ISSN 2351-0811

The Journal of Industrial Technology

Suan Sunandha Rajabhat University

Volume 4 / Number 1 / January-June 2016

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน ประจำปี 2559

Key words :

- Scrap, Plastic Films
- Rotary Label Sticker Machine, Digital Polymer Coated Plate, Label Sticker, Lifetime Forecasting, Tone Value Increase
- Kilowatt-Hour Meter, Terminal
- Delivery Gripper Balancing, Sheet-fed Offset Press, Bearing Housing, Geometric Tolerances
- Shim Valve Adjusting Tools, Toyota Engine 4A-GE and 4A-FE
- Screen Printing, Water-based Screen Printing Inks, Production of Screen Printing Inks, Adhesives, Color Substance
- Safety Management, Operation at Height
- Advertisement, JavaScript, Internet, Web Forms, Twitter

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

วัตถุประสงค์ของการจัดพิมพ์วารสาร

1. เพื่อเผยแพร่ผลงานวิชาการหรือผลงานวิจัยที่มีคุณภาพด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อเป็นช่องทางในการนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ฤเดช เกิดวิชัย	อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
รองศาสตราจารย์ ดร.ปรุงศักดิ์ อัตพุฒ	คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

บรรณาธิการ

ดร.ชนมภัทร โตระสะ	รองคณบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ รัศมี	มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ
ศาสตราจารย์ ดร.วิชัย ศรีคำ	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ศาสตราจารย์ ดร.ชิดชนก เหลือสินทรัพย์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.จงจิตร์ หิรัญลาภ	มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.โจเซฟ เคดารี	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช วุฒิพฤกษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.วิชชุดา หุ่นวิไล	มหาจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.สุชปา เนตรประดิษฐ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรินทร์ ปัทมวรคุณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีระ โชติธรรมาภรณ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ดร.พลัง วงษ์ธนสุภรณ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
อาจารย์รัชศักดิ์ สารนอก	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

คณะกรรมการประเมินบทความ

ศาสตราจารย์ ดร.ชิดชนก เหลือสินทรัพย์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐไชย์ ลีนาวงศ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.สุชปา เนตรประดิษฐ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.อรัญ หาญสืบสาย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร.อุทัย ผ่องรัศมี	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมวุธ วิศวไพศาล	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
รองศาสตราจารย์ผกามาศ ผจญแกล้ว	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ สมุทธารักษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา จารุศิริพจน์	มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐพงศ์ สอนสุวิทย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประทุมทอง ไตรรัตน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุริยา แก้วอาษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นารีนาถ รักสุนทร มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษฎางค์ ศุกระมูล มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เชี่ยวชาญ ห้าวหาญ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เผชิญ จันทร์สา มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัฒนา พันธ์ลำเจียก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดุลย์ พัฒนภักดี มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรัญ ขวัญปาน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อำนาจ สวัสดิ์นะที มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ดร.ธวัชชัย วงศ์ช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ดร.อำนาจ ขาวเน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กองการจัดการ

นางสาววรฤทัย หาญโชติพันธุ์

กำหนดการเผยแพร่

ปีละ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม – มิถุนายน) และ ฉบับที่ 2 (เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม)

เจ้าของวารสาร

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

สำนักงาน

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เลขที่ 1 ถนนอู่ทองนอก เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ 0 2160 1438 ต่อ 22 โทรสาร 0 2160 1440 www.fit.ssru.ac.th

พิมพ์ที่

ห้างหุ้นส่วนจำกัด วินท์ลักษณ์ 10/378 หมู่ที่ 7 ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร โทรศัพท์ 081 810 1419

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เป็นฉบับประจำปีที่ 4 ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม – มิถุนายน 2559) บทความประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวกับเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในรูปแบบบทความวิจัยอันประกอบด้วยบทความวิจัย จำนวน 7 เรื่อง และวิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต จำนวน 1 เรื่อง บทความวิจัยที่เด่นๆ ได้แก่ การสร้างอุปกรณ์สำหรับถอดแผ่นชิมวาล์วในเครื่องยนต์โตโยต้า 4A-GE และ 4A-FE การประมวลผลวีดีโอแบบขนานโดยใช้เว็บซีแอล และการออกแบบและสร้างเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์ม ซึ่งเนื้อหาของบทความวิจัยมีความหลากหลายสำหรับคณาจารย์ นักวิชาการ และผู้ที่สนใจทั่วไป

สำหรับวารสารในปีที่ 4 ฉบับที่ 2 (เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม 2559) กำลังเปิดรับผลงานเพื่อตีพิมพ์ จึงขอเชิญผู้สนใจ นักวิจัย อาจารย์และนักศึกษา ส่งผลงานในลักษณะของบทความวิชาการหรือบทความวิจัยมาตีพิมพ์ในวารสารนี้ โดยบทความจะได้รับการประเมินคุณภาพจากกองบรรณาธิการ และพิจารณากลั่นกรอง (peer review) โดยผู้ทรงคุณวุฒิตามสาขาที่เกี่ยวข้อง

กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับคณาจารย์ นักวิชาการ นักศึกษา และผู้ที่สนใจทั่วไป ขอขอบคุณสมาชิกวารสารที่ได้ให้ความสนใจติดตามวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทามา ณ โอกาสนี้

ดร.ชนมภัทร โตระสะ
บรรณาธิการ

สารบัญ

หน้า

การสร้างอุปกรณ์สำหรับถอดแผ่นชิมวาล์วในเครื่องยนต์โตโยต้า 4A-GE และ 4A-FE 6
The Development of a Shim Valve Adjusting Tools for the Toyota Engine 4A-GE and 4A-FE
วรพนธ์ ชีววรนนท์ตรี, วิโรจน์ ตันติภัทโร

การศึกษาการตรวจพิสูจน์มิเตอร์ไฟฟ้าที่ถูกแก้ไขดัดแปลงบริเวณจุดต่อสาย 18
The Studying Scientific Crime Detection on Terminals of Kilowatt-Hour Meter were adjusted
ปิยวัฒน์ มั่นคง, ณรงค์ สังวาระนที

การผลิตหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำจากธรรมชาติโดยใช้ขมิ้นเป็นสารให้สีและแป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดติด 26
Production of water-based screen printing inks using turmeric as a color substance and cassava as adhesives
วีระ โชติธรรมาภรณ์

เครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริปเปอร์พากระดาษสำหรับเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น 35
Delivery Gripper Balancing Equipment for Sheet-fed Offset Press
พิทักษ์พงษ์ บุญประสม

แนวทางการปรับปรุงการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง กรณีศึกษา บริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด 45
Guideline for Improvement of Safety Management in Operation at Heights Case Study : SC System Network Co., Ltd.
อัจฉรา ผ่องพิทยา, จันทร์จิรา สิงห์พันธ์, ปราณี อามาตมนตรี, โอภาส พรมมิ

สารบัญ

หน้า

การประมวลผลวีดีโอแบบขนานโดยใช้เว็บซีแอล 57
Parallel Video Processing Using WebCL
อัษฎาวุธ อัศวมหาพงษ์, สิทธินนท์ โทนอ่อน, สุรศักดิ์ สุทธิ, อภิสิทธิ์ รัตนาตรานุรักษ์

ศึกษาอายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลของเครื่องพิมพ์ชนิดโรตารี่ ใช้ผลิตฉลากสติ๊กเกอร์ กรณีศึกษา โรงงานผลิตฉลากสติ๊กเกอร์ 72
Study of lifetime of digital coated plates in the rotary label sticker machine : case study sticker label factory
ธิดาธิป หารชุมพล

การออกแบบและสร้างเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์ม 83
Design and Constructing of a Scrap Collecting Machine from the Production Process of Plastic Films
ชุมพล อินทร์มณี, กฤษณพัสตร์ ปิ่นณรงค์, เอกรักษ์ โคะเจ, นัฐพงษ์ ธรรมวงษา

การสร้างอุปกรณ์สำหรับถอดแผ่นชิมวาล์ว ในเครื่องยนต์โตโยต้า 4A-GE และ 4A-FE

The Development of a Shim Valve Adjusting Tools for the Toyota Engine 4A-GE and 4A-FE

วรพนธ์ ชีววรนนท์ตรี[1*], วิโรจน์ ตันติภัทโร[2]

[1*]สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี 16/10 ถนนเลียบคลองทวีวัฒนา เขตทวีวัฒนา กรุงเทพฯ 10170

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับถอดแผ่นชิมวาล์ว เครื่องยนต์ โตโยต้า 4A–GE และ 4A–FE ซึ่งสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในการเรียนการสอนด้านปฏิบัติ ปรับแต่งเครื่องยนต์โตโยต้า 4A–GE, 4A–FE โดยสามารถถอดประกอบแผ่นชิมในการปรับตั้งลิ้น ผู้วิจัยได้สร้างอุปกรณ์ต้นแบบ จำนวน 1 ชุด และให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในด้านการสอนวิชาปรับแต่งเครื่องยนต์ ของวิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม (สยามเทค) จำนวน 15 คน ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ปฏิบัติงานในศูนย์บริการ โตโยต้า ธนบุรี จำนวน 2 คน และช่างอู่ซ่อมรถยนต์คมเซอร์วิส จำนวน 2 คน ที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี เป็นผู้ประเมินคุณภาพของอุปกรณ์ต้นแบบ โดยใช้แบบประเมินความเห็น หลังจากผู้วิจัยได้สาธิตการใช้อุปกรณ์ต้นแบบถอดแผ่นชิมในการปรับตั้งลิ้นเครื่องยนต์ ผลจากการประเมินความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านคุณภาพของอุปกรณ์ต้นแบบ ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันในระดับเห็นด้วยถึงเห็นด้วยอย่างยิ่ง ว่าอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อใช้ในการถอดแผ่นชิมในการปรับตั้งลิ้น มีคุณภาพที่ค่าเฉลี่ยระดับความเห็นเท่ากับ 4.55 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ค่าเฉลี่ยที่ตั้งไว้คือ 3.51 – 5.0 จึงกล่าวได้ว่าอุปกรณ์ต้นแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่ามีคุณภาพ และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยสามารถนำอุปกรณ์ต้นแบบนี้ไปใช้งานได้

คำสำคัญ : อุปกรณ์ถอดแผ่นชิมวาล์ว, เครื่องยนต์โตโยต้า 4A–GE และ 4A–FE

Abstract

This research aims to create a prototype device for removing the shim in order to adjust valves in a new engine model. The device can be used to solve problems on disassembling and reassembling the shim in the workshop class of engine tune-up for TOYOTA 4A-GE, 4A-FE. A set of the prototype device is produced and let a group of experts to test the device in order to evaluate its quality. The experts are selected from 15 specialists in teaching a course of engine tune-up in Siam Technology College, 2 technical specialists of service center in Toyota Thonburi and 2 technicians of Khom Service (an automotive repair shop) who have at least 5-year experience in automotive repair work. After demonstration of the prototype device, the questionnaires for quality assessment are distributed to the expert group. The assessment result indicates that the experts have consensus opinion from agreement to strong agreement levels with the score of about 4.55 on average which is in the criterion-referenced target scores of 3.51 – 5.0. This means that the experts are unanimously satisfied with quality of the prototype device corresponding with the hypotheses of this research in that the device can be practically used to achieve the goal.

Keyword : Shim Valve Adjusting Tools, Toyota Engine 4A-GE and 4A-FE

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านยานยนต์ได้มีการพัฒนาให้ก้าวหน้าไปอย่างมาก โดยเฉพาะการนำระบบอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ ซึ่งในเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้นำเอาระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Fuel Injection System) เข้ามาควบคุมการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์แทนคาร์บูเรเตอร์ ซึ่งจะสามารถควบคุมได้เที่ยงตรงแม่นยำ ตามความต้องการของเครื่องยนต์อย่างแท้จริง จึงทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงลดลงและลดมลพิษจากแก๊สไอเสีย จากข้อดีดังกล่าวทำให้บริษัทผู้ผลิตรถยนต์จึงได้มีการนำระบบการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์มาใช้แทนเครื่องยนต์ที่ใช้คาร์บูเรเตอร์ซึ่งใช้มาตั้งแต่ดั้งเดิม

การนำรถยนต์มาใช้ในการขับขี่บนท้องถนน ชิ้นส่วนต่างๆ จะเกิดการสึกหรอจึงต้องได้รับการซ่อมบำรุง เพื่อให้สามารถนำรถไปใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพและผู้ขับขี่มีความปลอดภัย ส่วนการบริการซ่อมแซมและปรับแต่งเครื่องยนต์จะเป็นหน้าที่ของช่างที่มีความชำนาญงานซ่อมรถยนต์ที่ประกอบอาชีพอยู่ในศูนย์บริการรถยนต์หรืออู่ซ่อมรถยนต์ซึ่งมีอยู่ทั่วไป รถยนต์จะสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ระบบต่างๆ จะต้องมีความพร้อมในการทำงาน อันได้แก่ ระบบจุดระเบิด ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ระบบไฟชาร์จ ระบบหล่อลื่น ระบบระบายความร้อน ระบบไอดี-ไอเสีย ระบบแสงสว่าง ระบบสัญญาณไฟ ระบบเบรก ระบบส่งกำลัง ระบบรองรับน้ำหนัก และระบบบังคับเลี้ยว ซึ่งโดยปกติทุกระบบจะต้องมีการบริการตรวจเช็คตามระยะทางหรือตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในคู่มือประจำรถยนต์ แต่ถ้าหากอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่ชำรุดเสียหายก็จะต้องทำการซ่อมหรือจะต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการซ่อมบำรุง ดูแลรักษาและมีการปรับแต่งตามระยะเวลาที่กำหนด

การปรับตั้งวาล์วเป็นหัวข้อหนึ่งที่สำคัญในการปรับแต่งเครื่องยนต์ วาล์วเป็นชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวตลอดขณะที่เครื่องยนต์ทำงานจึงเกิดค่าการสึกหรอได้ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับตั้งวาล์วเพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพ ในการปรับแต่งเครื่องยนต์รุ่นใหม่ การปรับตั้งลิ้นส่วนมากจะเป็นแบบรองแผ่นชิม (SHIM) ซึ่งจำเป็นจะต้องปรับแต่งตามคู่มือการซ่อมของบริษัทผู้ผลิต และในการสั่งซื้อเครื่องมือพิเศษจากบริษัทผู้ผลิตนั้นมักจะได้รับการปฏิเสธ ทั้งนี้เนื่องจาก บริษัทจะขายให้เฉพาะศูนย์บริการที่เป็นตัวแทนจำหน่ายรถยนต์ของตนเองเท่านั้น จึงเกิดปัญหาในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติอย่างมากสำหรับสถานศึกษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดหาวิธีสร้างเครื่องมือพิเศษในการปรับตั้งวาล์วแบบรองแผ่นชิม (SHIM) โดยเน้นใช้วัสดุที่แข็งแรงและสามารถใช้งานได้ดี โดยการศึกษาข้อมูลและสอบถามช่าง

ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ที่ทำงานเกี่ยวกับการปรับแต่งเครื่องยนต์จากสถานประกอบการและศูนย์บริการที่อยู่ใกล้เคียง จากปัญหาที่พบในการศึกษาข้อมูล คือ ใช้เวลาในการถอดและประกอบมาก เพราะขาดเครื่องมือที่มีคุณภาพทำให้การปฏิบัติงานถอดประกอบแผ่นชิมใช้เวลามาก เนื่องจากว่าต้องคอยระมัดระวังเป็นพิเศษเพื่อป้องกันมิให้กลไกบังคับลิ้นเกิดการชำรุดเสียหาย

จากปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้ผู้วิจัยมีแนวความคิดเพื่อแก้ปัญหาโดยการสร้างเครื่องมือต้นแบบสำหรับการถอดประกอบแผ่นชิมที่มีความสะดวกในการใช้งาน สามารถถอดแผ่นชิมได้หลายรุ่นในเครื่องยนต์โตโยต้า โดยที่ชิ้นส่วนอื่นๆ ของเครื่องยนต์ไม่เกิดการชำรุดเสียหาย ทำให้ช่างซ่อมรถยนต์มีความสะดวกและประหยัดเวลาในการปรับตั้งระยะห่างของลิ้นแบบใช้แผ่นชิม นอกจากนั้นยังสามารถนำเครื่องมือต้นแบบสำหรับถอดประกอบแผ่นชิมที่สร้างขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อฝึกทักษะของนักศึกษาที่เรียนวิชาปฏิบัติงานซ่อมเครื่องยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ปรับปรุง 2546 ของกรมอาชีวศึกษาในแผนกวิชาช่างยนต์ ทำให้นักศึกษาสามารถฝึกปฏิบัติปรับแต่งวาล์วแบบใช้แผ่นชิม โดยใช้เครื่องมือที่มีความเหมาะสมกับประเภทของงานและเป็นการจุดประกายความคิดใหม่ๆ ให้กับนักศึกษา ได้มีแนวความคิดในการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการปฏิบัติงานอื่นๆ ด้วยตัวนักศึกษาเอง

วัตถุประสงค์งานวิจัย

เพื่อสร้างเครื่องมือปรับตั้งวาล์วแบบใช้แผ่นชิม (SHIM) ในเครื่องยนต์ TOYOTA 4A-GE, 4A-FE สำหรับใช้การเรียนการสอนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างเครื่องมือปรับตั้งวาล์วแบบใช้แผ่นชิม ในเครื่องยนต์ TOYOTA 4A-GE,4A-FE และประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อเครื่องมือที่สร้างขึ้น ซึ่งผู้วิจัยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้ศึกษาหาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย ดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาปัญหาในการปรับตั้งลิ้นแบบใช้แผ่นชิม เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องมือต้นแบบ

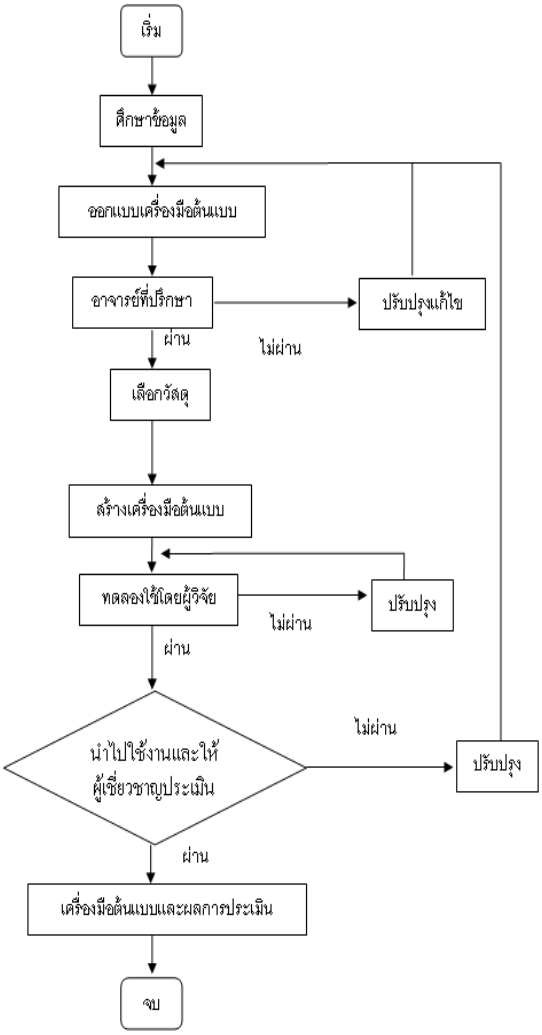
1.2 ศึกษาคุณลักษณะของวัสดุที่จะนำมาใช้ในการสร้างเครื่องมือต้นแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน

1.3 ศึกษาวิธีการทำวิจัยตลอดจนวิธีการเก็บข้อมูล วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล จากงานวิจัยอื่นๆ และเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. ผู้ประเมินเครื่องมือต้นแบบ

ผู้ประเมินเครื่องมือต้นแบบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในด้านการสอนวิชาปรับแต่งเครื่องยนต์ของวิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม (สยามเทค) จำนวน 15 คน ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ปฏิบัติงานในศูนย์บริการ TOYOTA ธนบุรี จำนวน 2 คน และช่างอู่ซ่อมรถยนต์ คมเซอร์วิส จำนวน 2 คน ที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการประเมินเครื่องมือต้นแบบโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด จำนวน 19 คน

3. การออกแบบและสร้างเครื่องมือต้นแบบ



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อใช้ในการปรับตั้งลิ้นแบบใช้แผ่นชิม

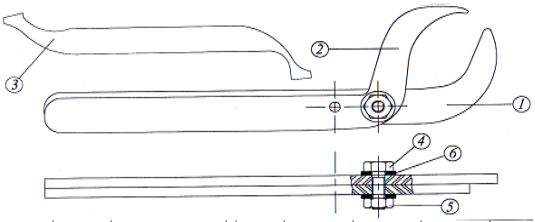
จากภาพที่ 1 สามารถอธิบายขั้นตอนการออกแบบและการสร้างเครื่องมือต้นแบบสำหรับถอดประกอบแผ่นชิมในการปรับตั้งลิ้นได้ ดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูล เพื่อสร้างอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับใช้ในการถอดแผ่นชิมโดยคำนึงถึงหลักการดังต่อไปนี้

ก. อุปกรณ์ต้นแบบเพื่อใช้ในการถอดแผ่นชิม ต้องมีขนาดพอเหมาะและมีความแข็งแรงสูง

ข. วัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบจะต้องเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติดีเพียงพอที่จะสามารถนำมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม

3.2 ดำเนินการออกแบบและร่าง



6	Ring	ϕ16×2	DIN1440-12St	006	2
5	Nut	M6×10	DIN934	005	1
4	Screw	M6×20	DIN931	04	1
3	Special tool B.	1.5×40×150	St50	03	1
2	Handle 2.	3×80×200	St50	02	1
1	Handle 1.	3×50×220	St50	001	1
รื่นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
ผู้เขียนแบบ	นายชัยณรงค์ คุณธราภรณ์		Siam Technological College (Siamtech)		
ผู้ตรวจแบบ	นายชัยณรงค์ คุณธราภรณ์				
ผู้ออกแบบ	นายวรพนธ์ ชิววรนนท์ศรี				
SCALE	ชื่องาน		หมายเลขแบบ		
1:1	SPECIAL TOOL A.		001 – 006		

ภาพที่ 2 ร่างแบบของอุปกรณ์ต้นแบบ

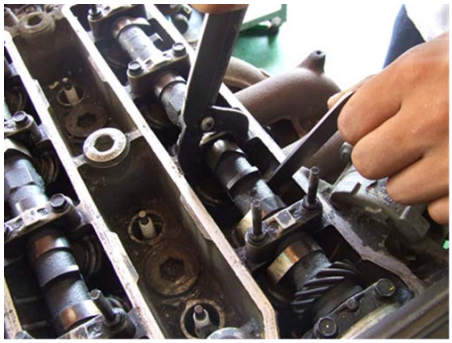
3.3 เลือกวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อใช้ในการถอดแผ่นชิม โดยเลือกใช้เหล็กเหนียว ST – 60 เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการสร้างเครื่องมือถอดประกอบแผ่นชิมในเครื่องยนต์ TOYOTA 4A-GE,4A-FE โดยมีคาร์บอน 0.35 % ค่าความแข็งจากการทดสอบมีค่า 95 HRB ความเค้นดึงที่จุดคราก (σ_y) ประมาณเท่ากับ 335 N/mm^2 ความเค้นดึงสูงสุด (σ_u) ประมาณเท่ากับ 705 N/mm^2 (บรรเลงและประเสริฐ 2530: 134)

3.4 สร้างอุปกรณ์ต้นแบบโดยพิจารณาว่าอุปกรณ์ต้นแบบที่สร้างขึ้นจะต้องตอบสนองวัตถุประสงค์ของการสร้างอุปกรณ์ต้นแบบครบทุกข้อ

ภาพที่ 3 อุปกรณ์ต้นแบบที่สร้างขึ้น

3.5 ทดลองใช้อุปกรณ์ต้นแบบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองใช้อุปกรณ์ต้นแบบเพื่อถอดแผ่นชิมในการปรับตั้งวาล์ว แล้วบันทึกผลการใช้พร้อมทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นในการถอดและข้อบกพร่องต่างๆ

3.6 นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้เพื่อให้ข้อคิดเห็นและข้อแนะนำในการปรับปรุงเครื่องมือต้นแบบ



ภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการถอด-ประกอบชิมวาล์ว

4. การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองใช้อุปกรณ์ต้นแบบและเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่ได้จากแบบสอบถามประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในด้านการสอนแผนกช่างยนต์ ของวิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม (สยามเทค) จำนวน 15 คน รองหัวหน้าช่างประจำศูนย์บริการรถยนต์ TOYOTA ธนบุรี จำนวน 2 คน และช่างอู่ซ่อมรถยนต์คมเซอร์วิส จำนวน 2 คน รวม 19 คน หลังจากผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินความคิดเห็นต่ออุปกรณ์ต้นแบบเพื่อใช้ในการถอดประกอบแผ่นชิมในการปรับตั้งลิ้น ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจะตรวจสอบอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อดูความแข็งแรงของวัสดุ แล้วผู้วิจัยได้สาธิตการถอดประกอบแผ่นชิมที่ติดตั้งบนฝาสูบ โดยใช้อุปกรณ์ต้นแบบที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผล โดยใช้แบบประเมินความเห็น ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยกำหนดโครงสร้างของเนื้อหาแบบประเมินโดย แบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็น (ผู้เชี่ยวชาญ) ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ

ตอนที่ 2 เป็นข้อมูลแบบประเมินความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) กำหนดน้ำหนักคะแนน (Weight) ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (บุญชม, 2543 : 69)

5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4 หมายถึง เห็นด้วย
3 หมายถึง ไม่แน่ใจ
2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย
1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยใช้แบบสอบถาม เพื่อประเมินความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประเมินค่าโดยแบ่งระดับคะแนนความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับดังนี้ (ชูศรี, 2544:75)

ระดับคะแนน 4.51 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด

ระดับคะแนน 3.51 – 4.50 หมายถึง มาก

ระดับคะแนน 2.51 – 3.50 หมายถึง ปานกลาง

ระดับคะแนน 1.51 – 2.50 หมายถึง พอใช้

ระดับคะแนน 1.00 – 1.50 หมายถึง ควรปรับปรุง

5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่ออุปกรณ์ต้นแบบเพื่อใช้ในการถอดแผ่นซิมในการปรับตั้งวาล์วเครื่องยนต์ จำนวน 19 ฉบับ แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูล ว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันในด้านคุณภาพของอุปกรณ์ต้นแบบในระดับใด โดยแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นในรูปของกราฟและตารางประกอบคำบรรยายโดยแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อมูลที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของอุปกรณ์ต้นแบบ มีอายุอยู่ระหว่าง 20 – 30 ปี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10.5 อายุ 31 – 40 ปี จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 26.3 และอายุมากกว่า 40 ปี จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 63.2

ข้อมูลที่ 2 ระดับการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญระดับการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของอุปกรณ์ต้นแบบ จบการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 73.7 และลำดับรองลงมาเป็นระดับต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.8 และสูงกว่าปริญญาตรี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10.5

ข้อมูลที่ 3 ประสบการณ์การทำงานของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของอุปกรณ์ต้นแบบมีประสบการณ์ในการทำงานมากกว่า 15 ปี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 47.4 รองลงมามีประสบการณ์ 5 – 10 ปี จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 26.3 และมีประสบการณ์ 11 – 15 ปี จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 26.3

