

บทที่ 4

การวิเคราะห์

โครงการวิจัยนี้เป็น “การศึกษาและออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ ศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟป่า” ในบทนี้ ผู้วิจัยได้ทำการดำเนินกระบวนการวิจัยจนกระทั่งถึงกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำผลที่ได้มาประยุกต์ใช้งานทางด้านกระบวนการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อยเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์เพื่อนำออกมาใช้งานภายในศูนย์สาธิตและควบคุมไฟป่า สำหรับบทการวิเคราะห์เพื่อนำเสนอผลการวิเคราะห์รูปแบบเครื่องบดย่อยเชื้อเพลิงสะสมสำหรับการควบคุมไฟป่าขนาดเล็ก นั้นผู้วิจัยเน้นการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากการลงพื้นที่ ในส่วนของศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟป่า ภาคภาคกลาง มาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจำแนกชนิดป่าและขั้นตอนการควบคุมไฟป่าที่จะมีความแตกต่างกันไปตามประเภทของป่าไม้ในแต่ละพื้นที่ ซึ่งเมื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้ครบถ้วนจึงเข้าสู่ขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อใช้สำหรับการออกแบบและปรับปรุงเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ ศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟป่าโดยสามารถตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษากระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟป่า เจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช”

4.2 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช

4.3 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ”

4.4 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่าต่อเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟที่พัฒนาใหม่”

ตามหัวข้อวิธีดำเนินการวิจัยนั้นจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบผลจากกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย คือ ผลที่ได้ในกระบวนการทดลองใช้งานจริงด้วยการทดลองเบื้องต้นและทำการประเมินค่าระดับของความพึงพอใจในระยสุดท้ายของการวิจัยเพื่อพัฒนา

4.1 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 1”

ผลการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ที่ 1 “เพื่อศึกษากระบวนการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้า เจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช” ใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ ในการวิเคราะห์ลักษณะการใช้งานของเครื่องบดย่อยเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ เพื่อนำผลผลิตที่ได้มาประยุกต์ใช้งาน

ศิริ อัครอัศร (2553. การควบคุมไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย สำนักควบคุมไฟฟ้า กรมป่าไม้) กล่าวว่า ในขณะที่เป็นวิธีการเป็นเพียงหลักการกว้างๆ แต่กลยุทธ์เป็นศิลปะในการพลิกแพลงการใช้วิธีการนั้นๆ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดภายใต้เงื่อนไขของสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา กลยุทธ์ในการดับไฟฟ้าจึงเป็นส่วนเสริมในการดับไฟฟ้าด้วยวิธีการต่างๆ มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1. กลยุทธ์การดับไฟทุ่งหญ้า เชื้อเพลิงหลักในทุ่งหญ้าจะเป็นเชื้อเพลิงเบา ได้แก่ หญ้าชนิดต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หญ้าคา และหญ้าจรจบ นอกจากนี้ยังมีวัชพืชอื่นๆ เช่น ต้นสาบเสือ ซึ่งเชื้อเพลิงเบาดังกล่าวหากแห้งจัดแล้วจะติดไฟได้ง่ายมีอัตราการลุกลามที่รวดเร็วมาก แต่อัตราการลุกลามจะไม่สม่ำเสมอโดยขึ้นอยู่กับกระแสลม เมื่อลมพัดแรงไฟจะลุกลามอย่างรวดเร็ว เปลวไฟมีความยาวมาก ส่งลูกไฟปลิวนำหน้าแนวไฟไปได้หลายร้อยเมตร และความร้อนแรงของไฟจะพุ่งขึ้นสูง แต่ในจังหวะที่ลมสงบเป็นช่วงๆ ไฟจะลดความรุนแรง และลดอันตรายการลุกลามอย่างมากเช่นกัน การดับไฟทุ่งหญ้าโดยการทำแนวกันไฟคั่นหน้าหัวไฟเป็นไปได้อย่างยากและอันตราย เพราะเชื้อเพลิงหนาแน่นและแนวหัวไฟเคลื่อนที่เร็วมากจนทำแนวคั่นไม่ทัน ดังนั้นการดับไฟจึงต้องแบ่งกำลังออกเป็น ๒ ส่วนกำลังส่วนน้อยทำหน้าที่ชุดเคลื่อนที่เร็ว นำหน้าแนวกันไฟไปก่อนเพื่อคอยดับลูกไฟที่ปลิวไปตกแนวไฟ ส่วนกำลังหลักจะทำหน้าที่ดับตัวไฟ โดยการดับไฟจากหางไฟด้วย วิธีดับทางตรงก่อน จากนั้นจึงค่อยกระจายกำลังออกทางปีกไฟทั้งซ้ายขวา โดยเข้าดับไฟจากด้านที่ถูกไฟไหม้ไปแล้ว ในลักษณะเดินตามเกาะติดไฟไปเรื่อยๆ ในจังหวะที่กระแสลมแรงเกินกว่าจะเข้าดับไฟทางตรง จนกระทั่งถึงจังหวะที่ลมเบาลงซึ่งจะทำให้การลุกลามของไฟชะงักลงและความสูงของเปลวไฟก็ลดต่ำลงมา ซึ่งช่วงลมสงบนี้จะเกิดเป็นช่วงๆ แต่ละช่วงกินเวลาสั้นๆ เพียงไม่กี่นาที ช่วงเวลานี้ถือเป็นช่วงเวลาที่ทองในการดับไฟทุ่งหญ้าซึ่งพนักงานดับไฟฟ้าทุกคนจะต้องรีบเข้าทำการดับไฟที่ขอบเขตไฟโดยการดับทางตรงอย่างรวดเร็วหนักหน่วงและพร้อมเพรียงกันที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อดับแนวปีกไฟให้ระยะทางยาวที่สุด อันเป็นการบีบแนวหัวไฟให้เล็กลงเรื่อยๆ และเมื่อลมพัดแรงขึ้นอีกจนไม่สามารถไปทำงานที่ขอบของไฟได้ก็จะถอยมาและเดินตามเกาะติดไฟไปเรื่อยๆ เพื่อรอโอกาสเข้าดับไฟในจังหวะที่ลมสงบลงอีกในครั้งต่อไป หรือหากเป็นไฟที่ไหม้ขึ้นเขาก็จะต้องตามไฟไปเรื่อยๆ และเข้าดับไฟในขณะที่ไฟลามถึงสันเขา และกำลังจะลามลงด้านลาดเขาอีกด้านหนึ่ง ซึ่งจังหวะนั้นอัตราการลุกลามของไฟจะลดลงมากเช่นกัน ดังนั้นความสำเร็จในการดับไฟในทุ่งหญ้าจึงขึ้นอยู่กับการอดทนในการติดตามไฟของพนักงานดับไฟฟ้า ประกอบกับความรวดเร็ว หนักหน่วงและพร้อมเพรียงในการเข้าดับไฟในช่วงเวลาที่ทองเป็นสำคัญ ซึ่งเปรียบได้กับยุทธวิธีในการล่าเหยื่อของฝูงไฮยีนา ที่ติดตามม้าลายหลงฝูงไปเรื่อยๆ อย่างอดทนรอจังหวะให้ม้าลายชะตาขาดวิ่งหนีจนอ่อนกำลังลง จึงค่อยถือโอกาสนั้นเข้าโจมตีอย่างพร้อมเพรียงด้วยความรวดเร็วและดุเดือด

2. กลยุทธ์การดับไฟป่าไม้พุ่มและป่าไผ่ ไฟป่าไม้พุ่มและป่าไผ่จะมีอัตราการลุกลามช้ากว่าไฟทุ่งหญ้า แต่ความร้อนแรงจะมีมากกว่า อย่างไรก็ตามพื้นที่ป่าไม้พุ่มและป่าไผ่มักจะมีวัชพืชต่างๆ ที่เป็นเชื้อเพลิงอยู่น้อย

โดยในป่าไม้ส่วนใหญ่เชื้อเพลิงจะเป็นใบไม้และกิ่งไม้แห้ง ซึ่งหากอากาศไม่แห้งจัดจนเกินไปก็มักมามีการดับไฟโดยวิธีทางตรงได้ โดยอาจต้องใช้น้ำค่อนข้างมากเพื่อดับไฟที่เข้าไปไหม้อยู่ในฐานของกอไม้ หรือหากไม่มีน้ำก็ต้องใช้พลั่วตักดินสาดไฟในฐานกอไม้ หรือทำแนวกันไฟรอบๆ กอไม้เพื่อป้องกันไม่ให้ไฟลามเข้าไปในฐานกอไม้

แต่ในกรณีที่อากาศแห้งจัด การดับไฟจะยากลำบากและอันตรายมาก ทั้งนี้เนื่องจากไฟจะมีโอกาสลุกลามขึ้นไปติดพุ่มไม้ หรือติดกอไม้และไหม้ขึ้นไปตามลำไม้ ทำให้ความสูงเปลวไฟเพิ่มขึ้นมาก และมีโอกาสเกิดลูกไฟปลิวหน้าแนวไฟไปได้ไกล โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจจะมีการระเบิดของปล้องไม้ ซึ่งจะเป็อันตรายต่อพนักงานดับไฟป่าที่ทำงานอยู่ในบริเวณใกล้เคียง ในกรณีเช่นนี้ การดับไฟต้องใช้การผสมผสานทั้งการดับทางตรงและทางอ้อม โดยทำแนวสกัดหัวไฟก่อนเป็นอันดับแรก เมื่อสกัดแนวหัวไฟได้แล้ว จึงทำการดับปีกและหางไฟด้วย การดับไฟทางตรง ในขณะเดียวกันหากมีไม้พุ่มหรือกอไม้ที่ไหม้ไฟ จะต้องให้กำลังส่วนหนึ่งเฝ้าระวังการปลิวของลูกไฟ และเมื่อไฟที่ไหม้กอไม้เริ่มไหม้ลงลำไม้ที่ถูกไฟไหม้จะเริ่มหักโค่นลงมา ซึ่งหากเป็นที่ลาดชันลำไม้ติดไฟอาจกลิ้งลงไปสู่บริเวณด้านล่างที่ยังไม่ถูกไฟไหม้ ดังนั้นจึงต้องขุดรองดับเอาไว้ ในกรณีเช่นนี้จะต้องให้ความสำคัญกับการกวาดเก็บและตรวจตราพื้นที่หลังดับไฟเสร็จแล้วให้มากเป็นพิเศษ

