



รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาตินานาชาติ

เบญจมิตรวิชาการ ครั้งที่ 12

Proceedings of the 12th BENJAMITRA Network National & International Conference

ความท้าทายในการศึกษาทางสาธารณสุขยุคใหม่เพื่อพัฒนาผู้ประกอบการวิชาชีพสาธารณสุขแบบมืออาชีพ

Challenges in the New Era of Public Health Education to Develop Health Professionals

เล่มที่ 6

กลุ่มวิศวกรรมศาสตร์



วันพุธที่ 25 พฤษภาคม 2565



มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์

รายชื่อกองบรรณาธิการรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติและ นานาชาติ “เบญจมิตรวิชาการ” ครั้งที่ 12

ศาสตราจารย์ พลเรือตรีหญิงยุวดี เปรมวิชัย	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
รองศาสตราจารย์ ดร.พิชากรณ์ ธนิตเบญจสิทธิ์	มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรวิก พรนิมิตร	วิทยาลัยอินเตอร์เทคลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพร ประวัติรุ่งเรือง	มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณี สำเภาทอง	มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุไรรัตน์ แยมชุตติ	มหาวิทยาลัยธนบุรี
ดร.นิวัตติ น้อยมณี	มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ
ดร.นิทัศน์ บุญไพศาลสถิต	มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น
Professor Dr.Akihito Kamata	Southern Methodist University, USA
Associate Professor Dr.Thai Tran Quang	Dong Thap University, Vietnam
Assistant Professor Dr.Chaile Patarapichayatham	Southern Methodist University, USA
Dr.Hongwei Li	Jiaotong University, China
Dr.Youxin Lei	Chengdu University of Technology, China
Dr.Watt Mong Kwan Jacky	Hong Kong Baptist University, China

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ (Peer Reviewer)

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ “เบญจมิตรวิชาการ” ครั้งที่ 12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุทธินันท์ พรหมสุวรรณ

มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

ดร.พัทธ์ธีรา จิระอุดมสาโรจน์

ดร.วฤตดา พิพัฒน์กุล

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รองศาสตราจารย์ทองฟู ศิริวงศ์

รองศาสตราจารย์ยุพาวรรณ วรรณวานิชย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัณย์ธร ศศิธนากรแก้ว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรวิศ รุ่งเมฆารัตน

ดร.ภัทรา วายจตุ

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี จันท์เพ็ง

มหาวิทยาลัยชินวัตร

ดร.สรณ โภชนจันทร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ดร.สมศักดิ์ จันท์เอม

มหาวิทยาลัยทักษิณ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชินศักดิ์ สุวรรณอัจฉริย

ดร.ธนิยา เขาดำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รองศาสตราจารย์ ดร.จุมพล บำรุงวงศ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ

รองศาสตราจารย์ ดร.พยุ่ง มีสัจ

รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุวรรณค์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรวยอัยย์ อนันท์วิจักขณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ พิภพเอกสิทธิ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ดร.ภรดิษฐ์ แปงจิตต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

ดร.จิรายุ อัครวิบูลย์กิจ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รองศาสตราจารย์วสันต์ กันอ้า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิปไตย โสตถิวรรณ

ดร.ก้าวหน้า จงวัฒนารักษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุสุมา คำพิทักษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภา ทองคง

ดร.วินัย จันทร์เพ็ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์กุลยศ สุวันทโรจน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ พ่วงแสงสุข

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาณัญ ศิริพิชญ์ตระกูล

ดร.ธานี สุคนระชาติ

ดร.ภควัต เกอะประสิทธิ์

ดร.อัมภรณ์ พิรวณิชกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฏิภาณ ถิ่นพระบาท

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรจิรา ธรรมไชยงกูร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ว่าที่เรือตรี ดร.ทรงวุฒิ มงคลเลิศมณี

ดร.นิตินันท์ ศรีสุวรรณ

ดร.วาริน วีระสินธุ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

รองศาสตราจารย์ ดร.โชติ บดีรัฐ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (พิเศษ) ดร.ณัฐพัชร์ วรพงศ์พัชร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูมิภควัชร ภูมิพงศ์คชสร

รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศรี ฉรินัง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติมา ให้อ่าง

ดร.ดรณี ปัญจรัตน์การ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ดร.ปริศนา ตั้งมหาสวัสดิ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

ดร.จักรกฤษณ์ มะโหฬาร

ว่าที่ร้อยตรี ดร.ธนรัตน์ รัตนพงศ์ธระ

ดร.ธารณี นวัสนธิ์

อาจารย์พิธาน แสนภักดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

ดร.กัญญา ชัยอมฤต

ดร.ชาญวิทย์ ชัยอมฤต

มหาวิทยาลัยธนบุรี

รองศาสตราจารย์สุรชัย ธรรมทวีธิกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล สุ่นสวัสดิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประสงค์ อุทัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจินต์ อักษรธรรม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุไรรัตน์ แยมขุติ

ดร.นันทน์หทัย อีอนอก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนิต แต่งศรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ต้นตาศณี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยอดอนภา เกษเมือง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุพงษ์ อินฟ้าแสง

ดร.ฐิติพร กรัยวิเชียร

ดร.ปฐมพรณ์ อินทรางกูร ณ อยุธยา

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ดร.อำนาจพล แจ้งเจริญ

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รองศาสตราจารย์พินิจ ทิพย์มณี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิลา ปงศ์ยี่หล้า

มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุษกร วัฒนบุตร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพชรวัลย์ ธีระวัฒน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.सानิต ศิริวิศิษฐ์กุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ธรรมชาลย์

ดร.จุฑารัตน์ อำนวยวุฒิกุล

ดร.พิมพ์วัลย์ ศรีบุญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงยศ แก้วมงคล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจรัตน์ ราชฉวาง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ อวเกียรติ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายวรรณ จำปาวัลย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัยวรรณ สายพัฒนา

ดร.ปัญญาวัฒน์ จุฑามาศ

มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่

รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ชมภูคำ

ดร.ศุภากร ศีลาเกษ

ศาสตราจารย์ ดร.เกสัชกรอรรณูญา มโนสร้อย

มหาวิทยาลัยบูรพา

รองศาสตราจารย์ ดร.นภพร ทศนัยนา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชิต รัตขพิบูลภพ

รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี

ดร.จักรกฤษณ์ สิริริน

มหาวิทยาลัยปทุมธานี

รองศาสตราจารย์ ดร.ธนากร ธนาธารชูโชติ

มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศ์กร จันทราช

ดร.ณัฐติญา บุญวิรัตน์

ดร.สุพัฒน์วีร์ ทิพย์เจริญ

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอรารวรรณ

มหาวิทยาลัยมหิดล

รองศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ ศิริสรธรศิริภู

รองศาสตราจารย์ ดร.อุทัยทิพย์ เจียวิวรรธน์กุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อริวัฒน์ เจียวิวรรธน์กุล

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ดร.ปานแพร เขาวนประยูร

มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์

รองศาสตราจารย์ ดร.โกสุม สายใจ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชลลภรณ์ สุวรรณสัมฤทธิ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงตา สราญรมย์

รองศาสตราจารย์ ดร.ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์

รองศาสตราจารย์ ดร.สมถวิล วิจิตรวรรณ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ บุญวิเศษ

รองศาสตราจารย์อวยพร พานิช

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์พัฒน์ อิมประเสริฐ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรยาพร เสมอใจ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภูมิ วิเศษ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณต นามะวิโรจน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพิมล สัมพันธ์พงศ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพียงเดือน เกิดอำแพง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนาท บุญยะชัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรวดี ศักดิ์ดุลยธรรม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลักษณะนาดี บุญยะศิริพันธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำเร็จ อ่อนสัมพันธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวนารถ เล็กเลอสินธุ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาภรณ์ อินฟ้าแสง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดรฤณี มูเก็ม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวิชชัย อรุณจิต

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทัศนาศนา หงษ์มา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทัศนีย์ ดำเกิงศักดิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์นันทรี สัจจาธรรม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์นันทิการ์ จิตรงาม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิตยระดี วงษ์สวัสดิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปฐมภรณ์ คำชื่น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปวรรัตน์ เลิศสุวรรณเสรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปวันรัตน์ นิกรกิตติโกศล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พนิดา วัชรระรังสี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พฤกษ์ภูมิ ธีรานุตร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาสกร ปาละกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัลย์นุช สกุลนุ้ย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันทิกา หิรัญเทศ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภมิตร คุณศรีสุวรรณ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เศรษฐวิวัฒน์ คงกะพันธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สกลพร พิบูลวงศ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สำราญ จุช่วย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณี พึ่งวัฒนานุกูล
ดร.กฤษณา จิรทิวาธวัช
ดร.เจณิภา คงอิม
ดร.ประภัสสร กิตติมนโรรม
ดร.พรรณเพ็ญ สิทธิพัฒนา
ดร.รสสุคนธ์ ทับพร
ดร.เศรษฐพงศ์ วัฒนพลาชัยกูร
ดร.สมรศรี คำตรง
ดร.สุนันทา สังขทัศน์
ดร.อุทุมพร อยู่สุข

มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวนิดา สุวานิช

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เชาวน์มนัส ประภักดิ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิษฐา หรุ่นเกษม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรัช สู่แสนสุข
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อะเคื้อ กุลประสูติติก
ดร.พิชาติ แก้วพวง
ดร.วิไลจิตร นิลสวัสดิ์
อาจารย์พนิดา แสนประกอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรมล บางพระ

