานเครื่องมือ เช่น ใช้งานในระดับสายตาปกติหรือใกล้กว่าปกติ ใช้งานที่สูงหรือต่ำกว่าจุดศูนย์กลางของร่างกาย เป็นต้น
- 7) สิ่งแวดล้อมขณะใช้งานเครื่องมือ เช่น การมองเห็น ความสว่าง อุณหภูมิ แรงลม หรือความชื้น เป็นต้น
- 8) บ่งชี้วิธีการใช้งานเครื่องมือ เช่น เมื่อเห็นมือจับก็สามารถเข้าใจได้ว่าต้องยก ดึง หรือผลัก เป็นต้น
- 9) บ่งบอกสถานการณ์ทำงานของเครื่องมือ เช่น มองเห็นการทำงานได้ ได้ยินเสียง ได้กลิ่น มีแสงไฟ หรือมีเสียงกลิ้ง เป็นต้น
- 10) การเก็บรักษา เช่น การแขวน การพียงผนัง การวางบนชั้น หรือ

เก็บไว้ในภาชนะเฉพาะ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 11) คุณสมบัติพิเศษอื่นๆ เช่น การทำความสะอาดง่าย สามารถใช้งานสองมือได้ เด็ก ผู้สูงอายุ คนพิการ หรือคนที่ถนัดมือซ้ายสามารถใช้งานได้ เป็นต้น
- 12) ความสามารถที่จำเป็นต่อการใช้งาน เช่น การร้อยด้าย การบีบ การฉลุ การแกะสลัก หรือการเย็บ เป็นต้น
- 13) วิธีการทดสอบประสิทธิภาพเมื่อจับ เช่นการทดลองใช้งานเมื่อมือลื่น การรับแรงกระทำ ความสบายมือ เป็นต้น

ผู้วิจัยจึงนำความรู้เกี่ยวกับหลักการยศาสตร์ของคนไทย โดยเน้นที่ความสอดคล้องกับขนาดสัดส่วน ลักษณะการก้าวเท้าและการขยับร่างกายขณะใช้เครื่องมือทางการเกษตรเช่น จอบ และคราด เนื่องจากมีลักษณะการใช้งานที่ใกล้เคียงกับเครื่องมือดับไฟป่าเช่น ที่ดับไฟ ครอบไฟป่า และคราดที่มีการเพิ่มความแข็งแรง แล้วนำไปใช้ในงานดับไฟป่า และเนื่องด้วยขนาดและน้ำหนักของเครื่องมือที่ไม่ได้รับการออกแบบมาให้เหมาะสมกับหลักการยศาสตร์ของคนไทย ส่งผลให้เกิดความไม่ถนัดในการใช้งานและการพักพาขณะเดินทาง และผู้วิจัยนำหลักการยศาสตร์มารวมพิจารณาในการออกแบบด้วยการพัฒนาให้ขนาดของด้าม ความยาว ลักษณะของมือจับ วัสดุ สีสนัและรายละเอียดของผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแล้วสามารถสร้างความสะดวกสบายให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้งในการเดินเท้า และในการปฏิบัติงานดับไฟป่า

### 2.5.3 การให้ผู้บริโภคมีส่วนร่วมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Consumer Co-Creation)

ในอดีตการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่นั้นเกิดขึ้นภายในองค์กรหรือบริษัทผู้ผลิตแต่เพียงฝ่ายเดียวซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์เหล่านั้นไม่สามารถตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าหรือผู้บริโภคได้ ในปัจจุบันผู้บริโภคมีทางเลือกมากขึ้นจึงได้มีการนำวิธีการที่ให้ผู้ซื้อมีส่วนร่วมในการร่วมคิด ร่วมสร้างร่วมปฏิบัติ ร่วมออกความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์หรือบริการต่างๆ ของฝ่ายผู้ผลิต เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (โอ'เฮิร์น และเรนด์ฟลาซท์: O'Hern Matthew and Rindfleisch Aric. 2008) ซึ่งการให้ผู้บริโภคเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการคิด การสร้างสรรค์ และการพัฒนาสิ่งใหม่ๆ มากขึ้น เช่นการให้เข้าร่วมประกวดการออกแบบ การตั้งชื่อผลิตภัณฑ์ใหม่ แสดงความต้องการบริการใหม่ หรือการที่มีช่องทางประเภทสื่อออนไลน์ ที่เปิดโอกาสให้ลูกค้าได้เข้ามาแสดงความคิดเห็นหรือมีส่วนร่วมในกระบวนการต่างๆ ของบริษัทมากขึ้น จึงส่งผลให้ผู้ผลิตสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้มากขึ้น สร้างความโดดเด่นให้กับตัวผลิตภัณฑ์ สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบริษัทกับลูกค้า และยังช่วยสร้างภาพลักษณ์ของบริษัทได้เป็นอย่างดี (เบญจมาศ สังข์วรรณ และ ภูมิพร ธรรมสถิตเดช. 2556, Prahalad C. K. and Ramaswamy Venkat. 2004)

การมีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์ของผู้บริโภค (Customer Co-Creation) เป็นวิธีการค้นหาความต้องการของลูกค้าที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) เน้นการติดต่อสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยน

ความคิด ความต้องการ ความคิดเห็นระหว่างกัน ซึ่งอาจเกิดระหว่าง ลูกค้ากับผู้ประกอบการธุรกิจ หรือผู้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบธุรกิจกับผู้ประกอบธุรกิจ เพื่อทำให้เกิดการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่อาจอยู่ในรูปของสินค้า บริการ หรือการมีประสบการณ์ร่วม โดยการมีลูกค้าเป็นศูนย์กลางในการเพิ่มมูลค่า ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) การฟังความต้องการของลูกค้าอย่างรอบด้าน และเลือกเอาความต้องการที่เหมาะสมนำมาพัฒนาเป็นแนวความคิดในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ 2) การให้ลูกค้ามีส่วนร่วมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทั้งการออกความคิดเห็น การออกแบบการทำงาน การมีประสบการณ์ร่วมในการผลิตสินค้า และ 3) การตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าเช่น การสนับสนุนเทคโนโลยี วิธีการความรู้ หรือเงินทุน ซึ่งจะส่งผลให้การออกแบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Bhalla Gaurav. 2011)

ผู้วิจัยจึงใช้กระบวนการการออกแบบที่ให้ผู้บริโภคมีส่วนร่วมในการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผลของการพัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานจริงได้มากที่สุด โดยเริ่มจากการสอบถามความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำข้อมูลที่ได้อาภิเคราะห์เพื่อค้นหาภาพรวมความต้องการของกลุ่มตัวอย่างและร่วมกันเลือกความต้องการที่เหมาะสม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการออกแบบและพัฒนา พร้อมทั้งแก้ไขรูปแบบตามความเห็นของกลุ่มผู้ใช้งานจริงที่มีความรู้ และมีประสบการณ์ในการออกแบบที่ผู้วิจัยได้เลือกไว้

#### 2.5.4 การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Industrial Product Design)

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคือ การวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์ ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ และข้อมูลด้านการตลาด เพื่อนำมาออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สามารถผลิตได้ในปริมาณมากและเป็นที่ต้องการของตลาด ซึ่งการผลิตในปริมาณมากจะส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสินค้าต่อชิ้นลดลงมากส่งผลให้เกิดการแข่งขันในการผลิตสินค้ามากขึ้นและผู้บริโภคสามารถเข้าถึงสินค้าได้ง่ายขึ้น โดยขั้นตอนหลักในการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ

2.5.4.1 ขั้นตอนศึกษาข้อมูลเบื้องต้น (Preliminary Study) ประกอบด้วย การค้นคว้าวิจัยศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้บริโภค การวิเคราะห์หน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ การศึกษาวิธีการผลิต วัสดุ ต้นทุน รวมไปถึงเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต และการศึกษาข้อมูลทางการตลาด

2.5.4.2 ขั้นตอนออกแบบผลิตภัณฑ์ (Design) เป็นขั้นตอนที่ต้องบูรณาการความรู้หลายสาขาวิชาทั้ง ศิลปะศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การตลาด จิตวิทยา รวมไปถึงวิชาช่างฝีมือ เพื่อให้ได้รูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2518) โดยมีรูปแบบในการออกแบบที่หลากหลาย เช่น การออกแบบที่คำนึงถึงรูปแบบก่อนประโยชน์ใช้สอย (Function follows Form) การออกแบบที่คำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยก่อนรูปแบบ (Form follows Function) การออกแบบที่คำนึงถึงการตลาดก่อนรูปแบบ (Design follows Marketing) การออกแบบที่คำนึงถึงอารมณ์ความรู้สึกก่อนรูปแบบ (Form follows Emotion) การออกแบบที่นิยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความน้อย (Minimal Design) และการออกแบบให้มีรูปแบบอนาคตกาล (Futuristic Design) เป็นต้น (วิชรินทร์ จรุงจิตสุนทร. 2548) ซึ่งการเลือกรูปแบบในการออกแบบที่เหมาะสมกับแต่ละลักษณะงานนั้นออกแบบต้องคำนึงถึงปัจจัยดังนี้

- 1) หน้าที่ใช้สอย คือคือผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบต้องตอบสนองประโยชน์ใช้สอยตามที่ผู้บริโภคต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) ความสวยงามน่าใช้ คือผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบต้องมีรูปทรง ขนาด องค์ประกอบศิลป์ เอกลักษณ์ และสีสันทที่สวยงาม ก่อให้เกิดอารมณ์และความรู้สึกน่าใช้งาน ตรงตามรสนิยมของกลุ่มเป้าหมาย
- 3) ความสะดวกสบายในการใช้ คือผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบต้องคำนึงถึงกายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับขนาด สัดส่วน ขีดจำกัดทางร่างกายของผู้ใช้ เพื่อให้เกิดความรู้สึที่ดีในการใช้ผลิตภัณฑ์ทั้งในด้านจิตวิทยา และด้านสรีระวิทยา
- 4) ความปลอดภัย คือผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งานทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งอาจเกิดได้กับทั้งผู้ใช้ ผู้คนรอบข้างผู้ใช้ หรือแม้กระทั่งผู้ผลิต และต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพกับผู้ใช้ก่อนการผลิตจริงทุกครั้ง
- 5) ความแข็งแรง คือผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบต้องออกแบบโครงสร้างหรือกลไกให้มีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งานตามวัตถุประสงค์ที่ออกแบบไว้
- 6) ราคา คือก่อนการออกแบบผลิตภัณฑ์ควรกำหนดและศึกษากลุ่มเป้าหมายให้ชัดเจนซึ่งจะช่วยให้ประเมินต้นทุนในการผลิต และราคาขายให้มีความเหมาะสมกับการยอมรับของกลุ่มเป้าหมาย
- 7) วัสดุ คือต้องเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบ เช่น ลักษณะพื้นผิว ความใส ทนความร้อน ทนการกัดกร่อน ไม่ลื่น คีนรูปได้ เป็นต้น
- 8) กรรมวิธีการผลิต คือต้องออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สามารถผลิตและประกอบได้ง่าย
- 9) การบำรุงรักษาและซ่อมแซม คือผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบต้องสามารถบำรุงรักษา และแก้ไขซ่อมแซมได้ง่ายไม่ยุ่งยากเมื่อเกิดการชำรุด
- 10) การขนส่ง คือผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบต้องคำนึงถึงวิธีการขนส่ง ขั้นตอนในการขนส่ง และความแข็งแรงขณะขนส่งเพื่อลดต้นทุนในการขนส่ง

2.5.4.3 ขั้นตอนนำเสนอแบบ (Presentation) เป็นขั้นตอนในการนำเสนอแนวความคิด ข้อมูลการค้นคว้าวิจัย การออกแบบและพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ แบบจำลองผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงข้อมูลทางการตลาด เพื่อสร้างความประทับใจให้ลูกค้าหรือผู้ที่สนใจให้เกิดความเห็นคล้อยตามเชื่อมั่นในข้อมูลและตัวผลิตภัณฑ์ เห็นถึงความคุ้มค่าในการลงทุน และยินดีลงทุนเพื่อผลิตในเชิงอุตสาหกรรมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยจึงใช้แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในการพิจารณาการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่า เริ่มจากการศึกษาปัญหาและความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ในการออกแบบ โดยคำนึงถึงหน้าที่ใช้งาน ความสวยงาม ความสะดวกสบายในการใช้งาน ความปลอดภัย ความแข็งแรง ราคาต้นทุน วัสดุ ขั้นตอนการผลิต การขนส่งและการบำรุงรักษาผลิตภัณฑ์ แล้วจึงออกแบบและพัฒนา เพื่อให้ได้รูปแบบเครื่องมือดับไฟป่าที่มีความเหมาะสมกับการผลิตเชิงอุตสาหกรรม และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ดี

## 2.5.5 วัสดุศาสตร์ (Materials Science)

วัสดุถือเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งในการออกแบบและผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ เนื่องจากวัสดุแต่ละชนิดนั้นมีโครงสร้างอะตอม คุณสมบัติ วิธีการผลิต ความเหมาะสมในการนำมาใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งวัสดุทางวิศวกรรมนั้นแบ่งออกเป็น 6 ประเภท คือ โลหะ (Metals) เซรามิก (Ceramics) แก้วหรือกระจก (Glasses) ยาง (Elastomers) พอลิเมอร์ (Polymers) และวัสดุผสม (Hybrids หรือ Composites) โดยการเลือกวัสดุที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ในการออกแบบมาใช้ จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับการใช้งาน ช่วยลดระยะเวลาและต้นทุนในการผลิต หรือการนำคุณสมบัติของวัสดุ เช่น สีธรรมชาติของวัสดุ การสะท้อนแสง การเรืองแสง การนำพาแสง ความแวววาว ลักษณะผิวสัมผัส ความนุ่ม ความเหนียว ความยืดหยุ่น มาใช้ในการออกแบบ

### 2.5.5.1 การเลือกใช้วัสดุเพื่อการออกแบบ

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์มีการศึกษาด้านวัสดุศาสตร์อย่างกว้างขวาง และค้นพบวัสดุต่างๆ มากมาย ซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป นักออกแบบจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานด้านวัสดุศาสตร์ เพื่อช่วยในการเลือกใช้วัสดุในการออกแบบ โดย ฟาแรก (Farag, M. M. 2008) ได้ระบุปัจจัยในการพิจารณาเลือกวัสดุดังนี้

- หน้าที่การทำงาน วิธีการใช้งาน และการซ่อมบำรุง
- ความต้องการของลูกค้า
- ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น ความแข็งแรง ขนาด น้ำหนัก ความโปร่งใส ความยืดหยุ่น ความแวววาว เป็นต้น
- คุณภาพของผลิตภัณฑ์
- อายุการใช้งาน และความน่าเชื่อถือภายใต้เงื่อนไขการให้บริการ
- ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- ต้นทุนของวัสดุและการผลิต
- วิธีการและระยะเวลาในการผลิต
- พลังงานที่ใช้ในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการเลือกวัสดุที่นิยมใช้มีอยู่ด้วยกันหลากหลายวิธี เช่น

- 1) การเลือกจากคุณสมบัติของวัสดุที่ต้องการตามแต่ละชนิดของวัสดุ หรือเฉพาะวัสดุชนิดที่สนใจ แล้วนำมาจัดลำดับตามคุณสมบัติที่ต้องการ เช่นความแข็งแรง ความยืดหยุ่น น้ำหนัก ราคา เพื่อเลือกวัสดุให้ตรงตามความต้องการมากที่สุด ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 2.20

Material	Strength (MPa)	Elastic Modulus (GPa)	Specific Gravity	Diameter Based on Strength (mm)	Diameter Based on Buckling <sup>a</sup> (mm)	Mass Based on Larger Diameter (kg)	Remarks
<b>Steels</b>							
ASTM A675 Grade 45	155	211	7.8	20.3	15.75	—	Reject (1)
ASTM A675 Grade 80	275	211	7.8	15.2	15.75	0.3	Reject (2)
ASTM 717 Grade 80	550	211	7.8	10.8	15.75	0.3	Reject (2)
<b>Aluminum</b>							
AA 2014- T6	420	70.8	2.7	12.3	20.7	—	Reject (1)
<b>Plastics and Composites</b>							
Nylon 6/6	84	3.3	1.14	27.5	44.6	—	Reject (1)
Epoxy-70% glass	2100	62.3	2.11	5.5	21.4	—	Reject (1)
Epoxy-62% Kevlar	1311	82.8	1.38	7.0	19.9	0.086	Accepted

Note: Reject (1) = material is rejected because it violates the limits on diameter.

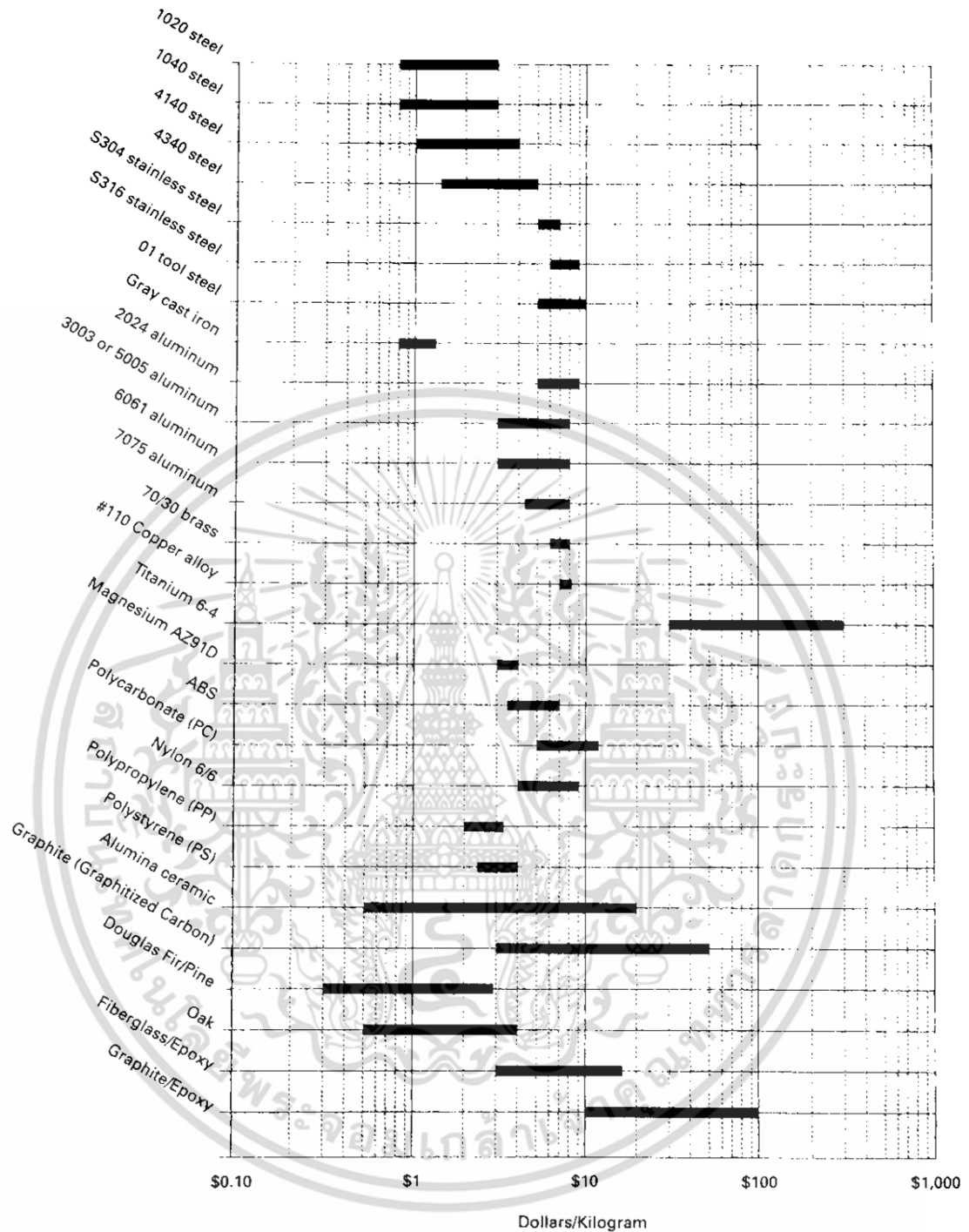
Reject (2) = material is rejected because it violates the limits on weight.

<sup>a</sup> Assuming that the ends of the compression element are not constrained, the Euler formula can be used to calculate the minimum diameter that will allow safe use of the compression member without buckling.

รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการเลือกวัสดุทรงกระบอกยาว 200 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. และมีน้ำหนักไม่เกิน 0.25 กก. เพื่อรองรับแรงกระทำขนาด 50 กิโลนิวตัน  
ที่มา: ฟาเรก (Farag, M. M. 2008)

- 2) การใช้ค่าทางสถิติ ซึ่งได้จากการรวบรวมข้อมูลจากการศึกษา และเทียบเคียงกับวัสดุของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน แล้วเลือกวัสดุที่มีความเหมาะสม เช่นมีการใช้ในหลายผลิตภัณฑ์ มีการใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านมาตรฐานการควบคุมสินค้าแล้ว หรือมีราคาถูกกว่าวัสดุตัวอื่น โดยดูได้จากแผนภาพเปรียบเทียบราคาวัสดุวิศวกรรมดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

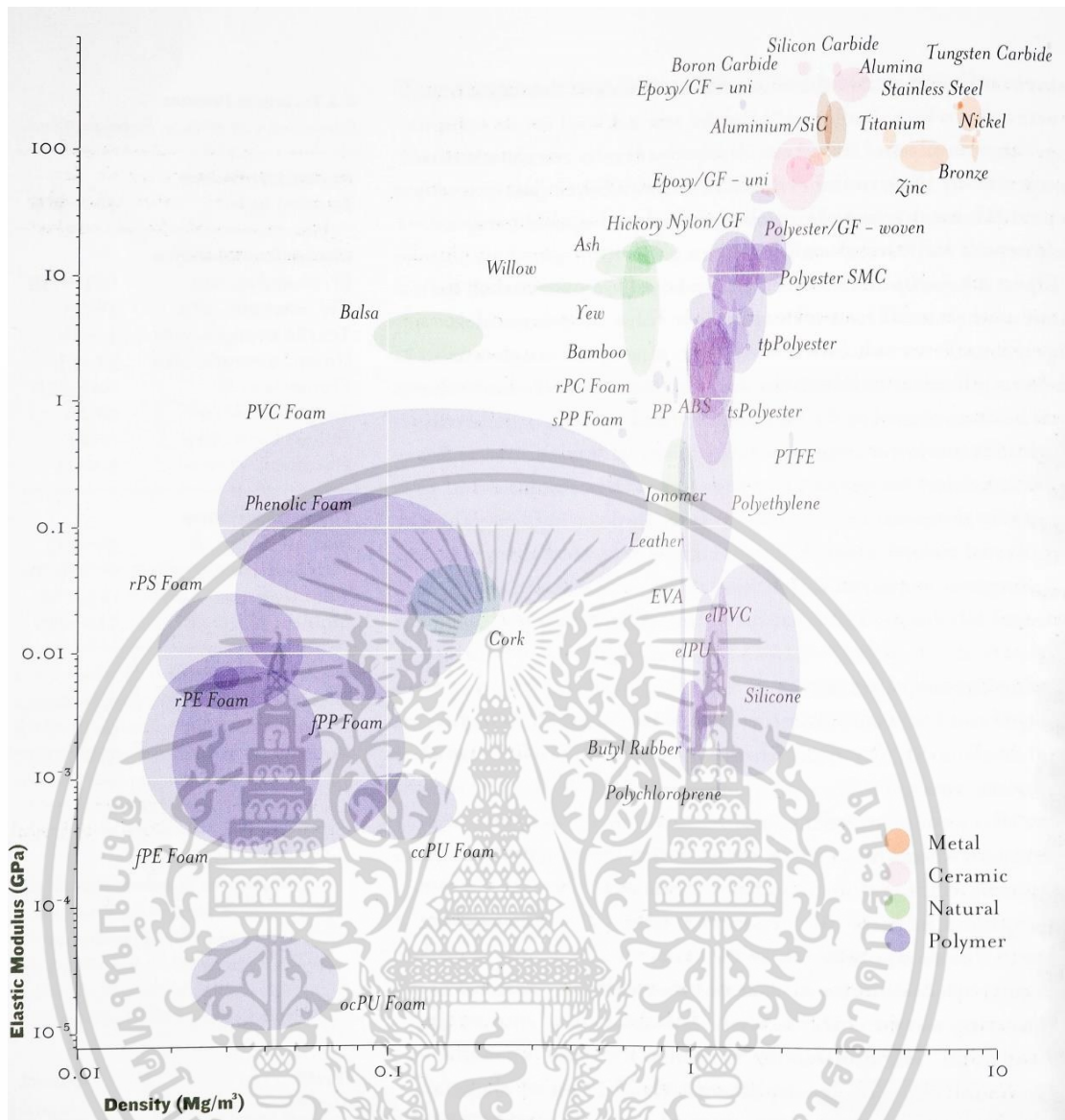


รูปที่ 2.21 แผนภาพเปรียบเทียบราคาวัสดุวิศวกรรม

ที่มา: เอลเรค และ เอฟพินเจอร์ (Ulrich, K. T., and Eppinger, S. D. 2008)

3) การใช้แผนภาพของ แอชบี (Ashby M. 2003) โดยการระบุค่าคุณสมบัติของวัสดุที่ต้องการอย่างน้อย 2 ค่าลงในแผนภาพ เพื่อช่วยในการเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติตรงตามความต้องการของการออกแบบ โดยแผนภาพของ แอชบี นั้นมีลักษณะดังที่แสดงตัวอย่างในรูปที่

เอกสารนี้ 2.22 เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 ตัวอย่างแผนภาพของ แอชบี

ที่มา: แอชบี และ จอห์นสัน (Ashby, M. and Johnson, K. 2003)

โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีแนวคิดในการเลือกวัสดุด้วยวิธีการศึกษาข้อมูล เทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน แล้วจึงนำวัสดุที่สนใจมาทำการเลือก ตามคุณสมบัติของวัสดุอีกครั้งเพื่อให้ได้วัสดุที่เหมาะสมกับการออกแบบมากที่สุด

#### 2.5.5.2 คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาวิเคราะห์ในงานวิจัย

เครื่องมือดับไฟป่าประกอบด้วยชิ้นส่วนที่หลากหลายและล้วนมีวัตถุประสงค์ของการออกแบบที่แตกต่างกันไป วัสดุที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ผลิตเครื่องมือดับไฟป่าจึงมีความหลายหลาย ผู้วิจัยจึงเลือกนำเสนอข้อมูลเฉพาะวัสดุที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาผลิตเป็น เครื่องมือดับไฟป่า ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ไม้ไผ่ เป็นไม้ที่มีความแข็งแรงสูง สามารถโค้งงอได้ง่าย น้ำหนักเบา เจริญเติบโตไว และพบได้ทั่วไปในประเทศไทยจึงทำให้มีราคาถูก มีการนำมาใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย (วุฒิจิตกุล ภาคศิริ. 2540) ไม้ไผ่จึงถูกนำมาใช้ในการผลิตเป็นด้ามของเครื่องมือทางการเกษตรทั่วไป เช่น จอบ เสียม คราด เป็นต้น แต่ไม้ไผ่มีอายุการใช้งานสั้น และเสื่อมสภาพได้เร็ว หากขาดการดูแล หรือเก็บไว้ในที่มีความชื้นสูง ดังนั้นชาวบ้านจึงนิยมนำไม้ไผ่ไปเผาไฟก่อนนำมาใช้งาน ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มความแข็งแรงและยืดอายุการใช้งานของไม้ไผ่ (ศิริ อัครเศษศิริ. 2543)

2) เหล็กกล้า AISI 1045 (S45C) หรือเรียกว่าเหล็กเพลลาหัวแดง จัดอยู่ในประเภทเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ถูกนำไปใช้ในงานพื้นฐานอย่างกว้างขวาง ทั้งงานโครงสร้าง งานเครื่องจักรกล งานแม่พิมพ์ ชิ้นส่วนในเครื่องยนต์ และชิ้นส่วนอุปกรณ์การเกษตรเกือบทุกชนิด เช่น จอบ เสียม คราด เป็นต้น เนื่องจากเป็นเหล็กที่มีคุณสมบัติที่ดีในหลายด้านทั้งด้านความแข็งแรง ความเหนียวแกร่ง ราคาถูก สามารถทำการอบชุบเพื่อเพิ่มความแข็งแรงได้

3) เหล็กกล้าไร้สนิม AISI 304 จัดอยู่ในกลุ่มเหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิติก (Austenitic) ซึ่งมีส่วนผสมของโครเมียมและนิกเกิล มีคุณสมบัติที่แม่เหล็กดูดไม่ติด (non-magnetic) มีความต้านทานการกัดกร่อนที่ผิวในระดับดีเยี่ยม พื้นผิวสวยงาม ไม่เป็นสนิม ใช้งานที่อุณหภูมิสูงและอุณหภูมิตดลได้ดีจึงปัญหาการแตกหักแบบเปราะที่อุณหภูมิต่ำ ขึ้นรูปได้ง่าย รวมทั้งมีความสามารถในการเชื่อมที่ดี จึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในการผลิต ชิ้นส่วนของระบบท่อ ระบบแลกเปลี่ยนความร้อนในโรงงานผลิตสารเคมี โรงงานผลิตปุ๋ยเคมี โรงงานบำบัดน้ำเสีย

4) อลูมิเนียม AISI 6061 คืออลูมิเนียมอัลลอยที่ผสมซิลิกอน และแมกนีเซียมในการผลิต มีคุณสมบัติเด่นคือ มีความแข็งแรงปานกลาง ต้านทานการกัดกร่อนได้ดี ความหนาแน่นต่ำ อัตราความแข็งแรงต่อน้ำหนักสูง และมีความเหนียวที่ต้านการแตกหักสูง สามารถทำการขึ้นรูปได้ดี เชื่อมง่าย แปรรูปง่าย และต้านทานการกัดกร่อนได้ดี

5) อลูมิเนียม AISI 6061 T6 คืออลูมิเนียม AISI 6061 ที่ทำการบ่มแข็ง ซึ่งจะส่งผลให้อลูมิเนียมมีความแข็งแรงและความทนต่อการกัดกร่อนมากขึ้น จึงสามารถทำการขัดเงา หรือทำสีด้วยกระบวนการชุบ (Anodize) ซึ่งจะได้ผิวที่สวยงาม นิยมใช้ในการผลิตแม่พิมพ์พลาสติก แม่พิมพ์ฉีดโฟมและยาง โครงสร้างยานพาหนะและอาคาร เป็นต้น

6) วัสดุเนื้อผสมเสริมแรงด้วยเส้นใยคาร์บอน (CFRP : Carbon Fiber-reinforced Polymer) คือการใช้วัสดุผสมกัน 2 ชนิด โดยมีวัสดุที่เป็นเนื้อพื้นได้แก่ พอลิเมอร์ โลหะ หรือเซรามิก โดยใช้เส้นใยคาร์บอนเป็นตัวช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับวัสดุผสมนั้นๆ ซึ่งโดยจะนิยมใช้วัสดุเนื้อพื้นเป็นพอลิเมอร์ เนื่องจากมีความง่าย และใช้งานได้หลากหลายที่สุด โดยวัสดุเนื้อผสมเสริมแรงด้วยเส้นใยคาร์บอนนี้มีคุณสมบัติเด่นคือ มีความแข็งแรงสูงมากทั้งในอุณหภูมิปกติ และที่อุณหภูมิสูง ทนต่อความชื้น สารเคมี ตัวทำละลาย กรดและด่าง ด้วยคุณสมบัติเด่นเหล่านี้จึงถูกนำไปผลิตเป็น อุปกรณ์กีฬา เช่น ไม้ตีกอล์ฟ เบ็ดตกปลา ไม้เบดมินตัน ไม้เทนนิส จนไปเครื่องยนต์

ถึงอัดความดัน และส่วนประกอบของเครื่องบิน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) ยางไนไตรล์ (NBR : Nitrile Rubber) จัดอยู่ในประเภทยางสังเคราะห์ มีคุณสมบัติเด่นคือ ทนต่อน้ำมันปิโตรเลียมและตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วต่างๆ ได้ดี มีความยืดหยุ่นดี ทนทานต่อความร้อน การขีดถู และแรงดึงสูง มักใช้ในการผลิตปะเก็นน้ำมัน ยางโอริง ยางเชื่อมข้อต่อ สายพานลำเลียง และท่อส่งผ่านน้ำมัน

8) พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE : High Density Polyethylene) คือพลาสติกที่มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นสายตรง ค่อนข้างแข็งแต่สามารถยืดได้มาก ไม่แตกง่าย ราคาถูก ขึ้นรูปได้ง่าย มีความทนทานต่อสารเคมี จึงนิยมใช้ผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับน้ำยาทำความสะอาด แชมพูสระผม แป้งเด็ก ขวดนม และถุงหิ้ว เนื่องจากมีคุณสมบัติป้องกันการแพร่ผ่านของความชื้นได้ดี และสามารถนำกลับมารีไซเคิลเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ขวดใส่น้ำยาซักผ้า แท่งไม้เทียมเพื่อใช้ทำรั้ว หรือม้านั่งในสวน เป็นต้น

9) พอลิโพรพิลีน (PP : Polypropylene) เป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรง ทนต่อแรงกระแทก สารเคมี ความร้อน และน้ำมันได้ดี ไม่ดูดความชื้น ความหนาแน่นต่ำ มีความอ่อนตัวสามารถโค้งตัวได้ ราคาถูก และสามารถนำกลับมารีไซเคิลได้ จึงนิยมนำมาผลิตเป็นภาชนะบรรจุอาหาร เช่น กล่อง ขาม จาน ถัง ตะกร้า หรือกระบอกสำหรับใส่น้ำแช่เย็น เครื่องใช้ไฟฟ้า ไม้พัตท่อน้ำ พรม กล่องแบตเตอรี่รถยนต์ ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น กันชน และกรวยน้ำมัน เป็นต้น

10) พอลิเอไมด์ (PA : Polyamide) หรือชื่อทางการค้า คือ ไนลอน (Nylon) คือพลาสติกที่ได้จากการกระบวนการพอลิเมอไรเซชัน (Polymerization) ของเอไมด์กับกรดอินทรีย์ และมีการเติมสารแต่งเติมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติให้ดียิ่งขึ้น โดยตัวที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ ไนลอน 6,6 ซึ่งมีลักษณะโปร่งใสเมื่อเป็นฟิล์ม แต่จะทึบแสงเมื่อนำมาหล่อ (Cast Nylon) ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่เป็นอันตรายต่อผิวหนัง มีคุณสมบัติทนต่ออุณหภูมิสูงได้ถึง 120 องศาเซลเซียส เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวที่ 180-200 องศาเซลเซียส แข็งแรง เหนียว ต้านทานแรงดึง และแรงฉีกขาดได้ดี ทนต่อการกัดกร่อน และการเสียดสี ไม่เสีรูปทรงง่ายเหมาะสำหรับงานที่ต้องรับแรงมาก มีความยืดหยุ่น จึงทนการบิดพับได้ดี ดูดซับความชื้นจากสิ่งแวดล้อมได้ จึงมักใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องจักร ที่ต้องรับแรงกระทำมาก ต้องทนต่อการกัดกร่อนและการเสียดสี เช่น ทำเฟือง ล้อ ลูกกลิ้งสำหรับอุปกรณ์ลำเลียง หรือใช้เป็นวัสดุสำหรับบรรจุภัณฑ์อาหารที่ต้องการความคงทน แข็งแรง เป็นต้น

ผู้วิจัยจึงใช้ความรู้ด้านวัสดุศาสตร์ และการเลือกใช้วัสดุเพื่อการออกแบบในการคัดเลือกวัสดุที่น่าสนใจสำหรับการพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้า โดยได้รวบรวมข้อมูลและแสดงค่าคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุ ได้แก่ ค่าความต้านแรงดึงที่บ่งบอกถึงความสามารถในการรับแรงดึงของวัสดุ ค่าความแข็งแรงจุดครากที่บ่งบอกถึงแรงดึงที่วัสดุรับได้จนถึงจุดที่วัสดุไม่สามารถคืนรูปเดิมได้อีก ค่าโมดูลัส ความยืดหยุ่นที่บ่งบอกถึงความยืดหยุ่นของวัสดุ ค่าอุณหภูมิหลอมละลายที่บ่งบอกถึงอุณหภูมิที่ทำให้วัสดุเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว ค่าความถ่วงจำเพาะที่สามารถบ่งบอกถึงน้ำหนักของวัสดุเมื่อเทียบกับน้ำได้ ดังแสดงในตารางที่ 2.10 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 ค่าคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุที่ผู้วิจัยศึกษา

วัสดุ	ความต้านแรงดึง (Tensile Strength)	ความแข็งแรงจุดคราก (Yield Strength)	โมดูลัสความยืดหยุ่น (Elastic Modulus)	อุณหภูมิหลอมละลาย (Melting Temperature)	ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity)
หน่วย	MPa	MPa	GPa	°C	-
ไม้ไผ่	314	135	13.12	-	0.77
เหล็กกล้า AISI 1045	580	305	210	-	7.80
เหล็กกล้าไร้สนิม AISI 304	515	205	193	-	8.00
อลูมิเนียม AISI 6063	89.6	48.3	69	616-654	2.70
อลูมิเนียม AISI 6061	124	55	69	582-652	2.70
อลูมิเนียม AISI 6061 T6	310	276	71	582-652	2.70
คาร์บอนไฟเบอร์	3800-4200	-	230	-	1.78
ยาง NBR	6.9-24.1	-	0.0034	-	0.98
พลาสติก HDPE	22.1-31.0	26.2-33.1	1.08	137	0.959
พลาสติก PP	31.0-41.4	31.0-37.2	1.14-1.55	175	0.905
พลาสติก Nylon6,6	75.9-94.5	44.8-82.8	1.59-3.79	265	1.14

ที่มา: คอลลิสเตอร์ (Callister, W. D, Jr. 2005)

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.6.1 งานวิจัยภายในประเทศ

กริธา คล้ายประสิทธิ์พร และสุรติ กาญจนกฤษ (2535) ได้ศึกษา พัฒนา ออกแบบไม้ตบไฟฟ้าเพื่อใช้ในป่าแต่ละชนิดของประเทศไทย โดยทำการทดสอบไม้ตบไฟฟ้าทั้ง 4 ชนิด คือ ชนิดกลม ชนิดแผ่นเดี่ยว ชนิดสองแผ่น และชนิดสามแผ่น เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการดับไฟฟ้าของไม้ตบไฟฟ้าแต่ละชนิด โดยได้ทำการทดสอบกับพื้นที่ป่าที่พบมากในไทย 3 ชนิด คือ ป่าเบญจพรรณ ป่าไผ่ และป่าเต็งรัง ด้วยการทดลองดับไฟฟ้าในแปลงทดลองที่ได้ทำการสุ่มขึ้นมาจากพื้นที่ป่า ผลการทดสอบพบว่าในพื้นที่ป่าไผ่นั้นไม้ตบไฟฟ้าชนิดกลมมีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีความสามารถในการทะลุทะลวงลงไปดับไฟตามกอไผ่ได้ ส่วนในพื้นที่ป่าเต็งรัง และ ป่าเบญจพรรณ พบว่าไม้ตบไฟฟ้าชนิดสามแผ่นมีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีขนาดแผ่น ไม้ตบไฟฟ้าที่ใหญ่ ครอบคลุมพื้นที่มาก และสามารถรบกวนการลามไฟของเชื้อเพลิงบนพื้นป่าได้เป็นอย่างดีทำให้ใช้เวลาในการดับไฟป่าน้อยที่สุด เห็นได้ว่าการวางแผนเลือกใช้เครื่องมือดับไฟฟ้าที่เหมาะสมกับแต่ละชนิด

ของป่าจะช่วยลดระยะเวลาในการควบคุมไฟป่าและลดพื้นที่การถูกเผาไหม้ลงได้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือนเด่น นาคสีหราช (2551) ได้ศึกษานโยบายและมาตรการทางกฎหมายในการป้องกัน ควบคุมไฟป่า และหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นกฎหมายจำนวน 4 ฉบับ โดยทำการวิเคราะห์ตัวกฎหมาย ประกอบกับการสัมภาษณ์เชิงลึกกับเจ้าหน้าที่ ผู้วิจัยได้ข้อสรุปว่า กฎหมายเกี่ยวกับไฟป่าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนั้นไม่ได้เป้าหมายไปในทิศทางเดียวกัน ไม่ได้ส่งเสริมกัน และไม่ได้เน้นไปที่การควบคุมการกระทำของมนุษย์เป็นหลัก ทั้งที่สาเหตุการเกิดไฟป่าส่วนใหญ่่นั้นมีสาเหตุมาจากฝีมือของมนุษย์ รัฐบาลจึงควรมีการกำหนดตัวกฎหมายให้ไปในทางเดียวกันโดยด่วน ซึ่งผู้วิจัยได้แนะนำรายละเอียดการปรับปรุงกฎหมายไว้ในงานวิจัยอย่างละเอียดแล้ว

สุชาติ โภชฌงค์ (2553) ได้ทำการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยไฟป่าในประเทศไทย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบระดับความเสี่ยงและขอบเขตของระดับความเสี่ยง โดยใช้หลักการของ ENFA (Ecological Niche Factor Analysis) โดยใช้โปรแกรม Biomapper4 ประกอบกับข้อมูลจุดความร้อนสูงเกินปกติ (Hotspot) จากดาวเทียม ปี ค.ศ.2007-2009 ซึ่งพบอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือ 16,336 จุด พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3,600 จุด พื้นที่ภาคกลาง 2,625 จุด และ พื้นที่ภาคใต้ 371 จุด วิเคราะห์กับปัจจัย 14 ปัจจัย โดยได้แบ่งกลุ่มปัจจัยทั้งหมดออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปัจจัยทางด้านภูมิประเทศ (Topology Factor) กลุ่มปัจจัยทางด้านคุณภาพและปริมาณเชื้อเพลิง (Fuel Factor) และ กลุ่มปัจจัยทางด้านภูมิอากาศและปัจจัยจากมนุษย์ (Human and Climate Factor) โดยทำการวิเคราะห์ในแต่ละกลุ่มปัจจัยก่อน แล้วจึงคำนวณหาค่าเฉลี่ยภาพรวม โดยทำการกำหนดระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าให้กับแต่ละพื้นที่ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ (0 - 33%) ระดับปานกลาง (33 - 66%) และระดับสูง (66 - 100%) ผลการศึกษาสรุปได้ว่า มีพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าระดับต่ำ 70,446.38 ตารางกิโลเมตร อยู่ในเขตพื้นที่อนุรักษ์ 39,828.61 ตารางกิโลเมตร ระดับปานกลาง 143,888.3 ตารางกิโลเมตร อยู่ในเขตพื้นที่อนุรักษ์ 57,095.37 ตารางกิโลเมตร และระดับสูง 38,737.48 ตารางกิโลเมตร อยู่ในเขตพื้นที่อนุรักษ์ 13,306.28 ตารางกิโลเมตร โดยภาคเหนือมีพื้นที่ความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่ามากที่สุดคือ 116,891.09 ตารางกิโลเมตร อยู่ในเขตพื้นที่อนุรักษ์ 25,032.13 ตารางกิโลเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ภาคเหนือเป็นพื้นที่ที่เสี่ยงกับการเกิด ไฟป่ามากที่สุดของประเทศ และยังคงควบคุมได้ยากจากหลายปัจจัยสำคัญทั้งด้าน สภาพภูมิประเทศ ความสูง ความลาดชัน ระยะห่างระหว่างป่ากับชุมชน ระยะห่างระหว่างป่ากับถนน และ ระยะห่างระหว่างป่ากับหน่วยงานของกรมอุทยานฯ

ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2556) ได้ศึกษาและพัฒนาแผนย่นต่อเนกประสงค์ สนับสนุนภารกิจดับไฟป่าขนาดเล็ก สำหรับส่วนควบคุมไฟป่า สำนักป้องกันปราบปรามและควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช วัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเครื่องมือและสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อให้การเดินทางเข้าพื้นที่เกิดไฟป่าของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าเป็นเกิดความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น และเพื่อให้ตอบสนองต่อวิธีป้องกันไฟป่าด้วยการสร้างแนวป้องกันไฟป่าแบบบูรณาการตามแนวคิด “ป่าเปียก” ซึ่งเป็นการสร้างแนวป้องกันไฟป่าด้วยพืชชอบน้ำ โดยเริ่มจากการศึกษา

กระบวนการขั้นตอนการปฏิบัติงานดับไฟป่าของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าด้วยกระบวนการวิจัยแบบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสวน โดยเริ่มเก็บข้อมูลในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าเบญจพันธุ์ของภาคอีสาน พบว่ามีการสะสมเชื้อเพลิงจำนวนมากจากการทับถมของใบไม้แห้งที่ร่วงหล่นในป่าจนเกิดชั้นเชื้อเพลิงขึ้นส่งผลไฟป่าที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงมากกว่าปกติ ส่วนในขั้นตอนการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ดับไฟป่า นั้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้กระบวนการ “ระดมสมอง” โดยใช้เทคนิคกลุ่ม (Group Technique) ที่เน้นการระดมความคิดปัจจุบันจากความรู้และประสบการณ์ทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ของนักออกแบบผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในสายวิชาการออกแบบ จนได้ชิ้นงานผลิตภัณฑ์ออกมาดังนี้ 1) กระจเป่าสะพายหลังชนิดดับไฟป่า (แรงดันสูงแบบสูบมอเตอร์) 2) กระจเป่าสะพายหลังชนิดดับไฟป่า (แรงดันสูบด้วยแรงเจ้าหน้าที่) 3) กระจเป่าสะพายหลังเป่าลมแรงดันสูง (แรงดันสูงแบบสูบมอเตอร์) และ 4) ยานยนต์อเนกประสงค์สนับสนุนภารกิจดับไฟป่าขนาดเล็ก จากนั้นจึงสร้างแบบร่างความคิดการออกแบบ (Sketch Design) และพัฒนาแบบร่างและเลือกผลิตภัณฑ์ โดยใช้กระบวนการสร้างข้อจำกัดทางการออกแบบจากมวลแนวความคิดที่รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นและข้อมูลเชิงลึกจากการสัมภาษณ์ และประมวลความคิดผ่านการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผลของการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพด้านประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานการควบคุมไฟป่าและรองรับภารกิจป่าเปียกมีความเหมาะสมโดยรวมมีความเหมาะสมมากที่สุดที่ระดับ 4.06 ประสิทธิภาพด้านความสวยงามและแสดงถึงเอกลักษณ์ขององค์กรมีความเหมาะสมโดยรวมมีความเหมาะสมมากที่สุดที่ระดับ 3.90 ในส่วนการประเมินค่าความพึงพอใจด้านอุปกรณ์เสริมในการปฏิบัติงานควบคุมไฟป่ามีความเหมาะสมมากที่สุดที่ระดับ 4.23 ความพึงพอใจความแข็งแรงทนทานในการใช้งานควบคุมไฟป่ามีความเหมาะสมมากที่สุดที่ระดับ 4.00

## 2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

แซนด์เบิร์ก อ็อตมาร์ และ คัสซอน (Sandberg V. David, Ottmar D. Roger & Cushon H. Geoffrey. 2001) ได้พยายามรวบรวมข้อมูลเพื่อกำหนดชนิดของเชื้อเพลิง และสภาพป่า ออกเป็นแต่ละประเภท เพื่อใช้ผลการใช้โปรแกรมการทำนายการเกิดไฟป่าที่พัฒนาขึ้นมีความเที่ยงตรงมากยิ่งขึ้น โดยมีการกำหนดกลุ่มของเชื้อเพลิงตามประเภทของพืชและความชื้นในเชื้อเพลิง ออกเป็นสี่ต่างๆ และได้เปิดโอกาสให้เจ้าหน้าที่ผู้ใช้โปรแกรมทำนายการเกิดไฟป่าสามารถเพิ่มเติมข้อมูลได้ เพื่อเพิ่มข้อมูลที่จำเป็นให้มากขึ้น โดยการใช้โปรแกรมนั้น ต้องป้อนข้อมูลของเชื้อเพลิงที่มีในป่า สภาพความชื้น สภาพอากาศ ลักษณะพื้นที่ของป่าไม้ ก็จะทำให้สามารถทำนายลักษณะของไฟป่าและขนาดของความรุนแรงของไฟป่าได้ จึงทำให้เจ้าหน้าที่สามารถเตรียมวิธีรับมือได้อย่างถูกต้อง โดยไม่ใช้งบประมาณเกินความจำเป็น

ลี และ หวัง (LI Zheng & WANG Quan. 2011) ทำการทดลองใช้ระเบิดสร้างหมอกน้ำ เพื่อใช้ในการดับไฟป่าและไฟในทุ่งหญ้า เนื่องจากวิธีการฉีดพ่นน้ำต้องเข้าไปใกล้กับไฟเป็นอย่างมาก ส่วนการใช้เฮลิคอปเตอร์โปรยน้ำเพื่อดับไฟนั้นจะพบปัญหาน้ำที่โปรยลงไปเจอกับความร้อนแล้วระเหยกลายเป็นไอจึงไม่สามารถดับไฟได้ดีพอ คณะผู้วิจัยจึงค้นหาเทคนิค ระเบิดสร้างหมอกน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อการดับไฟ โดยทำการทดลองสร้างระเบิดหมอกน้ำ ด้วยสารก่อระเบิดหลายชนิด และใช้ปริมาณน้ำต่างๆ กันไป ผลการทดลองพบว่า คลื่นจากระเบิดสร้างหมอกน้ำนี้ส่งผลกับไฟอย่างซับซ้อน โดยพบว่าคลื่นที่มีความรุนแรงสูงจะส่งผลให้ไฟดับได้ แต่คลื่นที่มีความรุนแรงต่ำทำให้ไฟมีความรุนแรงมากขึ้น และระเบิดยังสร้างแรงดันที่ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นชั่วคราว จึงทำให้ไฟมีความรุนแรงขึ้น แต่หลังจากนั้นหมอกน้ำจะกระจายตัว ช่วยลดอุณหภูมิของไฟและทำให้ไฟดับ โดยหมอกน้ำจะมีอำนาจการทะลุทะลวงผ่านควันไฟได้ดีมาก เมื่อการระเบิดอยู่สูงจากพื้นดิน

โกทร์ และ แบรมมอร์ท (Gorte W. Ross & Bracmort Kelsi. 2012) ได้ศึกษาสถานการณ์ไฟป่าของสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ในปี ค.ศ. 1910 จนถึงปี ค.ศ. 2012 พบว่ามีจำนวนการเกิดไฟป่าเพิ่มมากขึ้น จากสภาวะโลกร้อน และสภาพอากาศที่แห้งแล้ง และจากการศึกษาสภาพดินพบว่า บริเวณที่เกิดไฟป่าขึ้นบ่อยครั้ง ดินจะเกิดการพังทลาย ทำให้แม่น้ำตื้นเขิน และชั้นดินเสียสภาพ โดยพบว่าเกิดการหลอมรวมของซิลิกาในดินจนเป็นชั้นที่น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้

แซนนอน (Shannon Elizabeth. 2013) ได้เปรียบเทียบลักษณะการเดินป่าของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจำนวน 2 ลักษณะ เพื่อหาลักษณะการเดินป่าที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยทดลองให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าเดินด้วยความถี่ 65 ก้าวต่อนาที และความถี่ 115 ก้าวต่อนาที ในพื้นที่ที่มีความลาดชัน 15% เป็นระยะทาง 1.5 ไมล์ แล้วทำการวัดค่า อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิร่างกาย อัตราการสูญเสียเหงื่อ และอัตราการเต้นของหัวใจ พบว่า การเดินป่าด้วยความถี่ 65 ก้าวต่อนาที ส่งผลต่อความเหนื่อยล้าของเจ้าหน้าที่น้อยกว่า การเดินป่าด้วยความถี่ 115 ก้าวต่อนาที ดังนั้นเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจึงควรควบคุมการก้าวเท้าของตนเองให้มีความถี่ไม่มากจนเกินไป เน้นการก้าวที่ยาวแต่ไม่ถี่มากจนเกินไป เพื่อลดความเหนื่อยล้าในการเดินป่า และยังพบอีกว่า การสวมใส่กางเกงที่มีความยาวไม่เหมาะสมกับร่างกายของเจ้าหน้าที่แต่ละคนจะทำให้ประสิทธิภาพในการเดินป่าแย่งลง กางเกงขาสั้นจะทำให้เจ้าหน้าที่รู้สึกสบายในช่วงแรกของการเดิน แต่ไม่มีนัยยะสัมพันธ์กับความเหนื่อยล้าของเจ้าหน้าที่

โลมาคิน และคณะ (Lomakin S.M., Sakharov A.M., Sakharov P.A. & Zaikov G.E. 2012) ได้ทดสอบสารเคลือบทนไฟ ที่ผลิตจากพืช ซึ่งมีราคาถูกและมีประสิทธิภาพสูงใกล้เคียงกับสารที่สังเคราะห์ด้วยเคมี โดยสารเหล่านี้จะใช้เคลือบที่ผิวของวัสดุ อย่างเช่น ไม้ และ พอลิเมอร์ เพื่อช่วยในการสร้างชั้นผิวของถ่านเมื่อเกิดไฟไหม้ โดยขณะที่ชั้นผิวถูกไฟไหม้ สารเคลือบจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับผิวของวัสดุ เกิดเป็นชั้นถ่านที่มีการนำพาความร้อนต่ำ และยังช่วยลดการดูดซึมออกซิเจนมายังไฟ จึงทำให้พอลิเมอร์สามารถทนความร้อนได้ถึง 300-1,500 องศาเซลเซียส และคณะผู้วิจัยได้นำสารเคลือบผิวทนไฟนี้มาทดสอบ โดยการทาเคลือบผิวของไม้ แล้วทำการเผา หลังจากนั้นก็นำมาหาค่ามวลที่หายไป ซึ่งพบว่า สามารถลดปริมาณมวลที่หายไปได้มากถึง 33% เมื่อเทียบกับไม้ที่ถูกเผาโดยไม่ได้ทาสารเคลือบผิวนี้ จึงพิสูจน์ได้ว่าสารเคลือบผิวนี้สามารถช่วยป้องกันไม้ ไม้ที่ถูกไฟไหม้เสียหายได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเปงเลอร์ (Spangler Kevin. 2008) ได้ศึกษาการส่งผ่านพลังงานผ่านเสื้อผ้า ชุดป้องกันไฟของเจ้าหน้าที่ดับไฟ เนื่องจากเห็นถึงความสัมพันธ์ของความร้อนขณะปฏิบัติงานกับความเหนื่อยล้าของเจ้าหน้าที่ดับไฟ จึงทำการทดลองการส่งผ่านความร้อนของผ้าแต่ละชนิดในห้องทดลอง และคาดคะเนด้วยโปรแกรมจำลองเหตุการณ์ พบว่า เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ในช่วง 80-150 วินาทีแรก เสื้อผ้าชุดป้องกันไฟ สามารถต้านทานความร้อนได้ดี อุณหภูมิที่ผิวหนังของเจ้าหน้าที่ดับไฟไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่เมื่อเวลาผ่านไปถึง 300 วินาที อุณหภูมิที่ผิวหนังของเจ้าหน้าที่ดับไฟเพิ่มขึ้นประมาณ 1 องศาเซลเซียส และที่ 600 วินาทีเสื้อผ้าชุดป้องกันไฟของเจ้าหน้าที่ดับไฟจะไม่สามารถระบายความร้อนให้เจ้าหน้าที่ดับไฟได้อีก จะเห็นได้ว่า เสื้อผ้าชุดป้องกันไฟก็มีขีดจำกัดในการป้องกันความร้อน การปฏิบัติงานที่กินเวลานานจึงส่งผลต่อความเหนื่อยล้าของเจ้าหน้าที่หลายเท่าตัว

เพอร์เรย์ และ เฟบริ (Perrey Stephane and Fabre Nicolas. 2008) ได้ศึกษาผลของการใช้ และไม่ใช่ไม้เท้าเดินป่า (Hiking Pole) ในแต่ละลักษณะการเดินป่าทั้งการขึ้นเขา และลงเขาที่ระดับความชัน 15% โดยทำการทดสอบในอาสาสมัครชายหญิงจำนวน 12 คน ช่วงอายุระหว่าง 22 ถึง 49 ปี ทำการสุ่มจับเวลา 10 นาทีในระหว่างการเดิน และวัดค่า อัตราการเต้นของหัวใจ (HR) การใช้ออกซิเจน (VO<sub>2</sub>) การระบายอากาศ (VE) การสูญเสียเหงื่อ (VT) ความถี่ในการหายใจ (BF) และความถี่ในการก้าวเท้าอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผลที่ได้จากการทำการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ไม้เท้าเดินป่ามีผลอย่างมากต่อระบบการหายใจโดยการที่ใช้ไม้เท้าเดินป่านั้นส่งผลให้ค่า VO<sub>2</sub> สูงกว่าการไม่ใช่ แสดงว่าผู้ที่ใช้ไม้เท้าเดินป่ามีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานที่ดีกว่าและมีความอดทนในการเดินมากกว่า และสามารถช่วยตอบสนองต่อการเดินลงเขาเป็นอย่างมาก

ดันแคน และ โลอนส์ (Duncan MJ, and Lyons M. 2008) ได้วัดค่าการดูดซึ่มออกซิเจน การออกแรง และสถานะทางอารมณ์ ในช่วง 1 ชั่วโมงของการเดินป่า 6 คน ทั้งเพศชาย และหญิง ที่อายุเฉลี่ย 24.2 ปี ซึ่งทำการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างการใช้ และไม่ใช่ไม้เท้าเดินป่า พบว่าการใช้ไม้เท้าเดินป่าส่งผลต่อการดูดซึ่มออกซิเจนอย่างมีนัยยะสำคัญ โดยผู้ที่ใช้ไม้เท้าเดินป่ามีการดูดซึ่มออกซิเจนที่ดีกว่าผู้ที่ไม่ใช่ส่งผลให้มีความเหนื่อยล้าน้อยกว่าและมีความอดทนในการเดินป่ามากกว่า และการใช้ไม้เท้าเดินป่ายังอาจส่งผลทางจิตวิทยาในการเดินป่าทำให้ผู้เดินป่ามีความรู้สึกดีขึ้น แม้ว่าร่างกายต้องแบกรับน้ำหนักมากขึ้นก็ตาม

ผลของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเหล่านี้ช่วยชี้ให้ผู้วิจัยพบว่าปัญหาไฟป่าเป็นปัญหาที่สำคัญของหลายประเทศ โดยเฉพาะภาคเหนือของประเทศไทยที่มีความลาดชัน และความชื้นของพื้นที่สูง ส่งผลต่อการเดินทางเข้าควบคุมไฟป่าเป็นอย่างยิ่ง และได้มีความพยายามในการแก้ไขปัญหาในหลายรูปแบบ เช่น การสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ดังที่ กรีธา คล้ายประสิทธิ์พร และสุรติ กาญจนกฤษ (2535) ได้เสนอว่าไฟป่าในประเทศไทยนั้นควรใช้ไม้ดับไฟชนิด 3 ใบ แต่สำหรับพื้นที่ป่าไม่ควรใช้ไม้ดับไฟชนิดกลม หรือ ลี และ หวัง (2011) ที่ทำการทดลองใช้ระเบิดสร้างหมอกน้ำเพื่อใช้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดับไฟป่า และการพยายามด้านกฎหมาย การทำความเข้าใจกับประชาชน การปรับปรุงสภาพป่า เพื่อลดความอันตรายจากไฟป่าที่อาจเกิดกับมนุษย์ โดยเฉพาะกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าซึ่งเป็นผู้ที่ต้องจัดการกับไฟป่าอย่างใกล้ชิด ดังที่ แชนนอน (2013) เพอร์เรย์ เฟบริ ดันแคน และไลออนส์ (2008) พบว่า การเดินเท้าเข้าพื้นที่ที่เกิดไฟป่านั้นสร้างความเหนื่อยล้าให้กับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าเป็นอย่างมาก และยังทำให้เห็นแนวทางในการทดสอบประสิทธิภาพในการเดินป่า เช่น การสู่มจับเวลา การวัดค่าการเต้นของหัวใจ และการใช้ออกซิเจนของร่างกายเป็นต้น และการวิจัยของ ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2556) ที่มีจุดประสงค์ในการออกแบบยานพาหนะเพื่อเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่เกิดไฟป่า และยังได้ให้ข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับการวิเคราะห์เครื่องมือดับไฟป่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ นี่จึงเป็นการย้ำถึงความจำเป็นให้ผู้วิจัยจะต้องทำการพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าเพื่อช่วยให้มีประสิทธิภาพในการเดินเท้าให้สูงขึ้นเพื่อให้เกิดความสะดวกสบาย ความปลอดภัยในการเดินเท้า โดยยังต้องมีประสิทธิภาพในการดับไฟป่าไม่น้อยไปกว่าเดิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

# วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้าของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าเพื่อเพิ่มความสามารถในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดเหตุในภาคเหนือของประเทศไทย ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

- 3.1 รูปแบบการวิจัย และขั้นตอนการวิจัย
- 3.2 ลักษณะของข้อมูล
  - 3.2.1 ข้อมูลทฤษฎี
  - 3.2.2 ข้อมูลปฐมภูมิ
  - 3.2.3 ขอบเขตของการวิจัย
    - 3.2.3.1 ตัวแปร
    - 3.2.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
    - 3.2.3.3 พื้นที่ที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการสร้างและการตรวจสอบประสิทธิภาพ
  - 3.3.1 แบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการ
  - 3.3.2 แบบประเมินการออกแบบและประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า
  - 3.3.3 แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า
  - 3.3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 การสรุปผล และอภิปรายผลการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1 รูปแบบการวิจัย และขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental research) เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัยคือ การพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้าที่สามารถช่วยให้การเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในพื้นที่ภาคเหนือของไทยเกิดความสะดวก และรวดเร็วมากขึ้น ด้วยรูปแบบแบบ Posttest-Only (nonequivalent control group design) ที่ผู้วิจัยใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพคือ

C - X<sub>1</sub> -> O<sub>1e</sub>

E - X<sub>2</sub> -> O<sub>2e</sub>

C คือกลุ่มควบคุมของเจ้าหน้าที่ผู้ทดสอบเครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิม

E คือกลุ่มทดลองของเจ้าหน้าที่ผู้ทดสอบต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

X<sub>1</sub> คือเครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิม

X<sub>2</sub> คือต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

O<sub>1e</sub> คือค่าประสิทธิภาพของเครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิม ในด้านความสะดวกในการพกพา และความสะดวกในการใช้งาน

O<sub>2e</sub> คือค่าประสิทธิภาพของต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ในด้านความสะดวกในการพกพา และความสะดวกในการใช้งาน

ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นตอนการศึกษาและรวบรวมข้อมูล (2) ขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ (3) ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ (4) ขั้นตอนการวิเคราะห์สรุปผลอภิปรายผลและข้อเสนอแนะซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.1.1 ขั้นตอนการศึกษาและรวบรวมข้อมูล

3.1.1.1 ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าในภาคเหนือของไทย เครื่องมือที่ใช้ในการดับไฟฟ้า การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ทฤษฎีในการออกแบบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.1.2 ศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ ด้วยการลงพื้นที่จังหวัดเชียงราย เพื่อสังเกตการทำงาน ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟฟ้า และสัมภาษณ์เชิงลึกกับเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการ ที่มีประสบการณ์ในการดับไฟฟ้ามามากกว่า 5 ปี จำนวน 5 คน ถึงสภาพการณ์ในปัจจุบัน ปัญหาในการปฏิบัติงานดับไฟฟ้า และปัญหาในการใช้เครื่องมือดับไฟฟ้า

3.1.1.3 วิเคราะห์รูปแบบ ลักษณะ และการทำงานของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่มีอยู่เดิม เพื่อทำความเข้าใจวิธีการใช้งานที่ถูกต้อง และขนาดของเครื่องมือที่เหมาะสมกับการใช้งาน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.4 สอบถามปัญหาและความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า เกี่ยวกับการทำงานและการใช้เครื่องมือดับไฟฟ้าด้วยแบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการ (ดูหน้า 176 – ภาคผนวก ค) กับกลุ่มตัวอย่างเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทยจำนวน 429 คน ภายใต้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดวัตถุประสงค์ของการออกแบบ เป้าหมายของการออกแบบ และแนวทางในการทำวิจัยครั้งนี้

3.1.1.5 วิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ ด้วยการใช้ทฤษฎีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ (Design for Transformation) เพื่อให้เข้าใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องมือแต่ละชิ้น เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้กำหนดวัตถุประสงค์ของการออกแบบ เป้าหมายของการออกแบบ และสร้างแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา

3.1.1.6 สรุปสภาพปัญหาจากเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ส่งผลต่อการเดินเท้าของเจ้าหน้าที่ และความ ต้องการเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ของการออกแบบ เป้าหมายของการออกแบบ และสร้างแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทยให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

### 3.1.2 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์

3.1.2.1 ออกแบบและร่างแบบผลิตภัณฑ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยแยกออกแบบแต่ละชิ้นส่วนของเครื่องมือดับไฟฟ้าตามแนวทางในการพัฒนาที่ได้จากความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในภาคเหนือ ภายใต้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ที่ปรึกษา

3.1.2.2 วิเคราะห์เลือกแบบที่ดีที่สุดของแต่ละชิ้นส่วน เพื่อพัฒนาให้รวมเป็นเครื่องมือดับไฟฟ้าที่สอดคล้องตามแนวทางในการพัฒนามากที่สุด และกำหนดวัสดุที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการผลิต ภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา

3.1.2.3 เลือกจัดทำแบบจำลองเครื่องมือของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการพัฒนามากที่สุด 3 อันดับแรกจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ที่ปรึกษา ในขนาดอัตราส่วน 1:1

3.1.2.4 ประเมินการออกแบบและประสิทธิภาพเครื่องมือของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ ด้วยแบบประเมินการออกแบบ และแบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า (ดูหน้า 178 – ภาคผนวก ค) โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ ด้านการดับไฟฟ้า และด้านวิศวกรรม รวม 3 ท่าน

3.1.2.5 วิเคราะห์ และแก้ไขรูปแบบเครื่องมือของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา จนได้รูปแบบสุดท้ายที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.6 สร้างเครื่องมือดับไฟป่าต้นแบบ (Prototype) จำนวน 10 ชุด ภายใต้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ที่ปรึกษา

### 3.1.3 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์

3.1.3.1 ทดสอบประสิทธิภาพโดยกำหนดวิธีการทดสอบตามลักษณะการใช้งานต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าจริงได้แก่ ความแข็งแรง ความทนทาน ขนาดและน้ำหนัก ด้วยเครื่องมือทดสอบทางวิศวกรรม และทำการทดลองกับเครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิมเช่นกัน พร้อมบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟป่า (ดูหน้า 179 – ภาคผนวก ค) ภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา

3.1.3.2 ทดสอบประสิทธิภาพการพกพาเครื่องมือดับไฟป่าได้แก่ ระยะเวลาในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดไฟป่า การดับไฟป่า ความสะดวก และความปลอดภัยในการใช้งาน ด้วยการเลือกเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าที่มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 1 ปีจำนวน 5 คน เพื่อเป็นกลุ่มควบคุมในการทดลองใช้ที่ดับไฟ ครอบไฟป่า และคราดแบบเดิม ผู้วิจัยเลือกอีก 5 คนเพื่อทดลองใช้ที่ดับไฟ ครอบไฟป่า และคราดที่พัฒนาขึ้นในสถานการณ์จริง ณ สถานีควบคุมไฟป่าจังหวัดเชียงราย เป็นเวลา 1 เดือน บันทึกข้อมูล สอบถามความคิดเห็นและความพึงพอใจหลังการทดสอบ ภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา

3.1.3.3 นำเสนอเครื่องมือดับไฟป่าคือที่ดับไฟ ครอบไฟป่า และคราดที่ผ่านการพัฒนาแล้วต่อกลุ่มตัวอย่างเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าเดียวกับหัวข้อ 3.1.1.4 พร้อมสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบและการใช้งานเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ด้วยแบบประเมินความพึงพอใจ (ดูหน้า 183 – ภาคผนวก ค) กับกลุ่มตัวอย่างเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในภาคเหนือของประเทศไทย ภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา

### 3.1.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์สรุปผลอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

3.1.4.1 วิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพของการใช้งานเครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิม และเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัย และข้อมูลความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่

3.1.4.2 สรุปผลการวิจัยอย่างสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย และสมมติฐานของการวิจัยพร้อมนำเสนอรูปแบบเครื่องมือของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในภาคเหนือของประเทศไทยที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในรูปแบบความเรียงประกอบภาพและตาราง จากนั้นอภิปรายผลการวิจัย และให้ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 ลักษณะของข้อมูล

### 3.2.1 ข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทย เครื่องมือที่ใช้ในการดับไฟฟ้า การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ทฤษฎีในการออกแบบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ

### 3.2.2 ข้อมูลปฐมภูมิ

ข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่เพื่อสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการ และการสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการจากกลุ่มตัวอย่างเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในภาคเหนือของไทย ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อการออกแบบ และข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า เพื่อการพัฒนาและเทียบประสิทธิภาพการพกพา การใช้งาน ระหว่างเครื่องมือแบบเดิม กับเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ระหว่างการออกแบบและสุดท้ายคือข้อมูลความพึงพอใจซึ่งเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์หลังการออกแบบเสร็จ

### 3.2.3 ขอบเขตของการวิจัย

#### 3.2.3.1 ตัวแปรในการวิจัย

- 1) ตัวแปรต้นคือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาเครื่องมือของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่
  - ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ เพศ ความสูง น้ำหนัก และประสบการณ์การดับไฟฟ้า
  - วิธีการพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้า ได้แก่ วิธีการพกพาเครื่องมือ ลักษณะการเดินทาง และความไม่สะดวกสบายที่เกิดกับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า
  - ความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในด้านรูปลักษณะ ด้านคุณสมบัติ และด้านการใช้งานเครื่องมือดับไฟฟ้า
  - ความรุนแรงของไฟฟ้า ซึ่งเจ้าหน้าที่จะมีการเลือกใช้เครื่องมือ และวิธีการในการควบคุมไฟฟ้าแตกต่างกันออกไป ตามความรุนแรงไฟฟ้า
  - สภาพพื้นที่ลาดชันของป่าภาคเหนือ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อความยากลำบาก ความเหนื่อยล้า และระยะเวลาในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดไฟฟ้าของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ตัวแปรตาม ได้แก่ รูปแบบและประสิทธิภาพของเครื่องมือคือ ที่ดับไฟ ครอบไฟฟ้า และคราด และความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า

3) ตัวแปรแทรกซ้อน ได้แก่ ความเหนื่อยล้า และปัญหาสุขภาพของ เจ้าหน้าที่ผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟฟ้า

### 3.2.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในเขตพื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยซึ่งมีทั้งสิ้น 72 หน่วย จำนวน 2,059 คน โดยเป็นเจ้าหน้าที่ของกรมป่าไม้ 34 หน่วย จำนวน 304 คน และเจ้าหน้าที่ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช 38 หน่วย จำนวน 1,755 คน ซึ่งสถานะของประชากรประกอบด้วย หัวหน้าหน่วยจัดการไฟฟ้า พนักงานราชการประจำ และพนักงานจ้างเหมาราย 6 เดือน ดังรายละเอียดที่แสดงในภาคผนวก จ.

2) กลุ่มตัวอย่าง ได้จากการสุ่มหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) ตามทฤษฎีความน่าจะเป็น โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างดังนี้

- กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ G\*Power ซึ่งได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 335 คน จากจำนวนประชากรทั้งหมด 2,059 คน
- รวมสถิติการเกิดไฟฟ้าในพื้นที่ 6 จังหวัดภาคเหนือตอนบน จากสถิติความถี่ในการปฏิบัติงานดับไฟป่ารายจังหวัด ปี พ.ศ. 2556 ของกรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช เพื่อให้ได้สถิติการเกิดไฟฟ้าทั้งหมดของแต่ละจังหวัด เนื่องจากกรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช มีการแยกพื้นที่การทำงานออกจากกัน ค่าสถิติที่ได้จากแต่ละหน่วยงานจึงยังไม่ใช้สถิติการเกิดไฟฟ้าทั้งหมดของพื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนบน แล้วคำนวณค่าสัดส่วนเทียบเคียงกับสถิติการเกิดไฟฟ้าเพื่อหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับแต่ละจังหวัด ซึ่งผลการเทียบบัญญัติตรงยศาสตร์ที่ผ่านการทำให้ค่าเป็นจำนวนเต็มแล้วนั้นส่งผลให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 338 คน ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.1

- ทำการสุ่มสถานีควบคุมไฟฟ้าในแต่ละจังหวัด ด้วยการสุ่มอย่างง่าย จนมีผลรวมจำนวนเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าของแต่ละจังหวัดมากกว่าหรือเท่ากับจำนวนที่ได้ระบุไว้ในตารางที่ 3.1 โดยผู้วิจัยต้องการเก็บข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าทุกคนภายในหน่วยที่ถูกสุ่มได้เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในภายหลัง จึงส่งผลให้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเพิ่มเป็น 429 คน ดังแสดงในตารางที่ 3.2

### 3.2.3.3 พื้นที่ที่ใช้ในการวิจัย

1) พื้นที่ปฏิบัติงานดับไฟฟ้าในเขต 6 จังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ซึ่งอยู่ในการดูแลของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และกรมป่าไม้ คือ จังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน เชียงราย พะเยา ลำปาง และน่าน ซึ่งสุชาติ โภชฌงค์ (2553) ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าเป็นพื้นที่ที่เสี่ยงภัยไฟป่าระดับสูง โดยผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจากสถานีควบคุมไฟป่าที่ผู้วิจัยสุ่มได้ จำนวน 11 หน่วย ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 สถิติการเกิดไฟป่า และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (รายจังหวัด)

สถิติการเกิดไฟป่า (ครั้ง)				จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)	
จังหวัด	กรมอุทยานฯ	กรมป่าไม้	รวม	ผลการคำนวณค่าสัดส่วน เทียบเคียงกับสถิติการเกิดไฟป่า	จำนวนเต็ม
1. เชียงใหม่	1,361	455	1,816	145.12	146
2. แม่ฮ่องสอน	508	931	1,439	115.00	115
3. ลำปาง	310	123	433	34.60	35
4. เชียงราย	98	202	300	23.97	24
5. น่าน	123	43	166	13.27	14
6. พะเยา	38	0	38	3.04	4
<b>รวม</b>	<b>2,438</b>	<b>1,754</b>	<b>4,192</b>	<b>335.00</b>	<b>338</b>

ตารางที่ 3.2 รายชื่อสถานีควบคุมไฟป่า และจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เก็บในแต่ละหน่วย

จังหวัด	รายชื่อสถานีควบคุมไฟป่า	จำนวนต่อหน่วย (คน)	จำนวนต่อจังหวัด (คน)
1. เชียงใหม่	สถานีควบคุมไฟป่าดอยอินทนนท์	56	151
	สถานีควบคุมไฟป่าลุ่มน้ำสาขาแม่ปิง	30	
	สถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่โครงการบ้านเล็กในป่าใหญ่ดอยฟ้าห่มปก	30	
	สถานีควบคุมไฟป่าพื้นที่อำเภออมก๋อย	35	
2. แม่ฮ่องสอน	สถานีควบคุมไฟป่าแม่ฮ่องสอน	50	116
	สถานีควบคุมไฟป่าแม่สะเรียง	26	
	สถานีควบคุมไฟป่าปางตอง	40	
3. ลำปาง	สถานีควบคุมไฟป่าลำปาง	38	38
4. เชียงราย	สถานีควบคุมไฟป่าภูชี้ฟ้า	30	30
5. น่าน	สถานีควบคุมไฟป่าน่าน	54	54
6. พะเยา	สถานีควบคุมไฟป่าพะเยา	40	40
<b>รวม</b>		<b>429</b>	<b>429</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) พื้นที่ในการพัฒนาเครื่องมือและทดลองใช้อยู่ในพื้นที่ของศูนย์  
 สาธิตการควบคุมไฟฟ้าจังหวัดกาญจนบุรี เนื่องจากเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่โดยตรงในการพัฒนา  
 เครื่องมือดับไฟฟ้าของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช จึงมีความพร้อมด้านเครื่องมือ  
 อุปกรณ์ และเจ้าหน้าที่ที่มีความสามารถเพื่อสร้างต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า

3) พื้นที่ในการทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือดับไฟฟ้า  
 อยู่ในพื้นที่ของสถานีควบคุมไฟฟ้าเชียงราย เนื่องจากมีสภาพอากาศ และมีลักษณะของพื้นที่เป็นป่า  
 เบญจพรรณ ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนที่ดีของพื้นที่ป่าในภาคเหนือตอนบน โดยจะใช้พื้นที่เพื่อทดลองใช้  
 และเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านความสะดวกในการพกพาและการใช้งานที่ส่งผลต่อการเดินเท้าของ  
 เจ้าหน้าที่ ระหว่างเครื่องมือเดิมกับเครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการสร้างและการตรวจสอบประสิทธิภาพ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้มี 4 เครื่องมือ คือแบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการ  
 แบบประเมินการออกแบบและประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบ  
 ประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า และแบบสอบถามความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัย  
 ออกแบบ โดยนำเสนอลักษณะ รายละเอียดวิธีการสร้าง และการตรวจสอบประสิทธิภาพของ  
 เครื่องมือดังต่อไปนี้

#### 3.3.1 แบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการ

3.3.1.1 ลักษณะของแบบสอบถามแบ่งเป็น 4 ส่วน โดยส่วนที่ 1 คือข้อมูล  
 ทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ในลักษณะการตรวจสอบรายการ (Checklist) ส่วนที่ 2 คือข้อมูล  
 สภาพปัญหาขณะเดินเท้า เข้า-ออก จุดเกิดไฟ ในลักษณะการตรวจสอบรายการ (Checklist) ซึ่ง  
 ผู้ตอบสามารถตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก ส่วนที่ 3 คือข้อมูลความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า  
 ในลักษณะการตรวจสอบรายการ ซึ่งผู้ตอบสามารถตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก และส่วนที่ 4 คือ  
 ข้อเสนอแนะหรือความต้องการเพิ่มเติม เพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้าใหม่ ด้วย  
 รูปแบบปลายเปิด (ดูหน้า 176 – ภาคผนวก ค)

3.3.1.2 วิธีการสร้างนั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเบื้องต้น (Pilot study) โดยการ  
 สัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าที่มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 5 ปี จำนวน 5 นาย ในสถานี  
 ควบคุมไฟฟ้าเชียงราย แล้วจึงเริ่มทำการสร้างแบบสอบถามภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษา  
 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้า และผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือดับไฟฟ้า

3.3.1.3 ตรวจสอบประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีการเลือกแบบเจาะจงซึ่งมี  
 คุณสมบัติเป็นนักวิชาการหรืออาจารย์ที่มีประสบการณ์ดังกล่าวข้างต้นโดยมีขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ตรวจสอบความถูกต้อง และความตรงเชิงเนื้อหาด้วย กระบวนการคำนวณค่าความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่ต้องการวัด กับคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปเกณฑ์คะแนนคือ

เห็นด้วยให้ค่าเท่ากับ	1
ไม่แน่ใจให้ค่าเท่ากับ	0
ไม่เห็นด้วยให้ค่าเท่ากับ	-1

ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านมี คะแนนเท่ากับ 0.92 อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อเพื่อพิจารณา ปรับปรุงด้วย

2) ปรับปรุงเครื่องมือตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยหาค่า IOC ซึ่งเมื่อคำนวณผลคะแนนการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านที่มีคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 เป็นเกณฑ์ที่มีความตรงของเนื้อหาแต่ถ้าระดับคะแนนน้อยกว่า 0.50 เป็นเกณฑ์ที่ต้องแก้ไขเพื่อให้มี เนื้อหาที่เหมาะสมของเครื่องมือ

3) สรุปผลและสร้างเครื่องมือแบบสอบถามปัญหาและความ ต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าที่มีต่อการพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าและการใช้งาน เพื่อนำไปใช้ เก็บข้อมูลจริง

### 3.3.2 แบบประเมินการออกแบบและประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า

3.3.2.1 ลักษณะของแบบประเมินรูปแบบและประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า แบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้ ส่วนที่ 1 คือแบบประเมินด้านรูปลักษณะของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ ในรูปแบบการประเมินค่า 5 ระดับของ Likert Scale ส่วนที่ 2 คือแบบประเมินด้านการใช้งาน เครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ ในรูปแบบการประเมินค่า 5 ระดับของ Likert Scale และส่วนที่ 3 คือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการดับไฟฟ้า และ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวกรรม รวม 3 ท่าน (ดูหน้า 178 – ภาคผนวก ค)

3.3.2.2 วิธีการสร้างนั้นผู้วิจัยได้ใช้แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซึ่งได้จากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของการวิจัยร่วมกับผลการตอบแบบสอบถามสภาพปัญหาและความ ต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างคำถามในแบบประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพ ด้วยกระบวนการคำนวณค่าความ สอดคล้องระหว่างประเด็นที่ต้องการวัดกับคำถามที่สร้าง เช่นเดียวกับขั้นตอนการตรวจสอบ ประสิทธิภาพในหัวข้อ 3.3.1.3 ซึ่งผลการตรวจสอบประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านมี คะแนนเท่ากับ 0.86

### 3.3.3 แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้แบ่งแบบบันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้าออกเป็น 2 ชุด ซึ่งมีลักษณะและคำถามเหมือนกัน โดยชุดที่ 1 ใช้บันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับ ไฟฟ้าแบบเดิม และชุดที่ 2 ใช้บันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนา ขึ้น เพื่อใช้ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิมเป็นค่าอ้างอิงในการพิสูจน์ ประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีกำหนดมาตรฐาน ในการทดสอบเครื่องมือดับไฟฟ้า

3.3.3.1 ลักษณะของแบบบันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับ ไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้ ส่วนที่ 1 คือตารางบันทึกข้อมูลตัวเลขที่ได้จากเครื่องมือทดสอบทาง วิศวกรรมที่แสดงค่า ความแข็งแรง ขนาดและน้ำหนัก ส่วนที่ 2 คือตารางบันทึกการจับเวลาการ ทดลองเดินเท้าและพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าในภูมิประเทศจริง ระยะทาง 1 กิโลเมตร ในลักษณะ เส้นทางที่มีระดับความชันต่างกันโดยเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าจำนวน 10 คน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ ของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับเครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิม (ดูหน้า 179 – ภาคผนวก ค)

3.3.3.2 วิธีการสร้าง ผู้วิจัยได้ศึกษาและเปรียบเทียบลักษณะการทดสอบ ผลผลิตภัณฑ์ของ มอก. แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซึ่งได้จากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของการวิจัย ร่วมกับผลการตอบแบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า เพื่อใช้ เป็นหัวข้อในการบันทึกข้อมูล

3.3.3.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพ ด้วยกระบวนการคำนวณค่าความ สอดคล้องระหว่างประเด็นที่ต้องการวัดกับคำถามที่สร้าง เช่นเดียวกับขั้นตอนการตรวจสอบ ประสิทธิภาพในหัวข้อ 3.3.1.3 ซึ่งผลการตรวจสอบประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านมี คะแนนเท่ากับ 0.81

### 3.3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ

ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบในการ สอบถามความพึงพอใจจากเจ้าหน้าที่ผู้ทำการทดสอบเครื่องมือในหัวข้อ 3.1.3.2 และกลุ่มตัวอย่าง

เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในหัวข้อ 3.1.1.4 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.1 ลักษณะของแบบสอบถามจะถูกแบ่งเป็น 3 ส่วน โดยส่วนที่ 1 คือแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ในลักษณะการตรวจสอบรายการ ส่วนที่ 2 คือแบบสอบถามความพึงพอใจต่อรูปลักษณ์ การพกพาและการใช้งานเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในรูปแบบการประเมินค่า 5 ระดับของ Likert Scale และส่วนที่ 3 คือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากเจ้าหน้าที่ด้วยรูปแบบปลายเปิด (ดูหน้า 183 – ภาคผนวก ค)

3.3.4.2 วิธีการสร้าง ผู้วิจัยได้ใช้แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซึ่งได้จากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของการวิจัยร่วมกับผลการตอบแบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ประกอบกับผลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับ ไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างคำถามในแบบสอบถาม

3.3.4.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพ ด้วยกระบวนการคำนวณค่าความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่ต้องการวัดกับคำถามที่สร้าง เช่นเดียวกับขั้นตอนการตรวจสอบประสิทธิภาพในหัวข้อ 3.3.1.3 ซึ่งผลการตรวจสอบประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านมีคะแนนเท่ากับ 0.94

## 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ทั้งสิ้น 4 เครื่องมือ โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยดังนี้

