

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ส่วนกระบวนการสรุปผลของการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะเป็นขั้นตอนการนำเสนอข้อสรุปของการศึกษาและพัฒนาโครงการวิจัย “การศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ ศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟป่า” ในส่วนนี้จะอาศัยกรอบทางแนวความคิดเพื่อใช้ในการประมวลผลการทดลองทั้งหมดที่ผ่านมาในกระบวนการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่อนุรักษ์ ซึ่งสามารถที่จะทำการสรุปประเด็นความสำคัญของการศึกษาและพัฒนาออกเป็นรายชื่อการสรุป ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย (รายวัตถุประสงค์การวิจัย)

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

5.3 ข้อเสนอแนะการศึกษา

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

5.1 สรุปผลการวิจัย (รายวัตถุประสงค์การวิจัย)

รายการประเมินเพื่อสรุปผลการศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า นี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ เพื่อการนำผลการวิจัยที่ได้มาสร้างเป็นบทสรุปเพื่อให้สามารถตอบเป้าหมายของการวิจัยในช่วงของบทสรุปผลการวิจัย ซึ่งสามารถแยกรายละเอียดออกเป็นรายวัตถุประสงค์ได้ ดังนี้

5.1 ผลการสรุปผลการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษากระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า เจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช”

ในส่วนของเครื่องมือสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า นั้นมักจะมียอดประกอบไม่กี่ส่วน เนื่องจากเน้นการใช้งานที่มีความสะดวกและแข็งแรงเมื่อนำมาใช้งานในพื้นที่ป่าอนุรักษ์เป็นเครื่องมือที่มีองค์ประกอบ 2 ส่วนอยู่ด้วยกัน ประกอบด้วยคราดสำหรับกวาดเศษใบไม้และกิ่งไม้แห้งร่วมกับจอบถากสำหรับการสับและถากหญ้าที่อาจจะติดไฟได้ง่ายเมื่อเกิดเหตุไฟฟ้า โดยมากนิยมในการนำมาใช้เพื่อการสร้างแนวกันไฟ หรือใช้ในการถากเพื่อกลับแนวเนื้อดินที่มีเศษพืชที่ติดไฟให้กลับด้านเพื่อการดับไฟที่ยังกรุ่นอยู่ในพื้นที่ที่ผิวหน้า นิยมนำมาใช้งานร่วมกับไม้ตบไฟฟ้าโดยเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าจะนิยมและพกพาอุปกรณ์ 2 ชนิดนี้ติดตัวเพื่อการเข้าพื้นที่ปฏิบัติการดับไฟฟ้าและการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า โดยมีวัสดุที่แข็งแรงในการใช้งานและมีน้ำหนักที่เบาสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายเมื่อเทียบกับน้ำหนักในการนำพา อีกทั้งยังเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพในด้านการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้าด้วยการถากและเคลื่อนย้ายเศษใบไม้หรือเชื้อเพลิงแห้งตามพื้นที่ป่า เนื่องจากตัวอุปกรณ์ชนิดนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าได้ทำการพัฒนารูปแบบโดยนำมาติดตั้งส่วนที่ใช้ในการตบเศษกิ่งไม้แห้งที่มีน้ำหนักมาก ออกจากแนวไฟฟ้า ซึ่งการพัฒนารูปแบบของคราดไฟฟ้าสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายตามพื้นที่และวัตถุประสงค์ของการใช้งานเจ้าหน้าที่ตามความต้องการของป่ารูปแบบต่างๆ

ผลจากการสัมภาษณ์เพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงลึก ด้วยการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าและกรรมวิธีการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้าในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น กระบวนการชิงเผา กระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า เป็นต้น โดยใช้วิธีการสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วมเพื่อการรับรู้แนวความคิดเห็นและความต้องการขั้นต้นของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในป่าอนุรักษ์และแนวทางในการพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงที่สะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ในการนำเศษเชื้อเพลิงสะสม ซึ่งได้แก่ เศษของใบไม้และกิ่งไม้ที่หล่นจากต้นมาทับถมบนพื้นดินเป็นจำนวนมาก ซึ่งมักจะเป็นต้นเหตุให้เกิดไฟป่าอย่างสม่ำเสมอในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งทำให้ยากแก่การที่เจ้าหน้าที่จะเข้าไปควบคุมดูแลในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ได้อย่างทั่วถึง ซึ่งปัจจุบันนี้นิยมใช้วิธีการกวาดมากองรวมกันแล้วใช้วิธีการ “ชิงเผา” ก่อนที่ไฟป่าจะเกิดแต่การชิงเผามักจะก่อให้เกิดความเสี่ยงในการควบคุมไฟ อีกทั้งยังก่อให้เกิดมลภาวะหมอกควัน จึงน่าที่จะมีการพัฒนาเครื่องบดย่อยให้สามารถนำมาบดย่อยเศษเชื้อเพลิงที่สะสมในพื้นที่ป่ามาใช้ประโยชน์ให้แก่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าอีกทางหนึ่ง