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

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

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

สำหรับสถานที่ที่ให้ข้อมูลและทำการฝึกอบรมภารกิจเกี่ยวข้องกับการควบคุมไฟป่าให้กับกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในพื้นที่ควบคุมและกลุ่มบุคคลนักเรียนนักศึกษาทั่วไปที่ต้องการส่งเสริมองค์ความรู้ในการดับไฟป่า จะมีศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดนครราชสีมา สำนักป้องกันปราบปรามและควบคุมไฟป่า เป็นศูนย์กลางการให้ความรู้และฝึกอบรมในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่าภาคกลาง จังหวัดกาญจนบุรี สำนักป้องกันปราบปรามและควบคุมไฟป่า เป็นศูนย์กลางการให้ความรู้และฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าในเขตพื้นที่ภาคกลาง โดยทั้ง 2 แห่งที่กล่าวมานั้นถือว่าเป็นสถานที่ที่มีความสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ทางด้านการดับไฟป่าร่วมกับการควบคุมไฟป่า ในพื้นที่รับผิดชอบ ซึ่งมีการกิจหลักในการส่งเสริมองค์ความรู้ในการควบคุมไฟป่าร่วมกับการป้องกันไฟป่าในพื้นที่รับผิดชอบด้วยการสร้างแนวกันไฟป่าตลอดระยะทางพื้นที่ควบคุม จากพื้นที่ป่าของแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมโดยรวมของภาคต่างๆ เช่น พื้นที่ป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีพื้นที่ป่าเป็นป่าเต็งรังเป็นส่วนมากร่วมกับป่าเบญจพรรณประปราย ซึ่งป่าเต็งรังจะมีต้นไม้ประเภท ต้นเต็ง มีไม้ที่มีการสะสมของเชื้อเพลิงจำนวนมากจากการทับถมของใบไม้แห้งที่หล่นในช่วงเปลี่ยนฤดูแล้งและฤดูหนาว ใบไม้แห้งช่วงนี้จะประกอบด้วยใบสัก ใบเต็งรัง ที่แห้งหล่นอยู่พื้นป่าทับถมซึ่งไฟป่าที่เกิดขึ้นจะมีความรุนแรงของเปลวไฟมากกว่าปกติเนื่องจากมีปริมาณของเชื้อเพลิงสะสมที่มีความรวดเร็วในการเผาไหม้สูง และจะปลิวตามกระแสลมโดยหัวไฟจะปลิวตามกระแสลมที่เร็วและลามติดกันง่ายกว่าปกติ ซึ่งช่วงนี้จะก่อให้เกิดไฟป่าขึ้นเป็นจำนวนมากทั้งจากสาเหตุการเผาป่าเพื่อหาของป่าของชาวบ้าน สาเหตุการเผาพื้นที่เกษตรกรรมของเกษตรกรแล้วลามเข้าพื้นที่ป่าหรือสาเหตุการเกิดจากธรรมชาติซึ่งช่วงนี้เจ้าหน้าที่จะทำการสร้างแนวป้องกันไฟป่าตามแนวป่าอนุรักษ์และจัดชุดหน่วยลาดตระเวนไฟ โดยจะจัดแบ่งเป็นหน่วยเล็ก หน่วยละ 2 นาย เพื่อลาดตระเวนไฟป่าโดยใช้ยานพาหนะเป็นมอเตอร์ไซด์ขนาดเล็กเคลื่อนที่เข้าพื้นที่ที่มีภาวะเสี่ยงต่อไฟป่า ซึ่งการเข้าพื้นที่ป่าเพื่อลาดตระเวนไฟป่าจะประกอบด้วยอุปกรณ์สำหรับติดตัวเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าไปในทุกหน่วยลาดตระเวนเล็ก



ภาพที่ 4.1 เจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่ากำลังปฏิบัติการสร้างแนวป้องกันไฟป่า

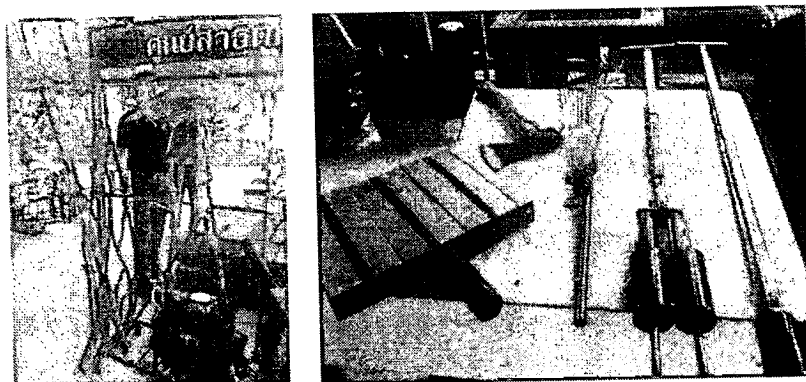
(ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา. 2556)

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

- ลักษณะเครื่องมือ จะเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการคราดหรือถากแนวพื้นดินเพื่อกำจัดเศษใบไม้แห้งที่อยู่ที่พื้นป่าซึ่งอาจจะก่อให้เกิดเป็นเชื้อเพลิงสำหรับไฟฟ้าได้ง่าย โดยลักษณะของอุปกรณ์ชนิดนี้จะ เป็นเหล็กเส้นขนาดเล็กตัดดองเป็นมือเสื่อเพื่อใช้ในการคราดหรือเกี่ยวเศษใบไม้ และจอบแบบถากที่มีใบคมแบนปากกว้างใช้ในการขุดผิวดินหรือพื้นดินที่มีเศษต่างๆทับถมกันอยู่

- สภาพปัญหาของตัวเครื่องมือ โดยสภาพทั่วไปของเครื่องมือชนิดนี้จะมีส่วนประกอบร่วมกัน 2 ส่วนหลักๆเพื่อประยุกต์ใช้งานในลักษณะต่างๆให้มีความเหมาะสมและมีความง่ายในการนำพาเข้าสู่พื้นที่ป่าที่รก โดยจะมีการนำไปใช้งานในพื้นที่ป่าซึ่งการนำพาจะต้องอาศัยการถอดประกอบส่วนด้ามที่ยาว 1.20 – 1.50 เมตร เข้าสู่พื้นที่ป่าซึ่งทำให้มีความยากลำบากในการนำพาและการประกอบ

- จุดเด่นของเครื่องมือ จะเป็นส่วนของความสะดวกในการใช้งานที่มีการประกอบกันของอุปกรณ์ 2 ชิ้น ใน 1 ตัว โดยมีวัสดุที่แข็งแรงในการใช้งานและมีน้ำหนักที่เบาสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายเมื่อเทียบกับน้ำหนักในการนำพา อีกทั้งยังเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพในด้านการสร้างแนวป้องกันไฟฟ้าด้วยการถากและเคลื่อนย้ายเศษใบไม้หรือเชื้อเพลิงแห้งตามพื้นที่ป่า เนื่องจากตัวอุปกรณ์ชนิดนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าได้ทำการพัฒนารูปแบบโดยนำมาติดตั้งส่วนที่ใช้ในการดึงเศษกิ่งไม้แห้งที่มีน้ำหนักมาก ออกจากแนวไฟฟ้า ซึ่งการพัฒนารูปแบบของคราดไฟฟ้าสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลายตามพื้นที่และวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เจ้าหน้าที่ตามความต้องการของป่ารูปแบบต่างๆในที่นี้คือ ป่าเบญจพันธ์ ป่าเต็งรัง เป็นต้น



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

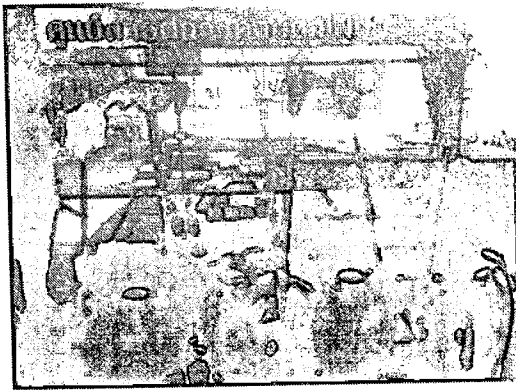
ในส่วนของคราดไฟฟ้านี้จะมีการใช้งานได้อย่างหลากหลายและมีการนำมาใช้งานได้อย่างเหมาะสมในพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน โดยใช้ในส่วนของประโยชน์ทางด้านการกวาดและแยกส่วนของเศษเชื้อเพลิงที่จะก่อให้เกิดไฟป่าออกมาเป็นแนวป้องกันไฟฟ้า

อุปกรณ์ประจำกายเจ้าหน้าที่ ประเภทกระเป๋าล้างมือหรือถังฉีดน้ำ คือ ถังฉีดน้ำพลาสติกที่มีสายฉีดน้ำแรงดันโดยใช้มือสูบซึ่งจะมีการนำมาใช้งานเป็นอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับเจ้าหน้าที่ดับไฟป่าที่เข้าพื้นที่ที่เกิดไฟป่า ในที่นี้กระเป๋าล้างมือหรือถังฉีดน้ำจะมีการนำถังน้ำที่ใช้ทางการเกษตรกรรมมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับสายยางฉีดน้ำแบบมือสูบ มาปรับปรุงใช้งานร่วมกัน ซึ่งกระเป๋าล้างมือหรือถังฉีดน้ำนี้ถือได้ว่าเป็นมีความสำคัญกับเจ้าหน้าที่ดับไฟป่า เนื่องจากมีการนำพาอุปกรณ์นี้ไปในช่วงของการลาดตระเวนไฟตามพื้นที่ป่าและการลงพื้นที่ดับไฟป่าด้วย ในช่วงหลังมีการประยุกต์ใช้งานร่วมกับกระเป๋าสะพายเพื่อความสะดวกในการนำพาไปยังพื้นที่ทุรกันดารหรือในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ซึ่งมีความยากลำบากในการเข้าถึงพื้นที่ป่าลักษณะต่างๆก็มีความยากในการเข้าถึงพื้นที่ป่าแต่ละประเภท โดยองค์ประกอบหลักที่จะมีการพกพาไปกับตัวกระเป๋าล้างมือคือ หัวไม้ตบไฟ หัวคราดไฟป่า และถังเก็บน้ำ โดยถังเก็บน้ำจะติดกับกระเป๋าล้างมือซึ่งตัวกระเป๋าล้างมือจะมีองค์ประกอบของกระเป๋าล้างมือที่เจ้าหน้าที่ดับไฟป่าสามารถนำมาใช้งานได้หลากหลายรูปแบบแล้วแต่ประเภทของไฟป่าที่เข้าพื้นที่อนุรักษ์

- ลักษณะเครื่องมือ เป็นกระเป๋าล้างมือที่มีความหนาของเนื้อผ้าสูงและตัดเย็บเข้ากับรูปทรงของถังน้ำทางการเกษตรกรรมที่นำมาประยุกต์ใช้งาน ซึ่งจะมีองค์ประกอบสำคัญเพื่อการนำพา คือ สายสะพายหลังที่เป็นสายผ้าติดตัวปรับระดับสายสะพาย มีส่วนเว้นช่องสำหรับการเติมน้ำและสารเคมีสำหรับควบคุมไฟป่าด้านบน ในส่วนของด้านหลังกระเป๋าล้างมือจะมีสายคาดเพื่อพกพา หัวไม้ตบไฟ หัวคราดไฟป่า ติดบริเวณด้านหลังกระเป๋าสะพายหลัง และส่วนที่สำคัญ คือ กระติกน้ำดื่ม สำหรับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าซึ่งจะขาดไม่ได้สำหรับการเข้าดับไฟป่าแต่ละครั้งของเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าแต่ละคนที่จะต้องมือน้ำดื่มในพื้นที่ป่าเมื่อเข้าปฏิบัติภารกิจดับไฟป่าแต่ละครั้ง

- สภาพปัญหาของตัวเครื่องมือ พบปัญหาทางด้านการนำพาเข้าสู่พื้นที่ไฟป่าเนื่องจากตัวกระเป๋าล้างมือมีน้ำหนักมากโดยจะบรรจุทุกน้ำสำหรับดับไฟป่าแต่ละครั้งประมาณ 10 ลิตร ต่อเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า 1 คน ซึ่งน้ำที่บรรจุจะมีน้ำหนักมากและมีการรั่วของสายสะพายตามน้ำหนักของน้ำและสัมภาระส่วนตัวที่นำเข้าสู่พื้นที่ไฟป่าแต่ละครั้ง คือ 1-3 วัน จะทำให้ตัวกระเป๋าล้างมือมีน้ำหนักมาก ซึ่งจากสภาพของพื้นที่ป่าจะมีความรกของป่าและความสูงชันของพื้นที่ตามภูมิภาคต่างๆ ซึ่งทำให้มีความล่าช้าในการเข้าสู่พื้นที่ไฟป่าแต่ละครั้ง เนื่องจากตัวกระเป๋าล้างมือมีน้ำหนักมากและมีขนาดใหญ่ไม่มีส่วนรองรับน้ำหนักสำหรับการเคลื่อนที่ของร่างกายเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า