### 3.4.1 แบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการ

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลแบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทย ดังนี้

3.4.1.1 ติดต่อ และทำหนังสือขอความร่วมมือกับกรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช เพื่อขอเก็บข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า

3.4.1.2 โทรศัพท์ติดต่อประสานงานกับหัวหน้าสถานีควบคุมไฟฟ้าที่ผู้วิจัยได้สุ่มเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างไว้ ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 3.2 เพื่อขอความอนุเคราะห์

3.4.1.3 ส่งแบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการไปยังสถานีควบคุมไฟฟ้าทั้ง 11 สถานี ดังแสดงในตารางที่ 3.2 โดยจัดส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ และขอความร่วมมือจากหัวหน้าสถานีควบคุมไฟฟ้าแต่ละสถานีในการดูแลการตอบแบบสอบถามเพื่อลดระยะเวลาในการเก็บข้อมูลเนื่องจากแต่ละสถานีอยู่ในพื้นที่ห่างไกลและเข้าถึงได้ยาก

3.4.1.4 รวบรวมข้อมูลผ่านทางไปรษณีย์ หรือรวบรวมด้วยตัวเอง พร้อมกับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.2 แบบประเมินการออกแบบและประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลการประเมินการออกแบบและประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้าด้วยแบบประเมินการออกแบบและประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า ดังนี้

3.4.2.1 ติดต่อ และทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ 1 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการดับไฟฟ้า 1 ท่าน และ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวกรรม 1 ท่าน

3.4.2.2 เตรียมสื่อนำเสนอและแบบจำลองผลิตภัณฑ์ที่ผู้วิจัยออกแบบ

3.4.2.3 นำเสนอแนวทางในการพัฒนา แนวคิด รูปแบบและแบบจำลองผลิตภัณฑ์ต่อผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้ขอความอนุเคราะห์ไว้

3.4.2.4 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินการออกแบบและประสิทธิภาพของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยทำการออกแบบ

3.4.2.5 รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และสรุปผล

### 3.4.3 แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้าด้วยแบบบันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า ดังนี้

3.4.3.1 ติดต่อและทำหนังสือขอความร่วมมือกับห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องมือสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือดับไฟฟ้าได้แก่ ความแข็งแรง ขนาดและน้ำหนักด้วยเครื่องมือทดสอบทางวิศวกรรม

3.4.3.2 ทดสอบเครื่องมือและบันทึกข้อมูลตัวเลขที่ได้ ประกอบกับความคิดเห็นและคำแนะนำของผู้ทำการทดสอบ

3.4.3.3 ติดต่อและทำหนังสือขอความร่วมมือกับสถานีควบคุมไฟฟ้าเชียงราย เพื่อขอใช้สถานที่ และกำลังคนจำนวน 10 คนเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าด้วยการจับเวลาในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดไฟฟ้า

3.4.3.4 เตรียมความพร้อมด้านกำลังคน เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

3.4.3.5 ทดลองพกพาเครื่องมือเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการพกพา พร้อมบันทึกข้อมูลการจับเวลา

3.4.3.6 ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟฟ้าเป็นเวลา 1 เดือน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า

3.4.3.7 รวบรวมข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและสรุปผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.4 แบบสอบถามความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลความพึงพอใจในต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ ดังนี้

3.4.4.1 สอบถามความพึงพอใจจากเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าทั้ง 10 คน หลังการทดลองใช้เครื่องมือดับไฟฟ้าเป็นเวลา 1 เดือน ในข้อ 3.4.3.6 ณ สถานีควบคุมไฟฟ้าจังหวัดเชียงราย

3.4.4.2 ติดต่อ และทำหนังสือขอความร่วมมือกับกรมป่าไม้และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช เพื่อขอเก็บข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า

3.4.4.3 โทรศัพท์ติดต่อประสานงานกับหัวหน้าสถานีควบคุมไฟฟ้าที่สุ่มเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างไว้ ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 3.2 เพื่อขอความอนุเคราะห์

3.4.4.4 นำต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปสอบถามความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ด้วยตนเอง ณ สถานีควบคุมไฟฟ้าที่ได้ติดต่อไว้

3.4.4.5 รวบรวมข้อ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและสรุปผล

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 6 ช่วง เรียงตามลำดับดังนี้

3.5.1 วิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าที่ได้จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการของเจ้าหน้าที่ต่อการเดินเท้าเข้าไปยังพื้นที่เกิดไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทย ด้วยค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นสรุปและวิเคราะห์ให้เห็นถึงปัญหาและความต้องการส่วนใหญ่ของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้า และให้ผลของการวิจัยสามารถตอบสนองต่อความต้องการของเจ้าหน้าที่มากที่สุด ต่อการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไป

3.5.2 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ระหว่างการออกแบบ ที่ได้จากแบบประเมินการออกแบบและประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้าจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งเป็นการประเมินในด้านรูปลักษณะการใช้งานและการให้คำแนะนำ โดยนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้าให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของเจ้าหน้าที่มากที่สุด

3.5.3 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ระหว่างการพัฒนาเครื่องบนต้นแบบที่ได้จากแบบบันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือดับไฟฟ้าระหว่างเครื่องแบบเก่ากับต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นข้อมูลจากการวัดคุณสมบัติทางกล ได้แก่ ความแข็งแรง ขนาดและน้ำหนัก ด้วยเครื่องมือทดสอบทางวิศวกรรมและประสิทธิภาพการพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้า ด้วยการจับเวลาในการเดินเท้าพร้อมพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าเข้าพื้นที่เกิดไฟฟ้า ด้วยค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3.5.4 วิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ จากเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าที่ทำการทดลองใช้งานต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าเป็นเวลา 1 เดือน ด้วยค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วสรุปผลจากแบบสอบถามเพื่อให้ทราบความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ที่มีต่อเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3.5.5 วิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ ซึ่งได้จากกลุ่มตัวอย่างเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในภาคเหนือที่มีต่อการได้พบเห็น และสัมผัสต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ด้วยค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วสรุปผลจากแบบสอบถามเพื่อยืนยันความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ที่มีต่อเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3.5.6 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เพื่อแสดงว่าที่ดับไฟ ครอบไฟฟ้า และคราดที่ผู้วิจัยพัฒนาสามารถช่วยให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุได้สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ด้วยสถิติ t-test และสมมติฐานข้อที่ 2 เพื่อแสดงว่าความสัมพันธ์ของสภาพพื้นที่ลาดชันของป่าภาคเหนือและวิธีการพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้ามีผลต่อการกำหนดรูปแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ด้วยสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

### 3.6 การสรุปผล และอภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยอย่างสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยและสมมติฐานของการวิจัย พร้อมนำเสนอรูปแบบเครื่องมือของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในภาคเหนือของไทยที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในรูปแบบความเรียงประกอบภาพและตาราง จากนั้นอภิปรายผลการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อในอนาคต

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ในการพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้าของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าเพื่อเพิ่มความสามารถในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดเหตุในภาคเหนือของประเทศไทย ออกเป็น 5 ส่วนเพื่อให้สอดคล้องกับขั้นตอนการวิจัยที่กำหนดไว้ ดังนี้

- 4.1 ผลการสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการ
- 4.2 ผลการพัฒนาและประเมินการออกแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า
- 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟฟ้า
- 4.4 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย
- 4.5 ผลการสอบถามความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ

#### 4.1 ผลการสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการ

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือดับไฟฟ้า การปฏิบัติงานดับไฟฟ้า และสภาพภูมิประเทศในการทำงานจากเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในภาคเหนือตอนบน ด้วยแบบสอบถาม จึงขอจำแนกผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

##### 4.1.1 ส่วนที่ 1 ผลการสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในภาคเหนือตอนบนทั้ง 11 สถานีจำนวน 429 คน เป็นเพศชายจำนวน 406 คน คิดเป็นร้อยละ 94.6 เพศหญิงจำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 5.4 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีช่วงอายุ 20-40 ปีจำนวน 260 คน คิดเป็นร้อยละ 60.6 รองลงมาคือช่วงอายุ 41-60 ปีจำนวน 126 คน คิดเป็นร้อยละ 29.4 และอายุต่ำกว่า 20 ปีจำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุการทำงานด้านการดับไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 2-5 ปีจำนวน 228 คน คิดเป็นร้อยละ 53.1 รองลงมาคืออายุการทำงานด้านการดับไฟฟ้ามากกว่า 5 ปีจำนวน 139 คน คิดเป็นร้อยละ 32.4 และทำงานด้านการดับไฟฟ้าเป็นปีแรกจำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 14.5 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

#### ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	406	94.6
	หญิง	23	5.4
	รวม	429	100.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา  
ไม่ว่ากรณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มาไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
อายุ	20 - 40 ปี	260	60.6
	41 - 60 ปี	126	29.4
	ต่ำกว่า 20 ปี	43	10.0
	รวม	429	100.0
อายุการทำงานด้านการดับไฟฟ้า	ระหว่าง 2-5 ปี	228	53.1
	มากกว่า 5 ปี	139	32.4
	ทำปีแรก	62	14.5
	รวม	429	100.0

เครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้ตอบแบบสอบถามใช้งานบ่อยที่สุด คือที่ดับไฟจำนวน 230 คำตอบ รองลงมาคือครอบไฟฟ้า (ลาโค) จำนวน 148 คำตอบ คราดจำนวน 47 คำตอบ และเครื่องมือดับไฟฟ้าอื่นๆ จำนวน 49 คำตอบ แยกเป็นเครื่องมือที่ทำขึ้นเองจากไม้ไผ่จำนวน 19 คำตอบ ถังน้ำดับไฟฟ้าจำนวน 16 คำตอบ ไม้กวาดทางมะพร้าวจำนวน 10 คำตอบ และมีดจำนวน 5 คำตอบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เครื่องมือดับไฟฟ้าที่ใช้งานบ่อยที่สุด

คำตอบ		จำนวนคำตอบ
ที่ดับไฟ		230
ครอบไฟฟ้า (ลาโค)		148
คราด		47
อื่นๆ	เครื่องมือที่ทำขึ้นเองจากไม้ไผ่	19
	ถังน้ำดับไฟฟ้า	16
	ไม้กวาดทางมะพร้าว	10
	มีด	5

#### 4.1.2 ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัญหาขณะเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้า

##### 4.1.2.1 ปัญหาที่เกิดจากการเดินทาง

ปัญหาที่เกิดขณะเตรียมเครื่องมือดับไฟฟ้าขึ้นยานพาหนะ 3 อันดับแรก คือบางส่วนของเครื่องมือไหล่ออกนอกรถจำนวน 210 คำตอบ เครื่องมือเสียหายจำนวน 128 คำตอบ และพื้นที่วางเครื่องมือไม่เพียงพอจำนวน 122 คำตอบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ตารางที่ 4.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะเตรียมเครื่องมือดับไฟฟ้าขึ้นยานพาหนะ

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
บางส่วนของเครื่องมือไหลออกนอกรถ	210
เครื่องมือเสียหาย	128
พื้นที่วางเครื่องมือไม่เพียงพอ	122
ใช้เวลานาน	114
ที่วางเครื่องมือไม่มั่นคง	84
เกิดอุบัติเหตุ	50
อื่นๆ	3

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ตอบแบบสอบถามในการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้าในเวลากลางวัน 3 อันดับแรก คือเดินทางลำบากจำนวน 310 คำตอบ ระยะทางไกลจำนวน 285 คำตอบ และใช้เวลานานจำนวน 173 คำตอบ ตามลำดับ และพบว่าผู้มีประสบการณ์ปัญหาจากการนำเครื่องมือดับไฟฟ้าเข้าไปแล้วไม่ได้ใช้งานจำนวน 57 คำตอบ ซึ่งเป็นอันดับ 4 ดังแสดงในตารางที่ 4.4

#### ตารางที่ 4.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้าในเวลากลางวัน

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
เดินทางลำบาก	310
ระยะทางไกล	285
ใช้เวลานาน	173
นำเครื่องมือดับไฟฟ้าเข้าไปแล้วไม่ได้ใช้งาน	57
เกิดอุบัติเหตุ	32
เครื่องมือเสียหาย	26
อื่นๆ	7

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ตอบแบบสอบถามในการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้าในเวลากลางคืน 3 อันดับแรก คือเดินทางลำบากหรือไม่เห็นเส้นทางจำนวน 352 คำตอบ ใช้เวลานานจำนวน 211 คำตอบ และรู้สึกเหนื่อยล้าจำนวน 146 คำตอบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

#### ตารางที่ 4.5 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้าในเวลากลางคืน

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
เดินทางลำบาก/ไม่เห็นเส้นทาง	352
ใช้เวลานาน	211

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
เหนียวล้า	146
หลงทาง	115
เกิดอุบัติเหตุ	111
นำเครื่องมือดับไฟฟ้าเข้าไปแล้วไม่ได้ใช้งาน	51
เครื่องมือเสียหาย	31
อื่นๆ	1

สภาพเส้นทางในการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้าของผู้ตอบแบบสอบถาม 3 อันดับแรก คือเป็นทางลาดชันจำนวน 347 คำตอบ ทางเดินมีระยะทางไกลจำนวน 248 คำตอบ และเป็นทางรกริบจำนวน 214 คำตอบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

#### ตารางที่ 4.6 สภาพเส้นทางในการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้า

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
ทางลาดชัน	347
ทางเดินไกล	248
ทางรกริบ	214
ข้ามลำห้วย	194
ทางขรุขระ	185
ป็นหน้าผา	155
ทางเดินแคบ	132
อื่นๆ	1

ลักษณะการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้าของผู้ตอบแบบสอบถาม 3 อันดับแรก คือการรีบเดินจำนวน 328 คำตอบ การเดินช้าๆ จำนวน 105 คำตอบ และการวิ่งจำนวน 19 คำตอบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.7

#### ตารางที่ 4.7 ลักษณะการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้า

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
รีบเดิน	328
เดินช้าๆ	105
วิ่ง	19
อื่นๆ	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุบัติเหตุจากการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้าที่เคยเกิดกับผู้ตอบแบบสอบถาม 3 อันดับแรก คือปวดเข่าจำนวน 224 คำตอบ ปวดมือหรือแขนจำนวน 178 คำตอบ และเท้าพลิกจำนวน 173 คำตอบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.8

**ตารางที่ 4.8** อุบัติเหตุจากการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้าที่เคยเกิดกับผู้ตอบแบบสอบถาม

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
ปวดเข่า	224
ปวดมือ/แขน	178
เท้าพลิก	173
ปวดหลัง	154
ตกเขา	90
โดนเครื่องมือบาด	54
ไฟลวก	53
เป็นลม	24
อื่นๆ	5

วิธีการแก้ปัญหาที่หน่วยงานของผู้ตอบแบบสอบถามเคยปฏิบัติ 3 อันดับแรก คือการฝึกเดินป่าจำนวน 226 คำตอบ การออกแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าใหม่จำนวน 133 คำตอบ และการจัดหาอุปกรณ์ช่วยเดินป่าให้จำนวน 128 คำตอบ ตามลำดับ และพบว่าไม่มีผู้ตอบในข้อไม่เคยมีการแก้ปัญหาจำนวน 57 คำตอบ ดังแสดงในตารางที่ 4.9

**ตารางที่ 4.9** วิธีการแก้ปัญหาที่หน่วยงานของผู้ตอบแบบสอบถามเคยปฏิบัติ

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
ฝึกการเดินป่า	226
ออกแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าใหม่	133
จัดหาอุปกรณ์ช่วยเดินป่าให้	128
ไม่เคย	57
อื่นๆ	11

#### 4.1.2.2 ปัญหาที่เกิดจากเครื่องมือดับไฟฟ้า

บริเวณที่เครื่องมือดับไฟฟ้ามักเสียหาย 3 อันดับแรก คือบริเวณข้อต่อระหว่างส่วนหัวและด้ามจำนวน 260 คำตอบ บริเวณกลางด้ามจับจำนวน 117 คำตอบ และบริเวณส่วนหัวของเครื่องมือจำนวน 108 คำตอบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.10** บริเวณที่เครื่องมือดับไฟป่ามักเสียหาย

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
ข้อต่อระหว่างส่วนหัวและด้าม	260
กลางด้ามจับ	117
ส่วนหัวของเครื่องมือ	108
ปลายด้ามจับ	86
อื่นๆ	1

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องมือดับไฟป่าของผู้ตอบแบบสอบถาม 3 อันดับแรก คือการพังเสียหายหรือชำรุดจำนวน 257 คำตอบ พกพาลำบากจำนวน 222 คำตอบ และมีน้ำหนักมากจำนวน 176 คำตอบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.11

**ตารางที่ 4.11** ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องมือดับไฟป่า

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
พัง/เสีย/ชำรุด	257
พกพาลำบาก	222
น้ำหนักมาก	176
จับไม่ถนัดมือ	71
ด้ามยาวเกินไป	71
ไม่แข็งแรง	57
ใช้งานยาก	51
ขนาดใหญ่เกินไป	50
ติดกิ่งไม้/เถาวัลย์	39
สูญหาย	34
ด้ามสั้นเกินไป	11
ไม่สวยงาม	8
ขนาดเล็กเกินไป	4
อื่นๆ	1

สาเหตุที่ทำให้เครื่องมือดับไฟป่าของผู้ตอบแบบสอบถามเสียหาย 3 อันดับแรก คือการใช้งานหนักจำนวน 326 คำตอบ ถูกมอด แมลง หรือสัตว์แทะกินจำนวน 141 คำตอบ และถูกไฟไหม้จำนวน 124 คำตอบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ตารางที่ 4.12 สาเหตุที่ทำให้เครื่องมือดับไฟฟ้าเสียหาย

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
ใช้งานหนัก	326
มอด/แมลง/สัตว์ ทะเกิน	141
ถูกไฟไหม้	124
มีสนิม	119
ใช้งานผิดประเภท	61
ขาดคนดูแล	19
ที่เก็บไม่เหมาะสม	19
อื่นๆ	1

#### 4.1.3 ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า

##### 4.1.3.1 ความต้องการเกี่ยวกับการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้า

สิ่งที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการขณะเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้า

3 อันดับแรก คือการพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าได้สะดวกจำนวน 270 คำตอบ การลดความเหนื่อยล้าในการเดินจำนวน 232 คำตอบ และเครื่องมือช่วยนำทางจำนวน 184 คำตอบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.13

#### ตารางที่ 4.13 สิ่งที่ต้องการขณะเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้า

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
การพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าได้สะดวก	270
การลดความเหนื่อยล้าในการเดิน	232
เครื่องมือช่วยนำทาง	184
เครื่องมือช่วยข้าม/กำจัดสิ่งกีดขวาง	124
เครื่องมือช่วยพยุงตัว	106
อื่นๆ	3

สิ่งที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการขณะดับไฟฟ้า 3 อันดับแรก คือการดับไฟได้เร็วขึ้นจำนวน 299 คำตอบ การป้องกันความร้อนจำนวน 247 คำตอบ และเครื่องมือที่สามารถปรับเปลี่ยนการทำงานได้จำนวน 216 คำตอบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ตารางที่ 4.14 สิ่งที่ต้องการขณะดับไฟฟ้า

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
ดับไฟได้เร็วขึ้น	299
ป้องกันความร้อน	247
เครื่องมือที่ปรับเปลี่ยนการทำงานได้	216
ช่วยหนีจากวงล้อมของไฟ	93
อื่นๆ	3

#### 4.1.3.2 ความต้องการเกี่ยวกับเครื่องมือดับไฟฟ้า

คุณสมบัติที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการให้มีในเครื่องมือดับไฟฟ้า 3 อันดับแรก คือความแข็งแรงจำนวน 293 คำตอบ มีน้ำหนักเบาจำนวน 286 คำตอบ และสามารถพกพาได้สะดวกจำนวน 245 คำตอบ ตามลำดับ และพบว่ามีความต้องการให้สามารถใช้งานได้ง่ายจำนวน 227 คำตอบ ซึ่งเป็นลำดับที่ 4 ดังแสดงในตารางที่ 4.15

#### ตารางที่ 4.15 คุณสมบัติที่ต้องการให้มีในเครื่องมือดับไฟฟ้า

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
แข็งแรง	293
น้ำหนักเบา	286
พกพาสะดวก	245
ใช้งานง่าย	227
พับ/หดเก็บได้	172
ซ่อมแซมง่าย	146
จับได้ถนัดมือ	142
เปลี่ยนส่วนหัวของเครื่องมือเพื่อให้ทำงานได้หลายรูปแบบ	129
ไม่ติดไฟ	103
ช่วยพยุงตัวได้	93
สวยงาม	24
อื่นๆ	1

น้ำหนักของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้ตอบแบบสอบถามคิดว่าเหมาะสมสำหรับการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟฟ้า 3 อันดับแรก คือมีน้ำหนักน้อยกว่า 1 กิโลกรัมจำนวน 290 คำตอบ มีน้ำหนัก 1-2 กิโลกรัมจำนวน 122 คำตอบ และมีน้ำหนัก 2-3 กิโลกรัมจำนวน 7 คำตอบ

#### ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.16** น้ำหนักของเครื่องมือดับไฟป่าที่เหมาะสมสำหรับการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟป่า  
(ต่อ 1 ชั้น)

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
น้อยกว่า 1 กิโลกรัม	290
1-2 กิโลกรัม	122
2-3 กิโลกรัม	7
มากกว่า 3 กิโลกรัม	2

วิธีการพกพาเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการ 3 อันดับแรก คือการสะพายหลังจำนวน 189 คำตอบ การถือด้วยมือจำนวน 180 คำตอบ และการสะพายข้างลำตัวจำนวน 88 คำตอบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.17

**ตารางที่ 4.17** วิธีการพกพาเครื่องมือดับไฟป่าที่ต้องการ

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
สะพายหลัง	189
ถือด้วยมือ	180
สะพายข้างลำตัว	88
คาดเอว	83
พาดบ่า	44
อื่นๆ	1

ความยาวของด้ามที่ดับไฟ คราด และครอบไฟป่า ที่ผู้ตอบแบบสอบถามคิดว่าเหมาะสมกับการใช้ดับไฟป่า 3 อันดับแรก คือยาว 1.5-2 เมตรจำนวน 198 คำตอบ ยาว 1-1.5 เมตรจำนวน 117 คำตอบ และยาว 2-2.5 เมตรจำนวน 97 คำตอบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.18

**ตารางที่ 4.18** ความยาวของด้ามที่ดับไฟ คราด และครอบไฟป่าที่เหมาะสมกับการใช้ดับไฟป่า

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
1.5-2 เมตร	198
1-1.5 เมตร	117
2-2.5 เมตร	97
2.5-3 เมตร	11
มากกว่า 3 เมตร	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวของด้ามที่ตบไฟ คราด และครอบไฟฟ้า ที่ผู้ตบ  
แบบสอบถามคิดว่าเหมาะสมสำหรับการพกพา 3 อันดับแรก คือยาว 1-1.5 เมตรจำนวน 225  
คำตอบ ยาว 1.5-2 เมตรจำนวน 104 คำตอบ และยาว 2-2.5 เมตรจำนวน 86 คำตอบ ตามลำดับ ดัง  
แสดงในตารางที่ 4.19

**ตารางที่ 4.19** ความยาวของด้ามที่ตบไฟ คราด และครอบไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการพกพา

คำตอบ	จำนวนคำตอบ
1-1.5 เมตร	225
1.5-2 เมตร	104
2-2.5 เมตร	86
2.5-3 เมตร	8
มากกว่า 3 เมตร	2

4.1.4 ส่วนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะหรือความต้องการเพิ่มเติม เพื่อการออกแบบ  
และพัฒนาเครื่องมือตบไฟฟ้าใหม่

4.1.4.1 สภาพปัญหาอื่นๆ ที่เกิดกับผู้ตบแบบสอบถามขณะเดินเข้าพื้นที่เกิด  
ไฟฟ้า โดยผู้ตบแบบสอบถามให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจำนวน 22 คำตอบ ดังแสดงในตารางที่ 4.20

**ตารางที่ 4.20** สภาพปัญหาอื่นๆ ที่เกิดขณะเดินเข้าพื้นที่เกิดไฟฟ้า

ข้อเสนอแนะ	จำนวนคำตอบ
รถสภาพไม่ดี / รถเสียบ่อย / ไม่มีรถ	5
พกพาเครื่องมือลำบาก	2
ทางลำบาก / รถเข้าไม่ถึง	2
ไฟรุนแรงเกินไป เข้าใกล้ไม่ได้	2
ไม่รู้จุดพื้นที่	2
พื้นที่เป็นหิน และมีลำห้วยลึก	2
กระหายน้ำ	1
อุปกรณ์บางอย่างไม่สามารถใช้กับพื้นที่ที่เกิดไฟไหม้ได้	1
รองเท้าร้อน เสื้อบางเกินไป	1
อยากให้รับผิดชอบดูแลเวลาเจ้าหน้าที่เจ็บป่วยจากการปฏิบัติงาน	1
การสื่อสารเวลาเข้าป่าทั้งกลางวันและกลางคืน	1
ได้รับบาดเจ็บ จากก้อนหินหล่นใส่	1
หากเป็นเส้นทางใหม่จะรกทึบ เข้าถึงลำบาก อุปกรณ์ตบไฟไม่สะดวกคล้องตัว	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.2 สิ่งที่คุณต้องตอบแบบสอบถามต้องการเพิ่มเติมเพื่อให้เครื่องมือดับไฟป่ามีประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น โดยผู้ตอบแบบสอบถามให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจำนวน 47 คำตอบ ดังแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 สิ่งที่คุณต้องตอบแบบสอบถามเพิ่มเติมเพื่อให้เครื่องมือดับไฟป่ามีประสิทธิภาพในการทำงาน

ข้อเสนอแนะ	จำนวนคำตอบ
ต้องการยานพาหนะสภาพดี	22
อุปกรณ์ที่ดีมีคุณภาพสูง ทนสม้ย	5
เครื่องมืออยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน	4
รองเท้ากันร้อน ที่กันน้ำ กันควัน และไฟฉายคาดหัว	3
ชุดสนาม อุปกรณ์เครื่องยังชีพ	3
เครื่องทุ่นแรง	2
เดินขึ้นลงทางลาดชันได้ง่าย มั่นคง และปลอดภัย	2
อุปกรณ์สื่อสารเช่น วิทยุ GPS. และอุปกรณ์ในการดับเพลิงข้างถนน เช่น สายยางส่งน้ำดับเพลิง	2
ต้องการความแข็งแรง เหมาะสมกับพื้นที่	1
ต้องการงบประมาณในการออกดับไฟป่าในพื้นที่	1
ขนาดกะทัดรัด	1
รองเท้าเดินป่าแบบเบา	1

## 4.2 ผลการพัฒนาและประเมินการออกแบบเครื่องมือดับไฟป่า

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือดับไฟป่า การปฏิบัติงานดับไฟป่า และสภาพภูมิประเทศในการทำงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในหัวข้อ 4.1 ผู้วิจัยได้แบ่งผลการพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่านี้ออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

### 4.2.1 แนวทางในการพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าในภาคเหนือของประเทศไทย (Design Guideline)

ผู้วิจัยนำผลการสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการ จากเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยในข้อ 4.1 เชื่อมโยงสู่ขั้นตอนการสร้างลำดับขั้นเพื่อการเข้าถึงการออกแบบ (Hierarchical Approach to Design) ดังในรูปที่ 4.1 เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าในภาคเหนือของประเทศไทยดังแสดงในตารางที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การสร้างลำดับขั้นเพื่อการเข้าถึงการออกแบบ (Hierarchical Approach to Design)

## สถานการณ์การใช้งานโดยปกติ (Generalized Scenario)

ช่วงการเดินทางเข้า-ออก จุดเกิดไฟฟ้าเป็นช่วงที่ต้องใช้ความแข็งแรงในการเดิน ทั้งที่สภาพเส้นทางมีความยากลำบาก ระยะทางไกล และต้องพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าเป็นเวลานานจึงก่อให้เกิดความเหนื่อยล้าต่อตัวเจ้าหน้าที่เป็นอย่างมาก



## วัตถุประสงค์ที่ 1 (Objectives 1)

ความต้องการของผู้ใช้ (Customer Needs)

ความสามารถของผลิตภัณฑ์ (Capability)



## วัตถุประสงค์ที่ 2 (Objectives 2)

ความต้องการของผู้ใช้ (Customer Needs)

ความสามารถของผลิตภัณฑ์ (Capability)



## วัตถุประสงค์ที่ 3 (Objectives 3)

ความต้องการของผู้ใช้ (Customer Needs)

ความสามารถของผลิตภัณฑ์ (Capability)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
รูปที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ลำดับขั้นเพื่อการเข้าถึงการออกแบบ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต  
วาดโดย: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์ เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

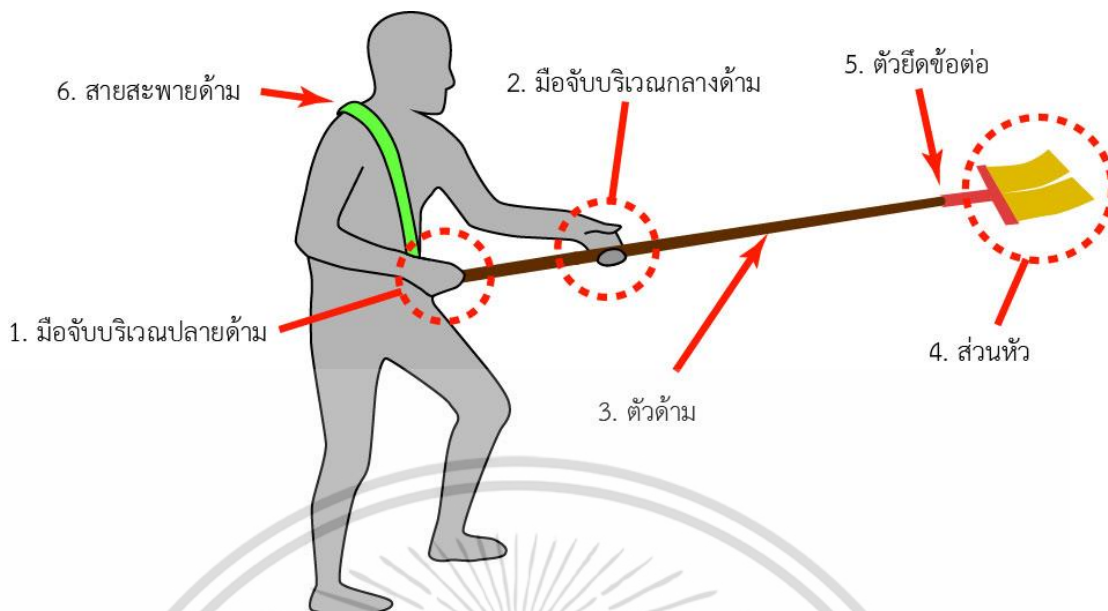
ผู้วิจัยสรุปการวิเคราะห์ลำดับขั้นเพื่อการเข้าถึงการออกแบบและความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า 3 อันดับแรกเพื่อสร้างเป็นข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ใน 3 ด้าน คือด้านรูปลักษณะ ด้านคุณสมบัติ และด้านการใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ของเครื่องมือดับไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทย

	ข้อกำหนดผลิตภัณฑ์
ด้านรูปลักษณะ	ความยาวของด้ามขณะพกพา 1-1.5 เมตร
	ความยาวของด้ามขณะใช้งาน 1.5-2 เมตร
	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมือจับ 3-4 ซม. ตามหลักการยศาสตร์
	ส่วนหัวของเครื่องมือมีสีสดมองเห็นได้ง่าย นั่นคือ สีแดง สีส้ม หรือสีเหลือง
ด้านคุณสมบัติ	น้ำหนักน้อยกว่า 1 กิโลกรัม หรือไม่เกิน 2 กิโลกรัม
	บริเวณข้อต่อระหว่างส่วนหัวและด้าม รวมไปถึงบริเวณกลางด้ามจับมีความแข็งแรงมากเป็นพิเศษ
	เครื่องมือมีความแข็งแรง
	เครื่องมือมีความทนทานต่อการถูก มอด/แมลง/สัตว์ ทะแะกิน และทนต่อการถูกไฟไหม้
	เครื่องมือลดอาการปวดเมื่อยจากการพกพาและใช้งาน โดยเฉพาะบริเวณ เข่า มือ แขน และหลัง
ด้านการใช้งาน	ลดพื้นที่ในการขนย้ายขณะเดินทางด้วยยานพาหนะ
	พกพาเครื่องมือด้วยการสะพายหลัง และการถือ
	ดับไฟได้เร็วขึ้น
	ปรับเปลี่ยนการทำงานได้ เช่น การเปลี่ยนส่วนหัวของเครื่องมือได้ เพื่อให้สามารถใช้งานได้หลายรูปแบบเป็นต้น
	ใช้งานง่าย
	เหมาะกับการเดินเท้าระยะทางไกลอย่างเร่งรีบ ในพื้นที่ลาดชัน และรกทึบ เป็นเวลานาน

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบ และการใช้งานเครื่องมือดับไฟฟ้า ผู้วิจัยจึงกำหนดแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้าคือ ที่ดับไฟ ครอบไฟฟ้า และคราด โดยแยกตามส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องมือดับไฟฟ้าทั้ง 6 ชิ้นส่วน คือ 1. มือจับบริเวณปลายด้าม 2. มือจับบริเวณกลางด้าม 3. ตัวด้าม 4. ส่วนหัว 5. ตัวยึดข้อต่อ และ 6. สายสะพายด้าม ดังแสดงในรูปที่ 4.2 เครื่องมือดับไฟฟ้าแต่ละชิ้นส่วนมีเป้าหมายในการออกแบบที่แตกต่างกันออกไปดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องมือดับไฟป่าทั้ง 6 ชิ้น

วาดโดย: ปริญญาณ ศักดิ์สิทธิ์

#### 4.2.1.1 มือจับบริเวณปลายด้าม

- พกพาได้สะดวก หมายถึงการจับได้กระชับและถนัดมือ
- ลดความเมื่อยล้า หมายถึงการลดการใช้ข้อมือ และช่วยลดแรง

กระแทกขณะใช้งานเครื่องมือดับไฟป่า

- ใช้งานง่าย หมายถึงสามารถเข้าใจวิธีการจับได้ง่าย

#### 4.2.1.2 มือจับบริเวณกลางด้าม

- พกพาได้สะดวก หมายถึงการจับได้กระชับ ถนัดมือ ไม่หลุดมือง่าย
- ลดความเมื่อยล้า หมายถึงการลดการใช้ข้อมือ และช่วยลดแรง

กระแทกขณะใช้งานเครื่องมือดับไฟป่า

- ใช้งานง่าย หมายถึงสามารถเข้าใจวิธีการจับได้ง่าย

#### 4.2.1.3 ตัวด้าม

- พกพาได้สะดวก หมายถึงสามารถลดขนาดขณะเดินทาง และมี

น้ำหนักเบา

- มีความแข็งแรง หมายถึงมีโครงสร้างหรือรูปทรงที่เพิ่มความ

แข็งแรง

- ใช้งานง่าย หมายถึงมีจำนวนขั้นตอนในการพกพาหรือการลด

ขนาดน้อย และสามารถเข้าใจขั้นตอนได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.1.4 ส่วนหัว

- มีความแข็งแรง หมายถึงมีโครงสร้างหรือรูปทรงที่เพิ่มความแข็งแรง
- พกพาได้สะดวก หมายถึงการถอดประกอบหรือลดขนาดได้
- ใช้งานง่าย หมายถึงมีจำนวนขั้นตอนน้อยในการถอดประกอบหรือการลดขนาด และสามารถเข้าใจขั้นตอนได้ง่าย

#### 4.2.1.5 ตัวยึดข้อต่อ

- มีความแข็งแรง หมายถึงสามารถจับยึดชิ้นส่วนได้อย่างมั่นคง
- ใช้งานง่าย หมายถึงมีขั้นตอนน้อยในการยึดชิ้นส่วน และสามารถเข้าใจขั้นตอนได้ง่าย

#### 4.2.1.6 สายสะพายด้าม


- ใช้งานง่าย หมายถึงผู้ใช้สามารถปลดเครื่องมือ หรือปรับความกระชับของสายสะพายได้ง่าย
- ลดความเมื่อยล้า หมายถึงการมีความสบายขณะพกพา มีการกระจายน้ำหนักที่ดี

### 4.2.2 แบบร่างและต้นแบบ (Sketch Design and Model)

ผู้วิจัยได้เขียนแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และแสดงภาพแบบร่างของทั้ง 6 ชิ้นส่วนตามที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านวิเคราะห์แต่ละรูปแบบด้วยการประเมินค่า 5 ระดับเพื่อเลือกรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนา โดยการประเมินแบบร่างและต้นแบบของเครื่องมือดับไฟป่าจำนวน 6 ชิ้นส่วนดังที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 4.2.1 มีผลเป็นดังนี้







4.2.2.1 มือจับบริเวณปลายด้าม ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การใช้งานและผลจากแบบสอบถามความต้องการ จนได้รูปแบบของมือจับบริเวณปลายด้ามจำนวน 7 รูปแบบ ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญแสดงในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 รูปแบบและผลการประเมินการออกแบบมือจับบริเวณปลายด้ามครั้งที่ 1

การออกแบบครั้งที่ 1		คะแนน			
ลำดับ	การออกแบบ	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 3	รวม
1		1	1	3	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

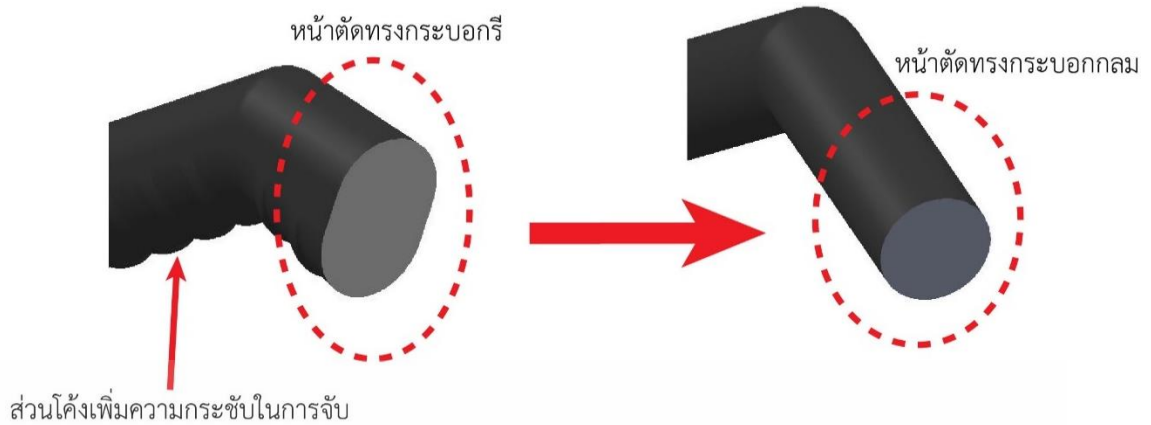
ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

การออกแบบครั้งที่ 1		คะแนน			
ลำดับ	การออกแบบ	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 3	รวม
2		5	2	2	9
3		3	1	1	5
4		2	4	1	7
5		4	2	2	8
6		4	4	2	10
7		1	3	3	7

ผู้วิจัยจึงเลือกพัฒนามือจับบริเวณปลายด้ามของรูปแบบที่ 6 โดยเลือกวัสดุเป็นพลาสติกพอลิโพรพิลีน ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เนื่องจากมีความแข็งแรง นิยมใช้ผลิตเป็นด้ามจับของอุปกรณ์ต่างๆ โดยทั่วไปจึงมีราคาถูก ง่ายในการผลิต สามารถผสมให้เนื้อพลาสติกมีความแข็ง หรืออ่อนได้ตามต้องการ อีกทั้งผู้ศึกษามีคำแนะนำเพิ่มเติมดังนี้

1) ปรับรูปทรงของมือจับจากทรงกระบอกรีให้เป็นทรงกระบอกกลม โดยไม่ต้องมีส่วนโค้งที่เพิ่มความกระชับในการจับ และเพิ่มความยาวให้กับมือจับ เนื่องจากในการใช้งานจริงผู้ใช้งานต้องพลิกแพลงการจับในหลายลักษณะซึ่งต้องเปลี่ยนตำแหน่งการจับอย่างรวดเร็ว ดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 การปรับปรุงทรงของมือจับบริเวณปลายด้าม

วาดโดย: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

2) พิจารณาค้นหาองศาการงอของมือจับที่เหมาะสมที่สุด หรือ ออกแบบให้สามารถปรับองศาการงอได้อย่างอิสระ



รูปที่ 4.4 ภาพแสดงองศาการงอของมือจับ




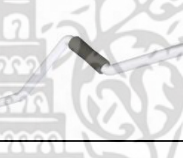

วาดโดย: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

3) ทำพื้นผิวของมือจับให้มีความหยาบ และมีความนิ่มเล็กน้อย เพื่อ ป้องกันการลื่น

4) มีช่องสำหรับเก็บอุปกรณ์เดินป่าที่จำเป็น เช่น ไม้ขีดไฟ เข็ม และ ด้าย เป็นต้น

4.2.2.2 มือจับบริเวณกลางด้าม ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การใช้งานและผลจากแบบสอบถามความต้องการ จนได้รูปแบบของมือจับบริเวณกลางด้ามจำนวน 5 รูปแบบ ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญแสดงในตารางที่ 4.24 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 รูปแบบและผลการประเมินการออกแบบมือจับบริเวณกลางด้ามครั้งที่ 1

การออกแบบครั้งที่ 1		คะแนน			
ลำดับ	การออกแบบ	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 3	รวม
1		4	2	5	11
2		3	3	2	8
3		5	3	2	10
4		4	1	1	6
5		1	4	2	7

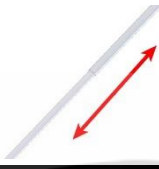


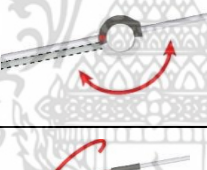
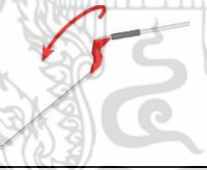



ผู้วิจัยจึงเลือกพัฒนามือจับบริเวณกลางด้ามของรูปแบบที่ 1 โดยเลือกวัสดุเป็นพลาสติกพอลิโพรพิลีน เช่นเดียวกับมือจับบริเวณปลายด้าม ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งผู้เชี่ยวชาญมีคำแนะนำเพิ่มเติมดังนี้