ข้อมูลที่ 4 อาชีพของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของอุปกรณ์ต้นแบบมีอาชีพครู จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 78.9 รองลงมาคือพนักงานบริษัท จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10.5 และอาชีพอื่นๆ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10.5

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยแยกออกเป็นด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านคุณสมบัติของอุปกรณ์

ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญต่อเครื่องมือต้นแบบด้านคุณสมบัติของเครื่องมือในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (μ = 4.52) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าอุปกรณ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้นักศึกษา ใช้ฝึกทักษะในการปรับตั้งวาล์วในสถานศึกษาได้มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ย 4.63 รองลงมา ได้แก่ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานประกอบการได้ มี

ค่าเฉลี่ย 4.52 และ ผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจในระดับมาก ได้แก่ นำไปใช้งานปรับตั้งวาล์วแบบรองชิมได้ตามวัตถุประสงค์ และเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นมาใหม่ทั้งหมด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.47

2. ด้านวัสดุ

ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญต่อเครื่องมือต้นแบบด้านวัสดุที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (μ = 4.51) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าผู้เชี่ยวชาญพึงพอใจในระดับมากที่สุดได้แก่ รูปทรงของอุปกรณ์ต้นแบบมีความเหมาะสมโดยค่าเฉลี่ย 4.63 รองลงมา ได้แก่ 1) น้ำหนักของอุปกรณ์ต้นแบบมีความเหมาะสม 2) อุปกรณ์ต้นแบบมีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน และ 3) มีความปลอดภัยเมื่อนำอุปกรณ์ต้นแบบไปใช้งานโดยมีค่าเฉลี่ย 4.52 และ4) ผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจในระดับมาก ได้แก่ วัสดุที่นำมาใช้สร้างอุปกรณ์ต้นแบบมีคุณภาพเพียงพอเหมาะสมกับการนำไปใช้งานโดยมีค่าเฉลี่ย 4.47 และ 5) อุปกรณ์ต้นแบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับเครื่องยนต์ยี่ห้อต่างๆ ได้โดยมีค่าเฉลี่ย 4.42

3. ด้านการเรียนรู้

ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญต่อเครื่องมือต้นแบบด้านการเรียนรู้ของเครื่องมือต้นแบบในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (μ = 4.60) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าผู้เชี่ยวชาญพึงพอใจในระดับมากที่สุดได้แก่ 1) นักศึกษาสะดวกในการบำรุงรักษาเครื่องมือได้ มีค่าเฉลี่ย 4.78 2) นักศึกษามีความสะดวกต่อการใช้งาน 3) ประหยัดเวลาเมื่อนำอุปกรณ์ต้นแบบไปใช้ถอด - ประกอบแผ่นชิม 4) นักศึกษาใช้เครื่องมือพิเศษได้ถูกต้อง โดยมีค่าเฉลี่ย 4.57 และนักศึกษาถอด - ประกอบแผ่นชิมได้เร็วขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ย 4.52

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมต่ออุปกรณ์ต้นแบบ

ตารางที่ 1 การประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมต่ออุปกรณ์ต้นแบบสำหรับถอดแผ่นชิม

จุดประเมิน (N)	ค่าเฉลี่ย (μ)	σ
1.1 เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นมาใหม่ทั้งหมด	4.47	0.61
1.2 นำไปใช้งานปรับตั้งวาล์วแบบรองชิมได้ตามวัตถุประสงค์	4.47	0.51
1.3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานประกอบการได้	4.53	0.51
1.4 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้นักศึกษาใช้ศึกทักษะในการปรับตั้งวาล์วในสถานศึกษาได้	4.63	0.49
2.1 รูปทรงของอุปกรณ์ต้นแบบมีความเหมาะสม	4.63	0.49
2.2 น้ำหนักของอุปกรณ์ต้นแบบมีความเหมาะสม	4.53	0.51
2.3 วัสดุที่นำมาใช้สร้างอุปกรณ์ต้นแบบมีคุณภาพเพียงพอเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน	4.47	0.51
2.4 อุปกรณ์ต้นแบบมีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน	4.53	0.51
2.5 มีความปลอดภัยเมื่อนำอุปกรณ์ต้นแบบไปใช้งาน	4.53	0.51
2.6 อุปกรณ์ต้นแบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับเครื่องยนต์ยี่ห้อต่าง ๆ ได้	4.42	0.69
3.1 นักศึกษาสะดวกในการบำรุงรักษาเครื่องมือ ได้	4.79	0.41
3.2 นักศึกษาใช้เครื่องมือพิเศษได้ถูกต้อง	4.58	0.60
3.3 นักศึกษาถอด – ประกอบแผ่นชิมได้เร็วขึ้น	4.53	0.51
3.4 นักศึกษามีความสะดวกต่อการใช้งาน	4.58	0.50
3.5 ประหยัดเวลาเมื่อนำอุปกรณ์ต้นแบบไปใช้ถอด – ประกอบแผ่นชิม	4.58	0.50
รวม	4.55	0.52

จากตารางที่ 1 การประเมินของผู้เชี่ยวชาญในด้านคุณภาพของอุปกรณ์

ต้นแบบโดยรวมที่ได้จากการประเมินทั้ง 15 จุดประเมิน ได้ค่าเฉลี่ย (μ) เท่ากับ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เท่ากับ 0.52 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 19 ท่านมีความเห็นสอดคล้องกันว่าอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อใช้ในการถอดแผ่นชิมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพ ในระดับเห็นด้วยถึงเห็นด้วยอย่างยิ่งว่ามีคุณภาพ สามารถนำอุปกรณ์ต้นแบบไปใช้ในการถอดแผ่นชิมในการปรับตั้งลิ้นเครื่องยนต์ได้ตามวัตถุประสงค์การวิจัย เพราะค่าเฉลี่ย (μ) ของจุดประเมินทั้ง 15 จุดประเมิน อยู่ในเกณฑ์ 3.51-5.0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) ไม่เกิน 1.0 ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวนี้หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่าอุปกรณ์ต้นแบบมีคุณภาพสามารถนำไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

สรุป

ในการปรับแต่งเครื่องยนต์รุ่นใหม่ การปรับตั้งลิ้นส่วนมากจะเป็นแบบรองแผ่นชิม (SHIM) ซึ่งจำเป็นจะต้องปรับแต่งตามคู่มือการซ่อมบำรุงของบริษัทผู้ผลิต และในการสั่งซื้อเครื่องมือพิเศษจากบริษัทผู้ผลิตนั้นมักจะได้รับการปฏิเสธ เนื่องจากบริษัทจะขายให้เฉพาะศูนย์บริการที่เป็นตัวแทนจำหน่ายรถยนต์ของตนเองเท่านั้น จึงเกิดปัญหาในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติเกี่ยวกับการปรับแต่งเครื่องยนต์อย่างมาก

จากปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้ผู้วิจัยมีแนวความคิดเพื่อแก้ปัญหาโดยการสร้างเครื่องมือต้นแบบสำหรับการถอดประกอบแผ่นชิมที่มีความสะดวกในการใช้งาน สามารถถอดแผ่นชิมในเครื่องยนต์โตโยต้า 4A–GE และ 4A–FE โดยที่ชิ้นส่วนอื่นๆ ของเครื่องยนต์ไม่เกิดการชำรุดเสียหาย สามารถนำเครื่องมือต้นแบบสำหรับถอดประกอบแผ่นชิมที่สร้างขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อฝึกทักษะของนักศึกษาที่เรียนวิชาปฏิบัติงานซ่อมเครื่องยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ปรับปรุง 2546 ของกรมอาชีวศึกษาในแผนกวิชาช่างยนต์

อุปกรณ์ต้นแบบเพื่อใช้ในการถอดแผ่นชิม ต้องมีขนาดพอเหมาะและมีความแข็งแรงสูง ดังนั้นในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์จึงเลือกใช้วัสดุที่เป็นเหล็กเหนียว ST – 60 เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการสร้างเครื่องมือถอดประกอบแผ่นชิมในเครื่องยนต์ TOYOTA 4A-GE,4A-FE โดยมีคาร์บอน 0.35 % ค่าความแข็งจากการทดสอบมีค่า 95 HRB ความเค้นดึงที่จุดคราก (σ_y) ประมาณเท่ากับ 335 N/mm^2 ความเค้นดึงสูงสุด (σ_u) ประมาณเท่ากับ 705 N/mm^2

ในการประเมินคุณภาพเครื่องมือต้นแบบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้วิธีออกแบบสอบถามเพื่อขอความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในเรื่องการปรับแต่งเครื่องยนต์ จำนวน 19 ท่าน ข้อมูลจากแบบสอบถาม

สามารถแยกสรุปผลการประเมินความเห็นออกเป็นประเด็นต่างๆ ได้ดังนี้

ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านคุณสมบัติของอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อใช้ในการถอดประกอบแผ่นชิมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันในด้านคุณสมบัติของอุปกรณ์ต้นแบบว่ามีคุณสมบัติเพียงพอที่จะนำอุปกรณ์ต้นแบบไปใช้ในการถอดประกอบแผ่นชิมในการปรับตั้งลิ้นของเครื่องยนต์ ในระดับเห็นด้วยถึงเห็นด้วยมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.52 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.53 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.51-5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ไม่เกิน 1.0

ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านวัสดุของเครื่องมือต้นแบบในการถอดประกอบแผ่นชิมผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันในทุกจุดประเมินในระดับเห็นด้วยถึงเห็นด้วยมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.53 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.51-5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ไม่เกิน 1.0

ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านการเรียนรู้ของเครื่องมือต้นแบบผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันผู้ที่ได้จากอุปกรณ์ต้นแบบที่สร้างขึ้นมีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ในระบบการเรียนการสอนได้จริง ในระดับเห็นด้วยถึงเห็นด้วยมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เท่ากับ 0.50 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.51-5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ไม่เกิน 1.0

ข้อเสนอแนะ

ก. การสร้างอุปกรณ์ต้นแบบบริเวณปากจับควรจะมีการชุบแข็งเพื่อให้มีความแข็งแรง

ข. ในการปรับตั้งลิ้นในเครื่องยนต์รุ่นใหม่ๆ ในปัจจุบันมีหลายรูปแบบ หลายขนาดและลักษณะ ตลอดจนขนาดแผ่นชิมลักษณะติดตั้งก็มีหลายแบบ ดังนั้นในการนำเครื่องมือต้นแบบไปใช้ในสถานศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ ผู้สอนควรจะสาธิตวิธีการใช้เครื่องมือต้นแบบให้ผู้เรียนดูก่อนก่อนที่จะให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานจริง

เอกสารอ้างอิง

คู่มือการซ่อม NISSANB 14. กรุงเทพฯ : บริษัท สยามนิสสัน ออโตโมบิล จำกัด, 244.

คู่มือการซ่อมเครื่องยนต์ 4A – F, 4A - GE. กรุงเทพฯ : บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ประเทศไทย จำกัด, 2530.

คู่มือการซ่อมเครื่องยนต์ 4A – FE. กรุงเทพฯ : บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ประเทศไทย จำกัด, 2536.

คู่มือการซ่อมเครื่องยนต์ 5A – FE ฉบับเพิ่มเติม. กรุงเทพฯ : บริษัทโตโยต้ามอเตอร์ประเทศไทยจำกัด, 2541.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2544. **การวิจัยเพื่อการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ : ทิปพับลิเคชั่น.

บุญชม ศรีสะอาด. 2543. **การวิจัยเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

บรรเลง ศรนิล และประเสริฐ ก๊วยสมบูรณ์. (2530). **ตารางงานโลหะ.** กรุงเทพฯ :สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ.

ประณต กุลประสูตร. **คู่มือเครื่องยนต์เล็ก.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2542.

ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ. **ทฤษฎีและปฏิบัติเครื่องยนต์แก๊สโซลีน.** กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน), 2545.

สุทธิ์ ศรีบูรพา. **เออร์กอนอมิกส์: วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย.** กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่นจำกัด (มหาชน), 2545.

อำพล ซื่อตรง, สายันต์ ศรีวิเชียร. **เทคโนโลยียานยนต์ใหม่.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2544.

การศึกษาการตรวจพิสูจน์มิเตอร์ไฟฟ้าที่ถูกแก้ไขดัดแปลงบริเวณจุดต่อสาย

The Studying Scientific Crime Detection on Terminals of Kilowatt-Hour Meter were adjusted

ปิยวัฒน์ มั่นคง[1], ณรงค์ สังวาระนที[2]

[1]วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
E-mail: piyawatmankhong@gmail.com
[2]สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
E-mail: narong.sa@ssru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาเทคนิคการตรวจพิสูจน์การแก้ไขดัดแปลงมิเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลการตรวจพิสูจน์คดีแก้ไขดัดแปลงมิเตอร์ไฟฟ้าแบบดิจิทัลของกองพิสูจน์หลักฐานกลาง ในปี พ.ศ. 2556 – 2558 และทำการทดลองแก้ไขบริเวณจุดต่อสายของมิเตอร์ไฟฟ้า โดยสลับสายคอนโทรลเคเบิ้ลและใช้ลวดทองแดงต่อคร่อมบริเวณจุดต่อสายของมิเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการทดลองพบว่าค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนของหน่วยการใช้ไฟฟ้าของมิเตอร์ไฟฟ้าในลักษณะที่มีการสลับสายคอนโทรลเคเบิ้ลและใช้ลวดทองแดงต่อคร่อมบริเวณจุดต่อสายลดลงเป็นร้อยละ 66.80 และ 9.28 ตามลำดับ

คำสำคัญ : มิเตอร์ไฟฟ้า, จุดต่อสาย

Abstract

An objective of this research was to study technicality of scientific crime detection on the Kilowatt-Hour Meter. The information of this study was based on reports of the Central Police Forensic Science Division from years 2013 – 2015. In this experiment, terminals of Kilowatt-Hour Meter were adjusted by switching over the control cable and putting the copper wires across the control cable. The statistical procedure employed was percentage error. The percentage error of both case were 66.80 and 9.28 respectively.

Keyword: Kilowatt-Hour Meter, Terminal

บทนำ

ปัจจุบันการบริโภคพลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยทางพลังงานหลักอย่างหนึ่งที่สำคัญ ทั้งในภาคครัวเรือน ภาคธุรกิจ ภาคอุตสาหกรรม ภาคขนส่ง ฯลฯ ซึ่งการบริโภคพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยนั้นมีหน่วยงานที่รับผิดชอบในการเรียกชำระใช้ไฟฟ้า อยู่ 2 หน่วยงาน คือ การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) โดยอาศัยมาตรวัดไฟฟ้าหรือมิเตอร์ไฟฟ้า เป็นเครื่องมือในการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าและนำมาคำนวณเป็นจำนวนเงินที่ต้องเรียกเก็บจากผู้ใช้ไฟฟ้า เมื่อมีค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการชำระได้ จึงมีผู้ใช้ไฟฟ้าหรือกลุ่มมิจฉาชีพที่ไม่ยอมชำระค่าใช้ไฟฟ้าอย่างถูกต้องตามกฎหมาย ทำให้เกิดการหาช่องทางในการที่จะลดรายจ่ายจากการชำระค่าใช้ไฟฟ้าด้วยการกระทำการบางประการต่อมิเตอร์และหรืออุปกรณ์ประกอบของมิเตอร์ เป็นเหตุให้มิเตอร์ได้รับความเสียหาย หรือไม่แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่แท้จริงของผู้ใช้ เมื่อมิเตอร์ไฟฟ้าถูกแก้ไขดัดแปลงไปแล้วถือเป็นคดีอาญาที่เข้าข่ายลักทรัพย์หรือทำให้ผู้อื่นเสียทรัพย์ได้ จึงได้มีการร้องขอให้กองพิสูจน์หลักฐานกลาง ซึ่งเป็นหน่วยงานในสังกัดสำนักงานตำรวจแห่งชาติเป็นผู้ตรวจพิสูจน์มิเตอร์ไฟฟ้าเหล่านั้น

ปัจจุบันมีการนำมิเตอร์ไฟฟ้าแบบดิจิทัล ซึ่งเป็นระบบการอ่านมิเตอร์ไฟฟ้าอัตโนมัติแบบดิจิทัลที่ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมการผลิตแบบใหม่เข้ามาแทนมิเตอร์ไฟฟ้าแบบจานหมุน ทำให้การแก้ไขดัดแปลงมิเตอร์ไฟฟ้ามีรูปแบบที่แตกต่างไปจากมิเตอร์ไฟฟ้าแบบจานหมุน และข้อมูลจากกองพิสูจน์หลักฐานกลาง มีเพียงเอกสารคู่มือประกอบการตรวจพิสูจน์มิเตอร์ไฟฟ้าแบบจานหมุนเท่านั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเทคนิคการตรวจพิสูจน์การแก้ไขดัดแปลงมิเตอร์ไฟฟ้าแบบดิจิทัล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจพิสูจน์มิเตอร์ไฟฟ้าแบบดิจิทัลต่อไป

ภาพที่ 1 มิเตอร์ไฟฟ้าแบบดิจิทัล ผลิตภัณฑ์ EDMI

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเทคนิคการตรวจพิสูจน์การแก้ไขดัดแปลงบริเวณจุดต่อสายของมิเตอร์ไฟฟ้า

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย มีดังต่อไปนี้

1. เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ ระบบ 3 เฟส (Voltage / Current Source 3 - Phase AC, Power Source, Phantom Load) ยี่ห้อ ZERA รุ่น VCS 320-2 พร้อมสายต่อ

2. เครื่องวัดไฟฟ้ามาตรฐาน (Standard Meter) ยี่ห้อ ZERA รุ่น TPZ306

3. มิเตอร์ไฟฟ้าแบบดิจิทัล ผลิตภัณฑ์ EDMI

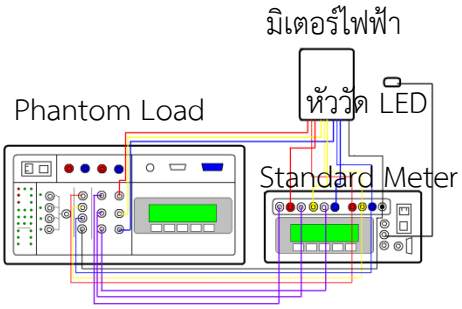
วิธีดำเนินการวิจัย มีดังต่อไปนี้

1. ทำการต่อมิเตอร์ไฟฟ้าเข้ากับ Phantom Load และ Standard Meter เป็นวงจรแบบอนุกรม ดังภาพที่ 2 โดยต่อสายไฟฟ้าเข้าและออกที่จุดต่อจุดต่อสายของมิเตอร์ไฟฟ้าให้เป็นไปตามชนิดของมิเตอร์ไฟฟ้า ทั้งชนิด 3 เฟส 4 สาย และชนิด 3 เฟส 3 สาย ให้เป็นไปตาม ภาพที่ 3 และ 4 และตั้งค่าการวัดของ Standard Meter เป็น Accuracy Test

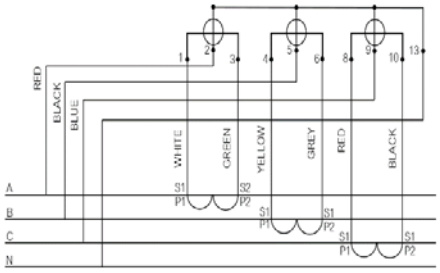
2. อ่านค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนที่ได้จาก Standard Meter โดยมิเตอร์ไฟฟ้าปกติจะมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 2.5

3. แก้ไขบริเวณจุดต่อสายของมิเตอร์ไฟฟ้า โดยสลับสายคอนโทรลเคเบิ้ลเฟสใดเฟสหนึ่งหรือใช้ลวดทองแดงต่อคร่อมบริเวณจุดต่อสายของมิเตอร์ไฟฟ้า ให้เป็นไปตามภาพที่ 5 และ 6 (ตามข้อมูลรายงานคดีการตรวจพิสูจน์ของกองพิสูจน์หลักฐานกลาง)

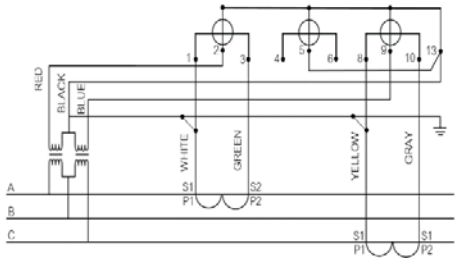
4. อ่านค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนที่ได้จาก Standard Meter ตามลักษณะการแก้ไขจากข้อ 3



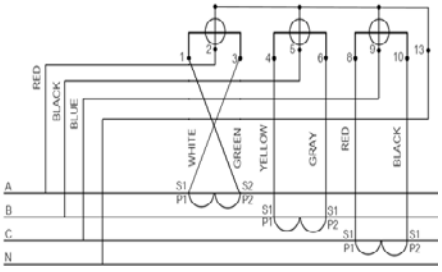
ภาพที่ 2 การต่อมิเตอร์ไฟฟ้าเข้ากับ Phantom Load และ Standard Meter



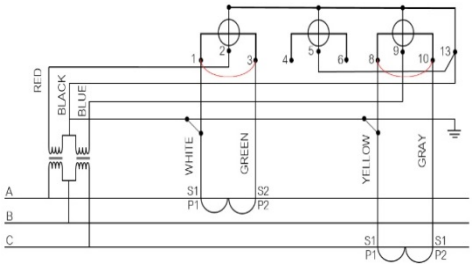
ภาพที่ 3 แผนผังการต่อสายไฟฟ้าเข้ากับมิเตอร์ไฟฟ้า ระบบ 3 เฟส 4 สาย



ภาพที่ 4 แผนผังการต่อสายไฟฟ้าเข้ากับมิเตอร์ไฟฟ้า ระบบ 3 เฟส 3 สาย



ภาพที่ 5 แผนผังการต่อสายไฟฟ้าเข้ากับมิเตอร์ไฟฟ้า ระบบ 3 เฟส 4 สาย หากสลับสายคอนโทรลเคเบิ้ลของ เฟส A



ภาพที่ 6 แผนผังการต่อสายไฟฟ้าเข้ากับมิเตอร์ไฟฟ้า ระบบ 3 เฟส 3 สาย หากใช้ลวดทองแดงต่อคร่อมจุดต่อสายระหว่างสายคอนโทรลเคเบิ้ลเฟส A และ C

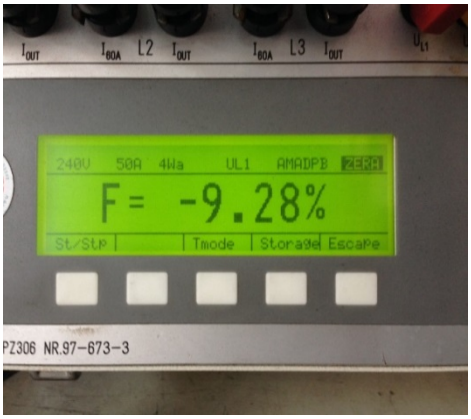
ผลการวิจัย

การแก้ไขดัดแปลงบริเวณจุดต่อสายของมิเตอร์ไฟฟ้า จะทำให้กระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับมิเตอร์ไฟฟ้าผิดไปจากเดิมที่แสดงตามเนมเพลทของมิเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งพบว่ามี 2 กรณีที่ทำให้มิเตอร์ไฟฟ้าแสดงผลได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง คือ การสลับสายคอนโทรลเคเบิ้ลที่ต่อกับมิเตอร์ไฟฟ้า ระบบ 3 เฟส 4 สาย (3 Element) และการใช้ลวดทองแดงต่อคร่อมจุดต่อสายระหว่างสายคอนโทรลเคเบิ้ลแต่ละเฟสของมิเตอร์ไฟฟ้า ระบบ 3 เฟส 3 สาย (2 Element)

รูปแบบที่ 1 การสลับสายคอนโทรลเคเบิ้ลที่ต่อกับมิเตอร์ไฟฟ้า ระบบ 3 เฟส 4 สาย ตามภาพที่ 5 พบว่าการแก้ไขดังกล่าวทำให้มิเตอร์ไฟฟ้าแสดงหน่วยการใช้ไฟฟ้าคลาดเคลื่อนลดลง ร้อยละ 66.80 ตามภาพที่ 7

รูปแบบที่ 2 การใช้ลวดทองแดงต่อคร่อมจุดต่อสายระหว่างสายคอนโทรลเคเบิ้ลของมิเตอร์ไฟฟ้า ระบบ 3 เฟส 3 สาย ตามภาพที่ 6 พบว่าการแก้ไขดังกล่าวทำให้มิเตอร์ไฟฟ้าแสดงหน่วยการใช้ไฟฟ้าคลาดเคลื่อนลดลง ร้อยละ 9.28 ตามภาพที่ 8

ภาพที่ 7 ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนที่วัดได้จากมิเตอร์ไฟฟ้ามาตรฐาน เมื่อสลับสายคอนโทรลเคเบิ้ลของเฟส A โดย F คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่คิดเป็นร้อยละ



ภาพที่ 8 ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนที่วัดได้จากมิเตอร์ไฟฟ้ามาตรฐาน เมื่อมีลวดทองแดงต่อคร่อมจุดต่อสายระหว่างสายคอนโทรลเคเบิ้ลเฟส A และ C

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ในกรณีที่มีการแก้ไขดัดแปลงบริเวณจุดต่อสาย โดยการสลับสายคอนโทรลเคเบิ้ลที่ต่อกับมิเตอร์ไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 4 สาย หนึ่งเฟส ทำให้มิเตอร์ไฟฟ้าแสดงหน่วยการใช้ไฟฟ้าคลาดเคลื่อนลดลง ร้อยละ 66.80 และหากใช้ลวดทองแดงการใช้ลวดทองแดงต่อคร่อมจุดต่อสายระหว่างสายคอนโทรลเคเบิ้ลแต่ละเฟสของมิเตอร์ไฟฟ้า ระบบ 3 เฟส 3 สาย ทำให้มิเตอร์ไฟฟ้าแสดงหน่วยการใช้ไฟฟ้าคลาดเคลื่อนลดลง ร้อยละ 9.28 ซึ่งแก้ไขดัดแปลงบริเวณจุดต่อสายของมิเตอร์ไฟฟ้า โดยวิธีสลับสายคอนโทรลเคเบิลที่ต่อกับจุดต่อสายเฟส A ของมิเตอร์ไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 4 สาย ทำให้การไหลของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้เฟส A ของมิเตอร์ไฟฟ้ามีทิศตรงข้ามเดิม ส่งผลให้ผลรวมของ

กระแสไฟฟ้าที่จ่ายมิเตอร์ไฟฟ้ามีค่าเป็นหนึ่งในสามเท่าของผลรวมกระแสไฟฟ้าของมิเตอร์ไฟฟ้าที่ต่อสายคอนโทรลเคเบิลอย่างถูกต้อง ส่วนการใช้ลวดทองแดงต่อคร่อมจุดต่อสายระหว่างสายคอนโทรลเคเบิลของเฟส A และ C ของมิเตอร์ไฟฟ้า ระบบ 3 เฟส 3 สาย ทำให้การไหลของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้เฟส A และ C ของมิเตอร์ไฟฟ้ามีค่าน้อยลงจากเดิม เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้มิเตอร์ไฟฟ้าในแต่ละเฟสถูกแบ่งให้ไหลเข้าสู่ลวดทองแดงที่ใช้ต่อคร่อม ส่งผลให้ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายมิเตอร์ไฟฟ้ามีค่าน้อยลงจากเดิม ทั้งนี้ขนาดของลวดทองแดงมีผลต่อกระแสไฟฟ้าที่ถูกแบ่งให้ไหลเข้าสู่ลวดทองแดง

หากมีการพบการแก้ไขดัดแปลงมิเตอร์ไฟฟ้าบริเวณจุดต่อสายในลักษณะนี้ ผู้ตรวจพิสูจน์สามารถทราบค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนอย่างคร่าว ๆ ทำให้ประหยัดเวลาในการตรวจพิสูจน์ได้

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา น้อยอามาตย์, พิชญุพงษ์ กมลภพ, วัชรพงษ์ วันดี, และวรการ วงศ์สายเชื้อ. (2554), ระบบอ่านมิเตอร์ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติผ่านคลื่นวิทยุ. ใน **เอกสารการประชุมวิชาการ มอบ.วิจัย** ครั้งที่ 5 (หน้า 174-182). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีอุบลราชธานี.