- จุดเด่นของเครื่องมือ เป็นเครื่องมือที่มีการนำมาใช้งานประจำสำหรับเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าและเป็นอุปกรณ์หลักในการเข้าดับไฟป่าแต่ละครั้งเพื่อการทำไฟป่านั้นดับสนิท โดยจะใช้ควบคู่กันระหว่างไม้ตบไฟที่จะตบในส่วนของหัวไฟหรือหางไฟก่อนจากนั้นจะทำการฉีดละอองน้ำลงไปที่พื้นผิวที่ตบไฟแล้ว ซึ่งจะเป็นการปฏิบัติงานร่วมกันระหว่างเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่า 2 นาย ประจำแต่ละหน่วยขนาดเล็ก



ภาพที่ 4.3 กระเป๋าล้างมือแบบเป้สะพายหลังที่มีการประยุกต์ใช้งานในการควบคุมไฟป่า

4.1.2 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเครื่องกลการเกษตร

- ลักษณะรูปแบบการใช้เฟืองและสายพาน ในเรื่องของระบบเฟืองกับลักษณะของการเชื่อมต่อกับตัวใบมีดชนิดของเฟืองที่เหมาะสม คือ เฟืองดอกจอก ที่สังเกตเห็นว่าสมควรใช้กับตัวงานแต่จะต้องมีการเปรียบเทียบกับสายพานว่าควรใช้ในรูปแบบใด สายพานที่เหมาะสมกับงาน คือ สายพานแบนที่มีแกนหมุนโดยพูลเลย์

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

- ลักษณะรูปแบบการเลือกใบมีดในการปั่น การเลือกใช้ควรพิจารณาในเรื่องของลักษณะการหมุน หากต้องการให้มีประสิทธิภาพในการปั่น ควรจะเป็นใบมีดที่มีลักษณะหมุนสลับกัน ให้ใบมีดสองตัวเฉือนกัน จะทำให้เกิดลักษณะของการสับย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบได้อย่างดี

- ลักษณะรูปแบบของโครงสร้างของเครื่องย่อย การปั่นย่อยจำพวกพืชใบอ่อนและแห้งกรอบที่มีลักษณะความยาวของลำต้น โครงสร้างจึงต้องเป็นในลักษณะของการปั่นที่มีความต่อเนื่องโดยอาจจะมีการใส่ลงไปและสามารถระบายออกของพืชใบอ่อนและแห้งกรอบที่บดออกมา มีที่จับในการเข็นและใส่ล้อเพื่อสามารถเคลื่อนที่ได้

- ลักษณะรูปแบบการจัดวางกลไกโดยรวม ลักษณะการจัดวางของมอเตอร์ควรวางในรูปแบบแนวนอนและมีการทดแรงโดยอาจจะใช้เฟืองก็ได้ใช้สายพานก็ได้ ถ้าหากอาจจะให้ตัวผลิตภัณฑ์โดยรวมไม่มีขนาดใหญ่มากก็ควรจะใช้ในระบบเฟืองในการทดแรง แต่หากไม่เน้นเรื่องขนาดแนะนำให้ใช้สายพานเพราะสามารถกระจายแรงได้และจะทำให้เครื่องนี้ไม่เกิดเสียงดัง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ ในลักษณะของการทดรอบอีกประเภทหนึ่งการใช้เกียร์บ็อก (Gear Box) หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เกียร์ทดรอบ เนื่องจากเป็นตัวเลื้อยหนึ่งที่ใช้ทดแทนเฟืองและสายพานในการบดปั่นพืชใบอ่อนและแห้งกรอบได้



ภาพที่ 4.8 คณะผู้ทรงคุณวุฒิที่อนุเคราะห์ข้อมูลและร่วมแสดงความคิดเห็น

4.1.2 การสัมภาษณ์ผู้ใช้งานในด้านเกษตรกรรม

- แนวทางในการนำเศษเหลือทิ้งของพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ที่มีอยู่นำไปใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ทางด้านอาหารสัตว์ เช่น วัว นอกจากนี้ส่วนที่เหลือสามารถนำไปใช้ในการนำไปเป็นปุ๋ยโดยธรรมชาติ

- ลักษณะความจำเป็นในการใช้งานของเครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์มีความจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากหลังการสร้างแนวป้องกันไฟป่าในพื้นที่อนุรักษ์แล้วนั้นจะพบพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ ส่วนของลำต้นจะต้องมีการตัดทิ้งเป็นเศษเหลือทิ้งหรือทำการถางเพื่อเปิดหน้าดิน ดังนั้นเครื่องบดย่อยจึงมีส่วนจำเป็นในเรื่องของการย่อยสลายสิ่งเหล่านี้

- ลักษณะการทำงานของตัวเครื่องเป็นกลไกในรูปแบบของระบบไฟฟ้า โดยใช้มอเตอร์กระแสสลับที่ต่อกับไฟฟ้าซึ่งใช้มอเตอร์ 3 แรงม้า ใช้ระบบการขับเคลื่อนแบบสายพานเชื่อมต่อกับพูลเลย์ 2 ตัว รอก 1 ตัว โดยพูลเลย์ตัวแรกเชื่อมต่อกับใบมีด พูลเลย์ตัวที่สอง จะเชื่อมต่อกับเฟืองดอกจอกที่จะเป็นตัวขับเคลื่อนในการหมุนไปสู่แกนหมุนที่จะเป็นตัวดึงเศษพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์เข้าสู่ตัวใบมีด โดยจะมีเฟืองเชื่อมต่อยู่ด้านล่างของเฟืองดอกจอกเพื่อจะเชื่อมต่อแกนหมุนข้างล่าง ซึ่งกลไกนี้จะทำให้เปลี่ยนทิศทางการหมุนแบบสลับกันจึงทำให้ตัวหมุนสองตัวหมุนสลับกัน จึงสามารถดึงเศษพืชที่มีลักษณะท่อนเข้าสู่ใบมีดเพื่อทำการบดพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ได้

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

- ปัญหาที่พบขณะใช้งานของตัวเครื่อง คือ ใบมีด เมื่อใช้งานแล้วจะมีลักษณะงอทำให้ในส่วนของการตัดระหว่างตัวสับไม่ละเอียดพอ และมักจะมีเศษใบหรือกากติดอยู่ตรงร่องมีดเสมอ จึงต้องมีการหยิบเศษพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ที่ติดอยู่เอาออกอยู่เรื่อยๆ อีกทั้งระบบสายพานมีการหย่อนเมื่อมีการใช้งานมาเป็นเวลานานจึงต้องมีการตรวจเช็คเครื่องตลอดเวลาและเมื่อโครงสร้างผลิตจากวัสดุประเภทเหล็กจึงทำให้เกิดสนิมได้

- เครื่องย่อยมีอายุการใช้งานประมาณ 4-6 ปี และส่วนใหญ่จะนำส่วนของลำต้นมาทำการย่อยสลายเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์และปุ๋ยต่อไป



ภาพที่ 4.9 คณะผู้เชี่ยวชาญที่อนุเคราะห์ข้อมูลและร่วมแสดงความคิดเห็น

4.1.3 การวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนเพื่อการออกแบบ

ขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีความสอดคล้องกับลักษณะในการใช้งานของมนุษย์ ในแต่ละส่วนของเครื่องบดย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ จะประกอบไปด้วย

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

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

4.1.3.3 ช่องระบาย เพื่อทำการระบายเศษพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ หลังจากการบั่นย่อย โดยมีความกว้าง 40 x ยาว 40 x สูง 30 เซนติเมตร

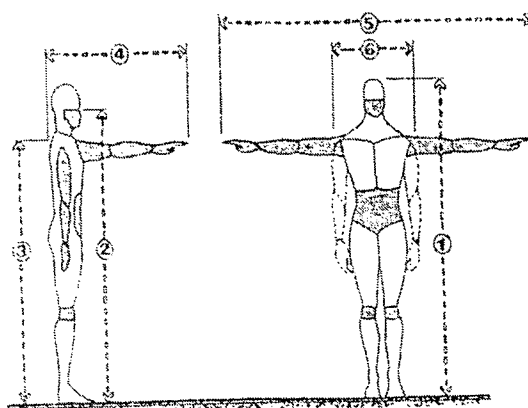
4.1.3.4 ราวจับ เพื่อทำการเคลื่อนย้ายของเครื่องย่อยพืชใบอ่อนและแห้งกรอบในพื้นที่อนุรักษ์ โดยมีขนาดความสูงจากพื้นถึงราวจับ 85 เซนติเมตร มีความยาวของราวจับ 50 เซนติเมตร

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

4.2.3.6 ขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ กว้าง 60 x ยาว 130 x สูง 120 เซนติเมตร

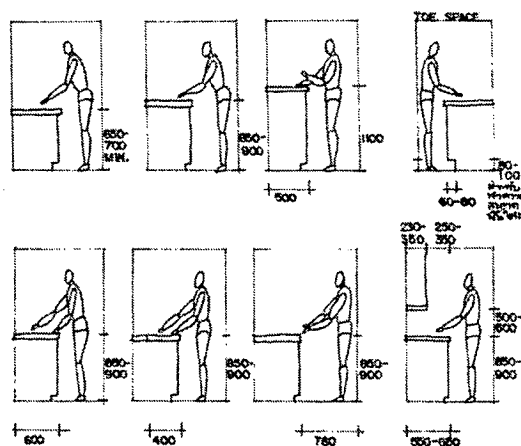
ตารางที่ 4.1 การแสดงส่วนต่างๆ ของร่างกาย (อุดมศักดิ์ สาริบุตร , 2549 : 75)

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



ภาพที่ 4.10 การแสดงภาพส่วนต่างๆ ของร่างกายขนาดสัดส่วนของมนุษย์ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร , 2549 : 75)

WORKTOP FOR STANDING



ภาพที่ 4.11 การแสดงลักษณะส่วนต่างๆ ของร่างกายในลักษณะ

Worktop for standing (กิติ สีนุเสถ, 2551 : 46)

4.1.4 การวิเคราะห์รูปแบบที่ใช้ในการออกแบบ

การวิเคราะห์ในส่วนของระบบกลไกในการทำงานของผลิตภัณฑ์เดิมเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป้อนรุกรษ์ ตั้งแต่มอเตอร์จนถึงใบมีดและลักษณะรูปแบบภายนอกที่ใช้โดยมีการเลือกรูปแบบของการวิเคราะห์มา 3 แบบ

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

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

- ระบบการปั่นแบบใบมีดเดี่ยว (ด้านล่าง) การขับเคลื่อนโดยการใช่มอเตอร์เชื่อมต่อกับเฟืองดอกจอกสู่ใบมีด โดยการจัดวางใบมีดแบบแนวนอน มีลักษณะการใส่เศษพืชจากด้านบน
- ระบบการปั่นแบบใบมีดเดี่ยว (ด้านข้าง) การขับเคลื่อนโดยการใช่มอเตอร์เชื่อมต่อกับพูลเลย์และสายพาน โดยการจัดวางใบมีดแบบแนวตั้ง ลักษณะการใส่เศษพืชจากด้านหน้า
- ระบบการปั่นแบบใบมีดสองด้าน ด้านข้างและด้านล่าง (ใส่เศษพืชช่องเดียว) การขับเคลื่อนโดยการใช่มอเตอร์เชื่อมต่อกับพูลเลย์ สายพาน ในลักษณะใบมีดแนวตั้ง และต่อกับเฟืองดอกจอก ในลักษณะใบมีดแนวนอน โดยมีการใส่เศษพืชจากด้านหน้า ช่องเดียว