- 1) ควรนำแนวความคิดของการออกแบบในรูปแบบที่ 5 มาร่วมพัฒนา โดยคำนวนหาระดับความสูง และองศาการจับของมือจับที่เหมาะสมที่สุด เพื่อลดภาระการทำงานของข้อมือ
- 2) ออกแบบให้มือจับมีลักษณะทรงกระบอกกลม เพื่อให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำลง และควรทำพื้นผิวของมือจับให้หยาบ และมีความนิ่มเล็กน้อย เพื่อป้องกันการลื่น
- 3) ออกแบบให้มีความน่าสนใจมากขึ้นโดยให้มือจับสามารถเลื่อนปรับตำแหน่งได้

4.2.2.3 ตัวด้าม ผู้วิจัยวิเคราะห์การใช้งานและผลจากแบบสอบถามความต้องการ จนได้รูปแบบของตัวด้ามจำนวน 9 รูปแบบ ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญแสดงในตารางที่ 4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 รูปแบบและผลการประเมินการออกแบบตัวด้ามครั้งที่ 1

การออกแบบครั้งที่ 1		คะแนน				
ลำดับ	การออกแบบ	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 3	รวม	
1	ด้ามตรงยาวธรรมดา	1	3	3	7	
2	ยัด-หด ในแนวแกน เดียวกัน		4	4	5	13
3	เพิ่มความแข็งแรงให้ผิว ด้าม		4*	4	5	9
4	ยัด-หด ต่าง แนวแกน		5	4	2	11
5	ใช้การพับตามแนวด้าม		4	1	2	7
6	ใช้การบิดทางด้านข้าง		3	3	1	7
7	ลดแรงสะท้อนที่ ส่งผ่านด้าม		3	2	1	6
8	ถอดประกอบเพื่อสลายหลัง		2	2	4	8
9	ถอดประกอบเป็น ชิ้นเล็กเพื่อพก ในกระเป๋า		1	1	4	6

หมายเหตุ \* หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญคิดเห็นว่าเป็นเพียงรายละเอียดของการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยจึงเลือกพัฒนาด้ามจับของรูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 4 เนื่องจากมีความแข็งแรง และง่ายในการใช้งานและการผลิต โดยเลือกวัสดุเป็นอลูมิเนียม 6061 T6 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งผู้เชี่ยวชาญมีคำแนะนำเพิ่มเติมดังนี้

1) ควรออกแบบให้มีความแข็งแรงมากที่สุด เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้งานในกรณีฉุกเฉิน เช่นการทำให้เป็นเปลสนามสำหรับขนย้ายคนบาดเจ็บ หรือใช้พยุงตัวในการเดินทาง



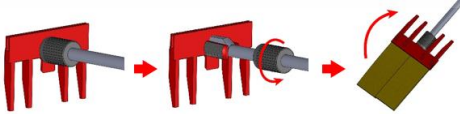
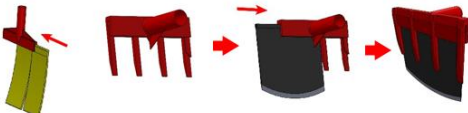
2) ควรใช้แนวความคิดของการออกแบบในรูปแบบที่ 2 เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับตัวด้ามจับ ด้วยการเพิ่มความแข็งแรงที่ผิวของตัวด้ามจับ

3) ควรกำหนดท่าทางการจับ การใช้งานเครื่องมือที่เหมาะสม ทั้งขณะเดินเท้า และขณะใช้งาน เพื่อให้ได้องศาการจับเครื่องมือดับไฟป่าที่เหมาะสม

4) สามารถนำตัวด้ามไปต่อกับด้ามของเพื่อนร่วมงานได้เพื่อใช้งานในกรณีที่ต้องการด้ามที่ยาวมากขึ้น




4.2.2.4 ส่วนหัว ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การใช้งานและผลจากแบบสอบถามความต้องการ จนได้รูปแบบของส่วนหัวของเครื่องมือดับไฟป่าจำนวน 7 รูปแบบ ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญแสดงในตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 รูปแบบและผลการประเมินการออกแบบส่วนหัวครั้งที่ 1

การออกแบบครั้งที่ 1		คะแนน			
ลำดับ	การออกแบบ	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 3	รวม
1	ใช้หัวเดิมแต่ถอดประกอบได้ 	4	2	3	9
2	เพิ่มความแข็งแรงให้หัวเดิม 	4*	4	3	7
3	เปลี่ยนรูปร่างการใช้งานได้ และยึดด้วยเกลียวหมุน 	3	3	4	10
4	ใช้การสอดเพื่อถอดประกอบส่วนหัว 	2	2	4	8

หมายเหตุ \* หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญคิดเห็นว่าเป็นเพียงรายละเอียดของการออกแบบ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการแข่งขันในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

การออกแบบครั้งที่ 1		คะแนน			
ลำดับ	การออกแบบ	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 3	รวม
5	เก็บส่วนหัวในกระบอก 	2	1	5	8
6	พับเก็บได้แบบพับจิ้น 	2	1	5	8
7	ถอดประกอบโดยมีหัวยึด และยึดด้วยเกลียวหมุน 	4	2	5	11

หมายเหตุ \* หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญคิดเห็นว่าเป็นเพียงรายละเอียดของการออกแบบ

ผู้วิจัยจึงเลือกพัฒนาส่วนหัวของรูปแบบที่ 7 โดยเลือกใช้วัสดุเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เนื่องจากเหล็กชนิดนี้มีทั้งความแข็ง และความเหนียว จึงมีความแข็งแรงสูง และนิยมใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรมจึงมีราคาถูก อีกทั้งผู้เชี่ยวชาญมีคำแนะนำเพิ่มเติมดังนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมได้แนะนำให้ใช้วัสดุเป็นเหล็กกล้า AISI 1045 (เหล็กหัวแดง) เนื่องจากมีความแข็งแรงสูง มีราคาถูก และถูกนำมาใช้ในการผลิตเครื่องมือทางการเกษตรอย่างแพร่หลาย

2) การยึดด้วยเกลียวหมุนแม้จะมีความแข็งแรง แต่ต้องใช้เวลาในการยึดค่อนข้างมาก ควรปรับใช้วิธีการยึดรูปแบบอื่นที่ใช้เวลาน้อยกว่า

3) การเสริมความแข็งแรงต้องทำเฉพาะในตำแหน่งที่จำเป็นเท่านั้น เพื่อไม่ให้ส่วนหัวของเครื่องมือดับไฟปามีน้ำหนักมากเกินไป

4.2.2.5 ตัวยึดข้อต่อ ผู้วิจัยวิเคราะห์การใช้งานและผลจากแบบสอบถามความต้องการ จนได้รูปแบบของตัวยึดข้อต่อจำนวน 5 รูปแบบ ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญแสดงในตารางที่ 4.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 รูปแบบและผลการประเมินการเลือกใช้ตัวยึดข้อต่อครั้งที่ 1

การออกแบบครั้งที่ 1		คะแนน			
ลำดับ	การออกแบบ	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 3	รวม
1	ยึดด้วยห่วงรัดท่อ 	5	2	4	11
2	ยึดด้วยห่วงรัดท่อ 	1	1	1	3
3	ยึดด้วยห่วงรัดท่อ 	1	1	1	3
4	ยึดท่อเกลียว 	2	3	4	9
5	ยึดด้วยปั๊มยึด 	4	1	2	7
6	ยึดด้วยระบบการหมุนท่อ 	4	2	4	10

ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ตัวยึดข้อต่อในรูปแบบที่ 1 โดยเลือกวัสดุเป็นอลูมิเนียม ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งผู้เชี่ยวชาญมีคำแนะนำเพิ่มเติมดังนี้












1) การยึดหดตัวด้วยวิธีการในรูปแบบที่ 6 มีความน่าสนใจแต่เนื่องจากวัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นพลาสติก จึงไม่เหมาะสมกับการใช้ในการดับไฟฟ้า

2) ตัวยึดข้อต่อในรูปแบบที่ 1 มีความน่าสนใจมาก สามารถใช้งานได้หลากหลาย แต่มีราคาแพง จึงควรเลือกใช้เท่าที่จะเป็น

4.2.2.6 สายสะพานด้าม ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การใช้งานและผลจากแบบสอบถามความต้องการ จนได้รูปแบบของสายสะพานด้ามจำนวน 12 รูปแบบ ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญแสดงในตารางที่ 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 รูปแบบและผลการประเมินการออกแบบสายสะพายด้ามครั้งที่ 1

การออกแบบครั้งที่ 1		คะแนน			
ลำดับ	การออกแบบ	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่ 3	รวม
1	ไม่ใช่สายสะพาย	4	3	4	11
2	สายสะพายเปล่า 	4	4	3	11
3	รองสายสะพาย ด้วย EVA 	2	2	5	9
4	รองสายสะพาย ด้วย EVA เจาะรู 	2	2	5	9
5	รองสายสะพาย ด้วยผ้าหนา 	5	2	4	11
6	รองสายสะพาย ด้วยหนังเทียม 	3	2	3	8
7	รองสายสะพาย ด้วยฟองน้ำอัดเป็นปล้อง 	3	2	5	10
8	รองสายสะพาย ด้วยยางกันกระแทก 	2	2	5	9
9	หัวธรรมดา ปลายสามเหลี่ยม 	3	3	3	9
10	หัวแบบสนแนปลิงค์ 	5	3	5	13
11	หัวธรรมดาปลายโค้ง 	3	3	3	9
12	หัวที่ส่วนปลายสามารถ ถอด-ยึด ได้อย่างง่าย 	4	3	3	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้าได้ให้ความคิดเห็นว่า หากตัวด้ามมีความแข็งแรงมากพอ การมีสายสะพายด้ามจะช่วยให้สามารถประยุกต์ใช้งานร่วมกับตัวด้ามในการทำเป็นเปลสนามแต่หากความแข็งแรงของตัวด้ามไม่มากพอ การมีสายสะพายจะไม่มีควมจำเป็น ผู้วิจัยจึงเลือกพัฒนาสายสะพายด้ามของรูปแบบที่ 2 โดยเลือกวัสดุเป็นสายผ้าฝ้ายเนื่องจากติดไฟได้ยาก ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งผู้เชี่ยวชาญมีคำแนะนำเพิ่มเติมดังนี้

1) การใช้หัวของสายสะพายแบบสแนปลิงค์ ในรูปแบบที่ 10 ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเลือกที่จะใช้หรือไม่ใช้สายสะพายด้ามได้

2) การใช้สายสะพายที่เป็นผ้าฝ้ายนั้นมีความนุ่มอยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องมีที่รองบ่าเพิ่มเติม

ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลการประเมินการออกแบบครั้งที่ 1 และปรับปรุงรูปแบบของชิ้นส่วนทั้ง 6 ชิ้น แล้วสร้างแบบจำลองเครื่องมือดับไฟฟ้าด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำนวน 4 รูปแบบ ดังแสดงในภาคผนวก ง. พร้อมทั้งให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านประเมินแต่ละรูปแบบด้วยการประเมินค่า 5 ระดับเพื่อการปรับปรุง และเลือกรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาต่อไป โดยผลการประเมินทำให้ได้รูปแบบที่เหมาะสมทั้งสิ้น 3 รูปแบบคือ รูปแบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยรวม 3.18 คะแนน รูปแบบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยรวม 3.09 คะแนน รูปแบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยรวม 3.07 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 ผลการประเมินการออกแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าครั้งที่ 2

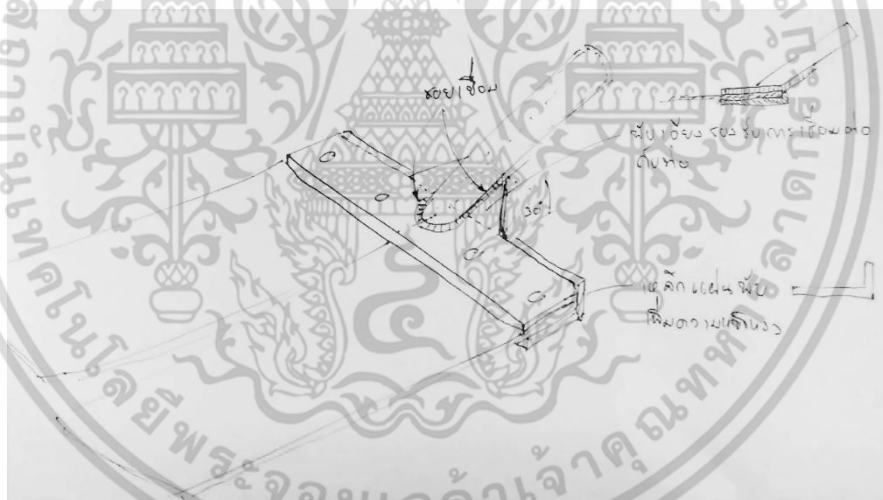
	รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย			
		รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4
ด้านการใช้งาน	1. ความเหมาะสมกับการพกพาในพื้นที่ลาดชัน	4.00	3.33	4.67	3.67
	2. ความหลากหลายของหน้าที่การทำงาน	2.33	2.33	2.33	2.33
	3. ความแข็งแรง	2.78	2.11	2.67	2.67
	4. ขนาดโดยรวม (ความกว้าง/ยาว/สูง)	4.33	3.67	4.67	4.33
	5. ความเหมาะสมของลักษณะมือจับ	3.67	3.33	3.33	3.33
	6. ขั้นตอนการใช้งานไม่ยุ่งยาก	4.00	3.33	4.00	3.67
	7. ความเหมาะสมกับขนาดร่างกายของผู้ใช้	2.67	2.33	2.67	2.33
	8. การลดความเมื่อยล้าในการใช้งาน	2.00	2.67	2.00	2.67
	9. ความง่ายในการซ่อมบำรุง	4.33	3.67	4.33	4.00
ด้านรูปลักษณ์	1. ความสวยงาม	2.00	2.33	2.33	2.33
	2. ความเหมาะสมของสี	2.33	2.67	2.67	2.67
	3. ความน่าใช้งาน	2.00	2.33	2.33	1.67
	4. สื่อถึงความแข็งแรงทนทาน	4.00	4.33	4.00	4.00
	5. ความแปลกใหม่	2.67	2.67	2.67	3.67
	6. ความทันสมัย	3.00	2.67	3.00	3.00
	ค่าเฉลี่ยรวมของแต่ละรูปแบบ	3.07	2.92	3.18	3.09
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.89	0.65	0.92	0.78

ผู้เชี่ยวชาญมีคำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงก่อนการนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิดังนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบมีคำแนะนำให้เพิ่มรายละเอียดของมือจับในด้าน สี สัน รูปทรง หรือพื้นผิว ให้สามารถบ่งบอกถึงบริเวณที่ผู้ใช้งานควรจับขณะใช้งาน และควรมีการเลือกสีสันของแต่ละชิ้นส่วนที่สร้างความน่าใช้งาน

2) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมมีคำแนะนำให้เพิ่มความแข็งแรงให้กับบริเวณรอยต่อที่ท่อมีการซ้อนกันซึ่งถือเป็นจุดอ่อนที่จะเกิดความเสียหายได้ง่ายกว่าจุดอื่น โดยเฉพาะการใช้งานแบบซ้ำ ซึ่งทำให้เกิดความล้า (fatigue) ในชิ้นส่วน ซึ่งส่งผลให้อายุการใช้งานของชิ้นส่วนลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงควรออกแบบความหนาของชิ้นงานโดยคำนวณจำนวนรอบการใช้งานที่ปลอดภัยจากความล้า ที่เหมาะสมกับอายุการใช้งานของเครื่องมือดับไฟป่า

3) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมมีคำแนะนำให้เพิ่มความแข็งแรงบริเวณรอยเชื่อมของส่วนหัวเครื่องมือดับไฟป่า ซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากจากโมเมนต์ดัด (bending moment) และแรงกระแทก เนื่องจากความยาวของรอยเชื่อมที่รับโมเมนต์ดัดมีน้อย โดยอาจเพิ่มความแข็งแรงด้วยการพับโลหะแผ่นเพื่อสร้างรอยเชื่อมในแนวความยาวของท่อดังรูปที่ 4.5 และการผลิตควรเลือกใช้แผ่นเหล็กที่มีความหนา 2 มิลลิเมตร ขึ้นไป



รูปที่ 4.5 ภาพลักษณะการเพิ่มความแข็งแรงให้กับรอยเชื่อม

4) ผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้ามีคำแนะนำให้ลดความยาวของตัวด้ามจับเนื่องจากโดยทั่วไปผู้ใช้งานจะใช้ตามที่มีความยาวใกล้เคียงกับความสูงจากพื้นถึงหัวไหล่ของผู้ใช้งาน ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ที่ประมาณ 150-160 เซนติเมตร การลดความยาวของด้ามลงอีกจะช่วยให้ขนาดและน้ำหนักโดยรวมของเครื่องมือดับไฟป่าลดลง

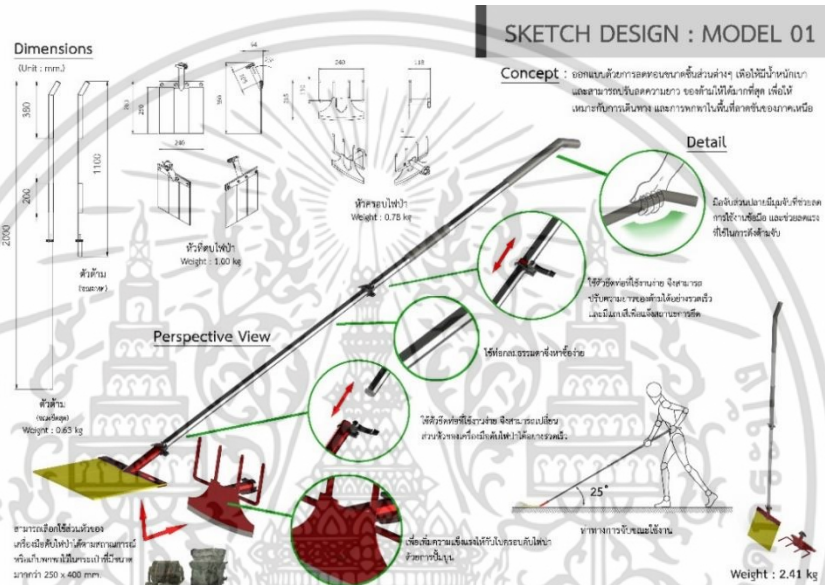
5) ผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้ามีคำแนะนำให้ทดลองเพิ่มหน้าที่การทำงานที่น่าสนใจ เช่น การมีช่องเก็บของ หรือออกแบบให้ส่วนด้ามสามารถนำมาต่อกันได้เพื่อดัดแปลงให้เป็นเปลสนามสำหรับหามผู้บาดเจ็บออกจากพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

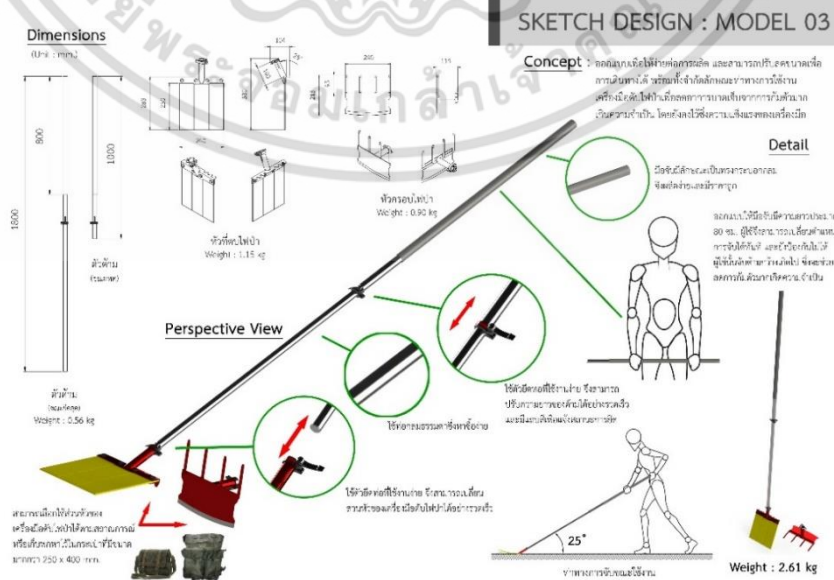
4.2.3 ผลการประเมินการออกแบบและประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟป่าโดย

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยปรับปรุงรูปแบบที่ 1 3 และ 4 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งผลิตเป็นตัวอย่างเครื่องมือดับไฟป่าที่ใช้งานได้จริงตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังแสดงในรูปที่ 4.6 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ เพื่อนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านพิจารณาเลือกเพื่อสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบด้วยการประเมินค่า 5 ระดับ โดยผลการประเมินแบบร่างและต้นแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ รูปแบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยรวม 3.91 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4.30



รูปที่ 4.6 ภาพเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 1 วาดโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์



รูปที่ 4.7 ภาพเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 3 วาดโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะภายในหน่วยงานเท่านั้น ไม่ควรนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้นิเทศการดำเนินการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และข้อมูลข้างต้นของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

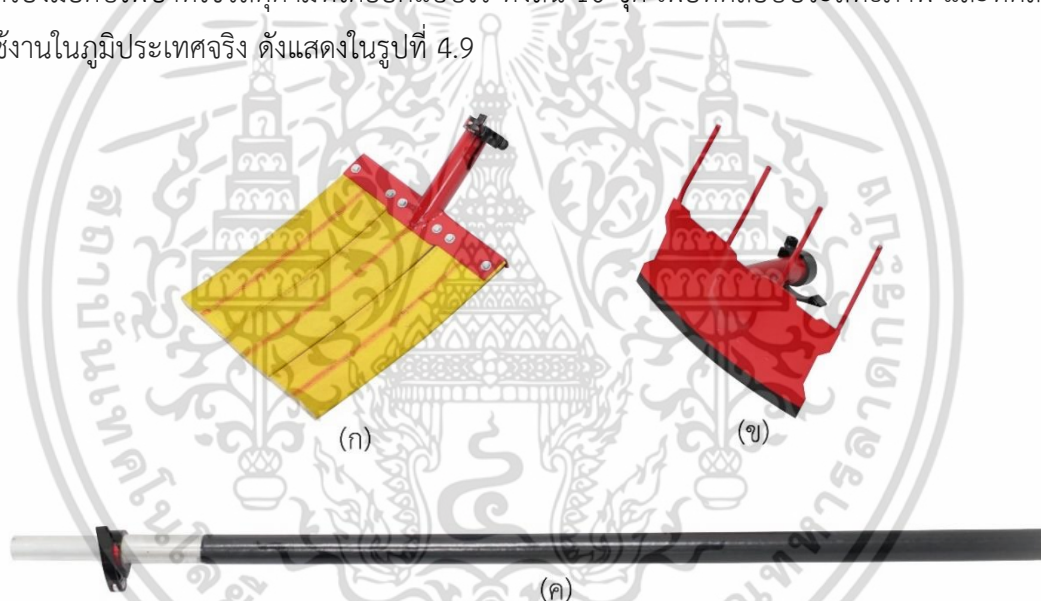


ผู้ทรงคุณวุฒิมีคำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงก่อนนำไปผลิตดังนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบมีคำแนะนำให้เพิ่มรายละเอียดของมือจับในด้าน สี สัน รูปทรง หรือพื้นผิว ให้สามารถบ่งบอกถึงบริเวณที่ผู้ใช้งานควรจับขณะใช้งาน และควรมีการเลือกสีสันของแต่ละชิ้นส่วนที่สร้างความน่าใช้งาน

2) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมมีคำแนะนำให้เพิ่มความแข็งแรงให้กับบริเวณรอยต่อที่ท่อนมีการซ้อนกันซึ่งถือเป็นจุดอ่อนที่จะเกิดความเสียหายได้ง่ายกว่าจุดอื่น โดยเฉพาะการใช้งานแบบซ้ำ ซึ่งทำให้เกิดความล้า (fatigue) ในชิ้นส่วน ซึ่งส่งผลให้อายุการใช้งานของชิ้นส่วนลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงควรออกแบบความหนาของชิ้นงานโดยคำนวณจำนวนรอบการใช้งานที่ปลอดภัยจากความล้า และเหมาะสมกับอายุการใช้งานของเครื่องมือดับไฟป่า

ผู้วิจัยนำรูปแบบที่ 3 มาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ พร้อมทั้งผลิตเป็นต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าที่ใช้วัสดุตามที่ได้ออกแบบไว้ ทั้งสิ้น 10 ชุด เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ และทดลองใช้งานในภูมิประเทศจริง ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ผลิตภัณฑต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าที่ปรับปรุงจากรูปแบบที่ 3 ประกอบด้วย

(ก) ส่วนหัวของที่ดับไฟ (ข) ส่วนหัวของครอบไฟป่า และ (ค) ตัวด้าม

รูปถ่ายโดย: ปภิญญาณ ศักดิ์สิทธิ์

### 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟป่า

ผู้วิจัยทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟป่า โดยการชั่งน้ำหนัก วัดขนาด ทดสอบความแข็งแรงตามลักษณะการใช้งานจริงในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังดังแสดงในรูปที่ 4.10 และทดสอบจับเวลาในสภาพภูมิประเทศที่มีการปฏิบัติงานจริง ที่สถานีควบคุมไฟป่าจังหวัดเชียงรายดังแสดงในรูปที่ 4.11 ด้วย

แบบบันทึกการทดสอบประสิทธิภาพ จึงจำแนกผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนดังนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 การวัดค่าทางกายภาพของเครื่องมือดับไฟป่า (ก) การชั่งน้ำหนักเครื่องมือดับไฟป่า (ข) การวัดความยาวจากปลายส่วนหัวจนถึงปลายด้ามเครื่องมือดับไฟป่า (ค) การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกลางภายนอกของด้ามเครื่องมือดับไฟป่า และ (ง) การทดสอบการงอด้ามเครื่องมือดับไฟป่า

รูปถ่ายโดย: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์



รูปที่ 4.11 การทดสอบจับเวลาการเดินทางในสภาพภูมิประเทศจริง (ก) การเดินเท้าในเส้นทางราบระยะทาง 1 กิโลเมตร และ (ข) การเดินเท้าในเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15% (8.53 องศา) ระยะทาง 1.3 กิโลเมตร

รูปถ่ายโดย: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

#### 4.3.1 ส่วนที่ 1 ผลการทดสอบเครื่องมือดับไฟป่าในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องมือทดสอบทางวิศวกรรมแล้วบันทึกค่าที่วัดได้

ผู้วิจัยชั่งน้ำหนักเครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิมเปรียบเทียบกับเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่าเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นอันประกอบด้วย ส่วนหัวของกรอบไฟป่า ส่วนหัวของที่ตบไฟ และตัวด้าม มีน้ำหนักเฉลี่ยรวมเป็น 2.32 กิโลกรัม ซึ่งเบากว่าเครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิมอันประกอบด้วยที่ตบไฟ (มีด้ามในตัว) และกรอบไฟป่า (มีด้ามในตัว) ที่มีน้ำหนักเฉลี่ยรวมเป็น 3.73 กิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 4.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.31 ผลการชั่งน้ำหนักเครื่องมือดับไฟฟ้า

เครื่องมือดับไฟฟ้า	น้ำหนักเฉลี่ย (กิโลกรัม)	
	เครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิม	เครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
ที่ดับไฟ	2.07	0.99
ครอบไฟฟ้า	1.67	0.71
ด้าม	-	0.62
รวม (ที่ดับไฟ และ ครอบไฟฟ้า)	3.73	2.32
คราด	0.95	-

ผู้วิจัยวัดความยาวจากปลายส่วนหัวจนถึงปลายด้ามเครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิมเปรียบเทียบกับเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่าที่ดับไฟที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (ขณะหกด้าม) มีความยาวเฉลี่ย 128.67 เซนติเมตร ซึ่งสั้นกว่าที่ดับไฟแบบเดิมที่มีความยาวเฉลี่ย 184.83 เซนติเมตร และครอบไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (ขณะหกด้าม) มีความยาวเฉลี่ย 102.50 เซนติเมตร ซึ่งสั้นกว่าที่ดับไฟแบบเดิมที่มีความยาวเฉลี่ย 122.17 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.32

ตารางที่ 4.32 ผลการวัดความยาวจากปลายส่วนหัวจนถึงปลายด้ามเครื่องมือดับไฟฟ้า

เครื่องมือดับไฟฟ้า	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)	
	เครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิม	เครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
ที่ดับไฟ	184.83	128.67
ครอบไฟฟ้า	122.17	102.50
คราด	122.67	-

ผู้วิจัยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของด้ามเครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิมเปรียบเทียบกับเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่าด้ามที่ดับไฟที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย 3.02 เซนติเมตร ซึ่งเล็กกว่าด้ามที่ดับไฟแบบเดิมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย 3.23 เซนติเมตร และด้ามครอบไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย 3.02 เซนติเมตร ซึ่งเล็กกว่าด้ามครอบไฟฟ้าแบบเดิมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย 3.63 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.33 ผลการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของด้ามเครื่องมือดับไฟฟ้า

เครื่องมือดับไฟฟ้า	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (เซนติเมตร)	
	เครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิม	เครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
ที่ดับไฟ	3.23	3.02
ครอบไฟฟ้า	3.63	3.02
คราด	2.57	-

ผู้วิจัยทดสอบการงอด้ามเครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิม เปรียบเทียบกับเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่าด้ามเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นซึ่งผลิตจากอลูมิเนียมสามารถรับแรงกดได้เฉลี่ย 2,839.33 นิวตัน และที่บริเวณข้อต่อของด้ามสามารถรับแรงกดได้เฉลี่ย 3,545.67 นิวตัน ซึ่งมากกว่าด้ามเครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิมที่สามารถรับแรงกดได้เฉลี่ย 2,444.33 นิวตัน ดังแสดงในตารางที่ 4.34

ตารางที่ 4.34 ผลการทดสอบการงอด้ามเครื่องมือดับไฟป่า

เครื่องมือดับไฟป่า	แรงกดเฉลี่ย (นิวตัน)	
	เครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิม	เครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
ด้ามไม้ไผ่	2,444.33	-
ด้ามอลูมิเนียม	-	2,839.33
ด้ามอลูมิเนียม (บริเวณข้อต่อ)	-	3,545.67



รูปที่ 4.12 การเตรียมการก่อนทดสอบจับเวลาการเดินทางในสภาพภูมิประเทศจริง

- (ก) กลุ่มที่ 1 จำนวน 5 คน (กลุ่มควบคุม) ให้พกพาเครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิม
- (ข) กลุ่มที่ 2 จำนวน 5 คน (กลุ่มทดลอง) ให้พกพาเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
- (ค) การพกพาส่วนหัวของที่ดับไฟไว้ในกระเป๋าสะพายหลัง

รูปถ่ายโดย: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

#### 4.3.2 ส่วนที่ 2 ผลการจับเวลาเดินทางและพกพาเครื่องมือดับไฟป่าในภูมิประเทศจริง

ผู้วิจัยสุ่มเลือกเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าภายในสถานีควบคุมไฟป่าจังหวัดเชียงราย ทั้งสิ้น 10 คน แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังแสดงในรูปที่ 4.12 โดยกลุ่มที่ 1 จำนวน 5 คน (กลุ่มควบคุม) ให้พกพาเครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิมคนละ 1 ชิ้น และกลุ่มที่ 2 จำนวน 5 คน (กลุ่มทดลอง) ให้พกพาเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นคนละ 1 ชุด (ประกอบด้วย ส่วนหัวของที่ดับไฟ ส่วนหัวของครอบไฟป่า และตัวด้าม) ในเส้นทางเดินทางเท้าปกติที่มีลักษณะเป็นทางราบคือมีความชันน้อยกว่า

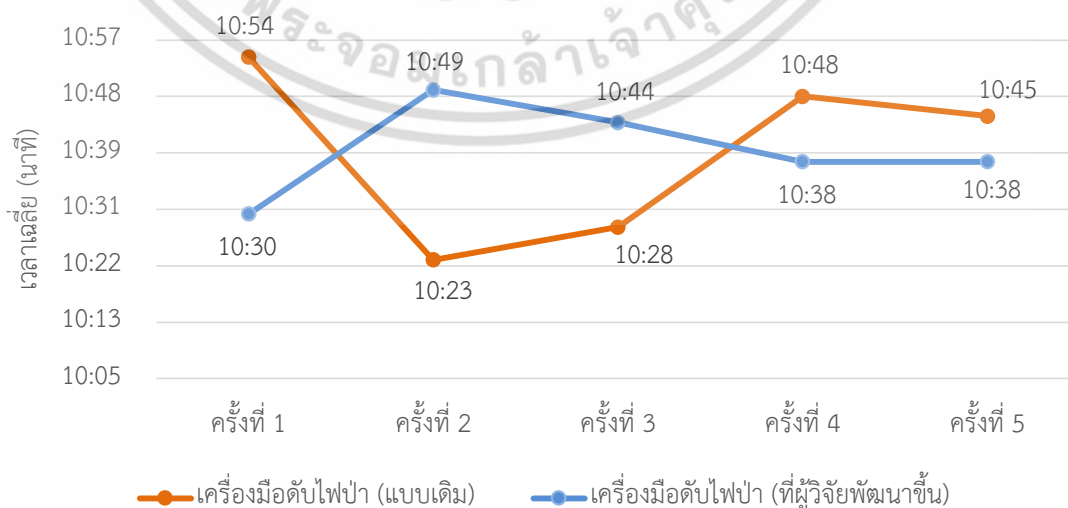
15% เป็นระยะทาง 1 กิโลเมตร แล้วจับเวลา พบว่าทั้ง 2 กลุ่มใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ย 10.40 นาที ซึ่งน้อยกว่าการเดินเท้าปกติ 10 นาที อย่างไรก็ตาม การเดินทางครั้งนี้เป็นการนำไฟป่าไปใช้

นาที่ เท่ากัน แต่กลุ่มที่ 2 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.07 นาที ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มที่ 1 ที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.13 นาที จึงสามารถสรุปได้ว่า การพกพาเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจำนวนคนละ 1 ชุดในเส้นทางเดินเท้าที่เป็นทางราบ ไม่ส่งผลให้การเดินเท้าช้าลง แต่กลับช่วยให้การเดินเท้ามีเสถียรภาพมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.35 และรูปที่ 4.13

ตารางที่ 4.35 ผลการจับเวลาการเดินเท้าในเส้นทางราบระยะทาง 1 กิโลเมตร

	ครั้งที่	เวลา (หน่วย : นาที)					ค่าเฉลี่ย	S.D.
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
เครื่องมือดับไฟป่า แบบเดิม (กลุ่มที่ 1)	1	08.11	11.50	11.27	11.07	11.54	10.54	01.33
	2	08.34	10.07	10.39	11.29	11.04	10.23	01.08
	3	08.24	10.24	10.40	11.44	11.10	10.28	01.16
	4	08.18	11.28	11.04	11.56	11.16	10.48	01.26
	5	08.30	11.16	10.50	11.30	11.40	10.45	01.18
	ค่าเฉลี่ยรวม						10.40	
	S.D. ของค่าเฉลี่ย						00.13	
เครื่องมือดับไฟป่า ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (กลุ่มที่ 2)	1	12.02	10.40	10.24	09.24	09.58	10.30	00.59
	2	11.22	10.46	11.34	10.58	09.26	10.49	00.50
	3	11.40	10.42	10.50	11.00	09.28	10.44	00.48
	4	11.46	10.50	11.04	09.36	09.54	10.38	00.53
	5	11.36	10.36	11.20	09.54	09.44	10.38	00.50
	ค่าเฉลี่ยรวม						10.40	
	S.D. ของค่าเฉลี่ย						00.07	

เวลาเฉลี่ยของการเดินเท้าในเส้นทางราบระยะทาง 1 กิโลเมตร



รูปที่ 4.13 แผนภาพแสดงเวลาเฉลี่ยของการเดินเท้าในเส้นทางราบระยะทาง 1 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
วาดโดย: ปวิญญาณ์ ศักดิ์สิทธิ์  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

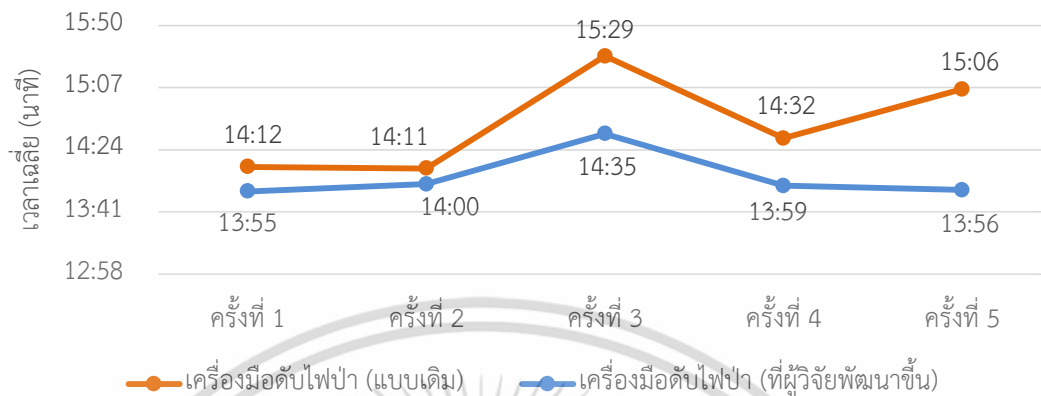
ผู้วิจัยให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าภายในสถานีควบคุมไฟฟ้าจังหวัดเชียงรายที่แบ่งไว้เป็น 2 กลุ่มในข้างต้น ทดลองเดินเท้าในเส้นทางเดินป่าตามแนวกันไฟซึ่งมีลักษณะเป็นทางลาดชัน สลับลงตามลักษณะภูมิประเทศคือมีความชันมากกว่า 15% เป็นระยะทาง 1.3 กิโลเมตร แล้วจับเวลาพบว่ากลุ่มที่ 2 ใช้เวลาในการเดินเท้าเฉลี่ย 14.05 นาที และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.17 นาที ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มที่ 1 ที่ใช้เวลาในการเดินเท้าเฉลี่ย 14.42 นาที และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.34 นาที จึงสามารถสรุปได้ว่า การพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจำนวนคนละ 1 ชุดในเส้นทางเดินเท้าที่มีความลาดชันสามารถช่วยลดเวลาในการเดินเท้าลงได้ประมาณ 37 วินาทีต่อ 1.3 กิโลเมตร หรือประมาณ 28.5 วินาทีต่อกิโลเมตร และยังช่วยให้การเดินเท้ามีเสถียรภาพมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.36 และรูปที่ 4.14

ตารางที่ 4.36 ผลการจับเวลาการเดินเท้าในเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15% (8.53 องศา)  
ระยะทาง 1.3 กิโลเมตร

	ครั้งที่	เวลา (หน่วย : นาที)					ค่าเฉลี่ย	S.D.
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
เครื่องมือดับไฟฟ้า แบบเดิม (กลุ่มที่ 1)	1	13.16	14.40	14.08	14.04	14.52	14.12	00.37
	2	13.18	14.38	14.01	14.02	14.55	14.11	00.38
	3	14.12	16.12	16.51	14.41	15.28	15.29	01.05
	4	14.25	14.51	14.05	14.32	14.48	14.32	00.19
	5	14.12	15.41	15.12	15.12	15.11	15.06	00.33
	ค่าเฉลี่ยรวม						14.42	
	S.D. ของค่าเฉลี่ย						00.34	
เครื่องมือดับไฟฟ้า ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (กลุ่มที่ 2)	1	14.14	14.38	14.25	13.34	12.44	13.55	00.46
	2	14.05	14.21	14.02	13.51	13.41	14.00	00.15
	3	14.45	15.55	14.38	13.54	13.43	14.35	00.52
	4	14.18	14.42	14.28	13.45	12.40	13.59	00.49
	5	14.21	14.31	14.32	13.22	12.55	13.56	00.45
	ค่าเฉลี่ยรวม						14.05	
	S.D. ของค่าเฉลี่ย						00.17	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาเฉลี่ยของการเดินเท้าในเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15%  
(8.53 องศา) ระยะทาง 1.3 กิโลเมตร



รูปที่ 4.14 แผนภาพแสดงเวลาเฉลี่ยของการเดินเท้าในเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15%  
(8.53 องศา) ระยะทาง 1.3 กิโลเมตร  
วาดโดย: ปริญญาณ ศักดิ์สิทธิ์

#### 4.4 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

4.4.1 ผู้วิจัยทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 คือที่ดับไฟ ครอบไฟป่าและคราดที่ผู้วิจัยพัฒนาสามารถช่วยให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ด้วยการทดสอบที (t-test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการจับเวลาในการเดินเท้าระหว่าง 2 กลุ่ม โดยแสดงผลการทดสอบเป็น 2 ส่วนตามลักษณะเส้นทาง ดังนี้

4.4.1.1 ผลการทดสอบสมมติฐานจากการเดินเท้าในเส้นทางราบระยะทาง 1 กิโลเมตร พบว่า ผลการจับเวลาของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 แสดงว่าเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาไม่สามารถช่วยให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุในเส้นทางที่เป็นทางราบได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลจากการพบกพาเครื่องมือดับไฟป่าในทางราบไม่ได้ส่งผลต่อลักษณะท่าทางการเดินเท้า

ตารางที่ 4.37 ผลการทดสอบทีของการเดินเท้าในเส้นทางราบระยะทาง 1 กิโลเมตร

	จำนวน (ครั้ง)	ค่าเฉลี่ย (นาท)	S.D. (นาท)	t	Sig.
กลุ่มที่ 1	25	10.40	1.14	0.005	0.498
กลุ่มที่ 2	25	10.40	0.48		

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.2 ผลการทดสอบสมมติฐานจากการเดินเท้าในเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15% (8.53 องศา) ระยะทาง 1.3 กิโลเมตร พบว่า ผลการจับเวลาของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 แสดงว่าเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาสามารถช่วยให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยเข้าถึงพื้นที่ที่เกิดเหตุในเส้นทางที่เป็นทางชันได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 เนื่องจากพื้นที่ที่เกิดเหตุไฟป่าส่วนใหญ่เกิดในพื้นที่ที่เป็นที่ลาดชัน เครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจึงส่งผลให้การเดินเท้าเข้าถึงพื้นที่เกิดไฟป่าได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยมากขึ้น

ตารางที่ 4.38 ผลการทดสอบทีของการเดินเท้าในเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15% (8.53 องศา) ระยะทาง 1.3 กิโลเมตร

	จำนวน (ครั้ง)	ค่าเฉลี่ย (นาที)	S.D. (นาที)	t	Sig.
กลุ่มที่ 1	25	14.42	0.48	2.847	0.003
กลุ่มที่ 2	25	14.05	0.42		