บทสรุปเพื่อการเข้าสู่กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ 1) การขับเคลื่อนระบบส่งกำลังจะมีลักษณะรูปแบบการใช้เฟืองและสายพาน รูปแบบของเฟืองดอกจอก เห็นว่าสมควรใช้กับตัวงานแต่จะต้องมีการเปรียบเทียบกับสายพานว่าควรใช้ในรูปแบบ เช่น สายพานแบนที่มีแกนหมุนโดยพูลเลย์ 2) ลักษณะกำลังเครื่องของมอเตอร์ในการปั่น กำลังของมอเตอร์ที่เหมาะสมกับการบดย่อยพืชจำพวกกาบใบ ลำต้น สำหรับกำลังของมอเตอร์ที่ใช้ คือ 1 แรงม้า เป็นมอเตอร์ชนิดกระแสสลับที่สามารถต่อกับไฟฟ้าบ้านได้

โดยตรง จำนวนรอบปั่น อยู่ที่ 1,450 รอบ ต่อนาที 3) ลักษณะรูปแบบการเลือกใช้ใบมีดในการปั่น การเลือกใช้ควรพิจารณาในเรื่องของลักษณะการหมุน หากต้องการให้มีประสิทธิภาพในการปั่น เป็นใบมีดที่มีลักษณะหมุนสลับกัน ให้ใบมีดสองตัวเวียนกัน จะทำให้เกิดลักษณะของการสับย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบได้อย่างดี 4) ลักษณะรูปแบบของโครงสร้างของเครื่องย่อย การปั่นย่อยจำพวกพืชใบอ่อนและแห้งกรอบที่มีลักษณะความยาวของลำต้น โครงสร้างจึงต้องเป็นในลักษณะของการปั่นที่มีความต่อเนื่องโดยอาจจะมียางใส่ลงไปและสามารถระบายออกของพืชใบอ่อนและแห้งกรอบที่บดออกมา มีที่จับในการเข็นและใส่ล้อเพื่อสามารถเคลื่อนที่ได้ 5) ลักษณะรูปแบบการจัดวางกลไกโดยรวม ลักษณะการจัดวางของมอเตอร์ควรวางในรูปแบบแนวอนและมีการทดแรงโดยอาจจะใช้เฟืองก็ได้ใช้สายพานก็ได้ ถ้าหากอยากจะทำให้ตัวผลิตภัณฑ์โดยรวมไม่มีขนาดใหญ่มากก็ควรจะใช้ในระบบเฟืองในการทดแรง แต่หากไม่เน้นเรื่องขนาดแนะนำให้ใช้สายพาน เพราะสามารถกระจายแรงได้และจะทำให้เครื่องนี้ไม่เกิดเสียงดัง 6) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ ในลักษณะของการทดรอบอีกประเภทหนึ่งการใช้เกียร์บ็อก (Gear Box) หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เกียร์ทดรอบ เนื่องจากเป็นตัวเลือกหนึ่งที่ใช้ทดแทนเฟืองและสายพานในการบดปั่นพืชใบอ่อนและแห้งกรอบได้