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

จากการออกแบบในระบบการทำงานและลักษณะการใช้งานเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ออกมาเป็นแนวความคิดต่างๆ แล้วนั้น จึงได้นำรูปแบบที่ได้ทำการออกแบบเหล่านี้ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญในด้านวิศวกรเครื่องกลการเกษตรจำนวน 2 คน ให้วิเคราะห์ ประเมิน พร้อมกับขอข้อเสนอแนะและความคิดเห็นในแต่ละรูปแบบ ซึ่งมีการประเมินโดยใช้หลักการออกแบบเป็นตัวกำหนด

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

จากการสรุปแบบและข้อคิดเห็นเบื้องต้นนี้ จึงได้นำความคิดเห็นเหล่านี้มาทำการออกแบบและพัฒนา รูปแบบนี้ให้สมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น ซึ่งจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ได้นำมาปรับปรุงแบบในส่วนของช่องทางในการระบายของเศษพืชให้สามารถระบายได้ดีขึ้น และข้อควรระวังในการปั่นที่อาจเกิดการติดขัดได้โดยการเว้นระยะความห่างของตัวโครงสร้างและใบมีด

จากที่ได้ปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เหมาะสมและผ่านความเห็นชอบของผู้เชี่ยวชาญแล้วนั้น จึงนำแบบมาทำการเขียนแบบเพื่อการผลิตต่อไป

4.1.5 ผลวิเคราะห์วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบ

4.1.5.1 โครงสร้างหลัก จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

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

- โครงสร้างประกอบ จะเป็นโครงสร้างที่อยู่นอกเหนือจากโครงสร้างหลัก ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ในส่วนของราวจับเพื่อการเคลื่อนย้าย ฐานรองมอเตอร์ และโครงสร้างรองรับด้านล่าง โดยมีการใช้เหล็กหลายประเภท

- ราวจับ โดยการใช้ท่อเหล็กแป๊ปกลม ที่มีความหนา 1 ทุน โดยมีขนาดเหมาะสมกับมือในการจับเพื่อเคลื่อนย้าย

- ฐานรองมอเตอร์ โดยการใช้เหล็กแผ่นดำ ที่มีความหนา 4 มิลลิเมตร ซึ่งมีความหนาพอสมควร เพื่อรองรับน้ำหนักของตัวมอเตอร์
- โครงสร้างรองรับด้านล่าง โดยการใช้เหล็กฉาก ที่มีความหนา 1.2 นิ้ว หนา 6 มิลลิเมตร เลือกใช้เพราะมีความคงทนแข็งแรง ใช้ในการสร้างโครงสร้างเพื่อรองรับน้ำหนักได้เป็นอย่างดี

4.1.5.2 วัสดุอุปกรณ์ประกอบ

- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ใช้ต่อกับไฟบ้าน มีลักษณะของการใช้โดยการเสียบปลั๊ก โดยใช้พลังงานไฟฟ้า 220 โวลต์ พลังงานในการปั่น 1 แรงม้า ลักษณะของการปั่น 1,450 รอบต่อนาที
- ใบมีดที่ใช้ในการปั่นย่อย มีอยู่ด้วยกัน 2 ตัว ตัวละสามใบมีด โดยการใช้เหล็กหัวแดงหรือเหล็กแข็ง ที่นิยมมาทำมีด ซึ่งมีความหนา 20 มิลลิเมตร พร้อมกับเจียรให้มีความแหลมคม มีความยาวของมีด 250 มิลลิเมตร
- พูลเลย์ ที่ใช้ในการหมุนเชื่อมต่อกับใบมีด ซึ่งมีอยู่ 2 ตัว ตัวบนมีขนาด 10 นิ้ว ตัวล่างมีขนาด 3 นิ้ว
- สายพาน ที่ใช้ควบคุมไปกับพูลเลย์ในการส่งกำลังการหมุนเชื่อมต่อกับพูลเลย์หนึ่ง ไปสู่พูลเลย์หนึ่ง
- เหล็กเพลลาขาว คือเหล็กเส้นที่ใช้เป็นแกนหมุนเชื่อมต่อกับมอเตอร์ไปสู่เฟืองและพูลเลย์ โดยมีขนาด 1 นิ้ว เลือกใช้เพราะมีความละเอียดของขนาดและความเรียบของพื้นผิว ซึ่งมีประโยชน์ในการใช้งานสูงกว่าเหล็กประเภทอื่น โดยจะนำมาใช้เป็นแกนในการหมุนต่างๆ
- ตลับตุ๊กตาลูกปืน มีอยู่ด้วยกัน 8 ตัว ที่ไว้สำหรับยึดตัวเหล็กเพลลาขาว ให้เกิดการคงที่ไม่เกิดการสั่นสะเทือน โดยแกนด้านในจะประกอบไปด้วยลูกปืนที่ช่วยในการหล่อลื่นขณะที่ทำการหมุนของตัวเหล็กเพลลาขาว ที่จะเชื่อมต่อกับใบมีด
- ล้อ ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ มีอยู่ด้วยกัน 4 ล้อ หนา 2 หลัง 2 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว ความสูงโดยรวม 110 มิลลิเมตร เป็นล้อที่สามารถหมุนเพื่อทำการเลี้ยวได้ทั้ง 4 ล้อ

4.1.6 ข้อจำกัดในการใช้วัสดุ

การจัดวางใบมีดที่อยู่ฝั่งเดียวกันกับตัวพูลเลย์จะทำให้การตัดไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีระยะห่างจากตัวช่องที่ใส่เศษพืชต้นอ่อนและใบแห้ง ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (เศษเชื้อเพลิงสะสม) มากเกินไป และไม่มีหน้าเชิงในการเฉือนของใบมีด จึงอาจทำให้ไม่สามารถตัดได้ตามที่ต้องการ จึงต้องย้ายใบมีดมาอยู่อีกฝั่งตรงข้ามกับพูลเลย์เพื่อที่จะให้ใกล้กับช่องใส่เศษพืชต้นอ่อนและใบมากยิ่งขึ้น

หลังจากที่ย้ายใบมีดมาแล้วนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มเหล็ก 5 มิลลิเมตร ในส่วนของหน้าเชิงเพื่อที่จะให้มันเฉือนได้ ซึ่งจะทำให้การตัดมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นตัวมอเตอร์ด้านล่างในส่วนของเหล็กเพลลาขาวที่ใช้ในการหมุน จะต้องมิตลับตุ๊กตาลูกปืน เพื่อใช้ในการยึดเหล็กเพลลาขาวให้คงที่ จึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มตัวตลับตุ๊กตาเพิ่มมาอีก 1 ตัว ด้านล่างเพื่อความคงทนมากยิ่งขึ้น ปรับระดับความสูงในส่วนของฝาครอบด้านบน ให้ต่ำลงเนื่องจากช่องที่เชื่อมต่อของใบมีดอยู่สูงเกินไป จึงอาจทำให้เศษพืชที่ปั่นจากใบมีดด้านบนลงสู่ด้านล่างเกิดการติดขัดในช่วงของความหนาที่สูงเกินไป

การคำนวณความเร็วรอบของใบมีดต่อนาที โดยแบ่งออกเป็น 2 ใบมีด ซึ่งได้จากการคำนวณความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าไปสู่พูลเลย์ ล่างผ่านเฟืองดอกจอกสู่ใบมีดด้านล่าง และจากพูลเลย์ขับ ไปพูลเลย์ตาม ไปสู่การหมุนของใบมีด โดยใช้สูตร rpm (Revolutions per minute) โดยเขียนระบุหน่วยเป็น rpm, RPM, r/min หรือ min⁻¹ อัตราเร็วรอบต่อนาทีมอเตอร์ไฟฟ้า มีความเร็วรอบ 1450 รอบต่อนาที

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

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

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

เฟืองดอกจอก 11 ฟันเฟือง
เฟืองดอกจอกขนาด 22 ฟันเฟือง

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

สรุป

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

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบขนาดเศษพืชต้นอ่อนและใบแห้ง ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (เศษเชื้อเพลิงสะสม)

	พืชต้นอ่อนและใบแห้ง ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (เศษเชื้อเพลิงสะสม)	
	ผลิตภัณฑ์เดิม	เครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งใน พื้นที่อนุรักษ์
ตัวอย่าง	ความยาว	ความยาว
1	2.5	1.5
2	3	1.7
3	2.6	2
4	2.1	1.8
5	3.2	1.8
6	2.7	1.9
7	2.6	1.6
8	2.2	1.3
9	2.5	1.5
10	2.6	2.1
11	2.4	1.9
12	2.7	1.5

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบขนาดเศษพืชต้นอ่อนและใบแห้ง ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (ต่อ)

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

พืชต้นอ่อนและใบแห้งผลเฉลี่ย ผลิตภัณฑ์เดิม 2.59 ผลเฉลี่ยเครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 1.17 ซม. เครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งมีความละเอียดมากกว่าผลิตภัณฑ์เดิมอยู่ที่ 0.88 ซม.

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบขนาดเศษพืชที่มีความแข็งแรงยิ่งขึ้นในพื้นที่ป่าอนุรักษ์

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

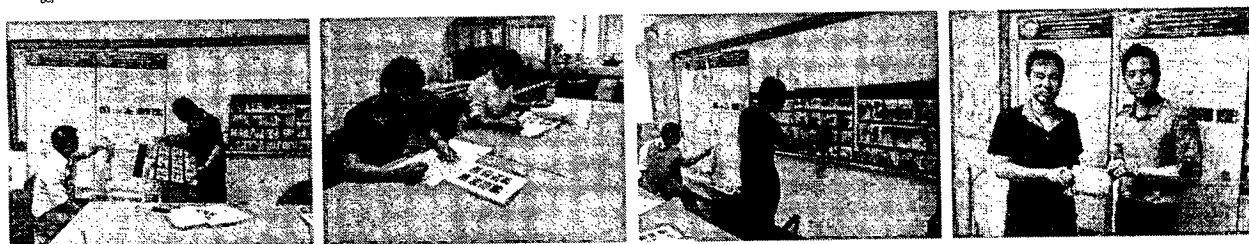
ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบขนาดเศษพืชที่มีความแข็งแรงมากขึ้น (ต่อ)

	เศษพืชที่มีความแข็งแรงมากขึ้นในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (เศษเชื้อเพลิงสะสม)	
	ผลิตภัณฑ์เดิม	ผลิตภัณฑ์เดิม
ตัวอย่าง	ความยาว	ความยาว
14	2.8	2
15	3.2	2.3
16	3	1.9
17	2.8	1.5
18	2.9	2.1
19	3.3	2
20	3	1.9
เฉลี่ย	2.92	1.97

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

4.2 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 2”

ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 2” เพื่อออกแบบเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพา เพื่อสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยควบคุมไฟป่า ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการควบคุมไฟป่า กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช อาศัยกระบวนการวิเคราะห์เพื่อนำผลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการสังเคราะห์ในการพิจารณาเพื่อการสร้างแนวความคิดทางการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อยสำหรับการนำเศษหญ้าหรือเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่สร้างแนวป้องกันไฟป่า มาประยุกต์ใช้งานในพื้นที่เขตอนุรักษ์ให้เกิดประโยชน์อย่างที่สุด ในการนำมาใช้งานโดยเล็งผลทางด้านประโยชน์จากการใช้งานทั้งทางด้านเศรษฐกิจ , ค่านิยม , แนวคิดอย่างยั่งยืน , ความรู้สึกรักษาป่าให้กับชุมชนรอบข้างเขตอนุรักษ์ เป็นต้น