4.4.2 ผู้วิจัยทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 คือความสัมพันธ์ของสภาพพื้นที่ลาดชันของป่าภาคเหนือ และวิธีการพกพาคู่มือดับไฟป่ามีผลต่อการกำหนดรูปแบบคู่มือดับไฟป่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างสภาพพื้นที่ลาดชันและวิธีการพกพาคู่มือดับไฟป่ากับรูปแบบคู่มือดับไฟป่าที่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าต้องการ โดยแสดงผลการทดสอบสมมติฐานเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.4.2.1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสภาพเส้นทางสูงชันในการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟป่า กับผลการตอบแบบสอบถามในส่วนความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า พบว่าความลาดชันมีความสัมพันธ์ในด้านรูปลักษณะ คือ ความสวยงาม ความยาวของตัวด้ามขณะพกพาที่ 1-1.5 ม. ด้านคุณสมบัติ คือ แข็งแรง น้ำหนักเบา มีน้ำหนักน้อยกว่า 1 กก. ไม่ติดไฟ และด้านการใช้งาน คือ ช่วยลดความเหนื่อยล้า การพกพาสะดวก ช่วยข้าม/กำจัดสิ่งกีดขวาง ช่วยนำทาง ช่วยให้ไฟดับได้เร็วขึ้น ช่วยหนีไฟ สามารถปรับเปลี่ยนการทำงานได้ และใช้งานง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 4.39 จึงพิสูจน์ว่าสภาพพื้นที่ลาดชันของป่าภาคเหนือนี้มีผลต่อการกำหนดรูปแบบคู่มือดับไฟป่า โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสภาพพื้นที่ลาดชันกับรูปแบบคู่มือดับไฟป่าที่พกพาสะดวกและช่วยให้ดับไฟได้เร็วคือ 0.875 และ 0.846 ตามลำดับ ซึ่งเข้าใกล้ 1 แสดงให้เห็นว่าสภาพพื้นที่ลาดชันมีความสัมพันธ์กับรูปแบบคู่มือดับไฟป่าที่พกพาสะดวกและช่วยให้ดับไฟได้เร็วขึ้นในระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.39 ความสัมพันธ์ของความลาดชันกับรูปแบบเครื่องมือดับไฟป่า

คู่ความสัมพันธ์ของความลาดชัน		r	Sig.
ด้านรูปลักษณะ	ความสวยงาม	0.722	0.006
	ตัวด้ามมียาวขณะพกพาที่ 1-1.5 ม.	0.607	0.024
ด้านคุณสมบัติ	แข็งแรง	0.783	0.002
	น้ำหนักเบา	0.682	0.011
	เครื่องมือดับไฟป่ามีน้ำหนักน้อยกว่า 1 กก.	0.704	0.008
	ไม่ติดไฟ	0.739	0.005
ด้านการใช้งาน	ช่วยลดความเหนื่อยล้า	0.700	0.009
	การพกพาสะดวก	0.875	0.000
	ช่วยข้าม/กำจัดสิ่งกีดขวาง	0.625	0.020
	ช่วยนำทาง	0.662	0.014
	ช่วยให้ดับไฟได้เร็วขึ้น	0.846	0.001
	ช่วยหนีไฟ	0.634	0.018
	สามารถปรับเปลี่ยนการทำงานได้	0.797	0.002
	ใช้งานง่าย	0.709	0.008

4.4.2.1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลวิธีการพกพาเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการ กับผลการตอบแบบสอบถามในส่วนความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่า

1) วิธีพกพาด้วยการสะพายหลังมีความสัมพันธ์ในด้านรูปลักษณะ คือ ความสวยงาม ความยาวของตัวด้ามขณะใช้งานที่ 1.5-2 ม. ความยาวของตัวด้ามขณะพกพาที่ 1-1.5 ม. ด้านคุณสมบัติ คือ แข็งแรง น้ำหนักเบา พับ/หดเก็บได้ และด้านการใช้งาน คือ สามารถช่วยพยุงตัว การพกพาสะดวก ช่วยข้าม/กำจัดสิ่งกีดขวาง ช่วยนำทาง ช่วยให้ดับไฟได้เร็วขึ้น ช่วยหนีไฟ สามารถปรับเปลี่ยนการทำงานได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 แสดงว่าวิธีพกพาด้วยการสะพายหลังมีผลต่อการกำหนดรูปแบบเครื่องมือดับไฟป่า ดังแสดงในตารางที่ 4.40

2) วิธีพกพาด้วยการถือด้วยมือมีความสัมพันธ์ในด้านรูปลักษณะ ด้านคุณสมบัติ และด้านการใช้งาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 แสดงว่าวิธีพกพาด้วยการถือด้วยมือไม่มีผลต่อการกำหนดรูปแบบเครื่องมือดับไฟป่า ดังแสดงในตารางที่ 4.40

3) วิธีพกพาด้วยการสะพายข้างลำตัวมีความสัมพันธ์ในด้านคุณสมบัติ คือ แข็งแรง น้ำหนักเบา พับ/หดเก็บได้ และด้านการใช้งาน คือ การพกพาสะดวก ช่วยนำทาง ช่วยหนีไฟ สามารถปรับเปลี่ยนการทำงานได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 แต่มีความสัมพันธ์ในด้านรูปลักษณะอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 แสดงว่าวิธีพกพาด้วยการสะพายข้างลำตัวมีผลต่อการกำหนดรูปแบบเครื่องมือดับไฟป่าในด้านคุณสมบัติและการใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 4.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) วิธีพกพาดด้วยการคาดเอวมีความสัมพันธ์ในด้านรูปลักษณ์ คือ ความสวยงาม ด้านคุณสมบัติ คือ แข็งแรง น้ำหนักเบา มีน้ำหนักน้อยกว่า 1 กก. จับถนัดมือ พับ/หดเก็บได้ ไม่ติดไฟ ช่วยป้องกันความร้อน และด้านการใช้งาน คือ สามารถช่วยพยุงตัว การพกพาสะดวกช่วยข้าม/กำจัดสิ่งกีดขวาง ช่วยนำทาง ช่วยให้ดับไฟได้เร็วขึ้น ช่วยหนีไฟ สามารถปรับเปลี่ยนการทำงานได้ ใช้งานง่าย ซ่อมแซมง่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 แสดงว่าวิธีพกพาดด้วยการคาดเอวมีผลต่อการกำหนดรูปแบบเครื่องมือดับไฟป่า ดังแสดงในตารางที่ 4.40

5) วิธีพกพาดด้วยการพาดบ่ามีความสัมพันธ์ในด้านรูปลักษณ์ คือ ความยาวของตัวด้ามขณะพกพาทที่ 1.5-2 ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 แต่มีความสัมพันธ์ในด้านคุณสมบัติ และด้านการใช้งาน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 แสดงว่าวิธีพกพาดด้วยการพาดบ่ามีผลต่อการกำหนดรูปแบบเครื่องมือดับไฟป่าในด้านรูปลักษณ์เท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 4.40

ตารางที่ 4.40 ความสัมพันธ์ของวิธีการพกพาดเครื่องมือดับไฟป่ากับรูปแบบเครื่องมือดับไฟป่า

หัวข้อความสัมพันธ์		ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Sig.)				
		การสะพายหลัง	การถือด้วยมือ	การสะพายข้างลำตัว	การคาดเอว	การพาดบ่า
ด้านรูปลักษณ์	ความสวยงาม	0.616 (0.022)	_*	_*	0.924 (0.000)	_*
	ตัวด้ามมียาวขณะใช้ดับไฟป่าที่ 1.5-2 ม.	0.641 (0.017)	_*	_*	_*	_*
	ตัวด้ามมียาวขณะพกพาทที่ 1-1.5 ม.	0.628 (0.019)	_*	_*	_*	_*
	ตัวด้ามมียาวขณะพกพาทที่ 1.5-2 ม.	_*	_*	_*	_*	0.694 (0.009)
ด้านคุณสมบัติ	แข็งแรง	0.644 (0.017)	_*	0.674 (0.012)	0.732 (0.005)	_*
	น้ำหนักเบา	0.809 (0.002)	_*	0.730 (0.006)	0.615 (0.022)	_*
	เครื่องมือดับไฟป่ามีน้ำหนักน้อยกว่า 1 กก.	_*	_*	_*	0.694 (0.009)	_*
	จับถนัดมือ	_*	_*	_*	0.656 (0.014)	_*
	พับ/หดเก็บได้	0.682 (0.011)	_*	_*	0.640 (0.017)	_*
	ไม่ติดไฟ	_*	_*	_*	0.774 (0.003)	_*
	ช่วยป้องกันความร้อน	_*	_*	_*	0.814 (0.001)	_*

หมายเหตุ \* หมายถึงหัวข้อมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ผู้วิจัยจึงไม่นำเสนอข้อมูลเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.40 (ต่อ)

หัวข้อความสัมพันธ์		ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Sig.)				
		การสะพายหลัง	การถือด้วยมือ	การสะพายข้างลำตัว	การคาดเอว	การพาดบ่า
ด้านการใช้งาน	สามารถช่วยพยุงตัว	0.648 (0.016)	_*	_*	0.741 (0.005)	_*
	การพกพาสะดวก	0.791 (0.002)	_*	0.660 (0.014)	0.693 (0.009)	_*
	ช่วยข้าม/กำจัดสิ่งกีดขวาง	0.692 (0.009)	_*	_*	0.747 (0.004)	_*
	ช่วยนำทาง	_*	_*	0.686 (0.010)	0.825 (0.001)	_*
	ช่วยให้ดับไฟได้เร็วขึ้น	_*	_*	_*	0.663 (0.013)	_*
	ช่วยหนีไฟ	0.670 (0.012)	_*	0.642 (0.017)	0.760 (0.004)	_*
	สามารถปรับเปลี่ยนการทำงานได้	0.784 (0.002)	_*	0.784 (0.002)	0.653 (0.015)	_*
	ใช้งานง่าย	_*	_*	_*	0.735 (0.005)	_*
ซ่อมแซมง่าย	_*	_*	_*	0.657 (0.014)	_*	

หมายเหตุ \* หมายถึงหัวข้อมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ผู้วิจัยจึงไม่นำเสนอข้อมูล

#### 4.5 ผลการสอบถามความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟป่า จากเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในภาคเหนือตอนบนจำนวน 2 กลุ่ม คือกลุ่มเจ้าหน้าที่ผู้ทดลองใช้งานเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ ในภูมิภาคจริงเป็นเวลา 1 เดือนจำนวน 10 คน และกลุ่มเจ้าหน้าที่ที่เป็นประชากรกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลจำนวน 239 คน จึงจำแนกผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ตามประเภทของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

##### 4.5.1 ส่วนที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเจ้าหน้าที่ผู้ทดลองใช้งานเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในภูมิภาคจริงเป็นเวลา 1 เดือน

ผู้วิจัยให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าภายในสถานีควบคุมไฟป่าจังหวัดเชียงรายจำนวน 10 คน ทดลองใช้งานเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นคนละ 1 ชุด (ประกอบด้วย ส่วนหัวของที่ดับไฟ

ส่วนหัวของครอบไฟป่า และตัวด้าม) ตั้งแต่วันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ถึง วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2559 เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของกรมการช่างานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่โดยมีเงื่อนไขการนำข้อมูลไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2559 เป็นเวลา 1 เดือน ดังแสดงในรูปที่ 4.15 แล้วให้ผู้ทดลองประเมินความพึงพอใจหลังการใช้งาน เครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบใน 3 ด้านคือ ด้านรูปลักษณ์ ด้านการพกพา และด้านการใช้งาน โดยนำเสนอข้อมูลเป็น ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนแปลผลเป็นระดับ ความพึงพอใจของกลุ่มผู้ทดลองใช้ ดังแสดงในตารางที่ 4.41



รูปที่ 4.15 การทดลองใช้งานเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในภูมิภาคจริงเป็นเวลา 1 เดือน  
รูปถ่ายโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

#### 4.5.1.1 ด้านรูปลักษณ์

กลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่ามีความพึงพอใจในรูปร่าง และ ความสวยงามของเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 100.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00 ซึ่งแปลผลแล้วกลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

กลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่ามีความพึงพอใจลักษณะมือจับของ เครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 80.0 ระดับมาก จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.42 ซึ่งแปลผล แล้วกลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

กลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่ามีความพึงพอใจในความนำใช้งาน ของเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 80.0 ระดับ มากจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.42 ซึ่งแปล ผลแล้วกลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ไปจะขอสงวนสิทธิ์ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่ามีความพึงพอใจในความรู้สึกลถึงความแข็งแรงของเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 ระดับปานกลางจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 40.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 3.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ซึ่งแปลผลแล้วกลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

#### 4.5.1.2 ด้านการพกพา

กลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่ามีความพึงพอใจในน้ำหนักของเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 ระดับมากที่สุดจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30.0 ระดับปานกลางจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.30 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.82 ซึ่งแปลผลแล้วกลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

กลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่ามีความพึงพอใจในความสะดวกขณะพกพาเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 ระดับน้อยจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 40.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 3.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.55 ซึ่งแปลผลแล้วกลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

กลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่ามีความพึงพอใจในการช่วยเดินป่าของเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 ระดับมากที่สุดจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 40.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.40 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ซึ่งแปลผลแล้วกลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

กลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่ามีความพึงพอใจในขนาดของเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบซึ่งเหมาะสมกับการพกพาในระดับปานกลางจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0 ระดับมากที่สุดจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 40.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 3.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.03 ซึ่งแปลผลแล้วกลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

#### 4.5.1.3 ด้านการใช้งาน

กลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่ามีความพึงพอใจในหน้าที่การทำงานที่หลากหลายของเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับปานกลางจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 ระดับมากที่สุดจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 ระดับมากจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 ระดับน้อยที่สุดจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 3.20 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.40 ซึ่งแปลผลแล้วกลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

กลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่ามีความพึงพอใจในวิธีการถอดประกอบเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60.0

ระดับมากจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 40.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52

ซึ่งแปลผลแล้วกลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

กลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่ามีความพึงพอใจในความแข็งแรงของเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับน้อยที่สุดจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 ระดับปานกลางจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 40.0 ระดับน้อยจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 1.90 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.00 ซึ่งแปลผลแล้วกลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับน้อย

กลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่ามีความพึงพอใจในกระชับมือของมือจับเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 40.0 ระดับปานกลางจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30.0 ระดับน้อยจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20.0 ระดับมากจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 3.70 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.25 ซึ่งแปลผลแล้วกลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

กลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่ามีความพึงพอใจในการใช้ดับไฟป่าของเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 ระดับมากจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 40.0 ระดับปานกลางจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.40 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.70 ซึ่งแปลผลแล้วกลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

กลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่ามีความพึงพอใจในความง่ายของการดูแลรักษาเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 90.0 ระดับมากจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.90 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.31 ซึ่งแปลผลแล้วกลุ่มผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

ตารางที่ 4.41 ความพึงพอใจต่อการทดลองใช้งานต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่า

รายการประเมิน	ความถี่แต่ละระดับความพึงพอใจ					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)			
<b>ด้านรูปลักษณะ</b>								
1. รูปร่างมีความสวยงาม	10 (100.0)	-	-	-	-	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ลักษณะของมือจับ ตุกระชับมือ	8 (80.0)	2 (20.0)	-	-	-	4.80	0.42	มากที่สุด
3. มีความนาใช้งาน	8 (80.0)	2 (20.0)	-	-	-	4.80	0.42	มากที่สุด
4. รู้สึกถึงความแข็งแรง	-	6 (60.0)	4 (40.0)	-	-	3.60	0.52	มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.41 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความถี่แต่ละระดับความพึงพอใจ					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)			
<b>ด้านการพกพา</b>								
5. มีน้ำหนักเบา	3 (30.0)	5 (50.0)	2 (20.0)	-	-	4.30	0.82	มาก
6. พกพาสะดวก	6 (60.0)	-	-	4 (40.0)	-	3.80	1.55	มาก
7. ช่วยในการเดินป่า	4 (40.0)	6 (60.0)	-	-	-	4.40	0.52	มาก
8. มีขนาดเหมาะสมกับการพกพา	4 (40.0)	-	6 (60.0)	-	-	3.80	1.03	มาก
<b>ด้านการใช้งาน</b>								
9. ใช้งานได้หลากหลาย	2 (20.0)	2 (20.0)	4 (40.0)	-	2 (20.0)	3.20	1.40	ปานกลาง
10. ถอดประกอบง่ายไม่ยุ่งยาก	6 (60.0)	4 (40.0)	-	-	-	4.60	0.52	มากที่สุด
11. มีความแข็งแรง	-	-	4 (40.0)	1 (10.0)	5 (50.0)	1.90	1.00	น้อย
12. มีความกระชับจับได้ถนัดมือ	4 (40.0)	1 (10.0)	3 (30.0)	2 (20.0)	-	3.70	1.25	มาก
13. ใช้ดับไฟได้ดี	5 (50.0)	4 (40.0)	1 (10.0)	-	-	4.40	0.70	มาก
14. ดูแลง่าย	9 (90.0)	1 (10.0)	-	-	-	4.90	0.31	มากที่สุด

#### 4.5.2 ส่วนที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเจ้าหน้าที่ที่เป็นประชากรกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในภาคเหนือตอนบนซึ่งเป็นประชากรกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลทั้ง 11 สถานีจำนวน 239 คน รับฟังการอธิบายถึงตัวต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่า พร้อมทั้งให้เจ้าหน้าที่ได้สัมผัสต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าด้วยตนเอง แล้วประเมินความพึงพอใจเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบดังแสดงในรูปที่ 4.16 โดยจำแนกผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 เจ้าหน้าที่สัมผัสต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าด้วยตนเอง แล้วประเมินความพึงพอใจ  
เครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ

รูปถ่ายโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

4.5.2.1 ส่วนผลการสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน  
เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในภาคเหนือตอนบนทั้ง 11 สถานีจำนวน  
239 คน เป็นเพศชายจำนวน 223 คน คิดเป็นร้อยละ 93.3 เพศหญิงจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ  
6.7 ผู้ตอบแบบ สอบถามส่วนใหญ่มีช่วงอายุ 20-40 ปีจำนวน 149 คน คิดเป็นร้อยละ 62.3 รองลงมา  
คือช่วงอายุ 41-60 ปีจำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 26.8 และอายุต่ำกว่า 20 ปีจำนวน 20 คน คิด  
เป็นร้อยละ 8.4 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.42

ผู้ตอบแบบประเมินส่วนใหญ่มีอายุการทำงานด้านการดับไฟป่า  
มากกว่า 5 ปีจำนวน 95 คน คิดเป็นร้อยละ 39.7 รองลงมามีอายุการทำงานด้านการดับไฟป่าอยู่  
ระหว่าง 2-5 ปีจำนวน 87 คน คิดเป็นร้อยละ 36.4 และทำงานด้านการดับไฟป่าเป็นปีแรกจำนวน 49  
คน คิดเป็นร้อยละ 20.5 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.42

เครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้ตอบแบบประเมินใช้งานบ่อยที่สุด คือครอบ  
ไฟป่า(ลาโค) จำนวน 89 คน คิดเป็นร้อยละ 37.2 ที่ดับไฟจำนวน 70 คน คิดเป็นร้อยละ 29.3  
รองลงมาคือ คราดจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 5.4 และเครื่องมือดับไฟป่าอื่นๆ จำนวน 58 คน  
แยกเป็นเครื่องมือที่ทำขึ้นเองจากไม้ไผ่จำนวน 32 คน ถังน้ำดับไฟป่าจำนวน 14 คน และไม้กวาด  
ทางมะพร้าวจำนวน 12 คน รวมคิดเป็นร้อยละ 24.3 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการนำ  
ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง กรุณาแจ้งเจ้าของลิขสิทธิ์  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.42 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

คำถาม	คำตอบ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	223	93.3
	หญิง	16	6.7
	รวม	239	100.0
อายุ	20 - 40 ปี	149	62.3
	41 - 60 ปี	64	26.8
	ต่ำกว่า 20 ปี	20	8.4
	60 ปีขึ้นไป	2	0.8
	ไม่ตอบ	4	1.7
	รวม	239	100.0
อายุการทำงานด้านการดับไฟฟ้า	มากกว่า 5 ปี	95	39.7
	ระหว่าง 2-5 ปี	87	36.4
	ทำปีแรก	49	20.5
	ไม่ตอบ	8	3.3
	รวม	239	100.0
เครื่องมือดับไฟฟ้าที่ท่านใช้บ่อยที่สุด	ครอบไฟฟ้า (ลาโค)	89	37.2
	ทีดับไฟ	70	29.3
	คราด	13	5.4
	อื่นๆ	58	24.3
	ไม่ตอบ	9	3.8
	รวม	239	100.0

## 4.5.2.2 ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจต่อต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า

เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าประเมินความพึงพอใจหลังสัมผัสต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบด้วยตนเองใน 3 ด้านคือ ด้านรูปลักษณ์ ด้านการพกพา และด้านการใช้งาน โดยนำเสนอข้อมูลเป็น ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนแปลผลเป็นระดับความพึงพอใจของกลุ่มผู้ทดลองใช้ ดังแสดงในตารางที่ 4.43

## 1) ด้านรูปลักษณ์

เจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในรูปร่างและความสวยงามของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 111 คน คิดเป็นร้อยละ 46.4 ระดับมากจำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 37.7 ระดับปานกลางจำนวน 30 คน คิดเป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 12.6 ระดับน้อยจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 1.7 ระดับน้อยที่สุดจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.8 และไม่ตอบจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.8 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.28 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.81 ซึ่งแปลผลแล้วเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

เจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจลักษณะมือจับของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 130 คน คิดเป็นร้อยละ 54.4 ระดับมากจำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 35.1 ระดับปานกลางจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 7.9 ระดับน้อยจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.8 ระดับน้อยที่สุดจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.8 และไม่ตอบจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.8 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.23 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.75 ซึ่งแปลผลแล้วเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

เจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในความน่าใช้งานของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 108 คน คิดเป็นร้อยละ 45.2 ระดับมากจำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 33.5 ระดับปานกลางจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 15.1 ระดับน้อยจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 3.8 ระดับน้อยที่สุดจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.4 และไม่ตอบจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 2.1 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.22 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.87 ซึ่งแปลผลแล้วเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

เจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจในความรู้สึกถึงความแข็งแรงของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากจำนวน 100 คน คิดเป็นร้อยละ 41.8 ระดับปานกลางจำนวน 68 คน คิดเป็นร้อยละ 28.5 ระดับมากที่สุดจำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 21.8 ระดับน้อยจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 6.3 ระดับน้อยที่สุดจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.8 และไม่ตอบจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.8 โดยมีค่าเฉลี่ย 3.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.89 ซึ่งแปลผลแล้วเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

## 2) ด้านการพกพา

เจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจน้ำหนักของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 156 คน คิดเป็นร้อยละ 65.3 ระดับมากจำนวน 68 คน คิดเป็นร้อยละ 28.5 ระดับปานกลางจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 5.4 ระดับน้อยจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.8 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.58 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64 ซึ่งแปลผลแล้วเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

เจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในความสะดวกขณะพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 107 คน คิดเป็นร้อยละ 44.8 ระดับมากจำนวน 101 คน คิดเป็นร้อยละ 42.3 ระดับปานกลางจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 10.9 ระดับน้อยจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.3 ระดับน้อยที่สุดจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.4 และไม่ตอบจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.4 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.30 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.75 ซึ่งแปลผลแล้วเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

เจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในการช่วย  
 เติ่นป่าของเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากจำนวน 103 คน คิดเป็นร้อยละ 43.1  
 ระดับมากที่สุดจำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 35.6 ระดับปานกลางจำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ  
 14.2 ระดับน้อยจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 3.8 ระดับน้อยที่สุดจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.8  
 และไม่ตอบจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.12 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.86  
 ซึ่งแปลผลแล้วเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

เจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในขนาดของ  
 เครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบซึ่งเหมาะสมกับการพกพาในระดับมากที่สุดจำนวน 100 คน คิด  
 เป็นร้อยละ 41.8 ระดับมากจำนวน 93 คน คิดเป็นร้อยละ 38.9 ระดับปานกลางจำนวน 35 คน คิด  
 เป็นร้อยละ 14.6 ระดับน้อยจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 2.1 ระดับน้อยที่สุดจำนวน 1 คน คิดเป็น  
 ร้อยละ 0.4 และไม่ตอบจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 2.1 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.22 และส่วนเบี่ยงเบน  
 มาตรฐาน 0.81 ซึ่งแปลผลแล้วเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

### 3) ด้านการใช้งาน

เจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในหน้า  
 การทำงานที่หลากหลายของเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 112 คน คิด  
 เป็นร้อยละ 46.9 ระดับมากจำนวน 96 คน คิดเป็นร้อยละ 40.2 ระดับปานกลางจำนวน 26 คน คิด  
 เป็นร้อยละ 10.9 ระดับน้อยจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.3 ระดับน้อยที่สุดจำนวน 1 คน คิดเป็น  
 ร้อยละ 0.4 และไม่ตอบจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.4 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.32 และส่วนเบี่ยงเบน  
 มาตรฐาน 0.75 ซึ่งแปลผลแล้วเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

เจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในวิธีการ  
 ถอดประกอบเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 154 คน คิดเป็นร้อยละ  
 64.4 ระดับมากจำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 27.2 ระดับปานกลางจำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ  
 5.9 ระดับน้อยจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 2.1 และไม่ตอบจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.4 โดยมี  
 ค่าเฉลี่ย 4.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.7 ซึ่งแปลผลแล้วเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าโดยรวมมีความ  
 พึงพอใจในระดับมากที่สุด

เจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในความ  
 แข็งแรงของเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากจำนวน 92 คน คิดเป็นร้อยละ 38.5  
 ระดับปานกลางจำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 27.6 ระดับมากที่สุดจำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ  
 26.8 ระดับน้อยจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 5.0 ระดับน้อยที่สุดจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 1.7  
 และไม่ตอบจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.4 โดยมีค่าเฉลี่ย 3.84 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.94  
 ซึ่งแปลผลแล้วเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

เจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในความกระชับมือของมือจับเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากจำนวน 99 คน คิดเป็นร้อยละ 41.4 ระดับมากที่สุดจำนวน 97 คน คิดเป็นร้อยละ 40.6 ระดับปานกลางจำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 13.4 ระดับน้อยจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 ระดับน้อยที่สุดจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.4 และไม่ตอบจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 1.7 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.21 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.80 ซึ่งแปลผลแล้วเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

เจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในการใช้ดับไฟฟ้าของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากจำนวน 111 คน คิดเป็นร้อยละ 46.4 ระดับมากที่สุดจำนวน 72 คน คิดเป็นร้อยละ 30.1 ระดับปานกลางจำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 14.6 ระดับน้อยจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 5.4 ระดับน้อยที่สุดจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.3 และไม่ตอบจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 2.1 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.01 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.89 ซึ่งแปลผลแล้วเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

เจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบประเมินมีความพึงพอใจในความง่ายของการดูแลรักษาเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบในระดับมากที่สุดจำนวน 117 คน คิดเป็นร้อยละ 49.0 ระดับมากจำนวน 97 คน คิดเป็นร้อยละ 40.6 ระดับปานกลางจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 8.4 ระดับน้อยจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 1.7 และไม่ตอบจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.4 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 ซึ่งแปลผลแล้วเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

#### ตารางที่ 4.43 ความพึงพอใจต่อต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า

รายการประเมิน	ความถี่แต่ละระดับความพึงพอใจ						ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	ไม่ตอบ			
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)			
<b>ด้านรูปลักษณ์</b>									
1. รูปร่างมีความสวยงาม	111 (46.4)	90 (37.7)	30 (12.6)	4 (1.7)	2 (0.8)	2 (0.8)	4.28	0.81	มาก
2. ลักษณะของมือจับดูกระชับมือ	130 (54.4)	84 (35.1)	19 (7.9)	2 (0.8)	2 (0.8)	2 (0.8)	4.23	0.75	มาก
3. มีความน่าใช้งาน	108 (45.2)	80 (33.5)	36 (15.1)	9 (3.8)	1 (0.4)	5 (2.1)	4.22	0.87	มาก
4. รู้สึกถึงความแข็งแรง	52 (21.8)	100 (41.8)	68 (28.5)	15 (6.3)	2 (0.8)	2 (0.8)	3.78	0.89	มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปยังบุคคลอื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.43 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความถี่แต่ละระดับความพึงพอใจ						ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	ไม่ตอบ			
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)			
<b>ด้านการพกพา</b>									
5. มีน้ำหนักเบา	156 (65.3)	68 (28.5)	13 (5.4)	2 (0.8)	-	-	4.58	0.64	มากที่สุด
6. พกพาสะดวก	107 (44.8)	101 (42.3)	26 (10.9)	3 (1.3)	1 (0.4)	1 (0.4)	4.30	0.75	มาก
7. ช่วยในการเดินป่า	85 (35.6)	103 (43.1)	34 (14.2)	9 (3.8)	2 (0.8)	6 (2.5)	4.12	0.86	มาก
8. มีขนาดเหมาะสมกับการพกพา	100 (41.8)	93 (38.9)	35 (14.6)	5 (2.1)	1 (0.4)	5 (2.1)	4.22	0.81	มาก
<b>ด้านการใช้งาน</b>									
9. ใช้งานได้หลากหลาย	112 (46.9)	96 (40.2)	26 (10.9)	3 (1.3)	1 (0.4)	1 (0.4)	4.32	0.75	มาก
10. ถอดประกอบง่ายไม่ยุ่งยาก	154 (64.4)	65 (27.2)	14 (5.9)	5 (2.1)	-	1 (0.4)	4.55	0.70	มากที่สุด
11. มีความแข็งแรง	64 (26.8)	92 (38.5)	66 (27.6)	12 (5.0)	4 (1.7)	1 (0.4)	3.84	0.94	มาก
12. มีความกระชับจับได้ถนัดมือ	97 (40.6)	99 (41.4)	32 (13.4)	6 (2.5)	1 (0.4)	4 (1.7)	4.21	0.80	มาก
13. ใช้ดับไฟได้ดี	72 (30.1)	111 (46.4)	35 (14.6)	13 (5.4)	3 (1.3)	5 (2.1)	4.01	0.89	มาก
14. ดูแลง่าย	117 (49.0)	97 (40.6)	20 (8.4)	4 (1.7)	-	1 (0.4)	4.37	0.71	มาก

## 4.5.2.3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่มีต่อเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัย

ออกแบบ

เจ้าหน้าที่ได้ให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ที่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่ามีต่อเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบจำนวน 25 คน ดังแสดงในตารางที่ 4.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.44 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่มีต่อเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ

ความคิดเห็นข้อเสนอแนะ	จำนวน (คน)
เพิ่มจำนวนฟัน ลดความยาวของฟัน และเพิ่มขนาดฟันของกรอบดับไฟป่า	7
เพิ่มความแข็งแรงของตัวด้าม	4
ออกแบบให้มีกระเปาะสำหรับพกพาเครื่องมือดับไฟป่าโดยเฉพาะ	4
ออกแบบให้สามารถใช้ที่ดับไฟได้ทั้ง 2 ด้าน	2
ไม่มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่มีหินเป็นจำนวนมาก เป็นภูเขาสูงชัน หรือเป็นหน้าผา	2
ออกแบบโดยคำนึงถึงความปลอดภัยขณะพกพาเครื่องมือให้มากกว่านี้	2
ออกแบบตัวยึดข้อต่อให้มีความหนาแน่น และป้องกันไม่ให้เปิดก้านยึดได้ง่ายเกินไป ด้วยการมีตัวครอบอีกชั้น	2
ออกแบบมือจับให้มีความยืดหยุ่น และไม่ลื่น	1
กลับด้านของหัวนอต เพื่อไม่ให้เกี่ยวกับเถาว์วัลย์ตามพื้น	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าเพื่อเพิ่มความสามารถในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดเหตุในภาคเหนือของประเทศไทย (Development of forest fire fighting tools to increase hiking performance in northern Thailand) ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยและสมมติฐานของการวิจัย จึงขอสรุปผล อภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป ดังนี้

### 5.1 สรุปผล

ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยการพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าเพื่อเพิ่มความสามารถในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดเหตุในภาคเหนือของประเทศไทย ออกเป็น 2 ส่วนเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และสมมติฐานของการวิจัยดังนี้

**5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1** คือ พัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าที่สามารถช่วยให้การเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือของไทยเกิดความสะดวก และรวดเร็วมากขึ้น โดยแบ่งขั้นตอนการพัฒนาออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

#### 5.1.1.1 ขั้นตอนการศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการ

1) ผลการลงพื้นที่เพื่อศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดกับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าจังหวัดเชียงราย พบว่าพื้นที่ป่าในภาคเหนือมีความหลากหลายประกอบด้วย ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าสน ป่าไผ่ และทุ่งหญ้า ซึ่งส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีความลาดชันมาก เครื่องมือดับไฟป่าที่เจ้าหน้าที่ใช้งานจึงต้องมีความหลากหลายและเหมาะสมกับแต่ละสภาพพื้นที่ที่เกิดไฟป่า เช่น ที่ดับไฟและถังฉีดน้ำดับไฟป่าเหมาะกับการดับไฟที่มีความรุนแรงน้อย ครอบไฟป่าและคราดเหมาะกับการทำแนวกันไฟเพื่อจำกัดพื้นที่การเกิดไฟป่าที่มีความรุนแรงมาก เลื่อยคั้นศร มีด และขวานเหมาะกับการช่วยจัดการเส้นทางเพื่อเข้าถึงพื้นที่เกิดไฟป่า โดยเจ้าหน้าที่จะเลือกพกพาเครื่องมือไปเพียงคนละ 2-3 ชิ้น ตามคำสั่งของหัวหน้าหน่วยปฏิบัติการ เพื่อให้ปรับเปลี่ยนเครื่องมือตามสถานการณ์ได้ ซึ่งน้ำหนักของเครื่องมือเหล่านี้จะอยู่ที่ 1.5-3 กิโลกรัม ประกอบกับต้องใช้เวลาในการเดินเท้าให้น้อยที่สุดเพื่อควบคุมความเสียหายจากไฟป่าให้ได้เร็วที่สุด การเดินเท้าเข้าไปยังพื้นที่เกิดไฟป่าจึงเป็นไปด้วยความยากลำบากและก่อให้เกิดความเหนื่อยล้ากับเจ้าหน้าที่เป็นอย่างมาก อีกทั้งยังพบว่าที่ดับไฟและคราดที่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าเชียงรายใช้นั้นมีความแตกต่างจากที่ดับไฟและคราดที่ใช้ในพื้นที่อื่นของ

ประเทศนั้นคือ ใช้ที่ดับไฟชนิดสองใบ เนื่องจากมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบากว่าที่ดับไฟชนิดสามใบ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และคราดที่ใช้มีจำนวนซี่ฟันเพียง 4 ซี่และยาวซี่ละ 12 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าคราดโดยทั่วไปที่มีจำนวนซี่ฟัน 10-15 ซี่และยาวซี่ละ 5-8 เซนติเมตร เนื่องจากความต้องการใช้คราดที่มีน้ำหนักเบา พกพาง่าย มีความแข็งแรง และเหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ที่เป็นป่าสน

2) ผู้วิจัยแบ่งผลการสรุบบรรณภาพปัญหาและความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าในภาคเหนือตอนบนทั้ง 11 สถานี้จำนวน 429 คน ออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

- ส่วนที่ 1 ผลการสรุปข้อมูลทั่วไปของเจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่าเป็นเพศชายจำนวน 406 คน คิดเป็นร้อยละ 94.6 เพศหญิงจำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 5.4 ส่วนใหญ่มีช่วงอายุ 20-40 ปีจำนวน 260 คน คิดเป็นร้อยละ 60.6 รองลงมาคือช่วงอายุ 41-60 ปีจำนวน 126 คน คิดเป็นร้อยละ 29.4 และอายุต่ำกว่า 20 ปีจำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่มีอายุการทำงานด้านการดับไฟป่าอยู่ระหว่าง 2-5 ปีจำนวน 228 คน คิดเป็นร้อยละ 53.1 รองลงมาคืออายุการทำงานด้านการดับไฟป่ามากกว่า 5 ปีจำนวน 139 คน คิดเป็นร้อยละ 32.4 จะเห็นได้ว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าส่วนใหญ่มีสภาพร่างกายที่แข็งแรงเนื่องจากมีช่วงอายุอยู่ในวัยทำงาน และสามารถปฏิบัติงานติดต่อกันได้หลายปี ส่งผลให้มีประสบการณ์การใช้เครื่องมือดับไฟป่าเป็นอย่างดี ซึ่งเจ้าหน้าที่มีการใช้งานที่ดับไฟเป็นอันดับสูงสุดจำนวน 230 คำตอบ รองลงมาคือครอบไฟป่าจำนวน 148 คำตอบ และคราดจำนวน 47 คำตอบ ตามลำดับ

- ผลการสรุปสภาพปัญหาขณะเดินเท้าเข้า-ออก จุดเกิดไฟป่า พบว่าสภาพเส้นทางในการเดินเท้าเป็นทางลาดชันจำนวน 347 คำตอบ ทางเดินมีระยะทางไกลจำนวน 248 คำตอบและเป็นทางรกทึบจำนวน 214 คำตอบ การเดินทางมีความลำบากจำนวน 310 คำตอบ ระยะทางไกลจำนวน 285 คำตอบ และใช้เวลาในการเดินทางนานจำนวน 173 คำตอบ โดยเฉพาะในเวลากลางคืนที่มักมองไม่เห็นเส้นทางจำนวน 352 คำตอบ และในการปฏิบัติงานนั้น ผู้ตอบแบบสอบถามต้องรีบเดินจำนวน 328 คำตอบ เพื่อให้เข้าถึงจุดเกิดไฟป่าได้โดยเร็วจึงมักเกิดอาการปวดเข่าจำนวน 224 คำตอบ ปวดมือหรือแขนจำนวน 178 คำตอบ และเท้าพลิกจำนวน 173 คำตอบ โดยหน่วยงานของเจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบสอบถามการแก้ปัญหาโดยการฝึกเดินป่าจำนวน 226 คำตอบ การออกแบบเครื่องมือดับไฟป่าใหม่จำนวน 133 คำตอบ และการจัดหาอุปกรณ์ช่วยเดินป่าให้จำนวน 128 คำตอบ ส่วนปัญหาที่มักเกิดกับเครื่องมือดับไฟป่าของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าเป็นการชำรุดเสียหายจำนวน 257 คำตอบ พกพาลำบากจำนวน 222 คำตอบ มีน้ำหนักมากจำนวน 176 คำตอบ และยังก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการเดินทางโดยรถยนต์ คือบางส่วนของเครื่องมือไหลออกนอกรถจำนวน 210 คำตอบและพื้นที่วางเครื่องมือไม่เพียงพอจำนวน 122 คำตอบ ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เครื่องมือดับไฟป่าเสียหาย คือการใช้งานหนักจำนวน 326 คำตอบ ถูกมอด แมลง หรือสัตว์แทะกินจำนวน 141 คำตอบ และถูกไฟไหม้จำนวน 124 คำตอบ โดยบริเวณที่เครื่องมือดับไฟป่ามักเกิดการเสียหาย คือบริเวณข้อต่อระหว่างส่วนหัวและด้ามจำนวน 260 คำตอบ บริเวณกลางด้ามจับจำนวน 117 คำตอบ และบริเวณส่วนหัวของเครื่องมือจำนวน 108 คำตอบ จะเห็นได้ว่าปัญหาหลักที่เกิดจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์อันใดจากเอกสารนี้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพเส้นทางและการทำงาน คือพื้นที่ที่มีความลาดชันจำนวน เส้นทางมีระยะทางไกล และเป็นทางรถทึบ ส่งผลให้การเดินทางมีความลำบาก และใช้เวลาในการเดินทางนาน แต่กลับต้องรีบเร่งเดินเท้าเพื่อให้เข้าถึงจุดเกิดไฟฟ้าได้โดยเร็ว จึงมักเกิดอาการปวดเข่า ปวดมือหรือแขน หรือเกิดอุบัติเหตุเช่นเท้าพลิก เป็นต้น โดยหน่วยงานของเจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบสอบถามแก้ปัญหาโดยเน้นไปที่การฝึกเดินป่าเพื่อให้เกิดความชำนาญในพื้นที่ ส่วนปัญหาหลักที่เกิดจากเครื่องมือดับไฟฟ้าของผู้ตอบแบบสอบถามคือ มีความแข็งแรงคงทนไม่มากพอ มีขนาดไม่เหมาะสมกับการพกพา และมีน้ำหนักมาก

- ส่วนที่ 3 ผลการสรุปความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ต้องการให้เครื่องมือดับไฟฟ้ามีความแข็งแรงจำนวน 293 คำตอบ มีน้ำหนักเบาจำนวน 286 คำตอบ พกพาได้สะดวกจำนวน 270 คำตอบ สามารถลดความเหนื่อยล้าในการเดินจำนวน 232 คำตอบ และช่วยในการนำทางจำนวน 184 คำตอบ โดยเครื่องมือต้องสามารถดับไฟได้เร็วขึ้นจำนวน 299 คำตอบ การป้องกันความร้อนจำนวน 247 คำตอบ และสามารถปรับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานได้จำนวน 216 คำตอบ ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่คิดว่าขนาดของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับการพกพา คือมีความยาว 1-1.5 เมตรจำนวน 225 คำตอบ ส่วนขนาดที่เหมาะสมสำหรับการดับไฟฟ้า คือมีความยาว 1.5-2 เมตรจำนวน 198 คำตอบ และควรมีน้ำหนักน้อยกว่า 1 กิโลกรัมจำนวน 290 คำตอบ โดยวิธีการพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการ คือการสะพายหลังจำนวน 189 คำตอบ การถือด้วยมือจำนวน 180 คำตอบ จะเห็นได้ว่าเจ้าหน้าที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการเครื่องมือดับไฟฟ้าที่มีความแข็งแรง น้ำหนักเบา พกพาสะดวก ช่วยในการเดินทาง ป้องกันความร้อน และสามารถปรับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานได้ เพื่อช่วยให้การดับไฟฟ้าทำได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยขนาดของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้ตอบแบบสอบถามคิดเห็นว่าเหมาะสมกับการพกพา คือมีความยาว 1-1.5 เมตร ส่วนขนาดที่เหมาะสมสำหรับการดับไฟฟ้า คือมีความยาว 1.5-2 เมตร มีน้ำหนักน้อยกว่า 1 กิโลกรัม และพกพาด้วยวิธีการสะพายหลัง หรือการถือด้วยมือ

