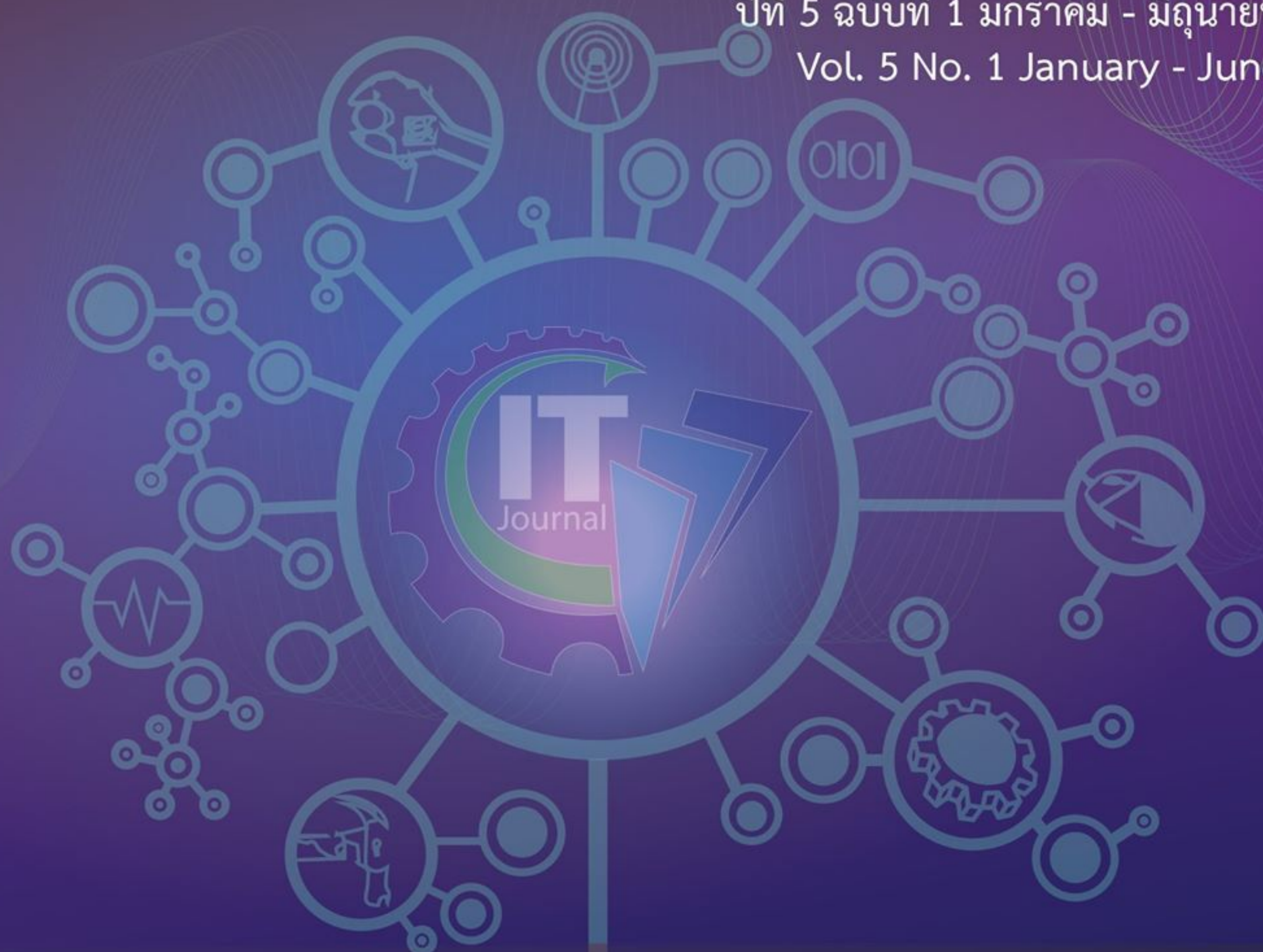




วารสารวิชาการ
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2563
Vol. 5 No. 1 January - June 2020



Industrial Technology Journal
Surindra Rajabhat University

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ISSN 2586-9353



industrial-journal.sru.ac.th

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2563

ISSN 2586 – 9353

เจ้าของ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ที่ปรึกษา

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

รองคณบดีฝ่ายบริหาร

รองคณบดีฝ่ายกิจการนักศึกษา

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกกานต์ ลายสนธิ์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

อาจารย์ ดร.สุพิมพา วัฒนสังข์โสภณ

อาจารย์ธาริณี มีเจริญ

กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร. กรินทร์ กาญจนานนท์

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระราชูปถัมภ์

รองศาสตราจารย์ ดร.วรัทยา ธรรมกิตติภาพ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุมพฏ พงษ์ศักดิ์ศรี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วงกต ศรีอุไร

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจนรีย์ พิมพิมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

รองศาสตราจารย์ยุพดี สีนมาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

วัตถุประสงค์

เพื่อเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ผลงานทางวิชาการ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โดยตีพิมพ์บทความวิจัย และบทความวิชาการทั่วไป สิ่งประดิษฐ์ วิศวกรรมศาสตร์ และนวัตกรรมสาขาวิชาเทคโนโลยี และสหวิทยาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กำหนดการออกวารสาร

ปีละ 2 ฉบับ

ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน

ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม

โดยทุกบทความจะต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรง ไม่น้อยกว่า 2 ท่านต่อหนึ่งบทความ

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ได้จัดพิมพ์ขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ผลงานวิชาการ ผลงานวิจัย และแลกเปลี่ยนแนวคิด ความรู้ ความก้าวหน้าใหม่ ด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยบทความทุกเรื่องได้ผ่านการพิจารณากลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องจากหลายสถาบันการศึกษา มีกำหนดการตีพิมพ์ปีละ 2 ครั้ง คือ ในรอบเดือน มกราคม – มิถุนายน และรอบเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม สำหรับวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 นี้ประกอบด้วยบทความวิจัย จำนวน 8 บทความ ซึ่งเป็นบทความจากทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารฉบับนี้จะเป็นเวทีทางวิชาการ ที่จะกระตุ้นความคิดและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ของนักวิจัย นักวิชาการและผู้อ่านทุกท่าน ทั้งนี้ เพื่อการมีส่วนร่วมในการจุดประกายความคิดหรือต่อยอดความคิด อันจะก่อให้เกิดกระบวนการค้นคว้าทางความคิด ที่จะส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ การสร้างสรรค์ การผลิตนวัตกรรม จึงขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิและทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานของวารสารฯ ฉบับนี้ และยินดีรับข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงวารสารให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นต่อไป

กองบรรณาธิการ

สารบัญ

บทความวิจัย

การติดตั้งมินิเตอร์ชนิดงานหมุนเพื่อความเหมาะสมปณณธร รอดกำเนิด พรเทพ ศรีมี วัชรระ พบพร คมสันต์ หงษ์สมบัติ.....	1
การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อยลักขณา พิทักษ์ เรวัณณ์ เต็มกล้า นิรัตศักดิ์ คงทน เทพไท หวลสวัสดิ์ ไพรินทร์ พงษ์ธนู ลิขิต มั่งมี.....	8
การพัฒนาบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียน ผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์รติยา ธาณี.....	18
การหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นศตวรรษ บุตรสอาด ชินดนัย จงพินิจ.....	25
ความเข้มข้นของฝุ่น PM _{2.5} ในอาคารหอจดหมายเหตุ กรณีศึกษาอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรีสุคนธ์ ขาวกริบ สายพิณ ไชยนันท์ ลิทธิพันธุ์ ไชยนันท์ สรินทร พัฒอำพันธ์ ศิริประภา สมวงศ์....	35
อิทธิพลของอัตราส่วนผสมของโพลีเอทิลีนต่อพฤติกรรมการคืบและความเค้นดึง ของวัสดุเชิงประกอบวุฒิชัย สิทธิวงษ์ ชนกร หอมจำปา สอนรินทร์ เรื่องปรัชญากุล.....	46
อุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์สรรค์ศักดิ์ หนองดี เกียรติภูมิ ชูชี อักษรเพชร วิจิตรเรืองชัย.....	61
แอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ปวิวิติ อาสาแสน.....	69

การติดตั้งมิเตอร์ชนิดจานหมุนเพื่อความเหมาะสม

ปณณธร รอดกำเนิด^{1*} พรเทพ ศรีมี² วัชรระ พบพร³ คมสันต์ หงษ์สมบัติ⁴

กองบริการลูกค้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค^{1,3}

กองเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง²

ภาควิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์⁴

อีเมล : pannathon.r01@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 5 มิถุนายน 2563

วันแก้ไขบทความ 26 มิถุนายน 2563

วันที่ตอบรับบทความ 29 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ในอดีตใช้มิเตอร์ชนิดจานหมุนเป็นเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า (ผชฟ.) ซึ่งปริมาณเครื่องวัดที่ถูกนำไปติดตั้ง เมื่อผ่านการใช้งานอาจมีโอกาสมิตรูปแบบจากการติดตั้งตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เครื่องวัดมีโอกาแสดงผลการใช้พลังงานผิดพลาด ไปจากความเป็นจริง บทความนี้ได้นำเสนอการปรับมุมมองในการติดตั้งมิเตอร์ชนิดจานหมุนให้เกิดความผิดพลาดในการแสดงผลน้อยที่สุด โดยจำลองมุมการเอียงในการ ติดตั้งมิเตอร์ และคิดค่าผิดพลาดในการแสดงผลในแต่ละรูปแบบการเอียง ผลของการทดสอบทำให้ทราบมุมเอียงที่ทำให้เครื่องวัดเกิดการแสดงผลที่ผิดพลาดเป็นแนวทางในการตรวจสอบเพื่อลดหน่วยสูญเสีย และ ปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการสับเปลี่ยนเครื่องมือวัดเป็นแบบดิจิทัล

คำสำคัญ : มิเตอร์ชนิดจานหมุน ความเหมาะสมในการติดตั้ง



Installation of a turntable type meter for proper use

Pannathon Rodkumneud^{1*}, Pornthep Srimee²

Watchara Puppor³, Komson Hongsombut⁴

Customer Service Division Provincial Electricity Authority^{1*,3}

Electricity Meters Metropolitan Electricity Authority²

Electrical Engineering Department Kasetsart University⁴

E – mail : pannathon.r01@gmail.com^{1*}

Received 5 June 2020

Revised 26 June 2020

Accepted 29 June 2020

Abstract

Provincial Electricity Authority (PEA), in the past, used a rotary-type meter as a meter to measure electricity usage of electricity users (EGAT) in which the amount of the meter that was installed When passing through the use, there may be a possibility that the form is incorrect due to the installation of PEA standards. Such problems cause the meter to have a chance to display incorrect energy usage. Away from reality This article presents an adjustment of the angle of installation of a rotating disk type meter so that there is minimal display error. By simulating the angle of inclination in Install meter And calculate the error value in each tilt display The result of the test shows the angle of inclination that causes the meter to display incorrectly, as a guideline for inspection in order to reduce wasted units and digitally switch the measurement strategy.

Keywords : Dial type meter, Suitability for installation

บทนำ

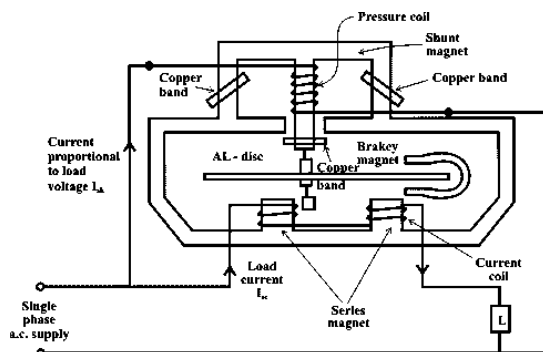
มิเตอร์ถือเป็นหัวใจสำคัญที่ใช้บันทึกอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า (H. D. Stryczewska, R. Goleman, M. Pietras and T. Gizewski, 2017). ในแต่ละช่วงเวลา โดยแสดงผลการใช้งานออกมาเป็นหน่วย การใช้ไฟฟ้าต่อชั่วโมง (kilowatt -hour) และนำหน่วยการใช้ไฟฟ้ามาคิดเป็นอัตราค่าบริการการใช้ไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ใช้มิเตอร์ชนิดจานหมุนเป็นอุปกรณ์ในการวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า โดยในแต่ละเขตของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มีจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้า ไม่เท่ากัน ในบทความนี้ใช้ข้อมูลมิเตอร์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 1 (ภาคกลาง) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (กฟภ.1) ในการทดสอบและ หาความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยได้รับการสนับสนุนข้อมูลของมิเตอร์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จำนวน 625,283 เครื่อง ที่เป็นชนิดจานหมุน แยกเป็น มิเตอร์ขนาด 15(45) A จำนวน 587,544 เครื่อง และ มิเตอร์ขนาด 30(100) A จำนวน 37,739 เครื่อง ซึ่งการทดสอบใช้มิเตอร์ขนาด 15(45) A และ 30(100) A โดยป้อนค่ากระแสตามตารางที่ 1 เพื่อเป็นการจำลองการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า การทดสอบดังกล่าวสามารถนำไปสู่การพิจารณาหาแนวทางวางแผน เพื่อจัดหามิเตอร์ชนิดดิจิทัล สำหรับสับเปลี่ยนและปรับปรุงระบบไฟฟ้าต่อไป

ตารางที่ 1 กระแสโหลดในการทดสอบมิเตอร์

ขนาดมิเตอร์	กระแสโหลด (A)
15(45)	1.5
	7.5
	15
30(100)	3
	15
	30

มิเตอร์ เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (watt-hour meter) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยอาศัยหลักการทำงานด้วยการเหนี่ยวนำไฟฟ้า ซึ่งสามารถ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ชนิด 1 เฟส มีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ขดลวดกระแสไฟฟ้า (Current Coil) ต่ออนุกรมกับโหลด และ ขดลวด แรงดันไฟฟ้า (Potential Coil) ต่อขนานกับโหลด ซึ่งขดลวดทั้งสองทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลวนทำให้จานหมุนและไปขับเคลื่อน เฟืองของชุดตัวเลขเพื่อแสดงค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าออกมาเป็นหน่วยกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง (kilo watt-hour) โดยโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องวัดชนิด จานหมุน (Edison Electric Institute, 2002) แสดงในรูปที่ 1 ซึ่งเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าสูงขึ้นจะทำให้เกิดค่าสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำมากส่งผลให้จานหมุนทำงานเร็วขึ้นและตัวเลขแสดงผลการใช้ ไฟฟ้าก็แปรผันตรงตามจำนวนรอบที่จานหมุน



รูปที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าชนิด 1 เฟส

2. เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ชนิด 3 เฟส มีส่วนประกอบที่สำคัญคล้ายคลึงกับเครื่องวัดชนิด 1 เฟส แต่เพิ่มขดลวดชุดกระแสไฟฟ้า และขดลวด แรงดันไฟฟ้า เป็น 3 ชุดโดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นระหว่างขดลวดกระแส และขดลวดแรงดันเหมือนกัน

วัตถุประสงค์

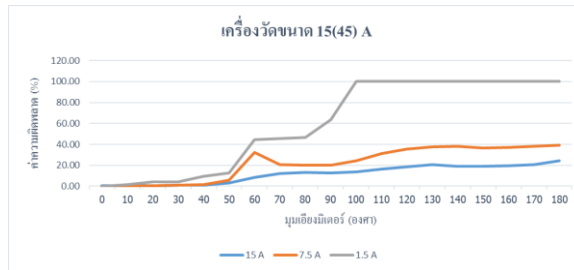
เพื่อจัดทำมิเตอร์ชนิดดิจิทัล สำหรับสับเปลี่ยนและปรับปรุงระบบไฟฟ้า

วิธีการวิจัย

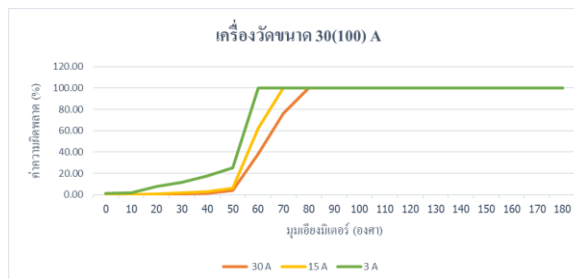
มิเตอร์วัดหน่วยการใช้ไฟฟ้าในสภาวะที่ติดตั้งถูกต้องตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อใด ๆ แก่องค์กร หากแต่เมื่อใดก็ตามที่มีมิเตอร์วัดหน่วย การใช้ไฟฟ้ามีการผิดปกติไปจากมาตรฐาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ย่อมส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการวัดและการแสดงผล มิเตอร์ชนิดจานหมุนตามโครงสร้างจุดที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการแสดงผลพลันั้นเกิดได้หลายสาเหตุ (M. M. Saied,¹⁹⁹⁵ E. E. Lynch and M.A. Princi,¹⁹⁴² B. Cai, M. Gao, W. Zhou and Z. He,²⁰¹³ D. Gallo, C. Landi, M. Luiso, G. Bucci and E. Fiorucci,²⁰¹³) โดยบทความนี้นำเสนอมุมเอียง ที่ส่งผลกระทบต่ออัตราความผิดพลาดในการแสดงผล ซึ่งสมการในการคิดค่าความผิดพลาดของเครื่องวัด แสดงในสมการที่ 1 เมื่อค่าของ E คือ ค่าที่ได้จากการวัดและ S คือ ค่าอ้างอิงมาตรฐาน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด} = |E - S| \times 100\% \quad (1)$$

เมื่อทำการทดสอบปรับมุมเอียงเพื่อหาค่าความผิดพลาดของมิเตอร์ขนาด 15(45) A และ 30(100) A พบว่า มิเตอร์ชนิดจานหมุน เมื่อมีสภาวะ รูปแบบการติดตั้งไม่เป็นไปตามมาตรฐาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะมีความผิดพลาดในการแสดงผลของหน่วยการใช้ไฟฟ้า ซึ่งถ้ามีการใช้ไฟฟ้าน้อยและมุมเอียงมาก ส่งผลให้ ค่าของเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสูงขึ้น รูปที่ 2 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของมิเตอร์กับค่าความผิดพลาดของมิเตอร์ขนาด 15(45) A และรูป ที่ 3 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของมิเตอร์กับค่าความผิดพลาดของมิเตอร์ขนาด 30(100) A



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงและค่าความผิดพลาดของมิเตอร์ขนาด 15(45) A



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงและค่าความผิดพลาดของมิเตอร์ขนาด 30(100) A

สาเหตุที่ทำให้เกิดค่าความผิดพลาดมีผลมาจากแกนหมุนของจานหมุนเมื่อมีการเอียงจากจุดเดิมจะเกิดความผิดระหว่างก้านแกนของจานหมุนและ บุตรองก้านแกนหมุน ซึ่งค่ามุมการเอียงมากส่งผลโดยตรงต่อค่าความผิดพลาด ซึ่งมีผลกระทบต่อการแสดงผลการคิดหน่วยการใช้ไฟฟ้าที่ผิดพลาด และ เพื่อให้เกิดค่าความถูกต้องในการวัดหน่วยการใช้ไฟฟ้า มุมการติดตั้งต้องไม่ทำให้ก้านแกนหมุนเอียงมาเสียดสีกับบุตรองจานหมุน รูปที่ 4 แสดงลักษณะชุดก้านแกนหมุนและบุตรองก้านแกนหมุนขณะมิเตอร์เอียง และรูปที่ 5 แสดงบุตรองก้านแกนหมุนและบุตรองจานหมุน



รูปที่ 4 ลักษณะแกนหมุนของจานมิเตอร์ขณะเอียง



รูปที่ 5 ชุดบุทก้านแกนหมุนของจานมิเตอร์

ผลการวิจัย

มิเตอร์ชนิดจานหมุนเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงการใช้งานไม่ได้ แต่สามารถลดจำนวนการใช้งาน และสับเปลี่ยนเป็นมิเตอร์ชนิดดิจิทัล จากผลการทดสอบโดย การปรับมุมเอียงของมิเตอร์ที่มุมต่าง ๆ และจ่ายกระแสทั้งหมด 3 ช่วง ทำให้ทราบผลค่าความผิดพลาดที่มิเตอร์แสดงผล การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคปัจจุบันได้มีกระบวนการตรวจสอบมิเตอร์อยู่เป็นประจำ หากแต่อาจมีมิเตอร์บางจุดที่ไม่ได้ตรวจสอบส่งผลกระทบต่อการใช้ไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น ผู้ใช้ไฟฟ้า ผู้ใช้ไฟ เป็นผู้ใช้ไฟประเภทบ้านพักอาศัย มีอัตราการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน 190 หน่วย ติดตั้งมิเตอร์ขนาด 15(45) A และ 30(100) A ชนิดจานหมุน เกิดเหตุการณ์ทำให้มิเตอร์เอียงเป็นมุม 30 องศา มิเตอร์เครื่องดังกล่าวจะมีโอกาสแสดงผลผิดพลาด 0.86 – 4.48% และ 0.65-11.34% ตามปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วง และหากคิดเป็นหน่วยไฟฟ้าสูญเสียอยู่ในช่วง 1.63 – 8.51 หน่วย และ 1.23-21.60 หน่วย ตามลำดับ แสดงตัวอย่าง ในตารางที่ 2 แสดงปริมาณช่วงหน่วยไฟฟ้าสูญเสียที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ได้รับผลกระทบเนื่องจากการเอียงของมิเตอร์

ตารางที่ 2 ตัวอย่างผลผิดพลาดและค่าหน่วยสูญเสีย

ขนาด มิเตอร์	หน่วยใช้ ไฟฟ้าเฉลี่ย	มุม เอียง	แสดงผล ผิดพลาด	หน่วยสูญเสีย
15(45)	190	30	0.86-4.48	1.63-8.51
30(100)			0.65-11.34	1.23-21.60

อภิปรายผลและสรุปผล

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นหน่วยงานให้บริการด้านพลังงานไฟฟ้าภาคจำหน่าย โดยการคิดค่าบริการผ่านมิเตอร์ไฟฟ้า บ่อยครั้งที่การติดตั้งมิเตอร์มีความผิดรูปแบบไป จากมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหากแต่ยังไม่ทราบว่ามิเตอร์ชนิดจานหมุน ที่มุมเอียงเท่าใดส่งผลกระทบต่อค่าการแสดงผลที่ผิดพลาด บทความนี้ได้ทำการทดสอบเปลี่ยนมุมในการติดตั้งมิเตอร์ที่มุม 0 – 180 องศา โดยใช้มิเตอร์ขนาด 15(45) A และ 30(100) A ในการทดสอบ ซึ่งมี การจำลองการใช้งานโหลดในค่าต่าง ๆ ทำให้ทราบว่ามิเตอร์ ขนาด 15(45) A เมื่อมุมเอียงเกิน 90 องศา ค่ากระแสการใช้นโหลดต่ำมีค่าความผิดพลาดใน การแสดงผลหน่วยการใช้ไฟฟ้า 100% และมิเตอร์ขนาด 30(100) A เมื่อมุมเอียงตั้งแต่ 60 องศา ค่าของกระแสการใช้นโหลดตั้งแต่ 3 A ขึ้นไปการ แสดงผลหน่วยการใช้

ไฟฟ้าผิดพลาด 100% ในอนาคต การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำลังเข้าสู่ยุคดิจิทัลและเพื่อเป็นการปรับปรุงระบบไฟฟ้าให้ทันสมัยอาจมีการวางแผนเพื่อยกเลิกการใช้งานมิเตอร์ชนิดจานหมุนทำให้ลดความผิดพลาดในการวัดค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้า และสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่ผู้ใช้ไฟต่อไป

6. ข้อเสนอแนะ

ควรมีการปรับมุมเอียงของมิเตอร์ที่มุมต่าง ๆ และจ่ายกระแสในหลาย ๆ ช่วง เพื่อให้ทราบผลค่าความผิดพลาดที่มิเตอร์แสดงผล การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคปัจจุบันได้มีกระบวนการตรวจสอบมิเตอร์อยู่เป็นประจำ

เอกสารอ้างอิง

- B. Cai, M. Gao, W. Zhou and Z. He. (2013). "A Design of Error Computing System for Multifunctional Watt-Hour Meter." **2013 Third International Conference on Instrumentation, Measurement, Computer, Communication and Control**, Shenyang, pp. 715-718.
- D. Gallo, C. Landi, M. Luiso, G. Bucci and E. Fiorucci. (2013). "Low cost smart power metering." **2013 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)**.Minneapolis, MN, 2013, pp. 763-767.
- Edison Electric Institute (EEI).(2002)."**Handbook for Electricity Metering**," 10th Edition, 2002, Washington, pp. 151-162.
- E. E. Lynch and M. A. Princi. (1942). "Improvement in modern meter-testing technique," in **Electrical Engineering**, 61(4), pp. 218-223, April.
- H. D. Stryczewska, R. Goleman, M. Pietras and T. Giżewski.(2017). "Evaluation of the damages in three-phase watt-hour induction meters after external high magnetic field exposition," **2017 International Conference on Electromagnetic Devices and Processes in Environment Protection with Seminar Applications of Superconductors (ELMECO & AoS)**, Lublin, 2017, pp. 1-4.
- M. M. Saied.(1995). "On the accuracy of watt-hour meters in nonsinusoidal environment," **IAS '95. Conference Record of the 1995 IEEE Industry Applications Conference Thirtieth IAS Annual Meeting**, Orlando, FL, USA, pp. 2219-2225 vol.3.

คุณค่าทางวิชาการ

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำลังเข้าสู่ยุคดิจิทัลและเพื่อเป็นการปรับปรุงระบบไฟฟ้าให้ทันสมัยอาจมีการวางแผนเพื่อยกเลิกการใช้งานมิเตอร์ชนิดจานหมุนทำให้ลดความผิดพลาดในการวัดค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้า และสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่ผู้ใช้ไฟ

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย

ลักขณา พิทักษ์^{1*} เรวัฒน์ เตมิกุล² ลิขิต มั่งมี³

สาขาเครื่องจักรกลเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์^{1*,2,3}

อีเมล : lakkana.pitak@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 28 พฤษภาคม 2563

วันแก้ไขบทความ 23 มิถุนายน 2563

วันตอบรับบทความ 23 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย โดยเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลที่สร้างขึ้นเป็นเครื่องอัดแบบจานหมุนลูกกลิ้งอยู่กับที่ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องอัด เท่ากับ 6 มิลลิเมตร วัตถุประสงค์ที่ใช้คือใบอ้อยที่ผ่านเครื่องบดละเอียดจากรูตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร และ 3 มิลลิเมตร ทดสอบที่ความเร็วรอบ 310 รอบต่อนาที ผลการทดสอบอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย พบว่า เม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ใบอ้อยบดผ่านรูตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 5.80 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 45.50 มิลลิเมตร และเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลที่ผ่านรูตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 5.85 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 37 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลมีความสามารถในการทำงานสูงสุด 5.27 กิโลกรัมต่อชั่วโมง คิดเป็นประสิทธิภาพในการทำงาน 96 เปอร์เซ็นต์ จากวัตถุประสงค์ที่ใบอ้อยบดผ่านรูตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร และเมื่อนำเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลมาทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน พบว่าที่ความชื้นหลังตากแห้งเฉลี่ย 9.90 เปอร์เซ็นต์ ได้ค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 44.00 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และคุณสมบัติทางความร้อนเฉลี่ย 3264.67 แคลอรีต่อกรัม

คำสำคัญ : ชีวมวล ประสิทธิภาพ คุณสมบัติทางความร้อน

Determination Effectiveness of Biomass Fuel Pellet Machine from Sugarcane Leaves

Lakkana Pitak^{1*}, Rewat Termkla², Likhit Mangmee³

Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture and Technology

Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus^{1*,2,3}

E – mail : lakkana.pitak@gmail.com^{1*}

Received 28 May 2020

Revised 23 June 2020

Accepted 23 June 2020

Abstract

The objective of this research was to construct and test the efficiency of the biomass fuel pellet machine from sugarcane leaves. It has a diameter of 6 millimetres. The raw materials used the sugarcane leaf crushed to size 2 and 3 millimetres from the grinder machine. And tested at speed of 310 rpm. The test results showed that Biomass fuel pellets using chopped sugarcane leaves through sieve holes of 2 millimetres and 3 millimetres with average diameters of 5.80 and 5.85 millimetres with an average length of 45.50 and 37 millimetres respectively. The machine maximum capacity was 5.27 kilograms per hour and efficient was 96 percent at sugar cane leaves were crushed to size 2 millimetres. It was 96 percent efficient and when the biomass fuel pellet is tested for thermal properties. It was found that the average moisture and density after drying was 9.90 percent, and 44.00 kilograms per cubic meter. And the thermal properties, average 3264.67 calories per grams.