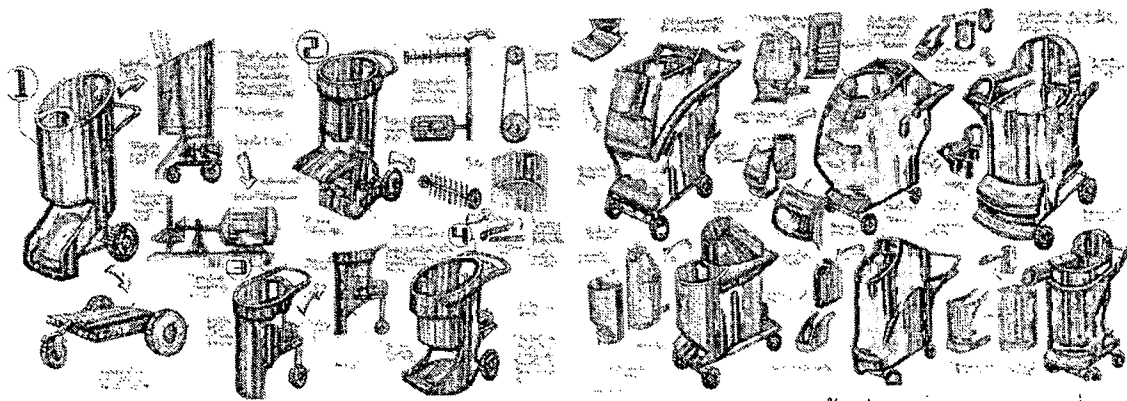
ภาพที่ 4.12 กระบวนการวิพากษ์เพื่อสร้างแนวความคิดทางการออกแบบและพัฒนาเครื่องบดย่อย
กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 4.13 กระบวนการวิพากษ์เพื่อสร้างแนวความคิดทางการออกแบบและพัฒนาเครื่องบดย่อย
กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านกระบวนการเกษตรกรรมยั่งยืน

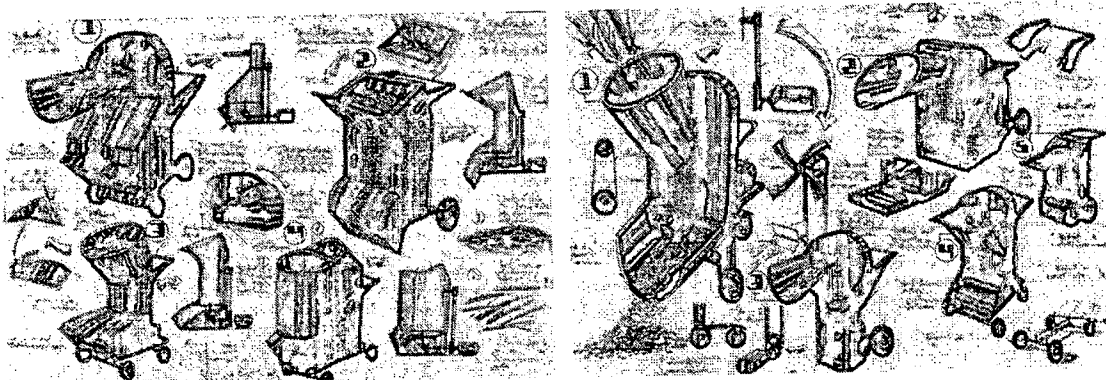
คณะผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นในการพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงที่มีลักษณะของการสะสมในพื้นที่สร้างแนวป้องกันไฟป่านั้นจะต้องมีลักษณะของเครื่องที่มีความทนทานอย่างเหมาะสม มีการใช้งานที่ช่วยบดย่อยเศษพืชที่มีคุณลักษณะแห้งกรอบให้เป็นชิ้นส่วนขนาดเล็กเพื่อง่ายต่อการนำมาใช้งานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งต้องมีการอาศัยต้นกำลังในการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือน้ำมัน ในการขับเคลื่อนระบบเครื่องบดย่อยทั้งหมด โดยลักษณะของการใช้งานจะต้องไม่ยุ่งยากสามารถใช้งานกับกลุ่มเจ้าหน้าที่ในระดับปฏิบัติการภาคสนามในเขตอนุรักษ์ได้อย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม อีกทั้งยังควรที่จะซ่อมบำรุงรักษาได้ง่ายไม่ยุ่งยาก

จากการนำข้อมูลการวิพากษ์เพื่อการสร้างสรค์องค์ความรู้จากคณะผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ทางด้านการออกแบบและทางด้านวิศวกรรมรวมถึงทางด้านเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน เพื่อสร้างกระบวนการพัฒนาเครื่องบดย่อยได้อย่างมีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริงและแนวคิดในการพัฒนาที่สามารถตอบสนองความเป็นการพัฒนาเชิงระบบอย่างยั่งยืนในสภาพสังคมโดยรอบข้างของเขตพื้นที่อนุรักษ์ที่ต้องอาศัยความร่วมมือของกลุ่มชุมชนรอบข้างในการช่วยดูแลพื้นที่ป่าและแจ้งเหตุไฟป่าได้ทันถ่วงที



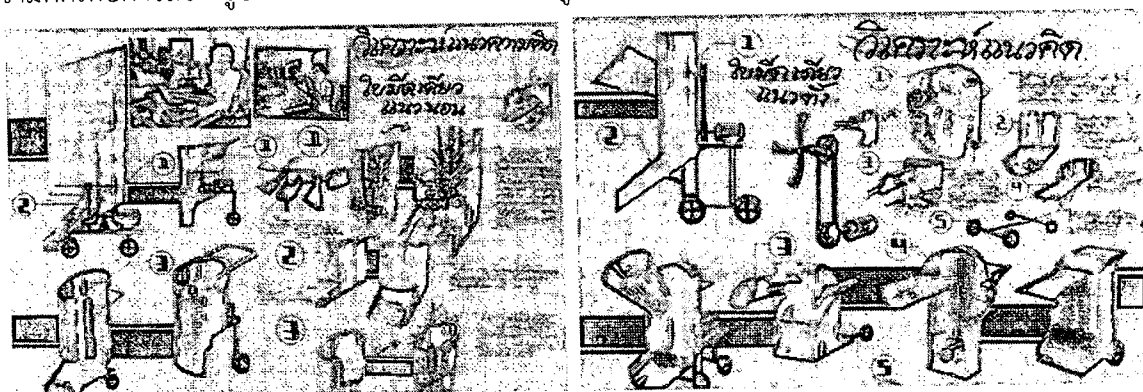
ภาพที่ 4.14 กระบวนการพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (ระยะที่ 1)

เป็นขั้นตอนที่เน้นการนำกระบวนการแก้ไขปัญหาขั้นต้นจากประสบการณ์ที่มีอยู่แล้วภายในตนเอง ของนักออกแบบทำการแก้ไขปัญหาตามจินตนาการที่อยู่ภายในตนเอง เป็นช่วงที่มีการผสมผสานความคิด สร้างสรรค์มากที่สุดในระยะของการระดมความคิดทั้ง 3 ระยะ โดยในระยะระดมความคิดที่ 1 นี้จะทำการ พัฒนารูปแบบ จำนวน 30 รูปแบบเพื่อทำการคัดเลือก



ภาพที่ 4.15 กระบวนการพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (ระยะที่ 2)

ช่วงระยะการระดมความคิดระยะที่ 2 เป็นกระบวนการระดมความคิดที่เริ่มมีการรับกระบวนการ แก้ไขปัญหาเครื่องบดย่อยที่พบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีการเรียนรู้ทั้งแบบ ปฐมภูมิและแบบทฤษฎีภูมิ ที่สร้างการแก้ไขปัญหาของเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมที่อยู่ในเขตพื้นที่อนุรักษ์ โดยสามารถทำการระดม ความคิดเพื่อการสร้างรูปแบบ ระยะที่ 2 จำนวน 30 รูปแบบ



ภาพที่ 4.16 กระบวนการพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (ระยะที่ 3)

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

4.2.1 ตารางวิเคราะห์รูปแบบเพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (เมตริก)

อ้างอิง : กระบวนการกระจายหน้าที่การวิเคราะห์เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 12 ในการวิเคราะห์ตามตารางเมตริกสัมพันธ์

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

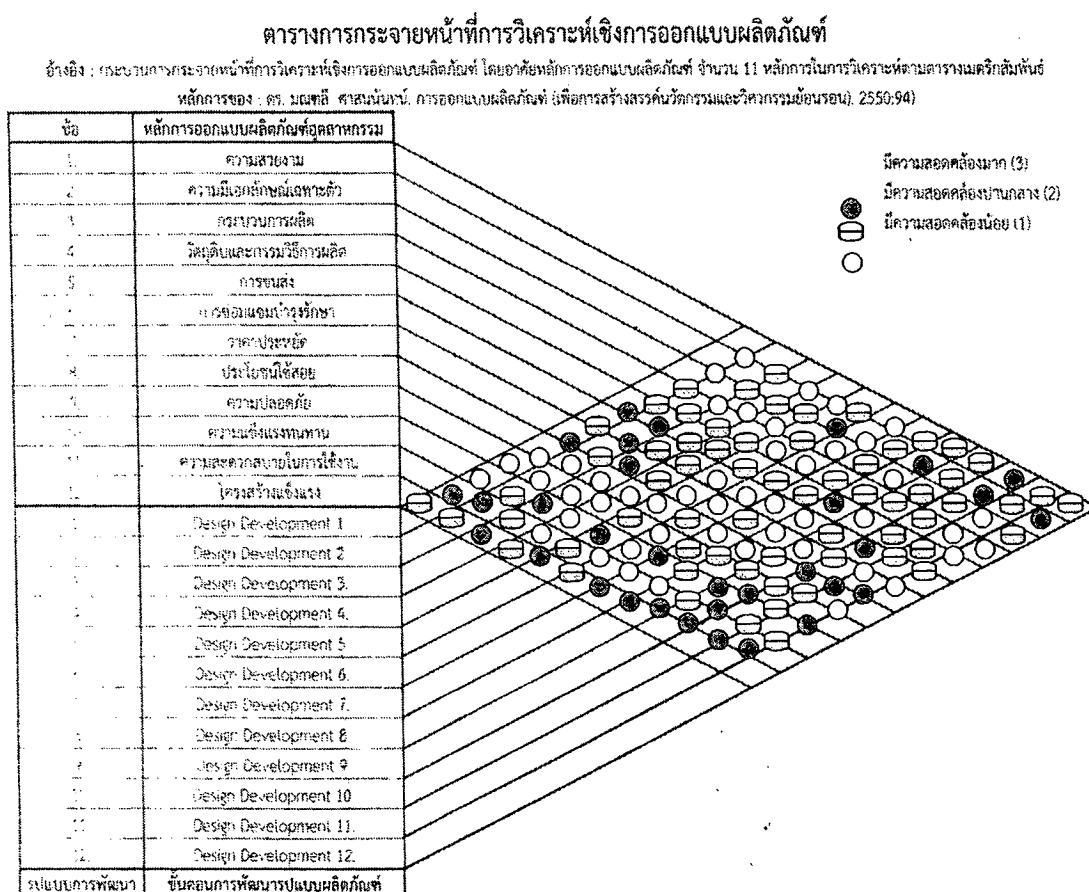
ระยะที่ 1 ระยะของการรับรู้ปัญหาเบื้องต้น จำนวน 30 แบบ

ระยะที่ 2 ระยะของการรับรู้ปัญหามีการรวบรวมประเด็นข้อจำกัดทางการออกแบบ จำนวน 30 แบบ