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา คุณดิลกณัฐวสา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สายสมร สังข์เมฆ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสาวนีย์ ศรีจันทร์นิล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภาภรณ์ ดิษฐเล็ก
ดร.จักรพันธ์ พงษ์เมตรา
ดร.นิติศักดิ์ ไพโรจน์
ดร.ปริตภา รุ่งเรืองกุล
ดร.เพ็ญจันทร์ แสงอาวูธ
ดร.ศักดา สถาพรวงษา
ดร.สมนึก ทองเอี่ยม
ดร.สุกัญญา สุदारรัตน์
ดร.สุพัฒน์ กอบตระกูล
อาจารย์พลสิทธิ์ ศรีศิริ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชามณูษ์ จำรัสศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ขำคง
ว่าที่ร้อยตรีหญิง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชฎาภา วัฒนธรรม
ดร.เบญจวรรณ ศรีมารุต
อาจารย์ณรงค์ฤทธิ์ หล้าพันธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินัยธร วิชัยดิษฐ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดารัตน์ ตันนิรัตน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัครเดช เกตุฉ่ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิมิต ชื่นสัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

ดร.บุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิตวัฒน์ หงส์กิตติยานนท์

มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภาพรธรรม เนตรประดิษฐ์ ดร.พงศ์วัชร พองกันทา

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

ศาสตราจารย์ ดร.สมจิตต์ สุพรรณทัศน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา ความคุ่นเคย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมษา นวลศรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวดี ทูปิยะ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรินทร์ เศรษฐีชัยชนะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณภัทร กันแก้ว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุมพล รอดแจ่ม

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ดร.กฤษยา อุปพงษ์

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

รองศาสตราจารย์ ดร.ธัญปวีณ์ รัตน์พงศ์พร

มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑาทิพย์ ทองเดชาสามารถ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยนิกร กุลวงษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ ศรีสว่าง

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ศาสตราจารย์ ดร.สิริวรรณ ศรีพหล

รองศาสตราจารย์ ดร.อัจศรา ประเสริฐสิน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธี พันธุ์วาท

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาวัลย์ หาญจรสุข

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา ศรีศิริ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินธร สิ้นจินดาวงศ์

อาจารย์วรสรวง ดวงจินดา

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รองศาสตราจารย์ ดร.อภิเศก ปันสุวรรณ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุไม บิลโบ

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงเนตร ธรรมกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาภรณ์ ตั้งดำเนินสวัสดิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สรศักดิ์ มั่นศิลป์

ดร.ภริณี วัชรสินธุ์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

รองศาสตราจารย์ ดร.สมโภช รัตโองการ

ดร.ศรัณย์ นาคถนอม

มหาวิทยาลัยแสตมฟอร์ด

ดร.สาลินี ชัยวัฒนพร

มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

ดร.สุมนษา ตันวงศ์वाल

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

ดร.ฉัตรพล มณีกุล

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

รองศาสตราจารย์สรศักดิ์ บุญอาจ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีรรัต สมนึก

ดร.ณัฐวุฒิ สุขประสงค์

ดร.นงทิวา สีหานาม

ดร.พรชัย ศักดิ์ศิริโสภณ

อาจารย์กชภพ กรเพชรรัตน์

อาจารย์จีณัฐชะญา จีปณัฐิกายุจน์

มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

ดร.มานิตย์ ธิมาทา

วิทยาลัยเซนต์อีส์ท์บางกอก

รองศาสตราจารย์ ดร.กนก เจนจิระพงศ์เวช

รองศาสตราจารย์พรศักดิ์ อรรถวานิช

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตรีวิทย์ อัสวศิริศิลป์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาสุวรรณค์ งามมงคลวงศ์

ดร.ทรงพล นครเศรษฐ์ศรีศักดิ์

ดร.โคจิลักษณ์ กมลศักดิ์ดาวิกุล

รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ศรีเสริมโภค

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พ.อาจารย์อาจารย์สุริยะ พุ่มเฉลิม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำพล นววงศ์เสถียร

ดร.รพีพัฒน์ โสอินทร์

วิทยาลัยอินเทอร์เน็ตเทคโนโลยี

ดร.อนงค์วรรณ อุปประดิษฐ์

สถาบันการบินพลเรือน

ดร.วราภรณ์ เต็มแก้ว

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รองศาสตราจารย์ ดร.เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัครเดช วัชรระภูพงษ์

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

ศาสตราจารย์พัชนี เขยจรรยา

รองศาสตราจารย์ ดร.อัศวิน เนตรโพธิ์แก้ว

สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวีณา เอี่ยมยี่สุน

สถาบันปัญญาภิวัฒน์

รองศาสตราจารย์ ดร.ทิวต์ มณีโชติ

ดร.กัญยิกา ขอว์

โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

พันตำรวจตรี ดร.ปริญญา สีลานันท์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปราชญ์บุรี เขต 1

ดร.ชุตินันท์ จันทร์เสนานนท์

สำนักวิชาการสาธารณสุข สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข

ดร.จุฬารัตน์ กระจ่าง

วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกานต์ สุขชื่น

กระทรวงศึกษาธิการ

ดร.บรรเจตพร สุ่มแสนสุข

โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม

ดร.ดิฐารัตน์ สิวรางกุล

นักวิชาการอิสระ

ดร.พงศ์ศรันย์ พลศรีเลิศ

คำกล่าวรายงาน

การประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ “เบญจมิตรวิชาการ” ครั้งที่ 12

“ความท้าทายในการศึกษาทางสาธารณสุขยุคใหม่
เพื่อพัฒนาผู้ประกอบการวิชาชีพสาธารณสุขแบบมืออาชีพ”

(Challenges in the New Era of Public Health Education to Develop Health
Professionals)

วันพุธที่ 25 พฤษภาคม 2565

ณ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี (ออนไลน์)

กราบเรียน ท่านอธิการบดี

ดิฉัน ดร.สันธยา ชูทรัพย์ รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ ในนามของคณะผู้จัดงานและผู้เข้าร่วมงานการประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ “เบญจมิตรวิชาการ” ครั้งที่ 12 ขอขอบพระคุณท่านอธิการบดีที่ได้กรุณาให้เกียรติมาเป็นประธานเปิดงานประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ในวันที่ การจัดงานครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อเป็นเวทีระดับชาติและนานาชาติให้นักวิชาการ นักวิจัย คณาจารย์ นิสิต และนักศึกษาได้เผยแพร่ผลงาน ได้รับฟังและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ผ่านบทความวิชาการ บทความวิจัย และนวัตกรรมต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ

2. เพื่อสร้างเครือข่ายความร่วมมือพัฒนาความก้าวหน้าทางวิชาการและทางวิจัยกับสถาบันการศึกษาและองค์กรต่าง ๆ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ

จากการตระหนักในภารกิจของสถาบันอุดมศึกษาที่จะต้องวิจัยเพื่อสร้างสรรค์องค์ความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าของประเทศ สถาบันอุดมศึกษาในเครือข่ายเบญจมิตรวิชาการซึ่งประกอบด้วย 8 สถาบัน ได้แก่ มหาวิทยาลัยธนบุรี มหาวิทยาลัย นอร์ทกรุงเทพ มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น มหาวิทยาลัยนอร์ทเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก วิทยาลัยอินเตอร์เทคลำปาง และมหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ จึงได้ร่วมมือกันจัดงานประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติเป็นประจำทุกปีโดยหมุนเวียนกันเป็นเจ้าภาพจัดงาน การจัดงานในวันนี้เป็นการจัดครั้งที่ 12 โดยมหาวิทยาลัยราชพฤกษ์เป็นเจ้าภาพจัดงานซึ่งมีนักวิชาการและนักวิจัยจากสถาบันอุดมศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภายใน ประเทศและต่างประเทศส่งบทความเข้าร่วมนำเสนอจำนวน 395 บทความ

กิจกรรมในวันนี้ในช่วงเช้าหลังเสร็จสิ้นพิธีเปิด จะเป็นการบรรยายพิเศษ เรื่อง “Challenges of Public Health Education and Profession” โดยศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุรศักดิ์ ฐานีพานิชสกุล ศาสตราจารย์ระดับ 11, Senior Consultant and Professor, College of

Public Health Sciences, Chulalongkorn University และอุปนายกคนที่ 2 สภาการสาธารณสุขชุมชน ต่อจากนั้นจะเป็นการประกาศรางวัลบทความยอดเยี่ยม (Best Paper Award) และการนำเสนอบทความออนไลน์จำนวน 26 ห้อง ในภาคบ่ายจะมีการบรรยายพิเศษจากเลขานุการเอกสถานเอกอัครราชทูตญี่ปุ่นและหลังการเสนอ บทความภาคบ่ายจะเป็นการตัดสินผลการนำเสนอบทความยอดเยี่ยม

สุดท้ายนี้มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ ขอขอบคุณผู้บริหารสถาบันในเครือข่ายเบญจมิตรวิชาการ สภาการสาธารณสุข คณะผู้จัดงาน ผู้ทรงคุณวุฒิที่ทำหน้าที่กลั่นกรองบทความวิชาการ ให้ข้อเสนอแนะและตัดสินผลงานการนำเสนอวันนี้

บัดนี้ได้เวลาอันสมควรแล้ว ดิฉันขอกราบเรียนเชิญท่านอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ได้กรุณาให้เกียรติกล่าวต้อนรับผู้เข้าร่วมงาน และกล่าวเปิดการประชุมวิชาการ ขอกราบเรียนเชิญค่ะ