Keywords : Biomass, Efficiency, Thermal properties

บทนำ

ในแผนบูรณาการพลังงานแห่งชาติ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558) กระทรวงพลังงานได้ทบทวนการจัดทำแผนพลังงาน 5 แผนหลักในช่วงปี พ.ศ. 2558 – 2579 ที่สอดคล้องกับรอบของการจัดทำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้แก่ แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย แผนอนุรักษ์พลังงาน แผนพัฒนาพลังงานทดแทน พลังงานทางเลือก แผนการจัดการกากอุตสาหกรรมชาติของไทย และแผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง โดยในการจัดทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกจะให้ความสำคัญในการส่งเสริมพลังงานทดแทนที่มีอยู่ภายในประเทศให้ได้เต็มตามศักยภาพ การพัฒนาศักยภาพการผลิตพลังงานทดแทนด้วยเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสม และการพัฒนาพลังงานทดแทนเพื่อผลประโยชน์ร่วมด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมแก่ชุมชน

ประเทศไทยมีชีวมวลที่เกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น แกลบ ฟางข้าว ใบอ้อย เง้ามันสำปะหลัง ชังข้าวโพด ลำต้นข้าวโพด ใบทางปาล์ม ทะลายปาล์ม ลำต้นถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง ทะลายมะพร้าว กาบมะพร้าว กะลามะพร้าว กิ่งก้าน เศษไม้ยางพารา เศษเหลือทางการเกษตรที่มีมากมายของประเทศไทย (นฤมล ภานานา และคณะ, 2560) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทน และยังเป็นการจัดการของเสียอีกวิธี ซึ่งเกษตรกรไม่สามารถที่จะทำให้เศษวัสดุที่เหลือใช้จากการเกษตรย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วจากการเผาทำลายก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศหากมีการจัดการที่ไม่ดี และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพตามมา จากการตรวจสอบเอกสาร (นิรติศักดิ์ คงทน, 2560) ได้มีศึกษาเรื่องการศึกษาและพัฒนาเครื่องสับย่อยพร้อมอัดเม็ดวัสดุเหลือทิ้งจากใบอ้อยเพื่อเป็นเชื้อเพลิง โดยทำการอัดเม็ดใบอ้อยที่ส่วนผสมของใบอ้อย แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ ในอัตราส่วนผสม 1.0 : 0.25 : 0.85 ซึ่งสามารถอัดเม็ดได้ 20.10 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ต่อมา (ชินิธร อุบลัมภ์ และ สมโภชน์ สุดจันทร์, 2555) ได้พัฒนาชุดอัดเม็ดใบอ้อยที่ส่วนผสม (ใบอ้อย : แป้งมันสำปะหลัง : น้ำ ในอัตราส่วน 1.5 : 0.75 : 2.1 กิโลกรัม) ความเร็วรอบในการอัดเม็ด 165-180 รอบต่อนาที สามารถอัดเม็ดใบอ้อยได้ แต่ก็ยังต้องอัดขึ้นรูปซ้ำหลายรอบ เพื่อลดขนาดของใบอ้อยให้มีขนาดเล็กลงหรือละเอียดมากขึ้น (วิรัช กิ่งวิจิต, 2560) ได้ศึกษาการผลิตพลังงานทดแทนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การนำเอาวัตถุดิบที่ใช้น้ำมาผ่านกระบวนการย่อยและลดความชื้นลง หลังจากนั้นนำมาอัดเป็นแท่งด้วยเครื่องอัดแบบลูกสูบ (Piston Press) สามารถอัดได้ 40-1,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่มีปัญหาเรื่องการขัดสีของกระบอกสูบ และการแตกของลูกสูบ และลดอุณหภูมิก่อนเก็บเข้าไซโล โดยจะสามารถรักษาความชื้นอยู่ระหว่าง 8-10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งข้อดีของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง คือ สะดวกแก่การขนส่ง ลดมลพิษ (วัฒนะจิระ และคณะ, 2556) ได้ศึกษาเรื่องการปรับปรุงคุณภาพของแท่งเชื้อเพลิงเขียวจากชีวมวลลำไยด้วยวัสดุที่ช่วยเผาไหม้ ใช้วัสดุเศษไม้ไผ่เหลือทิ้ง และขี้เลื่อยจากไม้มะพร้าว สัดส่วน 3:1 1:1 และ 1:3 โดยน้ำหนัก และมีอัตราการการทำงาน 1,237 – 1,450 แท่งต่อชั่วโมง (ศิริชัย ต่อสกุล, จงกล สุภารัตน์ และ นทีชัย ผัสดี, 2555) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลด้วยระบบคายนัด วัตถุดิบที่ใช้ทดสอบบดย่อย ได้แก่ ฟางข้าว ชังข้าวโพด เปลือกถั่วเหลือง และขี้เลื่อย โดยนำมาทดสอบบดย่อยด้วยตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ทำการอัดขึ้นรูปเป็นเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล ทดสอบการหมุนที่ความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที พบว่าเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลมีปริมาณการผลิตอยู่ระหว่าง 145-165 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

จากการศึกษาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้สร้างเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลขึ้นโดยใช้หลักการอัดแบบจานหมุน ลูกกลิ้งอยู่กับที่เพื่อแก้ไขปัญหาการเผาทำลายเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร อาทิเช่น ใบอ้อย ซึ่งการอัดเป็นเม็ดชีวมวลจะทำให้สามารถจัดเก็บได้นานขึ้น สะดวกต่อการขนส่ง และยังเป็นทางเลือกพลังงานที่สะอาดให้กับเกษตรกรอีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย

วิธีการวิจัย

การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอัดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย มีขั้นตอนต่อไปนี้

1. การสร้างเครื่องอัดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย

เครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย ใช้มอเตอร์ ขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ส่งกำลังด้วยระบบสายพาน ไปยังแผ่นอัดขนาดช่องสำหรับเม็ดเชื้อเพลิงเท่ากับ 6 มิลลิเมตร โดยมีหัวค้อนสำหรับบดอัดใบอ้อยให้เป็นเม็ด การสร้างเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย มีรายละเอียดดังนี้

1.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1. เหล็กฉาก | 8. บรรทัดฉาก |
| 2. เหล็กแผ่น | 9. ลูกกลิ้งอัด |
| 3. ไฟเบอร์ตัดเหล็ก | 10. แผ่นอัดขนาดรู 6 มิลลิเมตร |
| 4. เครื่องเชื่อมไฟฟ้าและลวดเชื่อม | 11. มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1 แรงม้า |
| 5. สว่านเจาะเหล็ก | 12. ล้อสายพาน ขนาด 3 นิ้ว และ 14 นิ้ว |
| 6. หินเจียร | 13. เพลา ขนาด 1 นิ้ว |
| 7. ตลับเมตร | 14. สายพานขนาด B-55 |

1.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย

1.2.1 โครงสร้างเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย ใช้เหล็กฉากขนาด 3 มิลลิเมตร มีขนาดความกว้าง 35.5 เซนติเมตร ยาว 60.5 เซนติเมตร และสูง 53 เซนติเมตร



รูปที่ 1 โครงสร้างเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย

1.2.2 แผ่นอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผ่นเท่ากับ 6 นิ้ว ภายในมีช่องวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร และแผ่นอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลมีความหนา 1 นิ้ว



รูปที่ 2 แผ่นอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล

1.2.3 ช่องป้อนวัตถุดิบ ใช้แผ่นเหล็กความหนา 2 มิลลิเมตร ตัดให้ได้ขนาดแล้วทำการเชื่อมติดกับตัวถังอัด

1.2.4 ติดตั้งชุดส่งกำลังด้วยมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ความเร็วรอบ 1,450 รอบต่อนาที

1.2.5 ทาสีให้เรียบร้อยเพื่อความสวยงามและความคงทนของตัวเครื่อง ตรวจสอบตัวเครื่องให้เรียบร้อยก่อนทำการทดสอบ เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุระหว่างทำการทดลอง

2. การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดเม็ดชีวมวล

2.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการทดสอบ

2.1.1 เครื่องอัดเม็ดชีวมวล

2.1.2 ใบอ้อย 6 กิโลกรัม

2.1.3 ภาชนะสำหรับผสมวัตถุดิบและรองรับวัตถุดิบ

2.1.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก

2.1.5 เครื่องอบลดความชื้น

2.1.6 ถังซีลสำหรับบรรจุเม็ดชีวมวล

2.2 การทดสอบเบื้องต้น

จากการทดสอบเบื้องต้น หลังจากทำการติดตั้งมอเตอร์และอุปกรณ์ควบคุมความเร็ว ล้อสายพาน และสายพาน โดยใช้ล้อสายพานขับเคลื่อนขนาด 2 นิ้ว และล้อสายพานตามขนาด 12 นิ้ว มีความเร็วรอบอยู่ที่ 240 รอบต่อนาที ทำให้ได้ความเร็วรอบที่น้อยลงและกำลังอัดน้อยทำให้ไม่สามารถขึ้นรูปได้

ใช้ล้อสายพานขับเคลื่อนขนาด 3 นิ้ว และล้อสายพานตามขนาด 14 นิ้ว มีความเร็วรอบอยู่ที่ 310 รอบต่อนาที มีความเร็วรอบและกำลังอัดที่เหมาะสมต่อการอัดเม็ดชีวมวล จึงนำมาทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดเม็ดชีวมวล

ล้อยางพานขีขนาด 4 นิ้ว และล้อยางพานตามขนาด 16 นิ้ว มีความเร็วรอบอยู่ที่ 363 รอบต่อนาที ทำให้มีความเร็วรอบสูงแต่ได้กำลังอัดที่น้อย จึงไม่สามารถขึ้นรูปได้ รวมทั้งขนาดของล้อยางพานไม่เหมาะสมกับตัวเครื่อง

2.3 วิธีการทดสอบ

2.3.1 เตรียมเครื่องอัดเม็ดชีวมวลและใบอ้อยที่สับละเอียดผ่านรutsche แรงขนาด 2 มิลลิเมตร และขนาด 3 มิลลิเมตร จำนวน 3 กิโลกรัม

2.3.2 นำใบอ้อยแต่ละขนาดมาผสมตามอัตราส่วน ใบอ้อย:แป้งมันสำปะหลัง:น้ำ 1.0:0.25:0.85 โดยน้ำหนัก

2.3.3 เปิดระบบการทำงานของเครื่อง จากนั้นนำวัตถุดิบที่ผสมตามอัตราส่วนมาอัดที่ความเร็วรอบ 310 รอบต่อนาที (คำนวณความเร็วรอบตามขนาดล้อยางพาน) และทำการจับเวลา

2.3.4 ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ของขนาดรutsche แรง 2 มิลลิเมตร และขนาด 3 มิลลิเมตร

2.3.5 นำไปตากแดดให้แห้ง เป็นเวลา 2 วัน หลังจากนั้นเก็บใส่ถุงซิปล็อคหรือกล่องบรรจุได้

2.3.6 หาคุณสมบัติทางกายภาพเม็ดชีวมวล ได้แก่ ความชื้น ความหนาแน่นรวม และความร้อน

2.4 ค่าชี้ผลในการทดสอบ

2.4.1 ความสามารถในการทำงาน (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

$$\text{ความสามารถในการทำงาน} = \frac{\text{น้ำหนักที่อัดเม็ดได้ (กิโลกรัม)}}{\text{เวลาที่ใช้ในการอัด(วินาที)}} \times \frac{3600 \text{ (วินาที)}}{1 \text{ (ชั่วโมง)}} \quad (1)$$

2.4.2 ประสิทธิภาพการทำงาน (เปอร์เซ็นต์)

$$\text{ประสิทธิภาพการทำงาน} = \frac{\text{น้ำหนักหลังอัด(กิโลกรัม)}}{\text{น้ำหนักก่อนอัด (กิโลกรัม)}} \times 100 \quad (2)$$

2.4.3 ความชื้น (เปอร์เซ็นต์) (ASAE 1993)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างเม็ดชีวมวลก่อนอบ(กิโลกรัม)} - \text{น้ำหนักของตัวอย่างเม็ดชีวมวลหลังอบ(กิโลกรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเม็ดชีวมวลก่อนอบ(กิโลกรัม)}} \times 100 \quad (3)$$

2.4.4 ความหนาแน่นรวม (ASTM E873)

1. คัดขนาดของเม็ดชีวมวลให้มีการกระจายขนาดอยู่ในช่วงเดียวกัน
2. บรรจุเม็ดชีวมวลตัวอย่างลงในกล่อง จากนั้นทำการเคาะกล่องที่บรรจุเม็ด ชีวมวลโดยการปล่อยกล่องกระแทกพื้น จำนวน 5 ครั้ง พร้อมกับเติมแต่งเม็ดชีวมวลจนกว่าจะเต็มกล่องพอดีปากกล่องด้านบน
3. ชั่งน้ำหนักของกล่องเปล่าและกล่องที่บรรจุเม็ดชีวมวล และบันทึกค่าน้ำหนัก
4. คำนวณความหนาแน่นก้อนมวล (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) จากสมการดังนี้

$$\text{ความหนาแน่นก้อนมวล} = \frac{\text{น้ำหนักของกล่องและเม็ดชีวมวล} - \text{น้ำหนักกล่องเปล่า}}{\text{น้ำหนักของกล่องและเม็ดชีวมวล}} \quad (4)$$

2.4.5 ค่าความร้อน (แคลอรีต่อกรัม)

ทดสอบด้วยเครื่องบอมบ์แคลอริมิเตอร์ (Bomb Calorimeter) ตามมาตรฐาน ASTM E711

2.4.6 ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)

$$\text{หาได้จากสมการ } D_1 N_1 = D_2 N_2 \quad (5)$$

โดยที่

D_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางรอบล้อสายพานขับ

N_1 = จำนวนรอบของเพลาชับ

D_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพานตาม

N_2 = จำนวนรอบของเพลาชับ

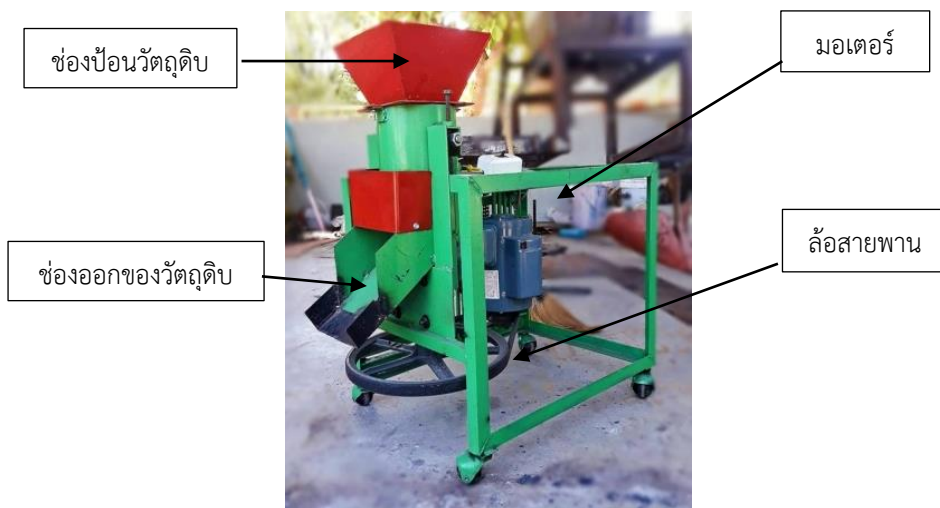
ผลการวิจัย

จากการศึกษาเกี่ยวกับหลักการทำงานและอัตราการกัดของเครื่องอัดเม็ดชีวมวล โดยใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลังในการทดสอบ ซึ่งได้ผลจากการทดสอบดังนี้

1. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

1.1 ผลการสร้างเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย

หลักการทำงานของเครื่องอัดเม็ดชีวมวล มีต้นกำลังจากมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า โดยจะส่งกำลังไปยังสายพานเพื่อให้ล้อสายพานหมุนและทำให้จานหมุนมีขนาดรู 6 มิลลิเมตร และมีหัวค้อนบดอัดใบอ้อยให้เป็นเม็ด การอัดเม็ดชีวมวลจะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ ความหนาของแผ่นอัด และการป้อนชีวมวลลงสู่เครื่องอัด ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 เครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย

2. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

2.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย

ขนาดใบ อ้อยจากรู ตะแกรงสับ (มิลลิเมตร)	ทดสอบ ครั้งที่	น้ำหนัก ก่อนอัด (กิโลกรัม)	น้ำหนัก หลังอัด (กิโลกรัม)	เวลาที่ใช้ ในการอัด (นาท)	ประสิทธิภาพ การทำงาน (เปอร์เซ็นต์)	ความสามารถ ในการทำงาน (กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง)	ใช้กำลัง ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ ต่อชั่วโมง)
2	1	2.10	2.00	21.47	95	5.58	10.39
	2	2.10	2.05	23.13	97	5.31	10.36
	3	2.10	2.02	24.34	96	4.97	10.44
	เฉลี่ย	2.10	2.02	22.98	96	5.27	10.39
3	1	2.10	1.95	38.11	92	3.07	13.95
	2	2.10	1.90	35.26	90	3.23	14.05
	3	2.10	1.93	37.74	91	3.06	14.01
	เฉลี่ย	2.10	1.92	37.03	92	3.11	14.00

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย พบว่า การนำใบอ้อย สับละเอียดผ่านรูตะแกรง 2 มิลลิเมตร มาอัดเป็นเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลน้ำหนักก่อนอัด 2.10 กิโลกรัม น้ำหนักหลังอัด 2.02 กิโลกรัม ทดสอบการอัดจำนวนรอบ 3 รอบ จับเวลาที่ใช้ในการอัดได้ 22.98 นาท ประสิทธิภาพในการทำงาน 96 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถในการทำงาน 5.27 กิโลกรัมต่อชั่วโมง กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 10.39 กิโลวัตต์ต่อ ชั่วโมง และการนำใบอ้อยสับละเอียดผ่านรูตะแกรง 3 มิลลิเมตร มาอัดเป็นเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล น้ำหนักก่อนอัด 2.10 กิโลกรัม น้ำหนักหลังอัด 1.92 กิโลกรัม ทดสอบการอัดจำนวนรอบ 3 รอบ ใช้เวลาในการอัด 37.03 นาท ประสิทธิภาพในการทำงาน 92 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถในการทำงาน 3.11 กิโลกรัมต่อชั่วโมง กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 14 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ซึ่งน้ำหนักที่ได้จากการอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล มีความแตกต่างกัน โดยอัดด้วยใบอ้อยที่ สับละเอียดผ่านขนาดรูตะแกรง 2 มิลลิเมตร สามารถอัดออกมาได้ดีกว่า และใช้เวลาในการอัดน้อยกว่า เพราะมีอนุภาค ที่เล็กกว่าจึงขึ้นรูปได้ง่ายกว่า ทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง และมีความสามารถในการทำงานมากกว่าใบอ้อย ที่สับละเอียดผ่านขนาดรูตะแกรง 3 มิลลิเมตร

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบคุณสมบัติเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย

ขนาดใบอ้อย จากรูตะแกรง (มิลลิเมตร)	ทดสอบ ครั้งที่	ขนาดของเม็ดชีวมวล		ความชื้น หลังตาก (เปอร์เซ็นต์)	ความหนาแน่น รวม (กิโลกรัม ต่อลูกบาศก์ เมตร)	ความร้อน (แคลอรี ต่อกรัม)
		เส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)			
2	1	5.81	38.70	9.20	44.00	3264.67
	2	5.99	42.90	9.46	43.00	
	3	5.63	54.90	9.69	45.00	
	เฉลี่ย	5.80	45.50	9.90	44.00	
3	1	5.88	40.90	11.21	39.00	3856.55
	2	5.86	39.30	11.72	40.00	
	3	5.81	31.00	10.64	43.00	
	เฉลี่ย	5.85	37.00	11.30	40.00	

จากตารางที่ 2 การทดสอบคุณสมบัติของเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล พบว่าใบอ้อยที่สับละเอียดผ่านขนาดรูตะแกรง 2 มิลลิเมตร นำมาอัดเม็ดได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.80 มิลลิเมตร มีความยาว 45.50 มิลลิเมตร ความชื้นหลังตากอยู่ที่ 9.90 เปอร์เซ็นต์ ความหนาแน่นรวม 44.00 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความร้อนอยู่ที่ 3264.67 แคลอรีต่อกรัม และใบอ้อยที่สับละเอียดผ่านขนาดรูตะแกรง 3 มิลลิเมตร นำมาอัดได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.85 มิลลิเมตร มีความยาว 37.00 มิลลิเมตร ความชื้นหลังตากอยู่ที่ 11.30 เปอร์เซ็นต์ ความหนาแน่นรวม 40.00 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความร้อนอยู่ที่ 3856.55 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งขนาดของเม็ดชีวมวลที่ได้มีความแตกต่างกัน โดยคุณสมบัติของใบอ้อยที่สับละเอียดผ่านขนาดรูตะแกรง 2 มิลลิเมตร มีความชื้นหลังตาก ความหนาแน่นรวม และได้ความร้อนตามค่ามาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา (PFI Standard)

อภิปรายผลและสรุปผล

การทดสอบอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อย เป็นการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรซึ่งมีอยู่ในท้องถิ่นจำนวนมากมาใช้ให้เกิดประโยชน์ การทดสอบจะใช้เศษใบอ้อยที่สับแล้วผ่านรูตะแกรงทั้ง 2 ขนาด ได้แก่ ใบอ้อยสับผ่านรูตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร และขนาดรูตะแกรง 3 มิลลิเมตร ซึ่งสอดคล้องกับ [5] ที่ต้องนำเอาวัตถุดิบที่ใช้ นำมาผ่านกระบวนการย่อยและลดความชื้นลง หลังจากนั้นจึงนำมาอัดเป็นแท่งด้วยเครื่องอัด ผลการทดสอบพบว่าเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ใบอ้อยผ่านรูตะแกรง 2 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 5.80 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 45.50 มิลลิเมตร และเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อยที่ผ่านรูตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 5.85 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 37 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยที่เครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ใบอ้อยสับจากรูตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร มีความสามารถในการทำงานสูงสุด 5.27 กิโลกรัมต่อชั่วโมง คิดเป็นประสิทธิภาพในการทำงาน 96 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่ามากกว่าใบอ้อยที่ผ่านการสับจากรูตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร เนื่องจากมีอนุภาคที่เล็กกว่าจึงขึ้นรูปได้ง่ายกว่า และใช้เวลาในการอัดน้อยกว่า ทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงและมีความสามารถในการทำงานมากกว่าและเมื่อนำเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลมาทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน พบว่ามีคุณสมบัติทางความร้อนเฉลี่ย 3264.67 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งได้ตามค่ามาตรฐาน (PFI Standard).

ข้อเสนอแนะ

ในกระบวนการทดสอบควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการอัดเม็ดเชื้อเพลิง เช่น ชนิดหรือประเภทของวัตถุดิบ จำนวนรอบในการอัดเม็ดเชื้อเพลิง อัตราส่วนของส่วนผสม เป็นต้น เพื่อให้เกิดความถูกต้องของข้อมูลมากที่สุด รวมถึงการคำนวณในส่วนของการต้นทุนการผลิตและจุดคุ้มทุนของเครื่องที่สร้างขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลจากใบอ้อยครั้งนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่สาขาวิชาเครื่องจักรกลเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ เป็นอย่างสูง ที่ช่วยเหลือในด้านเครื่องมือต่าง ๆ และสถานที่ในการทดสอบเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล จึงทำให้การทำงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2558). แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558–2579 (Alternative Energy Development Plan: AEDP2015). กระทรวงพลังงาน.
- นฤมล ภานุกา และคณะ. (2560). เชื้อเพลิงอัดเม็ด พลังงานทดแทนที่สะอาด. คู่มือเชื้อเพลิงอัดเม็ด สำนักวิจัยและพัฒนาการกรมป่าไม้.
- นิรติศักดิ์ คงทน. (2560). การศึกษาและพัฒนาเครื่องสับย่อยพร้อมอัดเม็ดวัสดุเหลือทิ้งจากไร่อ้อยเพื่อเป็นเชื้อเพลิง. ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชรินทร์ อุปถัมภ์ และ สมโภชน์ สุตาจันทร์. (2555). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอัดใบอ้อยสำหรับผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิรัช กิ่งวิจิต. (2560). ผลิตพลังงานทดแทนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. โครงการวิจัย ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการ บริษัทซีพีเอฟ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) วิทยาลัยการทัพบก.
- ลดาวลัย วัฒนะจิระ และคณะ. (2556). การปรับปรุงคุณภาพของแท่งเชื้อเพลิงชีวจากชีวมวลลำไยด้วยวัสดุที่ช่วยเผาไหม้. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- ศิริชัย ต่อสกุล, จงกล สุภารัตน์ และ นทีชัย ผัสดี. (2555). การออกแบบและสร้างเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลด้วยระบบดายนัด. ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

คุณค่าทางวิชาการ

เครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล เป็นเครื่องที่สามารถผลิตเชื้อเพลิงจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรได้ ซึ่งเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับการใช้พลังงานทดแทนแทนพลังงานหลักที่นับวันจะยังมีราคาแพงและใช้หมดลงไป เช่น น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ ซึ่งในอนาคตหากมีการพัฒนาหรือปรับปรุงให้เครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลสามารถมีกำลังการผลิตที่สูง ก็จะเป็นประโยชน์กับผู้ใช้ ในแง่ของการได้ใช้พลังงานทดแทน และการบริหารจัดการเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและอาจเป็นช่องทางในการเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัวอีกทางหนึ่งด้วย

การพัฒนาบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียน ผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์

รติยา ธานี

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

อีเมล : daraya9009@srnu.ac.th

วันที่รับบทความ 21 มกราคม 2563

วันแก้ไขบทความ 25 พฤษภาคม 2563

วันตอบรับบทความ 2 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้ปกครองของนักเรียน ระดับประถมศึกษา โรงเรียนโสตศึกษาสุรินทร์ จำนวน 44 คน

ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดียสำหรับผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ โดยมี 8 หมวดหมู่การเรียนรู้ และมีแบบทดสอบระหว่างเรียนหมวดหมู่ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 40 ข้อ และสามารถสรุปผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบได้ทันที

2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดียสำหรับผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ มีประสิทธิภาพ 85.74/88.69 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

คำสำคัญ : บทเรียนภาษามือไทย บทเรียนระบบมัลติมีเดียสำหรับผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง

The Development of Thai Sign language multimedia system Instruction for parents of deaf students Surin Deaf School.

Rattiya Thanee

Faculty of Industrial Technology Surindra Rajabhat University

E – mail : daraya9009@srnu.ac.th

Received 21 January 2020

Revised 25 May 2020

Accepted 2 June 2020

Abstract

The purposes of this research were to : 1) Development of Thai Sign language multimedia system Instruction for parents of deaf students Surin Deaf School. 2) Study satisfaction of The sample on Thai Sign language multimedia system Instruction for parents of deaf students. The samples in this research were parents of students in Primary education level, amount 44 people. The results of the study were as follows. :

1. The Instruction Thai Sign language multimedia system for deaf's parents of students for Surin Deaf School. 2) find out the efficiency of Thai Sign language multimedia system Instruction with 8 learning categories and there are tests between studying 5 categories each, a total of 40 items and can see the summary of the scores from the test immediately.

2. Thai Sign language multimedia system Instruction for deaf's parents of students for Surin Deaf School illustrated that the efficiency were 85.74 / 88.69 which standard level at 80/80

Keywords : The Instruction Thai Sign language, multimedia system Instruction for deaf's.

บทนำ

การจัดการศึกษาต้องจัดให้บุคคลมีสิทธิและโอกาสเสมอกันในการรับการศึกษาขั้นพื้นฐานไม่น้อยกว่าสิบสองปีที่รัฐต้องจัดให้อย่างทั่วถึงและมีคุณภาพโดยไม่เก็บค่าใช้จ่าย การจัดการศึกษาสำหรับบุคคลซึ่งมีความบกพร่องทางร่างกายจิตใจ สติปัญญา อารมณ์ สังคม การสื่อสาร และการเรียนรู้ หรือมีร่างกายพิการ หรือทุพพลภาพ หรือบุคคลซึ่งไม่สามารถพึ่งตนเองได้ หรือไม่มีผู้ดูแล หรือผู้ด้อยโอกาส ต้องจัดให้บุคคลดังกล่าวมีสิทธิและโอกาสได้รับการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นพิเศษ การศึกษาสำหรับคนพิการ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542)

จากการสัมภาษณ์ผู้ปกครองและครูของนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินในโรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ เมื่อเปิดภาคเรียนทุกครั้งจะมีการประชุมผู้ปกครองและมีการอบรมภาษามือเพียงครั้งวัน และทางโรงเรียนได้ให้หนังสือคู่มือ ภาษามือแก่ผู้ปกครองนักเรียนเพื่อเก็บไว้สำหรับศึกษาและทบทวน ซึ่งจากการอ่านคู่มือภาษามือที่มีเพียงแค่ตัวหนังสือและรูปภาพเท่านั้น และการแสดงท่าทางภาษามือหากเป็นการดูแต่เพียงรูปภาพเพียงอย่างเดียวเพื่อฝึกภาษามือเป็นสิ่งที่เข้าใจและเรียนรู้ได้ยากสำหรับผู้ปกครองนักเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาบทเรียนมัลติมีเดีย ภาษามือไทย สำหรับผู้ปกครองของผู้บกพร่องทางการได้ยิน ระดับประถมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์” ซึ่งเป็นบทเรียนภาษามือระบบมัลติมีเดีย ที่นำเสนอคำศัพท์ภาษามือพื้นฐานที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องเรียนรู้ระหว่างผู้ปกครองและสำหรับผู้พิการทางการได้ยิน เช่นหมวดหมู่เกี่ยวกับเครือญาติ หมวดคำศัพท์เกี่ยวกับเครื่องมือ เครื่องใช้ในครัวเรือน คำศัพท์เกี่ยวกับอาหาร เป็นต้น เพื่อความสะดวกต่อการศึกษาเรียนรู้ และฝึกปฏิบัติทบทวนภาษามือแก่ผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยิน

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของการส่งเสริมให้ผู้ปกครองของนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยิน สามารถเรียนรู้ภาษามือผ่านสื่อบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย ซึ่งจะเป็นอีกหนึ่งช่องทางหนึ่ง ที่ทำให้ผู้ปกครองและผู้พิการทางการได้ยิน สามารถเรียนรู้ใช้ศึกษาเรียนรู้คำศัพท์ง่าย ๆ สามารถทบทวนได้ตลอดเวลา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ปกครองของนักเรียนที่บกพร่องทางการได้ยิน ตลอดจนเป็นประโยชน์กับผู้สนใจทั่วไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

วิธีการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้
 - 1.1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 - 1.2.1 การสร้างบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์
- 1.บทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดสุรินทร์โดย มีขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนดังต่อไปนี้
1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการ การสร้างบทเรียนมัลติมีเดียภาษามือ จากตำราภาษามือ เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และขอคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิในด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อนำมาออกแบบบทเรียน

2. กำหนดเนื้อหา หัวข้อเรื่อง และเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะนำมาใช้ในการสร้างบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียนเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย
3. สร้างแบบร่างบทเรียนบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง
4. เสนอแบบร่างให้ที่ปรึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเพื่อทำการแก้ไข
5. สร้างบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบทางด้านเนื้อหาวิชา และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบทางด้านการผลิตสื่อ
6. นำบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียนไปทดลองผู้ปกครองนักเรียน จำนวน 1 คน (One to One Tryout) เพื่อข้อบกพร่องแก้ไขปรับปรุง
7. นำบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากการทดลองกับกลุ่ม 3 คน (Small Group Tryout) เพื่อหาข้อบกพร่องอีกครั้ง
8. นำบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียงไปทดลองกับผู้ปกครองนักเรียน จำนวน 10 คน ที่ทำการปรับปรุงแก้ไขเสร็จสมบูรณ์ แล้วนำไปให้ที่ปรึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบอีกครั้ง แล้วนำไป ทดลองจริง (Field Group Tryout) กับกลุ่มตัวอย่าง 44 คน

1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยมีวิธีการเก็บข้อมูลดังนี้

1.3.1 นำบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง โรงเรียนโสตศึกษา จังหวัดสุรินทร์ ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 44 คน

1.3.2 ให้ผู้ปกครองนักเรียนผู้พิการทางการได้ยินเสียงประเมินความพึงพอใจของบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย

1.3.3 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1.4.1 หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน และการหาความพึงพอใจ

1.4.2 หาประสิทธิภาพของบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดียจากผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

1.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1.5.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยใช้สูตร E1/E2 เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 ซึ่งมีสูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

$$E1 = \frac{(\sum X/N) \times 100}{A}$$

$$E2 = \frac{(\sum \frac{Y}{N}) \times 100}{B}$$

เมื่อ E1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ในบทเรียนคิดเป็นร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

E2 = ประสิทธิภาพของการเรียนรู้พฤติกรรมที่วัดได้จากผู้เรียนหลังเรียนจบบทเรียนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รวม

ΣX = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

ΣY = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รวม

A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รวม

N = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

ผลการวิจัย

1. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียนพบว่า ผลของการสร้างเครื่องมือในการวิจัยได้บทเรียนมัลติมีเดียที่มีสื่อภาพและเสียงประกอบโดยมีเนื้อหาแบ่งออกเป็น 8 หมวด คือ หมวดครอบครัว หมวดอาชีพ หมวดเครื่องใช้ไฟฟ้า หมวดงานบ้าน หมวดเครื่องเขียน หมวดกริยาอาการ หมวดสุขภาพอนามัย และหมวดอาหาร โดยแต่ละหมวดจะมีเนื้อหาที่นิยมใช้ในชีวิตประจำวัน และมีแบบทดสอบในแต่ละหมวดเพื่อทดสอบความสามารถของผู้เรียน และสามารถแสดงผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดออกมาแสดงได้ทันที โดยบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย แสดงดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 1 หน้าต่างเริ่มต้นบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย



รูปที่ 2 หน้าต่างแสดงเมนูต่าง ๆ ของบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย

หน้าต่างแสดงเมนูหมวดต่าง ๆ สามารถเลือกเมนูในหมวดใดก็ได้ที่สนใจเพื่อเข้าไปเรียนรู้คำศัพท์ต่าง ๆ ซึ่งคำศัพท์ที่ใช้จะเป็นคำศัพท์พื้นฐานที่ใช้ในชีวิตประจำวันและสามารถเรียนรู้เข้าใจได้อย่างง่ายดายและเหมาะกับผู้ที่เริ่มต้นเรียนรู้ภาษามือหรือผู้ที่มีความรู้มาแล้วก็สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 3 ตัวอย่างหน้าต่างเรียนรู้คำศัพท์ในหมวดอาชีพ

2. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 โดยที่ 80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนระหว่างเรียน และ 80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนหลังเรียน ซึ่งเก็บจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 44 คน โดยแบบทดสอบระหว่างเรียนมีจำนวน 8 หมวดหมู่ ๆ ละ 5 คะแนน รวม 40 คะแนน และข้อสอบหลังเรียน จำนวน 1 ชุด เท่ากับ 40 คะแนน โดยผลคะแนนของแต่ละคนแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย

รายการ	จำนวนผู้เรียน(n)	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ประสิทธิภาพ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน หมวดที่ 1-8	44	40	34.30	2.50	85.74
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รวม (Post-test)	44	40	35.48	2.18	88.69

สรุปผลการวิจัยพบว่า บทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดียสำหรับผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ มีประสิทธิภาพ 85.74/88.69 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน หมวดที่ 1-8 เท่ากับ $\bar{X} = 34.30$, S.D. = 2.50 และค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รวม (Post-test) เท่ากับ $\bar{X} = 35.48$, S.D. = 2.18

อภิปรายผลและสรุปผล

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ บทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดีย สำหรับผู้ปกครองนักเรียนผู้บกพร่องทางการได้ยินเสียง โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ มีประสิทธิภาพ 85.74/88.69 จากการทดสอบใช้บทเรียนที่มีเนื้อหา 8 หมวดหมู่ กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 44 คน ซึ่งผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียน หมายถึง ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจหลังจากเรียนบทเรียนแล้วเป็นอย่างดี เนื่องจากว่าบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดียนี้ใช้งานง่าย มีการนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหวและเสียงและมีการออกแบบภาพกราฟิกที่ดึงดูดสร้างความน่าสนใจให้แก่ผู้เรียน ดังงานวิจัยของ มนต์ชัย (2539) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบมัลติมีเดีย สำหรับการฝึกอบรมครูอาจารย์และนักฝึกอบรม ซึ่งบทเรียนมีเนื้อหา 19 เรื่อง ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 88.83/85.64 ซึ่งหมายถึง คะแนนระหว่างเรียนนั้นสูงกว่าคะแนนหลังเรียน เนื่องจากมีการนำเสนอด้วยระบบมัลติมีเดีย ที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนโดยการนำภาพเคลื่อนไหวและมีเสียงมาประกอบบทเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. บทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดียควรเพิ่มคำศัพท์ที่ใหม่ ๆ ให้ทันสมัยอยู่เสมอ
2. เผยแพร่บทเรียนสู่ระบบอินเทอร์เน็ตให้ผู้คนทั่วไปสามารถเข้ามาใช้งานได้อย่างง่ายดาย
3. ใช้เทคโนโลยีแสดงภาพที่เสมือนจริง หรือภาพโมเดล 3 มิติ เพื่อให้เกิดความน่าสนใจมากยิ่งขึ้นและเพื่อในกรณีที่ต้องการดูรายละเอียดที่ชัดเจนของท่าทางภาษามือ

เอกสารอ้างอิง

- มนต์ชัย เทียนทอง.(2539). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับการฝึกอบรมครูอาจารย์ และนักฝึกอบรม เรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.(2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. กรุงเทพฯ : บริษัทพรักหวานกราฟฟิค จำกัด.