5.2 ผลการสรุปผลการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช

สำหรับการสรุปการวิจัยในกระบวนการสร้างแนวทางในการนำเศษเหลือทิ้งของพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ทางด้านอาหารสัตว์ เช่น วัว นอกจากนี้ส่วนที่เหลือสามารถนำไปใช้ในการนำไปเป็นปุ๋ยโดยธรรมชาติ ในส่วนของลักษณะความจำเป็นในการใช้งานของเครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์มีความจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากหลังการสร้างแนวป้องกันไฟป่าในพื้นที่อนุรักษ์แล้วนั้นจะพบพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ ส่วนของลำต้นจะต้องมีการตัดทิ้งเป็นเศษเหลือทิ้งหรือทำการถางเพื่อเปิดหน้าดิน ดังนั้นเครื่องบดย่อยจึงมีส่วนจำเป็นในเรื่องของการย่อยสลายสิ่งเหล่านี้ โดยหลักการพิจารณาเพื่อสร้างการทำงานของตัวเครื่องเป็นกลไกในรูปแบบของระบบไฟฟ้า โดยใช้มอเตอร์กระแสสลับที่ต่อกับไฟบ้านซึ่งใช้มอเตอร์ 3 แรงม้า ใช้ระบบการขับเคลื่อนแบบสายพานเชื่อมต่อกับพูลเลย์ 2 ตัว รอก 1 ตัว โดยพูลเลย์ตัวแรกเชื่อมต่อกับใบมีด พูลเลย์ตัวที่สอง จะเชื่อมต่อกับเฟืองดอกจอกที่จะเป็นตัวขับเคลื่อนในการหมุนไปสู่แกนหมุนที่จะเป็นตัวดึงเศษพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์เข้าสู่ตัวใบมีดโดยจะมีเฟืองเชื่อมต่ออยู่ด้านล่างของเฟืองดอกจอกเพื่อจะเชื่อมต่อแกนหมุนข้างล่าง ซึ่งกลไกนี้จะทำให้เปลี่ยนทิศทางการหมุนแบบสลับกันจึงทำให้ตัวหมุนสองตัวหมุนสลับกัน จึงสามารถดึงเศษพืชที่มีลักษณะท่อนเข้าสู่ใบมีดเพื่อทำการปั่นพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ได้ โดยลักษณะของการบดย่อยด้วยเครื่องสำหรับการย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ ใช้ระยะเวลาในการย่อยประมาณ 30 นาที ใช้เวลาบดย่อยในครั้งหนึ่ง ประมาณ 10 นาที ต่อ 15 กิโลกรัม เครื่องย่อยปัจจุบันของเจ้าหน้าที่ผู้ใช้ ราคาอยู่ในประมาณ 17,000 บาท เหมาะสมกับการใช้งาน ส่วนแนวทางของปัญหาที่พบขณะใช้งานของตัวเครื่อง คือ ใบมีด เมื่อใช้งานแล้วจะมีลักษณะงอทำให้ในส่วนของการตัดระหว่างตัวสับไม่ละเอียดพอ และมักจะมีเศษใบหรือกากติดอยู่ตรงร่องมีดเสมอ จึงต้องมีการหยิบเศษพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ที่ติดอยู่เอาออกอยู่เรื่อยๆ อีกทั้งระบบสายพานมีการหย่อนเมื่อมีการใช้งานมาเป็นเวลานานจึงต้องมีการตรวจเช็คเครื่องตลอดเวลาและเมื่อโครงสร้างผลิตจากวัสดุประเภทเหล็กจึงทำให้เกิดสนิมได้

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

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

บอกถึงข้อบกพร่องของรูปแบบนี้ ในส่วนของช่องระบายเศษพืชหลังจากการย่อยที่อาจทำให้เกิดการติดขัดระหว่างการปั่นและการระบายออกมาของเศษพืช

จากการสรุปแบบและข้อคิดเห็นเบื้องต้นนี้ จึงได้นำความคิดเห็นเหล่านี้มาทำการออกแบบและพัฒนาารูปแบบนี้ให้สมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น ซึ่งจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ได้นำมาปรับปรุงแบบในส่วนช่องทางการระบายของเศษพืชให้สามารถระบายได้ดีขึ้น และข้อควรระวังในการปั่นที่อาจเกิดการติดขัดได้โดยการเว้นระยะความห่างของตัวโครงสร้างและใบมีด

5.3 ผลการสรุปผลการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาสับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ”