คำกล่าวเปิดงาน

การประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ “เบญจมิตรวิชาการ” ครั้งที่ 12

“ความท้าทายในการศึกษาทางสาธารณสุขยุคใหม่
เพื่อพัฒนาผู้ประกอบการวิชาชีพสาธารณสุขแบบมืออาชีพ”

(Challenges in the New Era of Public Health Education to Develop Health
Professionals)

วันพุธที่ 25 พฤษภาคม 2565

ณ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี

ท่านอธิการบดีสถาบันในเครือข่ายเบญจมิตรวิชาการ คณะผู้บริหาร คณาจารย์ นิสิต/นักศึกษา และผู้
มีเกียรติทุกท่าน

ผมมีความยินดีและรู้สึกเป็นเกียรติอย่างยิ่งที่ได้มาเป็นประธานกล่าวต้อนรับและกล่าวเปิดงาน
การประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ “เบญจมิตรวิชาการ” ครั้งที่ 12 ภายใต้กรอบแนวคิด
ความท้าทายในการศึกษาทางสาธารณสุขยุคใหม่ เพื่อพัฒนาผู้ประกอบการวิชาชีพสาธารณสุขแบบมือ
อาชีพในวันนี้ การประชุมวิชาการในแนวคิดนี้ เป็นการสร้างความตระหนักให้สถาบันการศึกษาและสังคม
เห็นความสำคัญของการปรับตัวให้เข้าสู่ชีวิตวิถีใหม่หลังจากมีสถานการณ์การแพร่ระบาดของ “โควิด-
19” ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและรุนแรงจนแพร่กระจายไปในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก เรา
จึงจำเป็นต้องปรับตัวด้วยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การดำรงชีวิต ต้องปรับวิธีคิด วิธีเรียนรู้ วิธีสื่อสาร
วิธีปฏิบัติและวิถีการดำรงชีวิตแบบใหม่เพื่อให้ปลอดภัยจากการติดเชื้อ ควบคู่ไปกับการฟื้นฟูศักยภาพ
ทางเศรษฐกิจและธุรกิจ ผ่านการจัดการศึกษา ค้นคว้า วิจัยเพื่อสร้างสรรค์องค์ความรู้ สิ่งประดิษฐ์
เทคโนโลยีและนวัตกรรมต่าง ๆ ทั้งในด้านการจัดการศึกษา การรักษาสุขภาพ การดำเนินธุรกิจ
การบริหารจัดการและวิถีการดำเนินชีวิต ซึ่งเป็นสิ่งท้าทายสถาบันการศึกษาที่จะต้องส่งเสริมและ
สนับสนุนให้เกิดองค์ความรู้และผลผลิตเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รวมถึงนวัตกรรมและธุรกิจด้านสุขภาพเพื่อจะได้นำไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการขับเคลื่อน
ประเทศและตอบปัญหาความท้าทายที่ประเทศไทยกำลังเผชิญอยู่

ผมมั่นใจว่าผลงานวิชาการที่น่าเสนอในวันนี้จะสามารถช่วยตอบปัญหาที่ประเทศไทยเรา
กำลังเผชิญอยู่ในขณะนี้ อันจะนำไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนของสังคมไทยได้

ผมขอขอบคุณทุกฝ่ายที่ได้ร่วมมือกันจัดงานนี้ขึ้นซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์ทั้งต่อประเทศชาติ
บุคคลทั่วไป เยาวชนและนิสิต นักศึกษา ผมขอเปิดการประชุมและขอให้การจัดงานครั้งนี้บรรลุตาม
วัตถุประสงค์ทุกประการ สวัสดีและขอบคุณครับ

กำหนดการ

การประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ “เบญจมิตรวิชาการ” ครั้งที่ 12
“ความท้าทายในการศึกษาทางสาธารณสุขยุคใหม่เพื่อพัฒนาผู้ประกอบการวิชาชีพสาธารณสุข
แบบมีอาชีพ” (Challenges in the New Era of Public Health Education to Develop
Health Professionals) วันพุธที่ 25 พฤษภาคม 2565

ณ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ ถนนนครอินทร์ ตำบลบางขุน อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี

- 08.00 น. เปิดระบบการถ่ายทอดสด ผ่านช่องทาง Facebook Live และ YouTube (RPU Channel)
- 08.15 – 08.45 น. พิธีกรกล่าวต้อนรับเข้าสู่การประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ “เบญจมิตรวิชาการ” ครั้งที่ 12 และขอเชิญชมพิธีเปิดและการบรรยายพิเศษได้ via Facebook Live และ YouTube Live
- 08.45 – 09.10 น. พิธีเปิด
- อธิการบดี ดร.อณาวุฒิ ชูทรัพย์ กล่าวต้อนรับประธานและผู้เข้าร่วมงานประชุมวิชาการ
 - รองอธิการบดีฝ่ายบริหาร ดร.สันธยา ชูทรัพย์ กล่าวรายงานต่อท่านประธาน
 - อธิการบดีสถาบันในเครือข่ายเบญจมิตรวิชาการถ่ายภาพร่วมกับ ศาสตราจารย์ นพ.สุรศักดิ์ ฐานีพานิชสกุล
- 09.10 – 10.00 น. – ศาสตราจารย์ นพ.สุรศักดิ์ ฐานีพานิชสกุล บรรยายพิเศษ
- 10.10 – 10.20 น. ประกาศผลรางวัลบทความยอดเยี่ยม และประกาศรายละเอียดการเข้าร่วมงาน
- 10.30 – 16.30 น. นำเสนอผลการวิจัยในแต่ละกลุ่ม ตาม Link และรหัสเข้าห้อง
1. กลุ่มสังคมศาสตร์
 2. กลุ่มมนุษยศาสตร์
 3. กลุ่มบริหารธุรกิจและเศรษฐศาสตร์
 4. กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ
 5. กลุ่มวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี
 6. กลุ่มวิศวกรรมศาสตร์
 7. บทความระดับนานาชาติ

สารบัญ

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ “เบญจมิตรวิชาการ” ครั้งที่ 12

ชื่อบทความ	ผู้เขียน	หน้า
การลดของเสียในกระบวนการบัดกรีชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	กุลโรจน์ มานูจำ จूरिरัตน์ วงศ์จำปา ธนบดี ทิพยนพคุณ วศิน วงศ์อภัย วรเทพ ตรีวิจิตร	1
การออกแบบและสร้างเครื่องยนต์อากาศอัดควบคุมโดย “พีแอลซี”	ณภาคม ศรีคช ปัญญา คังตระกูล	17
การเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์มิซูบิ ชิ 4G37 ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอลล์ 91 กับ ก๊าซปิโตเลียมเหลว LPG	ณภาคม ศรีคช สุนันท์ สุนโทย	30
ผลของการควบคุมอุณหภูมิภายในของเครื่องกลั่นต่อปริมาณ น้ำมันตะไคร้หอม	สายชล สิทธิพงศ์ รัฐพงษ์ งามสม พุทธินันท์ โชตินันท์	44
การสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรความเร็วรอบต่ำชนิด สนามแม่เหล็กตามแนวระนาบระดับห้องปฏิบัติการ	สายชล สิทธิพงศ์ ณภาคม ศรีคช	51
ออกแบบและสร้างระบบป้องกันขั้นตอนการจับยึดชิ้นงาน สำหรับเครื่องจักรซีเอ็นซี	สมบัติ เชียงคำ ณภาคม ศรีคช สายชล สิทธิพงศ์ เกียรติศักดิ์ วังไฉ	59
การควบคุมตำแหน่งของแขนกลเชิงเส้นในต้นแบบระบบจัดเก็บ และค้นคืนอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูยโน	กฤษกร สารวงษ์ สิทธิชัย วงศ์หน่อ คริสต์มาส หอมมณี	75
การปรับปรุงกระบวนการเขาระ่องเพลापิกฟีลล์ในคาบูเรเตอร์	วัชร ฝอยกลาง ตะวัน น้อยคำลือ ยอดนภา เกษเมือง กิตติรัตน์ ออย่าเก่ง สุรชาติ วงศ์ธรรม ศิริวัลย์ จันทร์แก้ว	89

ชื่อบทความ	ผู้เขียน	หน้า
การออกแบบและสร้างระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 วัตต์	วสันต์ ลีละธนาฤกษ์ สุวิทย์ อมรปิตักวิน เกริกขจร ถนัทรบ	105
หมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์	ณัฐชญา พิมพ์ภรณ์ อนันต์พล ชื่นชม ขุนพล ภูระย้า ชยณัฐ อัครจิโรชิตี สัญญาชัย สีดวงแก้ว	119
การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรกรณีศึกษากระบวนการพิมพ์แบบฟอร์มธุรกิจ	ณัฐชญา พิมพ์ภรณ์ เพียร โตท่าโรง อภิรมย์ อุ่ناع กนกวรรณ มีหนองหว่า ชุติมา บุญชิต	133
การศึกษาอิทธิพลของมูมคายพิเศษสำหรับกึ่งวัสดุ S45C และ SS400	เอกพล ทับพร ธีระพงษ์ ทับพร พิพัฒน์ เลิศโกวิทย์ พรจิรา ผลเหม	152
การลดความสูญเสียในกระบวนการจ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5 (FO5) ของคลังปิโตรเลียมภาคตะวันออก ด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ประการ	สรพงศ์ ประจบพวง ศรายุทธ ศรีมันตะ ฐิติวัฒน์ คงใหม่ ณัฐวดี มหานิล สิริมาศ สุภาพ	166
การลดของเสียในขั้นตอนการฉีดพลาสติกของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	สุทธิดา กลั่นเขียว คมสันต์ สังคะพันธ์ สุชานันท์ แจ่มศรี ณัฐวดี มหานิล สุธีชัย วัชรสกุลณี	181