คุณค่าทางวิชาการ

เพื่อให้มีความเท่าเทียมกันในสังคมและให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจหลังจากเรียนบทเรียนแล้วเป็นอย่างดี เนื่องจากว่าบทเรียนภาษามือไทยระบบมัลติมีเดียนี้ใช้งานง่าย มีการนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหวและเสียงและมีการออกแบบภาพกราฟิกที่ดึงดูดสร้างความน่าสนใจให้แก่ผู้เรียนนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน



การหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น

ศตวรรษ บุตรสอาด^{1*} ชินดนัย จงพินิจ²

สาขาวิชาช่างเทคนิคการผลิต วิทยาลัยสารพัดช่างสุรินทร์^{1*}

อีเมล : stwrrs2020@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 21 พฤษภาคม 2563

วันแก้ไขบทความ 19 มิถุนายน 2563

วันที่ตอบรับบทความ 19 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและสร้างตัวดูดฝุ่นสำหรับเครื่องแปรรูปไม้ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจในการทำงานของเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน มีความปลอดภัย ปราศจากการกระทบต่อสภาพแวดล้อมและธรรมชาติ นำมาช่วยในการตัดไม้อัดแบบลดมลภาวะฝุ่นละอองต่อสภาพแวดล้อมและมีความปลอดภัยกว่าการใช้เครื่องเลื่อยวงเดือนแบบธรรมดาและได้ เครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นขึ้นมาใหม่

คำสำคัญ : แปรรูปไม้ ไร้ฝุ่น อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์

Evaluation of dust-free wood processing machines

Sattawat boodcar-ard ^{1*}, Chindanai jonginij ²

Department of Electrical Power Department of Production

Technology Surin Polytechnic college ^{1*}

E – mail : stwrrs2020@gmail.com ^{1*}

Received 21 May 2020

Revised 19 June 2020

Accepted 19 June 2020

Abstract

The purpose of this research To study the current condition of dust-free wood processing in the furniture industry To design and manufacturing a vacuum for wood processing machines For the satisfaction of the dust-free wood processing machine To be suitable for use Be safe Without affecting the environment and nature Used to help cut plywood to reduce pollution, dust to the environment and safer than using a normal circular saw and Newly developed dust-free wood processing machine

Keywords : Wood processing, Dust free, Furniture industry.

บทนำ

อุตสาหกรรมไม้ และเฟอร์นิเจอร์ในประเทศไทย มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แต่ในแง่ฝีมือช่างเฟอร์นิเจอร์และการสืบสารถ่อมรดกทางวิชาชีพกลับสวนทางกับเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ และเครื่องมือช่างเฟอร์นิเจอร์ที่ปัจจุบันเป็นระบบไฟฟ้าที่ช่วยให้ช่างเฟอร์นิเจอร์ทำงานได้เร็วขึ้น สะดวกสบายมากขึ้นช่างเฟอร์นิเจอร์ มีความรู้ และมีเครื่องมือที่มีคุณภาพทำและสามารถแข่งขันได้ให้งานได้มีคุณภาพดี แต่ผู้ใช้งานยังขาดทักษะและเทคนิคความเข้าใจ จึงอาจสร้างความเสียหายให้แก่ชิ้นงาน รวมทั้งความปลอดภัยของผู้ใช้งาน เครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อสร้างศักยภาพของอุตสาหกรรมไม้เฟอร์นิเจอร์ไทยในที่สุด เครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นเป็นเครื่องมือที่ใช้ในงานไม้โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ ในส่วนของเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นยังมีหลายประเภท อาทิ โต๊ะเลื่อยวงเดือนซึ่งเป็นเครื่องมือกลขนาดใหญ่พอประมาณการทำงาน เครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นเป็นเครื่องมือที่ต้องใช้ทักษะในการควบคุมการทำงานค่อนข้างสูงใช้ในการตัดชิ้นรูปชิ้นงานให้ได้ขนาดต่างๆตามต้องการ เครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นเหมาะสำหรับการทำงานในภาคอุตสาหกรรมการทำงานในภาคอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์โดยเฉพาะการผลิตสินค้าเพื่อให้ได้มาตรฐานจำเป็นต้องมีการนำเครื่องมือเหล่านี้มาใช้งาน ดังนั้นผู้ใช้งานจำเป็นต้องเรียนรู้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้ได้งานที่มีประสิทธิภาพรวมถึงต้องคำนึงด้านความปลอดภัยของผู้ใช้งานเป็นหลักการใช้งานเครื่องแปรรูปนั้นส่วนใหญ่มักจะเกิดจากการประมาทและไม่เข้าใจการใช้งานเครื่องมือดังกล่าว ทำให้ต้องระวังในการทำงานสูง โดยเฉพาะมีชิ้นส่วนสำคัญ คือ ใบตัด ซึ่งเป็นชิ้นส่วนหนึ่งของเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2543) ดังนั้นในการทำงานแต่ละครั้งต้องมีความรอบคอบ ในการใช้เครื่องมือ เนื่องจากผู้ใช้งานบางคนประมาทก็อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ ขึ้นได้ หากอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์มีบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญงานไม้ โดยเฉพาะการนำเครื่องจักรมาใช้อย่างถูกต้องนอกจากจะปลอดภัยแล้วยังได้ผลงานที่มีศักยภาพ สามารถสร้างความแข็งแกร่งให้อุตสาหกรรมนี้แข่งขันในตลาดโลกได้ต่อไปทักษะการใช้ เครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น ซึ่งใช้ในการตัดไม้ตามขนาดที่เราต้องการต่าง ๆ เครื่องมือเฉพาะทางเหล่านี้ต้องมีทักษะ ใส่ใจในการทำงานและระมัดระวังเพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานมากที่สุด เชื่อหากภาคอุตสาหกรรมสร้างบุคลากรมีความรู้ นอกจากจะได้ผลงานคุณภาพยังสร้างศักยภาพการแข่งขันในตลาด โต๊ะเลื่อยวงเดือน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในงานไม้ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ และมีลักษณะการทำงานที่ใช้กับการตัดไม้ ชิ้นรูปชิ้นงาน เป็นต้น (สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน, 2563)

สำหรับปัญหาในการใช้งานเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นของนักศึกษาสาขาวิชาเทคนิคการผลิตจะมีไม่เพียงพอต่อปริมาณการใช้งาน และนักศึกษาบางครั้งมักเกิดอุบัติเหตุส่วนใหญ่มักจะเกิดจากความประมาทและไม่เข้าใจการใช้งานเครื่องมือดังกล่าวทำให้ต้องระวังในการทำงานสูง โดยเฉพาะมีชิ้นส่วนสำคัญ คือ ใบตัดซึ่งเป็นชิ้นส่วนหนึ่งของเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น อีกทั้งความคมและแข็งเพื่อใช้ในการตัดชิ้นงานต่างๆดังนั้นการทำงานแต่ละครั้งต้องมีความรอบคอบเช่น ก่อนเปิดเครื่องต้องสำรวจว่าชิ้นงานส่วนต่างๆของเครื่องมืออยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องเรียบร้อยหรือหลังจากการใช้เครื่องเสร็จต้องปิดสวิทช์และรอจนกว่าใบตัดจะหยุดหมุนเสียก่อน แต่อย่างไรก็ตามนักศึกษาควรได้รับความรู้เรื่องงานไม้พื้นฐานให้มากที่สุดเพื่อที่จะเป็นการปูพื้นฐานที่ดีต่อไป ดังนั้นจากสภาพปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้ดำเนินการวิจัยจึงมีแนวทางใช้ปัญหาโดยการออกแบบและพัฒนาเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขางานเทคนิคการผลิตให้มีใช้เพิ่มขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและสร้างตัวดูดฝุ่นสำหรับเครื่องแปรรูปไม้
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการทำงานของเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น

วิธีการวิจัย

การวิจัยเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดในการดำเนินงานดังนี้

1. การศึกษาข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น
3. การสร้างเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น
4. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาข้อมูลในขั้นนี้เป็นการศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานการวิจัยเบื้องต้นได้ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูล เนื้อหา เอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษารวบรวมข้อมูลโดยค้นคว้าจากหนังสือ ตำราเกี่ยวกับเนื้อหาหลักการสร้างและออกแบบเครื่องจักรกล และวัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น
3. ศึกษารายละเอียดของหลักการสร้างแบบประเมินคู่มือการใช้งาน และเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินประสิทธิภาพ
4. หาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น โดยผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน
5. นำเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้เครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นที่สมบูรณ์

การออกแบบเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น

การออกแบบผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อให้ได้ขนาดของวัสดุที่เหมาะสมต่อการใช้งานและได้ประสิทธิภาพในการรับน้ำหนัก

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขนาดของเหล็กเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณโดยเหล็กมีขนาดกว้าง 90 เซนติเมตร ความหนา 4 มิลลิเมตรการคำนวณหาความเค้นและความเครียดของเหล็กที่ได้จากการคำนวณคือเมื่อเปิดตารางมาตรฐานของเหล็กพบว่า เหล็กมีขนาดกว้าง 90 เซนติเมตร ความหนา 4 มิลลิเมตรเนื่องจากมีความแข็งแรงและหาได้ง่ายในท้องตลาด

การวิจัยเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดในการดำเนินงานดังนี้

1. การออกแบบเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น

การออกแบบผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อให้ได้ขนาดของวัสดุที่เหมาะสมต่อการใช้งานและได้ประสิทธิภาพในการรับน้ำหนัก

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขนาดของเหล็กเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณโดยเหล็กมีขนาดกว้าง 90 เซนติเมตร ความหนา 4 มิลลิเมตรการคำนวณหาความเค้นและความเครียดของเหล็กที่ได้จากการคำนวณคือเมื่อเปิดตารางมาตรฐานของเหล็กพบว่า เหล็กมีขนาดกว้าง 90 เซนติเมตร ความหนา 4 มิลลิเมตรเนื่องจากมีความแข็งแรงและหาได้ง่ายในท้องตลาด

2. การสร้างเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น

การสร้างเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น มีขั้นตอนในการดำเนินการโดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลจากเนื้อหาวิชา เอกสาร ตำรา ต่อมาจึงทำการออกแบบเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น และทำการร่างแบบ สร้างแบบชิ้นงานที่สมบูรณ์ หลังจากนั้นทำการสร้างชิ้นงานตามแบบ ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ และทำการทดลองเก็บข้อมูล ดังขั้นตอน

ทั้งหมดค การต่อโครง การสร้างโครงเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น ใช้เหล็กฉาก ขนาดความ 4 มิลลิเมตร ยาว 6 เมตร ตัดตามแบบแล้วนำมา



รูปที่ 1 โครงโต๊ะแปรรูปไม้

3. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 การสร้างเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1.1 ศึกษาข้อมูล เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสร้างแบบประเมิน

3.1.2 กำหนดรูปแบบโดยศึกษาจากตำราเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.3 ออกแบบเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น

3.1.4 นำแบบเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาและปรับปรุงแก้ไข นำให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง

3.1.5 ทำการสร้างเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น

ตารางที่ 1 ใบบันทึกผลการหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น

ความหนาไม้อัด (มิลลิเมตร)	ครั้งที่ 1 (วินาที)	ครั้งที่ 2 (วินาที)	ครั้งที่ 3 (วินาที)	ค่าเฉลี่ย รวม	หมายเหตุ
1. 6	17.57	18.27	18.78	42.1	
2. 10	22.34	22.57	23.23	52.65	
3. 18	28.53	29.21	29.27	67.49	

4. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 การดำเนินการทดลอง การดำเนินการทดลองในขั้นตอนนี้ เป็นการนำเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นที่ไปทดสอบหาประสิทธิภาพ ดังนี้

4.1.1 ขั้นตอนการนำเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นและเตรียมใบบันทึกผลการหาประสิทธิภาพ

4.1.2 ขั้นตอนการทดลองการดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น โดยทำการทดลองหาประสิทธิภาพ คือ ทำการตัดไม้อัดแผ่นเรียบ

4.1.3 ขั้นตอนการทดลอง นำใบบันทึกผลจากการหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นมาบันทึกผลการทดลองในแต่ละครั้งที่ทำการทดลอง

4.1.4 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลนำผลที่ได้จากการจดบันทึกการหาประสิทธิภาพในใบบันทึกผลการหาประสิทธิภาพมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.2.1 ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลลงใบบันทึกผลการหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นด้วยตนเองดังต่อไปนี้

4.2.2 ทดสอบการใช้งานเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น

4.2.3 ตรวจสอบและประเมินเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น

4.2.4 เก็บรวบรวมข้อมูลนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและการกำหนดเกณฑ์ในการประเมินความเหมาะสม ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ หาค่าเฉลี่ย

5.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ดังนี้

5.1.1 หาค่าร้อยละ

$$P = \frac{n(100)}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	n	แทน	ความถี่ของกลุ่มเป้าหมาย
	N	แทน	จำนวนกลุ่มเป้าหมาย

5.1.2 หาค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนกลุ่มเป้าหมาย

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยได้สรุปผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลตามรายละเอียดทำการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแยกเป็นดังนี้

การทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น

การทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น ได้แก่

1. ไม้อัด 6 มิลลิเมตร
2. ไม้อัด 10 มิลลิเมตร
3. ไม้อัด 18 มิลลิเมตร

โดยไม้อัดมี 3 ขนาด ผู้วิจัยได้ทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นมาสรุปลงตารางปรากฏผล

ตารางที่ 2 สรุปผลการทดสอบเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น

ใบบันทึกผลการหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น					
ความหนาไม้อัด (มิลลิเมตร)	ครั้งที่ 1 (วินาที)	ครั้งที่ 2 (วินาที)	ครั้งที่ 3 (วินาที)	ค่าเฉลี่ย รวม	หมายเหตุ
1. 6	17.57	18.27	18.78	42.1	
2. 10	22.34	22.57	23.23	52.65	
3. 18	28.53	29.21	29.27	67.49	

จากตารางที่ 2 เครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นสามารถตัดไม้อัดได้ 3 ขนาดที่แตกต่างกันได้ ทำการตัดไม้อัดขนาด 6 มิลลิเมตรขึ้นไป ใช้เวลาในการตัดไม้อัดโดยค่าเฉลี่ยคือ ไม้อัดหนา 6 มิลลิเมตร เวลาเฉลี่ย 42.1 วินาที ไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร เวลาเฉลี่ย 52.65 วินาที ไม้อัดหนา 18 มิลลิเมตร เวลาเฉลี่ย 67.49 วินาที ส่วนเครื่องแปรรูปไม้ทำมาจากเหล็กล้วนๆ มีขนาด กว้าง 90 มิลลิเมตร ยาว 130 มิลลิเมตร ความหนาของเหล็ก 4 มิลลิเมตร และมีมิติตัดขนาด 16 นิ้ว มอเตอร์ 220 v สายพานขนาดความยาวเบอร์ 53 ครบผม

อภิปรายผลและสรุปผล

ในการวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้สร้างเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นและได้ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้ตามวัตถุประสงค์ การวิจัยพร้อมทั้งทำการปรับปรุง แก้ไข ในแต่ละกระบวนการ หลังการปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงนำไปหาความเหมาะสมของประสิทธิภาพจากนั้นนำไปวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เกณฑ์ความเหมาะสม ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยพร้อมทั้งการสร้างคู่มือการใช้งาน สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

อภิปรายผลการ

การหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น ได้ทำการหาประสิทธิภาพโดยการตัดไม้อัด 6 มิลลิเมตร 10 มิลลิเมตร 18 มิลลิเมตร โดยผู้วิจัยทำการหาประสิทธิภาพด้วยตนเอง โดยถือว่าเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมที่จะใช้งานตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ และสอดคล้องกับงานวิจัย ดุลยโชติ ชลศึกษ์ (2546 : บทคัดย่อ) ซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การออกแบบรูปร่างที่เหมาะสม ของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลสำหรับ

หลายจุดทำงาน ขึ้นส่วนเครื่องจักรกลที่มีการเคลื่อนที่มักจะต้องรับแรงภายนอกที่มีการเปลี่ยนแปลงของขนาด การนำหลักการของคานที่รับแรงกระจายสม่ำเสมอมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถหารูปร่างที่เหมาะสมในเบื้องต้นอย่างรวดเร็ว และสามารถใช้รูปร่างที่ได้นี้เป็นต้นแบบ ในการออกแบบชิ้นส่วนโดยละเอียด ทำให้การสะสมของความเค้นในชิ้นงานน้อยที่สุด

สรุปผลการ

การหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น ได้ทำการหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นสามารถตัดไม้อัดได้ 3 ขนาดที่แตกต่างกันได้ ทำการตัดไม้อัดขนาด 6 มิลลิเมตรขึ้นไป ใช้เวลาในการตัดไม้อัดโดยค่าเฉลี่ยคือ ไม้อัดหนา 6 มิลลิเมตร เวลาเฉลี่ย 42.1 วินาที ไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร เวลาเฉลี่ย 52.65 วินาที ไม้อัดหนา 18 มิลลิเมตร เวลาเฉลี่ย 67.49 วินาที ส่วนเครื่องแปรรูปไม้ทำมาจากเหล็กล้วนๆ มีขนาด กว้าง 90 มิลลิเมตร ยาว 130 มิลลิเมตร ความหนาของเหล็ก 4 มิลลิเมตร และใบมีดตัดขนาด 16 นิ้ว มอเตอร์ 220 v สายพานขนาดความยาวเบอร์ 53 โดยผู้วิจัยทำการหาประสิทธิภาพเครื่องแปรรูปไม้ด้วยตนเอง โดยถือว่าเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่นมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมที่จะใช้งานตามที่ตั้ง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

- 1.1 ควรเพิ่มความปลอดภัยให้มากขึ้น
- 1.2 ควรมีการปรับตัดให้ได้มุม 45 องศาได้
- 1.3 ควรมีการออกแบบเครื่องแปรรูปไม้ให้มีราคาต่ำเพื่อเหมาะสมกับการลงทุนของผู้ที่สนใจ

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

- 2.1 ควรมีการศึกษาเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องจักรกลที่ใช้สำหรับการตัดไม้
- 2.2 ควรมีการศึกษาการพัฒนาเครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกลุ่มตัดไม้

และผู้ที่เกี่ยวข้อง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะครูสาขาวิชาช่างเทคนิคการผลิต วิทยาลัยสารพัดช่างสุรินทร์ ที่ให้ความสนับสนุนช่วยเหลืออำนวยความสะดวก ในการจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณเจ้าของเอกสาร ตำรา บทความทางวิชาการ วิทยานิพนธ์ และเว็บไซต์ ในบรรณานุกรมท้ายเล่มทุกท่าน ที่ผู้วิจัยใช้เป็นแหล่งสืบค้นข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จอย่างสมบูรณ์ คุณค่าและคุณประโยชน์ของงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขออุทิศเพื่อบูชาพระคุณของบิดามารดาและบูรพาจารย์ที่ให้การศึกษอบรมสั่งสอนให้สติปัญญาและคุณธรรมอันเป็นเครื่องชี้นำมาสู่ความสำเร็จในชีวิต ผู้วิจัยขอขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2543).อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ที่ทำด้วยไม้.[ออนไลน์] . เข้าถึงได้จาก :

<https://www.ryt9.com/s/ryt9/274073>. สืบค้น 25 มกราคม 2563.

ดุยโชติ ชลศึกษ์. (2546). การออกแบบรูปร่างที่เหมาะสมของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลสำหรับ หลายจุดทำงาน.

ภาควิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน. (2563). ทำไมจึงเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน.[ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก : http://www.shawpat.or.th/index.php?option=com_content&view

[=article&id=246:-m---m-s&catid=51:-m---m-s&Itemid=202](http://www.shawpat.or.th/index.php?option=com_content&view). สืบค้น 25 มกราคม 2563.



คุณค่าทางวิชาการ

ปัจจุบันมลพิษเกิดขึ้นมากมาย เครื่องแปรรูปไม้แบบไร้ฝุ่น มีการทำงานโดยลดฝุ่นที่กระจายออกไปรอบข้างให้น้อยลง และไม่ทำให้เกิดโรคมลพิษทางสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งาน

ความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอาคารหอจดหมายเหตุ กรณีศึกษาอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี

สุคนธ์ ขาวกริบ^{1*} สายพิน ไซนันท์² ลิทธิพันธุ์ ไซนันท์³ สรินทร พัฒอำพันธ์⁴ ศิริประภา สมวงศ์⁵
คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม^{1* 2 3 4 5}
อีเมล : sukong@siamtechno.ac.th^{1*}

วันที่รับบทความ 18 พฤษภาคม 2563

วันแก้ไขบทความ 15 มิถุนายน 2563

วันตอบรับบทความ 16 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

การศึกษาแบบภาคตัดขวางในครั้งนี้ เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอาคารหอจดหมายเหตุกรณีศึกษาอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี สุ่มเก็บตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงในอาคาร จำนวน 6 ห้อง รวม 23 ตัวอย่าง และจุดอ้างอิงภายนอกอาคาร จำนวน 2 ตัวอย่าง ด้วยเครื่อง DustTrak DRX Aerosol Monitor Model 8533 แบบอ่านค่าได้ทันที ผลที่ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ตามข้อเสนอแนะของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข และประเทศสิงคโปร์ วิเคราะห์การกระจายข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยสถิติ ANOVA ทำ Multiple Means Comparison โดยใช้ Scheffe และทำ Post Hoc Test ผลการศึกษาพบว่าฝุ่น $PM_{2.5}$ บริเวณห้องศูนย์เอกสาร ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสาร ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารประเภทฟิล์ม และห้องคลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง มีค่าสูงเกินเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยของฝุ่น $PM_{2.5}$ ห้องศูนย์เอกสารมีค่าแตกต่างจากห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารมีค่าแตกต่างจากคลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง ห้องจัดแสดงและบริการ และห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ และห้องจัดแสดงและบริการมีค่าแตกต่างจากพื้นที่ภายนอกอาคาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\text{-value} < .05$) เนื่องจากลักษณะกิจกรรมของแต่ละห้องที่ต่างกัน แสดงได้ว่ามีสิ่งคุกคามทางสุขภาพจากฝุ่นขนาดเล็กต้องได้รับการแก้ไขเพื่อลดปริมาณฝุ่น ลดการรับสัมผัสเข้าสู่ร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน ผู้มาใช้บริการ เช่น การเพิ่มอัตราการระบายอากาศของอาคาร การติดตั้งระบบดูดอากาศเฉพาะที่ สวมใส่เสื้อผ้าที่ปกปิด สวมถุงมือขณะปฏิบัติงาน และใช้หน้ากากที่สามารถกรองฝุ่นขนาดเล็กเพื่อลดการรับสัมผัสที่ตัวบุคคล

คำสำคัญ : นักจดหมายเหตุ, หอจดหมายเหตุแห่งชาติ, คุณภาพอากาศภายในอาคาร, ฝุ่น $PM_{2.5}$

PM_{2.5} Concentration in the Archives Building A Case Study of Chanthaburi National Archives

Sukon Khawgrib^{1*}, Saipin Chaivanan², Sitthipan Chaivanan³, Sarintorn Patampan⁴
, Siraprapa Somwong⁵

Faculty of Health Sciences, Siam Technology College^{1* 2 3 4 5}

E – mail : sukonk@siamtechno.ac.th^{1*}

Received 18 May 2020

Revised 15 June 2020

Accepted 16 June 2020

Abstract

This cross-sectional study to analyze the concentration of PM_{2.5} in the archives building, A case study of Chanthaburi National Archives. Selecting a sampling point with a Purposive Sampling method from 6 rooms, including 23 samples and 1 reference points outside the building, including 2 samples. PM_{2.5} were measured with the DustTrak DRX Aerosol Monitor Model 8533. The results are compared with acceptable standards as suggested by the Department of Health, Ministry of Public Health, and Singapore Standard. Analysis of data distribution with descriptive statistics and comparing the mean by ANOVA statistics, making Multiple Means Comparison using Scheffe and Post Hoc Test. The results showed that PM_{2.5} in 4 rooms (Document Center Room, Document Valuation and Assessment Room, Film Valuation and Assessment Room, Archive and Reference Room) were higher than acceptable standards. Statistical analysis found that the mean of PM_{2.5} in each room were different with statistical significance at .05 level due to the different of activities in each room. Suggestions for reducing PM_{2.5} was improvement of the ventilation system, install a local exhaust system and wear protective equipment to prevent the impact on the archivists.