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2554). **คู่มือการใช้งานมิเตอร์ ผลิตภัณฑ์ EDMI Model Mk10E โครงการพัฒนาการอ่านหน่วยด้วยระบบอัตโนมัติ (AMR) ระยะที่ 2.** กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

Abdullah, T. M., Afroze, N., & Ashiquzzaman, M. (2012). Design and Implementation of Wireless Digital Energy Meter using Microcontroller: **Global Journal of researches in engineering Electrical and electronics engineering**, 12(2), 30-36.

Das, P., Ghosh, M., & Mazumdar, S. (2013). Modified single phase energy meter for rural domestic energy management supplied from solar panel based small grid system: **Electrical and Electronics Engineering: An Internatio-nal Journal**, 2(1), 55-62.

EDMI. (2009). **Atlas Series Energy Meters Mk10 / Mk7 Software Reference Manual.** Brendale, Qld: EDMI Pty Ltd.

Khalifa, T. et al. (2011). A Survey of Communication Protocols for Automatic Meter Reading Applications: **IEEE Communications Surveys & Tutorials,** 13(2), 168-182.

การผลิตหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำจากธรรมชาติโดยใช้ขมิ้นเป็นสารให้สี และแป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดติด

Production of water-based screen printing inks using turmeric as a color substance and cassava as adhesives

วีระ โชติธรรมาภรณ์

สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การผลิตหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำจากธรรมชาติโดยใช้ขมิ้นเป็นสารให้สีและแป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดติด เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์การวิจัยไว้ว่า เพื่อผลิตหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำโดยใช้ขมิ้นเป็นสารให้สีและแป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดติด และเพื่อทดสอบคุณสมบัติของหมึกพิมพ์สกรีน โดยศึกษาปริมาณของผงขมิ้นและแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสม

การวิจัยครั้งนี้ได้ผลโดยสรุปดังนี้ จากการทดลองผู้วิจัยได้วิเคราะห์ถึงค่าความเหมาะสมของอัตราส่วนของผงขมิ้นและแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำ ที่เหมาะสมในการนำไปใช้เป็นหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำ คือ อัตราส่วนผงขมิ้น 1.5 ส่วน แป้งมันสำปะหลัง 2 ส่วน และน้ำ 10 ส่วน เพราะหมึกมีลักษณะหนืดที่สามารถสกรีนได้ ภาพที่ได้มีลักษณะคมชัด บริเวณขอบของภาพคมชัด และบริเวณผิวของหมึกค่อนข้างเรียบ เมื่อนำหมึกพิมพ์ดังกล่าว ไปวัดค่าการยึดติดของหมึกพิมพ์สกรีน ด้วยวิธีตามมาตรฐาน ASTM D3359-90 โดยนำงานพิมพ์สกรีนที่พิมพ์เสร็จแล้ว มาทดสอบโดยใช้เทปใส หมายเลข 600 พบว่า ไม่ปรากฏว่าหมึกพิมพ์สกรีนดังกล่าวหลุดออกจากวัสดุพิมพ์ติดบนเทปใส แสดงให้เห็นว่าหมึกพิมพ์สกรีนมีคุณสมบัติในการยึดติดที่ดีมาก และทดสอบการขัดถูด้วยวิธีตามมาตรฐาน ASTM D5264-98 โดยใช้เครื่อง Rub Tester ในการขัดถู โดยได้ขัดถูจำนวน 50 รอบ 100 รอบ และ 150 รอบ พบว่า ไม่มีการลอกของหมึกพิมพ์ ทุกจำนวนรอบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหมึกพิมพ์สกรีนมีคุณสมบัติในทนต่อการขัดถูที่ดีมาก นำงานพิมพ์มาทดสอบการเปลี่ยนแปลงของสีหมึกพิมพ์ โดยใช้เครื่องวัดสี (Color Spectrophotometer) เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า มีค่า delta-E ต่างกันไม่ถึง 1.0 แสดงว่ามีค่าการเปลี่ยนแปลงของสีที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า

คำสำคัญ : การพิมพ์สกรีน, หมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำ, การผลิตหมึกพิมพ์สกรีน, สารยึดติด, สารให้สี

Abstract

The research on the production of water-based screen printing inks using turmeric as a color substance and cassava as adhesives is an experimental research. The researcher has set the research objectives. One is to produce the water-based screen printing inks using turmeric as a color substance and cassava as adhesives. Another objective is to test the quality of the screen printing inks using the appropriate amount between turmeric and cassava flour.

Finding summary of this research is summed up as follows; According to the experiment, the researcher analyzed the proper ratio among water, turmeric and cassava flour that would be adequate for producing water-based screen printing inks. The ration of 1.5:2:10 (turmeric : cassava flour : water) was the best fit. The inks were sticky enough to produce good-quality screening work the edge of the picture was sharp and the screening surface was rather smooth. After that the screen printing inks were measured in terms of their adhesiveness. The adhesiveness measurement was conducted based on the standard of ASTM D3359-90. The completed screen-printing works were tested with transparent tape no. 600. It was found that there was no fall-off of the inks due to the tape. This indicated that the quality of the screen printing inks came with an outstanding adhesiveness property. Moreover, the adhesiveness measurement was conducted based on the standard of ASTM D5264-98. A rub tester was deployed for rubbing for 50 times, 100 times, and 150 times. It was discovered that there was no fall-off of the inks regardless of the variant rubbing times. This pointed out that the screen-printing inks were exceptional rubbing resistant. Discoloration test was done through the use of Color Spectrophotometer for 30 days in a row. The delta-E values were less than 1.0 different. This illustrated that the discoloration was not visible to naked eyes.

Keywords : Screen printing, Water-based screen printing inks, Production of screen printing inks, Adhesives, Color substance

บทนำ

การพิมพ์สกรีน (screen printing) เป็นระบบการพิมพ์ประเภทหนึ่งที่ในปัจจุบันยังใช้พิมพ์อยู่ในเชิงพาณิชย์และเป็นอุตสาหกรรม แม้ว่าจะเป็นระบบการพิมพ์ที่เกิดขึ้นมานานแล้ว เราสามารถสกรีนลงวัสดุที่ใช้รองรับการพิมพ์สกรีนได้หลายชนิด เช่น กระดาษ พลาสติก ผ้า ไม้ เป็นต้น นอกจากนี้การพิมพ์สกรีนยังสามารถพิมพ์ลงบนวัสดุที่มีรูปทรงได้ เช่น รูปทรงแบนราบ รูปทรงกระบอก รูปทรงกลม เป็นต้น การพิมพ์สกรีนเป็นระบบการพิมพ์ที่สามารถพิมพ์ได้ง่ายไม่ค่อยยุ่งยาก หากมีการพิมพ์จำนวนสีน้อย เช่น สีเดียว สองสี หากต้องการพิมพ์สี่สีจะมีกระบวนการในการพิมพ์ที่ความยุ่งยากซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

หมึกพิมพ์เป็นองค์ประกอบสำคัญในการทำให้เกิดเห็นเป็นภาพหรือตัวอักษรขึ้นบนวัสดุพิมพ์ หมึกพิมพ์ในระบบการพิมพ์ต่าง ๆ จะมีลักษณะโครงสร้างของหมึกเหมือนหรือคล้ายคลึงกัน หมึกพิมพ์สกรีนก็เช่นเดียวกัน โดยหมึกพิมพ์จะประกอบด้วยสารให้สี เรซิน ตัวทำละลาย และสารเติมแต่ง ซึ่งส่วนประกอบของหมึกแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการใช้งานกับวัสดุพิมพ์แต่ละชนิด โครงสร้างของหมึกพิมพ์สกรีน เป็นหมึกพิมพ์ที่มีโครงสร้างหรือส่วนประกอบของหมึกพิมพ์ 4 องค์ประกอบด้วยกัน ได้แก่

1. สารให้สี (color substance or colorants) เป็นสารที่ทำให้เกิดสีของหมึกพิมพ์ โดยสารให้สีจะมีสมบัติในการดูดกลืนและสะท้อนแสงที่แตกต่างกัน เมื่อแสงส่องมากระทบกับโมเลกุลของสารให้สี คลื่นแสงบางส่วนจะถูกดูดกลืนไว้ และช่วงคลื่นแสงของสีนั้น ๆ จะสะท้อนเข้าตาเราทำให้เรามองเห็นเป็นสีต่าง ๆ

2. เรซิน (resin) สารที่ทำหน้าที่เป็นตัวยึดผงหมึก ให้สารให้สีที่ใช้ในหมึกสามารถยึดติดกับวัสดุ ต่าง ๆ ได้

3. ตัวทำละลาย (solvent) เป็นสารที่มีคุณสมบัติในการละลายสารอื่น โดยเปลี่ยนสภาพของผงสีและสารยึดติด ให้อยู่ในสภาพพร้อมพิมพ์หรือนำไปใช้ ซึ่งมีทั้งชนิดที่เป็นน้ำและตัวทำละลายประเภทสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

4. สารเติมแต่ง (additives) เป็นสารที่เติมลงไปในหมึกพิมพ์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของหมึกให้มีคุณสมบัติตามต้องการ เหมาะสมกับการใช้งาน

หมึกพิมพ์ต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในการพิมพ์งานได้ เช่น การยึดติดของหมึกพิมพ์ ความคงทนบนวัสดุพิมพ์ ความคงททนของสี เป็นต้น

หมึกพิมพ์สกรีนที่ใช้ในอุตสาหกรรมการพิมพ์สกรีนในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นหมึกพิมพ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ทั้งประเภทที่ทำสำเร็จรูปที่ผสมสำเร็จแล้วนำมาบรรจุลงภาชนะขนาด

ต่าง ๆ มาจากต่างประเทศ และหมึกพิมพ์ที่มีการผสมในประเทศโดยการนำเข้าวัตถุดิบในการผลิตหมึกพิมพ์มาผสมในโรงหมึกพิมพ์ ซึ่งหมึกพิมพ์สำเร็จรูปและหมึกพิมพ์ผสมล้วนแต่เป็นสารเคมี สาเหตุสำคัญที่ประเทศไทยยังไม่สามารถผลิตมึกพิมพ์ได้อย่างครบวงจร เพราะประเทศไทยไม่มีอุตสาหกรรมผลิตวัตถุดิบที่เป็นหัวใจของการผลิตหมึกพิมพ์ให้มีคุณภาพ[1] ทำให้ต้องใช้ต้นทุนในการผลิตหมึกพิมพ์สกรีนสูงขึ้น

ดังนั้น การผลิตหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำโดยใช้ขมิ้นเป็นสารให้สีและแป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดติด จะช่วยลดอันตรายต่อผู้ใช้และลดปริมาณการใช้สารเคมีที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเกิดมลพิษมากขึ้น มีการพยายามที่จะลดการใช้สารเคมีและหาผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติและไม่ส่งให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม หากสามารถผลิตหมึกพิมพ์ชนิดนี้และไปใช้ในอุตสาหกรรมการพิมพ์อย่างแพร่หลาย ก็จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์อีกด้วย

จากที่มาของปัญหาและปัญหาดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการใช้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติแทนการใช้สารเคมีเพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยผู้วิจัยเลือกใช้ขมิ้นมาเป็นสารให้สีและแป้งมันสำปะหลังใช้เป็นสารยึดติดของหมึกพิมพ์สกรีน ผู้วิจัยคาดหวังว่าการวิจัยครั้งนี้จะทำให้เกิดหมึกพิมพ์สกรีนจากธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ทดแทนหมึกพิมพ์สกรีนที่มีส่วนผสมของสารเคมี จึงทำให้เกิดโครงการวิจัยเรื่อง การผลิตหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำจากธรรมชาติโดยใช้ขมิ้นเป็นสารให้สีและแป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดติด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อผลิตหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำโดยใช้ขมิ้นเป็นสารให้สีและแป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดติด
2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติของหมึกพิมพ์สกรีนที่ได้

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยใช้สัดส่วนของหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำ จากงานวิจัยเรื่องการผลิตหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำโดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดติด โดยอพิณญา มุ่งอ้อมกลาง และวีระ โชติธรรมาภรณ์ [2] ซึ่งได้ผลการทดลองว่าแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำที่มีสัดส่วนเหมาะสมที่สุดในการพิมพ์สกรีน คือ อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลัง 20 กรัม น้ำ 100 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 2:10) ซึ่งหมึกพิมพ์ดังกล่าวมีลักษณะหนืด คุณภาพของภาพที่พิมพ์มีคมชัด และผิวสัมผัสของหมึกสกรีนค่อนข้างเรียบ จากนั้นใส่ผงขมิ้นลงไปเพื่อศึกษาคุณสมบัติ

การให้สีและการยึดติด โดยศึกษาปริมาณของผงขมิ้น 3 อัตราส่วน ได้แก่

1. ผงขมิ้น 10 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 20 กรัม น้ำ 100 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1:2:10)

2. ผงขมิ้น 15 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 20 กรัม น้ำ 100 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1.5:2:10)

3. ผงขมิ้น 20 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 20 กรัม น้ำ 100 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 2:2:10)

เมื่อผสมแล้วนำไปเคี่ยวด้วยความร้อนจนแป้งสุก สังเกตจากหมึกจะเริ่มมีความหนืดเพิ่มขึ้น จากที่เป็นน้ำ ผงขมิ้นและแป้งยังไม่เข้ากัน เมื่อแป้งสุกจะรวมกันเป็นของเหลวค่อนข้างข้น จากนั้นพักไว้ให้เย็นนำไปสกรีนผ่านแม่พิมพ์สกรีน โดยลายภาพพิมพ์เป็นตัวอักษรพื้นตาย สูงประมาณ 3.5 นิ้ว และผ้าสกรีนเบอร์ 90 ในการทำแม่พิมพ์สกรีน

นำหมึกพิมพ์สกรีนที่ได้ มาคัดเลือกหมึกพิมพ์ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุด นำไปทดสอบการยึดติดและการขัดถู โดยใช้ผ้าสกรีนเบอร์ 90 ในการทำแม่พิมพ์สกรีนแถบพื้นตาย แล้วสกรีนใส่กระดาษอาร์ต 210 แกรม ให้มีความกว้างประมาณ 1 นิ้ว ยาวประมาณ 5 นิ้ว โดยทิ้งไว้ 1 วัน แล้วนำไปทดสอบคุณสมบัติ ดังนี้

1. ทดสอบการยึดติดด้วยวิธีตามมาตรฐาน ASTM D3359-90 (Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test) [3] โดยนำงานพิมพ์สกรีนที่พิมพ์เสร็จแล้ว มาทดสอบโดยใช้เทปใส หมายเลข 600 โดยการตัดเทปมาติดลงบนหมึกพิมพ์สกรีน แล้วดึงด้วยแรงปกติ จากนั้นประเมินร้อยละของพื้นที่ที่มีหมึกหลุดติดเทปมาใสออกมา โดยใช้ตารางจำนวน 100 ช่องว่างทับบนเทปใส แล้วนับจำนวนช่องที่มีหมึกหลุดติดเทปใสออกมา จากนั้นนำร้อยละที่ได้ไปประเมินคะแนน

2. ทดสอบการขัดถูด้วยวิธีตามมาตรฐาน ASTM D5264-98 (Standard Practice for Abrasion Resistance of Printed Materials by the Sutherland Rub Tester) [3] โดยใช้เครื่อง Rub Tester ในการวัด โดยเมื่อพิมพ์งานเสร็จแล้วจะทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำไปขัดถู แล้วตรวจสอบการลอกของหมึกพิมพ์ เพื่อวิเคราะห์ค่าระดับของหมึกพิมพ์สกรีน จะใช้การขัดถูไม่น้อยกว่า 50 รอบ

จากนั้นทำการวัดการเปลี่ยนแปลงของสีในหมึกพิมพ์โดยนำงานพิมพ์สกรีนที่พิมพ์เสร็จแล้ว มาวัดการเปลี่ยนแปลงของสีรวม 30 วัน โดยใช้เครื่องวัดสี (Spectrophotometer) วัดค่า L* a* b* และหาค่า delta-E ซึ่งแผ่นพิมพ์ที่นำมาใช้วัดดังกล่าวจะเก็บไว้ในห้อง ที่มีอุณหภูมิประมาณ 30-35 องศาเซลเซียล โดยไม่มี

เครื่องปรับอากาศและวางไว้บนโต๊ะที่ไม่ถูกแสงแดด

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองหาอัตราส่วนของผงขมิ้นต่อแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำ โดยใช้อัตราส่วนของผงขมิ้นต่อแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำเป็น 3 อัตราส่วน พบว่า

1. ผงขมิ้น 10 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 20 กรัม ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1:2:10) หมึกจะมีสีค่อนข้างอ่อน สีติดไม่ทั่วบริเวณภาพที่พิมพ์ พื้นผิวสัมผัสไม่ค่อยสม่ำเสมอ

2. ผงขมิ้น 15 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 20 กรัม ต่อน้ำ 100 (อัตราส่วน 1.5:2:10) หมึกจะมีสีค่อนข้างเข้ม สีติดทั่วบริเวณภาพที่พิมพ์ พื้นผิวสัมผัสค่อนข้างเรียบสม่ำเสมอ

3. ผงขมิ้น 20 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 20 กรัม ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 2:2:10) หมึกจะมีสีค่อนข้างเข้ม สีติดไม่ทั่วบริเวณภาพที่พิมพ์ พื้นผิวสัมผัสไม่ค่อยสม่ำเสมอ

ตารางที่ 1 แสดงผลอัตราส่วนของผงขมิ้นต่อแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำที่ใช้ผสม เมื่อนำไปพิมพ์ด้วยแม่พิมพ์สกรีน

ผงขมิ้น (กรัม)	แป้งมันสำปะหลัง (กรัม)	น้ำ (มิลลิลิตร)	อัตราส่วน ผงขมิ้น:แป้ง:น้ำ	ลักษณะของสี	การติดของสีบริเวณที่พิมพ์	ผิวสัมผัสของหมึกสกรีน
10	20	100	1:2:10	สีค่อนข้างอ่อน	ติดไม่ทั่ว	ไม่ค่อยสม่ำเสมอ
15	20	100	1.5:2:10	สีค่อนข้างเข้ม	ติดทั่ว	ค่อนข้างสม่ำเสมอ
20	20	100	2:2:10	สีค่อนข้างเข้ม	ติดไม่ทั่ว	ไม่ค่อยสม่ำเสมอ

จากการทดลองผู้วิจัยได้วิเคราะห์ถึงค่าความเหมาะสมของอัตราส่วนของผงขมิ้นต่อแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำ ที่เหมาะสมในการนำไปใช้เป็นหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำ จึงได้เลือกอัตราส่วนของผงขมิ้น 1.5 ส่วน ต่อแป้งมันสำปะหลัง 2 ส่วน ต่อน้ำ 10 ส่วน (อัตราส่วน 1.5:2:10) จากนั้นนำหมึกพิมพ์ดังกล่าวไปพิมพ์ลงบนกระดาษ แล้วนำไปทดสอบการยึดติด ทดสอบตามขัดถูของหมึกพิมพ์สกรีน และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสีในหมึกพิมพ์

ทดสอบการยึดติดวิธีตามมาตรฐาน ASTM D3359 โดยนำงานพิมพ์สกรีนที่พิมพ์เสร็จแล้ว มาทดสอบโดยใช้เทปใส (Transparent Tape Number 600) ผลการทดสอบพบว่า ไม่ปรากฏว่าหมึกพิมพ์สกรีนดังกล่าวหลุดออกจากวัสดุพิมพ์ติดบนเทปใส แม้แต่ช่องเดียว

ทดสอบการขัดถูด้วยวิธีตามมาตรฐาน ASTM D5264-98 โดยใช้เครื่อง Rub Tester ในการวัด โดยเมื่อพิมพ์งานเสร็จแล้วจะทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำไปขัดถูแล้วตรวจสอบการลอกของหมึกพิมพ์ เพื่อวิเคราะห์ค่าระดับของหมึกพิมพ์สกรีน จะใช้การขัดถูไม่น้อยกว่า 50 รอบ ซึ่งจากวิจัยผู้วิจัยได้ทดลองการขัดถูหมึกพิมพ์ดังกล่าว โดยได้ขัดถูจำนวน 50 รอบ พบว่า ไม่มีการลอกของหมึกพิมพ์ ทุกจำนวนรอบ เพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติของการยึดติดขึ้นหมึกพิมพ์ว่ามีคุณสมบัติดีเพียงไร จึงมีการขัดถูเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 100 รอบ และ 150 รอบ ตามลำดับ พบว่า ไม่มีการลอกของหมึกพิมพ์ ทุกจำนวนรอบเช่นกัน

ทดสอบการเปลี่ยนแปลงของสีหมึกพิมพ์ โดยใช้เครื่องวัดสี (Color Spectrophotometer) เป็นระยะเวลา 30 วัน จากการวัดค่า delta-E ตั้งแต่วันที่ 2 ซึ่งมีค่า delta-E 2.08 จนถึงวันที่ 30 ซึ่งมีค่า delta-E อยู่ที่ 2.10 ตลอดระยะเวลา 30 วัน delta-E จะอยู่ในช่วง 2.05-2.10 โดยค่า delta-E ต่างกันไม่ถึง 1.0 จะไม่สามารถสังเกตเห็นด้วยตาเปล่า เพราะฉะนั้นค่า delta-E ในช่วง 2.05-2.10 ตั้งแต่วันแรกจึงไม่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของสีหมึกพิมพ์ได้ด้วยตาเปล่า

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การผลิตหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำจากธรรมชาติโดยใช้ขมิ้นเป็นสารให้สีและแป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดติด ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์การวิจัยไว้ว่า เพื่อผลิตหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำโดยใช้ขมิ้นเป็นสารให้สีและแป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดติด และเพื่อทดสอบคุณสมบัติของ

หมึกพิมพ์สกรีน โดยศึกษาปริมาณของผงขมิ้นและแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสม โดยนำอัตราส่วนอัตราส่วนของผงขมิ้น 15 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 20 กรัม น้ำ 100 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1.5:2:10) จากนั้นนำหมึกพิมพ์ไปพิมพ์ลงบนกระดาษแล้วนำไปวัดค่าการยึดติดของหมึกพิมพ์ ด้วยวิธีตามมาตรฐาน ASTM D3359-90 พบว่า ไม่ปรากฏว่าหมึกพิมพ์สกรีนดังกล่าวหลุดออกจากวัสดุพิมพ์ติดบนเทปใส แสดงให้เห็นว่าหมึกพิมพ์สกรีนมีคุณสมบัติในการยึดติดที่ดีมาก นำไปทดสอบการขัดถูด้วยวิธีตามมาตรฐาน ASTM D5264-98 โดยได้ขัดถูจำนวน 50 รอบ 100 รอบ และ 150 รอบ พบว่า ไม่มีการลอกของหมึกพิมพ์ แสดงให้เห็นว่าหมึกพิมพ์สกรีนมีคุณสมบัติในการทนต่อการขัดถูที่ดีมาก และทดสอบการเปลี่ยนแปลงของสีหมึกพิมพ์ โดยใช้เครื่องวัดสี (Color Spectrophotometer) เป็นระยะเวลา 30 วัน จากการวัดค่า delta-E ตลอดระยะ เวลา 30 วัน ค่า delta-E จะอยู่ในช่วง 2.05-2.10 โดยค่า delta-E ต่างกันไม่ถึง 1.0 จะไม่สามารถสังเกต เห็นการเปลี่ยนแปลงของสีหมึกพิมพ์ได้ด้วยตาเปล่า [4]

ข้อเสนอแนะ

จากผลงานการวิจัยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะแนวทางเพื่อปรับปรุงและพัฒนาการผลิตหมึกพิมพ์สกรีน ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลงานวิจัยไปใช้

หมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำจากอัตราส่วนที่ทำการวิจัย อาจมีปัจจัยอย่างอื่นที่อาจส่งผลต่อการพิมพ์สกรีนให้งานพิมพ์มีคุณภาพได้ เช่น ความละเอียดของผ้าสกรีน ความละเอียดของแบบบนแม่พิมพ์สกรีน นอกจากนี้กระดาษที่นำมาใช้พิมพ์ก็อาจส่งผลต่อการพิมพ์ เพราะกระดาษมีหลายชนิด มีคุณสมบัติที่แตกต่าง ซึ่งอาจต้องทดลองก่อนนำไปใช้จริง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

เพื่อให้ผลงานวิจัยในครั้งนี้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

2.1 ควรเปลี่ยนแป้งมันสำปะหลังที่ใช้เป็นสารยึดติดเป็นแป้งจากพืชชนิดอื่น ที่มีในประเทศไทย เพื่อทดสอบหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้พิมพ์งานสกรีนได้

2.2 ควรใช้สารให้สีที่เป็นธรรมชาติจากพืชชนิดอื่น ซึ่งสามารถพัฒนาไปใช้พิมพ์บนอาหารหรือบรรจุภัณฑ์ที่ต้องสัมผัสอาหารได้

2.3 ควรมีการเปรียบ เทียบคุณสมบัติต่าง ๆ ระหว่างหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำที่มีการจำหน่ายทั่วไปกับหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำที่ทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] เกรียงไกร เธียรนุกูล และคณะ. 2552. อุตสาหกรรมการพิมพ์ไทย. **เอกสารการสอนชุดวิชาความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการพิมพ์ หน่วยที่ 8–15**. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

[2] อพิณญา มุ่งอ้อมกลาง และวีระ โชติธรรมาภรณ์. 2558. **การผลิตหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำโดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดติด**. สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

[3] ธนารักษ์ ใบพฤกษ์ทอง. 2554. **การออกแบบบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มกล่อง สำหรับคนพิการทางสายตา.**โครงงานวิจัยปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[4] ไพโรจน์ คล้ายเพ็ชร. 2556. **วิธีการวัดสีแผ่นพิมพ์ธนบัตรด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจสอบคุณภาพงานพิมพ์สีพื้น**. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริปเปอร์พากระดาษสำหรับเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น

Delivery Gripper Balancing Equipment for Sheet-fed Offset Press

พิทักษ์พงษ์ บุญประสม

ภาควิชาวิศวกรรมการพิมพ์ สถาบันวิศวกรรมการพิมพ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
38 ถนนเพชรเกษม บางหว้า ภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160
0-2457-0068 ต่อ 5377, E-mail : pitagpong@siam.edu