ชื่อบทความ	ผู้เขียน	หน้า
การลดความสูญเสียกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกขึ้นส่วนยานยนต์	วรเทพ ตรีวิจิตร ราวดี สุริสระพันธ์ พิบูล ทีปะपाल พิชญ์สินี ตัณฑเสนา วิทย์ เมฆะวรากุล	195
การลดต้นทุนน้ำยาเคลือบผิวในกระบวนการเคลือบผิวคอกยล์เย็น	สมจินต์ อักษรธรรม	210
การเพิ่มผลผลิต ผลิตภัณฑ์เครื่องตีมน้ำอัดลมบรรจุขวดพลาสติกจากการสูญเสียเวลา เครื่องจักรเสีย ในกระบวนการผลิต	วิทยา ปันคำ สมจินต์ อักษรธรรม	222
การแก้ไขปัญหากลังการผลิตของกระบวนการทำเกลียว	เถลิง พลเจริญ วรเทพ ตรีวิจิตร สมศักดิ์ มินคร	235
ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าความต้านทานแรงดึงของการเชื่อมต้านทานแบบจุดบนวัสดุ S5400 กับ S45C โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง	ยอดนภา เกษเมือง บัณฑิต วงษ์ทอง เอกพล ทัฬพร มานิตย์ ธิมาทา	250
การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนรถยนต์	ณัฐชฎา พิมพาภรณ์ ชัยยะเนตร ภาพินนา ธัญญารัตน์ อัสวจุฬามณี กิตตินันท์ ดีเหลือ ณิชกุล ยะปะตั้ง ภิญชิตา ยะปะตั้ง	263
การปรับปรุงประสิทธิภาพของอุปกรณ์เครื่องพ่นไฟสำหรับเตาชุบสังกะสี	ชัยยะเนตร ภาพินนา ณัฐชฎา พิมพาภรณ์ ศุภโชค เสมศรี ธนวัฒน์ วชิรหัตถพงษ์ ณัฐภัทร ศรีลา ณัฐพงศ์ ฉะเอียดไธสง	271

ชื่อบทความ	ผู้เขียน	หน้า
การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ กรณีศึกษาธุรกิจสิ่งพิมพ์ประเภทแบบฟอร์มธุรกิจ	ณัฐชญา พิมพาภรณ์ ชัยยะเนตร ถาพินนา ธิดารัตน์ ทรัพย์สำเร็จ อภิรมย์ อุ๋นาค กนกวรรณ มีหนองว่า ชุตินา บุญชิต	287
การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตท่อกลมคอนกรีต อัดแรง	ณัฐชญา พิมพาภรณ์ ศุภาโชค เสมศรี มณฑลทัฬห์ มีสบาย รัตน์พร คิมสูง สุทิน วรรณวงศา	306

การลดของเสียในกระบวนการบัดกรีชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ Reducing Waste in Soldering Process of Electronic Components

กุลโรจน์ มานูจำ¹ จุรีรัตน์ วงศ์จำปา² ธนบดี ทิพยพคุณ³ วศิน วงศ์อภัย⁴ วรเทพ ตริวิจิตร⁵

¹⁻⁴นักศึกษ สาขาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี,

E-mail: kunlarot5086@gmail.com

⁵อาจารย์ที่ปรึกษา สาขาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี,

E-mail: worathep@saha.ac.th

บทคัดย่อ

วิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อลดของเสียจากการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ไม่เกินร้อยละ 1 และศึกษากระบวนการผลิตแผ่นอิเล็กทรอนิกส์โดยวิเคราะห์สาเหตุ และหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตกำหนดมาตรฐานการทำงานที่ถูกต้อง

จากการดำเนินการเก็บข้อมูลจากหน่วยงานการผลิตในขั้นตอนการลำเลียงชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์พบปัญหาของเสียมากที่สุด คือ ชิ้นงานกลับหัวจำนวน 502 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 48 ของปัญหาทั้งหมด จึงนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยการใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools) และ (Why-Why Analysis) จากการวิเคราะห์ของเสียพบว่าชิ้นงานกลับหัว คณะผู้วิจัยได้แก้ไขปัญหาด้วยการติดตั้งแม่เหล็กในระบบลำเลียงชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ชิ้นงานเกิดการกลับหัวและจัดทำคู่มือมาตรฐานการทำงานที่ถูกต้อง

ผลการดำเนินงานก่อนการปรับปรุงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม 2564 จำนวนการผลิต 94,550 ชิ้น ตรวจพบของเสียที่เกิดขึ้นจำนวน 1,051 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 1.11 และหลังการปรับปรุงระหว่างเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน 2564 จำนวนการผลิต 91,290 ชิ้น โดยตรวจพบของเสียเหลือเพียง 617 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.68 ซึ่งสามารถลดของเสียได้ร้อยละ 0.59

คำสำคัญ: การลดของเสียปัญหาชิ้นงานกลับหัวชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

Abstract

This project is designed to reduce the waste from electronic components manufacturing not more than 1%, study the production process of electronic sheet by analyzing the causes, find ways to improve the production process and set the correct working standards

From collecting data from the manufacturing unit in the process of conveying electronic components, the problem of waste was found the most, 502 pieces were found upside down, accounting for 48 percent of the total problem. Therefore, the cause was analyzed by using 7 QC Tools and Why Why Analysis. The organizers solved the problem by installing magnets in the electronic component conveying system which caused the workpieces to turn upside down and prepare a manual for correct working standards

Performance before the renovation between May and July 2021, the production amount were 94,550 pieces, and the resulting wastes were 1,051 pieces, representing 1.11 percent, and after the improvement between September and November 2021, the production amount were 91,290 pieces, by inspection, only 617 pieces of waste were found, or 0.68%, of which, the wastes were reduced by 0.59%.

Keywords: waste reduction, inverted workpiece problem, electronic components.

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บริษัท Mitsumi (Thailand) co.ltd. ประกอบธุรกิจเกี่ยวกับชิ้นส่วน เครื่องมือ และวัสดุใช้แล้วทิ้งสำหรับกระบวนการผลิตกับการซ่อมบำรุงจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นทางบริษัทมีความต้องการที่จะลดของเสียที่เกิดขึ้นจากสายการผลิตผลิตภัณฑ์เนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้มีการผลิตในปริมาณที่มากในแต่ละวัน โดยทำการผลิตตลอด 24 ชั่วโมง และพบของเสียในปริมาณมาก อีกทั้งจะต้องทำการผลิตให้ทันตามกำหนดของลูกค้า ซึ่งในปัจจุบันยังไม่ได้มีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้น และไม่มีกระบวนการบันทึกข้อมูลของของเสียที่เกิดขึ้น ลักษณะของเสียที่พบประกอบด้วย ผิวของมุมตัดไม่เรียบ และผิวชิ้นงานด้านข้างมีรอยตำหนิ ซึ่ง อาจมาจากหลาย ๆ สาเหตุ เช่น การที่พนักงานไม่ได้ทำความสะอาดจิ๊กและฟิกเจอร์ ไม่มีการ ตรวจสอบมิติตัด อีกทั้งเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตมีอายุการใช้งานที่ค่อนข้างมาก เกิดการชำรุด (Breakdown) ของเครื่องจักรบ่อยครั้ง ดังนั้นจึงต้องการที่จะหาแนวทางแก้ไข ตั้งแต่การระบุ ของเสียหลัก การหาสาเหตุหลักของของเสีย และนำเสนอแนวทางการลดของเสีย โดยประยุกต์ใช้ทางการจัดการอุตสาหกรรม ในสถานการณ์ปัจจุบันการแข่งขันทางด้านธุรกิจภาคอุตสาหกรรมการผลิตที่เกี่ยวข้องกับงานชิ้นส่วนอะไหล่ของอิเล็กทรอนิกส์ทุกองค์กรจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงพัฒนาศักยภาพในด้านต่าง ๆ เพื่อให้ทันต่อการรองรับการผลิตและการแข่งขันในสถานะเทคโนโลยีที่มีความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นทั้งในด้านบุคลากร เครื่องจักร อุปกรณ์และวิธีการตลอดจนเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการดำเนินธุรกิจ ซึ่งต้นทุนจะเป็นปัจจัยหลักในการ

ดำเนินธุรกิจไม่ว่าจะมีการปรับปรุงใด ๆ ผลกระทบทางด้านต้นทุนผลิตต่อน้อยที่สุด และมีวิธีการที่สะดวก ปลอดภัย เป็นไปตามข้อกำหนดทางมาตรฐานที่ได้กำหนดเอาไว้ (จุมพลพัฒน์ ชาญชัย, 2563)

จากข้อมูลการผลิตของบริษัท กรณีศึกษาการผลิตแผ่นอิเล็กทรอนิกส์ Model WMF R164 Bottom ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ.2564 และ เดือนกรกฎาคม ในกระบวนการผลิตแผ่นอิเล็กทรอนิกส์มีจำนวนการผลิต รวมทั้งสิ้น 99,000 ชิ้น มีจำนวนของเสียรวมทั้งสิ้น 1,408 ชิ้น เป็นมูลค่าทั้งหมดรวมประมาณ 518,900 บาท โดยบริษัทมีเป้าหมายคือจำนวนของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นอิเล็กทรอนิกส์ต้องไม่เกินร้อยละ 1% ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ให้เป็นนโยบายบริษัทต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตแผ่นอิเล็กทรอนิกส์โดยวิเคราะห์สาเหตุและหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต
2. เพื่อลดของเสียจากกระบวนการผลิตแผ่นอิเล็กทรอนิกส์ไม่เกินร้อยละ 1