Keywords : Archivist, Archives, Indoor Air Quality, PM_{2.5}

บทนำ

หอบจตหมายเหตุแห่งชาติ สังกัดกรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม มีภารกิจหลักเป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลและให้บริการสารนิเทศที่เรียกว่า เอกสารจดหมายเหตุ ที่มีความสำคัญจัดเป็นมรดกทางวัฒนธรรมของชาติ การรวบรวมเอกสารจดหมายเหตุอาจมาจากการรับมอบ การบริจาคหรือตามพินัยกรรม การซื้อ และการแลกเปลี่ยน เมื่อนำเอกสารเหล่านี้เข้ามายังหอบจตหมายเหตุ เอกสารที่รับเข้ามาอาจจะมีเชื้อรา สารเคมี ฝุ่นละออง หรือแมลงประเภทต่างๆ ติดมากับเอกสาร จำเป็นต้องมีการอบเอกสารทุกชิ้นที่เป็นกระดาษ และตรวจสอบสภาพของเอกสารประเภทฟิล์ม สื่อบันทึกคอมพิวเตอร์ การปฏิบัติงานแต่ละวันของนักจดหมายเหตุและเจ้าหน้าที่ต้องสัมผัสกับเอกสารจดหมายเหตุประเภทต่างๆ ที่ปนเปื้อนตลอดเวลา เป็นการทำงานในสิ่งแวดล้อมที่มีสิ่งคุกคามต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน รวมถึงผู้มาใช้บริการ สมลพริกาญจน์ มายะรังษี (2559 : 57-64) ได้ศึกษาวิจัยสภาวะแวดล้อมการทำงานที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในสำนักหอบจตหมายเหตุแห่งชาติส่วนกลางและหอบจตหมายเหตุแห่งชาติสาขา โดยทำการสำรวจทัศนคติของนักจดหมายเหตุและนักวิชาการ ผลจากการสำรวจความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างระบุว่าสิ่งคุกคามต่อสุขภาพของนักจดหมายเหตุ

ฝุ่นละอองเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของนักจดหมายเหตุที่ทำงานกับเอกสารเก่า ฝุ่นละออง (Particulate Matter หรือ PM) เป็นอนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ อนุภาคแขวนลอยบางชนิดมีขนาดใหญ่ มีสีดำ จมมองเห็นเป็นเขม่าและควัน บางชนิดมีขนาดเล็กมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น และเป็นสารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพและองค์ประกอบทางเคมี ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง 2-3 นาที ฝุ่นละอองขนาดเล็กจะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานเนื่องจากมีความเร็วในการตกตัวต่ำหากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลม เป็นต้น จะแขวนลอยในอากาศได้นานมากขึ้น แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กโดยเฉพาะขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอนอาจแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2554) ฝุ่นละอองขนาดเล็กแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ฝุ่นหายใจ (Course Particle หรือ PM_{10}) เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 - 10 ไมครอน และฝุ่นละเอียด (Fine Particles หรือ $PM_{2.5}$) เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (US.EPA. 2018) ผลจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการสัมผัสฝุ่นละอองผ่านการหายใจ ฝุ่นละอองขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน จะติดอยู่บริเวณโพรงจมูกและปากเท่านั้นไม่สามารถผ่านเข้าสู่หลอดลมได้ ส่วนฝุ่นที่มีขนาด 5-10 ไมครอน จะเข้าสู่หลอดลม (Trachea) และแขนงหลอดลม (Bronchus) สำหรับฝุ่นขนาด 2.5-5 ไมครอน จะเข้าสู่หลอดลมฝอย (Bronchioles) ถุงลม (Alveoli) และฝุ่นละเอียดขนาดเล็กกว่า 0.02 ไมครอน สามารถดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตผ่านเส้นเลือดฝอยในปอดเข้าสู่ร่างกายได้ (สุชาติ เกียรติวิวัฒน์เจริญ, 2555) ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน จึงสามารถเข้าสู่ร่างกายไปฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อปอด ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อกระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซของร่างกาย (Gas Exchange Regions) ฝุ่นละอองขนาดเล็กหรือฝุ่นละเอียดจึงมีอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นละอองขนาดใหญ่ โดยเฉพาะในกลุ่มเสี่ยง ได้แก่ เด็ก คนชรา และคนที่มีโรคของระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคภูมิแพ้ โรคหอบหืด เป็นต้น การปฏิบัติงานในแต่ละวันของนักจดหมายเหตุและเจ้าหน้าที่หอบจตหมายเหตุต้องสัมผัสกับฝุ่นละอองตลอดเวลา ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอาคารหอบจตหมายเหตุ ซึ่งเป็นฝุ่นละเอียดที่อาจเป็นสาเหตุของการก่อให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจจากการสูดอากาศภายในอาคาร เพื่อเป็นข้อมูลนำไปสู่การจัดการสภาพแวดล้อมการทำงานที่ดี การลดและป้องกันอันตรายจากการสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอาคารหอจดหมายเหตุ กรณีศึกษาอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี
2. เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอาคารหอจดหมายเหตุ กรณีศึกษาอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง (Cross-sectional Study) โดยทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี ในเดือนพฤษภาคม 2561 ช่วงเวลาการทำงาน 8.00 – 17.00 น. ที่มีกิจกรรมภายในอาคารตามปกติ

1. สถานที่เก็บข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอากาศแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ในอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี รวม 6 ห้อง ได้แก่ ห้องศูนย์เอกสาร ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสาร ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารประเภทฟิล์ม ห้องคลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง ห้องจัดแสดงและบริการ และห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ และเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ภายนอกอาคารหอจดหมายเหตุ จำนวน 1 จุด เพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบ (Background) โดยกำหนดจำนวนจุดเก็บตัวอย่างตามลักษณะและขนาดห้องแต่ละห้อง รวมจำนวน 25 ตัวอย่าง (รูปที่ 1) ดังนี้

ห้องที่ 1 ห้องศูนย์เอกสาร เก็บตัวอย่าง 2 จุด จุดละ 2 ชั่วโมง รวม 4 ตัวอย่าง

ห้องที่ 2 ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสาร เก็บตัวอย่าง 1 จุด จุดละ 2 ชั่วโมง รวม 2 ตัวอย่าง

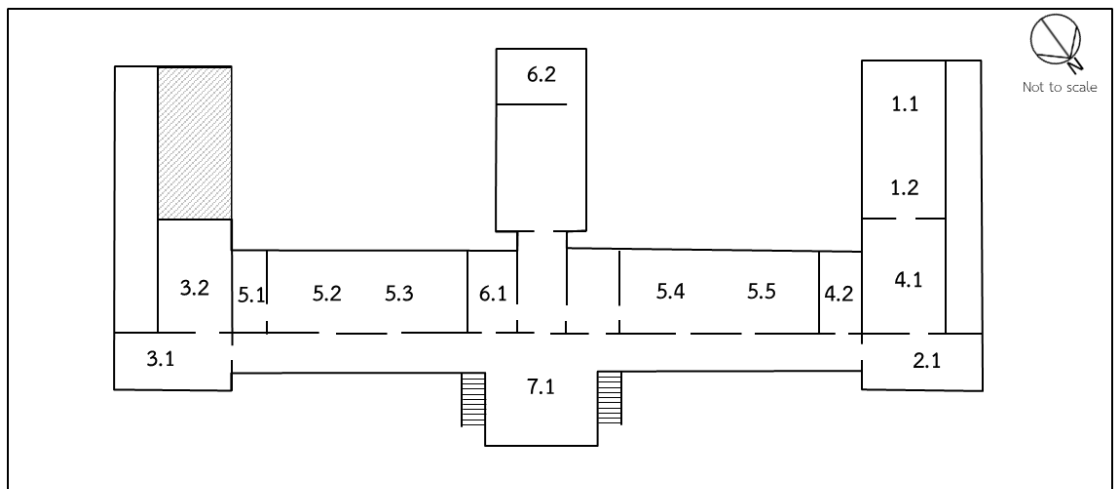
ห้องที่ 3 ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารประเภทฟิล์ม เก็บตัวอย่าง 2 จุด จุดละ 2 ชั่วโมง รวม 4 ตัวอย่าง

ห้องที่ 4 ห้องคลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง เก็บตัวอย่าง 2 จุด จุดละ 2 ชั่วโมง รวม 4 ตัวอย่าง

ห้องที่ 5 ห้องจัดแสดงและบริการ เก็บตัวอย่าง 5 จุด จุดละ 1 ชั่วโมง รวม 5 ตัวอย่าง

ห้องที่ 6 ห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ เก็บตัวอย่าง 2 จุด จุดละ 2 ชั่วโมง รวม 4 ตัวอย่าง

Background พื้นที่ภายนอกอาคารหอจดหมายเหตุ เก็บตัวอย่าง 1 จุด จุดละ 2 ชั่วโมง รวม 2 ตัวอย่าง



สัญลักษณ์	:	ความหมาย
1.1, 1.2		ห้องศูนย์เอกสาร
2.1		ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสาร
3.1, 3.2, 3.3		ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารประเภทฟิล์ม
4.1, 4.2		คลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง
5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5		ห้องจัดแสดงและบริการ
6.1, 6.2		ห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ
7.1		พื้นที่นอกอาคาร

รูปที่ 1 แผนผังอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี และจุดเก็บตัวอย่าง

2. วิธีการเก็บตัวอย่างและเครื่องมือที่ใช้

ทำการเก็บตัวอย่างตามจุดที่สุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยติดตั้งเครื่องมือให้สูงจากพื้นประมาณ 75 - 120 เซนติเมตร หรือที่ระดับการหายใจ (Breathing Zone) ของผู้ปฏิบัติงานโดยไม่รบกวนการทำงาน กีดขวางทางเดิน หรือกิจกรรมของพื้นที่ และในรัศมี 1 เมตรรอบจุดเก็บตัวอย่าง ต้องไม่มีสิ่งกีดขวางหรือแหล่งกำเนิดมลพิษ ทำการตรวจวัดในช่วงกิจกรรมการทำงานปกติ โดยใช้เครื่อง DustTrak DRX Aerosol Monitor เป็นเครื่องมือชนิดอ่านค่าโดยตรง (Portable Direct Sampling) แสดงผลการตรวจวัดทันที ณ จุดเก็บตัวอย่างสำหรับวัดค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอากาศ โดยใช้หลักการตรวจวัดแบบ Laser 90° Light Scattering ทำการสอบเทียบเครื่องมือวัด (Calibration) ก่อนนำไปใช้งาน ในระหว่างการเก็บตัวอย่างได้ทำการสำรวจปัจจัยทางกายภาพของอาคาร ได้แก่ ลักษณะโครงสร้างอาคาร การจัดแผนผังและการใช้ประโยชน์พื้นที่ ลักษณะกิจกรรมในแต่ละพื้นที่ ระบบการหมุนเวียนอากาศ ความเข้มแสง และการบำรุงรักษาอาคาร ด้วยวิธีการเดินสำรวจ (Walkthrough Survey) บันทึกผลการสำรวจลงในแบบบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์และอภิปรายผล (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของอาคารและการใช้ประโยชน์

ห้องที่เก็บตัวอย่าง	ลักษณะทั่วไปของอาคารและการใช้ประโยชน์
1. ห้องศูนย์เอกสาร	<u>ลักษณะทางกายภาพ</u> ความเร็วลมเฉลี่ย 0.001 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิเฉลี่ย 33.1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 60.7 % <u>ลักษณะทั่วไป</u> เป็นห้องปิด ไม่มีการเปิดประตู-หน้าต่าง ขนาดพื้นที่ใช้สอยประมาณ 72 ตารางเมตร ลักษณะโครงสร้างอาคารเป็นผนังคอนกรีตเพดานสูง ใช้แสงจากระบบไฟฟ้าส่องสว่างเพียงอย่างเดียว จัดวางชั้นจัดเก็บเอกสารเก่า ไม่มีคนทำงานประจำ เข้ามาเป็นครั้งคราวเมื่อจัดเก็บเอกสาร หรือนำเอกสารออกไปประเมินคุณค่า <u>การใช้ประโยชน์</u> จัดเก็บเอกสารเก่าที่ได้รับมอบมาเพื่อการประเมินคุณค่าเอกสาร
2. ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสาร	<u>ลักษณะทางกายภาพ</u> ความเร็วลมเฉลี่ย 0.023 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิเฉลี่ย 33.9 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 57.5 % <u>ลักษณะทั่วไป</u> ขนาดพื้นที่ใช้สอยประมาณ 40 ตารางเมตร ลักษณะโครงสร้างอาคารเป็นผนังคอนกรีตเพดานสูง เปิดประตู ไม่เปิดหน้าต่าง ใช้แสงจากระบบไฟฟ้าส่องสว่าง จัดวางโต๊ะทำงาน 1 ชุด โต๊ะประเมินคุณค่าเอกสาร 1 ชุด พร้อมเครื่องกรองอากาศเคลื่อนที่ มีนักจดหมายเหตุทำงานประจำ 1 คน และใช้พัดลมตั้งโต๊ะ <u>การใช้ประโยชน์</u> ทำงานประเมินคุณค่าเอกสาร
3. ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารประเภทฟิล์ม	<u>ลักษณะทางกายภาพ</u> ความเร็วลมเฉลี่ย 0.124 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิเฉลี่ย 32.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 59.0 % <u>ลักษณะทั่วไป</u> ขนาดพื้นที่ใช้สอยประมาณ 90 ตารางเมตร ลักษณะโครงสร้างอาคารเป็นผนังคอนกรีตเพดานสูง แบ่งพื้นที่ทำงานเป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่ทำงานทั่วไป ใช้แสงจากระบบไฟฟ้าส่องสว่าง จัดวางโต๊ะทำงาน 2 ชุด มีนักจดหมายเหตุทำงานประจำ 2 คน ใช้พัดลมตั้งโต๊ะ และห้องมืดที่ไม่ใช้แสง จัดวางโต๊ะทำงาน 3 ชุด มีพื้นที่วางกล่องเก็บฟิล์มรอการประเมิน มีนักจดหมายเหตุทำงานประจำ 2 คน ใช้พัดลมตั้งโต๊ะ ทั้ง 2 พื้นที่ ไม่มีการเปิดประตู-หน้าต่าง <u>การใช้ประโยชน์</u> ทำงานประเมินคุณค่าเอกสารประเภทฟิล์ม
4. คลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง	<u>ลักษณะทางกายภาพ</u> ความเร็วลมเฉลี่ย 0.025 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิเฉลี่ย 33.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 58.9 % <u>ลักษณะทั่วไป</u> ขนาดพื้นที่ใช้สอยประมาณ 70 ตารางเมตร ลักษณะโครงสร้างอาคารเป็นผนังคอนกรีตเพดานสูง แบ่งพื้นที่เป็น 2 ส่วน ใช้แสงจากระบบไฟฟ้าส่องสว่าง จัดวางชั้นจัดเก็บเอกสารที่ผ่านการประเมินแล้ว ไม่มีคนทำงานประจำ เข้ามาเป็นครั้งคราวเมื่อจัดเก็บเอกสารหรือนำเอกสารออกไปจัดแสดง มีการเปิดประตูเมื่อใช้งาน ไม่เปิดหน้าต่าง <u>การใช้ประโยชน์</u> จัดเก็บเอกสารที่ผ่านการประเมินแล้ว
5. ห้องจัดแสดงและบริการ	<u>ลักษณะทางกายภาพ</u> ความเร็วลมเฉลี่ย 0.048 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิเฉลี่ย 31.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 69.2 % <u>ลักษณะทั่วไป</u> เป็นห้องยาว ลักษณะโครงสร้างอาคารเป็นผนังคอนกรีตเพดานสูง แบ่งโซนพื้นที่เป็นส่วนๆ ตามเอกสารที่จัดแสดง ขนาดพื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 200 ตารางเมตร ใช้แสงจากระบบไฟฟ้าส่องสว่างร่วมกับแสงธรรมชาติจากภายนอกอาคาร

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ห้องที่เก็บตัวอย่าง	ลักษณะทั่วไปของอาคารและการใช้ประโยชน์
	จัดแสดงนิทรรศการเอกสารจดหมายเหตุประเภทต่างๆ จัดวางโต๊ะเก้าอี้สำหรับผู้มาใช้บริการ มีการเปิดประตูหน้าต่าง เมื่อมีผู้มาใช้บริการ ร่วมกับการใช้พัดลมตั้งโต๊ะ การใช้ประโยชน์ จัดแสดงนิทรรศการเอกสารจดหมายเหตุ
6. ห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ	<u>ลักษณะทางกายภาพ</u> ความเร็วลมเฉลี่ย 0.059 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิเฉลี่ย 29.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 68.0 % <u>ลักษณะทั่วไป</u> ขนาดพื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 50 ตารางเมตร ลักษณะโครงสร้างอาคารเป็นผนังคอนกรีตเพดานสูง แยกพื้นที่เป็น 2 ส่วน เปิดประตูหน้าต่างตลอดเวลาการทำงาน ใช้แสงจากระบบไฟฟ้าส่องสว่างร่วมกับแสงธรรมชาติจากภายนอกอาคาร จัดวางโต๊ะทำงาน 4 ชุด มีพนักงานทำงานอยู่ประจำ 4 คน และใช้พัดลมตั้งโต๊ะ <u>การใช้ประโยชน์</u> ทำงานเอกสารสำนักงาน
7. พื้นที่ภายนอกอาคาร	<u>ลักษณะทางกายภาพ</u> ความเร็วลมเฉลี่ย 0.213 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิเฉลี่ย 32.4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 63.0 % <u>ลักษณะทั่วไป</u> เป็นระเบียงโล่งบริเวณหน้าอาคาร

3. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่ได้นำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality Standard) และวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการออกแบบการทดลองเป็นแบบ Complete Randomized Design (CRD) มีทั้งหมด 6 Treatments ได้แก่ 1) ห้องศูนย์เอกสาร 2) ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสาร 3) ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารประเภทฟิล์ม 4) ห้องคลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง 5) ห้องจัดแสดงและบริการ 6) ห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ และเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ภายนอกอาคารหอจดหมายเหตุเพื่อเป็นจุดอ้างอิง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) วิเคราะห์หาค่า Mean และ Standard Deviation และวิเคราะห์เปรียบเทียบค่า Mean ของทั้ง 6 Treatments โดยทำ Analysis of Variance (ANOVA) แล้วจึงทำ Multiple Means Comparison โดยใช้ Scheffe และทำ Post Hoc Test เพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละชนิดหรือกลุ่มของ Treatments

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี

ผลการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี พบว่า ห้องศูนย์เอกสาร มีค่าอยู่ในช่วง 36.9 - 42.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g/m^3$) ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสาร มีค่าอยู่ในช่วง 40.4 - 60.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารประเภทฟิล์ม มีค่าอยู่ในช่วง 36.8 - 39.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ห้องคลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง มีค่าอยู่ในช่วง 33.3 - 37.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ห้องจัดแสดงและบริการ มีค่าอยู่ในช่วง 28.8 - 36.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ มีค่าอยู่ในช่วง 26.6 - 29.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่ภายนอกอาคาร มีค่าอยู่ในช่วง 45.2 - 45.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 2) โดยห้องปฏิบัติงานตรวจสอบ

และประเมินคุณค่าเอกสารพบมีค่า ฝุ่น $PM_{2.5}$ สูงกว่าห้องอื่นๆ เนื่องจากมีกิจกรรมการประเมินเอกสารที่ใช้แปรงปิดบนเอกสาร มีการใช้พัดลมตั้งพื้นบริเวณสำนักงานทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นได้มากกว่าปกติ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี (หน่วย: $\mu g/m^3$)

Treatments	$PM_{2.5}$ (min - max)	Mean	SD
ห้องที่ 1 ห้องศูนย์เอกสาร	36.9 - 42.0	39.025	2.2
ห้องที่ 2 ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสาร	40.4 - 60.3	50.350	14.1
ห้องที่ 3 ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารประเภทฟิล์ม	36.8 - 39.7	38.375	1.4
ห้องที่ 4 คลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง	33.3 - 37.5	35.550	1.9
ห้องที่ 5 ห้องจัดแสดงและบริการ	28.8 - 36.0	33.200	2.9
ห้องที่ 6 ห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ	26.6 - 29.2	28.025	1.4
นอกอาคาร พื้นที่ภายนอกอาคาร	45.2 - 45.4	45.300	0.1
ค่ามาตรฐาน	35 ^{a, b}		

หมายเหตุ : ^a เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารแนะนำโดยกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (กรมอนามัย. 2559 : ค-1 - ค-2)

^b Singapore Standard SS554:2009, Code of practice for Indoor air quality for air-conditioned buildings (SPRING Singapore. 2009)

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี

ผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติโดยใช้ ANOVA เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในแต่ละห้องและพื้นที่นอกอาคาร พบว่า ค่าเฉลี่ยของฝุ่น $PM_{2.5}$ ระหว่างห้องมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\text{-value} < .05$) (ตารางที่ 3)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของฝุ่น $PM_{2.5}$ ระหว่างห้องแต่ละห้องเป็นรายคู่ พบว่า ห้องที่มีค่าเฉลี่ยของฝุ่น $PM_{2.5}$ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\text{-value} < .05$) ได้แก่ ห้องศูนย์เอกสารมีค่าแตกต่างจากห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารมีค่าแตกต่างจากคลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง ห้องจัดแสดงและบริการ และห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ และห้องจัดแสดงและบริการมีค่าแตกต่างจากพื้นที่ภายนอกอาคาร (ดังตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของฝุ่น $PM_{2.5}$

ดัชนี	แหล่งความแปรปรวน	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PM2.5	ระหว่างห้อง	920.425	6	153.404	10.306	.000*
	ภายในห้อง	267.918	18	14.884		
	รวม	1188.342	24			

หมายเหตุ : * หมายถึง $P\text{-value} < .05$

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในแต่ละห้อง เป็นรายคู่

ห้อง/พื้นที่		ห้อง 1	ห้อง 2	ห้อง 3	ห้อง 4	ห้อง 5	ห้อง 6	นอกอาคาร
	ค่าเฉลี่ย	39.025	50.350	38.375	35.550	33.200	28.025	45.300
ห้อง 1	39.025		-11.325	0.650	3.475	5.825	11.000*	-6.275
ห้อง 2	50.350	11.325		11.975	14.800*	17.150*	22.325*	5.050
ห้อง 3	38.375	-0.650	-11.975		2.825	5.175	10.350	-6.925
ห้อง 4	35.550	-3.475	-14.800*	-2.825		2.350	7.525	-9.750
ห้อง 5	33.200	-5.825	-17.150*	-5.175	-2.350		5.175	-12.100
ห้อง 6	28.025	-11.000*	-22.325*	-10.350	-7.525	-5.175		-17.275*
นอกอาคาร	45.300	6.275	-5.050	6.925	9.750	12.100	17.275*	

หมายเหตุ : * หมายถึง ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\text{-value} < .05$)

อภิปรายผลและสรุปผล

ผลการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารแนะนำโดยกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (กรมอนามัย, 2559 : ค-1 - ค-2) และมาตรฐาน SS554:2009 Code of Practice for Indoor Air Quality for Air-conditioned Buildings ของ SPRING Singapore ประเทศสิงคโปร์ (SPRING Singapore, 2009) ค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอาคารที่ยอมรับได้ต้องไม่เกิน 35 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สรุปได้ว่า บริเวณห้องศูนย์เอกสาร ห้องปฏิบัติงาน ตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสาร ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารประเภทฟิล์ม และห้องคลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง มีค่าเฉลี่ยสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ สำหรับห้องจัดแสดงและบริการ และห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ฝุ่น $PM_{2.5}$ ระหว่างห้องมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\text{-value} < .05$) และค่าเฉลี่ยของฝุ่น $PM_{2.5}$ บริเวณห้องศูนย์เอกสารมีค่าแตกต่างจากห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารมีค่าแตกต่างจากคลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง ห้องจัดแสดงและบริการ และห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ และห้องจัดแสดงและบริการมีค่าแตกต่างจากพื้นที่ภายนอกอาคาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\text{-value} < .05$) เนื่องจากลักษณะกิจกรรมของแต่ละห้องที่ต่างกัน ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความสุขสบายจากฝุ่นขนาดเล็กที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และลดการรับสัมผัสเข้าสู่ร่างกายของผู้ปฏิบัติงานและผู้มาใช้บริการ

แหล่งที่มาของฝุ่นมาจากเอกสารจดหมายเหตุประเภทต่างๆ ซึ่งเป็นเอกสารเก่าที่ปนเปื้อนด้วย สารเคมี เชื้อรา ฝุ่นละออง ไรฝุ่น และเชื้อโรคต่างๆ ประกอบขั้นตอนการปฏิบัติงานการประเมินคุณค่าเอกสาร ที่มีการใช้แปรงปิดฝุ่นจากเอกสารทำให้เกิดการฟุ้งกระจาย ประกอบกับห้องในอาคารบางส่วนมีการเปิดประตูและหน้าต่าง มีการใช้พัดลมตั้งโต๊ะทำให้มีการไหลเวียนของอากาศตลอดเวลา และมีฝุ่นจากกิจกรรมภายนอกอาคารเข้ามาในอาคารได้เช่นกัน แหล่งที่มาของฝุ่นขนาดเล็กภายนอกอาคารส่วนใหญ่มาจากการจราจร การเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ยานพาหนะ เนื่องจากหอจดหมายเหตุแห่งชาติจันทบุรีตั้งอยู่ห่างจากถนนท่าหลวงประมาณ 50 เมตร เป็นถนนหลักของตัวเมืองจันทบุรีที่มีการจราจรทั้งวัน สอดคล้องกับผลการศึกษาลักษณะของอนุภาคในอาคารหอจดหมายเหตุ 4 แห่งในประเทศกรีซ ที่พบว่าอนุภาคในอาคารเปิดที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติมาจากฝุ่นละอองในอากาศภายนอกอาคาร แหล่งกำเนิดของฝุ่นส่วนใหญ่เกิดจากการจราจรและกิจกรรมการในชุมชน (Maskova, L. et al, 2015 : 217-224) และเนื่องจากอาคารหอจดหมายเหตุจันทบุรีเป็นอาคารเก่าที่เป็นโครงสร้างปูนผนังเป็นคอนกรีต มี

บานประตูหน้าต่างซึ่งมีการเปิดเพียงบางส่วนเพื่อระบายอากาศ ดังนั้น การเพิ่มอัตราการระบายอากาศของอาคารที่มากเพียงพอจะช่วยลดการสะสมของฝุ่นละอองขนาดเล็ก เนื่องจากอัตราการระบายอากาศที่มากจะส่งผลให้ปริมาณฝุ่นภายในอาคารน้อยกว่าภายนอกอาคาร ทำให้ฝุ่นจากข้างนอกไม่สามารถลอยตัวอยู่ภายในอาคารได้นาน และลักษณะอาคารที่มีโครงสร้างเป็นปูนทั้งหมดจะมีอัตราการระบายอากาศที่ดีเนื่องจากมีช่องทางเข้าออกของลมที่แน่นอน เมื่อฝุ่นละอองเข้ามาในอาคารจึงสามารถระบายออกได้ง่าย (กำไลเงิน ตาวีระ และ ธัญญัสสร ทองเย็น, มปป) ซึ่งระบบระบายอากาศวิธีกลสามารถช่วยลดปริมาณฝุ่นละอองภายในอาคารได้ (ชนัญญา กฤษณะพุกต์ และ ธัญญัสสร ทองเย็น, มปป)

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก หรือฝุ่น $PM_{2.5}$ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่ปฏิบัติงานในอาคารได้โดยเฉพาะนักจดหมายเหตุที่ตรวจสอบประเมินคุณค่าเอกสาร เช่น เกิดการระคายเคืองผิวหนัง ดวงตา หรือระบบทางเดินหายใจ เนื่องจากฝุ่น $PM_{2.5}$ เป็นฝุ่นละเอียดที่คนสามารถรับสัมผัสโดยการหายใจ เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนลึก และถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตผ่านเส้นเลือดฝอยในปอดเข้าสู่ร่างกายได้ (สุชาติ เกียรติวัฒนเจริญ, 2555) ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ส่งผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรงและเป็นที่มาของการเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลเนื่องจากเจ็บป่วยด้วยโรคต่างๆ เพิ่มมากขึ้น (จิตารัตน์ ผลพิบูลย์ และคณะ, 2557 : 40-46) ผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ภายในห้องขนาดเล็กและมีอัตราการหมุนเวียนอากาศอยู่ในระดับต่ำ มีแนวโน้มการเกิดอันตรายหรือการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องจากอาคาร (Building-related Illness) มากขึ้น (เชิดศิริ นิลผาย, 2558 : 13-23)

ข้อเสนอแนะ

จากข้อมูลการศึกษาในครั้งนี้ มีข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขสภาพแวดล้อมในการทำงานภายในอาคาร ได้แก่ การปรับปรุงระบบระบายอากาศของอาคาร และระบบระบายอากาศเฉพาะที่จากแหล่งกำเนิดในขณะปฏิบัติงาน เช่น การติดตั้งระบบดูดอากาศบริเวณงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสาร และการป้องกันการรับสัมผัสที่ตัวบุคคลด้วยการใช้หน้ากากที่สามารถกรองฝุ่นขนาดเล็กได้ การสวมใส่เสื้อผ้าที่ปกปิด และถุงมือขณะปฏิบัติงาน เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเข้าเก็บข้อมูลวิจัยการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2554). “เกร็ดความรู้เรื่องฝุ่นละออง.”

[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.pcd.go.th>. สืบค้น 25 เมษายน 2561.

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2559). คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่. นนทบุรี : กระทรวงสาธารณสุข.

กำไลเงิน ตาวีระ และ ธัญญัสสร ทองเย็น. (มปป). “ผลของการระบายอากาศวิธีธรรมชาติต่อฝุ่นละอองภายในอาคารในช่วงปัญหาหมอกควัน จังหวัดน่าน.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

file:///C:/Users/advice/Downloads/bb0d3-pdf_merged-2-.pdf. สืบค้น 11 มิถุนายน 2563.

เชิดศิริ นิลผาย. (2558, มกราคม - มิถุนายน). “การเจ็บป่วยจากอาคารกับคนทำงานในสำนักงาน.” วารสารก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ . 15(1) : 13-23.

- ชนัญฐา ฤกษ์พุกต์ และ ธัญญภัสสร ท่องเย็น. (มปป). “ความสัมพันธ์ของการระบายอากาศวิธีกลต่อฝุ่นละอองภายในอาคารในช่วงปัญหาหมอกควัน จังหวัดน่าน.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : file:///C:/Users/advice/Downloads/bb0d3-pdf_merged-2-.pdf. สืบค้น 11 มิถุนายน 2563.
- ธิดารัตน์ ผลพิบูลย์, อีสริย์ฐิกา ชัยสวัสดิ์ และ อนุวัตร รุ่งพิสุทธิพงษ์. (2557, มกราคม-มิถุนายน). “ภัยในหน้าหนาวจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5).” วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 8(1) : 40-46.
- สุชาติ เกียรติวัฒนเจริญ. (2555). “มลพิษทางอากาศ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://rt-cmu.blogspot.com>. สืบค้น 25 เมษายน 2561.
- สมุลพริกาณูจน์ มายะรังษี. (2559). รายงานการวิจัย ศึกษาสภาวะที่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติงานตำแหน่งนักจดหมายเหตุ กรณีเหตุพิเศษ ในสำนักหอจดหมายเหตุแห่งชาติและหอจดหมายเหตุแห่งชาติสาขา. จันทบุรี : หอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี
- Maskova, L., Smolik, J. and Vodicka, P.. (2015, April). “Characterisation of Particulate Matter in Different Types of Archives.” **Atmospheric Environment**. V.107 : 217-224.
- SPRING Singapore. (2009). “Singapore Standard SS554:2009, Code of practice for Indoor air quality for air-conditioned buildings”. [Online]. Available : <https://www.scribd.com/doc/174043300/SS-554-2009-Indoor-Air-Quanlity-for-Air-conditioned-in-Building>. Retrieved July 20, 2018.
- US. EPA. (2018) “Particulate Matter (PM) Pollution.” [Online]. Available : <https://www.epa.gov/pm-pollution>. Retrieved April 25, 2018.

คุณค่าทางวิชาการ

หอจดหมายเหตุแห่งชาติ หอสมุด หรือพิพิธภัณฑ์ ที่มีลักษณะกิจกรรมใกล้เคียง สามารถศึกษาข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ไปประกอบการประเมินและปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงานและการให้บริการให้เหมาะสมกับบริบทของตนเองได้

อิทธิพลของอัตราส่วนผสมของโพลีเอทิลีนต่อพฤติกรรมการคืบและความเค้นดึงของวัสดุเชิงประกอบ

วุฒิชัย ลิทธิวงษ์^{1*} ธนกร หอมจำปา² สอนรินทร์ เรืองปรัชญากุล³
คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์^{1* 2 3}
อีเมลล์ : Sittiwong@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 22 พฤษภาคม 2563

วันแก้ไขบทความ 23 มิถุนายน 2563

วันที่ตอบรับบทความ 23 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมการคืบและความเค้นดึงพลาสติกผสม พลาสติกที่ใช้เป็นชนิดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) จากขดนมและขดน้ำยาสระผม ผสมรำขดนม และผสมเกลือ ในอัตราส่วน 50:50 60:40 และ 70:30 โดยน้ำหนัก (wt%)

ผลการทดลองหาค่าความเค้นดึงที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุที่ทดสอบ พบว่าวัสดุชนิด โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง HDPE จากขดนม มีค่าความเค้นดึงมากกว่าแบบอื่นๆ โดยค่าแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 1075.4 นิวตัน เกิดความเค้นสูงสุดอยู่ที่ 19.07 MPa และวัสดุชนิดขดนมผสมรำ 50:50 โดยน้ำหนัก จะมีความเค้นดึงสูงสุดอยู่ที่ 163.47 นิวตัน ความเค้นสูงสุดอยู่ที่ 3.41 MPa ซึ่งใช้ความเค้นดึงน้อยกว่าวัสดุแบบอื่นๆ ผลการทดลองพฤติกรรมการคืบที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกัน พบว่าวัสดุที่ทดสอบทั้งหมดเกิดพฤติกรรมการคืบตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้น พฤติกรรมการคืบที่เป็นไปในแนวเดียวกันและวัสดุที่มีการคืบมากที่สุดคือ HDPE จากขดน้ำยาสระผมและวัสดุที่มีการคืบน้อยที่สุดคือวัสดุผสมขดนมผสมเกลือ 70:30 โดยน้ำหนัก

คำสำคัญ : พฤติกรรมการคืบ พลาสติก ความเค้นดึง โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง

The influence of the plastic mixture rate on the creep and stress behaviour of the composite material

Wuttichai Sittiwong^{1*}, Tanagorn Homchampa², Sornrin Raungphayakul³

Faculty of Agriculture and Technology,

Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus^{1* 2 3}

E-mail Address : Sittiwong@gmail.com^{1*}

Received 22 May 2020

Revised 23 June 2020

Accepted 23 June 2020

Abstract

This research is to study the creep behaviour and tensile Strengths of plastic composited, High-Density Poly Ethylene (HDPE) certain thickness from 50% HDPE bottle and 50% HDPE 50% bran bottle, HDPE plastics from bottles and shampoo bottles. Mix bottle bran and chaff in a ratio of 50:50, 60:40 and 70:30 by weight (wt%).