ระยะที่ 3 ระยะของการใช้การวิเคราะห์แยกแยะรายละเอียดเพื่อพิจารณา จำนวน 30 แบบ

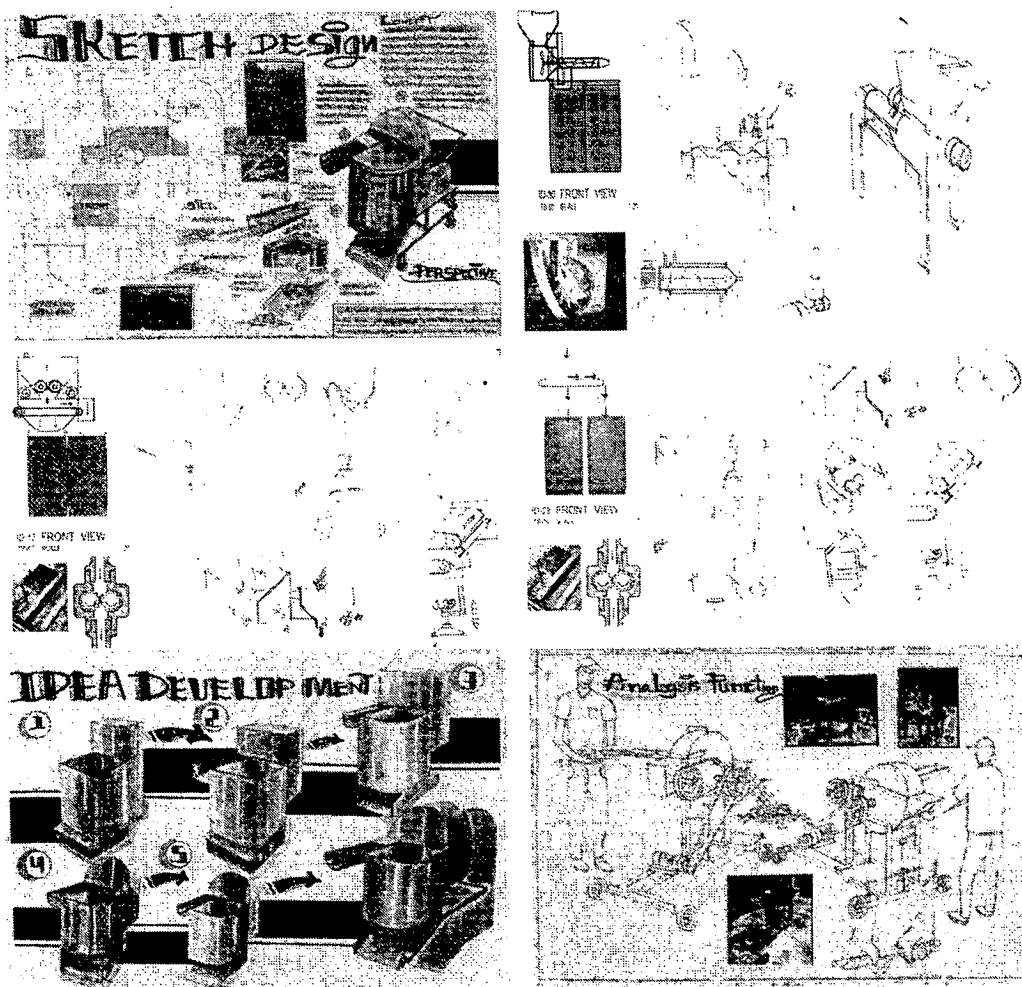
สามารถที่จะทำการรวบรวมแนวความคิดทางการพัฒนารูปแบบเครื่องบดย่อยได้ทั้งหมดจำนวน 90 แบบเพื่อนำผลการออกแบบที่ได้มาทำการพิจารณาด้วย ตารางค่าความสำคัญจากการประยุกต์วิธีการ “วิศวกรรมย้อนรอยทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์” เพื่อพิจารณาหารูปแบบที่มีความเหมาะสมที่สุด

ตารางที่ 4.4 แสดงการวิเคราะห์หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและขั้นตอนการพัฒนารูปแบบ



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

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



ภาพที่ 4.17 กระบวนการพัฒนา Sketch Design เครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์

เมื่อทำการสรุปรูปแบบเพื่อเตรียมการสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านกระบวนการออกแบบและทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ในส่วนของเครื่องบดย่อยแล้วสามารถที่จะทำการสรุปค่าระดับของความพึงพอใจคณะผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ สรุปได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างการออกแบบเครื่องย้อยเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมทางด้านการเกษตร ($n = 3$)

การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมเกษตรมีจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

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

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

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

ตารางที่ 4.6 สรุป ผลการวิเคราะห์แนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

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

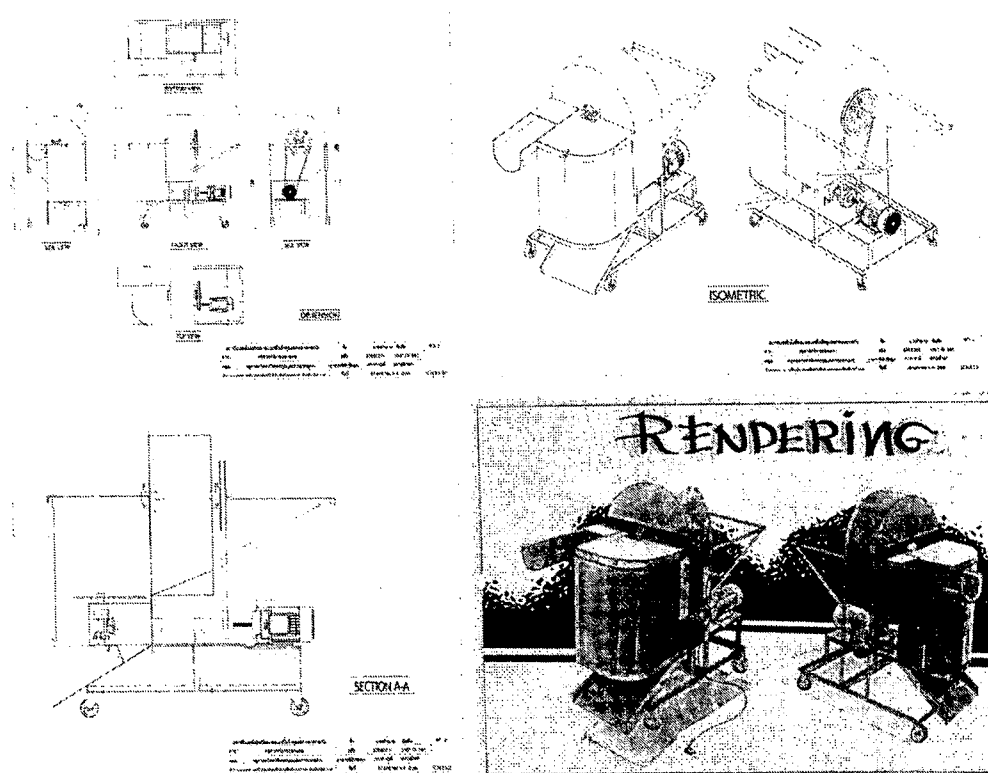
ผู้วิจัยนำรูปแบบ เครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่านุรักษ์ ทั้ง 3 รูปแบบโดยอาศัยคณะผู้ทรงคุณวุฒิช่วยพิจารณาในการคัดเลือกรูปแบบที่มีความสอดคล้องกับหลักการทางการออกแบบจำนวน 10 รายการประเมินผล ซึ่งคณะผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 6 ท่าน ทำการประเมินและนำแบบ SKETCH DESIGN เพื่อนำเสนอผลงานและแนวความคิดสรุปผลเพื่อการประเมินความคิดเห็นมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งสามารถสรุปประเด็น สำคัญที่จะนำไปสู่การพัฒนาผลิตใหม่ในขั้นตอนต่อไปดังนี้

ด้านประโยชน์ใช้สอย โดยภาพรวมด้านต่างๆ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใช้งานได้จริง รูปแบบ ที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.17$) รูปแบบที่ 2 มีระดับความเหมาะสมปานกลาง ($\bar{X} = 2.82$) รูปแบบที่ 3 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.00$) ในรายชื่อ ผลิตภัณฑ์ที่มีความสะดวกในการ เคลื่อนย้าย รูปแบบที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.17$) รูปแบบที่ 2 มีระดับความเหมาะสม ปานกลาง ($\bar{X} = 3.17$) รูปแบบที่ 3 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.00$) ในรายชื่อ ผลิตภัณฑ์ สามารถทาความสะอาดได้ง่าย รูปแบบที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 3.67$) รูปแบบที่ 2 มี ระดับความเหมาะสมปานกลาง ($\bar{X} = 2.67$) รูปแบบที่ 3 มีระดับความเหมาะสมปานกลาง ($\bar{X} = 3.33$) รายชื่อ ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยในการใช้งาน รูปแบบที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.17$) รูปแบบที่ 2 มีระดับความเหมาะสมปานกลาง ($\bar{X} = 2.67$) รูปแบบที่ 3 ความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 3.67$)

4.2.2 กระบวนการประเมินผลการพัฒนาเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสม

ช่วงของการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านโครงสร้างการออกแบบเครื่องย่อยเศษเชื้อเพลิงทั้งในพื้นที่เกษตรกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญทางการออกแบบผลิตภัณฑ์การประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านโครงสร้างการออกแบบมีจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำ พิจักขณา อาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ วิทยาเขตขอนแก่น
2. ดร.สาธิต เหล่าวัฒนพงษ์ อาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ วิทยาเขตขอนแก่น
3. ดร.จรรยาวรรณ จรรยาธรรม อาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย



ภาพที่ 4.18 การพัฒนาแบบเพื่อการผลิตต้นแบบเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่านุรักษ์

ทำการพัฒนาแบบเพื่อการผลิตด้วยกระบวนการเขียนแบบเพื่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรมที่เน้นการเขียนแบบที่สามารถผลิตได้จริง โดยการเขียนแบบจะทำการเขียนรายละเอียด พร้อมทั้งทำการกำหนดต้นกำลังเครื่องเป็นมอเตอร์ขนาดเล็กเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนถึงบดย่อยขนาดใหญ่ พร้อมทั้งทำการกำหนดโครงสร้างภายในของเครื่องบดย่อยให้สามารถรับแรงบิดของมอเตอร์ต้นกำลัง รวมทั้งแรงสั่นสะเทือนที่จำเป็นจะต้องมีขณะที่เครื่องเริ่มทำงานในการบดย่อย

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างการออกแบบเครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรม ($n = 3$)

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

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

เพื่อสะดวกต่อการย้ายเก็บและการป้องกันอันตรายจากการใช้งานควรมีสติ๊กเกอร์หรือสัญลักษณ์เพื่อบ่งบอกถึงวิธีการใช้งานและข้อควรระวังและการป้องกันหรือปกป้องระบบกลไกของตัวเครื่องควรมีการปกปิดอย่างมิดชิดเพื่อไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหายหรืออันตรายจากการใช้งาน

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินความพึงพอใจเครื่องย่อยเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรม (N = 10)

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

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

4.3 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ที่ 3”

สำหรับผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยขนาดเล็กแบบพกพาสนับสนุนภารกิจสร้างแนวกันไฟ” นั้นจะเป็นกระบวนการประเมินค่าระดับความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้งานจริง (กลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟป่าระดับปฏิบัติการ) พร้อมทั้งทำการประเมินด้วยกลุ่มคณะผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบและทางด้านวิศวกรรม เพื่อเป็นการพิจารณาถึงประสิทธิภาพทางด้านการใช้งานผลิตภัณฑ์เครื่องบดย่อยเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์หลังการใช้งานในพื้นที่จริง

ตารางที่ 4.9 ผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยสำหรับเชื้อเพลิงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์