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

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

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

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

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

5.3.4 ผลการศึกษา ด้านความสวยงามและความเป็นเอกลักษณ์ขององค์กรอันดับหนึ่ง คือ บริเวณภายใต้เศษพืชมีขนาดที่เหมาะสมในการขนส่งตามแนวป้องกันไฟฟ้าแต่ละครั้งที่ปฏิบัติงานควบคุมไฟฟ้า และสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า, สีสันเครื่องบดย่อยฯ มีความสวยงามและมีความเป็นเอกลักษณ์ที่ชัดเจนในการใช้งานสร้างแนวป้องกันไฟฟ้าและรองรับภารกิจป่าเปียก มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.74) อันดับสอง คือ รูปลักษณ์ของเครื่องบดย่อยฯ สื่อถึงเอกลักษณ์ของหน่วยงานควบคุมไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ $\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.89) อันดับสาม คือ รูปลักษณ์ของเครื่องบดย่อยฯ มีความสวยงามและทันสมัย และรูปร่างและรูปทรงของเครื่องบดย่อยฯ มีการสื่อถึงประโยชน์ใช้สอยในด้านต่างได้เหมาะสม มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 3.80$, S.D. = 0.74) ด้านประโยชน์ใช้สอยและการควบคุมไฟฟ้า มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.06$, S.D. = 0.56) อันดับหนึ่ง คือ เครื่องบดย่อยสามารถบดย่อยเชื้อเพลิงประเภทต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.48) อันดับสอง คือ เครื่องบดย่อยสามารถบดย่อยเชื้อเพลิงสะสมที่มีลักษณะแห้งกรอบได้เหมาะสมและละเอียดมีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ $\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.80) ด้านอุปกรณ์เสริม (ส่วนมือจับและเคลื่อนที่) มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.23$, S.D. = 0.61) อันดับหนึ่ง คือ ตำแหน่งในการติดตั้งมือจับและส่วนรับแรงเมื่อเปิดเครื่องบดย่อย มีความเหมาะสมในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.48) อันดับสอง คือ ส่วนมือจับเพื่อเคลื่อนที่มีความสะดวกสบายในการปฏิบัติหน้าที่และมีความแข็งแรงในการใช้งานจริงที่มีน้ำหนักมากมีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.48) ด้านความแข็งแรงทนทานในการใช้งาน มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ $\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.68) อันดับหนึ่ง คือ จุดยึดชุดล้อคล้อ มีความเหมาะสมและแข็งแรงทนทานต่อแรงกดกระแทกได้มีความเหมาะสมในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.48) อันดับสอง คือ โครงสร้างเครื่องบดย่อยมีความแข็งแรงสามารถรองรับการขนส่งและใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในพื้นที่ทุรกันดานมีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.48)

5.4 ผลการสรุปผลการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้าต่อเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟที่พัฒนาใหม่”

ขั้นตอนการประเมินผลความพึงพอใจของกลุ่มนักวิชาการทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และด้านวิศวกรรม โดยทำการประเมินผลระดับความพึงพอใจรายด้านตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ที่เน้นการมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสรุปผลการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งสามารถแยกรายละเอียดตามรูปแบบการประเมินได้ดังนี้

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

ก .เกณฑ์การประเมินทางด้านความสวยงามเครื่องบดย่อยเชื้อเพลิง
 สะสมในพื้นที่อนุรักษ์ พบว่ากลุ่มนักวิชาการทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ มีความพึงพอใจอันดับที่ 1 ในด้านลักษณะรูปแบบเครื่องบดย่อยมีความสวยงามเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานภายในพื้นที่อนุรักษ์หรือศูนย์ควบคุมไฟฟ้า และสีสันทันมีความสวยงามและเหมาะสมกับแนวคิดรักษ์สิ่งแวดล้อม ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.2 หมายความว่า มีความพึงพอใจระดับมาก โดยมีค่าความเบี่ยงเบนที่ระดับ 0.57 ทั้งสองด้านที่ทำการประเมิน

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

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

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

ก .เกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
 พบว่ากลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สถิติและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า มีความพึงพอใจในอันดับที่ 1 คือด้านถังบ่มมีขนาดที่พอเหมาะกับปริมาณเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าในการบดครั้งละ 3 กิโลกรัม ต่อการบ่ม 3 นาที และเครื่องบดย่อยมีระบบควบคุมที่เหมาะสมสามารถใช้งานได้ง่าย มีเหมาะสมมากที่สุดที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.80 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด อันดับ 2 ด้านการบดย่อยด้วย