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องมือต้นแบบสำหรับงานซ่อมบำรุงชุดราวกริปเปอร์พากระดาษของเครื่องพิมพ์ออฟเซตแบบป้อนแผ่น เครื่องมือนี้ประกอบด้วยหัวจับยึด 2 ด้าน ซ้ายและขวา ทำหน้าที่จับยึดตัวเรือนรองเพลา (bearing housing) ด้วยเดือยที่ถูกออกแบบไว้ โดยมีหัวจับยึดด้านหนึ่งยึดติดแน่นส่วนอีกด้านสามารถปรับเลื่อนได้ด้วยร่องเลื่อน (long hole) บนแผ่นฐาน ทำให้สามารถปรับเปลี่ยนระยะการจับยึดได้ตามความยาวของเพลา ชิ้นส่วนทั้งหมดของเครื่องมือสร้างจากเหล็กเกรด SCM440 โดยกำหนดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของการประกอบเครื่องมือ ต้องมีความฉาก ความราบและความตรง มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.30 มิลลิเมตร จากการทดลองพบว่า เครื่องมือนี้สามารถใช้ประกอบชิ้นส่วนให้สมดุลด้านซ้ายและด้านขวาได้ดีโดยใช้เวลาปฏิบัติงานประกอบชุดราวพากระดาษเฉลี่ยชุดละ 20.75 นาที มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.18 ผลการประเมินจากช่างซ่อมบำรุงมีความคิดเห็นต่อเครื่องมือ เฉลี่ยเท่ากับ 4.37 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมากและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45

คำสำคัญ : ชุดราวกริบเปอร์พากระดาษ, เครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น, ตัวเรือนรองเพลา, เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

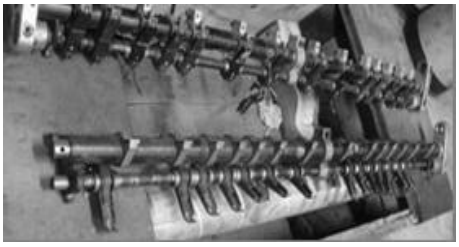
ABSTRACT

This article presents the design and building prototype equipment which is used for maintenance the delivery grippers of sheet fed offset press. The prototype equipment consists of two knob-shirts left and right handles. Its function is to hold the bearing housing with dowel which has been designed. The chuck holds tight to one side of it and another side is able to move by long hole on the based plate. Because of this design, the prototype equipment can adjust the distance caught according to the length of the shaft. All parts of the prototype equipment are created by SCM440 grade steel. Geometric tolerances of the prototype consist of perpendicularity, flatness and straightness which not exceed 0.30 mm. From this experiment, it was found that the prototype can use for balancing delivery gripper after it is assembled. The average time for assembling the delivery gripper by 1 set is 20.75 minutes. The standard deviation of the average time is 3.18. The evaluation value from expert technicians is 4.37 which is in very good criterion. The standard deviation of the expert technicians evaluation value is 0.45

Keywords : Delivery gripper balancing, Sheet-fed offset press, Bearing housing, Geometric tolerances

บทนำ

เนื่องจากการซ่อมบำรุงใหญ่ (over haul) มีรายการที่ต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนของชุดราวกริบเปอร์พากระดาษ เช่น สลัก, สปริง, รองเพลาและอุปกรณ์อื่นๆ จึงจำเป็นต้องถอดราวกริบเปอร์พากระดาษ ออกจากเครื่องพิมพ์ และถอดแยกชิ้นส่วนทั้งหมดออกจากเพลา เพื่อตรวจซ่อมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชำรุดเสร็จแล้วประกอบกลับเข้าตำแหน่งเดิม ด้วยสลักและสกรูยึด ภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ราวกริบเปอร์พากระดาษ (delivery gripper) ทั้งเพลาและตัวเรือนรองเพลาที่ถอดแยก

จากการปฏิบัติงานของช่างซ่อมบำรุง บริษัท ไซเบอร์ เอส เอ็ม (ไทย) จำกัด พบว่า ช่างซ่อมบำรุงประกอบตัวเรือนรองเพลา(bearing housing) ใส่ได้ไม่ตรงตำแหน่งเดิม เนื่องจากขณะประกอบไม่มีตัวบังคับตำแหน่งที่ปลายเพลาทั้งสองด้านทำให้ตัวเรือนรองเพลาด้านฝังควบคุมของเครื่องพิมพ์ (operating side) ไม่ตรงกับด้านฝังขับเคลื่อน (gear side) ทำให้ราวกริปเปอร์พากระดาษบิดตัว เป็นเหตุให้กริปเปอร์ทั้งหมดที่สวมอยู่บนเพลาบิดตัวตามไปด้วย จึงทำให้กริปเปอร์หนีบจับกระดาษได้ไม่แน่น เป็นผลให้กระดาษขาด, กระดาษเอียง, ปล่อยกระดาษไม่เรียบ ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 กระดาษขาดและหลุดที่เกิดจากราวกริบเปอร์พากระดาษไม่สมดุลกันระหว่างตัวเรือนรองเพลาด้านซ้ายกับด้านขวา

ช่างต้องถอดชุดราวกริบเปอร์พากระดาษออกมาปรับตั้งใหม่เสร็จแล้วจึงจะประกอบเข้ากับเครื่องพิมพ์ทดลองพิมพ์เพื่อทดสอบการ รับ-ส่งกระดาษอีกครั้ง ทำให้เวลาการปฏิบัติมากขึ้นและต้นทุนของงานบริการต้องเพิ่มตามไปด้วย ด้วยเหตุดังกล่าว หากมีเครื่องมือที่สามารถประกอบชุดราวกริบเปอร์ โดยบังคับตำแหน่งที่ปลายราวกริบเปอร์ทั้งสองด้านให้ตรงกันได้ จะทำให้งานประกอบชุดราวกริบเปอร์ พากระดาษทำได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น และจะทำให้งานซ่อมบำรุงเครื่องพิมพ์มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างเครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษ ให้สามรถประกอบตัวกริบเปอร์บนราวพากระดาษให้สมดุลกันทั้งทางด้านซ้ายและด้านขวาได้ถูกต้องรวดเร็วและปรับใช้ได้ตามขนาดความยาวของราวกริบเปอร์และขนาดของหัวจับยึดรองเพลา

สมมติฐานของการวิจัย

เครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษของเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพดีกว่าการประกอบด้วยมือเปล่าแบบเดิม

วิธีและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ประสิทธิภาพของเครื่องมือขึ้นอยู่กับ

- เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน
- ความพึงพอใจของผู้ใช้

ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการวิจัยและพัฒนออแบบและสร้างเครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษของเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น มิตซูบิชิ รุ่น ไดมอนด์3000 แบบสแตนดาร์ด มีราว กริปเปอร์จำนวน 7 ราว มีกริปเปอร์จำนวน 14 ตัวต่อราว [1]ประชากรและกลุ่มตัวอย่างประชากรได้แก่ พนักงานประจำ จากบริษัท ไซเบอร์ เอส เอ็ม (ไทย) จำกัด กลุ่มตัวอย่าง ช่างซ่อมบำรุง เครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น ที่เข้าร่วมโครงการ จำนวน 15 คน

วิธีดำเนินการวิจัย

เป็นการวิจัยและพัฒนา เพื่อพัฒนาเครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษของเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

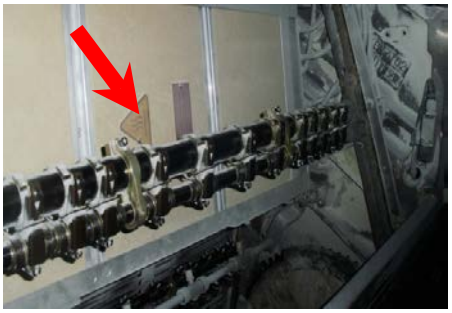
1. วิเคราะห์และศึกษารูปแบบการทำงาน
2. ออกแบบและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
4. วิเคราะห์ข้อมูล

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้เครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษสำหรับเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่นที่ช่างเทคนิคใช้สำหรับงานซ่อมบำรุงเครื่องพิมพ์ใช้ง่ายสะดวกและสามารถใช้งานได้ด้วยตนเอง

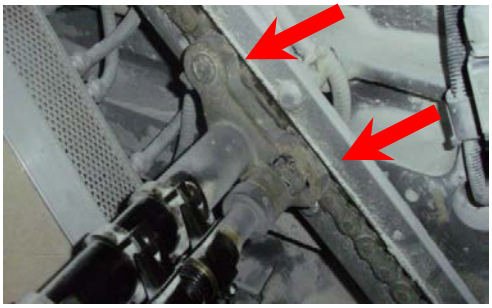
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาตำแหน่งติดตั้งราวกริบเปอร์พากระดาษที่อยู่บนราวโซ่ส่วนรองรับ (delivery) ดังภาพที่ 3



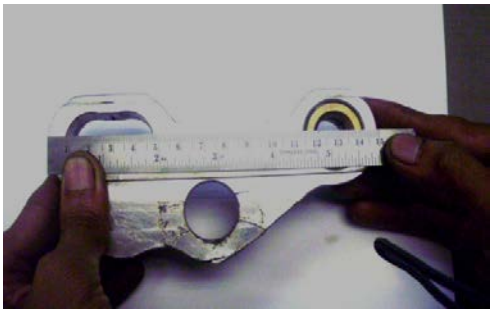
ภาพที่ 3 ลักษณะของชุดราวกริบเปอร์พากระดาษที่ติดอยู่กับเครื่องพิมพ์ มิตซูบิชิ รุ่นไดมอนด์ 3000

ที่ราวโซ่ส่วนรองรับมีเดือย (dowel) ติดอยู่เป็นตัวยึดระหว่าง ราวกริบเปอร์พากระดาษกับราวโซ่ส่วนรองรับ ดังภาพที่ 4 [2]



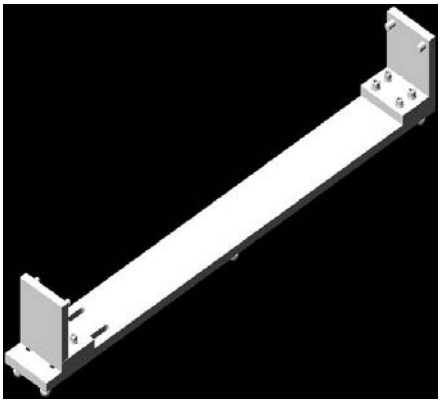
ภาพที่ 4 ตำแหน่งเดือยติดตั้งตัวเรือนรองเพลา(bearing housing) บนราวโซ่ส่วนรองรับ

2. ออกแบบเครื่องมือ เริ่มจากหาระยะห่างระหว่างรูสำหรับสวมกับเดือยจากตัวเรือนรองเพลา (bearing housing) ของราวกริบเปอร์พากระดาษ เพื่อนำมากำหนดระยะห่างของเดือยบนเครื่องมือ ดังภาพที่ 5



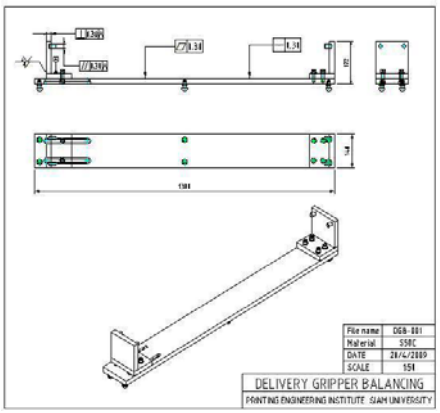
ภาพที่ 5 หาระยะห่างระหว่างเดือยบนตัวเรือนรองเพลา

3. สร้างเครื่องมือช่วยประกอบราวกริบเปอร์พากระดาษ โดยหลักการขั้นต้นเครื่องมือต้องมีน้ำหนักพอที่จะตั้งอยู่ได้ในขณะประกอบชิ้นส่วนเข้ากับเพลา มีความแข็งแรงและทนทานในการใช้งาน โดยใช้วัสดุที่เป็นเหล็กเครื่องมือเกรด SCM 440 เครื่องมือต้องสามารถวางได้บนพื้นราบหรือพื้นโรงงานในขณะปฏิบัติงานจึงมีขาปรับตั้งระดับได้จำนวน 6 ขา ติดไว้ด้านล่างของแผ่นฐานเพื่อปรับระดับให้วางเครื่องมือให้ได้ระดับและมั่นคงดังภาพที่ 6



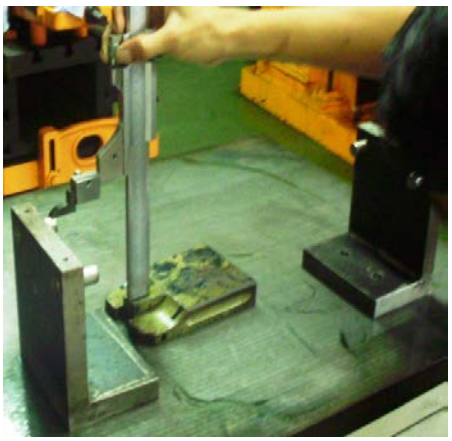
ภาพที่ 6 เครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษสร้างจากเหล็ก เครื่องมือเกรด SCM 440

ในการสร้างชิ้นส่วนของเครื่องมือที่จะนำมาประกอบกัน กำหนดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ความฉากและความเรียบ ที่หัวจับยึด มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.30 มิลลิเมตร ค่าความตรงและความเรียบบนแผ่นฐาน มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.30 มิลลิเมตร เช่นกัน เนื่องจากตามมาตรฐานสากล ISO 1101 กำหนดขอบเขต ความเบี่ยงเบนรูปร่างและตำแหน่ง ของชิ้นส่วนที่สร้างขึ้นแล้วนำมาประกอบกันสำหรับงานเครื่องมือกล มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด 0.007 มิลลิเมตร และมีค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด 0.63 มิลลิเมตร สำหรับงานประกอบเครื่องมือกลทั่วไป ดังนั้นเพื่อให้เครื่องมือที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือกลได้ จึงกำหนดเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ให้มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.30 มิลลิเมตร ภาพที่ 7 [3]



ภาพที่ 7 แบบเครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษ [4]

4. ตรวจวัดระยะติดตั้งเดือยจับยึดตัวเรือนรองเพลา บนหัวจับยึดของเครื่องมือด้วย เวอร์เนียไฮเกจ วัดระยะบนโต๊ะระดับ ผลการตรวจวัดระยะติดตั้งเดือยจับยึดตัวเรือนรองเพลามีระยะแตกต่างกันไม่เกิน 1.0 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าอยู่ในพิกัดที่ยอมรับได้ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ตรวจวัดความสูงของเดือยทั้ง 2 ตัว ด้วยเวอร์เนียไฮเกจบนโต๊ะระดับ

ใช้แท่นของเครื่องมิลลิ่ง ซีเอ็นซี (CNC milling) เป็นแท่นระดับ ตรวจวัดความตรง ความเรียบ ของแผ่นฐาน ด้วยนาฬิกาเปรียบเทียบศูนย์ (dial gauge) ดังภาพที่ 9

ภาพที่ 9 ตรวจวัดความตรงความเรียบบนแท่นด้วยนาฬิกาเทียบศูนย์

ผลการตรวจวัดพิกัดความเผื่อความเบี่ยงเบนจากความตรงวัดได้ 0.27 มิลลิเมตร และค่าพิกัดความเผื่อความเรียบผิวงานมวัดได้ 0.25 มิลลิเมตร ซึ่งผลการตรวจวัดค่าพิกัดความเผื่อรูปร่างทั้งสองอย่าง มีค่าอยู่ในพิกัดความเผื่อที่ยอมรับได้ไม่เกิน 0.30 ตามที่กำหนด

การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลอง โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นช่างซ่อมบำรุงเครื่องพิมพ์ จำนวน 15 คน ทดลองประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษที่เตรียมไว้จำนวน 1 ชุด โดยไม่ใช้เครื่องมือช่วย บันทึกเวลาเริ่มการปฏิบัติงานจนถึงเวลาประกอบเสร็จ ดังภาพที่ 10

ภาพที่ 10 ทดสอบการใช้งานเครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษ

จากนั้นให้ช่างทดลองใช้เครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษเพื่อเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ เสร็จแล้วตอบแบบประเมินการใช้เครื่องมือ เพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้เครื่องมือ ดังภาพที่ 11

ภาพที่ 11 แสดงการจับยึดของเครื่องมือกับตัวเรือนรองเพลา

จากนั้นจึงจะนำชุดราวกริบเปอร์พากระดาษที่ช่างซ่อมบำรุงประกอบด้วยเครื่องมือช่วยประกอบชุดราวพากระดาษไปติดตั้งเข้ากับเครื่องพิมพ์ ที่เตรียมไว้เพื่อทดสอบการ รับ-ส่ง กระดาษ ต่อไป

ผลการการทดลอง

1. หาประสิทธิภาพของเครื่องมือโดยการเปรียบเทียบเวลาที่ช่างซ่อมบำรุงใช้ในการประกอบชุดราวกริปเปอร์พากระดาษ โดยไม่ใช้เครื่องมือช่วยกับใช้เครื่องมือช่วย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้เครื่องมือช่วย ประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษ

การปฏิบัติงานโดย	ระดับความพึงพอในการใช้งาน	
	Mean	SD
ไม่ใช้เครื่องมือช่วย	3.46	0.73
ใช้เครื่องมือช่วย	4.37	0.45

ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้เครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษกับไม่ใช้เครื่องมือของช่างซ่อมบำรุง จำนวน 15 คน พบว่า ไม่ใช้เครื่องมือช่วยประกอบ ใช้เวลาในการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 42.57 นาที มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.41 และถ้าใช้เครื่องมือช่วยประกอบใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 20.75 นาที มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.18

2. ประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเพื่อเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพของเครื่องมือให้ช่างซ่อมบำรุงตอบแบบประเมินความพึงพอใจหลังจากที่ได้ใช้งานเครื่องมือช่วยประกอบ โดยมีผู้ให้คะแนนความพึงพอใจมากที่สุดเท่ากับ 5 นำคะแนนทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับความพึงพอใจการใช้งานเครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษ

การปฏิบัติงานโดย	เวลาที่ใช้(นาที)	
	Mean	SD
ไม่ใช้เครื่องมือช่วย	42.57	4.41
ใช้เครื่องมือช่วย	20.75	3.18

ผลการเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจ พบว่า มีความพึงพอใจในเครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษที่สร้างขึ้น มีแข็งแรง ใช้งานได้รวดเร็วกว่าการประกอบด้วยมือเปล่า มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษ มีความปลอดภัยในการใช้งาน และสามารถใช้กับเครื่องมือพื้นฐานทั่วไปได้ดี โดยมีผลการประเมินเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45

3. ผลการทดสอบเครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษ จากการทดสอบการทำงานของเครื่องพิมพ์ให้รับ-ส่ง กระดาษจากหน่วยพิมพ์ไปยังหน่วยรับกระดาษมีความเรียบดี ด้านข้างทั้งสองข้างเรียบไม่มีรอยยับ ด้านหน้าของกระดาษไม่มีรอยฉีกขาดจากปากราวกริปเปอร์ พากระดาษ (delivery gripper) ดังภาพที่ 12

ภาพที่ 12 กระดาษจากหน่วยพิมพ์มีความเรียบดีด้านข้างทั้งสองข้างเรียบไม่มีรอยยับ

ภาพที่ 13 ด้านหน้าของกระดาษไม่มีรอยฉีกขาดจากปากราวกริปเปอร์พากระดาษ

สรุปผล

ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้เครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษกับไม่ใช้เครื่องมือของช่างซ่อมบำรุง ถ้าใช้เครื่องมือช่วยประกอบใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 20.75 นาที มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.41 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ้าช่างซ่อมบำรุงทำงานโดยใช้เครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษจะใช้เวลาในการทำงานลดลง ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งานเครื่องมือช่วยประกอบชุดราวกริบเปอร์พากระดาษจากช่างซ่อมบำรุงมีความคิดเห็นต่อเครื่องมือ เฉลี่ยเท่ากับ 4.37 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมากและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ซึ่งช่างซ่อมบำรุงเห็นด้วยสำหรับการนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นมาใช้ประกอบชุดราวกริปเปอร์พากระดาษ เพราะการใช้งานง่าย สะดวก ชิ้นส่วนประกอบได้สมดุลด้านซ้ายและด้านขวา ได้ดี ส่วนผลการทดสอบ การรับ-ส่งกระดาษจาก หน่วยพิมพ์ไปยังหน่วยรองรับกระดาษ ไม่มีรอยฉีกขาดจากปากกริปเปอร์พากระดาษ การจับกระดาษของกริปเปอร์พากระดาษมีความแม่นยำและไม่พบปัญหาการจับกระดาษไม่แน่น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยสยาม ที่ ให้การส่งเสริมและสนับสนุนการทำวิจัยของคณาจารย์และขอบคุณ คุณทรงสิทธิ์ หอวิจิตร กรรมการผู้จัดการใหญ่บริษัท ไซเบอร์ เอสเอ็ม (ไทย) จำกัด ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยพร้อมเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และขอขอบคุณ อาจารย์กิตติ ยิ้มละมัย ที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Parts Catalog Mitsubishi Sheet-fed Offset Printing Press, Model:DIAMON 3000, Japan: Mitsubishi Press, 2007.

[2] Mitsubishi Sheet-fed Offset Printing Press, Operating manual / Maintenance manual Model: DIAMON3000, Japan: Mitsubishi Press, 2007, PP. 136-157.

[3] International Standard ISO 1101, Geometrical Tolerancing-Tolerancing of form,orientation, Location and run-out, UDC 744.4:621.753,1, Ref.No. ISO 1101-1983(E).

[4] Autodesk Inventor Professional, Autodesk, Inc. USA Part No.46206051462-9640, 2008.

แนวทางการปรับปรุงการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง กรณีศึกษา บริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด

Guideline for Improvement of Safety Management in Operation at Heights Case Study : SC System Network Co., Ltd.

อัจฉรา ผ่องพิทยา[1*] ,จันทร์จิรา สิงห์พันธ์[2] , ปราณี อามาตมนตรี[3] , และ โอภาส พรมมิ[4]

[1*,2,3,4] สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
1061 ซอยอิสรภาพ 15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
โทร 02-473-7000 อีเมล์ : ap-pas@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเกิดอุบัติเหตุและสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุในการปฏิบัติงานบน ที่สูง และศึกษาแนวทางการปรับปรุงการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง กรณี บริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด ซึ่งให้บริการติดตั้งกล้องวงจรปิดและระบบอินเตอร์เน็ต เก็บรวบรวมข้อมูลจากพนักงานฝ่ายช่าง จำนวน 27 คน โดยใช้แบบสัมภาษณ์และแบบบันทึกข้อมูล แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์สรุปอุปนัย (Analytic Induction) ผลการวิจัยพบว่า อุบัติเหตุในการทำงานเกิดจากความประมาทเลินเล่อของพนักงาน และไม่สวมอุปกรณ์ขณะทำงาน ส่วนแนวทางการปรับปรุงการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง ได้แก่ การจัดฝึกอบรมแนวทางการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานบนที่สูง การตรวจสอบอุปกรณ์ความปลอดภัยและจัดทำคู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

คำสำคัญ : การจัดการความปลอดภัย , การปฏิบัติงานบนที่สูง

Abstract

The research objectives were to study the accident from operation at height cases and theirs causes and to study the guideline for improvement of safety management in operation at height as the case study of SC System Network Com. Ltd., which serviced the CCTV and internet system installation. The data were collected from 27 technicians. The research instruments were the interview form and the record form. The data analysis was analytic induction method. The research results were as followed: the accidents at work caused by the negligence of the employees, and no wearing equipment while at work. The guideline for improvement of safety management in operation at height were holding the training about the guideline for prevent the accidents from working at heights, the safety equipment checking, and provide the safety operation manual.