- ส่วนที่ 4 ผลการสรุปข้อเสนอแนะหรือความต้องการเพิ่มเติม เพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้า พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ต้องการยานพาหนะที่มีสภาพดี เครื่องมือดับไฟฟ้าที่มีคุณภาพสูงและทันสมัยอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน เครื่องป้องกันความร้อนและควันไฟ รวมไปถึงอุปกรณ์ในการเดินป่า ส่วนปัญหาในการปฏิบัติงานที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ระบุเพิ่มเติม คือยานพาหนะอยู่ในสภาพชำรุด ไฟฟ้ามีความรุนแรง เส้นทางเดินเท้ามีความยากลำบาก และพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าได้ลำบาก

#### 5.1.1.2 ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้า

1) แนวทางในการพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทย

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบ และการใช้งานเครื่องมือดับไฟฟ้า

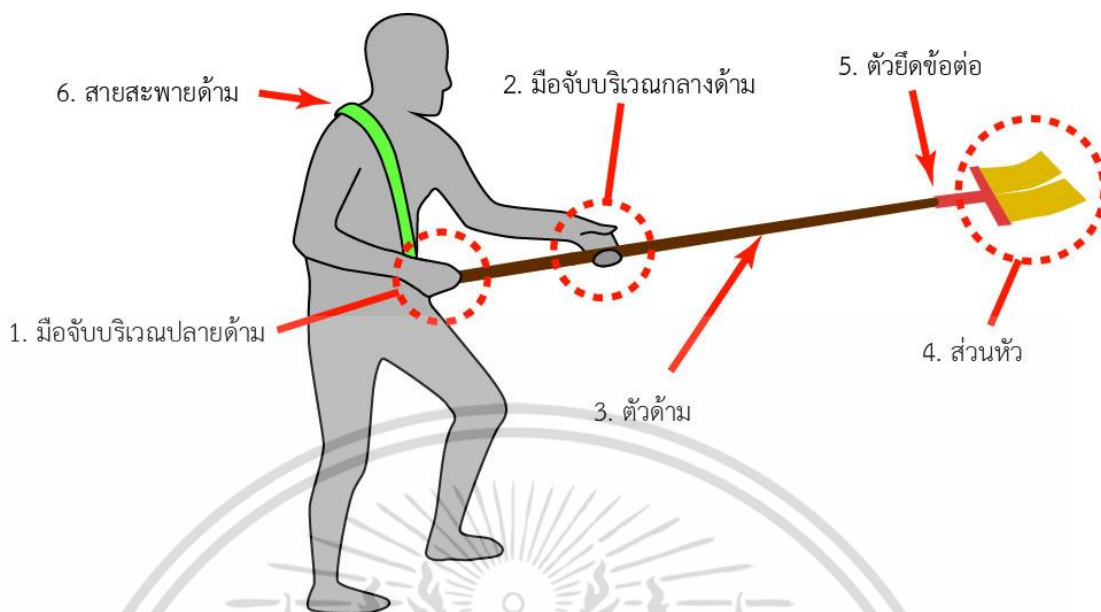
พบว่าเครื่องมือดับไฟฟ้าคือ ที่ดับไฟ ครอบไฟฟ้า และคราด ประกอบด้วยชิ้นส่วนของเครื่องมือดับไฟ  
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ของเอกสารนี้  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปาที่สำคัญจำนวน 6 ชิ้นส่วน คือ 1. มือจับบริเวณปลายด้าม 2. มือจับบริเวณกลางด้าม 3. ตัวด้าม 4. ส่วนหัว 5. ตัวยึดข้อต่อ และ 6. สายสะพายด้าม ดังแสดงในรูปที่ 5.1 ผู้วิจัยจึงกำหนดแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าแต่ละชิ้นส่วนด้วยการวิเคราะห์ลำดับขั้นเพื่อการเข้าถึงการออกแบบร่วมกับความต้องการของเจ้าควบคุมไฟป่าใน 3 ด้าน คือด้านรูปลักษณ์ ด้านคุณสมบัติ และด้านการใช้งาน เครื่องมือดับไฟป่าแต่ละชิ้นส่วนจึงมีเป้าหมายในการออกแบบที่แตกต่างกันออกไปดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 เป้าหมายในการออกแบบแต่ละชิ้นส่วนของเครื่องมือดับไฟป่า

ชิ้นส่วน	เป้าหมายในการออกแบบ	รายละเอียด
1. มือจับบริเวณปลายด้าม	พกพาได้สะดวก	จับได้กระชับและถนัดมือ
	ลดความเมื่อยล้า	ลดการใช้ข้อมือ และช่วยลดแรงกระแทกขณะใช้งานเครื่องมือดับไฟป่า
	ใช้งานง่าย	สามารถเข้าใจวิธีการจับได้ง่าย
2. มือจับบริเวณกลางด้าม	พกพาได้สะดวก	จับได้กระชับ ถนัดมือ ไม่หลุดมือง่าย
	ลดความเมื่อยล้า	ลดการใช้ข้อมือ และช่วยลดแรงกระแทกขณะใช้งานเครื่องมือดับไฟป่า
	ใช้งานง่าย	สามารถเข้าใจวิธีการจับได้ง่าย
3. ตัวด้าม	พกพาได้สะดวก	สามารถลดขนาดขณะเดินทาง และมีน้ำหนักเบา
	มีความแข็งแรง	มีโครงสร้างหรือรูปทรงที่เพิ่มความแข็งแรง
	ใช้งานง่าย	มีจำนวนขั้นตอนในการพกพาหรือการลดขนาดน้อย และสามารถเข้าใจขั้นตอนได้ง่าย
4. ส่วนหัว	มีความแข็งแรง	มีโครงสร้างหรือรูปทรงที่เพิ่มความแข็งแรง
	พกพาได้สะดวก	สามารถถอดประกอบหรือลดขนาดได้
	ใช้งานง่าย	มีจำนวนขั้นตอนน้อยในการถอดประกอบหรือการลดขนาด และสามารถเข้าใจขั้นตอนได้ง่าย
5. ตัวยึดข้อต่อ	มีความแข็งแรง	สามารถจับยึดชิ้นส่วนได้อย่างมั่นคง
	ใช้งานง่าย	มีขั้นตอนน้อยในการยึดชิ้นส่วน และสามารถเข้าใจขั้นตอนได้ง่าย
6. สายสะพายด้าม	ใช้งานง่าย	ผู้ใช้สามารถปลดเครื่องมือ หรือปรับความกระชับของสายสะพายได้ง่าย
	ลดความเมื่อยล้า	มีความสบายขณะพกพา และสามารถกระจายน้ำหนักที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในงานวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

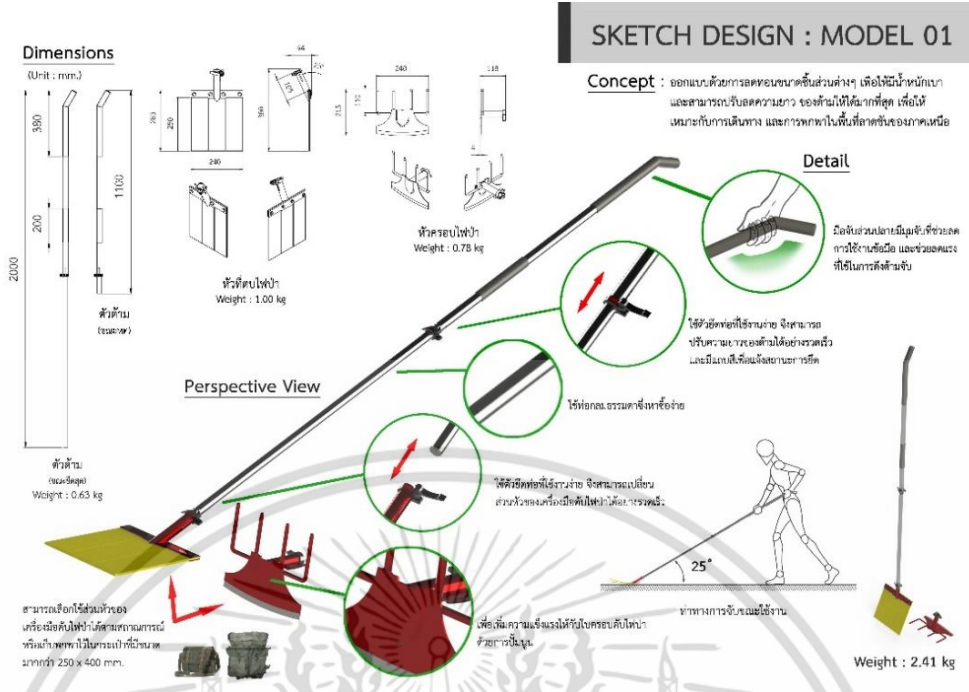


รูปที่ 5.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องมือตีไฟฟ้าทั้ง 6 ชิ้น  
วาดโดย: ปริญญาณ ศักดิ์สิทธิ์

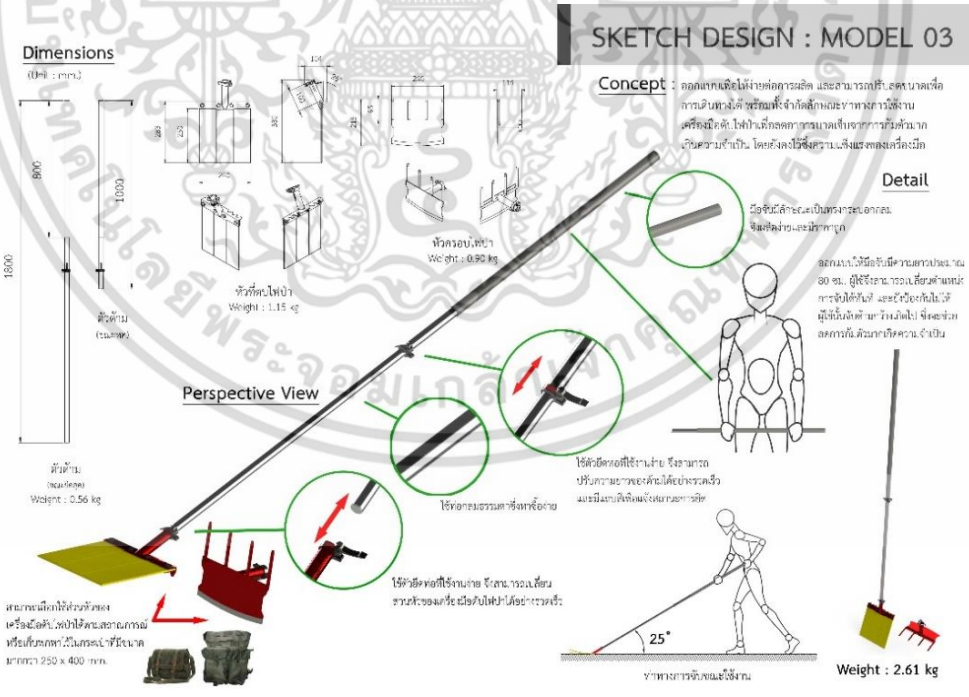
2) ผลการประเมินการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือตีไฟฟ้าโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยออกแบบและสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ชิ้นส่วนของเครื่องมือตีไฟฟ้าทั้ง 6 ชิ้นส่วน คือ 1) มือจับบริเวณปลายด้ามจำนวน 7 รูปแบบ 2) มือจับบริเวณกลางด้ามจำนวน 5 รูปแบบ 3) ตัวด้ามจำนวน 9 รูปแบบ 4) ส่วนหัวจำนวน 7 รูปแบบ 5) ตัวยึดข้อต่อจำนวน 6 รูปแบบ และ 6) สายสะพายด้ามจำนวน 12 รูปแบบ รวมทั้งสิ้น 46 รูปแบบ โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ด้านการตีไฟฟ้าและด้านวิศวกรรม จำนวน 3 ท่าน ร่วมประเมินความเหมาะสมของแต่ละรูปแบบด้วยการประเมินค่า 5 ระดับ พร้อมทั้งให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงรูปแบบให้มีความเหมาะสมมากที่สุด ก่อนนำเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิคัดเลือกเพื่อสร้างเป็นเครื่องมือตีไฟฟ้าต้นแบบ ซึ่งผลการประเมินการออกแบบครั้งที่ 1 ได้รูปแบบที่เหมาะสมจำนวน 8 รูปแบบ โดยหลังการพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ส่งผลให้มีรูปแบบที่เหมาะสมทั้งสิ้น 4 รูปแบบ และผลการประเมินการออกแบบครั้งที่ 2 ได้รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 รูปแบบ คือรูปแบบที่ 1 3 และ 4 ดังแบบร่างที่แสดงในรูปที่ 5.2 5.3 และ 5.4 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

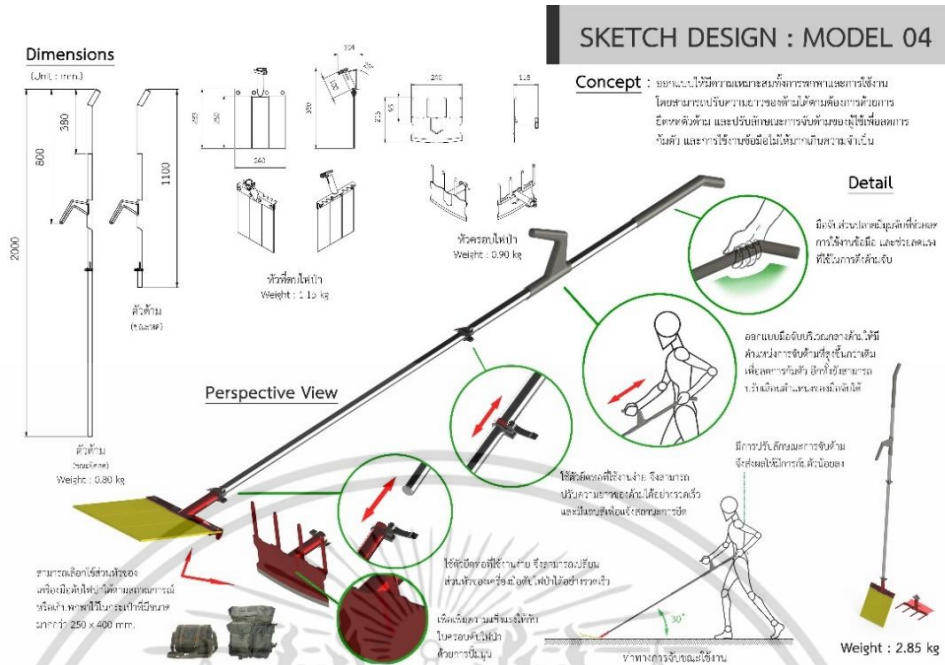


รูปที่ 5.2 ภาพเครื่องมือตัดไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 1  
วาดโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์



รูปที่ 5.3 ภาพเครื่องมือตัดไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 3  
วาดโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

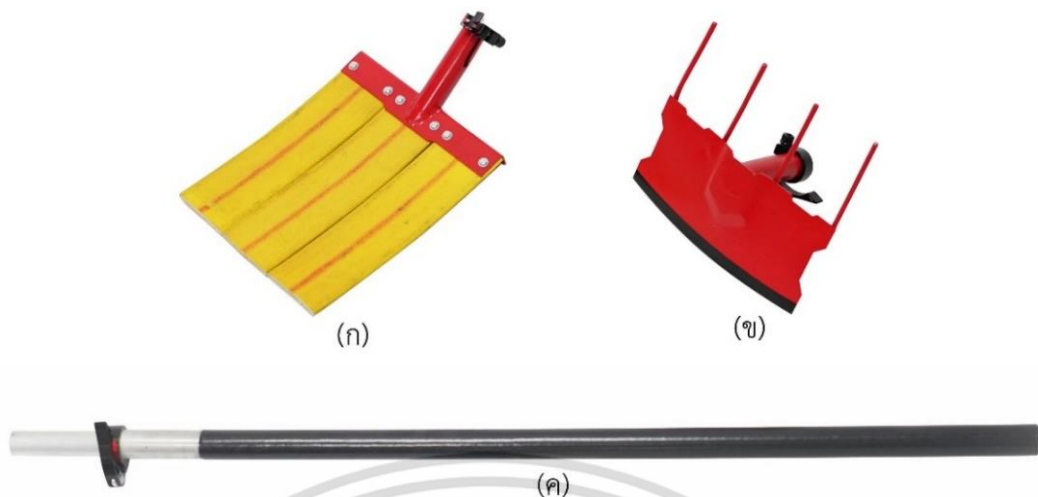


รูปที่ 5.4 ภาพเครื่องมือตัดไม้ป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 4  
วาดโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

3) ผลการประเมินการออกแบบเครื่องมือตัดไม้ป่าโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยสร้างต้นแบบเครื่องมือตัดไม้ป่าที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 รูปแบบ เพื่อนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ ด้านการตัดไม้ป่า และด้านวิศวกรรม จำนวน 3 ท่านพิจารณาเลือกเพื่อสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบสำหรับทดลองใช้งานจริงด้วยการประเมินค่า 5 ระดับ ดังแสดงในรูปที่ 5.5 โดยผลการประเมินแบบร่างและต้นแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ รูปแบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยรวม 3.91 คะแนน ซึ่งเป็นรูปแบบที่ผู้ทรงคุณวุฒิดูแลเห็นว่ามีความเหมาะสมและพลิกแพลงการทำงานได้ง่าย ดังแสดงในรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.5 การประเมินรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านไฟฟ้า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่ได้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานต้นสังกัด  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดต่อหรือแก้ไขเอกสารฉบับนี้โดยเด็ดขาด  
รูปถ่ายโดย: มานะศักดิ์ กุลวัฒนาพร (2558)



รูปที่ 5.6 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าที่ปรับปรุงจากรูปแบบที่ 3 ประกอบด้วย  
(ก) ส่วนหัวของที่ดับไฟ (ข) ส่วนหัวของครอบไฟป่า และ (ค) ตัวด้าม

รูปถ่ายโดย: ปริญญาณ ศักดิ์สิทธิ์ (2559)

การสรุปผลในหัวข้อที่ 5.1.1.1 และ 5.1.1.2 ชี้ให้เห็นว่ารูปแบบของต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าที่ผ่านการประเมินผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญ ในเรื่องความเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่การปฏิบัติงาน คือ ต้องสามารถช่วยให้การเดินเท้าและการปีนป่ายในสภาพภูมิประเทศที่ลาดชัน สามารถประยุกต์ใช้งานเครื่องมือให้สอดคล้องกับสถานการณ์ไฟป่าที่มีความรุนแรงหลายระดับได้ทันที มีน้ำหนักเบา ขนาดกะทัดรัด สามารถพกพาได้ง่าย ดูแลรักษาง่าย และต้องมีความแข็งแรงเพียงพอในการใช้งาน

#### 5.1.1.3 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟป่า

1) ผลการทดสอบเครื่องมือดับไฟป่าในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องมือทดสอบทางวิศวกรรมแล้วบันทึกค่าที่วัดได้

- ผู้วิจัยชั่งน้ำหนักเครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิม

เปรียบเทียบกับเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่าเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นอันประกอบด้วย ส่วนหัวของครอบไฟป่า ส่วนหัวของที่ดับไฟ และตัวด้าม มีน้ำหนักเฉลี่ยรวมเป็น 2.32 กิโลกรัม ซึ่งเบากว่าเครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิมอันประกอบด้วยที่ดับไฟที่มีด้ามในตัว และครอบไฟป่า (มีด้ามในตัว) ที่มีน้ำหนักเฉลี่ยรวมเป็น 3.73 กิโลกรัม

- ผู้วิจัยวัดความยาวจากปลายส่วนหัวจนถึงปลายด้าม

เครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิม เปรียบเทียบกับเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่าที่ดับไฟที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (ขณะหัดด้าม) มีความยาวเฉลี่ย 128.67 เซนติเมตร ซึ่งสั้นกว่าที่ดับไฟแบบเดิมที่มีความยาวเฉลี่ย 184.83 เซนติเมตร และครอบไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (ขณะหัดด้าม) มีความยาวเฉลี่ย 102.50 เซนติเมตร ซึ่งสั้นกว่าที่ดับไฟแบบเดิมที่มีความยาวเฉลี่ย 122.17 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผู้วิจัยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของด้ามเครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิม เปรียบเทียบกับเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่าด้ามที่ดับไฟที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย 3.02 เซนติเมตร ซึ่งเล็กกว่าด้ามที่ดับไฟแบบเดิมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย 3.23 เซนติเมตร และด้ามครอบไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย 3.02 เซนติเมตร ซึ่งเล็กกว่าด้ามครอบไฟฟ้าแบบเดิมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย 3.63 เซนติเมตร

- ผู้วิจัยทดสอบประสิทธิภาพตามลักษณะการใช้งาน เครื่องมือดับไฟฟ้าจริงด้วยการงอตัวเครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิม เปรียบเทียบกับเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่าด้ามเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นซึ่งผลิตจากอลูมิเนียมสามารถรับแรงกดได้เฉลี่ย 2,839.33 นิวตัน และที่บริเวณข้อต่อของด้ามสามารถรับแรงกดได้เฉลี่ย 3,545.67 นิวตัน ซึ่งมากกว่าด้ามเครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิมที่สามารถรับแรงกดได้เฉลี่ย 2,444.33 นิวตัน

2) ผลการจับเวลาเดินเท้าและพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าในภูมิภาคจริงในเส้นทางราบ และเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15% (8.53 องศา)

- ผู้วิจัยสุ่มเลือกเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าภายในสถานีควบคุมไฟฟ้าจังหวัดเชียงรายทั้งสิ้น 10 คน แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 จำนวน 5 คน (กลุ่มควบคุม) ให้พกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิมคนละ 1 ชิ้น และกลุ่มที่ 2 จำนวน 5 คน (กลุ่มทดลอง) ให้พกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นคนละ 1 ชุด (ประกอบด้วย ส่วนหัวของที่ดับไฟ ส่วนหัวของครอบไฟฟ้า และตัวด้าม) ในเส้นทางเดินเท้าปกติที่มีลักษณะเป็นทางราบคือมีความชันน้อยกว่า 15% เป็นระยะทาง 1 กิโลเมตร แล้วจับเวลา พบว่าทั้ง 2 กลุ่มใช้เวลาในการเดินเท้าเฉลี่ย 10.40 นาที เท่ากัน แต่กลุ่มที่ 2 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.07 นาที ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มที่ 1 ที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.13 นาที จึงสามารถสรุปได้ว่า การพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจำนวนคนละ 1 ชุดในเส้นทางเดินเท้าที่เป็นทางราบ ไม่ส่งผลให้การเดินเท้าช้าลง แต่กลับช่วยให้การเดินเท้ามีเสถียรภาพมากขึ้น

- ผู้วิจัยให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าภายในสถานีควบคุมไฟฟ้าจังหวัดเชียงรายที่แบ่งไว้เป็น 2 กลุ่มในข้างต้น ทดลองเดินเท้าในเส้นทางเดินป่าตามแนวกันไฟซึ่งมีลักษณะเป็นทางลาดชันสลับลงตามลักษณะภูมิประเทศคือมีความชันมากกว่า 15% เป็นระยะทาง 1.3 กิโลเมตร แล้วจับเวลา พบว่ากลุ่มที่ 2 ใช้เวลาในการเดินเท้าเฉลี่ย 14.05 นาที และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.17 นาที ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มที่ 1 ที่ใช้เวลาในการเดินเท้าเฉลี่ย 14.42 นาที และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.34 นาที จึงสามารถสรุปได้ว่า การพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจำนวนคนละ 1 ชุดในเส้นทางเดินเท้าที่มีความลาดชันสามารถช่วยลดเวลาในการเดินเท้าลงได้ประมาณ 37 วินาทีต่อ 1.3 กิโลเมตร หรือประมาณ 28.5 วินาทีต่อกิโลเมตร และยังช่วยให้การเดินเท้ามีเสถียรภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสรุปผลในหัวข้อที่ 5.1.1.3 ชี้ให้เห็นว่าต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีขนาดและน้ำหนักที่เหมาะสมกับการพกพาและการใช้งาน จึงช่วยให้การเดินทางในสภาพภูมิประเทศที่มีความลาดชันเกิดความคล่องตัว สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น ประกอบกับความแข็งแรงที่มากกว่าเครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิมจึงส่งผลให้เครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 คือ พัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าที่สามารถช่วยให้การเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือของไทยเกิดความสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น

**5.1.2 วัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2** คือ ศึกษาความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าที่มีต่อรูปแบบเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นใน 3 ด้าน คือด้านรูปลักษณ์ ด้านการพกพา และด้านการใช้งาน โดยแบ่งศึกษาความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

5.1.2.1 กลุ่มเจ้าหน้าที่ผู้ทดลองใช้งานเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบในภูมิภาคจริงเป็นเวลา 1 เดือน ณ สถานีควบคุมไฟป่าเชียงราย จำนวน 10 คน มีความพึงพอใจโดยรวมในด้านรูปลักษณ์ ประกอบด้วย ความสวยงาม ลักษณะของมือจับ ความน่าใช้งาน และการรับรู้ถึงความแข็งแรงในระดับมากที่สุด ด้านการพกพา ประกอบด้วย น้ำหนักของเครื่องมือ ความสะดวกในการ พกพา ความสามารถในการช่วยเดินป่า และขนาดของเครื่องมือในระดับมาก ด้านการใช้งาน ประกอบด้วย ความหลากหลายของหน้าที่การทำงาน ความง่ายในการถอดประกอบ ความแข็งแรง ความถนัดขณะใช้งาน ความสามารถในการดับไฟ และการดูแลรักษาในระดับปานกลาง โดยพบประเด็นที่น่าสนใจคือ กลุ่มผู้ทดลองมีความพึงพอใจโดยรวมในเรื่องความแข็งแรงที่ระดับน้อย

5.1.2.2 กลุ่มเจ้าหน้าที่ที่เป็นประชากรกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลจำนวน 239 คน เป็นเพศชาย 223 คน คิดเป็นร้อยละ 93.3 เพศหญิงจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 6.7 ส่วนใหญ่มีช่วงอายุ 20-40 ปีจำนวน 149 คน คิดเป็นร้อยละ 62.3 รองลงมาคือช่วงอายุ 41-60 ปีจำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 26.8 และอายุต่ำกว่า 20 ปีจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 8.1 ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่มีอายุการทำงานด้านการดับไฟป่ามากกว่า 5 ปีจำนวน 95 คน คิดเป็นร้อยละ 39.7 รองลงมาคืออายุการทำงานอยู่ระหว่าง 2-5 ปีจำนวน 87 คน คิดเป็นร้อยละ 36.4 และทำงานด้านการดับไฟป่าเป็นปีแรกจำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 20.5 ซึ่งเจ้าหน้าที่ส่วนใหญ่มีการใช้งานครอบครัวเป็นอันดับสูงสุดจำนวน 89 คน คิดเป็นร้อยละ 37.2 ที่ดับไฟจำนวน 70 คน คิดเป็นร้อยละ 29.3 รองลงมาคือ คราดจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 5.4 และเครื่องมือดับไฟป่าอื่นๆ จำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 24.3 ตามลำดับ มีความพึงพอใจในโดยรวมในด้านรูปลักษณ์ ประกอบด้วย ความสวยงาม ลักษณะของมือจับ ความน่าใช้งาน และการรับรู้ถึงความแข็งแรงในระดับมาก ด้านการพกพา ประกอบด้วย น้ำหนักของเครื่องมือ ความสะดวกในการพกพา ความสามารถในการช่วยเดินป่า และขนาดของเครื่องมือในระดับมาก ด้านการใช้งาน ประกอบด้วย ความหลากหลายของหน้าที่การทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงาน ความง่ายในการถอดประกอบ ความแข็งแรง ความถนัดขณะใช้งาน ความสามารถในการดับไฟ และการดูแลรักษาในระดับมาก

### 5.1.3 สมมติฐานของการวิจัย

5.1.3.1 ผลทดสอบการเดินเท้าในเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15% ระยะทาง 1.3 กิโลเมตร ด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที่ พบว่าเวลาของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 4.38 โดยเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาสามารถช่วยให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยสามารถเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุในเส้นทางที่เป็นทางชันได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 คือ ที่ดับไฟ ครอบไฟป่า และคราดที่ผู้วิจัยพัฒนาสามารถช่วยให้เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

5.1.3.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสภาพเส้นทางสูงชันในการเดินเท้าเข้า-ออกจุดเกิดไฟป่า กับผลการตอบแบบสอบถามในส่วนความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า และความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการพกพาเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการ กับผลการตอบแบบสอบถามในส่วนความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าความลาดชันของพื้นที่และวิธีการพกพาเครื่องมือดับไฟป่าต่างมีความสัมพันธ์กับการกำหนดรูปแบบเครื่องมือดับไฟป่าทั้งในด้านรูปลักษณ์ ด้านคุณสมบัติและด้านการใช้งาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 4.39 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 2 คือ ความสัมพันธ์ของสภาพพื้นที่ลาดชันของป่าภาคเหนือ และวิธีการพกพาเครื่องมือดับไฟป่า มีผลต่อการกำหนดรูปแบบเครื่องมือดับไฟป่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

## 5.2 อภิปรายผล

ผู้วิจัยกำหนดการอภิปรายผล สำหรับการวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าเพื่อเพิ่มความสามารถในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดเหตุในภาคเหนือของประเทศไทย ออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

5.2.1 สภาพปัญหาและความต้องการจากเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า มีประเด็นที่น่าสนใจ ดังนี้

1) การศึกษาข้อมูลสภาพปัญหาและความต้องการจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็น

ผู้ใช้งานเครื่องมือดับไฟป่าจริงในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ประกอบกับการพัฒนารูปแบบตามเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้าที่มีประสบการณ์ในการพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าส่งผลให้ได้รูปแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า และทำให้ผู้ใช้งานมีความเข้าใจในวัตถุประสงค์ของรูปแบบผลิตภัณฑ์ ตามแนวคิดการให้ผู้บริโภคมีส่วนร่วมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของ โอ'เฮิร์น และเรนต์ฟลาซท์ (2008)

2) สภาพภูมิประเทศของภาคเหนือมีความหลากหลายเป็นอย่างมาก โดยการใช้งานเครื่องมือที่เจ้าหน้าที่ใช้งานเป็นประจำ พบว่าในสภาพพื้นที่พื้นเป็นดินร่วนหรือดินทราย เจ้าหน้าที่มักมีการใช้งานครอบไฟฟ้าและไม้กวาดทางมะพร้าว ในการเข้าจัดการไฟฟ้าโดยการสร้างแนวกันไฟ ส่วนในพื้นที่ที่พื้นเป็นดินหรือหินแข็ง เจ้าหน้าที่เลือกที่จะไม่พกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าแล้วเข้าไปสร้างเครื่องมือดับไฟฟ้าจากไม้ไผ่ที่อยู่ในป่าแทน เนื่องจากเส้นทางในการเดินเท้าเป็นไปได้ยากสำหรับที่ดับไฟนั้นนิยมใช้งานในพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย และเป็นป่าหญ้าซึ่งไฟป่ามีความรุนแรงไม่มากนัก สอดคล้องกับข้อมูลการควบคุมไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย โดย ศิริ อัคระอัคร (2543)

### 5.2.2 การพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้า มีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

1) ในขั้นตอนการออกแบบ ผู้วิจัยพบว่าเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันขาดมาตรฐานสากล ซึ่งมีเพียงการกำหนดเรื่อง สี และขนาดของเครื่องมือดับไฟฟ้าอันเป็นคุณลักษณะที่ต้นสังกัดของแต่ละหน่วยงานกำหนดไว้เพื่อการจัดซื้อเป็นรายปีเท่านั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดแนวทางการออกแบบให้ความแข็งแรงของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนา ต้องไม่น้อยกว่าเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

2) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสภาพพื้นที่ลาดชันกับรูปแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่พกพาสะดวกและช่วยให้ดับไฟได้เร็วคือ 0.875 และ 0.846 ตามลำดับ ซึ่งเข้าใกล้ 1 แสดงให้เห็นว่าสภาพพื้นที่ลาดชันมีความสัมพันธ์กับรูปแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่พกพาสะดวกและช่วยให้ดับไฟได้เร็วขึ้นในระดับมาก การพัฒนารูปแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าจึงควรกำหนดความสำคัญไปที่การทำให้เครื่องมือดับไฟฟ้าสามารถพกพาได้สะดวก และสามารถดับไฟได้เร็วขึ้นเป็นหลัก

3) ผลการประเมินรูปแบบที่เหมาะสมกับการนำไปผลิตเป็นต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าของผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญ รวม 6 ท่าน ล้วนมีความเห็นตรงกันในการเลือกรูปแบบที่ 3 เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาต่อ แสดงให้เห็นว่าผลการออกแบบเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย แม้จะมีคำแนะนำบางส่วนจากผู้เชี่ยวชาญที่ผู้วิจัยไม่ได้นำมาพิจารณาปรับปรุงรูปแบบ เช่นการเพิ่มช่องสำหรับเก็บอุปกรณ์เดินป่าหรือการเพิ่มไฟฉาย เนื่องจากไม่ใช่เป้าหมายหลักของการออกแบบ อีกทั้งยังส่งผลให้อุปกรณ์มีความยุ่งยากในการใช้งานและการผลิตมากยิ่งขึ้น

4) ผู้วิจัยหยุดพัฒนารูปแบบของสายสะพายแม้จะเป็นชิ้นส่วนที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการ เนื่องจากเห็นว่าสายสะพายเป็นชิ้นส่วนที่สามารถจัดหาได้ง่าย และประยุกต์ใช้วัสดุได้หลากหลาย อีกทั้งการพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าด้วยการสะพายหลังนั้น อาจส่งผลเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อการพทพวกระเป่าสัมภาระให้เกิดความยุ่งยากกับการจัดเก็บและการนำเครื่องมือดับไฟป่าออกมาใช้ได้ อีกทั้งรูปแบบของตัวด้ามในรูปแบบที่ 3 มีน้ำหนักเบาและสามารถถือเพื่อช่วยในการพยุงตัวได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามผลประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญได้ชี้ว่า วัสดุที่เหมาะสมกับการนำมาผลิตเป็นสายสะพายสำหรับเครื่องมือดับไฟป่าสมควรผลิตจากผ้าฝ้ายซึ่งมีคุณสมบัติไม่ลามไฟ

### 5.2.3 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟป่า มีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

1) การทดสอบการงอตัวในท้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม พบว่าด้ามอลูมิเนียมสามารถรับแรงกดได้มากกว่าไม้ไผ่ แต่คุณลักษณะของอลูมิเนียมที่ใช้ในการทดสอบซึ่งเป็นเกรด 6063 นั้นสามารถเสียรูปทรงได้ง่าย เนื่องจากเป็นอลูมิเนียมที่มีความอ่อน จึงถือว่าเป็นข้อด้อยที่ส่งผลต่อการใช้เครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้ออกแบบให้ใช้ด้ามที่ผลิตจากอลูมิเนียมเกรด 6061 T6 ซึ่งมีความแข็งแรงมากกว่า อลูมิเนียมเกรด 6063 ถึง 3.4 เท่า และควรเลือกใช้ท่อที่มีความหนามากกว่า 2 มิลลิเมตร กับเครื่องมือดับไฟป่าที่จะผลิตใช้งานจริง แม้ว่าอลูมิเนียมเกรด 6061 T6 จะมีราคาแพงและหาซื้อภายในประเทศได้ยากกว่า

2) การทดสอบจับเวลาการเดินทางในเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15% นั้นผู้วิจัยมีความจำเป็นต้องใช้เส้นทางที่มีระยะทาง 1.3 กิโลเมตร เนื่องจากเส้นทางมีลักษณะที่เหมาะสมคือเป็นทางขึ้นสลับลง เส้นทางโค้งและมองเห็นได้ง่ายเนื่องจากเป็นแนวกันไฟ อีกทั้งเป็นเส้นทางที่เดินเป็นวงกลมทำให้ง่ายต่อการจับเวลาและสังเกตลักษณะการเดินทางของเจ้าหน้าที่ว่าเป็นไปตามที่ผู้วิจัยกำหนดหรือไม่ โดยผลการทดสอบประสิทธิภาพพบว่าเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบช่วยลดเวลาการเดินทางในเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15% ได้จริง จึงมีความเป็นไปได้ที่เครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบจะช่วยลดเวลาในการเดินทางได้มากขึ้นในสถานการณ์จริงซึ่งสภาพเส้นทางมีความรกทึบมากกว่าเส้นทางที่ใช้ในการทดสอบ

3) การทดลองใช้งานต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าในภูมิประเทศจริงเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าหลังการทดลองส่วนซีฟนของครอบไฟป่าเกิดการงอเนื่องจากซีฟนมีขนาดเล็กเกินไป จึงควรปรับขนาดของซีฟนให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1 เซนติเมตร หรือใช้เหล็กที่มีความแข็งแรงมากขึ้น และพบว่าจำนวนซีฟนของครอบไฟป่าที่เหมาะสมสำหรับป่าสนคือประมาณ 4 ซี เนื่องจากใบสนซึ่งเป็นเชื้อเพลิงสามารถเกี่ยวกันเป็นกลุ่มก้อนได้ง่าย ส่วนในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าไผ่ควรมีจำนวนซีฟนอย่างน้อย 6 ซี เนื่องจากใบไม้ที่เป็นเชื้อเพลิงไม่สามารถรวมเป็นกลุ่มก้อนได้ง่ายและอาจติดซีฟนได้ง่ายหากช่องฟงนั้นห่างกันเกินไป

### 5.2.4 ความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ มีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

1) ความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าทั้ง 11 สถานี ที่มีต่อต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบทั้งในด้านรูปลักษณ์ การพทพวและการใช้งานอยู่ในระดับมาก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการนำมาใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าให้สามารถลดขนาดและปรับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานได้หลากหลาย ตามทฤษฎีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนรูปได้ของ ซิงห์ และคณะ (2009) สามารถตอบสนองความต้องการและสร้างความพึงพอใจให้กับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าได้เป็นอย่างดี

2) การประเมินความพึงพอใจจากผู้ทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าต้นแบบในประเด็นเรื่องความแข็งแรงอยู่ในระดับ น้อย เนื่องจากด้ามของต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าผลิตจากอลูมิเนียมเกรด 6063 ซึ่งมีความอ่อนตัว เกิดการงอได้ง่าย โดยผู้วิจัยเชื่อว่าหากสามารถผลิตด้ามของต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าด้วยอลูมิเนียมเกรด 6061 T6 ได้ ผลการประเมินความพึงพอใจที่ได้จะอยู่ในระดับที่น่าพอใจกว่านี้

3) การเก็บข้อมูลความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ ผู้วิจัยใช้วิธีเดินทางไปยังแต่ละสถานีควบคุมไฟป่าด้วยตัวเอง พร้อมทั้งให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้รับฟังการอธิบาย สอบถาม และสัมผัสต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้ตอบแบบประเมินมีความเข้าใจต่อตัวผลิตภัณฑ์เป็นอย่างดีและผลการประเมินที่ได้มีความน่าเชื่อถือมาก ถึงแม้กลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลความพึงพอใจจะมีเพียง 56% ของกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ เนื่องจากช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลตรงกับเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นฤดูไฟป่าที่มีไฟป่าเกิดขึ้นในหลายจุด เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าแต่ละสถานีจำเป็นต้องกระจายกำลังและผลัดเปลี่ยนเวรเพื่อออกไปดับไฟป่า จึงส่งผลให้จำนวนเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าที่ประจำอยู่ที่สถานีหลักมีจำนวนไม่มาก

4) ในขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจ ผู้วิจัยใช้วิธีการอ่านแบบประเมินและให้เจ้าหน้าที่ผู้ทำการประเมินไปพร้อมๆ กัน โดยผู้วิจัยใช้ภาษาพื้นถิ่นภาคเหนือร่วมด้วยเพื่อความเข้าใจที่มากขึ้น แต่กลับพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามบางคนที่เป็นชาวเขาที่ไม่สามารถ พูด อ่าน และเขียน ภาษาไทยได้ ผู้วิจัยจึงใช้วิธีให้เจ้าหน้าที่ผู้ที่สามารถพูดภาษาชนเผ่าได้ เป็นผู้แปลความและช่วยประเมินให้ ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยขอให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลวิจัยไปใช้หรือพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้และเพื่อการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) รูปแบบของเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยนำเสนออาจมีข้อผิดพลาดบางประการเนื่องด้วยข้อจำกัดในการผลิต แหล่งวัสดุ เครื่องมือในการทดสอบ บุคลากรและเงินทุน ผู้ที่สนใจนำต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าไปผลิตจึงควรทำการทดสอบประสิทธิภาพเพิ่มเติม เช่นการทดสอบความแข็งแรง ความล้า แรงกด และแรงดึง เป็นต้น โดยอ้างอิงจากมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพและความพึงพอใจแสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมของกระบวนการ และแนวทางในการพัฒนารูปแบบของเครื่องมือดับไฟป่าเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศและการทำงานของผู้ใช้งานจริง ผู้ที่สนใจจึงสามารถนำกระบวนการนี้ไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้หรือปรับปรุงกระบวนการที่ผู้วิจัยใช้ให้เกิดความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น เพื่อประโยชน์ในด้านการศึกษา และวงการการออกแบบของประเทศต่อไป

3) ต้นทุนในการสร้างต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่า 1 ชุด คือประมาณ 1,720 บาท โดยประเมินที่จำนวนการผลิตไม่เกิน 20 ชุด ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 5.2 ซึ่งหากมีการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมต่อไป ด้วยปริมาณความต้องการที่มากขึ้น การจัดการกระบวนการผลิตและวัสดุเหลือใช้ จะส่งผลต่อต้นทุนของวัตถุดิบ ค่าแรง ค่าเครื่องมือในการผลิต ค่าขนส่ง และค่ากำจัดวัสดุเหลือใช้ให้ลดต่ำลงได้มากตามสัดส่วนการผลิต

ตารางที่ 5.2 รายละเอียดค่าใช้จ่ายในการสร้างต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าต่อ 1 ชุด (ประเมินที่จำนวนการผลิตไม่เกิน 20 ชุด)