The results of the tensile test that have been compared with the 5 types of tested materials show that the material type The thickest High Density Polyethylene HDPE from the milk bottle uses more pulling force than other materials. The plastic has the maximum tensile strength of 1075.4 Newtons, which has the highest stress at 19.07 MPa and bottle-type material with 50:50 bran by weight, the plastic has the highest tensile strength of 163.47 Newtons. The maximum stress is 3.41 MPa, which requires less pulling force than other materials. The results of the creep behaviour when comparing with the 4 types of tested materials, found that all 4 types of materials that have rapid creep behaviour during the initial period have the same creep behaviour and the material with minimal creep is a bottle mixing material with husks 70:30 by weight

Keywords: Creep behaviour, Plastic, Tensile strength, High-Density Poly Ethylene

บทนำ

จากปัญหาปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในประเทศไทยที่มีสูงถึงประมาณ 64 ล้านตัน/วัน ซึ่งเป็นพลาสติกขยะพลาสติกสูงถึง 20 เปอร์เซ็นต์หรือวันละเกือบ 1,000 ตัน ทำให้ภาครัฐต้องสูญเสียงบประมาณจำนวนมากกับปัญหาการจัดการ การกำจัด การแยกขยะตามหลักการ 3R คือ “Reduce” “Reuse” และ “Recycle” ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาขั้นต้น แต่ปัญหาการกำจัดเก็บซึ่งนับวันจะหายาก (กัลทิมา เชาวชาญชัยกุล และ วัลลภ หาญณรงค์ชัย, 2558) การคัดแยกขยะจำนวนมากก็เป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อชุมชน การนำขยะพลาสติกที่มีอยู่มาแปรรูปเป็นวัสดุเสริมแรงจะช่วยลดปัญหาได้หลายด้าน เช่น การจัดหาสถานที่สำหรับการฝังกลบ หากนำพลาสติกมาผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาด คัดแยก จะช่วยกำจัดขยะและก่อให้เกิดประโยชน์กับสาธารณะคือการนำมาทำวัสดุในงานก่อสร้างด้านกรรมโยธาและในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น แผ่นพลาสติกสำเร็จรูป การใช้เป็นวัสดุเสริมแรง ที่สามารถรับแรงอัดได้สูง เป็นตัวประสานที่ดี เนื่องจากด้านการซึมของน้ำได้ดีกว่า (วิระ ลิลาสิลปะศาสตร์, 2558) ดังที่ได้มีผู้ทำการศึกษาแล้ว โดยการนำเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรมาผสมพลาสติกเพื่อทำแผ่นปาร์ติเคิล จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ได้เผยแพร่ข้อมูลการพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรว่าในแต่ละปีประเทศไทยมีปริมาณผลผลิตและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมากหลายพันตัน ไม่ว่าจะเป็น แกลบ ฟาง ชัง กากอ้อย เป็นต้น ทำให้มีผลงานวิจัยจำนวนมากที่นำเอาวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรมาพัฒนาเป็นแผ่นปาร์ติเคิลเพื่อส่งเสริมการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีการผลิต และช่วยเพิ่มรายได้ให้เกษตรกร แต่อย่างไรก็ตาม การทำแผ่นปาร์ติเคิลใช้สารยึดเกาะประเภทกาวสังเคราะห์ประเภทกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน เป็นสารยึดเกาะ

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาการนำขยะประเภทพลาสติกมาใช้เป็นสารยึดเกาะแทนกาวสังเคราะห์ และยังสามารถเสริมความแข็งแรง หรือวัสดุเสริมแรง (Reinforced material) ให้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร นอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้ขยะพลาสติก ลดการปริมาณขยะได้อย่างง่ายและเกิดประโยชน์ โดยจะทำการหาคุณสมบัติเชิงกล โดยเฉพาะการรับแรงดึง แรงกด การดูดซับพลังงาน และการคืบตัว เป็นต้น เพื่อจะให้เป็นทางเลือกในการนำขยะจากพลาสติกมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในโครงสร้างของวัสดุ ด้วยกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน อย่างไรก็ตาม บทความนี้จะนำเสนอเพียงพฤติกรรมการคืบตัวและความเค้นดึงของพลาสติกผสมเท่านั้น

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาพฤติกรรมการคืบของพลาสติกผสม
2. ศึกษาความเค้นดึงของพลาสติกผสม

วิธีการวิจัย

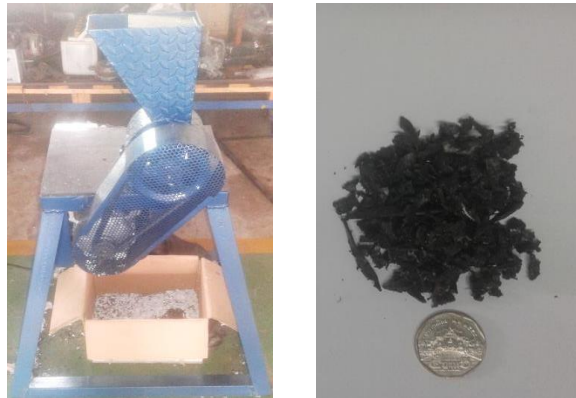
1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาพฤติกรรมการคืบและความเค้นดึงของขยะพลาสติกผสม มีดังนี้

1.1 เครื่องย่อยพลาสติก

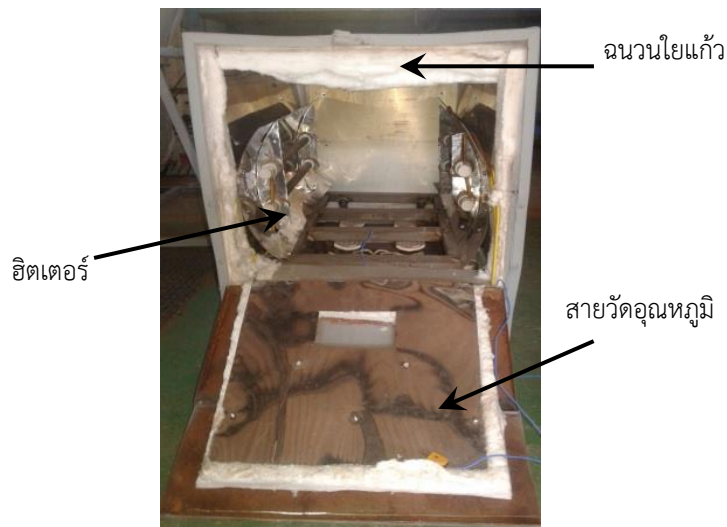
เป็นเครื่องใช้สำหรับย่อยพลาสติกให้เป็นชิ้นเล็กๆ ก่อนทำการฉีดพลาสติก จะมีใบเลื่อยทำการตัดแผ่นเศษพลาสติกให้ขาดเป็นเล็กโดยมีตะแกรงเป็นตัวกำหนดขนาดของพลาสติกให้ได้ 0.5-1 เซนติเมตร เพื่อง่ายต่อการหลอมละลาย ดังแสดงในรูปที่ 1

1.2 ตู้อบพลาสติก

ใช้สำหรับอบพลาสติกให้หลอมละลายเพื่ออัดเป็นแผ่นโดยใช้ความร้อนจากฮีตเตอร์ที่อุณหภูมิ 150-250 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 เครื่องย่อยพลาสติก



รูปที่ 2 ตู้อบพลาสติก

1.3 แทนทดสอบการอัดพลาสติก

แทนใช้อัดพลาสติกเพื่อขึ้นรูปพลาสติกแผ่นด้วยระบบไฮดรอลิก (Hydraulic) ดังแสดงในรูปที่ 3

1.4 เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ

เครื่องวัดและบันทึกข้อมูล (Data logger) ยี่ห้อ Extech รุ่น TM500 เป็นเครื่องบันทึกข้อมูล 12 ช่องสัญญาณ มีช่วงการวัดอุณหภูมิระหว่าง -100 องศาเซลเซียส ถึง 1,300 องศาเซลเซียส ค่าความถูกต้อง ± 2 องศาเซลเซียส ใช้สำหรับวัดและบันทึกอุณหภูมิห้องทดสอบ หรือตู้อบด้วยสาย thermocouple ชนิด K ดังรูปที่ 4

กระบอกไฮดรอลิก

ตุ้มน้ำ

ชุดปั๊มไฮดรอลิก



รูปที่ 3 แท่นอัดพลาสติกไฮดรอลิก



รูปที่ 4 เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ



รูปที่ 5 เครื่องชั่งน้ำหนัก

1.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก

ใช้ในการชั่งน้ำหนักของพลาสติกที่สับละเอียดแล้วเพื่อนำไปอัดด้วยแม่พิมพ์ มีช่วงการวัดอยู่ที่ 0 – 2 กิโลกรัม ค่าความละเอียดของเครื่องชั่งมีค่าเท่ากับ 0.01 กรัม ดังรูปที่ 5

1.6 เครื่องทดสอบแรงดึง

ใช้ในการทดสอบแรงดึงของชิ้นงานเพื่อหาค่าความเค้นและความเครียดของชิ้นงาน ยี่ห้อ Lloyd Instruments รุ่น LR10K plus ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 เครื่องทดสอบแรงดึง

2. วิธีการทดลอง

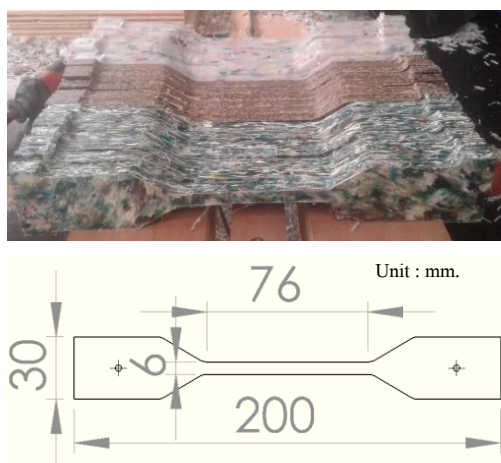
การทดสอบหาค่าความเค้นดึง

2.1 การอัดพลาสติกให้เป็นแผ่น ขนาดของแผ่นพลาสติกที่อัดได้ $510 \times 260 \times 8$ มิลลิเมตร จากพลาสติกที่ใช้เป็นชนิดโพลีเอทิลีน ความหนาแน่นสูง (HDPE) จากขบวนการและขบวนการอัดพลาสติกจะถูกละลายให้มีขนาด 5-10 มิลลิเมตร เพื่อสามารถหลอมละลายได้ง่ายและถูกผสมกับวัสดุที่เหลือจากการผลิตทางการเกษตร วัสดุทางการเกษตรที่นำมาใช้ได้แก่ แกลบ และรำข้าว โดยนำพลาสติกที่ถูกละลายมาผสมในอัตราส่วนต่างๆ ในปริมาณรวม 1 กิโลกรัม ได้แก่ พลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน ผสมรำข้าว 50:50 พลาสติกผสมแกลบ 60:40 และ 70:30 โดยน้ำหนัก (wt%) โดยขนาดของรำข้าวและแกลบที่ได้จากกระบวนการแปรรูปทางการเกษตรไม่มีการคัดแยกขนาด โดยให้ความร้อนของตู้อบให้ความร้อนที่ 150 – 200 องศาเซลเซียส นำวัสดุผสมในแบบแม่พิมพ์หล่อเข้าตู้อบโดยให้ความร้อนเริ่มต้น 1 ชั่วโมงแรก 150 – 170 องศาเซลเซียส และชั่วโมงที่ 2 อุณหภูมิ 170-200 องศาเซลเซียส แล้วจึงใช้แท่นทดสอบอัดพลาสติกแบบไฮดรอลิกอัดที่ความดัน 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นความดันที่เหมาะสมในการอัดพลาสติก จากการทดลองพบว่าหากใช้ความดันอัดต่ำ วัสดุพลาสติกแผ่นอัดจะมีผิวของวัสดุที่ไม่เรียบเนื้อพลาสติกหลอมเหลวกระจายไม่ทั่วแผ่น และหากใช้ความดันที่สูงกว่าจะทำให้วัสดุผสมที่หลอมเหลวจากความร้อนถูกอัดออกจากแม่พิมพ์ทำให้ได้ขนาดของแผ่นพลาสติกที่มีความหนาลดลง หลังจากอัดพลาสติกที่ความดัน 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรแล้วจึงปล่อยให้เย็นในแบบแล้วจึงแกะออก



รูปที่ 7 พลาสติกอัด

2.2 พลาสติกที่ได้จากการอัดแต่ละชนิดจากแม่พิมพ์ นำมาตัดรูปทรงดัมเบลล์ให้ได้ตามขนาดมาตรฐาน การทดสอบที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 พลาสติกที่ตัดตามแบบแล้วพร้อมเข้าเครื่องทดสอบแรงดึง

2.3 นำพลาสติกทดลองที่ตัดให้ได้ตามกำหนดไปเข้าเครื่องทดสอบแรงดึง เครื่องจะทำการดึงชิ้นงานมาตรฐาน ASTM D638 อย่างช้าๆจนชิ้นงานขาด แล้วบันทึกผล ดังรูปที่ 9

3. ทดสอบหาการคืบตัว

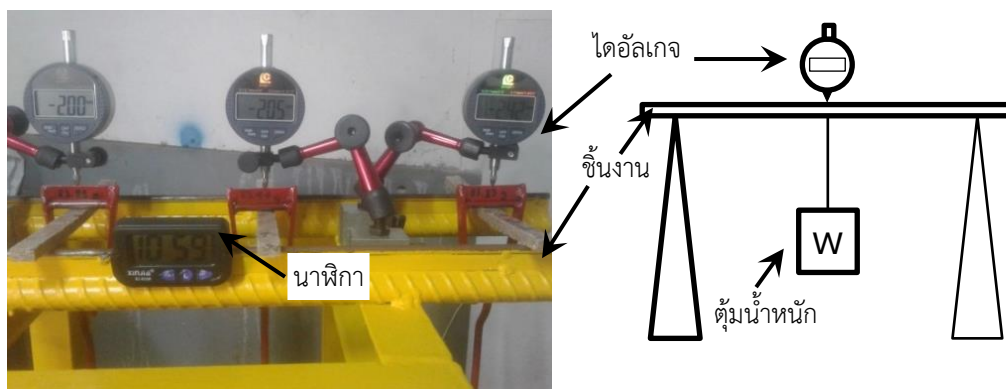
3.1 พลาสติกที่อัดแล้วนำมาตัดเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้ได้ตามขนาด 200 x13x8 มิลลิเมตร เพื่อนำไปทดสอบความคืบตามมาตรฐาน ASTM D790 ดังรูปที่ 10



รูปที่ 9 พลาสติกที่กำลังทดสอบแรงดึง



รูปที่ 10 พลาสติกทั้ง 5 แบบ ที่ตัดตามขนาด 200x13x8 มิลลิเมตร



รูปที่ 11 การทดลองความเคี้ยว

3.2 เมื่อได้ขนาดตามที่ต้องการและนำมาทดสอบความคืบโดยวางลงบนแท่นทดสอบ แขนงตัมน้ำหนักกึ่งกลางขึ้นทดสอบ วัดระยะการคืบโดยได้อัลเกจตลอดเวลาด้วยกล้องวงจรปิด

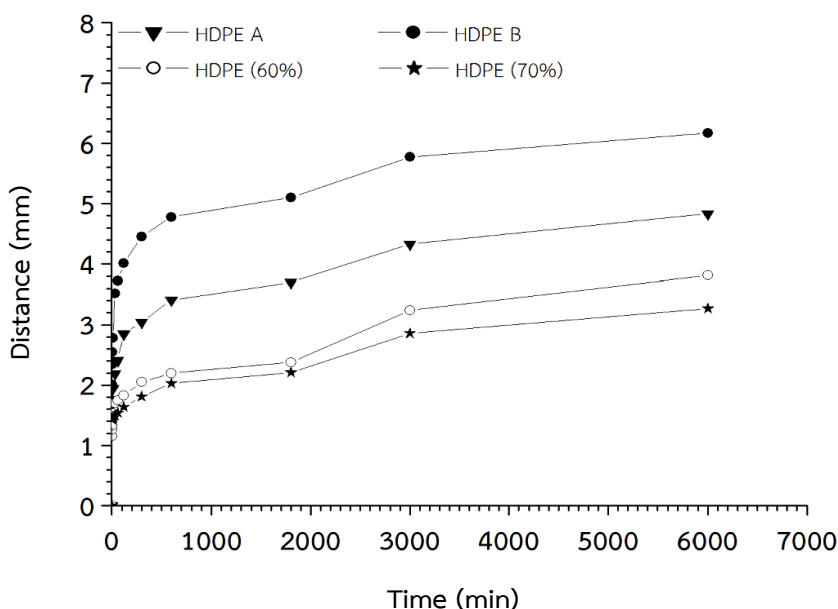
3.3 ใช้เวลาในการทดลองโดยแบ่งเป็น ช่วง 1 3 6 12 และ 30 นาที และ 1 2 5 10 20 50 และ 100 ชั่วโมง ใช้กล้องวงจรปิดในการบันทึกผลการทดลอง ดังรูปที่ 11

ผลการวิจัย

การทดสอบการคืบและความเค้นดึงเป็นส่วนสำคัญของการชี้วัดความล้าในวัสดุและเป็นคุณสมบัติที่ระบุไว้ในวัสดุพลาสติก การทดสอบการคืบเป็นค่าที่บอกความสามารถในการรับแรงดัดหรือการโก่งงอของวัสดุโดยมีมาตรฐานการทดสอบคือ ASTM D790 (เข็มชัย เหมะจันทร์, 2537) เป็นมาตรฐานสำหรับการทดสอบพลาสติกที่มีการเสริมแรงและไม่เสริมแรง การทดสอบแรงดึง คือการวัดความสามารถของวัสดุที่จะทนต่อแรงที่ดึงให้ขาดออกจากกันเพื่อกำหนดขอบเขตการยืดตัวก่อนจะขาด การทดสอบแรงดึงขึ้นงานทดสอบจะถูกจับยึดไว้ที่ปลายแต่ละด้านและถูกดึงให้แยกออกจากกันอย่างต่อเนื่องเพื่อวัดแรงที่ทำให้วัสดุที่ทดสอบยืดออกด้วยอัตราคงที่ ซึ่งวัสดุที่ต่างกันจะทำให้ได้คุณสมบัติเชิงกลที่แตกต่างกัน สำหรับการทดสอบแรงดึงของพอลิเมอร์นั้นใช้มาตรฐานในการทดสอบคือ มาตรฐาน ASTM D638 เป็นมาตรฐานสำหรับการทดสอบพลาสติกที่มีการเสริมแรงและไม่เสริมแรง (วีระพล เปี่ยมสุภักพงศ์, 2556)

1. ผลการทดสอบความคืบ

1.1 ผลการทดลองความคืบที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิด HDPE ทั้ง 4 แบบ ได้แก่ HDPE A (ขวนม), HDPE B (ขวนน้ำยาสระผม), HDPE 60% (ขวนนมผสมเกลบ 60:40), HDPE 70% (ขวนนมผสมเกลบ 70:30) เวลาการทดสอบ 100 ชั่วโมง (6,000 นาที) ที่น้ำหนักตัมในการทดสอบ 1.3 กิโลกรัม



รูปที่ 12 ผลการทดลองความคืบโดยใช้น้ำหนักตัม 1.3 กิโลกรัม เวลาในการทดสอบ 100 ชั่วโมง

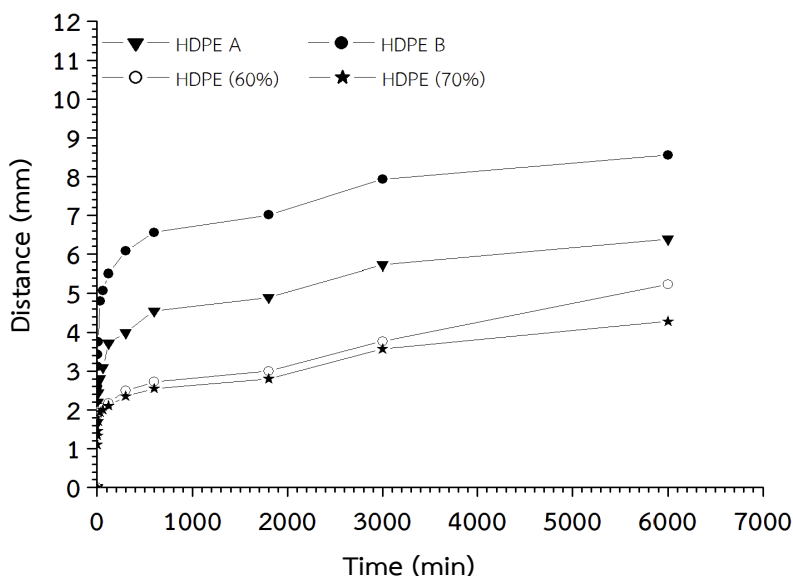
จากรูปที่ 12 วัสดุชนิด HDPE A (ขดนม) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 3.41 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาที่แรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุด ที่ 4.83 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที่ ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาที่แรก เพียง 1.42 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE B (ขดน้ำยาสระผม) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 4.78 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1 - 600 นาที่แรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุด ที่ 6.17 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที่ ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาที่แรก เพียง 1.39 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE 60% (ขดนมผสมเกลบ 60 : 40) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 2.2 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1 - 600 นาที่แรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 3.81 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที่ ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาที่แรก เพียง 1.61 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE 70% (ขดนมผสมเกลบ 70:30) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 2.03 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาที่แรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 3.27 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที่ ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาที่แรก เพียง 1.24 มิลลิเมตร และวัสดุชนิด HDPE 50% (ขดนมผสมร่า 50:50) ไม่สามารถทดสอบได้เนื่องจากรองรับน้ำหนัก 1.3 กิโลกรัม ไม่ได้

1.2 ผลการทดลองความคืบที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิด HDPE ทั้ง 4 แบบ ได้แก่ HDPE A (ขดนม), HDPE B (ขดน้ำยาสระผม), HDPE 60% (ขดนมผสมเกลบ 60:40), HDPE 70% (ขดนมผสมเกลบ 70:30) ที่เวลาในการทดสอบ 100 ชั่วโมง (6,000 นาที่) ที่น้ำหนักดัมในการทดสอบ 1.6 กิโลกรัม



รูปที่ 13 ผลการทดลองความคืบโดยใช้น้ำหนักดัม 1.6 กิโลกรัม เวลาในการทดสอบ 100 ชั่วโมง

จากรูปที่ 13 แสดงให้เห็นว่าวัสดุชนิด HDPE A (ขดนม) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 4.55 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาที่แรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่ง

ของวัสดุสูงสุดที่ 6.39 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที่ ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาที่แรก เพียง 1.84 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE B (ขาดแบ่งและขาดแซมพู) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 6.56 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาที่แรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 8.55 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6500 นาที่ ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาที่แรก เพียง 1.99 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE (60%) (ขาดนมผสมเกลบ 60:40) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 2.72 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาที่แรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 4.28 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที่ ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาที่แรก เพียง 1.56 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE (70%) (ขาดนมผสมเกลบ 70:30) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 2.55 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาที่แรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 5.23 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6500 นาที่ ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาที่แรก เพียง 2.68 มิลลิเมตร และ วัสดุชนิด HDPE 50% (ขาดนมผสมร่า 50:50) ไม่สามารถทดสอบได้เนื่องจากรองรับน้ำหนัก 1.6 กิโลกรัมไม่ได้

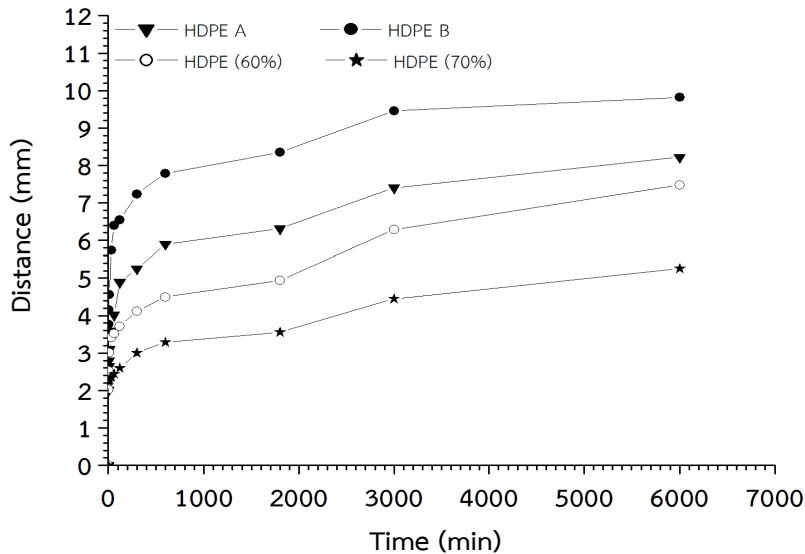
1.3 ผลการทดลองความคืบที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิด HDPE ทั้ง 4 แบบ ได้แก่ HDPE A (ขาดนม) , HDPE B (ขาดน้ำยาสระผม) , HDPE 60% (ขาดนมผสมเกลบ 60:40) , HDPE 70% (ขาดนมผสมเกลบ 70:30) ที่เวลาการทดสอบ 100 ชั่วโมง (6,000 นาที่) ที่น้ำหนักดัมในการทดสอบ 1,900 กรัม

จากรูปที่ 14 แสดงให้เห็นว่าวัสดุชนิด HDPE A (ขาดนม) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 5.9 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาที่แรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 8.22 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600 – 6,500 นาที่ ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาที่แรก เพียง 2.62 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE B (ขาดแบ่งและขาดแซมพู) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 7.79 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาที่แรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 9.82 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600 – 6,500 นาที่ ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาที่แรก เพียง 2.03 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE (60%) (ขาดนมผสมเกลบ 60:40) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 4.5 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาที่แรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 7.48 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที่ ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาที่แรก เพียง 2.98 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE (70%) (ขาดนมผสมเกลบ 70:30) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 3.29 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาที่แรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 5.26 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที่ ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาที่แรก เพียง 1.97 มิลลิเมตร และวัสดุชนิด HDPE 50% (ขาดนมผสมร่า 50:50) ไม่สามารถทดสอบได้เนื่องจากรองรับน้ำหนัก 1.9 กิโลกรัมไม่ได้



รูปที่ 14 ผลการทดสอบความเค้นโดยใช้น้ำหนักตุ้ม 1,900 กรัม เวลาในการทดสอบ 100 ชั่วโมง

2. ผลการทดลองความเค้นดึง

2.1 ผลการทดลองแรงดึง (Tensile) วัสดุชนิด HDPE ทั้ง 5 แบบ ได้แก่ HDPE A (ขวดนม), HDPE B (ขวดน้ำยาสระผม), HDPE 70% (ขวดนมผสมแอลกอฮอล์ 70:30), HDPE 60% (ขวดนมผสมแอลกอฮอล์ 60:40) และ HDPE 50% (ขวดนมผสมน้ำ 50:50)

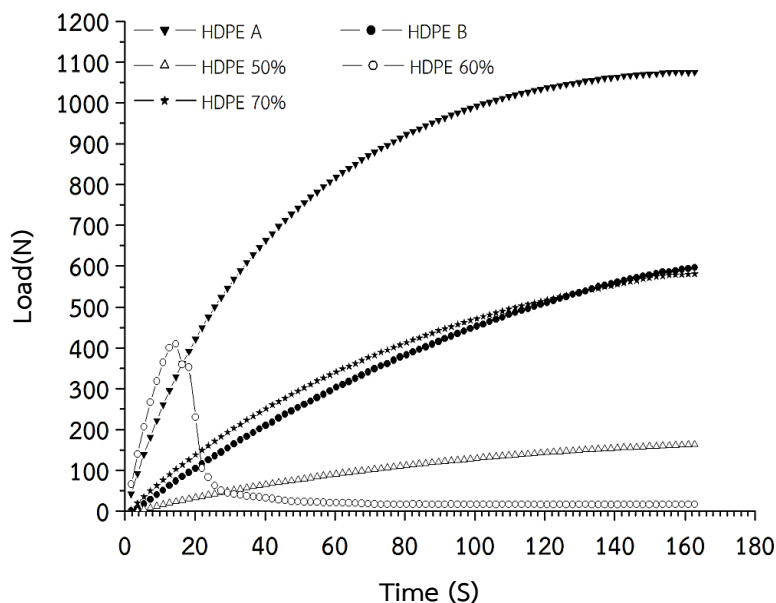
จากรูปที่ 15 แสดงให้เห็นว่าวัสดุชนิด HDPE A (ขวดนม) ใช้แรงในการดึงมากกว่าวัสดุแบบอื่นๆ โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 817.99 นิวตัน ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 1037.52 นิวตัน จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 1075.4 นิวตัน

วัสดุชนิด HDPE B (ขวดน้ำยาสระผม) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 303.58 นิวตัน ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 511.75 นิวตัน จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 596.14 นิวตัน

วัสดุชนิด HDPE 50% (ขวดนมผสมน้ำ 50:50) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 90.99 นิวตัน ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 143.81 นิวตัน จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 163.47 นิวตัน

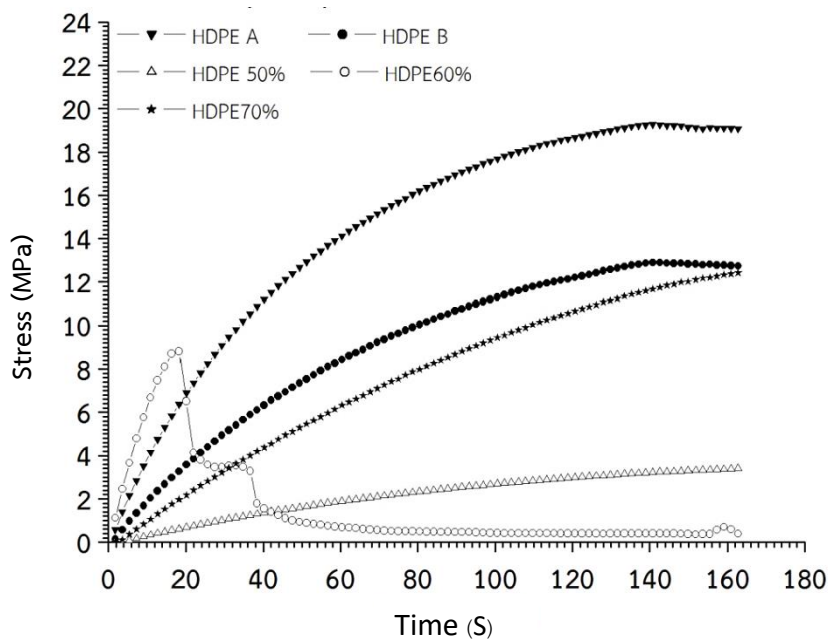
วัสดุชนิด HDPE 60% (ขวดนมผสมแอลกอฮอล์ 60:40) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 14.62 วินาที พลาสติกเกิดแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 409.92 นิวตัน วัสดุขาดแต่มิเส้นใยที่ยังไม่ขาดบางส่วน

วัสดุชนิด HDPE 70% (ขวดนมผสมแอลกอฮอล์ 70:30) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 341.16 นิวตัน ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 518.27 นิวตัน จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 580.4 นิวตัน