Keywords: Safety management, Operation at height

บทนำ

การพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยช่วยสร้างความก้าวหน้า และสร้างแรงงานในประเทศเป็นจำนวนมาก แต่ในขณะเดียวกันการพัฒนาอุตสาหกรรมก็ต้องคำนึงถึงปัญหาความปลอดภัยในการทำงานด้วย ไม่ว่าจะเป็นการเกิดอุบัติเหตุ บาดเจ็บ พิการ เสียชีวิตและการเกิดโรคซึ่งเกี่ยวกับเนื่องจากการทำงานของผู้ใช้แรงงาน ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากการพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้มีการนำเอาเทคโนโลยีจากต่างประเทศเข้ามาสู่ระบบการผลิต เช่น เครื่องจักร อุปกรณ์เพิ่มการทำงาน ซึ่งนำมาใช้โดยขาดการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้มีจำนวนผู้ประสบอันตรายจากการทำงานเพิ่มมากขึ้น การขาดความรู้และประสบการณ์ในการทำงานด้านความปลอดภัยย่อมมีแนวโน้มการเกิดอุบัติเหตุได้มากขึ้นอยู่ตลอดเวลา (เปรื่อง กิจรัตน์ภร. 2543) ดังนั้น ความปลอดภัยและสุขภาพของผู้ใช้แรงงานในการทำงานจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องตระหนักและใส่ใจตลอดเวลา เพราะผลจากสภาพแวดล้อมในการทำงานหรือผลของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น นอกจากจะก่อให้เกิดความสูญเสียแก่ตนเอง ครอบครัว สภาพแวดล้อมและสังคมโดยรวมแล้ว ยังส่งผลกระทบโดยตรงต่อองค์กรอีกด้วย

การทำงานในองค์กรอุตสาหกรรมจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องมีระบบป้องกันและรักษาความปลอดภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำงานบนที่สูง เป็นงานหรือกิจกรรมที่ต้องขึ้นไปทำบนที่ซึ่งอยู่สูงกว่าพื้นดินหรือพื้นอาคารตั้งแต่ 2 เมตรขึ้นไป (รณรงค์ แสงตะเกียง. 2549) จึงมีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายขึ้นได้ตลอดเวลา จากการที่ผู้ปฏิบัติงานตกจากที่สูง และการทำสิ่งของตกจากที่สูง (สถาบันส่งเสริมความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน. 2558) ดังนั้นการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูงจึงมีความสำคัญและละเลยไม่ได้ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกกรณีศึกษากับบริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทสถานประกอบการอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลาง (SMEs) ให้บริการออกแบบและพัฒนาด้านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ติดตั้งออกแบบระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระบบไฟฟ้า IP Camera กล้องวงจรปิด CCTV ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบ Internet Hotspot ออกแบบติดตั้งเดินสายสัญญาณเดินสายระบบคอมพิวเตอร์ LAN Network Internet ADSL และ Hi Speed เป็นต้น ซึ่งจะเห็นว่า งานส่วนใหญ่เป็นลักษณะของการทำงานบนที่สูง และพบว่าบริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด มีการเกิดอุบัติเหตุโดยเฉลี่ย 2 ครั้งต่อปี และมีพนักงานที่ได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุประมาณ 3-4 คนต่อปี ทำให้พนักงานต้องเสียเวลาในการพักรักษาตัวเป็นเวลานาน โดยที่มีแนวโน้มว่าอัตราการสูญเสียเริ่มมีมากขึ้นทุกปี (บริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด. 2557)

จึงควรที่จะต้องเร่งหาแนวทางการปรับปรุงการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้คำนึงถึงความสำคัญของความปลอดภัยในการทำงาน ชีวิตและทรัพย์สินของพนักงานและบริษัท จึงเห็นควรศึกษาแนวทางการปรับปรุงการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง กรณีศึกษา บริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงาน ลดการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน และเพิ่มขวัญกำลังใจในการทำงานให้กับพนักงาน รวมทั้งเป็นข้อมูลสำหรับหน่วยงานได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนามาตรการจัดการความปลอดภัยในการทำงานบนที่สูงต่อไป

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเกิดอุบัติเหตุและสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุในการปฏิบัติงานบนที่สูง กรณี บริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด

2. เพื่อศึกษาแนวทางการปรับปรุงการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง กรณี บริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรที่ศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้เป็นบุคลากรของบริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานบนที่สูง ได้แก่ พนักงานช่างติดตั้งระบบสายสัญญาณ 21 คน และพนักงานช่างควบคุมระบบ 6 คน รวม 27 คน

2. สถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เก็บรวมรวบข้อมูลที่ บริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด ตั้งอยู่ เลขที่ 84/41 หมู่ 19 แขวงศาลาธรรมสพน์ เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10170

3. เครื่องมือที่ใช้ดำเนินงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์ และแบบบันทึกข้อมูล ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 แบบสัมภาษณ์ แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ถูกสัมภาษณ์ ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา และประสบการณ์ในการทำงาน

ตอนที่ 2 ข้อมูลสิ่งแวดล้อมในการปฏิบัติงาน ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การแต่งตัวขณะปฏิบัติงาน ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ตอนที่ 3 ข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดจากการปฏิบัติงาน คือ การเกิดอุบัติเหตุ จำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุ การบาดเจ็บ ความต้องการเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ในการทำงาน ความต้องการฝึกอบรม

ตอนที่ 4 แนวทางการปรับปรุงการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงาน พฤติกรรมความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

3.2 แบบบันทึกข้อมูล

แบบบันทึกข้อมูล ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการสัมภาษณ์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง แล้วสร้างแบบสัมภาษณ์ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย หลังจากนั้นนำแบบสัมภาษณ์ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัยพิจารณาข้อคำถาม ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา การใช้ภาษาที่เหมาะสมกับผู้ให้ข้อมูล แล้วนำแบบสัมภาษณ์มาปรับปรุงให้เรียบร้อย จึงนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่บริษัท เอสซี ซิสเต็มเน็ตเวิร์ค จำกัด ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 เดือน (มกราคม – กุมภาพันธ์ 2558) มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1 สัมภาษณ์พนักงานช่างติดตั้งระบบสายสัญญาณ และพนักงานช่างควบคุมระบบ โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้น และบันทึกลงในแบบบันทึกข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูลได้จากพนักงานช่างติดตั้งระบบสายสัญญาณ 17 คน และพนักงานช่างควบคุมระบบ 6 คน รวม 23 คน คิดเป็นร้อยละ 85

4.2 สังเกตลักษณะสภาพแวดล้อมและพฤติกรรมของพนักงาน ซึ่งผู้วิจัยเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ เพื่อสังเกตสภาพทั่วๆ ไปในการปฏิบัติงาน พฤติกรรมการปฏิบัติงาน รวมไปถึงกระบวนการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูงของพนักงาน และบันทึกลงในแบบบันทึกข้อมูล

5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ และการสังเกตลักษณะสภาพแวดล้อมและพฤติกรรมของพนักงาน มาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

5.1 นำข้อมูลที่ได้การสัมภาษณ์ทั้งหมดมาจัดระเบียบก่อนนำไปวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.2 ตรวจสอบเนื้อหาการสัมภาษณ์โดยอ่านบทสัมภาษณ์ทั้งหมดเปรียบเทียบกับบันทึกข้อมูลที่จดไว้ในการให้สัมภาษณ์ซ้ำหลายรอบ และนำเนื้อหาที่ได้ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยตรวจดูอีกครั้งก่อนนำลงในรายงานวิจัย โดยจะรวบรวมเรียงตามคำถาม ซึ่งเป็นแนวคิดของคำตอบแต่ละท่าน

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยนี้จะใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล

โดยวิธีการวิเคราะห์สรุปอุปนัย (Analytic Induction) คือการตีความสร้างข้อสรุปข้อมูลจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมหรือปรากฏการณ์ที่มองเห็น เช่น วิธีการ การดำเนินงาน ความเป็นอยู่การปฏิบัติงาน ฯลฯ เมื่อผู้วิจัยได้เห็นหรือสังเกตหลายๆ เหตุการณ์ต่างๆ แล้วจึงลงมือสรุปผล

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการปรับปรุงการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง กรณีศึกษา บริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด ได้ผลการวิจัยดังนี้

1. พนักงานปฏิบัติการบนที่สูง ประกอบด้วย พนักงานช่างติดตั้งระบบสายสัญญาณ และพนักงานช่างควบคุมระบบ ทั้งหมดเป็นเพศชาย มีอายุระหว่าง 31-40 ปีมากที่สุด จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 40.74 มีการศึกษาอนุปริญญาหรือ ปวส. มากที่สุด จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 48.14 และประสบการณ์ในการทำงาน 5-10 ปี มากที่สุด จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 44.44

2 การเกิดอุบัติเหตุและสาเหตุของอุบัติเหตุในการปฏิบัติงานบนที่สูง กรณีบริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด ผลการวิจัยพบว่า ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2557 การปฏิบัติงานบนที่สูงของพนักงานช่างติดตั้งระบบสายสัญญาณและพนักงานช่างควบคุมระบบในการปฏิบัติงานบนที่สูงเกิดอุบัติเหตุ จำนวน 5 ราย และในปี พ.ศ. 2557 มีพนักงานประสบอุบัติเหตุขณะปฏิบัติงานบนที่สูงจากการพลัดตกจากบันได จำนวน 2 ราย และพลัดตกจากนั่งร้าน จำนวน 1 ราย ทำให้พนักงานต้องหยุดพักรักษาตัว ผลการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุดังกล่าว สรุปได้ดังข้อมูลใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเกิดอุบัติเหตุและสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุในการปฏิบัติงานบนที่สูง

การเกิดอุบัติเหตุ ในการปฏิบัติงานบนที่สูง	**สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ ในการปฏิบัติงานบนที่สูง**
กรณีที่ 1 พนักงานพลัดตกลงมาจากบันไดที่ความสูงเกิน 2 เมตรขึ้นไป มีความรุนแรงของอุบัติเหตุ คือ ได้รับบาดเจ็บที่ขาซ้ายและแขนซ้าย ต้องเข้าพักรักษาตัวที่โรงพยาบาล และหยุดงานเกิน 15 วัน	**1.** พนักงานขาดความระมัดระวังในการปฏิบัติงานของเพื่อนร่วมงาน เป็นเหตุให้พนักงานที่กำลังทำงานอยู่บนบันไดพลัดตกลงมา 2. การใช้เครื่องมืออุปกรณ์รักษาความปลอดภัยไม่เหมาะสม หรือไม่แข็งแรง ทำให้ไม่สามารถป้องกันอุบัติเหตุให้กับพนักงานได้ 3. เครื่องป้องกันอันตรายมีไว้ให้แต่ไม่ใช้หรือถอดออก
กรณีที่ 2 พนักงานพลัดตกลงมาจากบันไดที่ความสูง 2 เมตร ได้รับบาดเจ็บที่สะโพกทั้ง 2 ข้าง และข้อเท้าทั้ง 2 ข้าง มีอาการฟกช้ำ มีกระดูกข้อเท้าด้านซ้ายแตก ต้องเข้าเฝือก และรับการรักษาตัวหยุดงาน 2 เดือน	1. ใช้เครื่องมือเครื่องใช้ไม่ถูกต้องกับลักษณะของงาน 2. การหยอกล้อ หรือล้อเล่นในระหว่างการทำงาน 3. อิริยาบถในการเคลื่อนไหวน่าจะเกิดอันตราย เช่น การวิ่ง การกระโดด การก้าว และ การปีนป่าย
กรณีที่ 3 พนักงานพลัดตกลงมาจากนั่งร้านที่ความสูงเกิน 2 เมตร มีความรุนแรงของอุบัติเหตุ คือ ได้รับการบาดเจ็บที่ข้อเท้าด้านซ้ายและหลังได้รับการกระแทกอย่างรุนแรง ต้องเข้ารับการรักษาตัวที่โรงพยาบาลเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และหยุดงาน	1.ขาดความรู้หรือไม่ได้ตระหนักในเรื่องความปลอดภัย 2. ประมาทเลินเล่อ 3.ไม่สวมอุปกรณ์ความปลอดภัยขณะทำงาน

3. แนวทางการปรับปรุงการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง กรณี บริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด ผลการวิจัยพบว่า ควรที่จะมีการจัดกิจกรรมและมาตรการต่างๆ ได้แก่ การจัดฝึกอบรมแนวทางการแก้ไขและป้องกันปัญหาการเกิดอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานบนที่สูง การตรวจสอบอุปกรณ์ความ

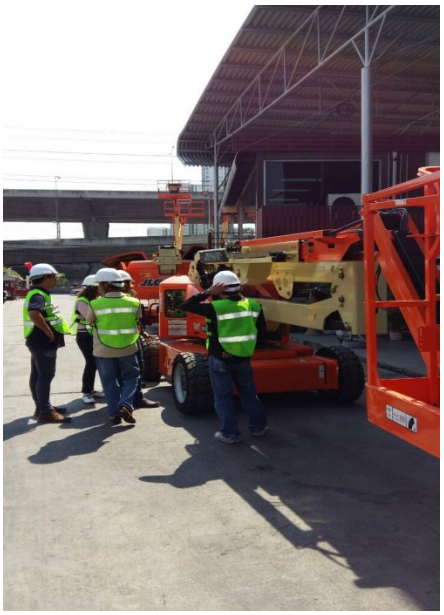
ปลอดภัย และจัดทำคู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

3.1 การจัดฝึกอบรมแนวทางการแก้ไขและป้องกันปัญหาการเกิดอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานบนที่สูงในหลักสูตรต่างๆ การอบรมความปลอดภัยอาจแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่

3.1.1 การอบรมหลักสูตรความปลอดภัยที่จัดโดยฝ่ายความปลอดภัยร่วมกับฝ่ายบริหารทรัพยากรมนุษย์ ได้แก่ 1) ความปลอดภัยสำหรับพนักงานใหม่ 2) ความปลอดภัยสำหรับหัวหน้างาน 3) ความปลอดภัยสำหรับพนักงานระดับช่างปฏิบัติงาน 4) หลักการปฏิบัติงานบนที่สูง 5) การใช้งานอุปกรณ์ป้องกันอันตรายในการปฏิบัติงานบนที่สูง 6) การใช้งานรถโฟร์คลิฟท์ หรือรถยกอย่างปลอดภัย และ 7) การฝึกซ้อมเหตุการณ์ฉุกเฉินการพลัดตกจากที่สูง

3.1.2 การอบรมโดยหัวหน้างานเกี่ยวกับการทำงานอย่างถูกวิธีและความปลอดภัยหน่วยงานในสายงานช่างปฏิบัติงาน หัวหน้างานควรจัดให้มีการจัดทำวิธีการทำงานที่ปลอดภัย (Work Instruction) และทำหน้าที่ในการอบรมพนักงานของตนเองให้มีความรู้ความชำนาญในการปฏิบัติงานและสามารถปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัยตลอดเวลา ดังภาพที่ 1

3.2 การตรวจสอบอุปกรณ์ความปลอดภัย เพื่อค้นหาสภาพและการกระทำที่ไม่ปลอดภัยในสถานที่ทำงาน ทั้งอุปกรณ์การทำงานและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น กิจกรรมการตรวจอุปกรณ์ความปลอดภัยได้แก่



ภาพที่ 1 การฝึกอบรมพนักงานช่างปฏิบัติงานบนที่สูงเรื่องการใช้งานรถโฟร์คลิฟท์

3.2.1 การตรวจสอบซ่อมแซม จัดการกับชุดปฏิบัติการ ได้แก่ 1) รองเท้า ตรวจสอบและซ่อมแซมสภาพ พื้นร้องเท้า หากขาดหรือพื้นร้องเท้าไม่มีต้องดำเนินการจัดหาหรือซื้อใหม่ทันที 2) หมวก ทำการตรวจสอบรอยแตกร้าวและทำความสะอาดอยู่เสมอ หากมีรอยแตกให้ดำเนินการเปลี่ยนหรือจัดหาใหม่ และ 3) เสื้อสะท้อนแสง ตรวจสอบสีของแสงว่า

ยังคงความเงาของแสงอยู่หรือไม่ หากไม่สะท้อนแสงแล้วต้องดำเนินการจัดหาใหม่

ภาพที่ 2 การแต่งตัวของพนักงานช่างในการแต่งตัวในการปฏิบัติงานบนที่สูง

3.2.2 การตรวจสอบอุปกรณ์ เช่น1) บันได ต้องตรวจสอบว่ามีความมั่นคงแข็งแรงทุกครั้งก่อนใช้งาน 2) นั่งร้าน ตรวจสอบโครงสร้างหากอุปกรณ์แตกหักไม่แข็งแรง ต้องห้ามนำไปใช้งาน และ 3) รถโฟร์คลิฟท์ ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่น อย่างสม่ำเสมอ

ภาพที่ 3 อุปกรณ์นั่งร้านในการปฏิบัติงานบนที่สูง

3.3 จัดทำคู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ต้องมีการจัดทำคู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูงตาม พรบ.กระทรวงแรงงาน พ.ศ. 2552 และติดภาพเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานให้เห็นชัดเจน

ภาพที่ 4 คู่มือความปลอดภัยในการทำงาน

ภาพที่ 5 ความปลอดภัยในการทำงานบนที่สูง (ที่มา : สำนักความปลอดภัยแรงงาน)

สรุปและการอภิปรายผลการวิจัย

สภาพปัญหาในการปฏิบัติบนที่สูงที่เกิดขึ้น พบว่า อุบัติเหตุเกิดจากอุปกรณ์ในการทำงานชำรุดหรือไม่เหมาะสม การขาดความระมัดระวังในการใช้อุปกรณ์รักษาความปลอดภัย ส่งผลให้เกิดความรุนแรงมากขึ้น พนักงานได้รับการบาดเจ็บและระดับการบาดเจ็บเกิดความรุนแรง และมีความเสี่ยงสูงในการเกิดอุบัติเหตุ สาเหตุเนื่องจากเป็นการดำเนินงานที่เกิดขึ้นมาใหม่ยังไม่มีมาตรฐานการทำงาน พนักงานขาดความรู้และความเข้าใจในการปฏิบัติงาน ขาดการวิเคราะห์สภาพอันตราย และอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้น ยังไม่มีข้อกำหนด และแนวทางแก้ไข จึงได้จัดทำคู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน คู่มือการใช้เครื่องจักร การรณรงค์ส่งเสริมการทำงานที่ปลอดภัย การอบรมให้ความรู้ และนำข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุก่อนการจัดทำมาตรฐานมาเปรียบเทียบกับข้อมูลหลังการจัดทำมาตรฐานว่า สามารถลดการเกิดอุบัติเหตุได้

จากผลการศึกษาการเกิดอุบัติเหตุส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากความบกพร่องด้านอุปกรณ์ในการทำงาน เครื่องแต่งกายและอุปกรณ์รักษาความปลอดภัย รวมทั้งความประมาทเลินเล่อในการปฏิบัติงานบนที่สูง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการตามทฤษฎีโดมิโนและทฤษฎีมูลเหตุเชิงซ้อน (กิตติ อินทรานนท์ และจิตรา รู้กิจการพานิช : 2553) และงานวิจัยของเฉิดศักดิ์ สืบทรัพย์และณัฏฐพันธ์ เขจรนันท์ (2557) ข้อที่สอดคล้องคือ สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานบนที่สูง และความร้ายแรงของการเกิดอุบัติเหตุในการปฏิบัติงานมาจากการกระทำที่ไม่ปลอดภัยของบุคคลหรือสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ไม่ปลอดภัย เช่น การใช้เครื่องมืออุปกรณ์รักษาความปลอดภัยไม่เหมาะสม ทำให้ไม่สามารถป้องกันอุบัติเหตุให้กับพนักงานได้ ภายหลังจากที่ได้จัดทำคู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน คู่มือการใช้เครื่องจักรในการปฏิบัติงาน เพื่อส่งเสริมการทำงานที่ปลอดภัยนั้น ซึ่งสอดคล้องตามมาตรการความปลอดภัยในการทำงานบนที่สูง

(สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน : 2558) ทำให้สถิติโดยเฉลี่ยของการเกิดอุบัติเหตุลดลง

ข้อเสนอแนะ

1. บริษัทควรมีการจัดทำแผนการฝึกอบรมให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยแก่พนักงานช่างติดตั้งระบบ มีการแนะนำวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกวิธี และนำคู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูงไปใช้งานอย่างสม่ำเสมอ

2. บริษัทควรจัดมีการปฏิบัติงานเป็นคู่หรือระบบเพื่อนคู่คิด เพื่อเป็นการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จะทำให้เกิดอุบัติเหตุในการปฏิบัติงานบนที่สูงลดน้อยลง

เอกสารอ้างอิง

กิตติ อินทรานนท์ และจิตรา รู้กิจการพานิช. 2553. “ความปลอดภัยอุบัติภัยและการป้องกัน” **การจัดการทางวิศวกรรม.** (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เฉิดศักดิ์ สืบทรัพย์ และ ณัฏฐพันธ์ เขจรนันท์. (2557). “แนวทางการจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงานเพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตของพนักงานในสถานประกอบการอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็นไทย” **วารสารสมาคมนักวิจัย.** ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2557.

บริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด. (2557). **เรื่องแนวทางการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง.** กรุงเทพฯ .

เปรื่อง กิจรัตน์ภร. (2543). **การจัดการองค์การอุตสาหกรรมและการผลิต.** กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือราชภัฏพระนคร.

รณรงค์ แสงตะเกียง. 2549. **ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง.** สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2558. จาก http://www.sangtakieng.com/WorkingatHeights2.html

สำนักความปลอดภัยแรงงาน. (2558). **ความปลอดภัยในการทำงานบนที่สูง**. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มกราคม 2558 .จาก http://www.oshthai.org/index.php?option=com_k2&view=item&id=106ความปลอดภัยในการทำงานบนที่สูง&Itemid=222

สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน. (2558). เอกสารประกอบการอบรม “**การทำงานบนที่สูง**”. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2558 .จาก http://www.tosh.or.th/attachments/article/56/56-2.pdf

การประมวลผลวีดีโอแบบขนานโดยใช้เว็บซีแอล
Parallel Video Processing Using WebCL

อัษฎาวุธ อัศวมหาพงษ์[1*], สิทธินนท์ โทนอ่อน[2], สุรศักดิ์ สุทธิ[3], อภิสิทธิ์ รัตนาตรานุรักษ์[4]

[1*,2,3,4]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพฯ
Email : apisit.ra@ssru.ac.th[4]

บทคัดย่อ

ในบทความนี้กล่าวถึงการประมวลผลภาพวีดีโอแบบขนานโดยใช้เว็บซีแอล ซึ่งเว็บซีแอลเป็นเฟรมเวิร์คในการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถสั่งโปรแกรมให้ทำงานบนระบบที่แตกต่างกันบนเว็บ บทความนี้เริ่มต้นจากการวิเคราะห์อัลกอริธึมต้นแบบ เช่น brightness contrast negative posterize threshold grayscale sepai flip sharpen blur laplacian และ bluescreen จากนั้นจึงมีการนำเว็บซีแอลไปประยุกต์กับ อัลกอริธึมเหล่านี้ เพื่อให้สามารถทำงานบนหน่วยประมวลผลกลางหลายแกน หน่วยประมวลผลกราฟิกร่วม และหน่วยประมวลผลกราฟิกของ NVIDIA ผลลัพธ์ที่ได้จะเห็นว่า Speedup ของ หน่วยประมวลผลกราฟิก NVIDIA สูงถึง 1.31 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับอัลกอริธึมต้นฉบับที่ทำงานแบบตามลำดับ

คำสำคัญ : การโฆษณา, จาวาสคริปต์, อินเทอร์เน็ต เว็บฟอร์ม, ทวิตเตอร์

Abstract

This paper presents parallel video processing algorithm using WebCL which is the framework for developing program that can execute on heterogeneous systems on web. This paper starts with analysis the original algorithms such as brightness, contrast, negative, posterize, threshold, grayscale sepia, flip, sharpen, blur, laplacian, and bluescreen. We have implemented WebCL to these algorithms to execute on Multi-core CPU, Integrated GPU and NVIDIA GPU. The results show that Speedup of NVIDIA GPU can be achieved to 1.31X compared with the original sequential version.

Keywords: Advertisement, JavaScript, Internet, Web forms, Twitter

บทนำ

การถ่ายภาพ และวีดีโอในปัจจุบันนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ความละเอียดของภาพ และวีดีโอสูงมากยิ่งขึ้น ซึ่งปัจจุบันการถ่ายวีดีโอนั้นสามารถถ่ายได้หลากหลายอุปกรณ์มากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นกล้องถ่ายวีดีโอ กล้องถ่ายภาพดีเอสแอลอาร์ แม้กระทั่งกล้องโทรศัพท์มือถือสามารถนำมาใช้ในการถ่ายวีดีโอได้อีกด้วย ซึ่งปัจจุบันกล้องโทรศัพท์มือถือนั้นสามารถถ่ายวีดีโอได้ระดับ 4K ทำให้ความละเอียดของวีดีโอมีค่าสูงมาก หากจะนำวีดีโอเหล่านี้ไปประมวลผลย่อมใช้เวลาในการประมวลผลมากขึ้นตามความละเอียดที่เพิ่มมากขึ้นด้วย

ปัจจุบันเทคโนโลยีเว็บเข้ามามีบทบาทในการใช้ชีวิตของมนุษย์มากยิ่งขึ้น ทำให้การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ซึ่งสามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย นั้นเกิดความสะดวก และได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากแอปพลิเคชันลักษณะนี้สามารถพัฒนาเพียงครั้งเดียว และเปิดใช้ผ่านเว็บเบราวเซอร์ (Web browser) ทำให้เกิดความสะดวกในการพัฒนา และสามารถเข้าถึงได้บนทุกอุปกรณ์

ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโดยทั่วไปนั้นจะใช้ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) ในการพัฒนาซึ่งภาษานี้หากพัฒนาตามปกติจะสามารถทำงานได้บนซีพียูเพียง 1 แกน นั่นคือสามารถทำงานได้ในรูปแบบตามลำดับ ซึ่งปัจจุบันนั้นหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit: CPU) มีหลายแกนประมวลผล ซึ่งสามารถทำงานได้พร้อมกันหลายงาน ซึ่งการพัฒนาโปรแกรมโดยปกตินั้นจะไม่สามารถดึงทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้ได้ นอกจากนี้ ปัจจุบันหน่วยประมวลผลกราฟิก (Graphics Processing Unit: GPU) สามารถนำมาใช้ในการประมวลผลแบบปกติได้ ซึ่งหน่วยประมวลผลนี้มีจำนวนแกนประมวลผลจำนวนมากกว่าซีพียูหลายเท่า ทำให้การดึงทรัพยากรเหล่านี้มาใช้ในการประมวลผลจะสามารถช่วยลดเวลาในการประมวลผลได้

ในการประมวลผลด้วย Multi-core CPU และ GPU ในงานทั่วไปบนเว็บนั้น สามารถใช้ไลบรารีเว็บซีแอล (Web Computing Language: WebCL) (Aarnio, T. and M. Bourges-Sevenier, 2012) ในการดึงหน่วยประมวลผลต่าง ๆ มาใช้ในการประมวลผลแบบขนานได้ โดยเว็บซีแอลนั้นจะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับโอเพนซีแอล (Open Computing Langauge: OpenCL) (Khronos, 2010)(NVIDIA, 2009)(AMD, 2011) ซึ่งมีความแตกต่างกันที่เว็บซีแอลใช้ในการประมวลผลบนเว็บ

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเห็นว่าหากมีการนำการประมวลผลวีดีโอบนเว็บมาพัฒนาให้มีการประมวลผลแบบขนานด้วยเว็บซีแอล โดยการนำทรัพยากรอื่น ไม่ว่าจะเป็น Multi-core CPU และ

GPU มาประมวลผลจะทำให้เวลาที่ใช้ในการประมวลผลลดลง

ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันนั้น โดยปกติแล้วจะทำงานอยู่เพียง 1 อุปกรณ์ นั่นคือบนซีพียู เพียงอย่างเดียว ซึ่งมีงานวิจัยที่มีการนำเว็บซีแอล และโอเพนซีแอลขึ้นมาพัฒนา ซึ่งงานวิจัยของ Xianglan Piao, et al. (Xianglan Piao et al, 2014) ได้มีการทดสอบการทำงานโดยใช้เว็บซีแอล บน N-body Simulation, Edge Filter, Matrix Multiplication และ Mandelbrot ในขนาดที่แตกต่างกัน บน GPU และบน Multi-core CPU โดยหากมีการประมวลผลเฉพาะบน GPU นั้นจะมีความเร็วเพิ่มขึ้น 33% และถ้าหากมีการพัฒนาบนทั้ง 2 อุปกรณ์จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ถึง 65%

งานวิจัยของ Tommy Mac William,et al. (Tommy MacWilliam, and Cris Cecka., 2013) ได้มีการสร้างเฟรมเวิร์ค ที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้อุปกรณ์อื่น เช่น GPU แทนการใช้ CPU ปกติ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการทำงานแล้วสามารถทำงานใช้เวลาน้อยกว่าการทำงานด้วย CPU ปกติ ซึ่งทดสอบบน Thomson problem โดยการตอบสนองต่อวินาทีสูงกว่าการใช้จาวาสคริปต์ปกติ สูงถึง 4.5 เท่า

งานวิจัยของ Stephen Herhut et al. (Stephen Herhut et al., 2012) มีการทำคอมไพเลอร์ JIT เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถแปลงจาวาสคริปต์ให้เป็นโอเพนซีแอลได้ โดยมีการทดสอบ Frame rate ของการคำนวณ 3D Particle flocking simulation ได้ถึง 50 Frames/second เมื่อทำงานบน 8 เธรด และการคำนวณ Dense Matrix Multiplication ซึ่ง Speedup ขึ้นไปถึง 10.99 เมื่อคำนวณ 1k x 1k เมทริกซ์

งานวิจัยของ Won Jeon et al. (Won Jeon et al., 2012) ได้มีการนำภาษาเอชทีเอ็มแอล 5 มาทำงานร่วมกับภาษาจาวาสคริปต์ และนำเอาเว็บแอปพลิเคชันมาพัฒนาร่วมกับ GPU และทดสอบบน Sobel filter, N-Body Simulation และ Deformable body simulation ซึ่ง 3 อัลกอริธึมใช้พลังงานในการประมวลผลสูงมาก ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ Sobel Filter มี Speedup เป็น 13 เท่าที่ภาพขนาด 256x256 พิกเซล N-Body Simulation มี Speedup 23 เท่าที่ 1024 พาติเคิล และ Deformable body simulation มี Speedup สูงถึง 116 เท่า

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Jin Wang et al.[Jin Wang et al., 2014) ได้มีการพัฒนา ParalleUS ซึ่งเป็นการนำเสนอเฟรมเวิร์คที่ทำงานบน CPU, GPU โดยมีการพัฒนาภาษาระดับสูง โดย Speedup สูงถึง 26.8 เท่า บน simple reduction algorithm เมื่อเทียบกับจาวาสคริปต์ปกติ

ในงานวิจัยการประมวลผลแบบกระจายบนเบราเซอร์ของ Reginald Cushing (Reginald Cushing et al., 2013) ได้มีการนำภาษาจาวาสคริปต์มาพัฒนา เพื่อประมวลผลของเว็บเบราเซอร์ โดยใช้ WeevilScount มาทดสอบบนซอฟต์แวร์ชีวสารสนเทศ ซึ่งสามารถทำ Speedup ได้สูงมากขึ้นกว่าการประมวลผลแบบจาวาสคริปต์ตามปกติ