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนปริ้นเตอร์ด้วยกลยุทธ์คิวซีซี (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2562)

สำหรับเครื่องปริ้นเตอร์เพื่อหาแนวทางการปรับคุณภาพ และกำหนดมาตรฐานการทำงาน ซึ่งในขั้นตอนการบัดกรีตะกั่วได้ตรวจสอบคุณภาพพบชิ้นงานเสีย ปัญหาส่วนใหญ่คือตะกั่วลวดวงจรจากการเก็บข้อมูลจากหน่วยงานการผลิตในขั้นตอนการบัดกรีตะกั่วลงบนแผ่นพีซีบี ซึ่งตรวจพบปัญหาได้แก่ ตะกั่วลวดวงจร คิดเป็นร้อยละ 61.70 ของปัญหาทั้งหมดในกระบวนการผลิตเอกสารแนะนำการทำงานที่ถูกต้อง วิธีการแก้ไขปัญหาคือ การจัดทำเอกสารมาตรฐานการทำงานในขั้นตอนการผลิตให้สมบูรณ์ 2) ปัญหา NOZZLE ไม่ดี ปัญหานี้เกิดจากผู้ปฏิบัติงานขาดความรู้แก้ไขโดยการจัดทำแผนซ่อมบำรุงประจำเดือนและประจำปีเพื่อดูแลอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาวะที่สมบูรณ์ 3) พนักงานขาดการฝึกอบรมเกิดจากบริษัทมีการรับพนักงานใหม่เป็นจำนวนมาก พนักงานจึงขาดความเชี่ยวชาญและขาดประสบการณ์ในการทำงานแก้ไขปัญหาคือโดยจัดฝึกอบรมการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ให้แก่พนักงานใหม่ก่อนการเริ่มปฏิบัติงานทุกคน วัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียของการผลิตชิ้นส่วนแผงพีซีบีไม่เกินร้อยละ 3 ผลที่ได้จากการดำเนินงานก่อนการปรับปรุงการผลิตจำนวน 30,000 ชิ้นตรวจสอบของเสียที่เกิดขึ้นจำนวน 3,000 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 24.94 และหลังจากการปรับปรุงการผลิตจำนวน 30,000 ชิ้น ตรวจพบของเสียเหลือเพียง 1,000 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 3.3

ทฤษฎี 7 QC Tools คือเป็นเครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 ชนิดได้ดังนี้ (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2564)

1. แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) เป็นแบบฟอร์มที่มีการออกแบบช่องว่างต่าง ๆ ไว้เรียบร้อย เพื่อจะใช้ในการบันทึกข้อมูลได้ง่ายและสะดวก ถูกต้อง ไม่ยุ่งยาก ในการออกแบบฟอร์มทุกครั้งต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน

2. แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) คือเป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้นโครงสร้างของแผนผังพาเรโตประกอบด้วยกราฟแท่งและกราฟเส้นนอกจากแกนในแนวตั้ง (แกนY) และแกนแนวนอน (แกนX) กราฟพาเรโตจะมีแกนแสดงร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ (%) ของข้อมูลสะสมอยู่ทางด้านขวามือของแผนผังด้วยความสูงของแท่งกราฟจะเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยจากซ้ายมือไปขวามือยกเว้นในกลุ่มข้อมูลที่ เป็น “ข้อมูลอื่น” จะนำไปไว้ที่ตำแหน่งสุดท้ายของแกนในแนวนอนเสมอ

3. แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) คือแผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้างหรือหลาย ๆ คนอาจรู้จักในชื่อของแผนผังอิชิกาวา (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1943 โดยศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาวา แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียวแผนผังสาเหตุและผลคืออะไรสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น (JIS) ได้นิยามความหมายของผังก้างปลาว่าเป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลาย ๆ สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบต่อให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา”การกำหนดปัจจัยบนก้างปลาเราสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่เรากำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้เราแยกแยะและกำหนดสาเหตุได้อย่างเป็นระบบและเป็นเหตุเป็นผลโดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่าง ๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก (ภัทรภรณ์ จีรอรุณเรืองกุล และคณะ, 2562)

- M Man คือ คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร
- M Machine คือ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
- M Material คือ วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
- M Method คือ กระบวนการทำงาน
- E Environment คือ อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน

4. ฮิสโตแกรม (Histogram) คือกราฟแท่งแบบเฉพาะโดยแกนตั้งจะเป็นตัวเลขแสดงความถี่ และมีแกนแนวนอนเป็นข้อมูลของคุณสมบัติของสิ่งที่เราสนใจโดยเรียงลำดับจากน้อยที่ใช้ดูความ

แปรรูปของกระบวนการโดยการสังเกตรูปร่างของฮิสโตแกรมที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่าง

5. ผังการกระจาย (Scatter Diagram) คือจากกระบวนการทั้งหมดที่ทำมาตั้งแต่ต้นในQC Storyไล่เรียงมาแล้วมาถึงผังก้างปลา ก็ได้สาเหตุของปัญหาแล้ว สมมติว่าปัญหาที่วงเอาไว้ในผังก้างปลา มี 6 ปัญหา คุณก็เก็บข้อมูลตามที่ผมว่าไว้ แล้วก็มั่นใจได้ว่านี่แหละใช่เลยแล้ว ก็ระดมสมองกำหนดวิธีการวางแผนทำงานแล้วเสนอผู้บริหารปรากฏว่าแก้ปัญหาไม่ได้เพราะยิ่งแก้ยิ่งยุ่งตัวปัญหาใหญ่ไม่ลดลงและแก้ตัวนี้ปัญหาไปเกิดขึ้นกับอีกปัญหาสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งคือไม่ได้พิจารณาคู่ก่อนว่าทั้ง 6 ปัญหา นั้นเกี่ยวข้องกันหรือไม่ หากปัญหาไม่เกี่ยวข้องกันจำเป็นต้องแก้ทั้งสองปัญหาให้สอดคล้องกันคือแก้ไปในทางเดียวกัน ไม่ใช่ต่างคนต่างแก้ อาจแก้ภาพรวมไม่ได้เครื่องมือที่ช่วยให้รู้ว่าปัญหาเกี่ยวข้องกันหรือไม่

6. แผนภูมิควบคุม (Control Chart) คือแผนภูมิควบคุมเป็นแผนภูมิที่ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการผลิตติดตามการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตได้อย่างรวดเร็วและปรับปรุงกระบวนการผลิตให้กลับเข้าสู่สภาพปกติโดยลักษณะของแผนภูมิจะเป็นกราฟโดยมีแกนตั้งเป็นคุณลักษณะของข้อมูลที่ควบคุมและแกนนอนเป็นเวลาหรือตัวอย่างของข้อมูลที่เก็บมาตามลำดับ

7. กราฟ (Graph) คือแผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติที่ใช้ เมื่อต้องการนำเสนอข้อมูลและวิเคราะห์ผลของข้อมูลดังกล่าว เพื่อทำให้ง่ายและรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจการนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟและแผนภูมิ (Graph & Chart) ถูกใช้กันโดยทั่วไปในการนำเสนอข้อมูลกับผู้อ่าน ผู้ฟัง เนื่องจากเป็นทางเลือกที่ดีในการสื่อข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว และง่ายกว่าการใช้ตาราง ผู้อ่าน ผู้ฟังสามารถเข้าใจ และจดจำข้อมูลได้เป็นอย่างดี

สนั่น เกชาจารี (2554) Why Why Analysis เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันมากโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อทราบต้นตอหรือรากเหง้าที่แท้จริงและที่สำคัญคือเพื่อนำไปสู่การแก้ไขและป้องกันการเกิดซ้ำซึ่งปัจจัยที่อยู่หลังสุดจะต้องเป็นปัจจัยที่สามารถเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพ (เป็นมาตรการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาเกิดขึ้นซ้ำอีก) ให้ตรวจสอบดูว่าปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ก่อนหน้านั้นได้มีการหยิบยกขึ้นมาครบถ้วนหรือไม่โดยพิจารณาย้อนกลับว่าถ้าปัจจัยนั้นไม่เกิดขึ้นแล้วเหตุการณ์ก่อนหน้านั้นจะเกิดขึ้นหรือไม่ดังนั้นควรให้หลีกเลี่ยงการค้นหาสาเหตุที่มาจากสภาพจิตใจของพนักงานพยายามวิเคราะห์ไปทางด้านเครื่องจักรอุปกรณ์หรือวิธีการทำงาน ระบบการจัดการ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรเทพ ตริวิจิตรและ ชาคริต ศรีทอง (2562) ศึกษาเกี่ยวกับการลดของเสียจากการขึ้นรูป S801-13-810W ของแม่พิมพ์โลหะไม่เกินร้อยละ 2 และเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงคุณภาพและแก้ไขปัญหาย่างถูกต้องจากการศึกษาข้อมูลโดยใช้แผนตรวจสอบปัญหาของเสียแต่ละประเภทจากหน่วยงานผลิต จึงนำข้อมูลมาแจกแจงแบบแผนภูมิพาเรโตในการจัดเรียงลำดับความสำคัญของปัญหา และเลือกหัวข้อปัญหาที่พบของเสียมากที่สุดได้แก่ ชิ้นงานมีรอยแตกร้าว จำนวน 215 ชิ้น จากของเสียทั้งหมด จำนวน 265 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 81.13 จากนั้นจึงวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาด้วยผังก้างปลา และ 7 QC Tools พบว่า ขั้นตอนการขึ้นรูปของแม่พิมพ์โลหะมี Stopper บังคับชิ้นงานไม่เพียงพอ จึงแก้ไขปัญหาย่างการเพิ่ม Stopper ตัวต้นขุ่นชิ้นงานทั้งสองฝั่ง และจัดทำมาตรฐานการทำงาน (WI) ที่ถูกต้อง ซึ่งสามารถลดปัญหาของเสีย ลดต้นทุนการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดข้อร้องเรียนจากลูกค้า ผลการดำเนินงานการผลิตขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์ S801-13-810W จำนวน 6,400 ชิ้น ตรวจพบของเสียที่เกิดขึ้นจำนวน 215 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 3.36 และหลังจากการปรับปรุงผลิตจำนวน 6,400 ชิ้นพบของเสียเกิดขึ้นเพียง 30 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.47