ลำดับ	รายละเอียด (n = 25)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย
ด้าน : ความสวยงามและเอกลักษณ์องค์กร				
1.	รูปลักษณ์ของเครื่องบดย่อยฯ สอดคล้องลักษณะของหน่วยงานควบคุมไฟป่าได้อย่างเหมาะสม	4.00	0.89	เหมาะสมมาก
2.	สีสันทันเครื่องบดย่อยฯ มีความสวยงามและมีความเป็นเอกลักษณ์ที่ชัดเจนในการใช้งานสร้างแนวป้องกันไฟป่าและรองรับภารกิจป่าเปียก	4.20	0.40	เหมาะสมมาก
3.	รูปลักษณ์ของเครื่องบดย่อยฯ มีความสวยงามและทันสมัย	3.80	0.74	เหมาะสมมาก
4.	เครื่องบดย่อยฯ ออกประสงค์ ที่พัฒนาใหม่มีความโดดเด่นน่าสนใจ	3.40	1.11	เหมาะสมปานกลาง
5.	รูปร่างและรูปทรงของเครื่องบดย่อยฯ มีการสื่อถึงประโยชน์ใช้สอยในด้านต่างๆ ได้เหมาะสม	3.80	0.74	เหมาะสมมาก
6.	บริเวณคาดใส่เศษพืชมีขนาดที่เหมาะสมในการขนส่งตามแนวป้องกันไฟป่าแต่ละครั้งที่ปฏิบัติงานควบคุมไฟป่า และสร้างแนวป้องกันไฟป่า	4.20	0.74	เหมาะสมมาก
รวม		3.90	0.77	เหมาะสมมาก
ด้าน : ประโยชน์ใช้สอยและการใช้งานควบคุมไฟป่า				
1.	เครื่องบดย่อยสามารถบดย่อยเชื้อเพลิงสะสมที่มีลักษณะแห้งกรอบได้เหมาะสมและละเอียด	4.40	0.80	เหมาะสมมาก
2.	เครื่องบดย่อยสามารถใช้งานได้สะดวกและรวดเร็ว	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
3.	เครื่องบดย่อยบดเชื้อเพลิงสะสมบดย่อยได้หลากหลายรูปแบบสำหรับเชื้อเพลิงแต่ละประเภท	3.80	0.40	เหมาะสมมาก
4.	จักรยานยนต์สามารถขนเคลื่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพในการเข้าสู่พื้นที่สร้างแนวกันไฟ	3.60	0.80	เหมาะสมมาก
5.	เครื่องบดย่อยฯ สามารถปรับเปลี่ยนขนาดบรรทุกด้านหลังเป็นที่บรรจุวัสดุย่อยและรวดเร็วเหมาะสมในการปฏิบัติงาน	4.00	0.89	เหมาะสมมาก
6.	เครื่องบดย่อยสามารถบดย่อยเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.60	0.48	เหมาะสมมาก
รวม		4.06	0.56	เหมาะสมมาก
ด้าน : อุปกรณ์เสริม (ส่วนมือจับและเคลื่อนที่)				
1.	ส่วนมือจับเพื่อเคลื่อนที่มีความสะดวกสบายในการปฏิบัติหน้าที่และมีความแข็งแรงในการใช้งานจริงที่มีน้ำหนักมาก	4.40	0.48	เหมาะสมมาก
2.	ตำแหน่งในการติดตั้งมือจับและส่วนรับแรงเมื่อเปิดเครื่องบดย่อย มีความเหมาะสมในการใช้งาน	4.60	0.48	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 4.9 ผลการประเมินประสิทธิภาพเครื่องบดย่อยสำหรับเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (ต่อ)

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

ด้าน : ความแข็งแรงทนทานในการใช้งาน

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

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

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

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

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

4.4 ผลการวิเคราะห์ตาม “วัตถุประสงค์ที่ 4”

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

4.4.1 การประเมินความพึงพอใจกลุ่มนักวิชาการด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

สามารถที่จะแสดงผลระดับของการประเมินความพึงพอใจกลุ่มนักวิชาการด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ออกเป็นรายด้านตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่กำหนดไว้ได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.10 แสดงความพึงพอใจของนักวิชาการทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ (จำนวน 3 ท่าน)

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

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

ก .เกณฑ์การประเมินทางด้านความสวยงามเครื่องบดย่อยเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่อนุรักษ์ พบว่ากลุ่มนักวิชาการทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ มีความพึงพอใจอันดับที่ 1 ในด้านลักษณะรูปแบบเครื่องบดย่อยมีความสวยงามเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานภายในพื้นที่อนุรักษ์หรือศูนย์ควบคุมไฟฟ้า และสีสีนมี

ความสวยงามและเหมาะสมกับแนวคิดรักษ์สิ่งแวดล้อม ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.2 หมายความว่า มีความพึงพอใจระดับมาก โดยมีค่าความเบี่ยงเบนที่ระดับ 0.57 ทั้งสองด้านที่ทำการประเมิน

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

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

สามารถทำการสรุปเป็นรายด้านตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ตามวัตถุประสงค์การศึกษาแยกเป็นรายด้านใหญ่ๆ จำนวน 3 ด้าน แยกค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าเฉลี่ยรวมรายเกณฑ์การประเมินความพึงพอใจของนักวิชาการ
ทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์

ข้อ	รายละเอียดการประเมินความพึงพอใจของนักวิชาการ ทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์	$\bar{X}$	ระดับความคิดเห็น
1.	เกณฑ์การประเมินทางด้านความสวยงามเครื่องบดย่อยเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป้อนวัสดุ	4.2	มาก
2.	เกณฑ์การประเมินทางด้านความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว	4.4	มาก
3.	เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน	4.33	มาก

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

4.4.2 การประเมินความพึงพอใจกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า (ระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์)

สามารถที่จะแสดงผลระดับของการประเมินความพึงพอใจกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สถิติและพัฒนากการควบคุมไฟฟ้า จำนวน 3 ท่าน ออกเป็นรายด้านตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่กำหนดไว้ได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.12 แสดงความพึงพอใจกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สถิติและพัฒนากการควบคุมไฟฟ้า จำนวน 3 ท่าน

ข้อ	รายละเอียดการประเมินความพึงพอใจกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
เกณฑ์การประเมินทางด้านรูปแบบการใช้งาน				
1.	เครื่องบดย่อยมีระบบควบคุมที่เหมาะสมสามารถใช้งานได้ง่าย	4.4	0.57	มาก
2.	การบดย่อยด้วยเครื่องสามารถนำชิ้นส่วนที่ติดขัดออกได้ง่ายใน ส่วนของการบำรุงรักษา	4.2	0.57	มาก
3.	ถังปั่นมีขนาดที่พอเหมาะกะกับปริมาณเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่า ในการบดครั้งละ 3 กิโลกรัม ต่อการปั่น 3 นาที	4.4	0.57	มาก
เกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว				
1.	ความเรียบง่ายของรูปทรง	4.8	0.57	มากที่สุด
2.	สีสันทของเครื่องบดย่อยที่เหมาะสมสื่อถึงเอกลักษณ์องค์กรได้ดี	4.8	0.57	มากที่สุด
3.	เครื่องบดย่อยสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย	4.6	0.57	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน				
1.	โครงสร้างและความแข็งแรงทนทานของเครื่องบดย่อยมีความเหมาะสมและทนทานแรงบดของการปั่นที่รอบสูงได้ดี	4	0	มาก
2.	ความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติ	4	0	มาก
3.	ความง่ายในกระบวนการใช้งานและมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	4.6	0.57	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินทางด้านกระบวนการใช้งานในพื้นที่จริง (เขตพื้นที่อนุรักษ์)				
1.	ชิ้นส่วนเศษเชื้อเพลิงที่ผ่านการบดย่อยด้วยเครื่องมีความละเอียดเหมาะสมในการนำไปใช้งานทางเกษตรกรรม	4.8	0.57	มากที่สุด
2.	การบรรจุชิ้นส่วนของพืชที่มีลักษณะแห้งกรอบและเปื่อยชิ้นลงใน ถาดถาล้างเพื่อรอการบดย่อยมีความรวดเร็วและปลอดภัย	4.2	0.57	มาก
3.	ส่วนมอเตอร์ที่ให้แรงปั่นกับใบมีดมีความเหมาะสมและมีความรวดเร็วในการปั่นละเอียดที่สูงกว่าปกติ	4.2	0.57	มาก

สรุปผลการวิเคราะห์แบบความพึงพอใจกลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สถิติและพัฒนากการควบคุมไฟฟ้าสามารถแบ่งตามหลักการออกแบบของ อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2540 : 46) โดยนำมาใช้ในการประเมินครั้งนี้จำนวน 4 ข้อสรุปผลการวิเคราะห์แบบความพึงพอใจของผู้บริโภคสามารถแบ่งตามหลักการออกแบบดังนี้

ก .เกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว พบว่ากลุ่มเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สถิติและพัฒนากการควบคุมไฟฟ้า มีความพึงพอใจในอันดับที่ 1 คือด้านถังปั่นมีขนาดที่พอเหมาะกะกับปริมาณเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าในการบดครั้งละ 3 กิโลกรัม ต่อการปั่น 3 นาที และเครื่องบดย่อยมีระบบควบคุมที่เหมาะสมสามารถใช้งานได้ง่าย มีเหมาะสมมากที่สุดที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.80 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด อันดับ 2 ด้านการบดย่อยด้วยเครื่องสามารถนำชิ้นส่วนที่

ติดตั้งออกได้ง่ายในส่วนของการบำรุงรักษา มีความเหมาะสมที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.60 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

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

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

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

สามารถทำการสรุปเป็นรายด้านตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ตามวัตถุประสงค์การศึกษาแยกเป็นรายด้านใหญ่ๆ จำนวน 4 ด้าน แยกค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าเฉลี่ยรวมรายเกณฑ์ประเมินเจ้าหน้าที่ควบคุมไฟฟ้า ในระดับผู้บริหารหน่วยงานศูนย์สาธิตและพัฒนาการควบคุมไฟฟ้า

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

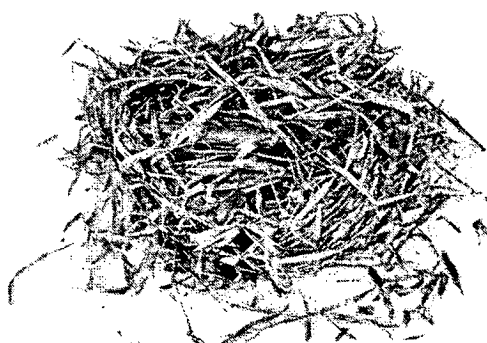
จากเกณฑ์การประเมินที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า อันดับหนึ่งคือเกณฑ์การประเมินทางด้านความงามและความมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.73 หมายถึงมีความพึงพอใจมากที่สุด อันดับที่สองคือ เกณฑ์การประเมินทางด้านกระบวนการใช้งานในพื้นที่จริง (เขตพื้นที่อนุรักษ์) มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.4 หมายถึงมีความพึงพอใจมาก อันดับสามคือ เกณฑ์การประเมินทางด้านรูปแบบการใช้งานมีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.33 หมายถึงมีความพึงพอใจมาก อันดับสี่คือ เกณฑ์การประเมินทางด้านความคงทนแข็งแรงในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.2 หมายถึงมีความพึงพอใจมาก

4.4.3 การนำเสนอการนำเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่อนุรักษ์ประเภทใบไม้และกิ่งไม้แห้งมาประยุกต์ใช้งานทางการออกแบบผลิตภัณฑ์