รูปที่ 15 ผลการทดลองแรงดึงของวัสดุชนิด HDPE ทั้ง 5 แบบ

2.2 ผลการทดลองความเค้น (Stress) วัสดุชนิด HDPE ทั้ง 5 แบบ ได้แก่ HDPE A (ขวดนม), HDPE B (ขวดน้ำยาสระผม) HDPE 70% (ขวดนมผสมแอลกอฮอล์ 70:30), HDPE 60% (ขวดนมผสมแอลกอฮอล์ 60:40), HDPE 50% (ขวดนมผสมน้ำ 50:50)



รูปที่ 16 ผลการทดลองความเค้น (Stress) ของวัสดุชนิด HDPE ทั้ง 5 แบบ

จากรูปที่ 16 แสดงให้เห็นว่าวัสดุชนิด HDPE A (ขวดนม) เกิดความเค้นมากกว่าวัสดุแบบอื่นๆ โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 14.116 MPa ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 18.67 MPa จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดความเค้นสูงสุดอยู่ที่ 19.07 MPa

วัสดุชนิด HDPE B (ขวดน้ำยาสระผม) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 8.43 MPa ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 12.21 MPa จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดความเค้นสูงสุดอยู่ที่ 12.70 MPa

วัสดุชนิด HDPE 50% (ขวดนมผสมรำ 50:50) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 1.90 MPa ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 3.00 MPa จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดความเค้นสูงสุดอยู่ที่ 3.41 MPa

วัสดุชนิด HDPE 60% (ขวดนมผสมกลบ 60:40) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 18.29 วินาที ความเครียดสูงสุดอยู่ที่ 8.815 MPa วัสดุเกิดการขาดแตมีเส้นใยที่ยังไม่ขาดบางส่วน

วัสดุชนิด HDPE 70% (ขวดนมผสมกลบ 70:30) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 6.32 MPa ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 10.66 MPa จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดความเค้นสูงสุดอยู่ที่ 12.42 MPa

อภิปรายผลและสรุปผล

สรุปผลการทดลองแรงดึง (Tensile) วัสดุชนิด HDPE ทั้ง 5 แบบ ได้แก่ HDPE จากขวดนม HDPE จากขวดน้ำยาสระผม HDPE 70% (ขวดนมผสมกลบ 70:30), HDPE 60% (ขวดนมผสมกลบ 60:40) และ HDPE 50% (ขวดนมผสมรำ 50 : 50)

จากผลการทดลองพบว่า วัสดุชนิด HDPE จากขวดนม ใช้แรงในการดึงมากกว่าวัสดุแบบอื่นๆ โดยพลาสติกจะมีแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 1,075.4 นิวตัน ซึ่งมากกว่าขวดน้ำยาสระผม โดยพลาสติกจะมีแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 596.14 นิวตันถึงแม้ว่าวัสดุที่ใช้ในการทดลองเป็นประเภทเดียวกัน แต่ผลแตกต่างกันซึ่งสาเหตุเบื้องต้นคือ วัสดุเจือปนอื่นจากกระบวนการผลิต เช่น ปริมาณสีเจือปนในเนื้อวัสดุเป็นต้น และเมื่อนำไปผสมกับวัสดุทางการเกษตรเปรียบเทียบกับระหว่างรำข้าว และกลบ พบว่า วัสดุผสมกลบรับแรงดึงได้ดีกว่าเนื่องจากคุณลักษณะทางกายภาพของกลบมีความเป็นเส้นใยกว่าเมื่อเทียบกับรำข้าว

นอกจากนี้ ผลการทดลองความเค้นที่เกิดขึ้นที่น้ำหนักดัมในการทดสอบต่างกัน พฤติกรรมการคืบตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีพฤติกรรมการคืบที่เป็นไปในแนวเดียวกันและวัสดุที่มีการคืบมากที่สุดคือแบบ HDPE B (ขวดน้ำยาสระผม) และวัสดุที่มีการคืบน้อยที่สุดคือวัสดุแบบ HDPE (ขวดนมผสมกลบ 70:30) ดังเช่นเดียวกับกรณีทดสอบการรับแรงดึงในเบื้องต้น

ข้อเสนอแนะ

จากปัญหาของการวิจัย วัสดุขยะประเภทพลาสติก HDPE ได้แก่ ขวดนม ขวดน้ำยาสระผม มีคุณสมบัติในการคงสภาพความเป็นพลาสติกสูงกว่าพลาสติกชนิดอื่นที่เป็นพลาสติกประเภทขยะเมื่อผ่านกระบวนการทางความร้อน หรือหลอมละลาย เช่น ขวดน้ำดื่ม (ขวดที่ทำจาก PET) พลาสติก HDPE จึงเหมาะกับการนำไปพัฒนาขึ้นรูปได้แต่อย่างไรก็ตาม พลาสติกชนิดนี้ก็ยังมีจำนวนน้อยกว่าพลาสติกประเภท PET

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนงบประมาณวิจัย ปีงบประมาณ 2560 ขอขอบคุณ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ตลอดจนถึงเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

เอกสารอ้างอิง

กัลทิมา เชาวน์ชาญกุล และ วัลลภ หาญณรงค์ชัย.(2558). การผลิตวัสดุดูดซับเสียงจากวัสดุผสมยางโฟม

ธรรมชาติและเส้นใยธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เข็มชัย เหมะจันทร์.(2537). เทอร์โมพลาสติกเสริมแรง. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระพล เปี่ยมสุภักดิ์.(2556). ประสิทธิภาพการรับแรงดัดของแผ่นพื้นฉนวนโครงสร้างที่เสริมด้วยวัสดุเสริมแรงคอมโพสิตเสริมเส้นใย. สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

วีระ ธิลาสิลปะศาสน์.(2558). แบบจำลองพฤติกรรมการคืบของวัสดุผสมพอลิโพรพิลีนและผงไม้ยางพารา. สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

คุณค่าทางวิชาการ

วัสดุผสมจากพลาสติกและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร นำไปใช้เป็นประโยชน์ทดแทนวัสดุก่อสร้าง หรือทำวัสดุในงานก่อสร้างได้ดี เช่น ทดแทนไม้อัด ไม้แบบ แผ่นพาดิเคลบอร์ด หรืออื่นๆ ได้ดี เนื่องจากมีน้ำหนักเบา คงทน และที่สำคัญช่วยเพิ่มมูลค่าให้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ลดปัญหาขยะอีกด้วย

อุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์

สรศักดิ์ หนองดี^{1*} เกียรติภูมิ ชูชี² อักษรเพชร วิจิตรเรืองชัย³
แผนกวิชาเทคนิคการผลิต วิทยาลัยสารพัดช่างสุรินทร์
อีเมล : toonnoy_22@hotmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 21 พฤษภาคม 2563

วันที่แก้ไขบทความ 16 มิถุนายน 2563

วันที่ตอบรับบทความ 16 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงาน และ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้อุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ประชากรและกลุ่มตัวอย่างคือบุคลากรทางการแพทย์โรงพยาบาลสุรินทร์ 68 ถนนหลักเมือง อำเภอเมือง จังหวัด สุรินทร์ จำนวน 15 คน ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์เปรียบเทียบกับถอดถุงมือด้วยวิธีแบบเดิม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามและแบบบันทึก สถิติที่ใช้ในการวิจัยคือค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์สามารถลดขั้นตอนการถอดถุงมือลงเหลือเพียง 2 ขั้นตอนจากการถอดถุงมือของบุคลากรทางการแพทย์ในปัจจุบัน 5 ขั้นตอนใช้เวลาในการถอดถุงมือเฉลี่ย 2.8 วินาทีจากการใช้เวลาในการถอดถุงมือของบุคลากรทางการแพทย์ในปัจจุบัน เฉลี่ย 8.7 วินาที เร็วขึ้นเฉลี่ย 5.9 วินาที โดยรวมกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์มากที่สุดที่ ($\bar{X} = 4.59$) (S.D. = 0.57) เมื่อเปรียบเทียบกับถอดถุงมือของบุคลากรทางการแพทย์ในปัจจุบัน

คำสำคัญ : อุปกรณ์ ถอดถุงมือ ทาง การแพทย์



The Equipment for Removing Medical Gloves

Sorasak Nongdee^{1*}, Kiartiphum Chuchee², Ugsomphet Vijitreugchai³

Department of Technical Production, Surin Polytechnic College

Email : toonnoy_22@hotmail.com^{1*}

Received 21 May 2020

Revised 16 June 2020

Accepted 16 June 2020

Abstract

This research aims to find the performance and to assess the satisfaction of users, devices, remove your gloves off infections. Population and sample is the medical staff, the hospital in Surin, 68 main street, Amphoe mueang Surin province number of 15 people from (Purposive Sampling) experiments in using the device, disconnect the glove off infections compared with conventional methods, remove your gloves. Tools used in research is a query and a. The statistics used in this research is (Percentage), (Mean), (Standard Deviation).

Research has found that the performance of the device, disconnect the glove off infection can reduce the process to remove your gloves to just 2 steps from the glove of medical personnel in the current process takes 5 to remove your gloves average 2.8 seconds, from using the gloves of the medical personnel at the current average of 8.7 seconds faster average 5.9 seconds, including samples, are satisfied, equipment, remove your gloves off infection, the most.

Keywords : Equipment, Glove, Medical

บทนำ

โรงพยาบาลเป็นสถานบริการทางการแพทย์ที่มีลักษณะและกระบวนการทำงานที่หลากหลายเช่น มีงานรักษาพยาบาลผู้ป่วย งานห้องผ่าตัด งานห้องปฏิบัติงานชั้นสูตร งานซ่อมบำรุง งานซักฟอกงานครัว งานกำจัดขยะและของเสียต่าง ๆ เป็นต้น บุคลากรที่ทำงานในโรงพยาบาลจึงเป็นกลุ่มคนทำงานกลุ่มหนึ่งที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาด้านสุขภาพ เนื่องจากต้องปฏิบัติงานและมีโอกาสสัมผัสกับสิ่งคุกคามต่อสุขภาพทั้งทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ กายศาสตร์ อันตรายต่าง ๆ ที่อาจเกิดจากลักษณะงานและกระบวนการทำงาน (สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2551)

จากรายงานการวิจัย การประเมินระดับความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพของบุคลากรโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ พบว่า หน่วยงานที่มีโอกาสได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานสูงสุด คือ ภาควิชาพยาธิวิทยา (วิศรุต ศรีสินทร, 2550) ดังนั้นผู้ที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ควรมีความรู้ ความเข้าใจถึงวิธีปฏิบัติตนเพื่อลดความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสสิ่งคุกคามและอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่อาจเกิดจากการปฏิบัติงาน รวมถึงวิธีการดูแลตนเองและดูแลผู้อื่นที่ปฏิบัติงานในสถานที่เดียวกันหากมีอุบัติเหตุ หรือเหตุการณ์อันไม่พึงประสงค์เกิดขึ้นถุงมือ (Gloves) การสวมถุงมือสะอาดมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันพยาบาลสัมผัสเลือด สิ่งคัดหลั่ง บาดแผล และเยื่อเมือกของผู้ป่วยโดยตรง ป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคจากมือพยาบาลสู่ผู้ป่วย และเป็นการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคจากผู้ป่วยรายหนึ่งสู่ผู้ป่วยรายอื่นจากการปฏิบัติงานของพยาบาล ปัจจุบันการถอดถุงมืออย่างถูกวิธีสามารถป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้ สำหรับการถอดถุงมือจะถอดข้างใดก่อนขึ้นอยู่กับความถนัด การปฏิบัติที่สำคัญ คือ ขณะที่ถอดถุงมือต้องระวังอย่าให้ด้านนอกของถุงมือสัมผัสกับผิวหนังหรือสิ่งอื่นใด และต้องล้างมือหลังถอดถุงมือ จากข้อมูลดังกล่าวเห็นได้ว่าบุคลากรทางการแพทย์ที่ปฏิบัติงานให้บริการมีความเสี่ยงจากการสัมผัสสิ่งคุกคามและอุบัติเหตุต่างๆที่เกิดจากการปฏิบัติงานซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนการให้บริการหรือเสร็จสิ้นจากปฏิบัติกิจกรรมการรักษาพยาบาลการใส่ถุงมือจึงเป็นสิ่งสำคัญมากในการป้องกันเชื้อโรคที่เกิดจากการสัมผัสขณะทำการรักษาผู้ป่วยและในขั้นตอนการถอดถุงมือที่มีการปนเปื้อนเชื้อโรคหลังการให้บริการเสร็จนั้นก็มีความเสี่ยงที่จะได้รับเชื้อโรคจากการกระเด็นหรืออุบัติเหตุจากการถอดถุงมือซึ่งอาจเกิดขึ้นได้เช่นกัน

จากการศึกษา พบว่า บุคลากรทางการแพทย์ที่ปฏิบัติงานให้บริการในโรงพยาบาลที่มีการติดเชื้อจากการปฏิบัติงาน มากกว่าร้อยละ 80 เกิดจากเลือดและสารคัดหลั่งผ่านทางผิวหนังการสัมผัสบุคลากรที่ปฏิบัติงานในห้องผู้ป่วยและบุคลากรที่ให้บริการทางการแพทย์ถูกฉีดยาในโรงพยาบาลต่างๆ เป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากการปฏิบัติงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อที่แพร่ผ่านทางเลือดและสารคัดหลั่งที่เป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญ (พิพัฒน์ ลักษณะิจารัตกุล และคณะ, 2559 : 14)

จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นความสำคัญของการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ให้สามารถฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอัลตราไวโอเลตหรือรังสียูวี (UV-C) พร้อมทั้งการปิด-เปิดอัตโนมัติเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์อำนวยความสะดวกทางการแพทย์ แก่ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ต่อการถอดถุงมือของบุคลากรทางการแพทย์ซึ่งเป็นบุคลากรที่ทรงคุณค่าของสังคม ช่วยลดปัจจัยความเสี่ยงจากการถอดถุงมือหลังการปฏิบัติงานเสร็จ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้อุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์

วิธีการวิจัย

ในการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ วิธีการดำเนินงานมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การสร้างเครื่องถอดถุงมือทางการแพทย์

1.1 ศึกษาบริบทของ กลุ่มบุคลากรทางการแพทย์ โรงพยาบาลสุรินทร์ 68 ถนนหลักเมือง อำเภอเมือง จังหวัด สุรินทร์และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลนาบัว หมู่ที่ 6 ตำบลนาบัว อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ซึ่งเป็นบุคลากรทางการแพทย์ โดยสำรวจและวิเคราะห์ความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ศึกษาวิธีการถอดถุงมือติดเชื้อ ที่ใช้ในตั้งแต่อดีตมาถึงปัจจุบัน

1.3 วิเคราะห์องค์ความรู้ต่างๆ เพื่อนำมาบูรณาการใช้พัฒนาเครื่องมือ หรือสร้างเครื่องมือใหม่ที่คาดว่าจะมีประสิทธิภาพที่สูงกว่าของเดิม

1.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการ วิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างอุปกรณ์ถอดถุงมือติดเชื้อแบบปิด และการหาประสิทธิภาพ

1.5 ศึกษาผลงานประดิษฐ์ที่คิดค้น ที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ของเราจากเอกสาร ตำรา และจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของเว็บไซต์ของกรมทรัพย์สินทางปัญญาเรื่องสิทธิบัตรและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.6 ดำเนินการออกแบบ อุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ ให้มีรูปแบบเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง

1.7 สร้างอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 หาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ได้จากการนำอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ มาใช้เทียบกับการวิธีการถอดถุงมือแบบเดิม โดยบันทึกผลการทดลอง หาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและวิเคราะห์ผล

2.2 ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้อุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ โดยสร้างเครื่องมือแบบสอบถาม ใช้กรอบแนวความคิดของ (ธีระชัย สุขสด, 2544 : 2-14) ประกอบด้วยด้านหน้าที่ใช้สอย (Function) ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics) วัสดุและการผลิต (Materials and Production) การจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์ทางการแพทย์และเวชภัณฑ์ โดยนำกรอบแนวคิดดังกล่าวมาตั้งข้อคำถามเป็นด้านต่างๆ

2.3 เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพโดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) ดังนี้

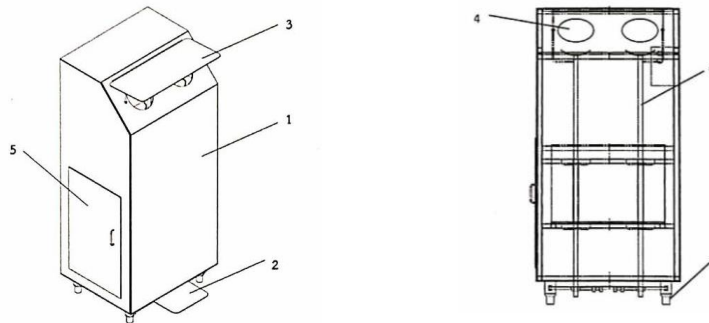
2.3.1 นำอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ ไปให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดลองโดยให้ทดลองใช้งานแล้วตอบแบบสอบถาม โดยใช้สอบถามบุคลากรทางการแพทย์โรงพยาบาลสุรินทร์ 68 ถนนหลักเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 10 คน และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลนาบัว หมู่ที่ 6 ตำบลนาบัว อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 5 คน

2.3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาค่าความพึงพอใจของอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการสร้างอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์

1. ออกแบบอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์



รูปที่ 1 การออกแบบอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์



รูปที่ 2 อุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์



รูปที่ 3 การทดลองใช้อุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์

ตอนที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์

ตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบวิธีการถอดถุงมือตามขั้นตอนการถอดถุงมือของบุคลากรทางการแพทย์ในปัจจุบันกับการถอดถุงมือด้วยอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์

ครั้งที่ทดลอง	วิธีการถอดถุงมือนิตติเชื้อ			
	ขั้นตอนการถอดถุงมือของบุคลากรทางการแพทย์ในปัจจุบัน		การถอดถุงมือด้วยอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์	
	ขั้นตอน	ใช้เวลา/วินาที	ขั้นตอน	ใช้เวลา/วินาที
1	5	10	2	3
2	5	8	2	2
3	5	7	2	3
4	5	10	2	2
5	5	9	2	2
6	5	8	2	3
7	5	10	2	4
8	5	8	2	4
9	5	8	2	3
10	5	9	2	2
เฉลี่ย	5	8.7	2	2.8

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองพบว่า วิธีการถอดถุงมือตามขั้นตอนการถอดถุงมือของบุคลากรทางการแพทย์ในปัจจุบันมีวิธีการถอดอยู่ 5 ขั้นตอนมีผลการใช้เวลาในการถอดถุงมือเฉลี่ย 8.7 วินาที และการถอดถุงมือด้วยอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ พบว่ามีขั้นตอนการถอด 2 ขั้นตอน ใช้เวลาในการถอดถุงมือเฉลี่ย 2.8 วินาที

ตอนที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจจากการใช้ อุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่ออุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์

หัวข้อประเมิน	$\bar{x}$	S.D	แปลผล
1. ลดขั้นตอนการใช้งาน	4.55	0.61	มากที่สุด
2. ความรวดเร็วในการใช้	4.59	0.57	มากที่สุด
3. มีความปลอดภัยขณะใช้งาน	4.49	0.58	มาก
4. ความสวยงามในการออกแบบ	4.43	0.68	มาก
5. ความแข็งแรงทนทานของวัสดุ	4.49	0.58	มากที่สุด
6. ขนาดน้ำหนัก	4.35	0.72	มาก
7. ใช้ง่ายในภาชนะรองรับทันที	4.57	0.58	มากที่สุด
8. ลดความเสี่ยงการสัมผัสเลือด/สารคัดหลั่ง	4.55	0.61	มากที่สุด

ตารางที่ 2 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	$\bar{x}$	S.D	แปลผล
9. การทำความสะอาดและซ่อมแซม	4.49	0.58	มาก
10. ความต้องการอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์	4.59	0.57	มากที่สุด
โดยรวม	4.51	0.60	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่าโดยรวมกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ มากที่สุดโดยหัวข้อ ความรวดเร็วในการใช้มีความพึงพอใจระดับมากที่สุดที่ 4.59 และข้อขนาดน้ำหนักของอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ ได้ระดับความพึงพอใจน้อยสุดใน 6 ข้อคือ มีความพึงพอใจระดับมาก 4.35 โดยรวมกลุ่มตัวอย่าง มีความพึงพอใจระดับมากที่สุดที่รับคะแนนที่ 4.51

อภิปรายผลและสรุปผล

สรุปผล

1. ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์

ผลการเปรียบเทียบวิธีการถอดถุงมือตามขั้นตอนการถอดถุงมือของบุคลากรทางการแพทย์ในปัจจุบันกับการถอดถุงมือด้วยอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ วิธีการถอดถุงมือตามขั้นตอนการถอดถุงมือของบุคลากรทางการแพทย์ในปัจจุบันมีวิธีการถอดอยู่ 5 ขั้นตอนมีผลเฉลี่ย 5 ขั้นตอน ใช้เวลาในการถอดถุงมือเฉลี่ย 8.7 วินาที และการถอดถุงมือด้วยอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ พบว่ามีขั้นตอนการถอด 2 ขั้นตอนเฉลี่ย 2 ขั้นตอนใช้เวลาในการถอดถุงมือเฉลี่ย 2.8 วินาที สามารถลดขั้นตอนการทำงานลง 3 ขั้นตอนและใช้เวลาลดลงกว่าการถอดถุงมือติดเชือกแบบเดิมเฉลี่ย 5.9 วินาที

2. ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจากการใช้อุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์

พบว่าโดยรวมกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ มากที่สุดโดยหัวข้อ ความรวดเร็วในการใช้มีความพึงพอใจระดับมากที่สุดที่ $\bar{x} = 4.59$ (S.D. = 0.57) และข้อขนาดน้ำหนักของอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ ได้ระดับความพึงพอใจน้อยสุดใน 6 ข้อคือ มีความพึงพอใจระดับมาก $\bar{x} = 4.35$ (S.D. = 0.72) ในภาพรวมแล้วบุคลากรทางการแพทย์โรงพยาบาลสุรินทร์ 68 ถนนหลักเมือง อำเภอเมือง จังหวัด สุรินทร์ ที่มีต่ออุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ จำนวน 10 คน มีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับมาก $\bar{x} = 4.51$ (S.D. = 0.60)

อภิปรายผล

การศึกษาค้นคว้าการหาประสิทธิภาพอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ นี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ และเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้อุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นบุคลากรทางการแพทย์ โรงพยาบาลสุรินทร์ 68 ถนนหลักเมือง อำเภอเมือง จังหวัด สุรินทร์ จำนวน 10 คนทำการทดลองตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ สามารถสามารถลดขั้นตอนการทำงานลงเหลือเพียง 2 ขั้นตอนจากการถอดถุงมือของบุคลากรทางการแพทย์ในปัจจุบัน 5 ขั้นตอนใช้เวลาในการถอดถุงมือเฉลี่ย 2.8 วินาที จากใช้เวลาในการถอดถุงมือของบุคลากรทางการแพทย์ในปัจจุบัน เฉลี่ย 8.7 วินาที เร็วขึ้นเฉลี่ย 5.9 วินาที เนื่องจากมีการศึกษาที่รอบด้านก่อนทำการประดิษฐ์

2. การที่ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ ในระดับมากที่สุด เป็นเพราะอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ สามารถทำงานได้ตอบสนองความต้องการของบุคลากรทางการแพทย์ได้เมื่อเปรียบเทียบกับถอดถุงมือของบุคลากรทางการแพทย์ในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยพบว่าอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ นี้มีประสิทธิภาพการใช้งานที่ดีตรงตามวัตถุประสงค์ และความต้องการของบุคลากรทางการแพทย์ จึงสามารถนำผลงานวิจัยนี้ไปใช้กับกลุ่มบุคลากรอื่นที่มีลักษณะงานที่คล้ายกัน และควรวิจัยออกแบบอุปกรณ์ถอดถุงมือที่สามารถใช้ระบบไฟฟ้าในการควบคุมการทำงาน

เอกสารอ้างอิง

- กุศลธิดา โสมพวงษากุล. (2551). ผลของการส่งเสริมการปฏิบัติตามหลักการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อแบบมาตรฐานต่อการปฏิบัติและอุบัติการณ์การสัมผัสเลือดและสารคัดหลั่งของพยาบาลวิชาชีพแผนกอุบัติเหตุและฉุกเฉิน. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลด้านการควบคุมการติดเชื้อ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทัศนีย์ ตันติมงคลวัฒน์. (2552). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการรื้อของมือที่ใช้โดยบุคลากรทางสุขภาพในแผนกอุบัติเหตุฉุกเฉิน. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปัทมิตา สุภารส. (2551). ผลของการส่งเสริมการปฏิบัติตามหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อป้องกันการติดเชื้อต่อความรู้และการปฏิบัติของบุคลากรพยาบาลในการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อแบบมาตรฐานในโรงพยาบาลชุมชน. สาขาวิชาการพยาบาลด้านการควบคุมการติดเชื้อ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ยุดา รักไทย และธนิกานต์ มาฆศิรานนท์. (2542). เทคนิคการแก้ปัญหาและตัดสินใจ. กรุงเทพฯ : เอ็กเปอร์เนท.
- ศรีสุตา อัครพลังกุล. (2550). ผลของโปรแกรมการส่งเสริมการใช้ถุงมือต่อความรู้ สาขาวิชาการ พยาบาลด้านการควบคุมการติดเชื้อ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุทธิพันธ์ ธนอมพันธ์. (2548). ผลของการใช้วิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ต่อการปฏิบัติการ พยาบาลเพื่อป้องกันการติดเชื้อในโรงพยาบาลในระบบทางเดินปัสสาวะ. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลด้านการควบคุมการติดเชื้อ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Hayden, M., Blom, D., Lyle, E., Moore, C., Ahmed, N., Dewalt, G., et al. (2001). The Risk of hand and glove contamination by healthcare workers (HCWs) after contact with a VRE (+) Patient (pt) or the Pts Environment (env). Paper presented at the Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy (41st : 2001 : Chicago, Ill.). , America.8)
- Hampton, S. (2002). The appropriate use of gloves to reduce allergies and infection. British Journal of Nursing, 11(17), 1120-1124.

คุณค่าทางวิชาการ

ขั้นตอนการถอดถุงมือของบุคลากรทางการแพทย์ในปัจจุบันกับการถอดถุงมือด้วยอุปกรณ์ถอดถุงมือทางการแพทย์ วิธีการถอดถุงมือให้ถูกวิธีนั้นเป็นสิ่งที่ผู้ใช้งานถุงมือ เพราะการใส่และการถอดถุงมือถ้าไม่สวมใส่ให้ถูกต้อง อาจทำให้เกิดการฉีกขาด หรืออาจเกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังหรือทำให้ผิวหนังเกิดการถลอกและเป็นแผลได้

แอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์

ปวิวัติ อาสาเสน

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

อีเมล : patiwat.arsasen@gmail.com

วันที่รับบทความ 27 มกราคม 2563

วันแก้ไขบทความ 10 มิถุนายน 2563

วันที่ตอบรับบทความ 10 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

ในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของการใช้งานแอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ การดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ ประชากรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน คือ มารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามความพึงพอใจของแอปพลิเคชันคุณแม่หลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้านประกอบด้วย 1) ประโยชน์ความรู้เมื่อใช้แอปพลิเคชันมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ 2) ความสวยงามของแอปพลิเคชันมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ 3) ความสะดวกต่อการใช้งานแอปพลิเคชันมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ และสถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่ามีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ ด้านประโยชน์/เนื้อหาอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.36$, S.D = 0.52) ด้านความสวยงามอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.34$, S.D = 0.57) ด้านความสะดวกต่อการใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.40$, S.D = 0.54) เมื่อพิจารณาในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.36$, S.D = 0.54)

คำสำคัญ : มารดาหลังคลอด

Mother's application after childbirth Obstetrics Department Surin Hospital

Patiwat Arsasen

Faculty of Industrial Technology Surindra Rajabhat University

E – mail : patiwat.arsasen@gmail.com

Received 27 January 2020

Revised 10 June 2020

Accepted 10 June 2020

Abstract

The objectives of this research were: 1) to develop a postpartum application for postpartum mothers of Obstetrics and Gynecology Department in Surin Hospital; and 2) to study a satisfaction on the utilization of postpartum application. The participants of this study were 50 of postpartum mothers of Obstetrics and Gynecology Department in Surin Hospital. A questionnaire was employed to collect data about a satisfaction on the utilization of postpartum application. A questionnaire was divided into 3 parts asking about: 1) knowledge and benefits generated from the postpartum application; 2) the beauty of the application; and 3) the ease of use of the postpartum application. Statistical devices used for data analysis consisted of percentage, mean, and standard deviation.

The study found that the satisfaction on the knowledge and benefits generated from the postpartum application is at a high level ($\bar{X} = 4.36$, S.D. =0.52), the satisfaction on the beauty of the application is at a high level ($\bar{X} = 4.34$, S.D. =0.57), and the satisfaction on the ease of use of the postpartum application is at a high level ($\bar{X} = 4.40$, S.D. =0.54). In sum, the overall satisfaction on the postpartum application developed by the researcher in 3 dimensions is at a high level ($\bar{X} = 4.36$, S.D. =0.54).