ภัทรภรณ์ จิรอรุณเรืองกุล และคณะ (2562) การลดของเสียจากกระบวนการอบยางนอกรถยนต์เพื่อศึกษาปัญหาและหาแนวทางแก้ไข ยางนอกรถยนต์เสียจากกระบวนการอบยางนอกรถยนต์ โดยปัญหาอย่างเอียงทำให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพและมีของเสียเกิดขึ้นจำนวนมากจากการดำเนินการเก็บข้อมูลจากกระบวนการอบยางนอกรถยนต์ โดยได้นำเครื่องมือควบคุมคุณภาพ QC 7 Tool มาใช้ในการค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย ซึ่งได้ใช้เอกสารใบตรวจสอบ (Check sheet) ในกระบวนการตรวจสอบ เพื่อบันทึกสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียจากนั้นจึงใช้ (Fish Bone Diagram) เพื่อตัดแยกสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดปัญหา และใช้ Why-Why Analysis เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาแล้วดำเนินการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการที่พบปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ วัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียไม่เกิน 2% ผลที่ได้จากการดำเนินการปรับปรุงสามารถลดของเสียจากปัญหา ยางเอียงได้จากเดิม 0.14% ลดลงเป็น 0.07% ลดลงจากเดิม 50% และได้ใช้แนวทางการแก้ไขปัญหานี้ กับการแก้ไขยางเสียจากกระบวนการอบยางนอกรถยนต์ โดยส่งผลให้เกิดของเสียลดลงจากเดิม 2.18% หลังการปรับปรุงของเสียเหลือเพียง 1.76% เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

วิธีการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง คือ แผ่นอิเล็กทรอนิกส์ PWB ภายในบริษัท มิตรชুমิ (ประเทศไทย) จำกัด จากฐานข้อมูลในกระบวนการผลิตโมเดล WMF R164 Bottom

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด ผังแสดงเหตุและผล แผนภูมิพาเรโต แผ่นตรวจสอบ และกราฟ

วิธีการเก็บรวบรวม ข้อมูลมี 2 ลักษณะ

เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสุ่มหาของเสีย ก่อนการปรับปรุง ระยะเวลา 3 เดือน และหลังการปรับปรุง ระยะเวลา 3 เดือน

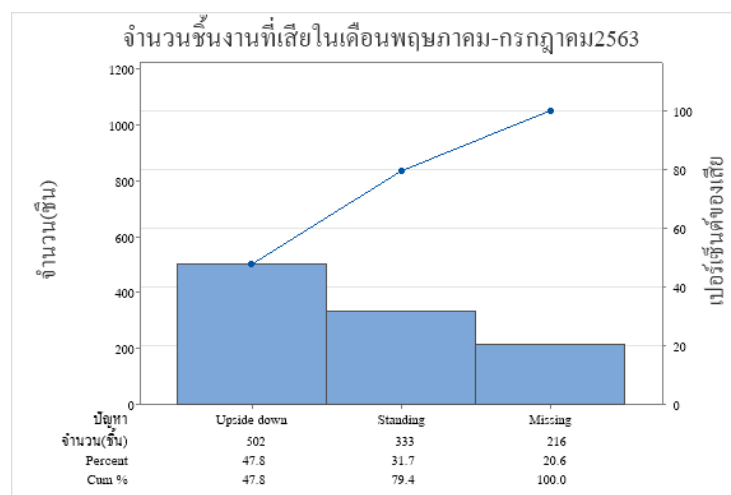
การวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 1 วิเคราะห์จำนวนของเสียโดยแยกประเภทของเสียในกระบวนการผลิตในเดือน พฤษภาคม- กรกฎาคม 2564

จำนวนชิ้นงานที่เสียในเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม 2564		
ประเภทของเสีย (3ประเภท)	จำนวน (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ของเสีย จากของเสียทั้งหมด (%)
Upside down (ชิ้นงานกลับหัว)	502	47.76
Standing (ชิ้นงานตั้งขึ้น)	333	31.68
Missing (ไม่มีชิ้นงาน)	216	20.56
รวมของเสีย	1,051	100

ผลการวิจัย

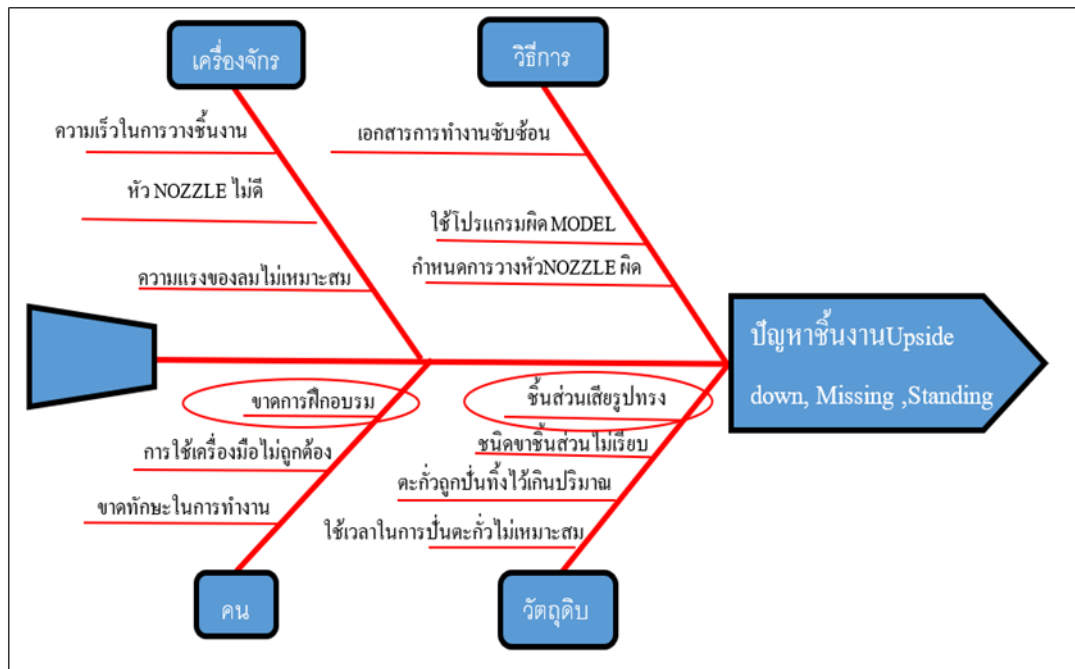
ผลการวิเคราะห์แผนภูมิพาเรโต ชิ้นงานกลับหัว, ตั้งขึ้น, ไม่มีชิ้นงาน



ภาพที่ 1 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์แผนภูมิพาเรโต

สรุปผลการวิเคราะห์จากกราฟฟาเรโตจำนวนของเสียในกระบวนการผลิต Model WMF R164 Bottom Upside down จำนวน 502 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 48%, Standing จำนวน 333 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 32 % , Missing จำนวน 216 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 21% รวมของเสียทั้งหมด 1,051 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 100%

ผลการวิเคราะห์แผนผังก้างปลา ชี้แจงงานกลับหัว, ตั้งขึ้น, ไม่มีชิ้นงาน



ภาพที่ 2 แผนภูมิ ก้างปลาวิเคราะห์ปัญหา ชี้แจงงานกลับหัว, ตั้งขึ้น, ไม่มีชิ้นงาน

จากการวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลา ทำให้สามารถทราบได้ว่าปัญหาชิ้นงาน กลับหัว, ตั้งขึ้น, ไม่มีชิ้นงาน