เครื่องสามารถนำชิ้นส่วนที่ติดขัดออกได้ง่ายในส่วนของการทำงานบำรุงรักษา มีความเหมาะสมที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.60 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ข. เกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและควมมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว พบว่ากลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า มีความพึงพอใจในอันดับที่ 1 คือ ด้านสีสนของเครื่องบดย่อยที่เหมาะสมสื่อถึงเอกลักษณ์องค์กรได้ดีและความเรียบง่ายของรูปทรง ได้ที่ค่าเฉลี่ย 4.80 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด และอันดับสองด้านเครื่องบดย่อยสามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลาย มีความเหมาะสมที่ค่าเฉลี่ย 4.60 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

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

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

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ในส่วนของกระบวนการอภิปรายผลการวิจัยนั้นผู้วิจัยทำการอภิปรายผลการศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กสำหรับย่อยเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่ป่านุรักษ์เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า ซึ่งในการวิจัยเชิงทดลองนี้จะมีการประยุกต์ใช้กรอบทฤษฎีเข้ามาร่วมจำนวน 4 กรอบแนวความคิดเพื่อนำกรอบทางความนั้นมาพิจารณาสร้างสรรค์ในการประยุกต์ทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วม ซึ่งสามารถแยกการอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

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

เชื้อเพลิงที่อาจจะลุกไหม้ได้ออกไป โดยอาจจะทำการกำจัดเชื้อเพลิงออกไปจนถึงชั้นดินแท้ (Mineral Soil) ตามวัตถุประสงค์ เศษของใบไม้และกิ่งไม้ที่หล่นจากต้นมาทับถมบนพื้นดินเป็นจำนวนมาก ซึ่งมักจะเป็นต้นเหตุให้เกิดไฟป่าอย่างสม่ำเสมอในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งทำให้ยากแก่การที่เจ้าหน้าที่จะเข้าไปควบคุมดูแลในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ได้อย่างทั่วถึง ซึ่งปัจจุบันนี้นิยมใช้วิธีการกวาดมากองรวมกันแล้วใช้วิธีการ “ชิงเผา” ก่อนที่ไฟป่าจะเกิดแต่การชิงเผามักจะก่อให้เกิดความเสี่ยงในการควบคุมไฟ อีกทั้งยังก่อให้เกิดมลภาวะหมอกควัน จึงน่าที่จะมีการพัฒนาเครื่องบดย่อยให้สามารถนำมาบดย่อยเศษเชื้อเพลิงที่สะสมในพื้นที่ป่ามาใช้ประโยชน์ให้แก่เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าอีกทางหนึ่ง กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ 1) การขับเคลื่อนระบบส่งกำลัง จะมีลักษณะรูปแบบการใช้เฟืองและสายพาน รูปแบบของเฟืองดอกจอก เห็นว่าสมควรใช้กับตัวงานแต่ละต้องมีการเปรียบเทียบกับสายพานว่าควรใช้ในรูปแบบ เช่น สายพานแบนที่มีแกนหมุนโดยพูลเลย์ 2) ลักษณะกำลังเครื่องของมอเตอร์ในการปั่น กำลังของเครื่องมอเตอร์ที่เหมาะสมกับการปั่นย่อยพืชจำพวกกาบใบ ลำต้นสำหรับกำลังของมอเตอร์ที่ใช้ คือ 1 แรงม้า เป็นมอเตอร์ชนิดกระแสสลับที่สามารถต่อกับไฟบ้านได้โดยตรง จำนวนรอบปั่น อยู่ที่ 1,450 รอบ ต่อนาที 3) ลักษณะรูปแบบการเลือกใช้ใบมีดในการปั่น การเลือกใช้ควรพิจารณาในเรื่องของลักษณะการหมุน หากต้องการให้มีประสิทธิภาพในการปั่น เป็นใบมีดที่มีลักษณะหมุนสลับกัน ให้ใบมีดสองตัวเนียนกัน จะทำให้เกิดลักษณะของการสับย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบได้อย่างดี 4) ลักษณะรูปแบบของโครงสร้างของเครื่องย่อย การปั่นย่อยจำพวกพืชใบอ่อนและแห้งกรอบที่มีลักษณะความยาวของลำต้น โครงสร้างจึงต้องเป็นในลักษณะของการปั่นที่มีความต่อเนื่องโดยอาจจะมีถึงสี่ลงไปและสามารถระบายออกของพืชใบอ่อนและแห้งกรอบที่บดออกมา มีที่จับในการเข็นและใส่ล้อเพื่อสามารถเคลื่อนที่ได้ 5) ลักษณะรูปแบบการจัดวางกลไกโดยรวม ลักษณะการจัดวางของมอเตอร์ควรวางในรูปแบบแนวนอนและมีการทดแรงโดยอาจใช้เฟืองก็ได้ใช้สายพานก็ได้ ถ้าหากอยากจะให้ตัวผลิตภัณฑ์โดยรวมไม่มีขนาดใหญ่ มากก็ควรจะใช้ในระบบเฟืองในการทดแรง แต่หากไม่เน้นเรื่องขนาดแนะนำให้ใช้สายพานเพราะสามารถกระจายแรงได้และจะทำให้เครื่องนี้ไม่เกิดเสียงดัง 6) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ ในลักษณะของการทดรอบอีกประเภทหนึ่งการใช้เกียร์บ็อก (Gear Box) หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เกียร์ทดรอบ เนื่องจากเป็นตัวเลือกหนึ่งที่ใช้ทดแทนเฟืองและสายพานในการบดปั่นพืชใบอ่อนและแห้งกรอบได้