Key words : mothers after childbirth

บทนำ

ทรัพยากรมนุษย์เป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศเพราะเป็นจุดเริ่มต้นของการขับเคลื่อนที่จะนำพาให้ประเทศไปข้างหน้าและสามารถจะต่อสู้กับประเทศอื่น ๆ ในโลกได้ ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 – 2564 ให้ความสำคัญกับการเตรียมความพร้อมด้านกำลังคนและการเสริมสร้างศักยภาพของประชากรในทุกช่วงวัย มุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพทุนมนุษย์ของประเทศ โดยพัฒนาคนให้เหมาะสมตามช่วงวัย เพื่อให้เจริญเติบโตอย่างมีคุณภาพ การหล่อหลอมให้คนไทยมีค่านิยมตามบรรทัดฐานที่ทางสังคม เป็นคนดี มีสุขภาพพลานามัยที่ดี มีคุณธรรมจริยธรรม มีระเบียบวินัย และมีจิตสำนึกที่ดีต่อสังคมส่วนรวม การพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงานและทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ ๒๑ ของคนในแต่ละช่วงวัยตามความเหมาะสม การเตรียมความพร้อมของกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงในโลกอนาคต ตลอดจนยกระดับคุณภาพการศึกษาสู่ความเป็นเลิศ การเสริมสร้างให้คนมีสุขภาพที่ดีเน้นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมทางสุขภาพและลดปัจจัยเสี่ยงด้านสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อสุขภาพ (แผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติฉบับที่ 12) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวางรากฐานให้คนไทยเป็นคนที่มีสมบูรณ์ มีคุณธรรมจริยธรรม มีระเบียบ วินัย ค่านิยมที่ดี มีจิตสาธารณะ โดยมีสุขภาพและสุขภาพที่ดี ครอบครัวยั่งยืน ตลอดจนเป็นคนเก่งที่มีทักษะความรู้ความสามารถและพัฒนาตนเองได้ต่อเนื่องตลอดชีวิต

การที่จะพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ควรเริ่มต้นตั้งแต่การให้ความรู้แก่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ บิดา มารดา หรือบุคคลที่เกี่ยวข้องในการเลี้ยงดูเด็กและปฏิบัติต่อเด็กที่ยังไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ ให้เจริญเติบโต และมีพัฒนาการทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ และสติปัญญา ซึ่งต้องอาศัยทั้งความรัก ความเข้าใจและมีความรู้ในการเลี้ยงดูอย่างเหมาะสม เด็กจะได้เติบโตอย่างมีคุณภาพมีสุขภาพจิตและบุคลิกภาพที่ดี (ดูลยา จิตตะยโสธร, 2552)

ดังนั้นการส่งเสริมให้มารดามีพฤติกรรมดูแลตนเองและเลี้ยงดูทารกที่ถูกต้องขณะตั้งครรภ์ในตัวในโรงพยาบาลจึงเป็นสิ่งสำคัญมากและจากการศึกษา พบว่าวิธีการให้ความรู้ที่พยาบาลและมารดาหลังคลอดได้ผลมากที่สุด คือ การให้ความรู้รายบุคคล ตามปกติเมื่อคลอดบุตรแล้วพยาบาลสูติรีเวชต้องมีการอบรมให้ความรู้กับมารดาหลังคลอดเพื่อให้ทราบวิธีการปฏิบัติตน การรับประทานอาหาร การดูแลและเลี้ยงดูทารก กำหนดการรับวัคซีน พัฒนาการของทารก การดูแลอาการป่วยเบื้องต้น ซึ่งการอบรมแต่ละครั้งมีเนื้อหาและรายละเอียดมากและใช้เวลานาน บางครั้งคุณแม่หลังคลอดไม่สามารถจำรายละเอียดได้ทั้งหมด ซึ่งความรู้และรายละเอียดในการปฏิบัติตนและเลี้ยงดูทารกมีความสำคัญเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาการของทารก ซึ่งหน้าที่การให้ความรู้เกี่ยวกับพื้นฐานการปฏิบัติตนเบื้องต้นแก่มารดาหลังคลอด รวมถึงการเลี้ยงดูทารกเบื้องต้นคือพยาบาลผู้ดูแลมารดาหลังคลอด (เพชรรัตน์ เตชะทวีวรรณ, 2559)

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือบนระบบ android เพื่ออำนวยความสะดวกแก่พยาบาล แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ ผู้ปฏิบัติงานดูแลมารดาหลังคลอดและมารดาหลังคลอดเพื่อเสริมให้มารดาหลังคลอดมีความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติตนได้ถูกต้องของตัวมารดาหลังคลอดรวมถึงส่งเสริมพฤติกรรมในการเลี้ยงดูทารกจะเป็นไปอย่างถูกต้องก่อนจำหน่ายออกจากโรงพยาบาล ซึ่งจะให้เกิดประโยชน์กับมารดาหลังคลอดด้วยโดยมีความรู้ในการปฏิบัติตนตลอดจนมีความมั่นใจสามารถดูแลทารก ทำให้ทารกให้เจริญเติบโตอย่างมีคุณภาพและสุขภาพเพื่อเป็นกำลังสำหรับประเทศในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจแอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์

วิธีการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเครื่องมือออกเป็น 3 ประเภท ประกอบด้วย

1.1 แอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์คือ หมายถึง แอปพลิเคชันที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ android ที่ออกแบบมาเพื่อเป็นสื่อเสริมความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติตนสำหรับคุณแม่หลังคลอดรวมไปถึงการดูแลทารกเบื้องต้นประกอบไปด้วย

1.2 แบบสอบถามด้านเนื้อหาและสื่อเพื่อประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

1.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของแอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

2. การสร้างเครื่องมือวิจัยและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

2.1 ออกแบบและสร้างแอปพลิเคชันมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ โดยการออกแบบแอปพลิเคชันและการจัดระบบข้อมูลอย่างเหมาะสมเพื่อให้แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นมีความน่าสนใจตามหัวข้อที่ได้กำหนดมา ในการออกแบบแอปพลิเคชันรวมไปถึงการใช้กราฟิก การเลือกใช้สี และรูปแบบตัวอักษรที่เหมาะสมกับรายละเอียดต่าง ๆ ในการสร้างแอปพลิเคชันมีการประสานขอความเห็นกับทางเจ้าหน้าที่พยาบาลที่ดูแลมารดาหลังคลอดเพื่อได้ปรับปรุงให้ถูกต้องและเหมาะสม

2.2 สร้างแบบประเมินด้านเนื้อหาและสื่อเพื่อประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยทำการตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบสอบถาม ทำการปรับปรุงแก้ไขจากนั้นนำแอปพลิเคชันมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์พร้อมแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ

ทำการตรวจสอบและประเมินผล โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ประเมินผลตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแอปพลิเคชันมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ โดยมีผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินและพิจารณา รวม 3 ท่าน ดังนี้

1. นางสาวสงวนลักษณ์ สิงคเสลิต หัวหน้าหอผู้ป่วยสูติกรรมหลังคลอด อาคาร 4 ชั้น 3 โรงพยาบาลสุรินทร์
2. นางสาวสวรา บุตรดี รองหัวหน้าหอผู้ป่วยสูติกรรมหลังคลอด อาคาร 4 ชั้น 3 โรงพยาบาลสุรินทร์
3. นางจิราพร ปะโมนะ รองหัวหน้าหอผู้ป่วยสูติกรรมหลังคลอด อาคาร 4 ชั้น 3 โรงพยาบาลสุรินทร์

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของแอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

การสร้างแบบประเมินเพื่อหาความพึงพอใจของผู้ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ในส่วนของหาระดับความพึงพอใจด้านความรู้ ความสวยงาม ความสะดวกต่อการใช้งาน

แบบสอบถามความเหมาะสมของกลุ่มตัวอย่างของผู้ใช้งานบนแอปพลิเคชัน เก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบบสอบถามนี้ สร้างขึ้นโดยการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปคุณแม่หลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลจังหวัดสุรินทร์

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเพื่อวัดระดับความพึงพอใจของคุณแม่หลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลจังหวัดสุรินทร์ ที่ใช้แอปพลิเคชัน ผ่านทางโทรศัพท์มือถือ

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

แบบประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชันคุณแม่หลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาล จังหวัดสุรินทร์ โดยแบ่งลำดับออกเป็น 5 ลำดับ และมีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ

- 1 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อยมาก
- 2 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมน้อย
- 3 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมปานกลาง
- 4 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมาก
- 5 คะแนน หมายถึง ความเหมาะสมมากที่สุด

โดยที่กำหนดความสำคัญของคะแนน ดังนี้ (Hawkins, 2006 และ Weber, 2008)

คะแนนเฉลี่ย	แปลความหมาย
1.00–1.49	ระดับความเหมาะสมต่ำมาก
1.50–2.49	ระดับความเหมาะสมต่ำ
2.50–3.49	ระดับความเหมาะสมปานกลาง
3.50–4.49	ระดับความเหมาะสมมาก
4.50–5.00	ระดับความเหมาะสมมากที่สุด

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 วางแผนการพัฒนาแอปพลิเคชัน

3.2 ศึกษาเนื้อหาและโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์

3.3 ออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์และการจัดระบบข้อมูลอย่างเหมาะสมเพื่อให้แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นมีความน่าสนใจและสร้างความประทับใจให้แก่ผู้ให้บริการรวมถึงการออกแบบหน้า แอปพลิเคชันรวมไปถึงการใช้กราฟิก การเลือกใช้สี และรูปแบบตัวอักษรที่เหมาะสมกับรายละเอียดต่าง ๆ

3.4 นำแอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ที่ออกแบบ มาทำการตรวจสอบ ว่าทำงานได้ตามที่ต้องการหรือไม่เพื่อนำเสนอ

3.5 นำเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการประเมิน

3.6 นำแอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญอย่างพอสังเขป

3.7 นำแอปพลิเคชันสำหรับมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ที่ผู้ใช้งานทดลองใช้และตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ

3.8 นำค่าที่ได้จากการประเมินของกลุ่มตัวอย่างไปหาค่าทางสถิติ

3.9 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

ผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนสามารถสรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ผลการประเมินเพื่อหาความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านต่อแอปพลิเคชันคุณแม่หลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมา ผลการประเมินคะแนนเฉลี่ยดังนี้

1.1 ด้านประโยชน์/ความรู้เมื่อใช้แอปพลิเคชันคุณแม่หลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X} = 4.92$, S.D = 0.06)

1.2 ด้านความเหมาะสมและความสวยงามของแอปพลิเคชันมารดาหลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X} = 4.63$, S.D = 0.58)

ทั้งสองด้านค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X} = 4.77$, S.D = 0.32) ซึ่งผลอยู่ในระดับมากที่สุด

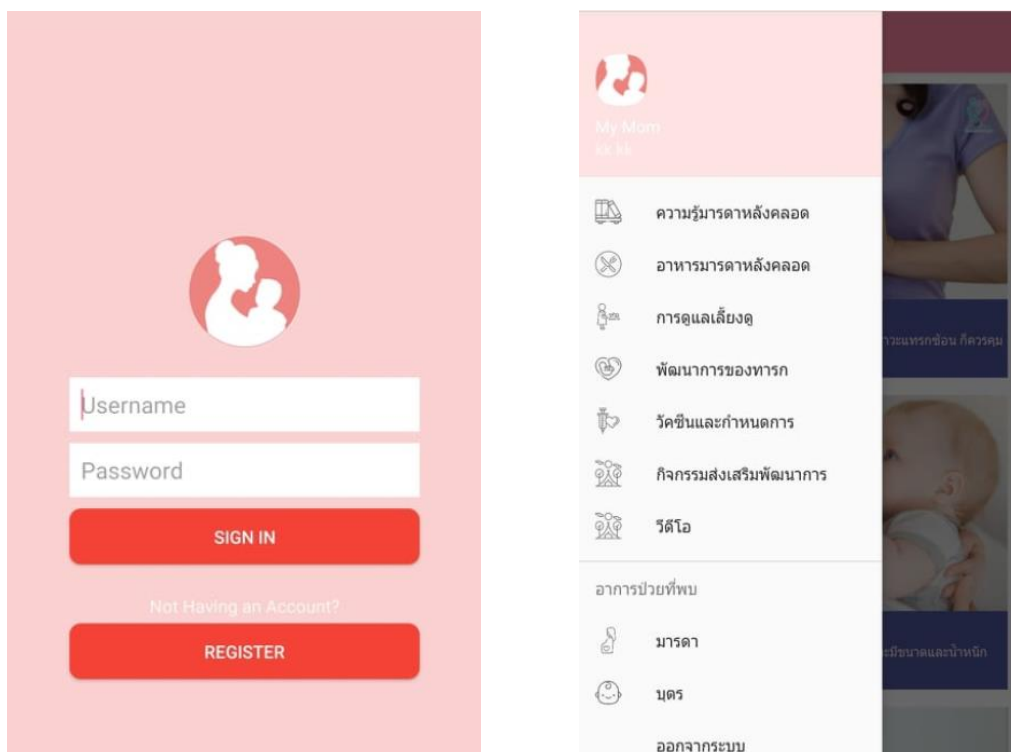
2. ผลการประเมินหาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยต่อแอปพลิเคชันคุณแม่หลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านประโยชน์/ความรู้ ด้านความสวยงาม ความสะดวกต่อการใช้งาน

ด้านประโยชน์/ความรู้ ด้านประโยชน์/ความรู้ ข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านเนื้อหาประโยชน์ต่อการนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง ($\bar{X} = 4.42$, S.D = 0.54) น้อยที่สุด คือ ด้านเนื้อหาที่มีความทันสมัย ($\bar{X} = 4.28$, S.D = 0.49) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับพอใจมาก ($\bar{X} = 4.36$, S.D = 0.52)

ด้านความสวยงาม ข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ แบบตัวอักษรเหมาะสมและง่ายต่อการอ่าน ($\bar{X} = 4.40$, S.D = 0.61) และการจัดวางองค์ประกอบในแต่ละส่วนของหน้าจอมีความเหมาะสม ($\bar{X} = 4.40$, S.D = 0.53) น้อยที่สุด คือ สีของตัวอักษรและพื้นหลังมีความเหมาะสม ($\bar{X} = 4.26$, S.D = 0.53) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับพอใจมาก ($\bar{X} = 4.34$, S.D = 0.57)

ความสะดวกต่อการใช้งาน ข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ กระบวนการติดตั้ง แอปพลิเคชันมีความง่ายและเหมาะสม ($\bar{X} = 4.50$, S.D = 0.61) น้อยที่สุด คือ ขั้นตอนในการใช้งานแอปพลิเคชันไม่ยุ่งยากซับซ้อน ($\bar{X} = 4.24$, S.D = 0.52) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับพอใจ ($\bar{X} = 4.40$, S.D = 0.54)

จากการทดสอบการนำแอปพลิเคชันคุณแม่หลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 50 คน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ผลประเมินความพึงพอใจโดยรวมทุกด้าน พบว่าโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 4.36$, S.D = 0.54)





รูปที่ 1 แอปพลิเคชันคุณแม่หลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์

อภิปรายผลและสรุปผล

ผลการวิจัยการพัฒนาแอปพลิเคชันคุณแม่หลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลจังหวัดสุรินทร์ สามารถนำ อภิปรายผลการวิจัยได้ คือ การประเมินการใช้งานจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับที่ดีมาก มากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ การเก็บข้อมูลกับ กลุ่มตัวอย่างความพึงพอใจแอปพลิเคชันคุณแม่หลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ ด้านประโยชน์/ความรู้ ($\bar{X}$ = 4.36 , S.D = 0.52) , ความสวยงาม ($\bar{X}$ = 4.34 , S.D = 0.57) , ด้านความสะดวกการใช้งาน ($\bar{X}$ = 4.40 , S.D = 0.54) พบว่าได้ผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับเกณฑ์พอใจมาก และมีผลเฉลี่ยการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับเกณฑ์พอใจ มาก ($\bar{X}$ = 4.36 , S.D = 0.54) โดยรวมความพึงพอใจทุกด้านด้านที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านกระบวนการติดตั้งแอปพลิเคชันมีความง่ายและ เหมาะสม ($\bar{X}$ = 4.50 , S.D = 0.61) คะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านสีของตัวอักษรและพื้นหลังมีความเหมาะสม ($\bar{X}$ = 4.26, S.D = 0.53)

สรุปว่าการพัฒนาการพัฒนาแอปพลิเคชันคุณแม่หลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลจังหวัดสุรินทร์จากการเก็บ ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยของคะแนนอยู่ในระดับมาก ซึ่งจากแบบสอบถามทั้ง สามด้าน มีค่าความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ มากทั้งสามด้านและเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรายข้อของแบบสอบถามทั้งสามด้านค่าสูงสุดกับค่าต่ำสุดมีคะแนนเฉลี่ยที่ไม่ห่างกัน แสดงให้เห็นภาพรวมของผลการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาแอปพลิเคชันคุณแม่หลังคลอด แผนกสูติรีเวช มีความ เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน

ข้อเสนอแนะ (Suggestion)

1. แอปพลิเคชันมีเนื้อที่ซับซ้อน ควรกระชับเนื้อหาให้สั้นน่าสนใจกว่านี้
2. แอปพลิเคชันคุณแม่หลังคลอด แผนกสูติรีเวช โรงพยาบาลสุรินทร์ ควรใช้ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ android และ ios

เอกสารอ้างอิง

- ดุษยา จิตตะยโสธร. (2552). รูปแบบการอบรมเลี้ยงดู : แนวคิดของ Diana Baumrind. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้า. 29(4), 173 – 187.
- เพชรรัตน์ เตชะทวิวรรณ. (2559). การพยาบาลมารดา ทารกและการผดุงครรภ์ 1. วิทยาลัยพยาบาลและสุขภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564). กรุงเทพฯ.

คุณค่าทางวิชาการ

เพื่อเสริมให้มีมารดาหลังคลอดความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติตนได้ถูกต้องของตัวมารดาหลังคลอดรวมถึงส่งเสริมพฤติกรรมการเลี้ยงดูทารกจะเป็นไปอย่างถูกต้องก่อนจำหน่ายออกจากโรงพยาบาล ซึ่งจะให้เกิดประโยชน์กับมารดาหลังคลอดด้วยโดยมีความรู้ในการปฏิบัติตนตลอดจนมีความมั่นใจสามารถดูแลทารก ทำให้ทารกให้เจริญเติบโตอย่างมีคุณภาพและสุขภาพเพื่อเป็นกำลังสำหรับประเทศในอนาคตต่อไป

รายละเอียดและคำแนะนำการเตรียมบทความเสนอการตีพิมพ์
วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
Industrial Technology Journal, Surindra Rajabhat University

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ได้เปิดรับบทความจากนักวิชาการ นักวิจัยและนักศึกษา ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย มีกำหนดการตีพิมพ์ปีละ 2 ครั้ง คือ ในรอบเดือน มกราคม – มิถุนายน และรอบเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม โดยยินดีรับบทความที่มีขอบเขตเนื้อหาเกี่ยวข้องกับศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรมและสหวิทยาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยทุกบทความจะได้รับการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิไม่น้อยกว่า 2 ท่าน

ขั้นตอนการดำเนินงานจัดทำวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

1. รับต้นฉบับจากผู้สนใจตีพิมพ์บทความผ่านระบบ ThaiJo (<https://www.tci-thaijo.org/index.php/journalindus/login>)
2. กองบรรณาธิการตรวจสอบความสมบูรณ์ความถูกต้องและคุณภาพของบทความต้นฉบับ
3. กองบรรณาธิการเตรียมต้นฉบับจัดส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Reviews) ที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง ไม่น้อยกว่าสองท่านต่อหนึ่งบทความ ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้แต่ง (Authors) จะไม่ทราบชื่อซึ่งกันและกัน (Double – blind Peer Reviews) โดยบทความที่ลงตีพิมพ์นั้นจะต้องผ่านความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสองท่านหรือสองในสามท่าน
ทั้งนี้ ความคิดเห็นเกี่ยวกับบทความมีดังนี้
 - Accept Submission = รับตีพิมพ์บทความโดยให้กองบรรณาธิการพิจารณาอีกครั้ง
 - Revisions Required = แก้ไขบทความโดยให้บรรณาธิการพิจารณาอีกครั้ง
 - Resubmit for Review = ผู้แต่งต้องแก้ไขบทความส่งกลับมาให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบอีกครั้ง
 - Resubmit Elsewhere = ปฏิเสธรับตีพิมพ์บทความ กรณีที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ขอบเขตของวารสาร และการเตรียมบทความ ทั้งนี้ให้ผู้แต่งส่งบทความตีพิมพ์ในวารสารอื่น
 - Decline Submission = ปฏิเสธการตีพิมพ์บทความ
 - See Comments = พิจารณาข้อเสนอแนะของผู้ประเมินบทความ
4. กองบรรณาธิการส่งต้นฉบับที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วพร้อมสรุปผลการประเมินคุณภาพต้นฉบับและจัดส่งผู้แต่งเพื่อปรับแก้ไข พร้อมให้ชี้แจงการปรับแก้ไขกลับมายังกองบรรณาธิการ
5. กองบรรณาธิการตรวจสอบการปรับปรุงแก้ไขความถูกต้อง และรูปแบบการเขียนต้นฉบับ
6. บรรณาธิการตอบรับการตีพิมพ์และเผยแพร่ต้นฉบับดังกล่าวผ่านระบบฐานข้อมูลวารสารอิเล็กทรอนิกส์กลาง (<https://www.tci-thaijo.org/index.php/journalindus/login>) จากนั้น จะออกหนังสือตอบรับการตีพิมพ์บทความอย่างเป็นทางการจากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์อีกครั้ง
7. กองบรรณาธิการรวบรวมต้นฉบับและตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนจัดส่งโรงพิมพ์เพื่อจัดทำวารสารฉบับร่าง
8. กองบรรณาธิการตรวจสอบความถูกต้องของวารสารฉบับร่างจากโรงพิมพ์อีกครั้ง จากนั้นจึงส่งตีพิมพ์เผยแพร่



9. กองบรรณาธิการเผยแพร่วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ผ่านระบบฐานข้อมูลวารสารอิเล็กทรอนิกส์กลาง (<https://www.tci-thaijo.org/index.php/journalindus/login>) และจัดส่งวารสารฉบับตีพิมพ์ให้กับผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้แต่ง และหน่วยงานอื่น ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

หลักเกณฑ์ในการส่งบทความของวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

1. บทความที่ผู้แต่งส่งมาเพื่อตีพิมพ์จะต้องเป็นบทความที่ยังไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่หรืออยู่ระหว่างการเสนอขอตีพิมพ์จากวารสารอื่น ๆ
2. เนื้อหาในบทความต้องไม่คัดลอก ลอกเลียนแบบ หรือไม่ตัดทอนจากบทความอื่นโดยเด็ดขาด (การละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้แต่งเท่านั้น)
3. ผู้แต่งต้องเขียนบทความตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในหัวข้อ “คำแนะนำการเตรียมต้นฉบับสำหรับผู้เขียนบทความเพื่อการพิจารณาตีพิมพ์” ในวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
4. การพิจารณาบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จะพิจารณาเฉพาะบทความที่ได้รับการประเมินให้ตีพิมพ์เผยแพร่จากผู้ทรงคุณวุฒิเท่านั้น
5. กรณีมีข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้แต่งต้องปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ และชี้แจงการแก้ไขต้นฉบับดังกล่าวมายังกองบรรณาธิการ

คำแนะนำการเตรียมต้นฉบับสำหรับผู้เขียนบทความเพื่อการพิจารณาตีพิมพ์

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ รับบทความที่มีขอบเขตเนื้อหาในศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยรับบทความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ บทความที่รับพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารฯ มีสองลักษณะ และความยาวของบทความควรเป็นดังนี้

- 1) บทความวิจัย (Research Article) ประมาณ 12 หน้า ต่อบทความ
- 2) บทความทางวิชาการ (Article) ประมาณ 7 หน้า ต่อบทความ

ผู้เขียนสามารถจัดเตรียมต้นฉบับเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ แต่บทความภาษาไทยจะต้องมีชื่อเรื่อง ชื่อผู้เขียน สังกัด ีเมลล์ บทคัดย่อและคำสำคัญเป็นภาษาอังกฤษด้วย โดยบทความที่เสนอจะต้องพิมพ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมเวิร์ดโปรเซสเซอร์ ใช้ตัวหนังสือแบบ TH SarabunPSK กำหนดตั้งค่าหน้ากระดาษซ้าย 2 เซนติเมตร ขวา 1.5 เซนติเมตร บน 2 เซนติเมตร ล่าง 1.5 เซนติเมตร กำหนดการตั้งแท็บ คือ 1.00 1.59 2.06 2.54 และ 3.02 เซนติเมตร ลงบนกระดาษขนาด B5 (182 x 257 mm) พิมพ์ต้นฉบับแบบขาว - ดำ โดยยึดรูปแบบการพิมพ์ตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารนี้ โดยขนาดและรูปแบบให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปแบบตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

รายการ	แบบอักษรและขนาด	การจัดตำแหน่ง	ลักษณะตัวอักษร
ชื่อเรื่อง	TH Sarabun PSK 18 pt	กึ่งกลาง	ตัวหนา
ชื่อและที่อยู่ผู้เขียน	TH Sarabun PSK 14 pt	กึ่งกลาง	ตัวหนา
หัวข้อ	TH Sarabun PSK 14 pt	ชิดซ้าย	ตัวหนา
เนื้อเรื่อง	TH Sarabun PSK 14 pt	กระจายแบบไทย	ตัวธรรมดา
ชื่อรูป	TH Sarabun PSK 14 pt	ชิดซ้าย	ตัวหนาเฉพาะคำว่า รูปที่ x
ชื่อตาราง	TH Sarabun PSK 14 pt	ชิดซ้ายอยู่เหนือตาราง	ตัวหนาเฉพาะคำว่า ตารางที่ x
ชื่อเอกสารอ้างอิง	TH Sarabun PSK 14 pt	ชิดซ้าย	ตัวธรรมดา

บทความภาษาไทยให้อัตลักษณ์การใช้คำศัพท์และการเขียนทับศัพท์ภาษาอังกฤษตามหลักของราชบัณฑิตยสถาน โดยหลีกเลี่ยงการเขียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยในข้อความ และถ้าในบทความมีศัพท์เทคนิคหรือศัพท์เฉพาะให้ใช้คำทับศัพท์ และ/หรือ ศัพท์บัญญัติ พร้อมวงเล็บคำศัพท์ภาษาอังกฤษนั้นด้วย

การเขียนภาษาอังกฤษเพื่ออธิบายศัพท์ทางเทคนิคให้เขียนในวงเล็บภาษาอังกฤษต่อท้ายคำศัพท์นั้น ๆ โดยอธิบายเพียงครั้งแรกที่ศัพท์นั้นปรากฏในบทความ โดยใช้ตัวพิมพ์เล็ก (Small Letter) ยกเว้นชื่อเฉพาะ ชื่อคน หรือ อักษรย่อที่ต้องใช้หรือขึ้นต้นด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ (Capital Letter)

การพิมพ์จะไม่มีการเว้นบรรทัด เว้นแต่หากต้องการขึ้นหัวข้อใหม่ให้เว้นหนึ่งบรรทัดหรือการแทรกตารางหรือรูปภาพและเว้นอีกหนึ่งบรรทัดก่อนจะขึ้นย่อหน้าใหม่หลังการแทรกตารางหรือรูปภาพดังกล่าว

การลำดับหัวข้อของเนื้อเรื่องให้ใช้เลขกำกับนำเป็นหัวข้อหมายเลข 1 และหากมีหัวข้อย่อยให้ใช้เลขระบบทศนิยมกำกับหัวข้อย่อย เช่น 1.1 เป็นต้น

สำหรับการอ้างอิงเอกสารต้องมีรูปแบบเดียวกันทั้งบทความ ทั้งนี้ให้ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อที่ 11 เอกสารอ้างอิง (References)

เอกสารต้องมีรูปแบบเดียวกันทั้งบทความ ทั้งนี้บทความประเภทต่าง ๆ ในวารสารเล่มนี้ มีหัวข้อโดยประมาณ ดังนี้

บทความวิจัย (Research Article)	บทความวิชาการ (Article)
1. ชื่อเรื่อง (Title) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	1. ชื่อเรื่อง (Title) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
2. รายชื่อผู้เขียน (Authors) สถานที่ทำงาน (Addresses) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และที่อยู่อีเมลของนักวิจัยหลัก (E - mail Address)	2. รายชื่อผู้เขียน (Authors) สถานที่ทำงาน (Addresses) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และที่อยู่อีเมลของนักวิจัยหลัก (E - mail Address)
3. บทคัดย่อ (Abstract) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	3. บทคัดย่อ (Abstract) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
4. บทนำ (Introduction)	4. ประเด็นหัวข้อ/เนื้อหาสาระ
5. วัตถุประสงค์ (Research Objectives)	5. สรุป (Conclusion)
6. วิธีการวิจัย (Methodology)	6. เอกสารอ้างอิง (References)
7. ผลการวิจัย (Results)	
8. อภิปรายผลและสรุปผล (Discussion and Conclusion)	
9. ข้อเสนอแนะ (Suggestion)	
10. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) - ถ้ามี	
11. เอกสารอ้างอิง (References)	
12. คุณค่าทางวิชาการ (Academic Value)	

1. ชื่อเรื่อง (Title)

ควรกะทัดรัดไม่ยาวจนเกินไป ถ้าบทความเป็นภาษาไทย ชื่อเรื่องต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

2. รายละเอียดผู้แต่งบทความ

2.1 รายชื่อผู้เขียน (Authors) ให้เขียนชื่อเต็ม นามสกุลเต็ม ของผู้แต่งครบทุกคน ทั้งบทความภาษาไทยและภาษาอังกฤษ



2.1.1 ไม่ใส่ตำแหน่งทางวิชาการ ยศ ตำแหน่งทางทหาร สถานภาพทางการศึกษา หรือ คำนำหน้าชื่อหรือท้ายชื่อ และไม่ต้องระบุสถานภาพผู้แต่ง เช่น นักศึกษาปริญญาเอก หรืออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นต้น

2.1.2 ให้ใส่ตัวเลขเป็นตัวยกกำกับท้ายนามสกุลของผู้แต่งทุกคน และใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) เฉพาะผู้รับผิดชอบบทความ (คนที่ 1)

2.2 สถานที่ทำงาน (Addresses) ระบุชื่อคณะและสถาบันการศึกษาของผู้เขียนบทความทุกคนในกรณีบทความใดมีผู้เขียนหลายคน ให้ใส่ตัวเลขเป็นตัวยกกำกับท้ายสถานที่ทำงานของผู้แต่งทุกคน และใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) เฉพาะสถานที่ทำงานของผู้รับผิดชอบบทความ (คนที่ 1)

2.3 ที่อยู่อีเมลของนักวิจัยหลัก (E - mail Address) ระบุอีเมลที่ใช้ติดต่อของผู้รับผิดชอบบทความหลัก ทั้งนี้ตัวอย่างการเขียนรายละเอียดผู้แต่งบทความ

ในบทความภาษาไทยและบทความภาษาอังกฤษให้พิมพ์เช่นเดียวกับรายละเอียดผู้แต่งบทความเพียงแต่แปลเป็นภาษาอังกฤษ ดังแสดงในรูปที่ 1 และ รูปที่ 2

บัญชา ชื่นจิต^{1*} นวัตร โภธิสาร²
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1*}
คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์²
อีเมล : Bancha@srnu.ac.th^{1*}

รูปที่ 1 ตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดผู้แต่งบทความเป็นภาษาไทย

Bancha Chunjit^{1*} Nawattakorn Phothisar²
Faculty of Industrial Technology, Surindra Rajabhat University^{1*}
Faculty of Management technology, Rahanangala University of
Technology Isan Surin Campus²
E - mail : Bancha@srnu.ac.th^{1*}

รูปที่ 2 ตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดผู้แต่งบทความเป็นภาษาอังกฤษ

3. บทคัดย่อ (Abstract) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

บทคัดย่อภาษาไทย และบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ต้องมีความยาวระหว่าง 200 ถึง 350 คำ และมีความยาวไม่เกิน 15 บรรทัด โดยพิมพ์เว้นที่ว่าง 1 บรรทัดต่อจากรายละเอียดผู้แต่งบทความ และเป็นบทคัดย่อบทคัดย่อประกอบไปด้วยวัตถุประสงค์ (Objective) วิธีการวิจัย (Methods) สรุปผลการวิจัย (Conclusion) และคุณค่าหรือการนำไปใช้ประโยชน์

คำสำคัญ (Keywords) มีคำสำคัญ 3 - 5 คำ ที่ครอบคลุมชื่อเรื่องที่ศึกษา เหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นคำค้นหาข้อมูลและจัดเรียงคำสำคัญตามตัวอักษร ส่วนการเขียน Keywords ภาษาอังกฤษ ควรถูกต้องและชัดเจนตามหลักภาษา สอดคล้องกับคำสำคัญภาษาไทย โดยพิมพ์เว้นที่ว่าง 1 บรรทัดต่อจากบทคัดย่อ

4. บทนำ (Introduction)

เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาที่อธิบายถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา และเหตุผลนำไปสู่การศึกษาวิจัย ทั้งนี้ ควรอ้างอิงเอกสารและงานวิจัยที่มีความทันสมัยและความถูกต้องที่เกี่ยวข้องด้วยเพื่อให้มีน้ำหนักและเกิดความน่าเชื่อถือ โดยเป็นการอ้างอิงแทรกในเนื้อหา (In - text Citation) แบบนามปีที่ใช้ระบบ APA (American Psychological Association citation style)

5. วัตถุประสงค์ (Research Objectives)

วัตถุประสงค์มีความชัดเจนสอดคล้องกับขอบทความและอยู่ในกรอบของเรื่องที่ศึกษาวิจัย ไม่ควรเกิน 3 ข้อ

6. วิธีกรวิจัย (Methodology)