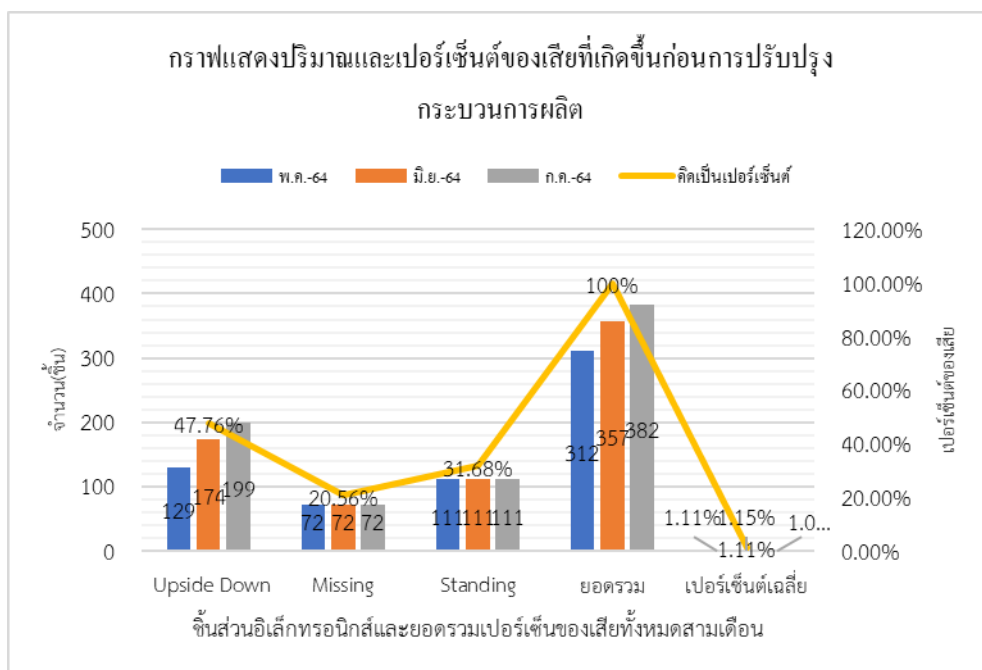
1. สาเหตุจาก Man พนักงานใส่วัสดุดิบขาดช่วง เนื่องจากพนักงานทำหลายหน้าที่ ทำให้ขาดการเผื่อระวังสำหรับการบัดกรีชิ้นงานลงเครื่อง แนวทางการแก้ไขปรับปรุงโดยการติดตั้งเซ็นเซอร์แจ้งเตือน สำหรับการตั้ง Feeder

2. สาเหตุจาก Material เนื่องจากวัสดุดิบเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จึงมีสิ่งปนเปื้อนมากับตัวชิ้นงาน เช่น เศษตะกั่ว ที่ผ่านการบัดแล้วแต่ไม่ละเอียด มีขนาดใหญ่กว่าตัว PART ทำให้ชิ้นงานเสีย เสียเวลาในการซ่อมเครื่องครั้งละไม่ต่ำกว่า 30-40 นาทีไม่มีแนวทางการแก้ไข เนื่องจากหากมีของเสียเกิดขึ้น บริษัทจะนำของเสียนั้น ไปขายเพื่อนำมาเป็นต้นทุนในการผลิตชิ้นงานครั้งต่อไป เพราะไม่สามารถแก้ไขได้ (วรเทพ ตริวิจิตร และ ชาคริต ศรีทอง, 2562)

ตารางที่ 2 ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิต

รายการ	จำนวนของเสียต่อเดือน (หน่วย:ชิ้น)			เปอร์เซ็นต์
	พฤษภาคม 2564	มิถุนายน 2564	กรกฎาคม 2564	
จำนวนการผลิต	27,912 ชิ้น	30,903 ชิ้น	35,735 ชิ้น	
1.ชิ้นงานUpside Down	129 ชิ้น	174 ชิ้น	199 ชิ้น	47.76%
2.ชิ้นงาน Missing	72 ชิ้น	72 ชิ้น	72 ชิ้น	20.56%
3.ชิ้นงาน Standing	111 ชิ้น	111 ชิ้น	111 ชิ้น	31.68%
ยอดรวม	321 ชิ้น	357 ชิ้น	382 ชิ้น	100%
เปอร์เซ็นต์ของเสียเฉลี่ย	1.11%	1.15%	1.07%	1.11%

ข้อมูลเดือน พฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2564 มีการผลิตรวม 94,550 ชิ้น ตรวจสอบพบปัญหาของเสีย ได้แก่ ปัญหา Upside down, Missing และ Standing รวม 1,051 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียจากเดือน พฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2564 รวมทั้งสิ้น ร้อยละ 1.11 จากข้อมูลเบื้องต้นตรวจพบของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

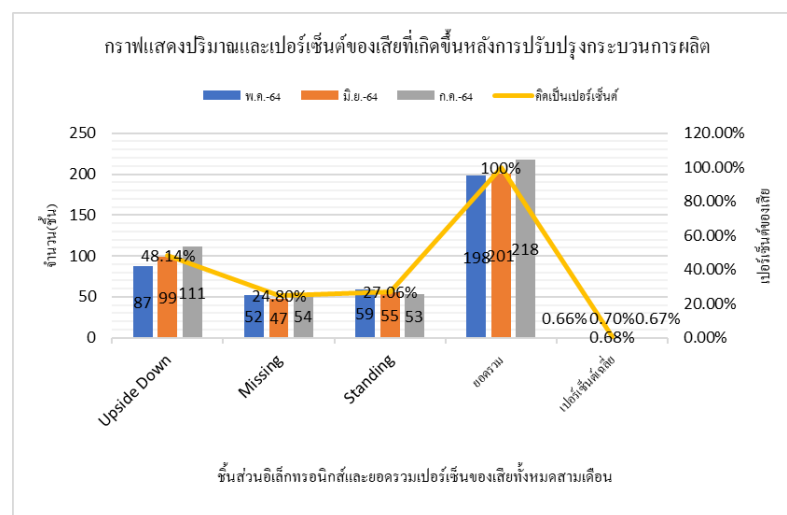


ภาพที่ 3 กราฟแสดงปริมาณและเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิต

ตารางที่ 3 ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต

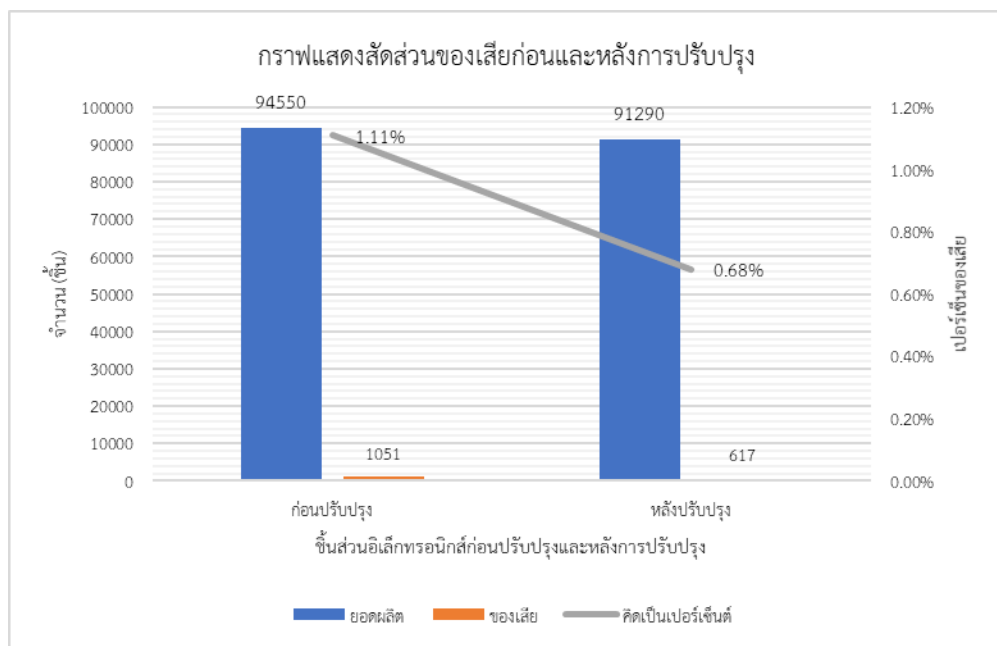
รายการ	จำนวนของเสียต่อเดือน (หน่วย:ชิ้น)			
	กันยายน 2564	ตุลาคม 2564	พฤศจิกายน 2564	เปอร์เซ็นต์
จำนวนการผลิต	30,000 ชิ้น	28,540 ชิ้น	32,750 ชิ้น	
1.ชิ้นงาน Upside Down	87 ชิ้น	99 ชิ้น	111 ชิ้น	48.14%
2.ชิ้นงาน Missing	52 ชิ้น	47 ชิ้น	54 ชิ้น	24.80%
3.ชิ้นงาน Standing	59 ชิ้น	55 ชิ้น	53 ชิ้น	27.06%
ยอดรวม	198 ชิ้น	201 ชิ้น	218 ชิ้น	100%
เปอร์เซ็นต์ของเสียเฉลี่ย	0.66%	0.70%	0.67%	0.68%

ข้อมูลเดือนกันยายน 2564 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2564 มีการผลิตรวม 91,290 ชิ้น ตรวจสอบพบปัญหาของเสีย ได้แก่ Upside down, Missing และ Standing รวม 617 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียจากเดือนกันยายน ถึงเดือนพฤศจิกายน 2564 รวมทั้งสิ้น 0.86 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลข้างต้นตรวจพบของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ก่อนการปรับปรุงเดือนกันยายน 1.11 เปอร์เซ็นต์ หลังการปรับปรุง 0.66 เปอร์เซ็นต์ อัตราในการลดของเสีย 0.45 เปอร์เซ็นต์ เดือนตุลาคม 2.13 เปอร์เซ็นต์ หลังการปรับปรุง 0.70 เปอร์เซ็นต์ อัตราในการลดของเสีย 1.43 เปอร์เซ็นต์ และเดือนพฤศจิกายน 1.42 เปอร์เซ็นต์ หลังการปรับปรุง 0.67 เปอร์เซ็นต์ อัตราในการลดของเสีย 0.75 เปอร์เซ็นต์โดยรวม 3 เดือน ของเสียลดลงทั้งสิ้น ร้อยละ 0.43