จากงานวิจัยที่ใช้หน่วยประมวลผลกราฟิกไปใช้ในการพัฒนาข้างต้น จะเห็นว่างานส่วนใหญ่จะมี Speedup ที่สูงมากขึ้น อย่างไรก็ตามงานวิจัยส่วนใหญ่จะเน้นไปทางด้านการประมวลผลพื้นฐาน หรือนำไปใช้ในงานเฉพาะทาง ดังนั้นจึงได้มีการนำมาแสดงไว้ในตารางที่ 1

ในบทความนี้กล่าวถึงเนื้อหาตามลำดับดังนี้ วัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งหัวข้อนี้จะแสดงถึงวัตถุประสงค์การทำวิจัย จากนั้นจะนำเสนอเกี่ยวกับวิธีการดำเนินงานวิจัย เพื่ออธิบายขั้นตอนการทำวิจัย และวิธีการทดลอง จากนั้นจะมีการนำเสนอผลการทดลองที่ได้ และจะมีการสรุป อภิปรายผลเป็นส่วนสุดท้าย และแนวทางในการพัฒนาต่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในงานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการประมวลผลภาพวีดีโอบนเว็บที่ทำงานแบบตามลำดับ ให้มีการทำงานแบบขนานโดยใช้เว็บซีแอล ซึ่งเว็บซีแอลนั้นจะสามารถดึงทรัพยากรการประมวลผลอื่น ไม่ว่าจะเป็น Multi-core CPU, GPU หรือหน่วยประมวลผลอื่น มาช่วยในการประมวลผลวีดีโอได้ เพื่อให้เวลาที่ใช้ในการประมวลผลลดลง ในฟังก์ชันการประมวลผลต่าง ๆ กัน ได้แก่ Brightness, Contrast, Negative, Posterize Threshold, Grayscale, Sepia, Vertical, Horizontal Flip, Sharpen, Blur, Laplacian, Bluescreen โดยจะทดสอบที่ความละเอียดวีดีโอที่แตกต่างกัน เพื่อหา Speedup เปรียบเทียบกับการประมวลผลแบบตามลำดับ

ตารางที่ 1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่นำหน่วยประมวลผลกราฟิกไปประมวลผลบนเว็บ

งานวิจัย	วิธีการทดสอบ	Maximum Speedup
Xianglan Piao et al, 2014	NBody, EdgeFilter, Matrix Multiplication, Mandelbrot (GPU)	33x
	Thomson Problem	4.5x
Tommy MacWilliam, and Cris Cecka., 2013	3D Particle flocking simulation 1k x 1k	10.99x
Stephen Herhut et al., 2012		13x
Won Jeon et al., 2012	Sobel Filter (256x256 images)	26.8x
Jin Wang et al., 2014	simple reduction	

ภาพที่ 1 รูปแบบการพัฒนาอัลกอริธึม
ที่มา : อภิสิทธิ์ รัตนาตรานุรักษ์. (2559) วาดภาพ

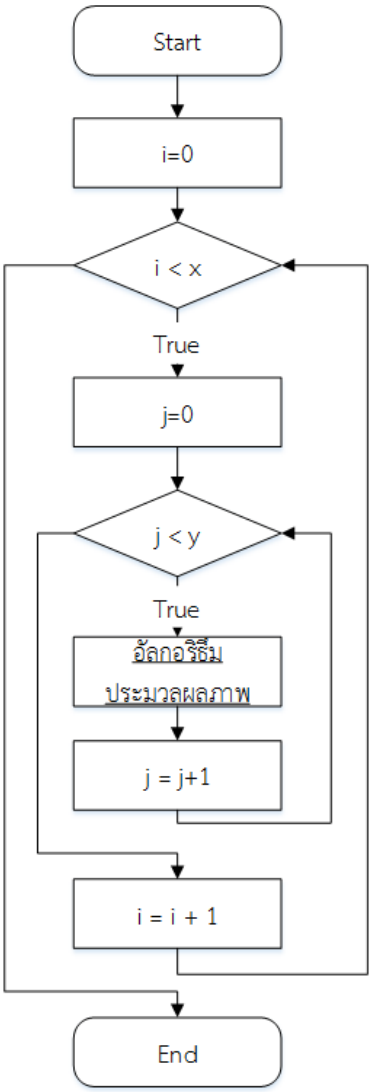
วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้จะมีการพัฒนาเว็บที่สามารถนำเอาวีดีโอไปประมวลผลโดยใช้ทรัพยากรบนฝั่งผู้ใช้ โดยจะนำวีดีโอต้นแบบไปถอดรหัสให้เป็นชุดของภาพ จากนั้นจะทำการประมวลผลในแต่ละอัลกอริธึม ในทุก ๆ เฟรมภาพที่มีการถอดรหัสออกมา เมื่อมีการประมวลผลวีดีโอเรียบร้อยแล้ว จะมีการเข้ารหัสกลับให้เป็นวีดีโอเช่นเดิม ซึ่งวิธีการดำเนินการวิจัยนั้นมีกระบวนการดังภาพที่ 1

ในการประมวลผลภาพโดยทั่วไปนั้นจะมีการประมวลผลแบบตามลำดับ ซึ่งในการประมวลผลภาพจะต้องมีการประมวลผลทั้งแกน x และแกน y ของภาพ เมื่อความกว้างของภาพเป็น x พิกเซล และความยาวของภาพเป็น y พิกเซล ซึ่งจะทำให้เกิดการวนซ้ำในแกน x และในแกน y

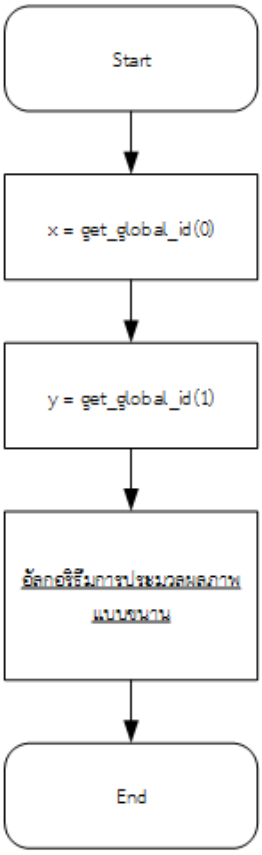
ซึ่งภายในลูปนั้นจะมีอัลกอริธึมการประมวลผลภาพที่ทำงานแบบตามลำดับอยู่ และจะมีการประมวลผลเช่นนี้ไปจนกระทั่งวนซ้ำค่า x และค่า y จนครบ ดังภาพที่ 2

เมื่อมีการวนซ้ำค่า x และ y ดังที่กล่าวมาข้างต้นจะส่งผลให้ความซับซ้อนของอัลกอริธึมสูงมากขึ้น ซึ่งความซับซ้อนจะอยู่ที่ x.y เมื่อประมวลผลภาพ 1 ภาพนั่นแสดงให้เห็นว่าหากภาพมีความกว้างและความยาวมากขึ้นจะส่งผลให้ใช้เวลาในการประมวลผลมากขึ้น และหากจำนวนเฟรมของภาพมีค่า z จะส่งผลให้ความซับซ้อนเป็น x.y.z ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งผลต่อเวลาในการประมวลผลของอัลกอริธึมดังกล่าว



ภาพที่ 2 ผังงานของอัลกอริธึมที่ทำงานแบบตามลำดับ
ที่มา : อภิสิทธิ์ รัตนาตรานุรักษ์. (2559) วาดภาพ

เมื่อมีการนำภาพไปถอดรหัสจะเกิดภาพหลายภาพ ทำให้ปริมาณงานในการประมวลผลสูงขึ้น และเหมาะสมในการประมวลผลแบบขนาน โดยอัลกอริธึมที่จะนำมาพัฒนาให้มีการทำงานแบบขนาน โดยในงานวิจัยนี้จะมีการนำอัลกอริธึม Brightness, Contrast, Negative, Posterize Threshold, Grayscale, Sepia, Vertical, Horizontal Flip, Sharpen, Blur, Laplacian, Bluescreen มาทดสอบ โดยจะมีการปรับอัลกอริธึมที่ทำงานแบบตามลำดับ มาปรับเป็นการทำงานแบบขนาน โดยใช้เว็บซีแอลเสียก่อน โดยอัลกอริธึมโดยภาพรวมเมื่อมีการพัฒนาให้มีการทำงานแบบขนานเป็นดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผังงานของอัลกอริธึมที่ทำงานแบบขนาน
ที่มา : อภิสิทธิ์ รัตนาตรานุรักษ์. (2559) วาดภาพ

จากภาพที่ 3 จะเห็นว่า เมื่อมีการปรับอัลกอริธึมให้มีการทำงานแบบขนานโดยใช้เว็บซีแอลแล้ว จะมีการประมวลผลภาพไปพร้อมกันในพิกเซลแกน x และแกน y โดยจะมีการกำหนดค่าแกน x และ y ในแต่ละพิกเซล ซึ่งจะมีการแจกงานไปในแต่ละหน่วยประมวลผล และทุกประมวลผลจะมีการประมวลผลพร้อมกันทุกพิกเซล ซึ่ง

การประมวลผลในลักษณะนี้จะช่วยลดเวลาในการประมวลผล อย่างไรก็ตามในการประมวลผลวีดีโอนั้นจะต้องมีการประมวลผลภาพเฟรมอื่น หากจำนวนเฟรมมีค่าเป็น z ความซับซ้อนจะมีค่าเป็น z ในกรณีของแกนประมวลผลมากเกินพอ และหากแกนประมวลผลมีค่าเป็น c จะทำให้ความซับซ้อนมีค่าเป็น z/c

ผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ได้มีการพัฒนา และทดลองการประมวลผลวีดีโอด้วยเว็บซีแอลบนสภาพแวดล้อม และตัวแปรต่าง ๆ โดยในแต่ละตัวแปรจะมีทั้งตัวแปรที่มีการทำงานแบบตามลำดับ และการทำงานแบบขนานโดยใช้เว็บซีแอล ซึ่งสภาพแวดล้อมในการทดลองได้มีการทดลองบนหน่วยประมวลผลกลาง Intel Core i7-4710HQ 2.5 GHz ซึ่งประกอบไปด้วยแกนประมวลผลจำนวน 4 แกน รองรับการทำงานแบบไฮเปอร์เธรด (Hyper Threading Technology) และมีแคช L3 จำนวน 6 MB ซึ่งมีหน่วยประมวลผลกราฟิกร่วมเป็น Intel HD Graphics 4600 โดยจะมีการแบ่ง VRAM 2 GB และมีหน่วยประมวลผลกราฟิกแยก NVIDIA Geforce GTX 860M หน่วยความจำหลักของระบบที่ใช้ในการทดลอง 8GB ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows 7 Ultimate 64-bit เว็บเบราเซอร์ที่ใช้ Mozilla Firefox 34 และติดตั้งส่วนเสริม Nokia WebCL 1.0 ดังตารางที่ 2

งานวิจัยนี้ได้มีการใช้วีดีโอเข้ามาทดสอบโดยใช้วีดีโอ 5 วินาที ขนาด 300x150, 480x240 และ 640x320 มาทดลองด้วยอัลกอริธึม Brightness, Contrast, Negative, Posterize Threshold, Grayscale, Sepia, Vertical, Horizontal Flip, Sharpen, Blur, Laplacian, Bluescreen โดยทดลองบนซีพียู 1 แกน ซีพียูหลายแกน หน่วยประมวลผลกราฟิกร่วม และหน่วยประมวลผลกราฟิกแยก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 สภาพแวดล้อมในการทดลอง

ชนิดของสภาพแวดล้อม	สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดลอง
หน่วยประมวลผลกลาง	Intel Core i7-4710HQ 2.5 GHz
หน่วยความจำหลัก	8 GB
หน่วยประมวลผลกราฟิก	NVIDIA Geforce GTX 860M
	Intel HD Graphics 4600
ระบบปฏิบัติการ	Windows 7 Ultimate 64-bit
WebCL	Nokia WebCL 1.0
เบราเซอร์	Mozilla Firefox 34

ตารางที่ 3 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปร	ค่า
วีดีโอ	5 วินาที ขนาด 300x150, 480x240, 640x320 พิกเซล bitrate 1948 kbps 23 fps
อัลกอริธึม	Brightness, Contrast, Negative, Posterize Threshold, Grayscale, Sepia, Vertical, Horizontal Flip, Sharpen, Blur, Laplacian, Bluescreen
อุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผล	CPU (1 core), Multi-core CPU, Integrated GPU, Dedicated GPU

จากภาพที่ 4 แสดงผลการทดลองด้านเวลาของการประมวลผลวีดีโอด้วยจาวาสคริปต์ ซึ่งจะทำงานบนซีพียูเพียง 1 แกนเท่านั้น โดยจะเห็นว่า เมื่อขนาดของเฟรมในวีดีโอมีความละเอียดมากยิ่งขึ้นจะส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการประมวลผลสูงขึ้น โดยฟังก์ชัน Sharpen Blur และ Laplacian ใช้เวลาในการประมวลผลของซีพียู 1 แกนสูงกว่าฟังก์ชันอื่น เนื่องจากความซับซ้อนของอัลกอริธึมสูงกว่า

จากภาพที่ 5 แสดงผลการทดลองด้านเวลาของการประมวลผลวีดีโอด้วยซีพียูหลายแกนด้วยเว็บซีแอล โดยในที่นี้ประกอบไปด้วยซึ่งจะเห็นว่าเวลาที่ใช้ในการประมวลผลจะลดลงบางฟังก์ชัน เช่น Sharpen Blur Laplacian โดยจะเห็นชัดที่ความละเอียด 640x320 pixel

จากภาพที่ 6 แสดงผลการทดลองด้านเวลาของการประมวลผลวีดีโอด้วย Integrated GPU ซึ่งเวลาในการประมวลผลจะลดลงในบางฟังก์ชัน เช่นกันโดยฟังก์ชันที่ใช้เวลาในการประมวลผลลดลงได้แก่ Sharpen Blur Laplacian

จากภาพที่ 7 แสดงผลการทดลองด้านเวลาของการประมวลผลวีดีโอด้วย NVIDIA GPU โดยเวลาที่ใช้ในการประมวลผลนั้นลดลงมากที่สุดที่ฟังก์ชัน Laplacian และมีฟังก์ชันอื่น ๆ ที่ใช้เวลาในการประมวลผลลดลงเช่นกันได้แก่ Sharpen และ Blur

เมื่อนำผลการทดลองด้านเวลาไปหา Speedup ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่าง เวลาที่ใช้ในการทำงานแบบตามลำดับ ต่อ เวลาที่ใช้ในการทำงานแบบขนาน จะได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 8 – 10 โดยจะแสดง Speedup การทำงานด้วยเว็บซีแอล ของ Multi-core CPU, Integrated GPU และ NVIDIA GPU ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อมีการพัฒนาโปรแกรมแบบขนานด้วยเว็บซีแอล ไม่ว่าจะเป็น Multi-core CPU, Integrated GPU หรือ NVIDIA GPU ฟังก์ชัน Sharpen, Blur, Laplacian จะมี Speedup ที่มีค่าสูงกว่า 1 นั่นคือใช้เวลาในการทำงานน้อยลง เมื่อขนาดของวีดีโอมีค่ามากขึ้น

อย่างไรก็ตามหากความละเอียดของวีดีโอมีค่าน้อย จะส่งผลให้ค่า Speedup ต่ำกว่า 1 นั่นคือใช้เวลาในการประมวลผลมากกว่าการประมวลผลแบบตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสิ่งที่ผลต่อ Speedup นั้นนอกจากจะอยู่ที่อุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผล ความละเอียดของไฟล์วีดีโอแล้ว ยังขึ้นอยู่กับอัลกอริธึมอีกด้วย ซึ่งในที่นี้จะวิเคราะห์ในส่วนของการสรุปและอภิปรายผล

สรุปและอภิปรายผล

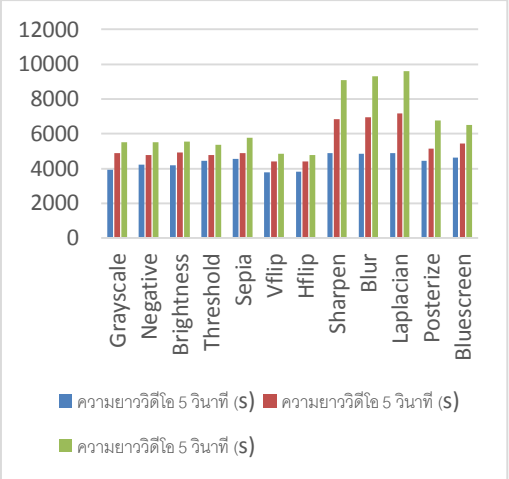
ในงานวิจัยชิ้นนี้จะเห็นว่ามีการพัฒนาอัลกอริธึมการประมวลผลวีดีโอที่ทำงานแบบตามลำดับโดยใช้จาวาสคริปต์ให้มีการทำงานแบบขนาน โดยใช้เว็บซีแอลเข้ามาเรียกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อช่วยในการประมวลผล ไม่ว่าจะเป็น Multi-core CPU, Integrated GPU, NVIDIA GPU ซึ่ง Speedup สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานแบบตามลำดับสูงถึง 1.31 เท่า บน NVIDIA GPU โดยใช้วีดีโอขนาดเพียง 640x320 pixel

จากผลการทดลองที่ได้จะพบว่าอุปกรณ์ที่เหมาะกับการประมวลผลวีดีโอนั้นคือ NVIDIA GPU, Intel GPU และ Multi-core CPU ตามลำดับ เนื่องจากจำนวนหน่วยประมวลผลของ NVIDIA GPU นั้นจะมีมากกว่า Multi-core CPU ถึงแม้ว่าความถี่ของ Multi-core CPU จะมีค่ามากกว่าก็ตาม

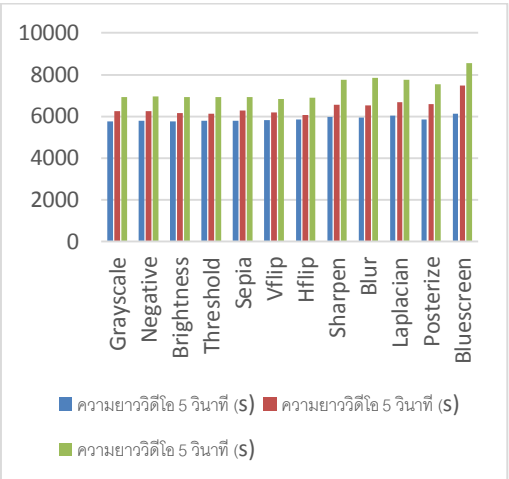
นอกจากนี้จากผลการทดลองจะเห็นว่า เมื่อเพิ่มความละเอียดของวีดีโอ ให้มีความละเอียดมากขึ้น จะส่งผลให้ Speedup สูงมากยิ่งขึ้น ในทุกอุปกรณ์ ดังนั้นหากผู้ใช้มีการประมวลผลวีดีโอที่

ความละเอียดสูงมากกว่าการทดลองนี้ จะทำให้ Speedup สูงขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองจะเห็นว่า ผลการทดลองส่วนใหญ่จะมีค่า Speedup ต่ำกว่า 1.0 เนื่องจากความละเอียดของวีดีโอยังมีค่าไม่สูงมากเพียงพอ ทำให้ Overhead ในการส่งข้อมูลวีดีโอไปยังอุปกรณ์ รวมถึงการแจกงาน ไปในแต่ละแกนประมวลผล สูงมากกว่าเวลาที่ใช้ในการประมวลผล อีกทั้งความซับซ้อนของอัลกอริธึมของแต่ละฟังก์ชันมีค่าไม่เท่ากัน เช่น Blur Laplacian และ Sharpen มีความซับซ้อนของอัลกอริธึมมากกว่า ฟังก์ชันอื่น จึงทำให้ปริมาณงานที่มีการประมวลผลจริงมีน้อยกว่า Overhead และส่งผลทำให้ Speedup ของฟังก์ชันอื่น ที่ไม่ใช่ 3 ฟังก์ชันนี้ มีค่าน้อยกว่า 1.0

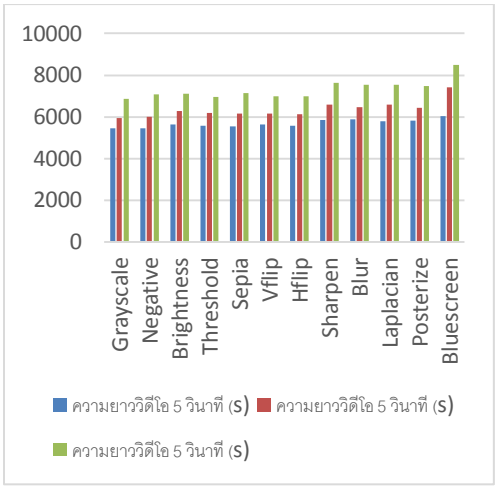
งานในอนาคตของงานวิจัยชิ้นนี้สามารถต่อยอดได้โดยการพัฒนาในส่วนของการเข้ารหัส และถอดรหัสไฟล์วีดีโอ ให้มีการทำงานแบบขนาน โดยใช้เว็บซีแอลได้ เพื่อให้ประสิทธิภาพ ในการทำงานโดยรวมสูงขึ้น



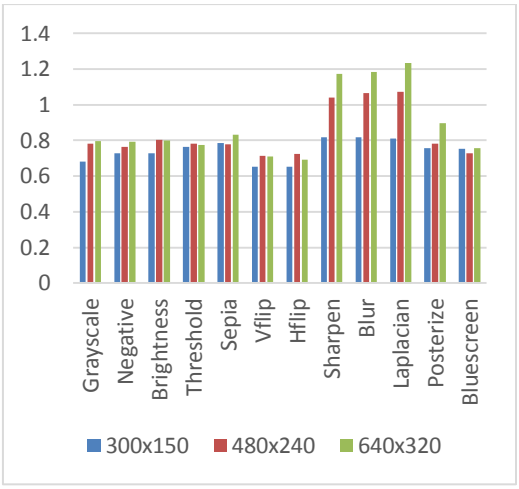
ภาพที่ 4 เวลาการประมวลผลวีดีโอโดยใช้จาวาสคริปต์ (1 CPU Core)
ที่มา : อภิสิทธิ์ รัตนาตรานุรักษ์. (2559) วาดภาพ



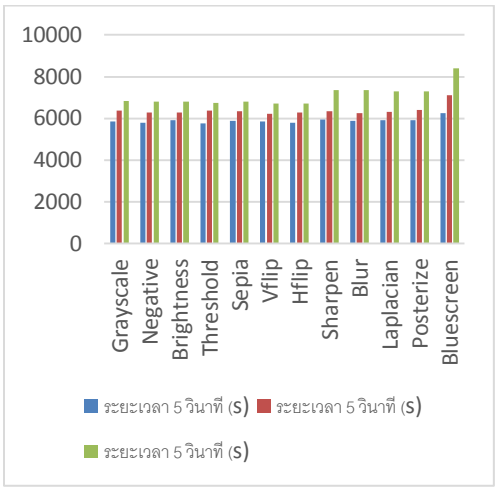
ภาพที่ 5 เวลาการประมวลผลวีดีโอโดยใช้เว็บซีแอล (Multi-core CPU)
ที่มา : อภิสิทธิ์ รัตนาตรานุรักษ์. (2559) วาดภาพ



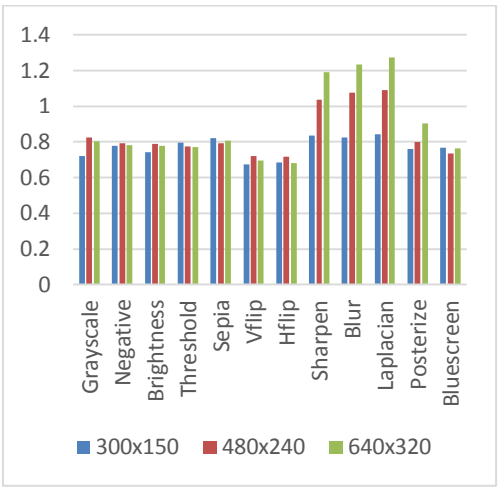
ภาพที่ 6 เวลาการประมวลผลวีดีโอโดยเว็บซีแอล (Integrated GPU)
ที่มา : อภิสิทธิ์ รัตนาตรานุรักษ์. (2559) วาดภาพ



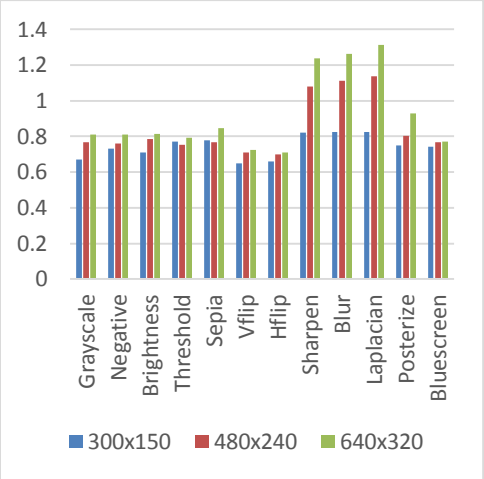
ภาพที่ 8 Speedup ของการประมวลผลวีดีโอโดยเว็บซีแอล (Multi-core CPU)
ที่มา : อภิสิทธิ์ รัตนาตรานุรักษ์. (2559) วาดภาพ



ภาพที่ 7 เวลาการประมวลผลวีดีโอโดยเว็บซีแอล (NVIDIA GPU)
ที่มา : อภิสิทธิ์ รัตนาตรานุรักษ์. (2559) วาดภาพ



ภาพที่ 9 Speedup ของการประมวลผลวีดีโอโดยเว็บซีแอล (Integrated GPU)
ที่มา : อภิสิทธิ์ รัตนาตรานุรักษ์. (2559) วาดภาพ



ภาพที่ 10 Speedup ของการประมวลผลวีดีโอโดยเว็บซีแอล (NVIDIA GPU)
ที่มา : อภิสิทธิ์ รัตนาตรานุรักษ์. (2559) วาดภาพ

เอกสารอ้างอิง

Khronos OpenCL Working Group (2010). The OpenCL Specification (version 1.1). NVIDIA (2009). NVIDIA OpenCL Jump start guide AMD (2011). OpenCL programming guide. URL http://developer. amd. com/sdks/AMDAPPSDK/documentation.

Piao, X., Oh, Y., Kim, H., & Lee, J. W. (2014, April). Efficient CPU-GPU work sharing for data-parallel JavaScript workloads. In Proceedings of the 23rd International Conference on World Wide Web (pp. 357-358). ACM.

MacWilliam, T., & Cecka, C. (2013, July). CrowdCL: Web-based volunteer computing with WebCL. In HPEC (pp. 1-6). Herhut, S., Hudson, R. L.,

Shpeisman, T., & Sreeram, J. (2012). Parallel programming for the web. In Presented as part of the 4th USENIX Workshop on Hot Topics in Parallelism.

Jeon, W., Brutch, T., & Gibbs, S. (2012, April). WebCL for hardware-accelerated web applications. In TIZEN Developer Conference May (pp. 7-9).

Wang, J., Rubin, N., & Yalamanchili, S. (2014, March). ParalleUS: An Execution Framework for JavaScript onHeterogeneous Systems. In Proceedings of Workshop on General Purpose Processing Using GPUs (p. 72). ACM.