5.2.2 อภิปรายผลการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกลบรรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช” กรอบแนวคิดทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยจะพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในด้านต่างๆ ซึ่งจะนำแนวการพัฒนาผลิตภัณฑ์จาก Luddington (อ้างในนิรัช สุตสังข์. 2543:23) มีลำดับขั้นตอน 1) สรุปรูปแบบ พื้นผิว และการตกแต่ง 2) เลือกข้อเสนอแนวความคิดที่ดีที่สุด 3) การเขียนแบบเพื่อการผลิต 4) การสร้างหุ่นจำลอง 5) ประเมินการออกแบบ โดยใช้มอเตอร์กระแสสลับที่ต่อกับไฟบ้านซึ่งใช้มอเตอร์ 3 แรงม้า ใช้ระบบการขับเคลื่อนแบบสายพานเชื่อมต่อกับพูลเลย์ 2 ตัว รอก 1 ตัว โดยพูลเลย์ตัวแรกเชื่อมต่อกับใบมีด พูลเลย์ตัวที่สอง จะเชื่อมต่อกับเฟืองดอกจอกที่จะเป็นตัวขับเคลื่อนในการหมุนไปสู่แกนหมุนที่จะเป็นตัวดึงเศษพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์เข้าสู่ตัวใบมีดโดยจะมีเฟืองเชื่อมต่ออยู่ด้านล่างของเฟืองดอกจอกเพื่อจะเชื่อมต่อกับแกนหมุนข้างล่าง ซึ่งกลไกนี้จะทำให้เปลี่ยนทิศทางการหมุนแบบสลับกันจึงทำให้ตัวหมุนสองตัวหมุนสลับกัน จึงสามารถดึงเศษพืชที่มีลักษณะท่อนเข้าสู่ใบมีดเพื่อทำการปั่นพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ได้ ในส่วนของกระบวนการกำหนดขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีความสอดคล้องกับลักษณะในการใช้งานของมนุษย์ ในแต่ละส่วนของเครื่องบดย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ จะประกอบไปด้วย 1)

ช่องลำเรียงเศษพืชประเภทลำต้นพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ เพื่อทำการบั่นย่อย โดยมีขนาดความสูงจากพื้นถึงตัวช่อง 90 เซนติเมตร ความยาวของช่องลำเรียงจนถึงใบมีด 55 เซนติเมตร ความกว้างของช่อง 20 เซนติเมตร และความสูงของช่อง 15 เซนติเมตร 2) ตัวถัง เพื่อทำการบั่นย่อยในพืชประเภทใบ, หญ้า พืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ โดยมีขนาดของขอบตัวถัง กว้าง 40 x ยาว 40 เซนติเมตร และมีความสูง 60 เซนติเมตร 3) ช่องระบาย เพื่อทำการระบายเศษพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ เพื่อหลังจากการบั่นย่อย โดยมีความกว้าง 40 x ยาว 40 x สูง 30 เซนติเมตร 4) ราวจับ เพื่อทำการเคลื่อนย้ายของเครื่องย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ โดยมีขนาดความสูงจากพื้นถึงราวจับ 85 เซนติเมตร มีความยาวของราวจับ 50 เซนติเมตร 5) ฐานรองมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อที่จะเชื่อมต่อกับใบมีดในการบั่นย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ โดยมีขนาดความสูงจากพื้นถึงตัวฐาน 28 เซนติเมตร ความยาวจากขอบด้านนอกจนถึงตัวโครงด้านใน 60 เซนติเมตร และมีความกว้าง 30 เซนติเมตร 6) ขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ กว้าง 60 x ยาว 130 x สูง 120 เซนติเมตร