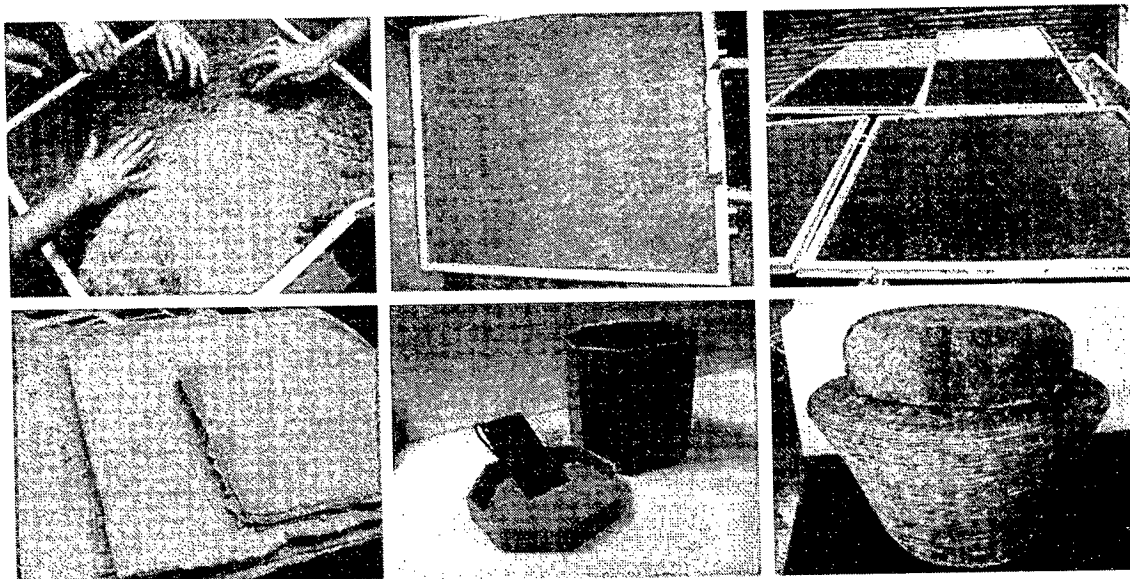
ในส่วนของการรวบรวมการนำเศษวัสดุที่ได้จากเศษเชื้อเพลิงสะสมที่ผ่านเครื่องบดย่อยมาเป็นที่เรียบร้อยแล้วจากนั้นนำฝุ่นผงที่ได้มาทดลองประยุกต์ใช้งานร่วมกับวัสดุต่างๆ เพื่อพิจารณาและนำเสนอความเป็นไปได้ในการนำสิ่งที่เหลือทิ้งจากเศษใบไม้แห้งเหล่านั้นมาทดลองใช้งานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านในรูปแบบต่างๆ ซึ่งการนำเสนอจะเป็นขั้นตอนการนำเสนอเพียงแค่วิธีการต่อยอดทางความคิดเพื่อให้เกิดแนวทางในการนำเศษที่บดย่อยแล้วมาทดลองใช้งานในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

4.4.3.1 การทดลองขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์กระดาษ

เป็นการประยุกต์ใช้ขั้นตอนการทำกระดาษมาทดลองใช้เศษเยื่อกระดาษจากเศษเชื้อเพลิงสะสมประเภทหญ้าและใบไม้แห้ง มาทดลองใช้งานเพื่อผ่านกระบวนการลดเยื่อด้วยการต้มโซดาไฟ จากนั้นเอื่อน้ำที่ผ่านการต้มลดเยื่อนั้นจะมีสีน้ำตาลเข้มมีลักษณะที่เป็นเส้นใยยาวประมาณ 2-3 นิ้ว ซึ่งเส้นใยจะเป็นลักษณะของเส้นใยที่เป็นเส้นแกนของเยื่อ ในขั้นตอนการล้างเยื่อและทำการขยี้เยื่อที่ยังมีการยึดเกาะกันเป็นก้อนหรือยังคงรูปทรงเดิม จากนั้นล้างเยื่อด้วยน้ำเปล่านั้นจะต้องทำการขยี้เยื่อไปพร้อมกันเพื่อให้เยื่อที่ได้มีความละเอียดและเมื่อนำเยื่อที่ได้ไปผึ่งให้หมาดจากนั้นจะนำไปปั่นละเอียดด้วยเครื่องปั่นเพื่อให้เยื่อที่ได้มีความละเอียดสวยงามและเมื่อนำขึ้นแผ่นกระดาษจะมีความเรียบสวยงามกว่าแบบไม่ปั่นละเอียดซึ่งแผ่นที่ได้จะมีความสวยงาม เหมาะสมกับการนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ ตามความต้องการ โดยเยื่อที่ได้นั้นจะมีความนุ่มและละเอียดจะมีการเกาะกลุ่มกันเป็นก้อน นำเยื่อที่ได้หลังจากกระบวนการปั่นละเอียดเยื่อที่ได้จะมีความละเอียดเนียนของเนื้อเยื่อที่ได้เป็นก้อนเหนียวมีสีน้ำตาลเข้ม นำเอาเนื้อเยื่อกระดาษที่ได้ลงไปละลายน้ำโดยใช้เยื่อ 1 ก้อนต่อน้ำ 1 ลิตร เพื่อเยื่อที่ได้จะละลายน้ำโดยมีปริมาณเยื่อที่มีความหนาแน่นที่มีความเหมาะสมจากนั้นนำไปกรองลงในตะแกรงที่มีการใส่น้ำรองที่ก้นของกะละมังที่ใส่น้ำรองไว้สำหรับการขึ้นแผ่นได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการร่อนเยื่อกระดาษต้องอาศัยอ่างน้ำขนาดใหญ่ในการหล่อน้ำเลี้ยงตัวตะแกรงร่อนเยื่ออยู่ตลอดเวลา ร่อนเยื่อเพื่อการได้มาของเยื่อที่มีขนาดที่พอเหมาะสำหรับการขึ้นรูป สำหรับการตากเยื่อที่ผ่านกระบวนการร่อนเยื่อบนตะแกรงเรียบร้อยแล้วนั้นผู้ตากควรที่จะตากในร่มก่อนเพื่อให้ น้ำที่อยู่ในเยื่อเส้นใยที่ได้นั้นไหลออกจากเยื่อให้หมาดเสียก่อน จากนั้นจึงค่อยนำออกไปตากแดดที่มีแสงแดดจัด เนื่องจากหากผู้ผลิตนำแผ่นเยื่อที่ได้หลังจากการร่อนแล้วออกไปตากแดดที่มีความร้อนแรงเลยในทันทีจะทำให้เยื่อที่ตากนั้นมีการคายน้ำอย่างรวดเร็วจะทำให้เยื่อนั้นมีการบิดงอหรือโก่งตัวขึ้นตามการคายน้ำที่รวดเร็วจนเกินไป ซึ่งจะทำให้ผู้ผลิตจะต้องสูญเสียทั้งเวลาและต้องเริ่มกระบวนการผลิตใหม่ซึ่งจะต้องทำให้เกิดการคายน้ำอย่างค่อยเป็นค่อยไปไม่รวดเร็วเพื่อที่จะลดการเสี่ยงต่อการบิดงอของเยื่อกระดาษที่ตากไว้



ภาพที่ 4.19 ลักษณะของเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (ประเภทใบไม้แห้ง)



ภาพที่ 4.20 กระบวนการขึ้นรูปแผ่นกระดาชจากเศษเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่ป่านุรักษ์

ในส่วนของการนำแผ่นกระดาชที่ได้จากเชื้อที่ผ่านกระบวนการบดย่อยด้วยเครื่องย่อนั้นนำมาผ่านการขึ้นรูปแบบแผ่น เมื่อกระดาชแห้งจึงนำมาผ่านกระบวนการขึ้นรูปแบบรองภายในด้วยแผ่นกระดาชแข็งขึ้นเป็นกล่องใส่ของขนาดเล็กตัวเชื้อที่ได้มีความสมบูรณ์สวยงามน่าใช้งาน เนื่องจากกระดาชมีความเรียบเนียนจากนั้นนำกระดาชที่ทดลองประยุกต์ใช้งานประเมินความเหมาะสมในส่วนของความพึงพอใจที่มีต่อกระดาชที่ได้จากกระบวนการบดย่อย จากกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.14 การประเมินค่าความพึงพอใจของกระดาชที่ประยุกต์ใช้จากกระบวนการบดย่อยเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่อนุรักษ์ (ประเภทหญ้าและใบไม้แห้ง)

รายการประเมิน		$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
เกณฑ์การประเมินทางด้านความสมบูรณ์ของเชื้อกระดาชที่ได้จากกระบวนการบดย่อย				
1.	ความเรียบง่ายของรูปทรงของบรรจุภัณฑ์ที่ได้จากการบด	4.6	0	มากที่สุด
2.	สีสันของกระดาชที่พัฒนาใหม่จากวัชพืชในนาข้าวสามารถสื่อถึงความเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อธรรมชาติได้	4.8	0.57	มากที่สุด
3.	ตัวผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์สามารถสื่อถึงความเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีความเหมาะสม	4.6	0.57	มากที่สุด
เกณฑ์การประเมินด้านการประยุกต์ใช้กระบวนการต่อยอดทางความคิด				
1.	โครงสร้างและความแข็งแรงทนทานของบรรจุภัณฑ์	4.2	0	มาก
2.	ความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติ	4.2	0.57	มาก
3.	ความง่ายในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์	4.2	0	มาก
เกณฑ์การประเมินด้านการส่งเสริมแนวคิดเพื่อการใช้งานจากเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่อนุรักษ์				
1.	กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสมกับแนวคิดรักษ์สิ่งแวดล้อม	4.8	0	มากที่สุด
2.	วัตถุดิบดิบในการผลิตบรรจุภัณฑ์หาได้ง่ายในท้องถิ่น	4.2	0.57	มาก
3.	กระบวนการผลิตกระดาชสำหรับสร้างบรรจุภัณฑ์	4.2	0	มาก

ผลการประเมินเกณฑ์ทางด้านความสมบูรณ์ของเยื่อกระดาษที่ได้จากกระบวนการบดย่อยฯที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า อันดับที่หนึ่งคือสีสันของกระดาษที่พัฒนาใหม่สามารถสื่อถึงความเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อธรรมชาติได้ มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.80 หมายถึงมีความพึงพอใจมากที่สุด อันดับที่สองคือ ตัวผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์สามารถสื่อถึงความเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีความเหมาะสมและความเรียบง่ายของรูปทรงของบรรจุภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.6 หมายถึงมีความพึงพอใจมากที่สุด

ผลการประเมินเกณฑ์ทางการประยุกต์ใช้กระบวนการต่อยอดทางความคิด ที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่ามีอันดับที่เท่ากันทั้ง 3 เกณฑ์ประเมิน คือ โครงสร้างและความแข็งแรงทนทานของบรรจุภัณฑ์และความทนทานการใช้งานในสภาพแวดล้อมปกติและความง่ายในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.20 หมายถึงมีความพึงพอใจมากที่สุด

ผลการประเมินเกณฑ์ทางด้านเกณฑ์การประเมินทางการส่งเสริมแนวคิดเพื่อการใช้งานจากเศษเชื้อเพลิงในพื้นที่อนุรักษ์ที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า อันดับที่หนึ่งคือกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสมกับแนวคิดรักษ์สิ่งแวดล้อม มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.80 หมายถึงมีความพึงพอใจมากที่สุด อันดับที่สองคือ วัตถุดิบดิบในการผลิตบรรจุภัณฑ์หาได้ง่ายในท้องถิ่นและกระบวนการผลิตกระดาษสำหรับสร้างบรรจุภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 4.2 หมายถึงมีความพึงพอใจมากที่สุด