Aarnio, T., & Bourges-Sevenier, M. (2012). WebCL working draft. Khronos WebCL Working Group.Cushing, R., Putra, G. H. H., Koulouzis, S., Belloum, A., Bubak, M., & De Laat, C. (2013). Distributed computing on an ensemble of browsers. IEEE Internet Computing, 17(5), 54-61.

ศึกษาอายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลของเครื่องพิมพ์ชนิดโรตารี่ใช้ผลิตฉลากสติ๊กเกอร์ กรณีศึกษา โรงงานผลิตฉลากสติ๊กเกอร์

Study of lifetime of digital coated plates in the rotary label sticker machine : case study sticker label factory

ธิดาธิป หารชุมพล

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องมือและแม่พิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
1061 ซอยอิสรภาพ 15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
โทรศัพท์ 02 473 7000 ต่อ 5366 อีเมล์ thiphaans@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจากการวัดค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ โดยส่งผลต่อคุณภาพในการผลิตฉลากสติ๊กเกอร์ของเครื่องพิมพ์ชนิดโรตารี่ใน 3 ระดับความเข้มสี คือ ส่วนสว่าง (25%) ส่วนกลาง (50%) และส่วนเงา (75%) ซึ่งมีการขยายเพิ่มขึ้นจากเดิมจนกระทั่งหมดอายุการใช้งานที่ระดับความบวม15% เพื่อสร้างตัวแบบความสัมพันธ์ระหว่างรอบการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลและค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวม ใช้โปรแกรม MATLAB ในการประมวลผลข้อมูล พบว่า การถดถอยแบบโพลีโนเมียลมีความเหมาะสม และให้ผลการพยากรณ์มีความแม่นยำมากที่สุด จึงใช้ตัวแบบนี้พยากรณ์อายุการใช้งานจนกระทั่งหมดอายุที่ระดับความบวม 15±S.D.% ที่ความเข้มสี ส่วนสว่าง (25%) ให้ผล 15±4.3% ได้จำนวน 94,816 รอบ อยู่ระหว่าง 82,697 – 105,237 รอบ ที่ความเข้มสี ส่วนกลาง (50%) ให้ผล 15±4.3% ได้จำนวน 80,134 รอบ อยู่ระหว่าง 71,112 – 87,924 รอบ ที่ความเข้มสี ส่วนเงา (75%) ให้ผล 15±3.8% ได้จำนวน 70,208 รอบ อยู่ระหว่าง 62,361 – 76,988 รอบ ตามลำดับ ให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยในการพยากรณ์ เพียง 3.0% 3.1% และ 3.2% ตามลำดับ สรุปได้ว่า เพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลนี้สามารถใช้งานได้จนกระทั่งหมดอายุโดยเฉลี่ย 81,720 รอบ หรืออยู่ระหว่าง 72,057 – 90,049 รอบ ซึ่งทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพิ่มขึ้นจากเดิมอีก 31,720 รอบ คิดเป็นร้อยละ 63.44 เมื่อเทียบกับการคาดคะเนของบริษัทในปัจจุบันที่ 50,000 รอบ

คำสำคัญ: เครื่องพิมพ์ชนิดโรตารี่, เพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัล, ฉลากสติ๊กเกอร์, การพยากรณ์อายุการใช้งาน, ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวม

Abstract

The objective of this study is to predict the lifetime of digital polymer coated plates of rotary label sticker machine by measurement the tone value increase of printed colors on label sticker in 3 levels of color strength: High Light; HL (25%), Mid Tone; MT (50%) and Shadow; SH (75%). The limit of halftone color deviation is 15% from the original halftone color. Data fit in a polynomial curve to the historical data with MATLAB. The predicted lifetime of digital polymer coated plates until deviating to 15±S.D.%. At HL (25%), the result is 94,816 rounds with 15±4.3% (between 82,697 – 105,237 rounds). At MT (50%), the result is 80,134 rounds with 15±4.3% (between 71,112 – 87,924 rounds). And at SH (75%), the result is 70,208 rounds with 15±3.8% (between 62,361 – 76,988 rounds). The Mean Absolute Percentage Error (MAPE) are 3.0%, 3.1%, and 3.2%, respectively. The average lifetime of digital polymer coated plates is 81,720 rounds (between 72,057 – 90,049 rounds), much higher 31,720 rounds (63.44%) than the company's current estimation of 50,000 rounds.

Keywords : Rotary label sticker machine, Digital polymer coated plate, Label sticker, Lifetime forecasting, Tone value increase

บทนำ

แนวโน้มและทิศทางการขยายตัวของอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ไทย ได้มีการคาดการณ์ว่าในช่วงปี 2555 – 2560 ประเทศไทยมีความต้องการใช้บรรจุภัณฑ์มูลค่า 200 – 250 พันล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา ทั้งนี้เกิดจากการขยายตัวของประชากรภายในประเทศ ร้อยละ 0.3 โดยในปี 2558 พบว่า จำนวนประชากรในประเทศไทยเพิ่มขึ้น ปัจจุบันมีประมาณ 67 ล้านคน ซึ่งส่งผลให้มีความต้องการสินค้าอุปโภคและบริโภคต่างๆ มากขึ้นตามไปด้วย จะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของธุรกิจค้าปลีก เช่น บิ๊กซี เทสโก้ โลตัส และเซเว่น อีเลฟเว่น ที่มีอัตราการเติบโตร้อยละ 6 – 7 โดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์ประเภทอาหารและเครื่องใช้อุปโภคบริโภค ส่วนในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม พบว่า มีอัตราการเติบโตระหว่างปี 2555 – 2559 ดังนี้ ชนิดเครื่องดื่มน้ำผักและผลไม้ ร้อยละ 24.1 นม ร้อยละ 18.6 ซอฟท์ดริงค์ ร้อยละ 18.1 น้ำดื่ม ร้อยละ 15.3 เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา ร้อยละ 13.8 คาร์บอเนต ร้อยละ 13.3 เครื่องดื่มแอลกอฮอลล์ ร้อยละ 7.5 และเบียร์ ร้อยละ 6.8 เป็นต้น [1]

การขยายตัวของบรรจุภัณฑ์ไทยในทุกๆ ประเภทของสินค้า มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณยอดการสั่งผลิตฉลากสติ๊กเกอร์ที่ติดบนบรรจุภัณฑ์นั้นๆ ซึ่งกฎหมายได้บังคับเกี่ยวกับสินค้าที่จะต้องมีฉลากระบุรายละเอียดของสินค้านั้นๆ จึงทำให้ธุรกิจสิ่งพิมพ์ประเภทฉลากมีแนวโน้มขยายตัวตามภาคการผลิตของอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นต่างๆ เช่น อาหาร เครื่องใช้ไฟฟ้า สินค้าโภคภัณฑ์ เครื่องสำอางค์ และยา เป็นต้น เมื่อสินค้าวางอยู่บนชั้นวางจำหน่ายในร้านค้า ฉลากเป็นช่องทางเดียวในการสื่อสารกับผู้บริโภค ดังนั้น ฉลากจึงจำเป็นต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์และอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องเหมาะสม ไม่มีร่องรอยการฉีกขาด ยับย่น หรือความบกพร่องอื่นๆ ช่วยเพิ่มความประทับใจให้กับลูกค้า และดึงดูดให้ลูกค้าซื้อสินค้าแทนที่จะมองผ่านไป จึงสรุปได้ว่าธุรกิจสิ่งพิมพ์ประเภทฉลากและบรรจุภัณฑ์มีความเกี่ยวข้องกันในทางตรง และจะมีทิศทางที่ดีต่อไปอย่างแน่นอน [2]

ในโลกของธุรกิจปัจจุบันนี้มีการแข่งขันกันสูง เพื่อแย่งชิงส่วนแบ่งการตลาด การที่จะเหนือกว่าคู่แข่งได้ ธุรกิจหรือองค์กรนั้นๆ จำเป็นต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาวะการแข่งขัน ไม่ว่าจะเป็นราคา คุณภาพ รวมถึงการบริการหลังการขาย ซึ่งในธุรกิจสิ่งพิมพ์ประเภทฉลากสติ๊กเกอร์ก็เช่นเดียวกัน การพิมพ์งานใดๆ ไม่ว่างานพิมพ์ในครั้งนั้นๆ จะมีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ ล้วนต้องการคุณภาพของงานพิมพ์ที่ดี การที่จะให้งานพิมพ์ออกมาดีมีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้านั้น ประการแรกลูกค้าต้องเลือกโรงพิมพ์ที่ได้คุณภาพมาตรฐานในการพิมพ์งาน เพราะถ้าเลือกโรงพิมพ์ในการพิมพ์งานผิด อาจส่งผลให้งานพิมพ์นั้นๆ เสียหายได้ หรือต้องทำการ

พิมพ์ใหม่ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายซ้ำซาก สิ้นเปลืองเวลา และงบประมาณ

ความสำคัญของการพิมพ์งาน หรือพิมพ์สื่อสิ่งพิมพ์ทุกชนิด สิ่งที่ทุกคนต้องการเหมือนๆ กัน นั่นคือ คุณภาพงานพิมพ์ ซึ่งคุณภาพงานพิมพ์จะออกมาดีมีคุณภาพมาตรฐานตรงตามความต้องการของลูกค้าขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้ 1. การจัดทำต้นฉบับ 2. การทำแม่พิมพ์หรือเพลท 3. การพิมพ์ และ 4. วัสดุต่างๆ ที่ใช้ ได้แก่ กระดาษ, หมึก ตามลำดับ [3] ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกศึกษาเครื่องพิมพ์ชนิดโรตารี (web-fed rotary letterpress press) โดยมีหลักการทำงาน คือ กระดาษที่ใช้พิมพ์จะป้อนเข้าเครื่องจากม้วนกระดาษอย่างต่อเนื่อง ไม่ป้อนทีละแผ่น (บางครั้งอาจเรียกว่าเป็นเครื่อง เวบ เลตเตอร์เพรสได้ web letter-press) ดังนั้น แม่พิมพ์จึงไม่สามารถวางอยู่บนแท่นในแนวราบหรือแนวตั้ง และไม่สามารถเป็นตัวเรียงธรรมดาได้ แต่จะต้องเป็นแผ่นโค้งติดอยู่กับ โมลด์แม่พิมพ์โดยรอบตามรูปร่างของโมลด์แม่พิมพ์ แต่ในปัจจุบันได้เปลี่ยนมาใช้แม่พิมพ์ชนิดที่เป็นพอลิเมอร์ที่มีน้ำหนักเบากว่า และสะดวกในการทำมากกว่า ซึ่งเครื่องพิมพ์แบบนี้สามารถพิมพ์ได้เร็วกว่าเครื่องพิมพ์เลตเตอร์เพรสชนิดป้อนเป็นแผ่นมาก นิยมใช้พิมพ์ หนังสือพิมพ์ แคตาล็อก โฆษณา และงานพิมพ์ปริมาณมากๆ ไม่เหมาะสำหรับงานพิมพ์จำนวนน้อยๆ เพราะค่าใช้จ่ายในการทำแม่พิมพ์หรือเพลท และค่าดำเนินการพิมพ์สูง [4]

ผู้วิจัยมีความประสงค์ศึกษาอายุการใช้งานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลที่ใช้งานกับเครื่องพิมพ์ชนิดโรตารี่ในการผลิตฉลากสติ๊กเกอร์ โดยอายุการใช้งานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจะขึ้นอยู่กับระดับความเข้มสีที่ให้บนฉลากสติ๊กเกอร์ แบ่งเป็น 3 ระดับความเข้มสี ดังนี้ ส่วนสว่าง (25%) ส่วนกลาง (50%) และส่วนเงา (75%)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการพยากรณ์อายุการใช้งานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลใน 3 ระดับความเข้มสี ดังนี้ ส่วนสว่าง (25%) ส่วนกลาง (50%) และส่วนเงา (75%) ที่ส่งผลต่อคุณภาพในการผลิตฉลากสติ๊กเกอร์ของเครื่องพิมพ์ชนิดโรตารี่

สมมติฐานของการวิจัย

อายุการใช้งานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจากการคาดคะเนของโรงงานผลิตฉลากสติ๊กเกอร์แห่งหนึ่งอยู่ที่ 50,000 รอบ

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

1. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ตัวแปรตาม (Dependent: y) คือ ค่าร้อยละเม็ดสกรีนบวม (หน่วยวัด: %)

1.2 ตัวแปรอิสระ (Independent: x) คือ จำนวนรอบการใช้งานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัล (หน่วยวัด: รอบ)

2. ระเบียบวิธีการวิจัย

รายละเอียดขั้นตอนการศึกษาวิจัยมีดังนี้

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลฉลากสติ๊กเกอร์ที่มีความยาว 28,000 รอบ คิดเป็นสติ๊กเกอร์ 56,000 ชิ้น วางแผนระยะการชักตัวอย่าง เพื่อสุ่มตรวจจำนวน 280 รอบต่อ 1 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 100 ตัวอย่าง

2.2 การชักตัวอย่างเพื่อสุ่มตรวจผู้วิจัยวัดค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมเป็น 3 ระดับความเข้มสี ดังนี้ ส่วนสว่าง (25%) ส่วนกลาง (50%) และส่วนเงา (75%) ให้ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวม ในรอบที่ 0 มีค่าเท่ากับ 13.6% 17.9% และ 13.6% เป็นค่าตั้งต้น ตามลำดับ [5]

2.3 การเตรียมข้อมูลในแต่ละระดับความเข้มสี เพื่อนำข้อมูลมาสร้างตัวแบบสมการ ผู้วิจัยนำค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมในแต่ละรอบมาลบออกจากค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวม ในรอบที่ 0 จะได้ผลต่างของค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมที่เปลี่ยนไปของแต่ละรอบ และนำค่าผลต่างดังกล่าวของแต่ละรอบในแต่ละระดับความเข้มสี มาสร้างตัวแบบสมการและกราฟ โดยใช้โปรแกรม MATLAB ในฟังก์ชั่น Curve Fitting เพื่อหาตัวแบบสมการที่เหมาะสมกับข้อมูล [6]

2.4 เมื่อได้ตัวแบบสมการที่เหมาะสม ผู้วิจัยสามารถพยากรณ์อายุการใช้งานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจากจำนวนรอบการใช้งาน จนกระทั่งค่าผลต่างร้อยละของเม็ดสกรีนบวมขยายเพิ่มขึ้นจากเดิมจนกระทั่งหมดอายุการใช้งานที่ระดับความบวม 15% นั่นหมายความว่า เพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลหมดอายุการใช้งาน ต้องทำการเปลี่ยนเพลทใหม่ในการผลิตฉลากสติกเกอร์ในรอบถัดไป

2.5 เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการพยากรณ์ค่าแบบจุด ดังนั้น จึงเลือกใช้การประเมินความถูกต้อง แม่นยำ ของตัวแบบสมการที่ได้ โดยการวัดค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute percentage error: MAPE) ดังแสดงในสมการที่ (1) ถ้าค่า MAPE มีค่าน้อย บ่งบอกว่าตัวแบบสมการมีความแม่นยำสูง [7]

$$MAPE = \{\sum[|Actual-Forecast| /(Actual*100)]\}/n \quad (1)$$

Actual	หมายถึง	ข้อมูลจริงที่เกิดขึ้น
Forecast	หมายถึง	ข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการพยากรณ์
n	หมายถึง	จำนวนของข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณตัววัดความแม่นยำ

ซึ่งผลของค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยสามารถจำแนกออกเป็น 4 ระดับความแม่นยำ [8] ได้แก่

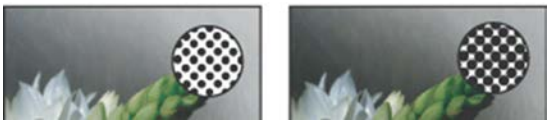
ดีมาก (MAPE < 10%)
ดี (MAPE = 10 - 20%)
ยอมรับได้ (MAPE = 20 – 50%)
ยอมรับไม่ได้ (MAPE > 50%)

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ศึกษาเครื่องพิมพ์ชนิดโรตารี่ที่ผลิตฉลากสติ๊กเกอร์ของโรงงานผลิตฉลากสติ๊กเกอร์แห่งหนึ่ง

3.2 ใช้เครื่องมือ สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ในการวัดค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ ทั้ง 3 ระดับความเข้มสี คือ ส่วนสว่าง (25%) ส่วนกลาง (50%) และส่วนเงา (75%)

3.3 การเก็บข้อมูล ผู้วิจัยทำในขั้นตอนหลังการกดพิมพ์ (Post press) โดยใช้จำนวนรอบการทำงานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลแทนอายุการใช้งานของเพลท เมื่อเพลทถูกใช้งานมานานจำนวนรอบการทำงานของเพลทมากขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์เปลี่ยนแปลงไป หรือมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นจากเดิมจนกระทั่งหมดอายุการใช้งานที่ระดับความบวม 15% แสดงว่า เพลทนี้ถูกใช้งานด้วยจำนวนรอบที่มากที่สุด หรือหมดอายุการใช้งาน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะความบวมของเม็ดสีที่สกรีนบนฉลากสติ๊กเกอร์
ที่มา: โรงงานผลิตฉลากสติ๊กเกอร์แห่งหนึ่ง

3.4 ค่าประสิทธิภาพการทำงานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัล ที่วัดได้จากประสบการณ์การทำงานสามารถทำงานได้ เฉลี่ย 7,000 รอบต่อ 1 ชั่วโมง

3.5 งานวิจัยนี้เป็นการพยากรณ์อายุการใช้งานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจากค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ที่เปลี่ยนไปแบบจุด

ผลการวิจัย

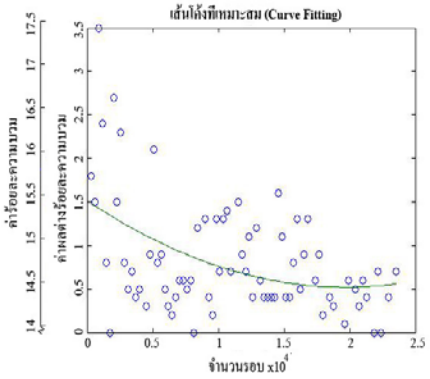
จากการพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัล ทั้ง 3 ระดับความเข้มสี คือ ส่วนสว่าง (25%) ส่วนกลาง (50%) และส่วนเงา (75%) ทำการวัดค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวม ที่มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นจากเดิมจนหมดอายุการใช้งานในระดับความบวม 15% เพื่อสร้างตัวแบบสมการที่เหมาะสมให้กับข้อมูล โดยใช้โปรแกรม MATLAB พบว่า ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลมีการถดถอยแบบโพลีโนเมียล (Polynomial) จึงได้พยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจากตัวแบบการถดถอยโพลีโนเมียล ให้ผลการพยากรณ์มีความแม่นยำมากที่สุด ดังนี้

1. ส่วนสว่าง (High Light, 25%)

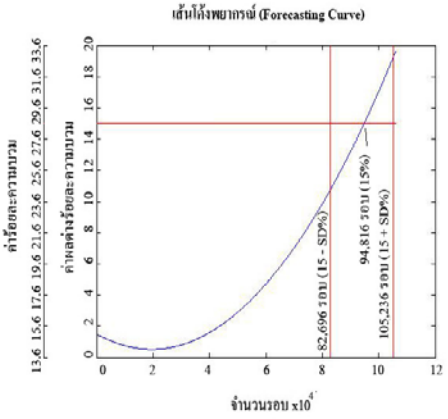
สามารถเขียนตัวแบบสมการพยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ในส่วนสว่าง (25%) ด้วยจำนวนรอบอายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลได้ ดังนี้

$y=2.5621E^{-9}x^2-1.0064E^{-4}x+1.5085$ (2)

เมื่อนำสมการ (2) ใช้พยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ดังภาพที่ 6 เปรียบเทียบกับค่าที่เก็บรวบรวมได้จริงดังภาพที่ 5 พบว่าให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute percentage error: MAPE) ในการพยากรณ์เพียง 3.0% สามารถพยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมได้ อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก และพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุการใช้งานจริงที่ระดับความบวมของเม็ดสกรีน 15% ได้จำนวน 94,816 รอบ ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 4.3% โดยสามารถใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุได้ระหว่าง 82,697 – 105,237 รอบ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 5 การกระจายตัวของข้อมูลจริงเป็นแบบ โพลีโนเมียลในส่วนสว่าง (25%)



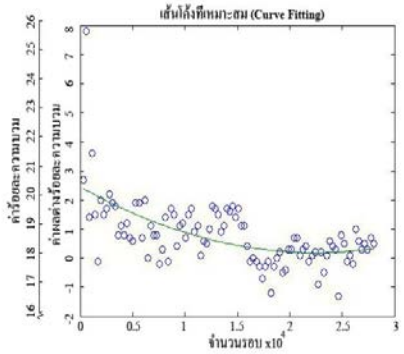
ภาพที่ 6 การพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุการใช้งานที่ระดับความบวมของเม็ดสกรีน 15% ด้วยสมการโพลีโนเมียลในส่วนสว่าง (25%)

2. ส่วนกลาง (Mid Tone, 50%)

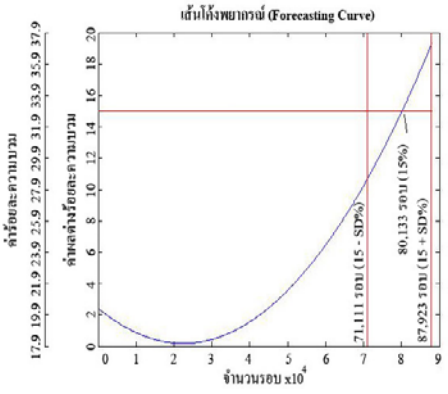
สามารถเขียนตัวแบบสมการพยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ในส่วนกลาง (50%) ด้วยจำนวนรอบอายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลได้ ดังนี้

$y=4.4567E^{-9}x^{2}-2.0037E^{-4}x+2.4381$ (3)

เมื่อนำสมการ (3) ใช้พยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ดังภาพที่ 8 เปรียบเทียบกับค่าที่เก็บรวบรวมได้จริงดังภาพที่ 7 พบว่าให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute percentage error: MAPE) ในการพยากรณ์เพียง 3.1% สามารถพยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมได้ อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก และพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุการใช้งานจริงที่ระดับความบวมของเม็ดสกรีน 15% ได้จำนวน 80,134 รอบ ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 4.3% โดยสามารถใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุได้ระหว่าง 71,112 – 87,924 รอบ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 7 การกระจายตัวของข้อมูลจริงเป็นแบบ โพลีโนเมียลในส่วนกลาง (50%)



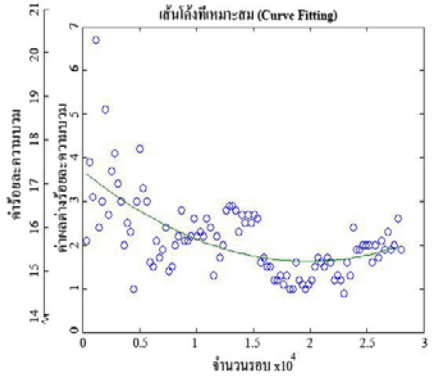
ภาพที่ 8 การพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุการใช้งานที่ระดับความบวมของเม็ดสกรีน 15% ด้วยสมการโพลีโนเมียลในส่วนกลาง (50%)

3. ส่วนเงา (Shadow, 75%)

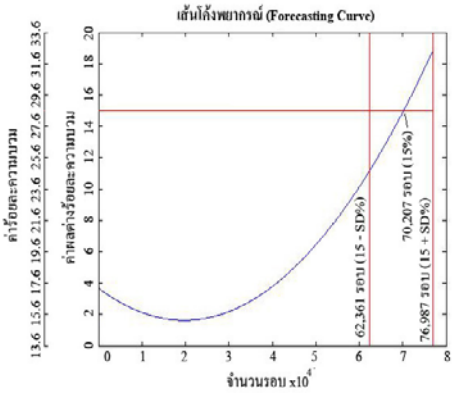
สามารถเขียนตัวแบบสมการพยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ในส่วนเงา (75%) ด้วยจำนวนรอบอายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลได้ ดังนี้

$y=5.2630E^{-9}x^{2}-2.0839E^{-4}x+3.6885$ (4)

เมื่อนำสมการ (4) ใช้พยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ดังภาพที่ 10 เปรียบเทียบกับค่าที่เก็บรวบรวมได้จริงดังภาพที่ 9 พบว่า ให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute percentage error: MAPE) ในการพยากรณ์เพียง 3.2% สามารถพยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมได้ อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก และพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุการใช้งานจริงที่ระดับความบวมของเม็ดสกรีน 15% ได้จำนวน 70,208 รอบ ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 3.8% โดยสามารถใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุได้ระหว่าง 62,361 – 76,988 รอบ ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 9 การกระจายตัวของข้อมูลจริงเป็นแบบโพลีโนเมียลในส่วนเงา (75%)



ภาพที่ 10 การพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุการใช้งานที่ระดับความบวมของเม็ดสกรีน 15% ด้วยสมการโพลีโนเมียลในส่วนเงา (75%)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการใช้ตัวแบบสมการถดถอยแบบโพลีโนเมียลจากตารางที่ 1 ในการพยากรณ์อายุการใช้งานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนกระทั่งหมดอายุการใช้งานที่ระดับความบวม 15% โดยเฉลี่ยเท่ากับ 81,720 รอบ หรืออยู่ระหว่าง 72,057 – 90,049 รอบ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กล่าวว่า อายุการใช้งานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจากการคาดคะเนของโรงงาน ผลิตฉลากสติ๊กเกอร์แห่งหนึ่งอยู่ที่ 50,000 รอบ ดังนั้น ผลการวิจัยนี้ จึงทำให้โรงงานผลิตฉลากสติ๊กเกอร์สามารถใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลได้เต็มประสิทธิภาพมากขึ้นจากเดิมโดยเฉลี่ยอีก 31,720 รอบ คิดเป็นร้อยละ 63.44 หรือมีจำนวนรอบที่เพิ่มขึ้นระหว่าง 22,057 – 40,049 รอบ คิดเป็นร้อยละ 44.11 – 80.09 ซึ่งส่งผลให้สามารถลดต้นทุนการสั่งซื้อเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลใหม่ และลดต้นทุนการผลิตสินค้าลงได้

ตารางที่ 1 ผลการพยากรณ์ด้วยตัวแบบสมการถดถอยแบบโพลีโนเมียล

ระดับความเข้มสี	MAPE	ระดับความแม่นยำ	S.D. %	รอบ		ชม.	
				15%	(15 ± S.D.%)	15 %	(15 ± S.D.%)
ส่วนสว่าง (25%)	3.0%	ดีมาก	4.3%	94,816	(82,697 , 105,237)	14	(12 , 15)
ส่วนกลาง (50%)	3.1%	ดีมาก	4.3%	80,134	(71,112 , 87,924)	11	(10 , 13)
ส่วนเงา (75%)	3.2%	ดีมาก	3.8%	70,208	(62,361 , 76,988)	10	(9 , 11)
เฉลี่ย				81,720	(72,057 , 90,049)	12	(10 , 13)

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ศึกษาอายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัล โดยพิจารณาจากค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์แต่เพียงอย่างเดียว ยังไม่ได้พิจารณาจากค่าแรงกดพิมพ์ที่ส่งผลต่ออายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลด้วย แต่เครื่องพิมพ์ชนิดโรตารี่ที่ใช้ในการผลิตฉลากสติ๊กเกอร์ของโรงงานผลิตฉลากสติ๊กเกอร์แห่งหนึ่ง ยังไม่สามารถควบคุม

การตั้งค่าแรงกดพิมพ์ในการผลิตได้ จึงทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวม หรือ TVI มาทำการวิเคราะห์เกิดความแปรปรวนเล็กน้อย ดังนั้น ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาเพิ่มเติม เกี่ยวกับค่ามาตรฐานที่เป็นไปได้ของแรงกดพิมพ์ในการผลิตที่สามารถทำให้การผลิตฉลากสติ๊กเกอร์ด้วยเครื่องพิมพ์ชนิดโรตารี่มีประสิทธิภาพก่อเกิดประสิทธิผลสูงสุดต่อไป

นอกจากนี้การวัดค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ด้วยพนักงานยังส่งผลต่อข้อมูลที่เก็บรวบรวมมานั้นเกิดความแปรปรวนได้

เอกสารอ้างอิง

[1] สิรางค์ กลั่นคำสอน. (2554). **เรื่องแนวโน้มและทิศทางอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ไทย.** 4 พฤษภาคม 2558 จาก http://e-journal.dip.go.th/LinkClick.aspx?fileticket=MfZHO6THs7k%3D&tabid=100.