5.2.3 อภิปรายผลการวิจัยตาม“วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ” อาศัยกรอบแนวคิดทางด้านการออกแบบเครื่องจักรกล เกี่ยวข้องกับทฤษฎีของอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics) เครื่องยนต์สันดาปภายใน ระบบขับเคลื่อนและถ่ายเทกำลัง ระบบบังคับและควบคุมเครื่องยนต์ ระบบรองรับ ระบบเบรก ระบบไฟฟ้า ระบบด้านความปลอดภัย ระบบไอเสียและควบคุมมลพิษ กระบวนการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลในการแปรสภาพการบริหารและการจัดการในอุตสาหกรรมเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านเกษตรกรรม รวมถึงการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบและการผลิตซึ่งมีบทบาทสำคัญในภาคการผลิตของอุตสาหกรรมด้านเกษตรกรรมสมัยใหม่ ทั้งนี้เพื่อรองรับการพัฒนาด้านเทคโนโลยีเกษตรกรรมในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาตามสมรรถนะ 3 ด้าน คือ ความปลอดภัย, การประหยัดเชื้อเพลิง และการลดมลพิษ ด้านความสวยงามและความเป็นเอกลักษณ์ขององค์กร อันดับหนึ่ง คือ บริเวณภาคใต้เศษพืชมีขนาดที่เหมาะสมในการขนส่งตามแนวป้องกันไฟป่าแต่ละครั้งที่ปฏิบัติงานควบคุมไฟป่า และสร้างแนวป้องกันไฟป่า, สีสันเครื่องบดย่อยฯ มีความสวยงามและมีความเป็นเอกลักษณ์ที่ชัดเจนในการใช้งานสร้างแนวป้องกันไฟป่าและรองรับภารกิจป่าเปียก มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.74) ด้านประโยชน์ใช้สอยและการควบคุมไฟป่า มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ $\bar{X} = 4.06$, S.D. = 0.56) อันดับหนึ่ง คือ เครื่องบดย่อยสามารถบดย่อยเศษเชื้อเพลิงประเภทต่างๆมีประสิทธิภาพมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.48) ด้านอุปกรณ์เสริม (ส่วนมือจับและเคลื่อนที่) มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.23$, S.D. = 0.61) อันดับหนึ่ง คือ ตำแหน่งในการติดตั้งมือจับและส่วนรับแรงเมื่อเปิดเครื่องบดย่อย มีความเหมาะสมในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.48) ด้านความแข็งแรงทนทานในการใช้งาน มีความเหมาะสมระดับมาก ที่ระดับ $\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.68) อันดับหนึ่ง คือ จุดยึดชุดล้อคล้อ มีความเหมาะสมและแข็งแรงทนทานต่อแรงกดกระแทกได้มีความเหมาะสมในการใช้งานมีความเหมาะสมระดับมากที่สุด ที่ระดับ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.48)

5.2.4 อภิปรายผลการวิจัยตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่าต่อเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟที่พัฒนาใหม่” มีความสอดคล้องกับกรอบแนวคิดทางด้านการกระบวนการประยุกต์การวิจัยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยจะต้องอาศัยข้อคำนึงถึงในการพิจารณาเพื่อ

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

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

สำหรับข้อเสนอแนะสำหรับการนำการศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กเพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า ครั้งนี้นั้นมีแนวทางในการเน้นกระบวนการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อยด้วยกระบวนการวิเคราะห์และพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วยกรอบแนวความคิดทางการออกแบบจำนวน 4 กรอบแนวความคิด มีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะการวิจัย

สำหรับข้อเสนอแนะทางการวิจัยครั้งนี้มีข้อด้อยในส่วนทางด้านกระบวนการวิเคราะห์ กระบวนการผลิตต้นแบบ กระบวนการทดลองเพื่อทดสอบผลการใช้งานจริง โดยสามารถสรุปออกเป็นรายชื่อได้ ดังนี้

1) ทางด้านกระบวนการวิเคราะห์ เป็นลักษณะของการนำกระบวนการวิเคราะห์เพื่อการนำผลข้อมูลจากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นมาใช้งานประสบปัญหาการเข้าถึงปัญหาความต้องการจริงของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าที่มีความต้องการที่ขัดแย้งกันในส่วนของผู้ปฏิบัติงานที่ต้องการเพื่อนำการใช้งานง่ายและไม่ต้องออกแรงมากนักในการใช้งาน ส่วนระดับหัวหน้าหน่วยงานนั้นต้องการที่จะนำเสนอความสามารถในการบดย่อยได้จำนวนมากไม่จำเป็นต้องพกพาแต่ให้สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ตั้งของหน่วยควบคุมไฟฟ้า

2) ทางด้านกระบวนการผลิตต้นแบบเพื่อใช้ในการทดลองใช้งานจริง เป็นลักษณะของการใช้กระบวนการผลิตที่ต้องทำการผลิตในระบบสายพานเพื่อขับเคลื่อนใบมีดที่ใช้บดย่อยนั้นมีปัญหาทางด้านการนำระบบเฟืองคอกจออกมาใช้ในการทดแรงเพื่อเพิ่มรอบการหมุนของใบมีดให้มีความเร็วรอบมากยิ่งขึ้นในการช่วยเพิ่มแรงบิดในการบดย่อย

3) ทางด้านกระบวนการทดลองเพื่อทดสอบผลการใช้งานจริง เป็นกระบวนการทดลองเพื่อใช้ในการสรุปผลการวิจัยที่วัดในส่วนของแบบทดสอบที่ต้องมีการทดสอบตามมาตรฐานทางด้านเครื่องกลมาใช้ในการพิจารณาตามกรอบมาตรฐานสากล เพื่อใช้ในการยืนยันผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อย

5.3.2 ข้อเสนอแนะการวิจัยในครั้งต่อไป

สำหรับข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปประยุกต์ใช้งานในรูปแบบเพื่อการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์นั้นสามารถที่จะนำชิ้นงานผลิตภัณฑ์นำไปใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ และลักษณะของการใช้งานได้อย่างเหมาะสมเพื่อนำการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์

1) สามารถที่จะนำรูปแบบของเครื่องที่พัฒนาใหม่ไปใช้งานทางด้านเกษตรกรรมได้ด้วยการปรับเปลี่ยนรูปแบบใบมีดในการบดย่อยให้มีใบมีดที่ถี่มากขึ้นเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการบดย่อยให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น

2) สามารถที่จะมีการนำความรู้ทางด้านการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาประยุกต์สู่กระบวนการออกแบบด้วยการผสานตารางการวิเคราะห์แบบวิศวกรรมย้อนรอยเพื่อพิจารณาความเหมาะสมตามกรอบแนวคิดที่ประยุกต์

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

4) สามารถนำผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา อเนกประสงค์เพื่อรองรับภารกิจ “สร้างแนวป้องกันไฟป่า” สำหรับการควบคุมไฟป่าในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ต่างๆที่มีประสิทธิภาพและมีความพึงพอใจในการใช้งานที่เหมาะสม

5) กลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับยานยนต์อเนกประสงค์ขนาดเล็กเพื่อการควบคุมไฟป่า ในการสร้างแนวป้องกันไฟป่าได้อย่างเหมาะสมกับสภาพภารกิจที่ปฏิบัติและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่การใช้งาน

6) ช่วยเพิ่มศักยภาพในการขนถ่ายอุปกรณ์สำหรับภารกิจ “สร้างแนวป้องกันไฟป่า” และช่วยเพิ่มศักยภาพในการเคลื่อนย้ายกำลังพลในการป้องกันและปราบไฟป่าการลาดตระเวนในช่วงเวลาปกติ

7) ได้ข้อจำกัดและแนวทางการออกแบบสำหรับเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา อเนกประสงค์สำหรับเจ้าหน้าที่ดับไฟป่า ในการสนับสนุนภารกิจ “สร้างแนวป้องกันไฟป่า”