ลำดับ	รายการ	วัสดุ	จำนวน	หน่วย	จำนวนเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	ท่ออลูมิเนียมขนาด 26.5 มม. หนา 2 มม.	อลูมิเนียม เกรด AL6061 T6	1	เมตร	260	ราคา โดยประมาณ
2	ท่ออลูมิเนียมขนาด 30 มม. หนา 2 มม.	อลูมิเนียม เกรด AL6061 T6	1	เมตร	260	ราคา โดยประมาณ
3	ส่วนหัวของที่ดับไฟ (ค่าวัสดุ+ค่าแรง)	เหล็กเกรด AISI 1045	1	ชิ้น	400	ราคา โดยประมาณ
4	ส่วนหัวของกรอบไฟป่า (ค่าวัสดุ+ค่าแรง)	เหล็กเกรด AISI 1045	1	ชิ้น	400	ราคา โดยประมาณ
5	hurstหลักอานอลูมิเนียมสีดำ ขนาด 29 มม.	อลูมิเนียม	1	ตัว	130	
6	แกนพับหลักอานอลูมิเนียม	อลูมิเนียม	1	ตัว	70	
7	ค่าซูปด้ามพลาสติก สีดำ	พลาสติก PP	1	ชิ้น	190	
8	ค่าแรงประกอบชิ้นงาน (คิดที่ 30 ชิ้นต่อวัน)		1	ชิ้น	10	
	<b>รวม</b>				<b>1,720</b>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

- 1) การทดสอบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบในเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15 % พบว่าสามารถช่วยลดเวลาการเดินทางได้มากกว่าเส้นทางราบอย่างเห็นได้ชัด การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อความสะดวกในการพกพาและการเดินทางในอนาคต จึงควรมุ่งเน้นไปที่การลดขนาด ลดน้ำหนักและออกแบบรูปร่างของผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับวิธีการเดินทาง
- 2) การลงพื้นที่เพื่อศึกษาปัญหาด้วยตัวผู้วิจัยเองเพียงคนเดียวประกอบด้วยระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพียง 10 วัน อาจส่งผลให้สภาพปัญหาที่ผู้วิจัยพบเจอยังมีไม่รอบด้าน และเกิดอคติได้ง่ายเนื่องจากขาดความคิดเห็นจากผู้อื่น ดังนั้นหากมีการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มขึ้น และมีการจัดทีมเพื่อศึกษาปัญหาให้รอบด้านมากกว่านี้
- 3) การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้ายังมีประเด็นที่น่าสนใจ เช่น การออกแบบชุดปฏิบัติงานที่ช่วยป้องกันความร้อนและเปลวไฟได้ รองเท้าที่ช่วยในการเดินในพื้นที่ลาดชันมากกว่า 45 องศาโดยที่พื้นมีลักษณะเป็นดินร่วน ดินทรายและหิน เครื่องมือสำหรับพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าอื่นๆ และอุปกรณ์ที่ช่วยหลบหนีจากการติดอยู่ในสถานการณ์ที่ย่ำแย่ เป็นต้น โดยผู้วิจัยพบว่า สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบดับไฟฟ้าคือ ขนาด น้ำหนัก และความแข็งแรงทนทาน
- 4) การเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นชนเผ่าและมีภาษาเฉพาะตัว ผู้วิจัยควรออกแบบเครื่องมือในการเก็บข้อมูลให้สามารถตอบได้ง่ายและควรมีล่ามช่วยแปลภาษาเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับกลุ่มตัวอย่างให้มากที่สุด
- 5) ในการวิจัยเกี่ยวกับไฟฟ้า ผู้วิจัยควรศึกษาปัญหาในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนเมษายน เนื่องจากเกิดไฟป่าบ่อยครั้ง และเห็นสภาพปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากไฟป่าได้อย่างชัดเจนที่สุด ส่วนข้อมูลที่ต้องการเก็บจากเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าควรเก็บในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม และในช่วงเดือนพฤษภาคม เนื่องจากเป็นช่วงที่เกิดไฟป่าน้อยครั้ง เจ้าหน้าที่จึงอยู่ประจำสถานีควบคุมไฟป่าเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- กฤษฎา บานชื่น. 2528. “กลไกการวิ่ง.” นิตยสารหมอชาวบ้าน. เล่มที่ 80.
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2518. การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กองบริการอุตสาหกรรม กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.
- กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2557. ประเภทของป่าไม้. [Online]. Available : <http://www.dnp.go.th/research/Knowledge/type%20of%20forest.html>.
- กิตติ อินทรานนท์. 2548. การยศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรีธา คล้ายประสิทธิ์พร และสุรติ กาญจนบุญชร. 2535. การศึกษา พัฒนา ออกแบบไม้ตบไฟป่า เพื่อใช้ในป่าแต่ละชนิดของประเทศไทย. กรุงเทพฯ : สำนักงานช่วยเหลือผู้ประสบภัยธรรมชาติ กรมป่าไม้.
- เกษมสันต์ จินฉนวนโส. 2552. “ไฟป่า: ภัยจากน้ำมือมนุษย์.” รัฐสารภีรักษ์. 51(2) : 95-99.
- ดวงภรณ์ แดงจิ้น. 2554. “การประมาณความสูงจากความยาวของการก้าวขณะเดิน.” วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ดุสิต พานิชพัฒน์. 2530. “ทรัพยากรป่าไม้.” สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. เล่มที่ 3 : 167-201.
- เดือนเด่น นาคสีหราช. 2551. “มาตรการทางกฎหมายในการป้องกันและควบคุมไฟป่าในประเทศไทย.” วิทยานิพนธ์นิติศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชากฎหมายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ทรงวุฒิ เอกภูฒวิงศา. 2556. การศึกษาและพัฒนาแผนป้องกันและควบคุมไฟป่าขนาดเล็ก สำหรับส่วนควบคุมไฟป่า สำนักป้องกันปราบปรามและควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ทวี แก้วมณี, ธนญา ตรึงตราจิตกุล และชัยยา ศรีอำไพ. 2549. คู่มือมาตรฐานและการทดสอบ เครื่องเรือน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ยูไนเต็ด โปรดักชั่น.
- ธวัชชานนท์ สิปปภากุล. 2548. การยศาสตร์และกายวิภาคเชิงกล. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท วาดศิลป์ จำกัด.
- ธีระชัย สุขสด. 2544. การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2555. “การกำหนดขนาดตัวอย่างและสถิติวิเคราะห์ใหม่ๆ ที่น่าสนใจ (Twilight Program).” การนำเสนอผลงานวิจัยแห่งชาติ 2555 (Thailand Research EXPO 2012). ศูนย์ประชุมบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิร์ล ราชประสงค์ กรุงเทพมหานคร วันเสาร์ที่ 25 สิงหาคม 2555 เวลา 18.00-20.00 น.
- บุญตา เจนสุขอุดม. 2557. “ไฟฟ้า..ภัยต่อสุขภาพ.” **บทความสุขภาพ สำหรับประชาชน.** : กลุ่มสื่อสาร และรณรงค์ด้านสุขภาพ กองสุศึกษา กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. [Online]. Available : [http://www.hed.go.th/data\\_center/info\\_mod/397319188\\_ไฟฟ้าภัยต่อสุขภาพ\\_บุญตา.pdf](http://www.hed.go.th/data_center/info_mod/397319188_ไฟฟ้าภัยต่อสุขภาพ_บุญตา.pdf).
- บุญยพัต ผดุงนาม. 2550. “การศึกษาการผลิตหุ่นเท้าโดยใช้วิศวกรรมย่อนรอยคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและผลิต.” วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เบญจมาศ สังข์วรรณ และ ภูมิพร ธรรมสถิตเดช. 2556. **การศึกษาการร่วมสร้างและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ในอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์.** กรุงเทพฯ : วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ประโยชน์ บุญสินสุข. 2532. “ขึ้นลงบันไดกับข้อเข่าเสื่อม.” **นิตยสารหมอชาวบ้าน.** เล่มที่ 128.
- ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2537. **วัตถุดิบไฟ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท สุรพิมพ์ จำกัด.
- ปองพล วงษ์สวัสดิ์. 2547. “ระบบวิศวกรรมย่อนรอยสำหรับการบำรุงรักษาเครื่องจักรในงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้.” วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ฝ่ายวิชาการ ส่วนควบคุมไฟฟ้า สำนักป้องกัน ปราบปราม และควบคุมไฟฟ้า. 2556. **รายงานประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556.** กรุงเทพฯ : กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช.
- มณฑลี ศาสนนันท์. 2546. **การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรมและวิศวกรรมย่อนรอย.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
- มณฑี โพธิ์ทัย. 2524. **การป้องกันไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ยุพดี เสตพรรณ. 2544. **ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : พิเศษการพิมพ์.
- วฐิติกุล ภาคคีรี. 2540. “สมบัติทางกายภาพและเชิงกลของไม้ไผ่ตง.” วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วนศาสตร์) สาขาวนผลิตภัณฑ์ ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วศิน อิงคพัฒนากุล. 2548. **การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมธรรมชาติและมรดกทางวัฒนธรรม.**

นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- วัชรินทร์ จรุงจิตสุนทร. 2548. **หลักการและแนวความคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์**. กรุงเทพฯ : แอ๊ปป่า  
พรีนติ้ง กรุ๊ป จำกัด.
- ศิริ อัครเศอคร. 2539. **การจัดระดับชั้นอันตรายจากไฟฟ้าในป่าเต็งรัง อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-  
ปุย**. กรุงเทพฯ : กรมป่าไม้.
- \_\_\_\_\_ 2543. **การควบคุมไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย**. กรุงเทพฯ : สำนักควบคุมไฟฟ้า  
กรมป่าไม้.
- \_\_\_\_\_ 2546. **สถานการณ์และการจัดการไฟฟ้าโลก**. กรุงเทพฯ : ส่วนวิชาการด้านไฟฟ้า  
สำนักป้องกันและควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- สมภพ เพ็ชรเกลี้ยง. 2555. **เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง: ความปลอดภัยในการป้องกันและ  
ควบคุมไฟฟ้า**. ราชบุรี : สำนักงานโครงการสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราช  
กุมารี.
- สาคร คันธโชติ และวิศิษฐ์ ศิริสัมพันธ์. 2529. **การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ**. พิมพ์ครั้งที่ 1.  
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- สันต์ เกตุปราณีต, นิพนธ์ ตั้งธรรม, สุวิทย์ แสงทองพราว, ปรีชา ธรรมานนท์, นริศ ภูมิภาคพันธ์  
และศิริ อัครเศอคร. 2534. **รายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่องไฟฟ้าและผลกระทบต่อระบบป่า  
ไม้ในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ : คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุชาติ โภชฌงค์. 2553. **การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยไฟฟ้าในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ : สำนักฟื้นฟู  
และพัฒนาพื้นที่อนุรักษ์ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2544. **รายงานการสำรวจและวิจัยขนาดโครงสร้าง  
ร่างกายคนไทยระยะที่ 4 : พ.ศ. 2543-2544**. กระทรวงอุตสาหกรรม.
- อัจฉรา รักษ์ดิตรธรรม,(ผู้รวบรวม). 2543. **ประสบการณ์การจัดการไฟฟ้าโดยองค์กรชุมชน**.  
เชียงใหม่ : โครงการส่งเสริมการจัดการไฟฟ้าโดยองค์กรชุมชน.
- Aronson, R. B. 1996. "Forward thinkers take to reverse engineering." **Manufacturing  
Engineering**. Volume 117(5) : 34-40.
- Ashby, M. and Johnson, K. 2003. **Materials and Design : The Art and Science of  
Material Selection in Product Design**. Massachusetts : Butterworth -  
Heinemann.
- Bhalla, Gaurav. 2011. **Collaboration and Co-Creation**. New York : Springer.
- Brown, A.A. and Davis, K.P. 1973. **Forest Fire: Control and Use**. New York :  
McGraw-Hill.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- California Department of Industrial Relations and the National Institute for Occupational Safety and Health. 2004. **Easy Ergonomics: A Guide to Selecting Non-Powered Hand Tools**. California : Columbia Parkway Cincinnati.
- Callister, W. D, Jr. 2005. **Materials Science and Engineering**. 6<sup>th</sup> ed. New York : John Wiley & Sons.
- Camburn, B. A., Guillemette, J., Crawford, R. H., Wood, K. L., Jensen, D. J., and Wood, J. J. “When to Transform? Development of Indicators for Design Context Evaluation.” **ASME 2010 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference**. Montreal, Quebec, August 15-18, 2010. **DETC2010-28951**.
- Camburn, B. A., Wood, K. L., Crawford, R. H., Robben, J., Jensen, D. J., and Patel, A. “Advances in Transformational Design: Correlating Context Evaluation to Quality Feasibility and Novelty.” **International Design Engineering Technical Conferences**. Chicago, Illinois, August 12-15, 2012. **DETC2012-71416**.
- Cohen, L. 1995. **Quality Function Deployment : How to Make QFD Work for You**. Massachusetts : Addison-Wesley Publishing.
- Duncan, MJ. and Lyons, M. 2008. “The Effect of Hiking Poles on Oxygen Uptake, Perceived Exertion and Mood State During A One Hour Uphill Walk.” **Journal of Exercise Physiology online**. Volume 11(3) : 20-25.
- F.A.O. 2001. **International Handbook on Forest Fire Protection** Technical guide for the countries of the Mediterranean basin. Aix en Provence cedex 1 France : Département Gestion des territoires.
- Farag, M. M. 2008. **Materials and Process Selection for Engineering Design**. 2<sup>nd</sup> ed. Florida : Taylor & Francis Group.
- Fobes, R. 1999. **The Creative Problem Solver’s Handbook**. SNP ed. Pte, Ltd.
- Gorte, R. W., and Bracmort, Kelsi. 2012. “Forest Fire/Wildfire Protection.” **Congressional Research Service**.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- Hedge, A. 2013. **Hand Tool Design**. DEA 3250/6510. Cornell University. [Online].  
Available : <http://ergo.human.cornell.edu/studentdownloads/DEA3250pdfs/Hand Tools.pdf>
- Hungerford, D. S., Kenna, R. V., and Haynes, D. W. 2557. **Relevant Biomechanics of the Knee for Knee Replacement**. Johns Hopkins University. [Online].  
Available : <http://aboutjoints.com/physicianinfo/topics/biomechanicknee/biomechanics.htm>.
- Kelsey, John. 2004. **Field Guide to Tools**. แปลโดย กฤษฎา อินทรสถิตย์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2551.
- Kriellaars, D. 1992. **A Case Study Assessment of MOTUS Power-Grip Products**.  
Winnipeg Canada : University of Manitoba, School of Medical Rehabilitation.
- Lan, Rohr. 2552. **ไฟฟ้าและภัยแล้ง**. แปลโดย กฤษณ์ ส่องโลก และกอบศักดิ์ วันธงไชย.  
กรุงเทพฯ : เนชั่น เอ็ดมอนด์ เอ็ดดูเทนเมนท์.
- LI, Zheng and WANG, Quan. 2011. “Experimental Study of Explosive Water Mist Extinguishing Fire.” **Procedia Engineering**. Volume 11 : 258-267.
- Lomakin, S.M., Sakharov, A.M., Sakharov, P.A., and Zaikov, G.E. *Translated by Grange, M.* 2012. “Environmentally friendly flame retardants based on renewable raw materials.” **Gummi Fasern Kunststoffe**. Volume 65(5) : 298-303.
- Mari, Piirainen. 2001. “Design and Business Performance.” Master’s Thesis, Faculty of International Business, Helsinki School of Economics and Business Administration.
- O’Hern, M., and Rindfleisch, A. 2008. **Customer Co-creation : A Typology and Research Agenda**. University of Wisconsin School of Business.
- Osborn, Alex F. 1963. **Applied Imagination : Principles and Procedures of Creative Problem Solving**. 3<sup>rd</sup> ed. New York : Charles Scribners.
- Otto, K. N., and Wood, K. L. 2001. **Product Design : Techniques in Reverse Engineering and New Product Development**. New Jersey : Prentice Hall, Inc.
- Patkin, M. 2001. **A Check-List for Handle Design**. Ergonomics Australia. [Online].  
Available : <http://ergonomics.uq.edu.au/eaol/handle.pdf>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- Perrey, Stephane., and Fabre, Nicolas. 2008. "Exertion during uphill, level and downhill walking with and without hiking poles." **Journal of Sports Science and Medicine**. Volume 7 : 32-38.
- Prahalad, C. K., and Ramaswamy, Venkat. 2004. "Co-Creation Experiences : The Next Practice In Value Creation." **Journal of Interactive Marketing**. Volume 18(3) : 5-14.
- Ruby, B., Shriver, T., Zderic, T., Sharkey, B., and Burks, C. 2002. "Total energy expenditure during arduous wildfire suppression." **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Volume 34(6) : 1048-1054.
- Sandberg, D. V., Ottmar, R. D., and Cushon, G. H. 2001. "Characterizing fuels in the 21st Century." **International Journal of Wildland Fire (Scientific Journal of IAWF)**. Volume 10.
- Seo, Na Jin., and Armstrong, T. J. 2008. "Investigation of Grip Force, Normal Force, Contact Area, Hand Size, and Handle Size for Cylindrical Handles." **Human Factors**. Volume 50(5) : 734-744.
- Shannon, Elizabeth. 2013. "Effect of Hiking Style on Efficiency Among Wildland Firefighters." M.Sc. in Kinesiology Thesis Presented to the Faculty of the California State University, Fullerton.
- Singh, V., Skiles, S. M., Krager, J. E., Wood K. L., Jensen, D., and Sierakowski, R., 2009. "Innovations in Design Through Transformation: A Fundamental Study of Transformation Principles." **Journal of Mechanical Design**. Volume 131 : 1-18.
- Singh, V., Skiles, S. M., Krager, J. E., Wood, K. L., Jensen, D., and Szmerekovsky, A., "Concept Generation and Computational Techniques Applied to Design for Transformation." **IDETC/CIE 32<sup>nd</sup> Design Automation Conference**. Philadelphia, PA, September 10-13, 2006. **DETC2006-99584**.
- Singh, V., Walther, B., Krager, J., Putnam, N., and Jensen, D., "Design for Transformation: Theory, Method and Application." **ASME 2007 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference**. Las Vegas, Nevada, September 4-7, 2007. **DETC2007-34876**.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- Spangler, Kevin. 2008. “Energy Transport in Firefighter Protective Clothing.” M.Sc. Thesis submitted to the Faculty of the Graduate School of the University of Maryland.
- Storer, I., Lawson, R., and Page, T., “Towards a Methodology for Inspiring and Evaluating Aesthetic Design Solutions.” **International Conference on Engineering And Product Design Education**. Northumbria University, Newcastle Upon Tyne, United Kingdom, September 13-14, 2007.
- Tillman, P., and Tillman, B. 1991. **Human Factors Essentials : An Ergonomic Guide for Designers, Engineers, Scientists, and Managers**. New York : McGraw-Hill.
- Ulrich, K. T., and Eppinger, S. D. 2008. **Product Design and Development**. 4<sup>th</sup> ed. New York : McGraw-Hill.
- Weaver, J. M., Wang, D., Kuhr, R., Crawford, R. H., Wood, K. L., Jensen, D., and Linsey, J. S. “Increasing Innovation in Multi-Function Systems : Evaluation and Experimentation of Two Ideation Methods for Design.” **ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference**. San Diego, California, August 30 – September 4, 2009. DETC2009-86403.



## ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก. รายงานผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ
- ภาคผนวก ข. เอกสารขอความอนุเคราะห์ที่ใช้ในงานวิจัย
- ภาคผนวก ค. ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- ภาคผนวก ง. รูปแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ได้รับการพัฒนา
- ภาคผนวก จ. ข้อมูลจำนวนเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า
- ภาคผนวก ฉ. รูปการลงพื้นที่เก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก  
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

### 1. ผู้ทรงคุณวุฒิ

#### 1.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ

รศ.บุญสนอง รัตนสุนทรากุล อาจารย์ประจำกลุ่มวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม  
สาขาวิชาการออกแบบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

#### 1.2 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการดับไฟป่า

นายศิริ อัคระอัคร ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านระบบการป้องกันปราบปรามและ  
จัดการไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช

#### 1.3 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวกรรม

รศ.ดร.วินัย กล้าจริง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเกษตร  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### 2. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องมือดับไฟป่า

#### 2.1 ว่าที่ร้อยตรีประทีป เจริญสม

นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการ  
หัวหน้าฝ่ายส่งเสริมการควบคุมไฟป่า กรมป่าไม้

#### 2.2 นายเสกสรรค์ ศิริวัฒนสกุล

เจ้าพนักงานป่าไม้ชำนาญงาน  
หัวหน้าศูนย์บริหารจัดการควบคุมไฟป่า จังหวัดกาญจนบุรี

#### 2.3 นายอิศเรศ สิทธิโรจนกุล

นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการ  
หัวหน้าสถานีควบคุมไฟป่าเชียงใหม่

#### 2.4 นายประเสริฐ ภาคภูมิ

เจ้าพนักงานป่าไม้ชำนาญงาน  
หัวหน้าสถานีควบคุมไฟป่าเชียงราย

### 3. ผู้เชี่ยวชาญทางการออกแบบ

#### 3.1 ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา

อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม  
และการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

#### 3.2 อ.โมทนา สิทธิพิทักษ์

อาจารย์ประจำกลุ่มวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม  
สาขาวิชาการออกแบบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม

- 4.1 ผศ.ดร.ชัยยากร จันทร์สุวรรณ อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

#### 5. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านภาษาไทย

- 5.1 อ.นัยนา กุลวัฒนาพร ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระวิชาภาษาไทย โรงเรียนวัดบึงทองหลาง อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
วันที่ ๑๕/๑๖/๖๖ เวลา ๑๕.๕๕  
วันที่ ๑๕/๑๖/๖๖

ที่ ทส ๐๙๐๔.๔๐๑/ ๒๖๘๒

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช  
๖๑ ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร  
กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐

๑๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ข้อมูล

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษ โสวิทย์สกุล คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อ้างถึง หนังสือสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๓/๐๙๒ ลงวันที่ ๙ มกราคม ๒๕๕๗

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. สรุปรายงานการเกิดไฟฟ้าของหน่วยงานไฟฟ้าทั่วประเทศ ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๕-๒๕๕๖  
๒. อัตราค่าส่งเจ้าหน้าที่ดับไฟฟ้า ภาคเหนือ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๗  
จำนวน ๘ แผ่น

ตามหนังสือที่อ้างถึง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ขอบความอนุเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ประกอบการศึกษาวិชา "การศึกษาอิสระ" ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำไปใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น โดยขอความอนุเคราะห์ข้อมูลและความร่วมมือจากผู้ที่มีความรู้ในเรื่องการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมไฟฟ้า เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการควบคุมไฟฟ้าของไทยในอนาคต โดยมีนายปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์ เป็นผู้ติดต่อประสานงาน นั้น

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช พิจารณาแล้ว เพื่อเป็นการสนับสนุนในด้านการศึกษาดังกล่าวจึงขอส่งข้อมูลดังกล่าวตามสิ่งที่ส่งมาด้วย ส่วนข้อมูลเรื่องความร่วมมือจากผู้ที่มีความรู้ในเรื่องการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมไฟฟ้า สำนักป้องกันฯ ขอเรียนว่ามีหน่วยงานในสังกัดที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการพัฒนาเทคนิคและเครื่องมือดับไฟฟ้า เป็นศูนย์กลางถ่ายทอดความรู้เทคโนโลยีดับไฟฟ้า และสาธิตรูปแบบการควบคุมไฟฟ้า คือ ศูนย์สาธิตการควบคุมไฟฟ้า จังหวัดกาญจนบุรี โดยสามารถติดต่อและสอบถามข้อมูลจากคุณเสกสรรค์ ศิริวิฒนสกุล ทำหน้าที่หัวหน้าเบอร์โทรศัพท์ ๐๘๗-๐๗๑๓๗๙๐ และ ๐๘๖-๓๔๕๐๖๓๑ เพื่อนำข้อมูลต่างๆไปประกอบการศึกษา ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายนิพนธ์ โชติบาล)

รองอธิบดี ปฏิบัติราชการแทน

อธิบดีกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

สำนักป้องกันปราบปราม และควบคุมไฟฟ้า

โทรศัพท์ / โทรสาร ๐ ๒๙๔๐ ๗๐๕๙

e-mail : fire@dnp.go.th , firednp@hotmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.03/1154



คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๔ กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอบขออนุญาตขอเช่าข้อมูล

เรียน คุณศักดิ์ดา วิเชียรศิลป์ ผู้อำนวยการสำนักป้องกัน ปรามปราม และควบคุมไฟฟ้า  
กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช

ด้วย นายปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง มีความประสงค์ขอเช่าข้อมูลดังนี้

1. ขอบขออนุญาตขอเช่าข้อมูลในหน่วยงานของท่านเพื่อให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญใน  
การประเมินผลการพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้า และให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ซึ่งมีรายชื่อดังนี้

- 1.1 คุณศิริ อัครเศอคร ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านระบบการป้องกันปรามปรามและจัดการไฟฟ้า  
กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช โดยขอเช่าข้อมูลเพื่อให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิใน  
การประเมินรูปแบบเครื่องดับไฟฟ้าที่ผ่านการพัฒนาแล้วจากการทำวิทยานิพนธ์
- 1.2 คุณเสกสรรค์ ศิริวิฒนสกุล หัวหน้าศูนย์บริหารจัดการควบคุมไฟฟ้า จังหวัดกาญจนบุรี โดย  
ขอเช่าข้อมูลเพื่อให้เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือดับไฟฟ้าเพื่อให้คำปรึกษาในการทำ  
วิทยานิพนธ์

2. ขอบขออนุญาตให้กำลังเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าจำนวน 10 นาย พร้อมทั้งเครื่องมือดับไฟฟ้า  
และสถานที่ภายในพื้นที่ของสถานีควบคุมไฟฟ้าเชียงราย(ดอยแม่สะลอง) เพื่อทดสอบการใช้งานเครื่องมือดับไฟ  
ฟ้าที่ผ่านการพัฒนาแล้ว เป็นเวลา 30-45 วัน พร้อมทั้งเก็บข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ทั้ง 10 นาย เพื่อสรุปผลการทำ  
วิทยานิพนธ์

3. ขอบขออนุญาตเก็บข้อมูลแบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการของเจ้าหน้าที่  
ควบคุมไฟฟ้าเกี่ยวกับการใช้ และการพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้า เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ โดยสอบถาม  
เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าทั้งสิ้น 11 สถานี ดังนี้

- 3.1 สถานีควบคุมไฟฟ้าดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่
- 3.2 สถานีควบคุมไฟฟ้าลุ่มน้ำสาขาแม่ปิง จังหวัดเชียงใหม่
- 3.3 สถานีควบคุมไฟฟ้าพื้นที่โครงการบ้านเล็กในป่าใหญ่ ดอยฟ้าห่มปก จังหวัดเชียงใหม่
- 3.4 สถานีควบคุมไฟฟ้าพื้นที่อำเภออมก๋อยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่
- 3.5 สถานีควบคุมไฟฟ้าแม่ฮ่องสอน
- 3.6 สถานีควบคุมไฟฟ้าแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.7 สถานีควบคุมไฟฟ้าปางตองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดแม่ฮ่องสอน
- 3.8 สถานีควบคุมไฟฟ้าลำปาง
- 3.9 สถานีควบคุมไฟฟ้าภูซำฟ้า จังหวัดเชียงราย
- 3.10 สถานีควบคุมไฟฟ้าน่าน
- 3.11 สถานีควบคุมไฟฟ้าพะเยา

เพื่อนำข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้าของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าเพื่อเพิ่มความสามารถในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดเหตุในภาคเหนือของประเทศไทย” ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำไปใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น หากมีข้อขัดข้องประการใดโปรดติดต่อนักศึกษาโดยตรง 09-9269-1516

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเชฐ โสวิทยสกุล)

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

บัณฑิตศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

โทร. 0-2329-8000 ต่อ 3536

โทรสาร 0-2329-8365

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ส่วนสนับสนุนวิชาการ บัณฑิตศึกษา โทร. 3536

ที่ ศธ 0524.03/ ๖120

วันที่ 2๖ พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร. วิมัย กล้าจริง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

ด้วย นายปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินรูปแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผ่านการพัฒนาแล้วจากการทำวิทยานิพนธ์ เพื่อนำข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้าเพื่อเพิ่มความสามารถในการเดินเข้าพื้นที่เกิดเหตุในภาคเหนือของประเทศไทย” ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำไปใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น หากมีข้อขัดข้องด้วยประการใดโปรดติดต่อกับนักศึกษาโดยตรงที่ 09-9269-1516

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ต่อวงศ์ บัญพันธวงศ์)

รองคณบดี

รักษาการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ส่วนสนับสนุนวิชาการ บัณฑิตศึกษา โทร. 3536

ที่ ศธ 0524.03/ 4๖62

วันที่ 4 สิงหาคม 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัญญา ชันธุ์สุวรรณ อาจารย์ประจำภาควิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

ด้วย นายปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเพื่อให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ เพื่อนำข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าเพื่อเพิ่มความสามารถในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดเหตุในภาคเหนือของประเทศไทย” ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำไปใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น หากมีข้อขัดข้องประการใดโปรดติดต่อนักศึกษาโดยตรง 09-9269-1516

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเชฐ โสวิทยสกุล)  
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ส่วนสนับสนุนวิชาการ งานบริการวิชาการและวิจัย โทร. ๓๕๓๒  
 ที่ วันที่ ๓๐ มีนาคม ๒๕๕๘  
 เรื่อง แจ้งผลการตอบรับบทความเพื่อตีพิมพ์ในผลงานวิจัยในโครงการประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา  
 ครั้งที่ ๖

เรียน นายปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

ตามที่ ท่านได้ส่งบทความวิชาการและวิจัย เรื่อง ความสัมพันธ์ของสภาพพื้นที่และการเข้าพื้นที่เกิด  
 เหตุไฟป่าในจังหวัดเชียงรายของเจ้าหน้าที่ที่ส่งผลกระทบต่อรูปแบบเครื่องมือดับไฟป่า (The Relationship of the  
 Topography and the Forest fire Management of Authorities in Chiang Rai that Affect the  
 Configuration of Forest Fire Fighting Tools) เพื่อนำเสนอบทความวิชาการและวิจัยในผลงานวิจัย  
 “โครงการประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ ๖” (6<sup>th</sup> Graduate Integrity Conference : GI 6) ในวัน  
 ศุกร์ที่ ๒๗ มีนาคม ๒๕๕๘ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
 นั้น บัดนี้บทความของท่านได้ผ่านการนำเสนอผลงาน และการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว จะได้  
 ตีพิมพ์เผยแพร่ในหนังสือ “ผลงานวิจัยในโครงการประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา” คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
 ฉบับที่ ๖ พ.ศ. ๒๕๕๘ (ISSN : ๑๑๘๖-๖๘๘๔) ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษ ไสวทยสกุล)  
 คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์



ประกาศคณะกรรมการวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม ซึ่งได้รับอนุมัติจากที่ประชุมคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการ ครั้งที่ 1/2558 เมื่อวันที่ 14 มกราคม 2558 ให้ดำเนินการดังนี้

1. น.ส.พานิภค บริบูรณ์ รหัสประจำตัว 54620802 ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การออกแบบชุดอุปกรณ์รับประทานอาหารสำหรับผู้สูงอายุที่ข้อมือและนิ้วมือเสื่อม” (THE DESIGN OF A CUTLERY SET CONCERNING AGE-RELATED DECLINE IN WRISTS AND FINGERS) โดยมี ผศ.ดร.เกษมรธรรม วิจิตรกุลเกษม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2. นายปรีติ วัฒนวิทย์การ รหัสประจำตัว 54620804 ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การออกแบบอุปกรณ์กายภาพบำบัดผู้ป่วยกล้ามเนื้ออ่อนแรงที่เกิดจากระบบประสาทส่วนปลายสำหรับส่วนบุคคล” (DESIGN THE BODY OF PHYSICAL THERAPY EQUIPMENT FOR MUSCLE WEAKNESS CAUSED BY DISORDERS OF PERIPHERAL NERVOUS SYSTEM FOR PERSONAL) โดยมี รศ.บุญสนอง รัตนสุนทรากุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3. นายปณณวิช ลิ้มรุ่งโรจน์ รหัสประจำตัว 54620808 ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์จำกัดท่าคว่ำหน้าเพื่อความสะดวกสบายของผู้ป่วยหลังผ่าตัดจอประสาทตาตลอกในระยะติดตามการรักษา” (THE DEVELOPMENT OF FACE DOWN POSITION PRODUCT FOR THE COMFORT OF THE PATIENT AFTER RETINAL DETACHMENT IN FOLLOW-UP TREATMENT) โดยมี ผศ.ดร.เกษมรธรรม วิจิตรกุลเกษม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

4. นายสหรัฐ ภู น่าน รหัสประจำตัว 54620811 ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาารูปแบบแหวนกลิ้งหัววัดจันทบุรีเพื่อให้ผู้สวมใส่เกิดการรับรู้สัญญาณในการใช้งาน” (THE DEVELOPMENT OF CHANTHABURI PUZZLE RING TO THE WEARER AWARENESS SIGNIFIERS USAGE) โดยมี ผศ.ดร.เกษมรธรรม วิจิตรกุลเกษม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

5. นายปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์ รหัสประจำตัว 56602084 ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาเครื่องมือดับไฟป่าของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าเพื่อเพิ่มความสามารถในการเดินเท้าเข้าพื้นที่เกิดเหตุในภาคเหนือของประเทศไทย” (DEVELOPMENT OF FOREST FIRE FIGHTING TOOLS TO INCREASE HIKING PERFORMANCE IN NORTHERN THAILAND) โดยมี ผศ.ดร.เกษมรธรรม วิจิตรกุลเกษม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

/ 6. น.ส.กษิญา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. น.ส.กษิญา เก้าเอี้ยน รหัสประจำตัว 56602089 ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “แนวทางการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์สาธารณะเพื่อส่งเสริมการเป็นมรดกโลกวัดพระมหาธาตุวรมหาวิหาร จังหวัดนครศรีธรรมราช” (DESIGN AND DEVELOPMENT GUIDELINES OF STREET FURNITURES FOR PROMOTING WAT PRA MAHATHAT WORAMAHAWIHAN, NAKHON SI THAMMARAT PROVINCE AS A WORLD HERITAGE) โดยมี ผศ.ดร.เกษมรัสมิ์ วิจิตรกุลเกษม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในข้อบังคับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ว่าด้วยการศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2557

ประกาศ ณ วันที่ ๒๑ มกราคม พ.ศ. 2558



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษ โสวิทย์สกุล)  
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบขออนุญาตใช้โรงปฏิบัติงาน  
 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
 สำหรับอาจารย์ผู้สอนหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม

วันที่ 21 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558

เรื่อง ขออนุญาตใช้โรงปฏิบัติงาน โฉนด

เรียน หัวหน้าภาควิชาการออกแบบ

ข้าพเจ้า ผศ.ดร. เกษมรัตน์ วิจิตรกุลเกษม อาจารย์ผู้สอนวิชา Thesis 3

ชั้นปีที่ 3 กลุ่มวิชา การออกแบบอุตสาหกรรม ภาควิชา ออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

มีความประสงค์ขอให้นักศึกษาตามรายชื่อแนบท้ายนี้เข้าใช้โรงปฏิบัติงาน โฉนด (นช. ปฏิญาณ สักดิ์สิทธิ์ 56602084)  
 เพื่อ ผลิตผลิตภัณฑ์ ชิ้นแบบในงานวิจัย โทร 099-269-1516

ในวันที่ 4 เดือน มกราคม พ.ศ. 2559 ถึงวันที่ 28 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

ตั้งแต่เวลา 8.00 น. ถึงเวลา 16.00 น. และขอเปิดใช้เครื่องจักรกล ดังนี้

- |                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| 1 เครื่อง เจียร โฉนด  | 2 เครื่อง ตัด โฉนด  |
| 3 เครื่อง เชื่อม โฉนด | 4 เครื่อง เจาะ โฉนด |

ข้าพเจ้าจะดูแลนักศึกษาให้ปฏิบัติตามกฎระเบียบการเข้าใช้โรงปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด และให้นักศึกษารับผิดชอบความเสียหายที่เกิดจากการกระทำของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ลงชื่อ ..... ผู้ขอ

( ผศ.ดร. เกษมรัตน์ วิจิตรกุลเกษม )

อาจารย์ประจำวิชา

ความเห็น .....  
 อนุมัติให้เรียนใช้โรงจักรจากเตหะเลห์ก่อ

ลงชื่อ ..... หัวหน้าภาควิชาการออกแบบ

( ผศ.กฤติยา ตระกูลทิวาร )

ความเห็น .....  
 อนุมัติให้เรียนใช้โรงจักรจากเตหะเลห์ก่อ

ลงชื่อ ..... อาจารย์ผู้ดูแลโรงปฏิบัติงาน

( งามนัส 1516 )

**หมายเหตุ :** การขอใช้โรงปฏิบัติงานกรณีใช้ในการเรียนการสอนของคณะนอกจากกำหนดไว้ในตารางสอนให้เสนอ

ขอล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 5 วันทำการก่อนวันใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการ

1

วัตถุประสงค์คือสอบถามสภาพปัญหาและความต้องการขณะเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า เพื่อการออกแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ส่งเสริมประสิทธิภาพในการเดินเท้า เข้า-ออก พื้นที่เกิดไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทย ผู้วิจัยคือ นายปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์ นักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน  หน้าข้อความที่เป็นจริงตามความคิดของท่าน

- เพศ  ชาย  หญิง
- อายุ  ต่ำกว่า 20 ปี  20 - 40 ปี  41 - 60 ปี  60 ปีขึ้นไป
- อายุการทำงานด้านการดับไฟฟ้า  ทำปีแรก  ระหว่าง 2 - 5 ปี  มากกว่า 5 ปี
- เครื่องมือดับไฟฟ้าที่ท่านใช้บ่อยที่สุด  
 ที่ดับไฟฟ้า  คราด  ครอบไฟฟ้า (ลาโค)  อื่นๆ โปรดระบุ.....

### ส่วนที่ 2 ข้อมูลสภาพปัญหาขณะเดินเท้า เข้า-ออก จุดเกิดไฟฟ้า

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน  หน้าข้อความที่เป็นจริงตามความคิดของท่าน (ตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก)

#### ก. ปัญหาที่เกิดจากการเดินทาง

- ปัญหาที่เกิดขณะเตรียมเครื่องมือดับไฟฟ้าขึ้นยานพาหนะ  
 เครื่องมือเสียหาย  เกิดอุบัติเหตุ  ใช้เวลานาน  บางส่วนของเครื่องมือไหลออกนอกรถ  
 ที่วางเครื่องมือไม่มีมั่นคง  พื้นที่วางเครื่องมือไม่เพียงพอ  อื่นๆ โปรดระบุ.....
- ปัญหาที่เกิดกับการเดินเท้า เข้า-ออก จุดเกิดไฟฟ้าในเวลากลางวันของท่าน  
 เดินทางลำบาก  เกิดอุบัติเหตุ  นำเครื่องมือดับไฟฟ้าเข้าไปแล้วไม่ได้ใช้งาน  ใช้เวลานาน  
 ระยะทางไกล  เครื่องมือเสียหาย  อื่นๆ โปรดระบุ.....
- ปัญหาที่เกิดกับการเดินเท้า เข้า-ออก จุดเกิดไฟฟ้าในเวลากลางคืนของท่าน  
 เดินทางลำบาก/ไม่เห็นเส้นทาง  นำเครื่องมือดับไฟฟ้าเข้าไปแล้วไม่ได้ใช้งาน  เหนื่อยล้า  หลงทาง  
 เครื่องมือเสียหาย  เกิดอุบัติเหตุ  ใช้เวลานาน  อื่นๆ โปรดระบุ.....
- สภาพเส้นทางในการเดินเท้า เข้า-ออก จุดเกิดไฟฟ้า  
 ทางสูงชัน  ทางเดินแคบ  ทางรกทึบ  ข้ามลำห้วย  ทางขรุขระ  
 ปีนหน้าผา  ทางเดินไกล  อื่นๆ โปรดระบุ.....
- ลักษณะการเดินเท้า เข้า-ออก จุดเกิดไฟฟ้าของท่าน  
 วิ่ง  รีบเดิน  เดินช้าๆ  อื่นๆ โปรดระบุ.....
- อุบัติเหตุจากการเดินเท้า เข้า-ออก จุดเกิดไฟฟ้าที่เคยเกิดกับท่าน  
 ไพลวก  ตกเขา  แท้พลิก  เป็นลม  ปวดเข่า  
 ปวดหลัง  ปวดมือ/แขน  โดนเครื่องมือบาด  อื่นๆ โปรดระบุ.....
- วิธีการแก้ปัญหาที่หน่วยงานของท่านเคยปฏิบัติ  
 ไม่เคย  ฝึกการเดินป่า  ออกแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าใหม่  จัดหาอุปกรณ์ช่วยเดินป่าให้  
 อื่นๆ โปรดระบุ.....

#### ข. ปัญหาที่เกิดจากเครื่องมือดับไฟฟ้า (ที่ดับไฟฟ้า, คราด และ ครอบไฟฟ้า)

- ส่วนใดของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่มักเสียหาย  
 ปลายด้ามจับ  กลางด้ามจับ  ส่วนหัวของเครื่องมือ  ข้อต่อระหว่างส่วนหัวและด้าม  
 อื่นๆ โปรดระบุ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ปัญหาที่เกิดกับเครื่องมือดับไฟฟ้าของท่าน

- พัง/เสีย/ชำรุด     น้ำหนักมาก     ใช้งานยาก     ขนาดใหญ่เกินไป     ขนาดเล็กเกินไป  
 สูญหาย     พกพาลำบาก     ไม่สวยงาม     จับไม่ถนัดมือ     ไม่แข็งแรง  
 ดำยาวเกินไป     ดำสั้นเกินไป     ติดกิ่งไม้/เสาวัลย์     อื่นๆ โปรดระบุ.....

## 3. สาเหตุที่ทำให้เครื่องมือดับไฟฟ้าเสียหาย

- ใช้งานหนัก     ถูกไฟไหม้     ใช้งานผิดประเภท     มีสนิม     ขาดคนดูแล  
 มอด/แมลง/สัตว์ ทะแกลกิน     ที่เก็บไม่เหมาะสม     อื่นๆ โปรดระบุ.....

## ส่วนที่ 3 ข้อมูลความต้องการของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน  หน้าข้อความที่เป็นจริงตามความคิดของท่าน (ตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก)

## ก. ความต้องการเกี่ยวกับการเดินเท้า เข้า-ออก จุดเกิดไฟฟ้า

## 1. สิ่งที่ท่านต้องการขณะเดินเท้า เข้า-ออก จุดเกิดไฟฟ้า

- การลดความเหนื่อยล้าในการเดิน     เครื่องมือช่วยพยุงตัว     การพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าได้สะดวก  
 เครื่องมือช่วยข้าม/กำจัดสิ่งกีดขวาง     เครื่องมือช่วยนำทาง     อื่นๆ โปรดระบุ.....