[2] ขันติ ลาภณัฐขันติ. (2556). **วารสารการพิมพ์ไทย.** 5 พฤษภาคม 2558 จาก http://www.thaiprint.org/thaiprint/index.php?option=com_zoo&view=item&item_id=580&Itemid=54.

[3] บริษัท สุพรีมพริ้นท์ จำกัด. (2553). **เรื่องน่ารู้ของงานพิมพ์.** 7 พฤษภาคม 2558 จาก http://www.supremeprint.net/.

[4] กานจัง. (2550). **บทที่ 4 ระบบการพิมพ์.** 19 กันยายน 2550 จาก http://kanni.blogspot.com/2007

[5] Gordon Pritchard. **The print guide.** (2009). 7 May 2015 from http://the-print-guide.blogspot.com/2009/06/all-about-dot-gaintvi-tone-value.html

[6] The MathWorks Inc. (1994 – 2016). **Data Fitting with MATLAB.** 11 May 2015 from http://www.mathworks.com/discovery/data-fitting.html.

[7] มุกดา แม้นมินทร์. (2549). **อนุกรมเวลาและการพยากรณ์.** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ประกายพรึก.

[8] Chang, Y.F., Lin, C.J., Chyan, J.M., Chen, I.M. and Chang, J.E. (2007). Multiple regression models for the lower heating value of municipal solid waste in Taiwan. **Journal of Environmental Management,** (No.85), 891-899.

การออกแบบและสร้างเครื่องเก็บเศษวัสดุ จากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์ม

Design and Constructing of a Scrap Collecting Machine from the Production Process of Plastic films

ชุมพล อินทร์มณี[1*], กฤษณพัสตร์ ปิ่นณรงค์[2], เอกรักษ์ โคะเจ[3], นัฐพงษ์ ธรรมวงษา[4]

[1*]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อโลจิสติกส์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
[2, 3, 4]สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
โทร 0-2473-7000 ต่อ 5382 อีเมล์ i.chumpol@hotmail.com[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาออกแบบและสร้างเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์มให้นำกลับมาใช้ใหม่ทันทีเพื่อลดปริมาณการสูญเสียให้ลดลงจากเดิมที่ถูกเก็บไว้โดยไม่ได้นำมาใช้งานจึงกลายเป็นของเสียและทำให้เพิ่มต้นทุนในการจัดเก็บ กรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตพลาสติกฟิล์มแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี

ดังนั้นจึงออกแบบอุปกรณ์ที่เรียกว่าเครื่องเก็บเศษพลาสติกฟิล์มโดยใช้กำลังของมอเตอร์ในการขับสายพานพร้อมพู่เล่ย์ ทำให้ลูกกลิ้งหมุนและหนีบเศษพลาสติกฟิล์มให้ดึงวนกลับมาใช้ใหม่ได้ทันที โดยใช้ตัวขับเคลื่อนคือมอเตอร์ขนาด 2HP/1600 RPM ในการขับลูกกลิ้งเพราะขนาดและความเร็วของมอเตอร์เท่ากับเครื่องจักรผลิตหลัก สามารถดึงเศษพลาสติกฟิล์มได้ 54.86 เมตรต่อนาทีและขนาดของลูกกลิ้งยาว 1.02 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.76 เมตร ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 5 เซนติเมตร ส่วนโครงสร้างของเครื่องความสูงของเครื่อง 1.52 เมตร และความกว้างของฐาน 1.27/1.27 เมตร และการดึงเศษพลาสติกฟิล์มออกมาเป็นเส้นเพื่อให้ง่ายและสะดวกสำหรับการนำกลับมาใช้ใหม่จากการทดลองใช้งานเครื่องดังกล่าว เมื่อนำเครื่องมาใช้งานสามารถดึงเศษพลาสติกฟิล์มได้ เฉลี่ยวันละประมาณ 2,000 กิโลกรัม ทำให้เศษพลาสติกฟิล์มที่จะกลายเป็นของเสียนั้นลดน้อยลงไป และยังส่งผลทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ย 89.8%

คำสำคัญ : เศษวัสดุ, พลาสติกฟิล์ม

Abstract

This research aims to study The design and forming machine the storage scrap from the production process of plastic films, to be recycled to minimize loss from storage without being used as a waste and increase the cost. A case study of a plastic films manufacturer in Chonburi province.

Therefore, it is designed a device known as a machine storage scrap using the power of the motor drive belts and pulleys. Make the rollers rotated clamps and pull the plastic film is reused immediately by using a motor-driven 2HP/ 1600 RPM in drive rollers, because the size and speed of the motor is equal to the main production machinery. The debris plastics films can be pulled at 54.84 metres per minute, and the size of the roller length 1.02 metres, diameter roller spacing 0.76 metres, distance between the rollers 5 centimetres. The structure of the machine height 1.52 metres. and width of 1.27/ 1.27 metres, and pull the plastic film scrap into strips to make it easy and convenient for recycling new trial machine. The results of the trial with such machine, it can pull the plastic film in a daily average of about 2000 kilograms, making plastic film that becomes waste is reduced. It also resulted in a production
increase of 89.8% on average.

Keywords : Scrap, Plastic Films

บทนำ

เนื่องจากบริษัทผู้ผลิตพลาสติกฟิล์มแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี พบปัญหาเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตไม่ได้ถูกนำมาใช้งาน และเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตนั้นก็จะกลายเป็นของเสียในที่สุด จากข้อมูลที่มีการเก็บในเดือนสิงหาคม 2557 มีของเสียจากปัญหานี้สูงถึง 15% ต่อเดือน ซึ่งองค์กรกำหนดเป้าหมายของเสียไว้ที่ไม่เกิน 7 % ต่อเดือน และปัญหานี้เมื่อมีการสะสมมากขึ้นจึงส่งผลทำให้เกิดการล้นคลังเก็บวัตถุดิบทำให้ต้นทุนทางด้านการจัดเก็บและต้นทุนวัตถุดิบสูงตามไปด้วย เนื่องจากสายการผลิตสินค้าประเภทพลาสติกฟิล์มสินค้าจะต้องมีการเข้าม้วน เพื่อให้ปลายม้วนและหัวม้วนถูกตัดออกมาให้เสมอกัน จึงต้องมีการตัดชายหรือขอบพลาสติกฟิล์ม เมื่อตัดออกมาแล้ว จึงทำการรวบรวมไว้รอให้รถยกมาตักเพื่อนำกลับมาหลอมทำใหม่อีกครั้ง แต่ปัญหาเศษวัสดุดังกล่าวไม่ได้ถูกนำไปใช้ด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น การขาดแคลนเครื่องจักรอำนวยความสะดวกรถยกชำรุด หรือจำนวนคนไม่พอสำหรับการมาทำงานในส่วนนี้ จึงทำให้เกิดการสะสมมากขึ้นเป็นเวลานานและกลายเป็นของเสียในที่สุด ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างอุปกรณ์ขึ้นมาเพื่อลดเศษวัสดุจากการตัดขอบพลาสติกฟิล์มโดยการวนกลับมาใช้ใหม่ได้ทันที

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์ม

2. เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์ม

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยกาออกแบบและสร้างเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์มได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการศึกษาการออกแบบเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์ม

1.1 วัดขนาดเครื่องจักรผลิตหลักและขนาดพื้นที่ว่างเพื่อกำหนดพื้นที่วางเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์ม

1.2 ทำการศึกษาและออกแบบโครงร่างเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์ม

1.3 จัดหาวัสดุสำหรับสร้างเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์ม

2. การคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์

2.1 กำหนดขนาดมอเตอร์ใช้มอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสโรเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor Induction Motor) ขนาด 2hp /1600 rpm เพื่อให้

ขนาดและความเร็วรอบที่เท่ากันกับเครื่องจักรหลัก [1] บุญศักดิ์ ใจจงกิจ (2521)

2.2 คำนวณหาขนาดพู่เลย์ [2]จำรูญ ตันติพิศาลกุล (2547) จากสมการที่ (1)

$$P_M = \frac{P_P \times R_p}{R_M} \qquad (1)$$

R_P คือ ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง
R_M คือ ความเร็วรอบของต้นกำลัง
P_P คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพู่เลย์ของลูกกลิ้ง
P_M คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพู่เลย์ของต้นกำลัง

2.3 คำนวณหาขนาดลูกกลิ้ง

2.4 คำนวณขนาดและความยาวสายพาน [2] จำรูญ ตันติพิศาลกุล (2547) ความยาวของสายพานเปิด (Open Belts) ประมาณได้จากสมการที่ (2)

$$L = 3C + 1.57(D_2 + D_1 + d) + \frac{(D_2 + D_1 + d)^2}{4C} \qquad (2)$$

L คือ ความยาวพิทช์ของสายพาน
C คือ ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของล้อขับและล้อตาม
D_1 คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อขับ
D_2 คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม
d คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของล้อตาม

2.5 ชุดควบคุมความเร็วของลูกกลิ้งควบคุมความเร็วของลูกกลิ้งโดยใช้มอเตอร์ชนิดปรับรอบได้ และใช้อินเวอร์เตอร์ปรับความเร็วรอบการหมุนของตัวมอเตอร์ ซึ่งทำให้สามารถเพิ่มหรือปรับลดความเร็วรอบในการหมุนของลูกกลิ้งให้ช้าลงตามความต้องการได้

3. กำหนดวิธีการทดสอบเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์ม

3.1 ทำการติดตั้งเครื่องลดเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์มกับเครื่องจักรผลิตหลัก

3.2 ทำการทดสอบเครื่องลดเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์มโดยมีการทดสอบดังนี้

1) ทดสอบระบบควบคุม

2) ทดสอบความเร็วรอบ

3) ทดสอบการดึงเศษพลาสติกฟิล์มว่าสามารถดึงได้หรือไม่

4) ทดสอบความมั่นคงของฐานตั้งโดยทดสอบทางกายภาพ

ผลการวิจัย

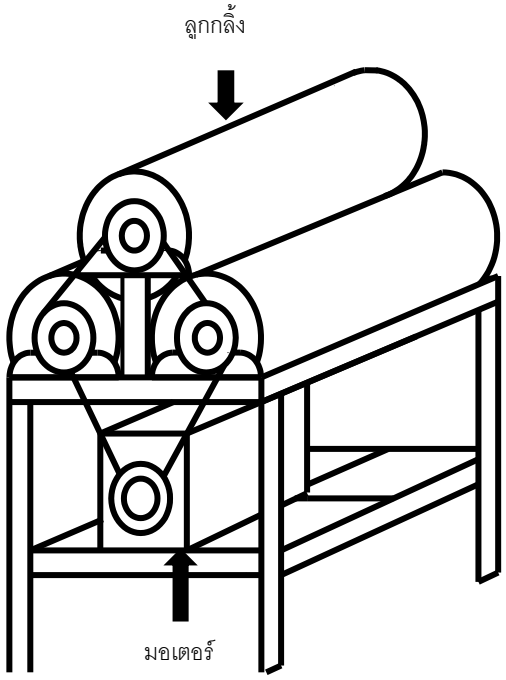
1. ผลการศึกษาการออกแบบเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์ม

1.1 ความสูงของเครื่องขนาด 60 นิ้ว เนื่องจากจุดตัดเศษของพลาสติกฟิล์มมีความสูงจากระดับพื้นที่ 30 นิ้ว เพื่อให้เครื่องวนเก็บเศษพลาสติกฟิล์มสามารถดึงเศษขึ้นไปใช้งานในที่ระดับความสูงขนาด 6 เมตรได้ จึงต้องมีความสูงที่สูงกว่าจุดตัดเป็นสองเท่า

1.2 ความกว้างของฐานขนาด 50x50 นิ้ว เพื่อรองรับขนาดของลูกกลิ้งที่มีความกว้าง 40x30 นิ้ว

1.3 แบบประกอบ การวางซ้อนกันของลูกกลิ้งขนาดของลูกกลิ้งหน้ากว้าง 40 นิ้วเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 นิ้ว และพร้อมวางประกอบลูกปืน

1.4 ประกอบมอเตอร์เข้ากับฐานที่ประกอบไว้มอเตอร์ขนาด 2hp /1600 rpm



ภาพที่ 1 แบบโครงร่างเครื่องที่ประกอบเสร็จ โดยด้านบนเป็นลักษณะการประกอบลูกกลิ้ง โดยการวางซ้อนกัน และด้านล่างเป็นการประกอบมอเตอร์เข้ากับฐานตั้ง

2. ผลการคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์

2.1 คำนวณหาขนาดพู่เล่ย์จากสมการที่ (1)

$$P_M = \frac{P_P \times R_p}{R_M}$$

แทนค่า (1) $$P_M = \frac{(3)(950)}{1{,}000}$$

$$= 2.85 \text{ นิ้ว}$$

ดังนั้นพู่เล่ย์ของต้นกำลังขนาด 3 นิ้ว

2.2 หาขนาดสายพานความยาวของสายพานเปิด (Open Belts) อาจประมาณค่าได้จากสมการที่ (2)

$$L = 3C + 1.57(D_2 + D_1 + d) + \frac{(D_2 + D_1 + d)^2}{4C}$$

แทนค่าสมการที่ (2)

$$L = (3)(20) + 1.57(6 + 3 + 6) + \frac{(6 + 3 + 6)^2}{4(20)}$$

= 86.3625 นิ้ว

ดังนั้นความยาวสายพานขนาด 90 นิ้ว

2.3 ประกอบสายพานและพู่เล่ย์เข้าตามแบบความยาวของสายพาน 90 นิ้ว และขนาดของพู่เล่ย์ต้นกำลัง 3 นิ้ว

3. ผลการทดสอบการทำงานเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์ม

การทดสอบการทำงานเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์มโดยเริ่มจากการทดสอบระบบควบคุมและความเร็วรอบ ดังแสดงในภาพที่ 2 หลังจากนั้นทำการทดสอบการดึงเศษพลาสติกฟิล์ม ดังแสดงในภาพที่ 3 หลังการทดสอบพบปัญหาจึงได้ดำเนินการแก้ไข ดังแสดงในภาพที่ 4 และ 5 รายละเอียดวิธีแก้ไขดังแสดงไว้ดังตารางที่ 1

ภาพที่ 2 แสดงสถานะทำงานของเครื่องและรอบของมอเตอร์

ภาพที่ 3 มอเตอร์ขับลูกกลิ้งขณะขับลูกกลิ้งจะเกิดการดึงเศษพลาสติกฟิล์ม

ภาพที่ 4 การปรับช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งสามลูกและช่องว่างระหว่างลูกปืน

ภาพที่ 5 การทำงานของลูกกลิ้งควบคุมทิศทางเศษพลาสติกฟิล์มให้อยู่ในทิศทางที่บังคับ

ตารางที่ 1 แสดงปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์มหลังจากการทดสอบ

ปัญหา	วิธีแก้ไข
เครื่องหยุดทำงานฟิวส์ตู้คอนโทรลไฟระเบิดเนื่องจากใช้ฟิวส์ความต้านทานต่ำเกินไป	ทำการเปลี่ยนฟิวส์ใหม่ขนาดความต้านทานมากขึ้น
เศษพลาสติกฟิล์มที่ดึงออกมาขาดและไม่ต่อเนื่องเกิดจากช่องว่างของลูกกลิ้งสามลูกไม่เท่ากันทำให้มีการหนีบและดึงรั้งจนขาด	ทำการปรับตั้งช่องว่างของลูกกลิ้งทั้งสามลูกใหม่ให้เท่ากันช่องว่างอยู่ที่ 5 เซนติเมตร
พนักงานใช้งานเครื่องไม่เป็น	อบรมสอนขั้นตอนการใช้งานเครื่องแก่พนักงานที่มีหน้าที่ดูแลเครื่องและกำหนดวิธีการบำรุงรักษา
เศษพลาสติกฟิล์มที่ถูกตัดออกมาไม่วนในทิศทางเดียวกันเนื่องจากมีการตัดด้านข้างทั้งสองข้าง	ใช้ลูกกลิ้งเป็นตัวดึงเศษพลาสติกฟิล์มให้อยู่ในทิศทางเดียวกัน

4. วิเคราะห์ผลก่อนและหลังการใช้เครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิต

หลังจากนำเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตสามารถใช้งาน เครื่องฯ สามารถดึงเศษพลาสติกฟิล์มได้เฉลี่ยวันละประมาณ 2,000 กิโลกรัมทำให้เศษพลาสติกฟิล์มที่จะเหลือจากกระบวนการ

ผลิตกลายเป็นของเสียนั้นลดน้อยลงไป โดยจากเดิมมีเศษวัสดุจากกระบวนการผลิต 7.41% และหลังจากติดตั้งเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนผลิตการทำให้เศษวัสดุจากกระบวนการลดลงเหลือ 0.71% เมื่อเทียบกับปริมาณของผลผลิต รายละเอียดของข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 2 ส่งผลให้เศษวัสดุจากกระบวนการผลิตลดลงจากเดิมถึง 89.8% และยังทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้อีก 7.4%

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตระหว่างก่อนและหลังการใช้เครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์ม

ก่อนการติดตั้ง (2557)			
เดือน	ผลผลิต (กก.)	ปริมาณเศษฯ (กก.)	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
กันยายน	436,966	32,367	7.41
ตุลาคม	449,923	33,327	7.41
พฤศจิกายน	432,945	32,070	7.41
รวม	1,319,834	97,764	7.41
ค่าเฉลี่ย	439,945	32,588	7.41
หลังการติดตั้ง (2558)			
เดือน	ผลผลิต (กก.)	ปริมาณเศษฯ(กก.)	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
มกราคม	469,345	3,092	0.66
กุมภาพันธ์	483,262	3,459	0.72
มีนาคม	465,026	3,455	0.74
รวม	1,417,633	10,006	0.71
ค่าเฉลี่ย	472,544	3,335	0.71

สรุปและอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์มให้นำกลับมาใช้ใหม่ทันที โดยใช้มอเตอร์ขนาด 2HP/1600 RPM เครื่องเก็บเศษวัสดุสามารถดึงเศษพลาสติกฟิล์มได้เฉลี่ยวันละประมาณ 2,000 กิโลกรัมทำให้เศษพลาสติกฟิล์มที่จะเหลือจากกระบวนการผลิตกลายเป็นของเสียนั้นลดน้อยลงไป โดยจากเดิมมีเศษวัสดุจากกระบวนการผลิต 7.41% และหลังจากติดตั้งเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนผลิตการทำให้เศษวัสดุจากกระบวนการลดลงเหลือ 0.71% ส่งผลให้เศษวัสดุจากกระบวนการผลิตลดลงจากเดิมถึง 89.8% และยังทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้อีก 7.4%

เอกสารอ้างอิง

[1] บุญศักดิ์ ใจจงกิจ. (2521). **มอเตอร์ไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ. สำนักบริหารการและวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[2] จำรูญ ตันติพิศาลกุล (2547). **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล2** กรุงเทพฯ. เอสอาร์พรินติ้งแมสโปรดักส์

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เป็นวารสารตีพิมพ์และเผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการในด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยบทความที่พิจารณาตีพิมพ์ในวารสารนี้จะต้องไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน และไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาตีพิมพ์ของวารสารอื่น บทความที่ตีพิมพ์ลงในวารสารฉบับนี้จะต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้องจำนวน 2 ท่านต่อหนึ่งบทความ และได้รับความเห็นชอบจากบรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการแก้ไขต้นฉบับและการพิจารณาตีพิมพ์ตามลำดับก่อนหลัง โดยมีข้อเสนอแนะในการส่งบทความดังนี้

การเตรียมต้นฉบับบทความ

- **ขนาดกระดาษ** A4
- **ขอบกระดาษ** ขอบบน 1 นิ้ว ขอบล่าง 1 นิ้ว ขอบซ้าย 1.25 นิ้ว ขอบขวา 1 นิ้ว
- **ระยะระหว่างบรรทัด** หนึ่งเท่า (Single Space)
- **จัดหน้ากระดาษในส่วนของบทความเป็น 2 คอลัมน์**
- **ภาพประกอบ** ควรแนบไฟล์ภาพต้นฉบับพร้อมเขียนคำอธิบายภาพ และหมายเลขกำกับภาพ
- **ตัวอักษร** ใช้ TH SarabunPSK ตามที่กำหนดดังนี้

O ชื่อเรื่อง (Title)

- ภาษาไทย ขนาด 18 point, กำหนดกึ่งกลาง, แบบหนา
- ภาษาอังกฤษ ขนาด 18 point, กำหนดกึ่งกลาง, แบบหนา

O ชื่อผู้เขียน (ทุกคน)

- ชื่อผู้เขียนใช้ฟอนต์ไทยสารบรรณ ขนาด 16 point, กำหนดกึ่งกลาง, แบบหนา
- ข้อมูลเพิ่มเติมของผู้เขียน ได้แก่ ตำแหน่งวิชาการ ชื่อ – สกุล สังกัด เบอร์โทรศัพท์ e-mail

ใช้ฟอนต์ไทยสารบรรณ ขนาด 14 point ตัวปกติ กำหนดกึ่งกลาง

O บทคัดย่อ

- **"บทคัดย่อ"** และ **"Abstract"** ขนาด 16 point , กำหนดกึ่งกลาง , แบบหนา
- เนื้อหาบทคัดย่อภาษาไทย ขนาด 16 point , กำหนดชิดขอบ , ตัวธรรมดา
- เนื้อหา บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ขนาด 16 point , กำหนดชิดขอบ
- ย่อหน้า 0.5 นิ้ว

O คำสำคัญ ให้พิมพ์ต่อจากส่วนบทคัดย่อ ควรเลือกคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับบทความ ประมาณ 4-5 คำ ใช้ตัวอักษรภาษาไทย ขนาด 16 point

O Keyword ให้พิมพ์ต่อจากส่วน Abstract ควรเลือกคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับบทความ ภาษาอังกฤษ ขนาด 16 point

O รายละเอียดบทความ (Body)

- คำหลักบทความขนาด 16 point , กำหนดชิดซ้าย , ตัวหนา
- หัวข้อย่อยขนาด 16 point , กำหนดชิดซ้าย , ตัวหนา
- ตัวอักษรขนาด 16 point , กำหนดชิดขอบ , ตัวธรรมดา
- ย่อหน้า 0.5 นิ้ว

รายละเอียดบทความประกอบด้วย บทนำ วัตถุประสงค์ของการวิจัย อุปกรณ์และวิธีดำเนิน การวิจัย ผลการวิจัย สรุปและอภิปรายผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และเอกสารอ้างอิง

- **คำศัพท์** ให้ใช้ศัพท์บัญญัติของราชบัณฑิตยสถาน
- **รูปภาพและตาราง** กรณีรูปภาพและตาราง หัวตารางให้จัดชิดซ้ายของคอลัมน์ คำบรรยายรูปภาพให้อยู่ใต้รูปภาพ และจัดกึ่งกลางคอลัมน์ เนื้อหา และคำบรรยายภาพ ใช้ตัวอักษรขนาด 16 point ตัวปกติ ให้ขนาดของรูปภาพและตารางอยู่ในคอลัมน์ (ในกรณีที่ขนาดของรูปภาพและตารางมีขนาดใหญ่เกินคอลัมน์สามารถขยายได้เต็มหน้ากระดาษ (ควรแนบไฟล์ภาพต้นฉบับพร้อมเขียนคำอธิบายภาพ และควรเขียนหมายเลขกำกับภาพ เพื่อความถูกต้องและง่ายต่อการจัดเรียงข้อมูล

- **การเขียนเอกสารอ้างอิง ให้ใช้รูปแบบของ American Psychological Association (APA)**

การอ้างอิงท้ายบทความ เป็นการรวบรวมเอกสารทั้งหมดที่ผู้เขียนบทความได้ใช้อ้างอิงในการเขียนบทความ และจัดเรียงรายการตามลำดับอักษรชื่อผู้แต่ง ตัวอย่าง เช่น

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). **ชื่อหนังสือ.** (พิมพ์ครั้งที่). เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์หรือโรงพิมพ์.

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. ใน ชื่อบรรณาธิการ, **ชื่อหนังสือ.** (เลขหน้าบทความ). เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์หรือโรงพิมพ์.

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. **ชื่อวารสาร,** ปีที่พิมพ์ (ฉบับที่), เลขหน้าบทความ.

ชื่อผู้เขียนวิทยานิพนธ์. (ปีที่วิจัยสำเร็จ). **ชื่อวิทยานิพนธ์.** วิทยานิพนธ์ปริญญา(ระดับ) ชื่อสาขาวิชา สังกัดของสาขาวิชา มหาวิทยาลัย.

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่เผยแพร่). **ชื่อเรื่อง.** ค้นเมื่อ [วัน เดือน ปี] จาก แหล่งสารสนเทศ.[หรือ URL]

การส่งต้นฉบับบทความ

ส่งบทความผ่านระบบ http://www.journal.fit.ssru.ac.th เท่านั้น หากต้องการรายละเอียดเพิ่มเติม สามารถติดต่อได้ที่กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เลขที่ 1 ถนนอู่ทองนอก เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300 โทรศัพท์ 0 2160 1438 ต่อ 22 โทรสาร 0 2160 1440 email : fit@ssru.ac.th

แบบฟอร์มส่งบทความวิจัย/บทความวิชาการเพื่อพิจารณาตีพิมพ์
วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ชื่อบทความ (ภาษาไทย) .....
.....
(ภาษาอังกฤษ).....
.....

ประเภทบทความ ☐ **บทความวิจัย** ☐ **บทความวิชาการ**

ชื่อ-สกุล ผู้เขียนบทความ.....
สถานที่ติดต่อผู้เขียนบทความ
เลขที่.....ถนน.....แขวง/ตำบล.....
เขต/อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....
โทรศัพท์.....โทรศัพท์มือถือ..... โทรสาร.....
Email.....
ชื่อ-สกุล ผู้ร่วมบทความ (1).....
เลขที่.....ถนน.....แขวง/ตำบล.....
เขต/อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....
โทรศัพท์.....โทรศัพท์มือถือ..... โทรสาร.....
Email.....
ชื่อ-สกุล ผู้ร่วมบทความ (2).....
เลขที่.....ถนน.....แขวง/ตำบล.....
เขต/อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....
โทรศัพท์.....โทรศัพท์มือถือ..... โทรสาร.....
Email.....

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าบทความฉบับนี้ยังไม่เคยได้รับการเผยแพร่และตีพิมพ์ในวารสารอื่นใดมาก่อน

ลงชื่อ .....ผู้ส่งบทความ
(.....)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....