อธิบายถึงกระบวนการวิจัยอย่างละเอียดและชัดเจน เช่น ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ขอบเขตการศึกษา เครื่องมือที่ใช้และการเก็บรวบรวมข้อมูล และสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งถ้าต้องมีการอ้างอิงถึงสมการ ผู้แต่งต้องพิมพ์ด้วยฟังก์ชันในการเขียนสมการในเวิร์ดโปรเซสเซอร์ เช่น Math Type หรือเครื่องมือสมการอื่น ๆ และห้ามบันทึกสมการเป็นรูปภาพเด็ดขาด โดยรูปแบบอักษรในสมการต้องเป็น **Times New Roman** ขนาด 12 point

สมการทุกสมการจะต้องมีหมายเลขที่อยู่ในวงเล็บกำกับและเรียงตามลำดับ หมายเลขสมการต้องอยู่ชิดขอบขวาของคอลัมน์ โดยพิมพ์เว้นที่ว่าง 1 บรรทัด ก่อนและหลังการเขียนสมการ ดังตัวอย่าง

$$f_{rmp}^{TM^2} = \frac{\sqrt{\left(\frac{x_{mn}}{a}\right)^2 + \left(\frac{x_{mn}}{b}\right)^2 + \left(\frac{p\pi}{L}\right)^2}}{2\pi\sqrt{\mu\epsilon}} \quad (1)$$

การนิยามและอธิบายตัวแปรในสมการให้ใช้รูปแบบอักษรหรือสัญลักษณ์ที่เหมือนกันกับที่ปรากฏในสมการทั้งแบบอักษรและขนาดอักษร

7. ผลการวิจัย (Results)

เสนอผลการวิจัยที่ตรงประเด็นตามวัตถุประสงค์การวิจัย โดยการบรรยายในเนื้อเรื่อง หรือแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมด้วยภาพประกอบ ตาราง กราฟ หรือแผนภูมิ ตามความเหมาะสม

7.1 ข้อกำหนดเกี่ยวกับรูป ต้องมีความกว้างไม่เกินขอบหน้ากระดาษ โดยวรรค 1 บรรทัด ก่อนและหลังรูป กรณีที่เป็นรูปขนาดใหญ่จะลงเต็มหน้ากระดาษทางขวาก็ได้ โดยให้จัดรูปแบบให้เหมาะสมและชัดเจน รูปกราฟหรือแผนภูมิต่าง ๆ ควรวาดด้วยลายเส้นคมชัดบนพื้นที่สีขาว รูปถ่ายต้องเป็นรูปจริงและเป็นรูปขาวดำเท่านั้น รูปประกอบแต่ละรูปจะต้องมีหมายเลขกำกับและมีคำบรรยายประกอบที่มีความยาวไม่เกิน 2 บรรทัด โดยจัดชิดซ้ายได้รูปที่ หากรูปมีตัวอักษร ขนาดของอักษรต้องมีขนาดที่อ่านได้และไม่ควรมีขนาดเล็กกว่าขนาดอักษรที่เป็นเนื้อเรื่อง (14 point) ดังแสดงในรูปที่ 3





รูปที่ 3 สายอากาศในการทดลองโดยมีสายโพรบเป็นสายวัดที่ต่อเข้ากับ Network Analyzer

7.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับตาราง เว้นที่ว่าง 1 บรรทัด ก่อนและหลังการเขียนตาราง ใช้ขนาดของตัวเลข และตัวอักษร 14 point ควรตีเส้นในตารางให้เรียบร้อย ตารางแต่ละตารางจะต้องมีหมายเลขกำกับและมีคำบรรยาย ตารางความยาวไม่เกิน 2 บรรทัด พิมพ์ชิดขอบซ้ายเหนือตารางนั้น ๆ ดังตัวอย่างในตารางที่ 1 - 2

8. อภิปรายผลและสรุปผล (Discussion and Conclusion)

ชี้แจงผลวิจัยว่าตรงกับวัตถุประสงค์หรือสมมุติฐานการวิจัย วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการวิจัยให้เข้ากับหลัก ทฤษฎีสอดคล้องหรือขัดแย้งกับผลการวิจัยของผู้อื่นที่มีอยู่ก่อนหรือไม่ อย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

9. ข้อเสนอแนะ (Suggestion)

ระบุข้อเสนอแนะหรือการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ หรือทิ้งประเด็นคำถามวิจัยซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยต่อไป

10. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) – ถ้ามี

ระบุสั้น ๆ ว่างานนี้ได้รับทุนสนับสนุนและความช่วยเหลือจากองค์กรใดหรือผู้ใดบ้าง (ถ้ามี) โดยให้ละเว้นการ กล่าวขอบคุณบุคลากรหรืออาจารย์ที่ปรึกษา

11. เอกสารอ้างอิง (References)

เป็นการอ้างอิงเอกสารในเนื้อหาให้ใช้ระบบ APA Style (American Psychological Association Style) ให้เริ่มต้นด้วยเอกสารอ้างอิงภาษาไทยก่อนแล้วตามด้วยเอกสารภาษาต่างประเทศ หากผู้เขียนมีมากกว่า 3 คน ให้ใส่ ชื่อ 3 คนแรกแล้วตามด้วย และ คณะหรือ et al.

11.1 การอ้างอิงในเนื้อหาใช้ระบบนาม-ปี (Name-year Reference)

1) การอ้างอิงในเนื้อหาจากสื่อทุกประเภท ลงในรูปแบบ “ชื่อ นามสกุล./ปีที่พิมพ์./เลขหน้าที่ปรากฏ” อยู่ในเครื่องหมายวงเล็บเล็ก

2) ผู้เขียนคนไทยลงชื่อ-สกุล ส่วนผู้เขียนชาวต่างชาติลงเฉพาะนามสกุล ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

โสเกรตีสย้ำว่าการอ่านสามารถจุดประกายได้จากสิ่งที่นักอ่านรู้อยู่แล้วเท่านั้นและความรู้ที่ได้รับมาไม่ได้มาจากตัวหนังสือ (แมนเกล. 2546 : 127)

สุมาลี วีระวงศ์ (2552 : 37) กล่าวว่า การที่ผู้หญิงจะไปซื้อช็อกโกแลตมาบ้านเรือนของตัวเองทั้ง ๆ ที่เขายังไม่ได้มาสู่ขอนั้น เป็นเรื่องผิดขนบธรรมเนียมจารีตประเพณี

หมายเหตุ : ทุกรายการที่อ้างอิงในเนื้อหา ต้องปรากฏในรายการบรรณานุกรมเสมอ

11.2 บรรณานุกรม (Bibliography) การเขียนบรรณานุกรมใช้รูปแบบของ APA (American Psychology Association) ดังตัวอย่างตามชนิดของเอกสารดังนี้

1) หนังสือ

ชื่อ-สกุลผู้แต่ง./ปีที่พิมพ์./ชื่อหนังสือ./เล่มที่ (ถ้ามี)./ครั้งที่พิมพ์ (ถ้ามี)./สถานที่พิมพ์./สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

แมนเกล, อัลแบร์โต. (2546). **โลกในมือนักอ่าน**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : พิมพ์เศศ พรินติ้ง เซ็นเตอร์.

สุมาลี วีระวงศ์. (2552). **วิถีชีวิตไทยในลิลิตพระลอ**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สถาพรบุ๊คส์.

Tidd, J., Bessant, J. and Pavitt, K. (2001). **Managing innovation**. 2nd ed. Chichester: John Wiley and Sons.

2) บทความวารสาร

ชื่อ-สกุลผู้เขียน.// (ปีที่พิมพ์/เดือน วันที่)./“ชื่อบทความ.”/ชื่อวารสาร./ปีที่หรือเล่มที่(ฉบับที่).:/เลขหน้า

ตัวอย่าง

ธนศ อารณสุวรรณ. (2538, มกราคม). “ข้อสังเกตเกี่ยวกับการศึกษาประวัติศาสตร์เศรษฐกิจของไทย.” **วารสารมนุษยศาสตร์**. ฉ. 2 : 35-40.

Cooray, V. (1992, July-August). “Horizontal Field Generated by Return Strokes.” **Radio Science**. 27(4) : 529-537.

3) วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้เขียนวิทยานิพนธ์.// (ปีที่พิมพ์)./ชื่อวิทยานิพนธ์./ระดับวิทยานิพนธ์./ชื่อสาขาวิชา/หรือภาควิชา/คณะ/ชื่อสถาบัน

ตัวอย่าง

บุญเรือง เนียมหอม. (2540). การพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปณิธิ อมาตยกุล. (2547). การย้ายถิ่นของชาวไทยใหญ่เข้ามาในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิภาคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วันดี สอนิวัฒนา. (2545). กระบวนการสร้างอัตลักษณ์ทางชาติพันธุ์ของชาวไทยใหญ่ชายแดนไทย-พม่า กรณีศึกษาหมู่บ้านเปียงหลวง อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์สังคมวิทยาและมานุษยวิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

4) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ

4.1) ข้อมูล/สารสนเทศจากสารานุกรมบนซีดีรอม

ผู้เขียนบทความ.// (ปีที่พิมพ์)./“ชื่อบทความ.”/ชื่อสารานุกรม./จำนวนแผ่น.// [ประเภทของสื่อที่เข้าถึง]./เข้าถึงได้จาก:/ชื่อสารานุกรม./สืบค้น วัน/เดือน/ปีที่สืบค้น.

ตัวอย่าง

Meade, M. S. (2002). “Thailand.” **Compton’s Interactive Encyclopedia**. [CD-ROM]. Available : Compton’s Interactive Encyclopedia. Retrieved July 4, 2002.

4.2) ข้อมูล/สารสนเทศจากวารสารอิเล็กทรอนิกส์

ผู้เขียนบทความ.// (ปีที่พิมพ์)./“ชื่อบทความ.”/ชื่อวารสาร./ปีที่(ฉบับที่).// [ประเภทของสื่อที่เข้าถึง]./เข้าถึงได้จาก:/แหล่งข้อมูล/สารสนเทศ/สืบค้น วัน/เดือน/ปีที่สืบค้น.

ตัวอย่าง

Erdelez, S., Ware, N. (2001). “Finding Competitive Intelligence on Internet Start-up Companies : A Study of Secondary Resource Use an Information-Seeking Processes.” **Information Research**. 7(1). [Online]. Available : <http://information.net/ir/7-1/paper115.html> Retrieved July 11, 2002.

Kenneth, I. A. (2000). “A Buddhist Response to The Nature of Human Rights.” **Journal of Buddhist Ethics**. 8(3). [Online]. Available : <http://www.cac.psu.edu/jbe/twocont.html>



Retrieved March 2, 2009.

4.3) ข้อมูล/สารสนเทศอื่นๆ บนอินเทอร์เน็ต

ผู้เขียนบทความ.// (ปี).// “ชื่อบทความ.”// [ประเภทของสื่อที่เข้าถึง].// เข้าถึงได้จาก: /แหล่งข้อมูล/สารสนเทศ/
สืบค้น วัน/เดือน/ปีที่สืบค้น.

ตัวอย่าง

ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2550). “แรงงานต่างด้าวในภาคเหนือ.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.Bot.or.th/BotHomepage/databank/RegionEcon/northern/public/Econ/ch7/42BOX04.HTM>. สืบค้น 2 กันยายน 2550.

Beckenbach, F. and Daskalakis, M. (2009). “Invention and Innovation as Creative Problem Solving Activities: A Contribution to Evolutionary Microeconomics.” [Online]. Available : http://www.wiwi.uni-augsburg.de/vwl/hanusch/emaee/papers/Beckenbach_neu.pdf
Retrieved September 12, 2009.

12. คุณค่าทางวิชาการ (Academic Value)

การนำเสนอให้ความรู้ใหม่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาและวงวิชาการ/การเสนอความรู้ทันต่อความก้าวหน้าทางวิชาการ/สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งอ้างอิงหรือนำไปปฏิบัติได้/กระตุ้นให้เกิดความคิดและการค้นคว้าอย่างต่อเนื่อง

การส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ผู้แต่งต้องส่งบทความผ่านทางระบบออนไลน์ โดยการสมัครสมาชิก (Register) วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในระบบฐานข้อมูลวารสารอิเล็กทรอนิกส์กลาง (<https://www.tci-thaijo.org/index.php/journalindus/login>) เพื่อขอรับ Username และ Password และคลิกที่ปุ่ม Log In เพื่อเข้าสู่ระบบ ในกรณีที่ท่านเป็นสมาชิกของวารสารแล้ว กรุณาเข้าสู่ระบบ log in และดำเนินการส่งบทความโดยดูตัวอย่างการส่งบทความได้ที่ ขั้นตอนการ SUBMISSION

หมายเหตุ:

1. กองบรรณาธิการฯ ขอสงวนสิทธิ์ ในการแก้ไขข้อความบางส่วนโดยไม่กระทบต่อเนื้อหาหลักของบทความ ทั้งนี้ เพื่อให้เป็นไปตามรูปแบบการตีพิมพ์ของวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
2. บทความในวารสารฉบับนี้ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้แต่งเท่านั้น

รูปแบบของบทความเพื่อการพิจารณาตีพิมพ์
ในวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ขนาด 18 pt
ตัวหนา

เว้น 1 บรรทัด

ชื่อ – สกุล ผู้แต่งบทความคนที่^{1*} ชื่อ – สกุล ผู้แต่งบทความคนที่²
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์^{1*}
คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตสุรินทร์²
อีเมล : Bancha@srru.ac.th^{1*}

ขนาด 14 pt
ตัวหนา

เว้น 1 บรรทัด

บทคัดย่อ

ขนาด 14 pt ตัวหนา

การจัดพิมพ์เอกสารต้นฉบับ ต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดตามรูปแบบที่กำหนด ในกรณีบทความเป็นภาษาไทย
ต้องมีบทคัดย่อเป็นภาษาไทย ควรมีย่อหน้าเดียวไม่ควรเกิน 250 คำ บทคัดย่อควรกล่าวถึงวัตถุประสงค์หลักของ
บทความ ผลลัพธ์ หรือสรุปผลที่ได้จากการทำวิจัย คำสำคัญที่เป็นภาษาไทยต้องมีเครื่องหมายจุลภาค (,) ระหว่าง
คำ

ขนาด
14 pt
ตัวบาง

เว้น 1 บรรทัด

คำสำคัญ : คำสำคัญ1 คำสำคัญ2 คำสำคัญ3

ขนาด 14 pt



A Manuscript Preparation Guideline for Paper Submitted to Industrial Technology Academic Journal, Surindra Rajabhat University

ขนาด 18 pt
ตัวหนา

Author^{1*}, Author²

เว้น 1 บรรทัด

Faculty of Industrial Technology, Surindra Rajabhat University^{1*}

Faculty of Management Technology, Rajamangala University of

Technology Isan Surin Campus²

E – mail : Bancha@srru.ac.th^{1*}

ขนาด 14 pt
ตัวหนา

เว้น 1 บรรทัด

Abstract – ขนาด 14 pt ตัวหนา

This Is an instruction for manuscript preparation. Please follow this guideline strictly. For a Thai article, an abstract in English must accompany the Thai version. The abstract should contain a single paragraph and its length should not exceed 250 words. It should be prepared in concise statement of objectives and summary of important.

ขนาด
14 pt
ตัวบาง

เว้น 1 บรรทัด

Keywords : Keywords1, Keywords2, Keywords3 – ขนาด 14 pt

บทนำ {ขนาด 14 pt ตัวหนา

Introduction {14 pt bold

.....
..... {ขนาด 14 pt ตัวบาง
.....

วัตถุประสงค์ {ขนาด 14 pt ตัวหนา

Research Objectives {14 pt bold

.....
..... {ขนาด 14 pt ตัวบาง
.....

วิธีการวิจัย {ขนาด 14 pt ตัวหนา

Methods {14 pt bold

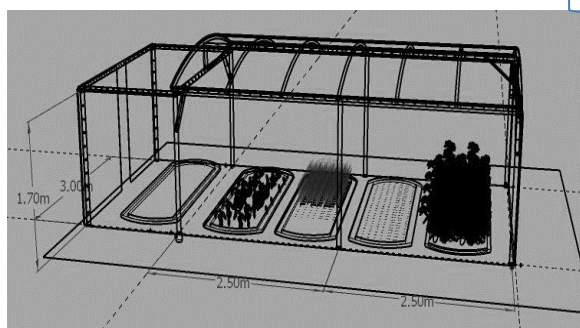
.....
..... {ขนาด 14 pt ตัวบาง
.....

ผลการวิจัย {ขนาด 14 pt ตัวหนา

Results {14 pt bold

.....
..... {ขนาด 14 pt ตัวบาง
.....

{เว้น 1 บรรทัด



{เว้น 1 บรรทัด

รูปที่ 1 การออกแบบเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำเกษตรปลอดสารพิษของผู้สูงอายุ



ตารางที่ 1 ข้อมูลแสดงตารางผสมปฏิภาคคอนกรีต

{ วัน 1 บรรทัด

ส่วนผสม	ปฏิภาคส่วนผสม(กก./ม ³)				ค่ายุบตัว คอนกรีต (ม.ม.)
0.61	น้ำ	ซีเมนต์	หิน	ทราย	90
	200	327	1056	740	

หมายเหตุ : ในส่วนหมายเหตุใช้ TH SarabunPSK ขนาด 12 pt ตัวธรรมดา

อภิปรายผลและสรุปผล {ขนาด 14 pt ตัวหนา

Discussion and Conclusion {14 pt bold

.....
 {ขนาด 14 pt ตัวบาง

ข้อเสนอแนะ {ขนาด 14 pt ตัวหนา

Suggestion {14 pt bold

.....
 {ขนาด 14 pt ตัวบาง

กิตติกรรมประกาศ {ขนาด 14 pt ตัวหนา

(ถ้ามี).....

.....
 {ขนาด 14 pt ตัวบาง

เอกสารอ้างอิง {ขนาด 14 pt ตัวหนา

References {14 pt bold

1 ชม. {ขนาด 14 pt ตัวบาง

คุณค่าทางวิชาการ {ขนาด 14 pt ตัวหนา

Academic Value {14 pt bold

.....
 {ขนาด 14 pt ตัวบาง

จริยธรรมการตีพิมพ์

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ กำหนดจริยธรรมการตีพิมพ์ (Publication Ethics) ของคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์ ไว้ดังนี้

หน้าที่และความรับผิดชอบของบรรณาธิการ

บรรณาธิการควรรับผิดชอบต่อทุกสิ่งที่มีการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารในความรับผิดชอบของตน ดังนี้

1. ดำเนินงานต่าง ๆ ของวารสารให้ตรงตามความประสงค์ของผู้อ่านและผู้แต่ง
2. มีการปรับปรุงวารสารอย่างต่อเนื่อง
3. รับรองคุณภาพของบทความที่ได้รับการตีพิมพ์
4. ให้เสรีภาพในการแสดงความคิดเห็น
5. คงไว้ซึ่งความถูกต้องของผลงานทางวิชาการ
6. ปกป้องมาตรฐานของทรัพย์สินทางปัญญาจากความต้องการทางธุรกิจ
7. ยินดีแก้ไขข้อผิดพลาดการตีพิมพ์ การทำให้เกิดความกระจ่าง การถอดถอนบทความ และการขอภัย

หากจำเป็น

หน้าที่ของบรรณาธิการต่อผู้อ่าน

แจ้งให้ผู้อ่านทราบเกี่ยวกับผู้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยและบทบาทของผู้ให้ทุนวิจัยในการทำวิจัยนั้น ๆ

หน้าที่ของบรรณาธิการต่อผู้แต่ง

1. บรรณาธิการควรดำเนินการทุกอย่างเพื่อให้มั่นใจในคุณภาพของบทความที่ตีพิมพ์ เพื่อรับรองคุณภาพของงานวิจัยที่ตีพิมพ์และตระหนักว่าวารสารและแต่ละส่วนของวารสารมีวัตถุประสงค์และมาตรฐานที่ต่างกัน
2. การตัดสินใจของบรรณาธิการต่อการยอมรับหรือปฏิเสธบทความวิจัย บทความวิชาการเพื่อการตีพิมพ์ควรขึ้นอยู่กับความสำคัญ ความใหม่และความชัดเจนของบทความ ตลอดจนความเกี่ยวข้องกับขอบเขตของวารสาร
3. ควรมีการชี้แจงหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการตรวจสอบประเมินบทความ (Peer Review) นอกจากนี้ บรรณาธิการควรมีความพร้อมในการชี้แจงความเบี่ยงเบนต่าง ๆ จากกระบวนการตรวจสอบที่ได้รับไป
4. วารสารควรมีช่องทางให้ผู้แต่งบทความอุทธรณ์ได้หากผู้แต่งมีความคิดเห็นแตกต่างจากการตัดสินใจของบรรณาธิการ
5. บรรณาธิการควรจัดพิมพ์คำแนะนำแก่ผู้แต่งบทความในทุกประเด็นที่บรรณาธิการคาดหวังในทุกเรื่อง ที่ผู้แต่งควรรับทราบและควรมีการปรับปรุงคำแนะนำให้ทันสมัยอยู่เสมอ พร้อมทั้งควรมีการอ้างอิงหรือการเชื่อมโยงกับระเบียบดังกล่าวนี้ด้วย
6. บรรณาธิการไม่ควรเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจในการตอบรับบทความที่ถูกปฏิเสธการตีพิมพ์ไปแล้ว ยกเว้นพบว่า มีปัญหาร้ายแรงเกิดขึ้นในระหว่างการส่งบทความมารับการพิจารณา
7. บรรณาธิการใหม่ไม่กลับคำตัดสินใจมาตีพิมพ์บทความที่บรรณาธิการคนก่อนตอบปฏิเสธไปแล้ว ยกเว้นมีการพิสูจน์ถึงปัญหาร้ายแรงที่เกิดขึ้น



หน้าที่ของบรรณาธิการต่อผู้ประเมินบทความ

1. บรรณาธิการจัดพิมพ์รายละเอียดและคำแนะนำการเตรียมบทความเสนอการตีพิมพ์และแบบประเมินบทความแก่ผู้ประเมินบทความในทุกประเด็นที่บรรณาธิการคาดหวัง และควรมีการปรับปรุงคำแนะนำให้ทันสมัยอยู่เสมอ พร้อมทั้งควรมีการอ้างอิงหรือการเชื่อมโยงกับระเบียบดังกล่าวนี้ด้วย
2. บรรณาธิการควรมีระบบที่ปกป้องข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมินบทความ ยกเว้นวารสารนั้นมีการประเมินบทความแบบเปิดที่ได้แจ้งให้ผู้แต่งและผู้ประเมินรับทราบล่วงหน้าแล้ว

กระบวนการพิจารณาประเมินบทความ

บรรณาธิการควรมีระบบที่ทำให้มั่นใจได้ว่าบทความที่ส่งเข้ามายังวารสารจะได้รับการปกปิดเป็นความลับในระหว่างขั้นตอนการพิจารณาประเมิน

การร้องเรียน

1. บรรณาธิการควรดำเนินการตามขั้นตอนที่ของกระบวนการพิจารณาบทความที่กำหนดโดยคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์
2. บรรณาธิการควรมีการตอบกลับคำร้องเรียนในทันที และควรแสดงให้ผู้ร้องเรียนมั่นใจได้ว่าสามารถร้องเรียนได้อีกหากยังไม่พอใจ ซึ่งกลไกดังกล่าวนี้ควรปรากฏชัดเจนในวารสาร และควรรวมข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการส่งเรื่องที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขไปให้คณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์

การสนับสนุนการอภิปราย

1. ควรมีการเปิดเผยคำวิจารณ์บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร ยกเว้นบรรณาธิการจะมีเหตุผลอื่นที่ดีเพียงพอในการไม่เปิดเผยคำวิจารณ์นั้น
2. ควรเปิดโอกาสให้ผู้มีบทบาทที่มีคนอื่นวิจารณ์ให้สามารถชี้แจงตอบกลับได้ นอกจากนี้การศึกษาวิจัยที่มีผลขัดแย้งกับบทความวิจัยที่ลงตีพิมพ์ไปแล้ว ก็ควรได้รับโอกาสนี้เช่นกัน
3. การศึกษาวิจัยที่มีการรายงานผลการวิจัยในด้านลบก็ควรรวมไว้ในบทความด้วย ไม่ควรตัดส่วนนี้ออกไป

สนับสนุนความถูกต้องทางวิชาการ

1. บรรณาธิการควรทำให้เกิดความมั่นใจว่ารายละเอียดทุกส่วนในบทความวิจัย บทความวิชาการที่มีการตีพิมพ์ในวารสาร ต้องเป็นไปตามหลักจริยธรรมสากลที่ได้รับการยอมรับ
2. บรรณาธิการควรมีหลักฐานเพื่อให้มั่นใจว่าบทความวิจัยทุกชิ้นที่จะตีพิมพ์นั้นได้รับการอนุมัติและเห็นชอบโดยคณะกรรมการที่มีอำนาจ (เช่น คณะกรรมการทางจริยธรรมด้านงานวิจัย คณะกรรมการพิจารณาบทความวิจัยของสถาบัน เป็นต้น) อย่างไรก็ตามบรรณาธิการควรระลึกไว้เสมอว่าการพิจารณาอนุมัตินั้นไม่ได้เป็นการรับประกันว่างานวิจัยนั้นถูกต้องตามหลักจริยธรรมเสมอไป

การคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล

บรรณาธิการควรปกป้องข้อมูลส่วนบุคคลให้เป็นความลับ (เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างคนไข้และแพทย์ เป็นต้น) ดังนั้นบรรณาธิการจึงต้องมีหนังสือยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากคนไข้ หากชื่อ หรือ รูปของคนไข้ปรากฏในรายงานหรือบทความ อย่างไรก็ตามบรรณาธิการสามารถตีพิมพ์บทความได้โดยไม่ต้องมีเอกสารยินยอมหากบทความนั้นมีความสำคัญต่อสุขภาพของคนทั่วไป (หรือมีความสำคัญในบางเรื่อง) หรือมีความยากลำบากในการได้มาซึ่งเอกสารยินยอม และบุคคลผู้นั้นไม่คัดค้านต่อการตีพิมพ์เผยแพร่ (จึงต้องมีการปฏิบัติตามเงื่อนไขสามประการดังกล่าว)

การติดตามความประพฤตินิยมชอบ

1. บรรณาธิการมีหน้าที่ติดตามความประพฤตินิยมชอบในกรณีเกิดข้อสงสัย ซึ่งรวมถึงบทความวิจัย หรือบทความวิชาการทั้งที่ได้รับการตีพิมพ์และยังไม่ได้มีการตีพิมพ์
2. บรรณาธิการไม่ควรปฏิเสธบทความวิจัยหรือบทความวิชาการที่อาจจะมีประเด็นนิยมชอบในทันทีทันใด บรรณาธิการมีหน้าที่ต้องติดตามบทความวิจัยหรือบทความวิชาการที่ถูกกล่าวหาว่าประพฤตินิยมชอบเพื่อหาข้อเท็จจริง
3. บรรณาธิการควรแสวงหาคำตอบจากบุคคลผู้ถูกกล่าวหา ก่อน แต่หากยังไม่พอใจต่อคำตอบที่ได้รับให้สอบถามหัวหน้าหรือคณะบุคคลที่เกี่ยวข้อง (ซึ่งในบางครั้งอาจเป็นหน่วยงานที่ออกกฎระเบียบ) เพื่อตรวจสอบข้อเท็จจริง
4. บรรณาธิการควรดำเนินการตามที่กำหนดไว้ในผังการทำงานของคณะกรรมการจริยธรรมการตีพิมพ์เมื่อความจำเป็นต้องใช้
5. บรรณาธิการควรพยายามทำให้เกิดความมั่นใจว่าได้มีการดำเนินการตรวจสอบข้อเท็จจริงอย่างถูกต้องด้วยหลักเหตุและผล แต่หากไม่ได้ดำเนินการดังกล่าว บรรณาธิการควรขอความช่วยเหลือทางแก้ไขปัญหาลงถึงแม้ว่าจะเป็นเรื่องที่ยุ้งยากแต่ก็เป็นภาระหน้าที่ที่สำคัญ

การรับรองความถูกต้องของผลงานทางวิชาการ

1. เมื่อมีการรับรู้ว่ามีคำถามไม่ถูกต้องเกิดขึ้นกับบทความที่ตีพิมพ์ไปแล้ว รวมถึงมีประโยชน์นำไปสู่ความเข้าใจผิด หรือเป็นรายงานที่บิดเบือนข้อเท็จจริง บรรณาธิการต้องแก้ไขทันทีและด้วยความชัดเจน
2. หากปรากฏการประพฤติทุจริตภายหลังการดำเนินการตรวจสอบแล้ว บรรณาธิการต้องดำเนินการถอดถอนบทความนั้นด้วยความชัดเจนที่สามารถพิสูจน์ได้ ทั้งนี้การถอดถอนนี้ต้องให้ผู้อ่านและระบบฐานข้อมูลอื่น ๆ ทราบด้วย

ความสัมพันธ์กับเจ้าของวารสารและสำนักพิมพ์

ความสัมพันธ์ของบรรณาธิการต่อสำนักพิมพ์และเจ้าของวารสารมักมีความซับซ้อน อย่างไรก็ตามควรมีพื้นฐานอยู่บนความเป็นอิสระของบรรณาธิการ และแม้ว่าสภาพความเป็นจริงทางเศรษฐกิจและการเมืองของวารสารจะเป็นเช่นไร บรรณาธิการควรพิจารณาตัดสินใจเกี่ยวกับการรับบทความเพื่อตีพิมพ์โดยยึดคุณภาพและความเหมาะสมกับผู้อ่านมากกว่าผลตอบแทนทางการเงินหรือการเมือง

ประเด็นพิจารณาที่เกี่ยวข้องในเชิงพาณิชย์

1. บรรณาธิการควรประกาศนโยบายในด้านการโฆษณาที่เน้นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของวารสาร และในการตีพิมพ์ส่วนเสริมหรือเพิ่มเติมใด ๆ ของวารสาร
2. บรรณาธิการต้องไม่ตีพิมพ์การโฆษณาที่อาจทำให้เกิดความเข้าใจผิด และต้องยินดีที่จะตีพิมพ์คำวิจารณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้ให้ยึดถือเกณฑ์เดียวกันกับการพิจารณาส่วนต่าง ๆ ของวารสาร
3. ในการนำบทความเดิมมาพิมพ์ใหม่นั้น ต้องให้คงลักษณะเดิมทุกประการยกเว้นหากจะมีการเพิ่มเติมส่วนที่แก้ไข

ผลประโยชน์ทับซ้อน

บรรณาธิการควรมีระบบในการจัดการผลประโยชน์ทับซ้อน (การขัดกันด้านผลประโยชน์) ของบรรณาธิการเองรวมทั้งของเจ้าหน้าที่วารสาร ผู้แต่ง ผู้ประเมินบทความ และสมาชิกกองบรรณาธิการ



คณะกรรมการจัดทำวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

รองศาสตราจารย์บัญชา ชื่นจิต

รองศาสตราจารย์ยุพดี สีนมาก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกานต์ ลายสนธิ์

อาจารย์ ดร.สุพิมพา วัฒนสังข์โสภณ

อาจารย์ธำริณี มีเจริญ

อาจารย์อภินันท์ชัย โจมสติ

ดร.วณดา เผ่าศิริ

นายสังเวียน ก้อนทอง

นางสาวแสงเดือน ธรรมวัตร

เทคโนโลยีสร้างสรรค์
มุ่งเน้นวิชาการ
บริการท้องถิ่น



INDUSTRIAL TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

186 ม.1 ถนนสุรินทร์ - ปราสาท ต.นอกเมือง
อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000

Tel. 044-041555 Fax : 044-041554

[http://www.tci-thaijo.org/index.php/journalindus/index.](http://www.tci-thaijo.org/index.php/journalindus/index)

www.industrial-journal.srru.ac.th