## 2. สิ่งที่ท่านต้องการขณะดับไฟฟ้า

- ดับไฟได้เร็วขึ้น     ช่วยหนีจากวงล้อมของไฟ     เครื่องมือที่ปรับเปลี่ยนการทำงานได้  
 ป้องกันความร้อน     อื่นๆ โปรดระบุ.....

## ข. ความต้องการเกี่ยวกับเครื่องมือดับไฟฟ้า (ที่ดับไฟฟ้า, คราด และ ครอบไฟฟ้า)

## 1. สิ่งที่ท่านต้องการให้เครื่องมือดับไฟฟ้ามี

- แข็งแรง     น้ำหนักเบา     ใช้งานง่าย     จับได้ถนัดมือ     พกพาสะดวก  
 หับ/หัดเก็บได้     สวยงาม     ช่วยพยุงตัวได้     ซ่อมแซมง่าย     ไม่ติดไฟ  
 เปลี่ยนส่วนหัวของเครื่องมือเพื่อให้ทำงานได้หลายหน้าที่     อื่นๆ โปรดระบุ.....

## 2. น้ำหนักของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ท่านคิดว่าเหมาะสมสำหรับการเดินเท้า เข้า-ออก จุดเกิดไฟฟ้า (ต่อ 1 ชั้น)

- น้อยกว่า 1 กิโลกรัม     1-2 กิโลกรัม     2-3 กิโลกรัม     มากกว่า 3 กิโลกรัม

## 3. วิธีการพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ท่านต้องการ

- ถือด้วยมือ     พาดบ่า     คาดเอว     สะพายข้างลำตัว     สะพายหลัง     อื่นๆ โปรดระบุ.....

## 4. ความยาวของด้ามที่ดับไฟ คราด และครอบไฟฟ้า ที่ท่านคิดว่าเหมาะสมกับการใช้ดับไฟฟ้า

- 1-1.5 เมตร     1.5-2 เมตร     2-2.5 เมตร     2.5-3 เมตร     มากกว่า 3 เมตร

## 5. ความยาวของด้ามที่ดับไฟ คราด และครอบไฟฟ้า ที่ท่านคิดว่าเหมาะสมสำหรับการพกพา

- 1-1.5 เมตร     1.5-2 เมตร     2-2.5 เมตร     2.5-3 เมตร     มากกว่า 3 เมตร

## ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะหรือความต้องการเพิ่มเติม เพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้าใหม่

## 1. สภาพปัญหาอื่นๆ ที่เกิดกับท่านขณะเดินเข้าพื้นที่เกิดไฟฟ้า

.....

.....

## 2. สิ่งที่ท่านต้องการเพิ่มเติมเพื่อให้เครื่องมือดับไฟฟ้ามีประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงในการตอบแบบสอบถามนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินการออกแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า

**วัตถุประสงค์ :** เพื่อประเมินการออกแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ส่งเสริมประสิทธิภาพในการเดินเท้า เข้า-ออก พื้นที่เกิดไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทย

ชื่อผู้ประเมิน -

สถานที่ทำงาน -

**คำชี้แจง :** โปรดระบุคะแนนความเหมาะสมของแต่ละรูปแบบที่ออกแบบตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบ โดยระดับคะแนนความเหมาะสมคือ

5 หมายถึง มากที่สุด / 4 หมายถึง มาก / 3 หมายถึง ปานกลาง / 2 หมายถึง น้อย / 1 หมายถึง น้อยที่สุด

### ส่วนที่ 1 แบบประเมินด้านการใช้งานเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ

รายการประเมินด้านการใช้งาน	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	หมายเหตุ
1. ความเหมาะสมกับการพกพาในพื้นที่ลาดชัน				
2. ความหลากหลายของหน้าที่การทำงาน				
3. ความแข็งแรง				
4. ขนาดโดยรวม (ความกว้าง/ยาว/สูง)				
5. ความเหมาะสมของลักษณะมือจับ				
6. ขั้นตอนการใช้งานไม่ยุ่งยาก				
7. ความเหมาะสมกับขนาดร่างกายของผู้ใช้				
8. การลดความเมื่อยล้าในการทำงาน				
9. ความง่ายในการซ่อมบำรุง				

### ส่วนที่ 2 แบบประเมินด้านรูปลักษณะของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ

รายการประเมินด้านรูปลักษณะ	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	หมายเหตุ
1. ความสวยงาม				
2. ความเหมาะสมของสี				
3. ความน่าใช้งาน				
4. สื่อถึงความแข็งแรงทนทาน				
5. ความแปลกใหม่				
6. ความทันสมัย				

### ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะหรือความคิดเห็นเพิ่มเติม เพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือดับไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงในการประเมินการออกแบบครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟป่า

**วัตถุประสงค์ :** เพื่อบันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือดับไฟป่าที่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าแบบเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเปรียบเทียบกับเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพในการเดินเท้า เข้า-ออก พื้นที่เกิดไฟป่าในภาคเหนือของประเทศไทย

**ผู้วิจัยคือ** นายปริญญาณ ศักดิ์สิทธิ์ นักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ส่วนที่ 1 ตารางบันทึกข้อมูลการทดสอบเครื่องมือดับไฟป่าในห้องปฏิบัติการด้วยอุปกรณ์ทางวิศวกรรมแล้วบันทึกค่าที่วัดได้

### เงื่อนไขและวิธีการในการทดสอบ

รายการทดสอบที่ 1. ชั่งน้ำหนัก

คือการชั่งน้ำหนักโดยรวมของเครื่องมือดับไฟป่าแต่ละชิ้น

รายการทดสอบที่ 2. วัดขนาด

คือการวัดขนาดที่เล็กที่สุดของเครื่องมือดับไฟป่า ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมกับการเดินเท้า

2.1 ความยาวจากปลายส่วนหัวจนถึงปลายด้ามเครื่องมือดับไฟป่า

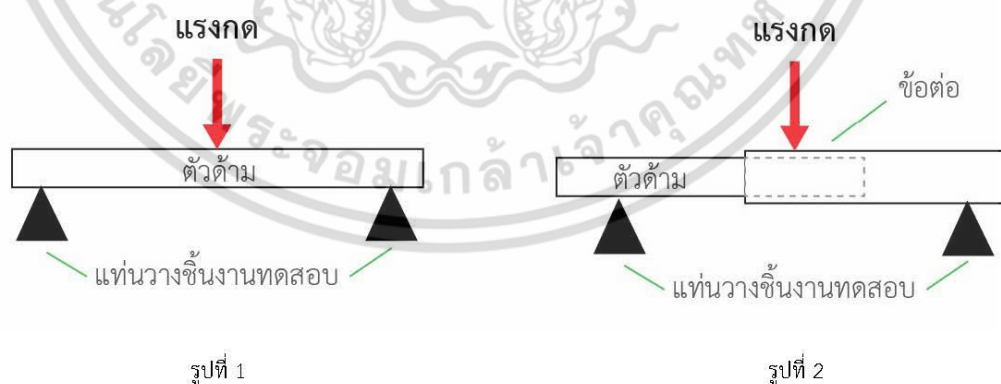
2.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของด้ามเครื่องมือดับไฟป่า

รายการทดสอบที่ 3. ทดสอบการงอตัว

คือการทดสอบวัดความต้านทานแรงกดของด้ามเครื่องมือดับไฟป่าที่ส่งผลให้ด้ามเกิดการงอจนไม่อาจคืนรูปได้ ซึ่งเป็น การวัดค่าแรงกดสูงสุดในทิศทางตั้งฉากกับแนวแกนด้ามที่ทำให้เกิดความเสียหายกับตัวด้าม ดังแสดงในรูปที่ 1

รายการทดสอบที่ 4. ทดสอบการงอตัวบริเวณข้อต่อ

คือการทดสอบวัดความต้านทานแรงกดของด้ามเครื่องมือดับไฟป่าบริเวณส่วนที่เป็นข้อต่อ ที่ส่งผลให้ด้ามเกิดการงอจน ไม่อาจคืนรูปได้ ซึ่งเป็น การวัดค่าแรงกดสูงสุดในทิศทางตั้งฉากกับแนวแกนด้ามที่ทำให้เกิดความเสียหายกับตัวด้าม ดังแสดงในรูปที่ 2



เครื่องมือดับไฟป่าแบบเดิม								
รายการทดสอบ	รูปการทดสอบ	เครื่องมือดับไฟป่า	ค่าที่วัดได้				หน่วย	หมายเหตุ
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
1. ชั่งน้ำหนัก		ที่ดับไฟ					ก.ก.	
		ครอบไฟป่า						
		รวม (ที่ดับไฟ และ ครอบไฟป่า)						
		คราด						
		รวมทั้งหมด						
2.1 ความยาวจากปลายส่วนหัวจนถึงปลายด้าม		ที่ดับไฟ					ซ.ม.	
		ครอบไฟป่า						
		คราด						
2.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกลางภายนอกของด้าม		ที่ดับไฟ					ซ.ม.	
		ครอบไฟป่า						
		คราด						
3. ทดสอบการรอดด้าม		ด้ามไม้ไผ่					นิวตัน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น								
รายการทดสอบ	รูปการทดสอบ	เครื่องมือดับไฟป่า	ค่าที่วัดได้				หน่วย	หมายเหตุ
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
1. ชั่งน้ำหนัก		ที่ดับไฟ					ก.ก.	
		ครอบไฟป่า						
		ด้าม						
		รวมทั้งหมด						
2.1 ความยาวจากปลายส่วนหัวจนถึงปลายด้าม		ที่ดับไฟ					ซ.ม.	
		ครอบไฟป่า						
2.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกลางภายนอกของด้าม		ที่ดับไฟ					ซ.ม.	
		ครอบไฟป่า						
3. ทดสอบการรอดด้าม		ด้าม อลูมิเนียม					นิวตัน	
4. ทดสอบการรอดด้ามบริเวณข้อต่อ		ด้าม อลูมิเนียม					นิวตัน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 ตารางบันทึกการจับเวลาการทดลองเดินเท้าและพกพาเครื่องมือดับไฟฟ้าในภูมิภาคจริง ระยะทาง 1 กิโลเมตร ในลักษณะเส้นทางที่มีระดับความชันต่างกัน

เครื่องมือดับไฟฟ้าแบบเดิม							
รูปแบบการทดสอบ	ครั้งที่	เวลา (หน่วย : นาที)					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	เฉลี่ย
เดินเท้าในเส้นทางราบ	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	เฉลี่ย						
เดินเท้าในเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15% ( 8.53 องศา)	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	เฉลี่ย						

เครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น							
รูปแบบการทดสอบ	ครั้งที่	เวลา (หน่วย : นาที)					
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	เฉลี่ย
เดินเท้าในเส้นทางราบ	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	เฉลี่ย						
เดินเท้าในเส้นทางที่มีความชันมากกว่า 15% ( 8.53 องศา)	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	เฉลี่ย						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบสอบถามความพึงพอใจในเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ

**วัตถุประสงค์ :** เพื่อสำรวจความพึงพอใจด้านรูปลักษณ์และการใช้งานต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ส่งเสริมประสิทธิภาพในการเดินเท้า เข้า-ออก พื้นที่เกิดไฟฟ้าในภาคเหนือของประเทศไทยหลังทดสอบการใช้งาน

**ผู้วิจัยคือ** นายปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์ นักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

**คำชี้แจง :** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน  หน้าข้อความที่เป็นจริงตามความคิดของท่าน

- เพศ  ชาย  หญิง
- อายุ  ต่ำกว่า 20 ปี  20 - 40 ปี  41 - 60 ปี  60 ปีขึ้นไป
- อายุการทำงานด้านการดับไฟฟ้า  ทำปีแรก  ระหว่าง 2 - 5 ปี  มากกว่า 5 ปี
- เครื่องมือดับไฟฟ้าที่ท่านใช้บ่อยที่สุด  ที่ดับไฟฟ้า  คราด  ครอบไฟฟ้า (ลาโค)  อื่นๆ โปรดระบุ.....

### ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ท่านทดสอบการใช้งาน

**คำชี้แจง :** ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับการประเมินที่ตรงกับความพึงพอใจของท่านมากที่สุด

(5 หมายถึง มากที่สุด/ 4 หมายถึง มาก/ 3 หมายถึง ปานกลาง/ 2 หมายถึง น้อย/ 1 หมายถึง น้อยที่สุด)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
<b>ด้านรูปลักษณ์</b>						
1. รูปร่างมีความสวยงาม						
2. ลักษณะของที่จับดูกระชับมือ						
3. มีความน่าใช้งาน						
4. รู้สึกถึงความแข็งแรง						
<b>ด้านการพกพา</b>						
5. มีน้ำหนักเบา						
6. พกพาสะดวก						
7. ช่วยในการเดินป่า						
8. มีขนาดเหมาะสมกับการพกพา						
<b>ด้านการใช้งาน</b>						
9. ใช้งานได้หลากหลาย						
10. ถอดประกอบง่ายไม่ยุ่งยาก						
11. มีความแข็งแรง						
12. มีความกระชับ จับได้ถนัดมือ						
13. ใช้ดับไฟได้ดี						
14. ดูแลง่าย						

### ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่มีต่อเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ได้รับการพัฒนาใหม่

.....

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงในการตอบแบบสอบถามนี้








เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง  
รูปแบบเครื่องมือดับไฟป่าที่ได้รับการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 รูปแบบมือจับบริเวณปลายด้ามของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ได้รับการพัฒนา

ลำดับที่	รูปแบบ
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.1 ตัวอย่างแบบจำลองมือจับบริเวณปลายด้ามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น  
รูปถ่ายโดย: ปริญญาณ ศักดิ์สิทธิ์








รูปที่ 6.2 ตัวอย่างแบบจำลองมือจับบริเวณกลางด้ามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

รูปถ่ายโดย: ปริญญาณ ศักดิ์สิทธิ์




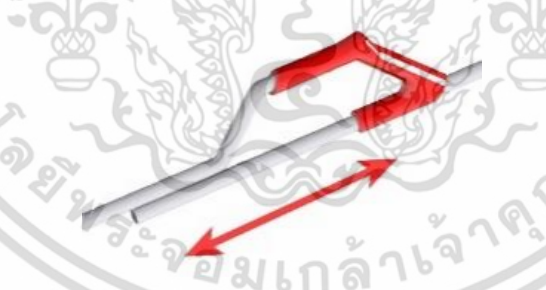

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 รูปแบบมือจับบริเวณกลางด้ามของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ได้รับการพัฒนา

ลำดับที่	รูปแบบ
1	
2	
3	
4	
5	





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.3 รูปแบบตัวด้ามของเครื่องมือดับไฟป่าที่ได้รับการพัฒนา

ลำดับที่	รูปแบบ	คำอธิบาย
1		ด้ามตรงยาวธรรมดา
2		ยึด-หด ในแนวแกนเดียวกัน
3		เพิ่มความแข็งแรงให้ผิวด้าม
4		ยึด-หด ต่างแนวแกน
5		ใช้การพับตามแนวด้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.3 (ต่อ)

ลำดับที่	รูปแบบ	คำอธิบาย
6		ใช้การบิดทางด้านข้าง
7		ลดแรงสะท้อนที่ส่งผ่านด้าม
8		ถอดประกอบเพื่อสะพายหลัง
9		ถอดประกอบเป็นชิ้นเล็กเพื่อพกในกระเป๋า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.3 ตัวอย่างแบบจำลองตัวด้ามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

รูปถ่ายโดย: ปริญญาณ ศักดิ์สิทธิ์




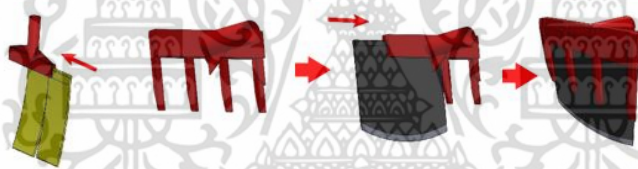


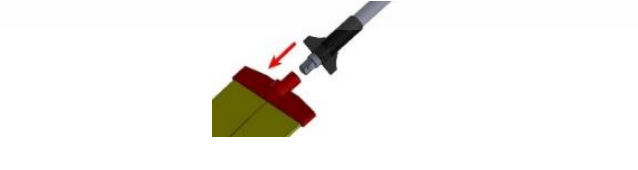


รูปที่ 6.4 ตัวอย่างแบบจำลองส่วนหัวของเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

รูปถ่ายโดย: ปริญญาณ ศักดิ์สิทธิ์







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.4 รูปแบบส่วนหัวของเครื่องมือดับไฟป่าได้รับการพัฒนา

ลำดับที่	รูปแบบ	คำอธิบาย
1		ใช้หัวเดิมแต่ถอดประกอบได้
2		เพิ่มความแข็งแรงให้หัวเดิม
3		เปลี่ยนรูปร่างการใช้งานได้ และยึดด้วยเกลียวหมุน
4		ใช้การสอดเพื่อถอด ประกอบส่วนหัว
5		เก็บส่วนหัวในกระบอก
6		พับเก็บได้แบบพับจิ้น
7		ถอดประกอบโดยมีหัวยึด และยึดด้วยเกลียวหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.5 รูปแบบตัวยึดข้อต่อของเครื่องมือดับไฟฟ้าที่ได้รับการพัฒนา

ลำดับที่	รูปแบบ	คำอธิบาย
1		ยึดด้วยห่วงรัดหลักอานจักรยาน
2		ยึดด้วยห่วงรัดท่อ
3		ยึดด้วยห่วงรัดท่อแบบมีที่ปิด
4		ยึดท่อด้วยเกลียว
5		ยึดด้วยปุ่มยึด
6		ยึดด้วยระบบการหมุนท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.6 รูปแบบสายสะพายของเครื่องมือดับไฟป่าที่ได้รับการพัฒนา

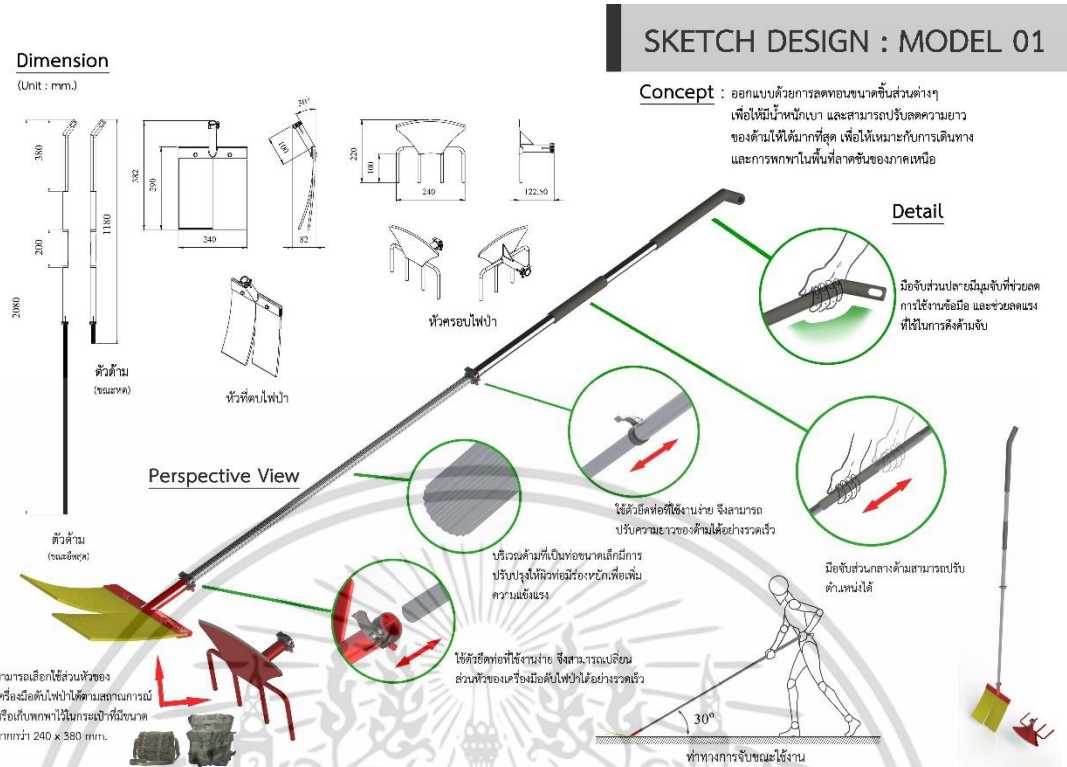
ลำดับที่	รูปแบบ	คำอธิบาย
1	- ไม่ใช่สายสะพาย -	เพื่อให้เจ้าหน้าที่ใช้เครื่องมือดับไฟป่าช่วยในการพยุงตัวขณะเดินเท้า
2		สายสะพายเปล่า
3		รองสายสะพายด้วย EVA
4		รองสายสะพาย ด้วย EVA เจาะรู
5		รองสายสะพายด้วยผ้าหนา
6		รองสายสะพายด้วยหนังเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

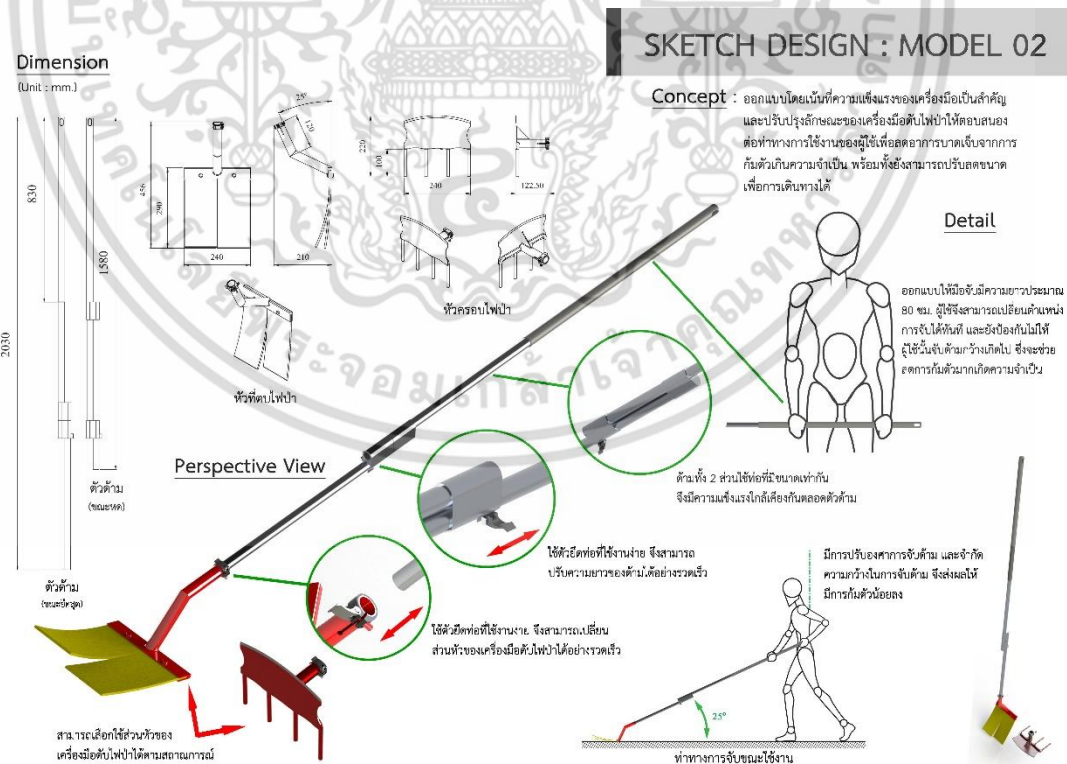
ตารางที่ 6.6 (ต่อ)

ลำดับที่	รูปแบบ	คำอธิบาย
7		รองสายสะพายด้วยฟองน้ำ อัดเป็นปล้อง
8		รองสายสะพายด้วยยางกัน กระแทก
9		หัวธรรมดาปลายสามเหลี่ยม
10		หัวแบบสแนปลิงค์
11		หัวธรรมดาปลายโค้ง
12		หัวที่ส่วนปลายสามารถ ถอด-ยึด ได้ง่ายดาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

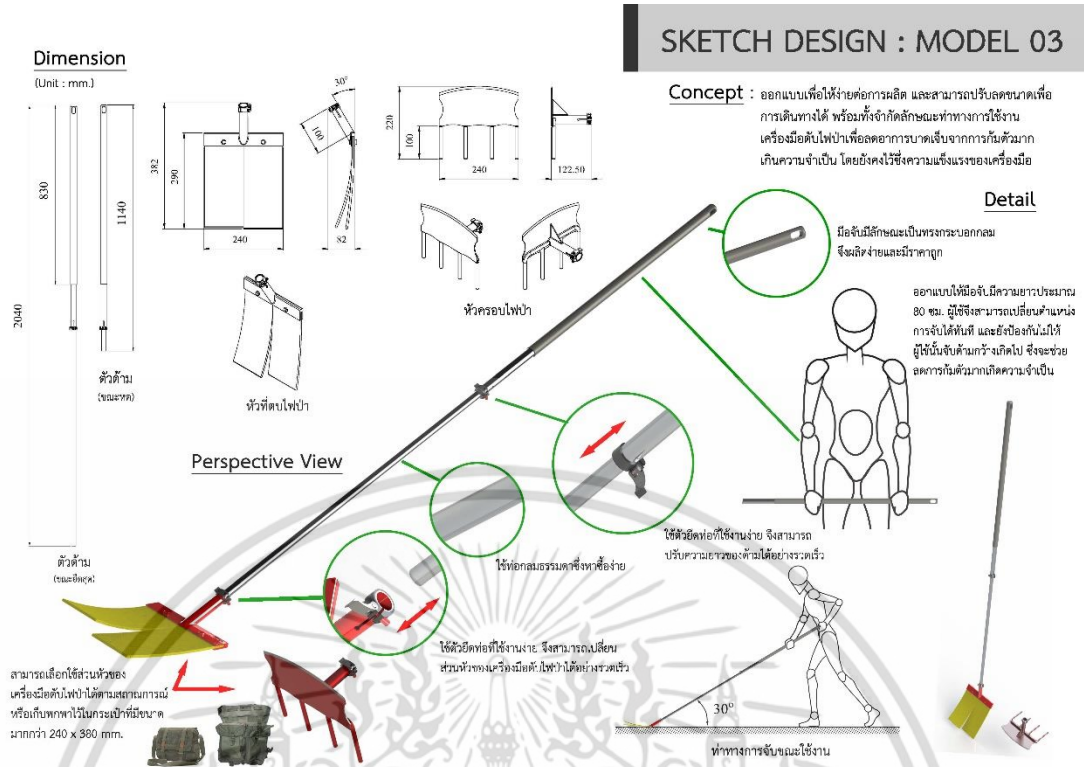


รูปที่ 6.5 ภาพเครื่องมือดัดไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 1 ครั้งที่ 1  
 วาดโดย: ปริญญาณ ศักดิ์สิทธิ์

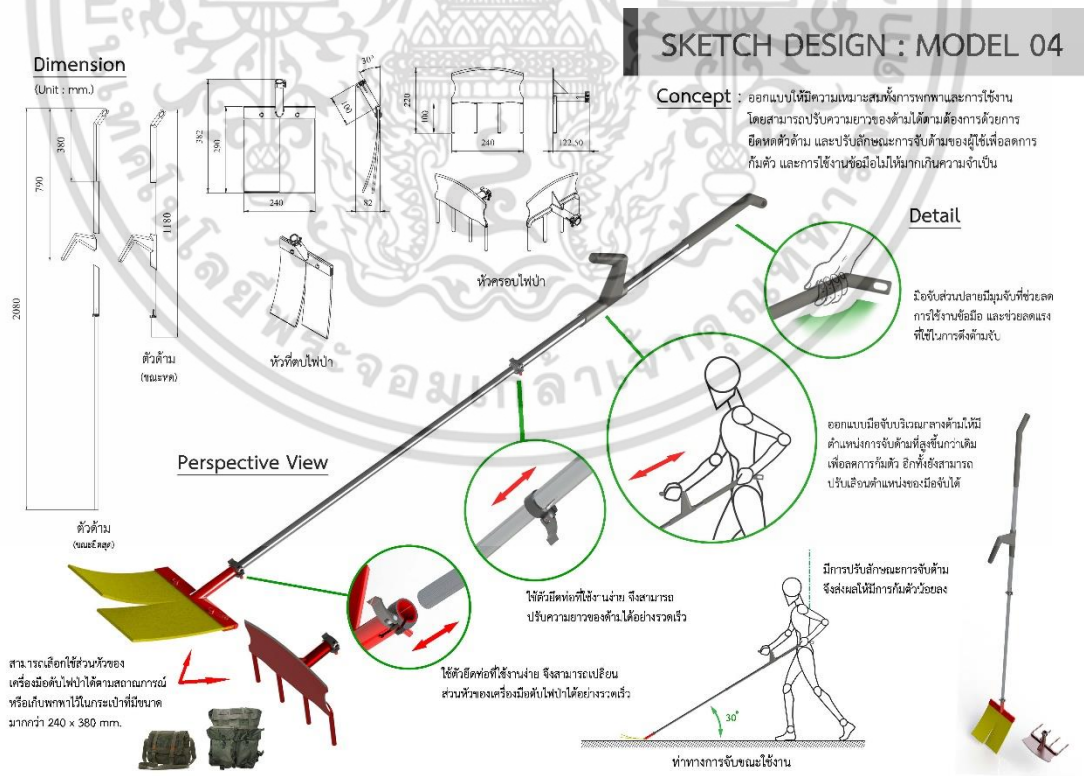


รูปที่ 6.6 ภาพเครื่องมือดัดไฟฟ้าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 2 ครั้งที่ 1  
 วาดโดย: ปริญญาณ ศักดิ์สิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.7 ภาพเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 3 ครั้งที่ 1  
 วาดโดย: ปริญญาณ ศักดิ์สิทธิ์



รูปที่ 6.8 ภาพเครื่องมือดับไฟป่าที่ผู้วิจัยออกแบบ รูปแบบที่ 4 ครั้งที่ 1  
 วาดโดย: ปริญญาณ ศักดิ์สิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







## ภาคผนวก จ

### ข้อมูลจำนวนเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.7 อัตรากำลังของเจ้าหน้าที่ดับไฟฟ้าภาคเหนือ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

ลำดับ	หน่วยปฏิบัติงาน	จำนวน หน่วยงาน ควบคุมไฟฟ้า (สถานี)	จำนวนหน่วยดับไฟฟ้า เคลื่อนที่ ปี 57 (หน่วย)	อัตรากำลัง เจ้าหน้าที่ดับไฟฟ้า (คน)
13	สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 13 (แพร่)	9	23	345
13.1	จังหวัดแพร่	2	6	90
	สถานีควบคุมไฟฟ้าแพร่		3	45
	สถานีควบคุมไฟฟ้าแม่ยม		3	45
13.2	จังหวัดน่าน	2	5	75
	สถานีควบคุมไฟฟ้าน่าน		4	60
	สถานีควบคุมไฟฟ้าศรีน่าน		1	15
13.3	จังหวัดลำปาง	5	12	180
	สถานีควบคุมไฟฟ้าลำปาง		4	60
	สถานีควบคุมไฟฟ้าแจ้ซ้อน		3	45
	สถานีควบคุมไฟฟ้าพื้นที่สงวน ชีวมณฑลห้วยทาก จังหวัดลำปาง		3	45
	สถานีควบคุมไฟฟ้าแม่เมาะ		1	15
	สถานีควบคุมไฟฟ้ากัวคองหมา		1	15
	14	สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 14 (ตาก)	6	17
14.1	จังหวัดตาก	3	11	165
	สถานีควบคุมไฟฟ้าตาก		4	60
	สถานีควบคุมไฟฟ้าแม่สอด		4	60
	สถานีควบคุมไฟฟ้าอุ้มผาง		3	45
14.2	จังหวัดสุโขทัย	3	6	90
	สถานีควบคุมไฟฟ้าสุโขทัย		3	45
	สถานีควบคุมไฟฟ้าศรีสัชชนาลัย		2	30
	สถานีควบคุมไฟฟ้าถ้ำเจ้าราม		1	15
15	สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 15 (เชียงราย)	6	17	255
15.1	จังหวัดเชียงราย	4	13	195
	สถานีควบคุมไฟฟ้าเชียงราย		4	60

ที่มา: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 6.7 (ต่อ)

ลำดับ	หน่วยปฏิบัติงาน	จำนวน หน่วยงาน ควบคุมไฟฟ้า (สถานี)	จำนวนหน่วยดับไฟฟ้า เคลื่อนที่ ปี 57 (หน่วย)	อัตรากำลัง เจ้าหน้าที่ดับไฟฟ้า (คน)
15.1	สถานีควบคุมไฟฟ้าขุนแจ		1	15
	สถานีควบคุมไฟฟ้าพื้นที่ทรงงานดอย ตุงอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัด เชียงราย		5	75
	สถานีควบคุมไฟฟ้าภูชี้ฟ้า		3	45
15.2	จังหวัดพะเยา	2	4	60
	สถานีควบคุมไฟฟ้าพะเยา		3	45
	สถานีควบคุมไฟฟ้าภูกามยาว		1	15
16	สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 (เชียงใหม่)	20	62	930
16.1	จังหวัดเชียงใหม่	12	39	585
	สถานีควบคุมไฟฟ้าเชียงใหม่		6	90
	สถานีควบคุมไฟฟ้าแม่อน		3	45
	สถานีควบคุมไฟฟ้าห้วยน้ำดัง		3	45
	สถานีควบคุมไฟฟ้าลุ่มน้ำสาขาแม่ปิง		3	45
	สถานีควบคุมไฟฟ้าห้วยฮ่องไคร้-ขุน แม่กวาง		4	60
	สถานีควบคุมไฟฟ้าดอยอินทนนท์		4	60
	สถานีควบคุมไฟฟ้าดอยบ่อหลวง		3	45
	สถานีควบคุมไฟฟ้าพื้นที่อำเภอ อมก๋อยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ		2	30
	สถานีควบคุมไฟฟ้าพื้นที่ป่าสะเมิงอัน เนื่องมาจากพระราชดำริ		3	45
	สถานีควบคุมไฟฟ้าพื้นที่อัน เนื่องมาจากพระราชดำริสวนป่าสิริกิติ์		2	30
	สถานีควบคุมไฟฟ้าพื้นที่อำเภอไชย ปราการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ		4	60
	สถานีควบคุมไฟฟ้าพื้นที่โครงการบ้าน เล็กในป่าใหญ่ดอยฟ้าห่มปก		2	30

ที่มา: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.7 (ต่อ)

ลำดับ	หน่วยปฏิบัติงาน	จำนวน หน่วยงาน ควบคุมไฟฟ้า (สถานี)	จำนวนหน่วยดับไฟฟ้า เคลื่อนที่ ปี 57 (หน่วย)	อัตรากำลัง เจ้าหน้าที่ดับไฟฟ้า (คน)
16.2	จังหวัดลำพูน	3	9	135
	สถานีควบคุมไฟฟ้าลำพูน		4	60
	สถานีควบคุมไฟฟ้าอุทยานแห่งชาติ แม่ปิง		3	45
	สถานีควบคุมไฟฟ้าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่อาว อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัด ลำพูน		2	30
16.3	จังหวัดแม่ฮ่องสอน	5	14	210
	สถานีควบคุมไฟฟ้าแม่ฮ่องสอน		4	60
	สถานีควบคุมไฟฟ้าปางมะผ้า		2	30
	สถานีควบคุมไฟฟ้าแม่สุรินทร์		2	30
	สถานีควบคุมไฟฟ้าแม่สะเรียง		3	45
	สถานีควบคุมไฟฟ้าปางตอง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัด แม่ฮ่องสอน		3	45

ที่มา: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.8 อัตรากำลังของหน่วยส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าภาคเหนือ 34 หน่วย

ลำดับ	หน่วยงาน	จังหวัด	ข้าราชการ	ลูกจ้าง	พนักงาน ราชการ	จ้าง เหมา	พนักงาน ดับไฟฟ้า	รวม
			(คน)	(คน)	(คน)	(คน)	(คน)	
1	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าภาคเหนือ ที่ 1	เชียงใหม่	1	0	1	2	0	4
2	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าเชียงใหม่	เชียงใหม่	1	0	3	0	10	14
3	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าเชียงดาว	เชียงใหม่	1	0	2	0	10	13
4	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าอมก๋อย	เชียงใหม่	1	2	3	0	7	13
5	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้า แม่ฮ่องสอน	แม่ฮ่องสอน	1	1	4	0	10	16
6	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าแม่สะเรียง	แม่ฮ่องสอน	1	2	2	0	10	15
7	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าปาย	แม่ฮ่องสอน	1	0	2	0	6	9
8	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าลำพูน	ลำพูน	1	0	6	0	10	17
9	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าแม่ทา	ลำพูน	1	0	2	0	6	9
10	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าลำปาง	ลำปาง	1	0	2	0	10	13
11	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าเสริมงาม	ลำปาง	1	0	4	0	10	15
12	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าตาก	ตาก	1	0	4	0	8	13
13	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าแม่ระมาด	ตาก	1	4	1	0	9	15
14	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าแม่สอด	ตาก	1	1	4	0	9	15
15	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าอุตรดิตถ์	อุตรดิตถ์	1	0	3	0	9	13
16	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าพิษณุโลก	พิษณุโลก	1	0	3	0	10	14
17	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าเพชรบูรณ์	เพชรบูรณ์	1	0	5	0	10	16
18	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าสุโขทัย	สุโขทัย	1	0	6	0	10	17
19	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้า กำแพงเพชร	กำแพงเพชร	1	0	6	0	10	17
20	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้า นครสวรรค์	นครสวรรค์	1	0	1	0	10	12
21	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าภาคเหนือ ที่ 2	เชียงราย	1	0	0	2	0	3
22	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าเชียงราย	เชียงราย	1	0	1	0	9	11
23	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าแม่ฟ้า หลวง	เชียงราย	1	0	2	0	7	10
24	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าแม่จัน	เชียงราย	1	1	2	0	7	11
25	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าแม่สรวย	เชียงราย	1	0	2	0	7	10

ที่มา: กรมป่าไม้ (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.8 (ต่อ)

ลำดับ	หน่วยงาน	จังหวัด	ข้าราชการ	ลูกจ้าง	พนักงาน ราชการ	จ้าง เหมา	พนักงาน ดับไฟฟ้า	รวม
			(คน)	(คน)	(คน)	(คน)	(คน)	
26	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าเวียงป่า เป้า	เชียงราย	1	0	1	0	9	11
27	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าเวียงแก่น	เชียงราย	1	0	1	0	7	9
28	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าดอยหลวง	เชียงราย	1	0	2	0	7	10
29	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าเทิง	เชียงราย	1	0	1	0	7	9
30	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าน่าน	น่าน	1	1	2	0	7	11
31	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าน่าน้อย	น่าน	1	0	4	0	6	11
32	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าพะเยา	พะเยา	1	0	1	0	10	12
33	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าแพร่	แพร่	1	0	1	0	7	9
34	ศูนย์ส่งเสริมการควบคุมไฟฟ้าร้องกวาง	แพร่	1	0	1	0	6	8
	รวม		34	12	85	4	270	405

ที่มา: กรมป่าไม้ (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



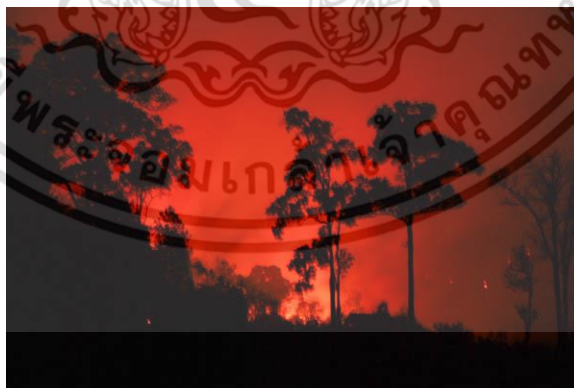
รูปที่ 6.12 ป้ายสถานีควบคุมไฟป่าเชียงราย

รูปถ่ายโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์



รูปที่ 6.13 ไฟป่าที่เกิดในพื้นที่ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย ซึ่งอยู่ห่างไกลจากถนนมาก

รูปถ่ายโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์



รูปที่ 6.14 ไฟป่าที่เกิดในพื้นที่ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย ซึ่งเกิดขึ้นในเวลากลางคืน

รูปถ่ายโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.15 ไฟป่าที่เกิดในป่าสน ณ ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย  
รูปถ่ายโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์



รูปที่ 6.16 การติดตามสังเกตการดับไฟป่า ณ ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย  
รูปถ่ายโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์



รูปที่ 6.17 การใช้กิ่งไม้ดับไฟเนื่องจากนำเครื่องมือดับไฟเข้าไปผิดชนิด (ซ้าย) และ  
ลักษณะป่าที่เข้าดับไฟได้ลำบาก (ขวา)

รูปถ่ายโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.18 ผู้วิจัยทดลองใช้เครื่องมือดับไฟป่าในสถานการณ์จริง  
รูปถ่ายโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์



รูปที่ 6.19 ชิ้นงานก่อนทดสอบการงอด้ามในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม  
รูปถ่ายโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์



รูปที่ 6.20 การทดสอบการงอด้ามในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม  
รูปถ่ายโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.21 เจ้าหน้าที่ทดลองใช้ต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าในภูมิภาคจริงเป็นเวลา 1 เดือน  
รูปถ่ายโดย: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์



รูปที่ 6.22 สภาพต้นแบบเครื่องมือดับไฟป่าหลังทดลองใช้งานเป็นเวลา 1 เดือน  
รูปถ่ายโดย: ปฏิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.23 เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าทดลองสัมผัสต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า

รูปถ่ายโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์



รูปที่ 6.24 ผู้วิจัยนำเสนอต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า และให้เจ้าหน้าที่ประเมินความพึงพอใจในต้นแบบเครื่องมือดับไฟฟ้า

รูปถ่ายโดย: ปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายปฎิญาณ ศักดิ์สิทธิ์
วัน เดือน ปีเกิด	6 ธันวาคม 2530 จังหวัดเชียงราย
ที่อยู่	28/1 หมู่13 ซอยสวรรค์ ถ.พหลโยธิน ต.รอบเวียง อ.เมือง จ.เชียงราย 57000
e-mail	ps_frigon@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	
2549	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2556	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การออกแบบอุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ทะเบียนวิชาชีพ	ภาคีวิศวกรใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบการวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาเครื่องกล เลขทะเบียน ภก.34945
ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย	
2553 - 2555	วิศวกรตำแหน่ง Production Engineering ประจำบริษัทเอกชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้