ภาพที่ 4 กราฟแสดงปริมาณและเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากภาพเปรียบเทียบของเสียที่เกิดขึ้นในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มีการปรับปรุงที่กล่าวคือ ชิ้นงาน Upside down, Missing และ Standing ที่จะปฏิบัติงานให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากขึ้น การกำหนดปัจจัยที่เป็นสาเหตุที่ได้พบจากการทำวิจัยมากำหนดใช้ในการปรับปรุงในกระบวนการผลิตทดลอง เป็นระยะเวลา 6 เดือน เพื่อติดตามผลการปรับปรุงซึ่งผลที่ได้สามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบข้อมูลก่อนทำการปรับปรุงที่มีของเสียในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2564 โดยเฉลี่ยร้อยละ 1.11 เปรียบเทียบการทดลองหลังการปรับปรุงในช่วงเดือนกันยายน ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2564 พบว่าเปอร์เซ็นต์ของเสียลดลงมาอยู่ในระดับเฉลี่ยร้อยละ 0.86 หรือลดลงจากก่อนการปรับปรุงที่ร้อยละ 0.43 ซึ่งให้ผลของการลดของเสียอย่างน้อยไม่เกินร้อยละ 1 นั้น ตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ข้างต้นในการปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



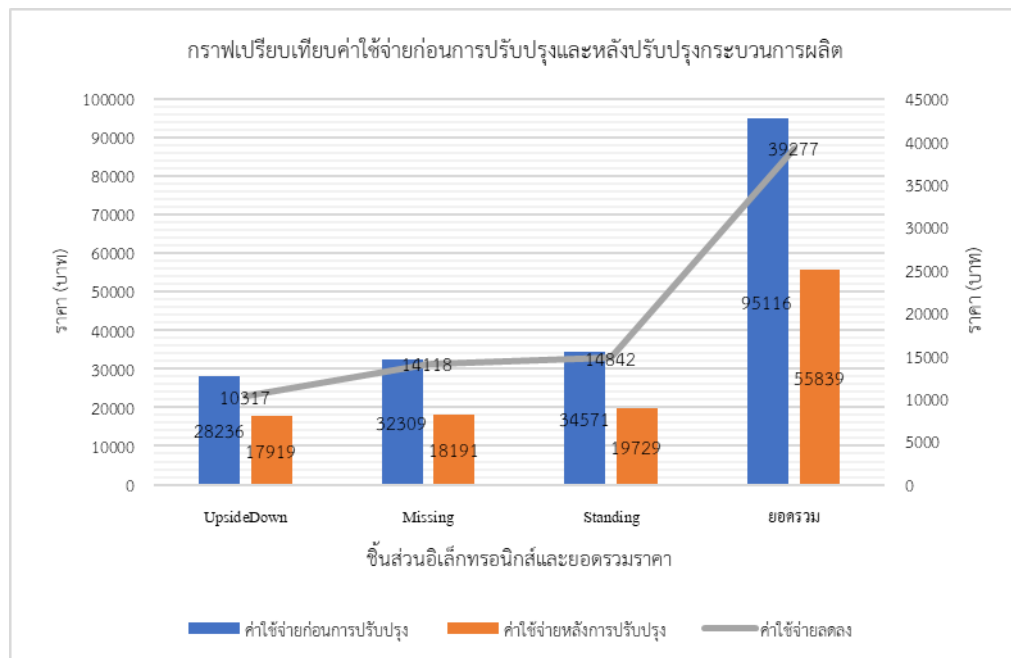
ภาพที่ 5 กราฟเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

จากภาพเปรียบเทียบสิ่งที่เกิดขึ้น ก่อนปรับปรุงตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2564 ตรวจสอบพบของเสียที่เกิดขึ้นมีจำนวน 1,051 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 1.11 และหลังการปรับปรุง ตั้งแต่เดือนกันยายน ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2564 ตรวจสอบพบของเสียที่เกิดขึ้น มีจำนวน 617 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.68 จากทั้งหมด ดังนั้นของเสียไม่เกินร้อยละ 1 เมื่อเทียบกับยอดผลิต ซึ่งได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยของเสียมีการลดลงจากเดิมร้อยละ 0.43 จากค่าเฉลี่ยทั้งหมด

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

รายการ	จำนวน ก่อนการ ปรับปรุง	จำนวน หลังการ ปรับปรุง	ราคา วัตถุดิบ ต่อชิ้น	ค่าใช้จ่าย ก่อนการ ปรับปรุง	ค่าใช้จ่าย หลังการ ปรับปรุง	ค่าใช้จ่าย ลดลง
1.ชิ้นงานUpsideDown	312ชิ้น	198ชิ้น	90.5฿	28,236฿	17,919฿	10,317฿
2.ชิ้นงาน Missing	357ชิ้น	201ชิ้น	90.5฿	32,309฿	18,191฿	14,118฿
3.ชิ้นงาน Standing	382ชิ้น	218ชิ้น	90.5฿	34,571฿	19,729฿	14,842฿
ยอดรวม	1,051ชิ้น	617ชิ้น	90.5฿	95,116฿	55,839฿	39,277฿

ข้อมูลการผลิตก่อนการปรับปรุงมีจำนวนของเสียชิ้นงาน UpsideDown, Missing, Standing รวมทั้งสิ้น 1,051 ชิ้น ค่าใช้จ่ายก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 95,116 บาท และหลังการปรับปรุงมีจำนวนของเสียรวมทั้งสิ้น 617 ชิ้น ค่าใช้จ่ายหลังการปรับปรุงลดลงมาอยู่ที่ 55,839 บาท ซึ่งค่าใช้จ่ายโดยรวมลดลงจากเดิม 39,277 บาท สามารถลดลงได้จากเดิมร้อยละ 58.70 เมื่อเทียบกับยอดของเสีย



ภาพที่ 6 กราฟเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากภาพเปรียบเทียบสิ่งที่เกิดขึ้นมีชิ้นงานเสีย 3 ประเภท ก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิตทำให้เกิดค่าใช้จ่ายโดยรวม 95,116 บาท และหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต ค่าใช้จ่ายลดลงมาอยู่ที่ 39,277 บาท ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายได้หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตนี้จำนวน 39,277 บาท

อภิปรายผล

สรุปผลการทำวิจัยหัวข้อนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาค่าของปัจจัยที่เหมาะสมในกระบวนการประกอบชิ้นส่วน Part อะไหล่อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจากข้อมูลผู้วิจัย ได้รวบรวมข้อมูลของ กระบวนการในอดีตพร้อมจำแนกลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโดยใช้เครื่องมือคุณภาพ ซึ่งได้แก่การวิเคราะห์แผนภูมิพาเรโตจำนวน 502 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 48%, Standing จำนวน 333 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 32 % , Missing จำนวน 216 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 21% รวมของเสียทั้งหมด 1,051 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 100% เพื่อจัดลำดับปัญหาของกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้น พบว่าปัญหาค้นส่วนเสียรูปทรงเป็นลักษณะปัญหาที่ก่อให้เกิดปริมาณของเสียมากที่สุด ผังก้างปลาผลการวิเคราะห์พนักงานใส่วัตถุดิบขาดช่วง วัตถุดิบมีสิ่งปนเปื้อน ชิ้นส่วนเสียรูปทรงเกิดจากระบบลำเลียง, และใช้แผนผังเหตุและผล เพื่อระดมสมองจากผู้ปฏิบัติงาน และจากผู้มีประสบการณ์ ประกอบกับการศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อหาปัจจัยสาเหตุ นั้น ที่มีอิทธิพลกับลักษณะปัญหาเพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ไขปรับปรุงในการลดความแปรปรวนของกระบวนการปัจจุบัน กระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องมี 3 กระบวนการคือ กระบวนการพิมพ์ดีบุกบัดกรี, กระบวนการวางชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นวงจร ด้วยเครื่องจักร, กระบวนการหลอมดีบุกบัดกรี โดยนำทฤษฎีเครื่องมือคุณภาพมาใช้ โดยผลจากการศึกษาวิธีการปฏิบัติงานของพนักงานหน้างานที่ได้สามารถกำหนดระดับปัจจัยที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน

1. สรุปผลการหาสาเหตุของลักษณะปัญหา

จากข้อมูลของปัญหาของเสียจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของโรงงานกรณีศึกษาระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2564 พบว่าผลิต Model WMF R164 Bottorm เกิดปัญหาของเสียในกระบวนการผลิต โดยจากแผนภูมิพาเรโตพบว่าปัญหาหลักของชิ้นส่วนเสียรูปทรงที่เรียกว่า Upside down เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 87.22 จึงนำปัญหานี้มาทำการวิเคราะห์ร่วมกับทีมงาน โดยนำปัจจัยของเครื่องจักรที่ใช้ในสายการผลิตมาทำการทดลองได้แก่ ระบบลำเลียงชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือFeeder เครื่องพิมพ์ดีบุกบัดกรีเครื่องวางชิ้นส่วนPartลงบนแผ่น PWB และเครื่องให้ความร้อนในการเชื่อมต่อขาชิ้นส่วนอุปกรณ์

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเสียก่อนและหลังปรับปรุง

ข้อมูล	เดือน พ.ค. - ก.ค. 2564		เดือน ก.ย. - พ.ย. 2564		ของเสีย ลดลง (%)
	ก่อนการปรับปรุง		หลังการปรับปรุง		
อาการ	จำนวน (ชิ้น)	ของเสีย (%)	จำนวน (ชิ้น)	ของเสีย (%)	
ชิ้นงาน Upside down	502	0.53	297	0.33	0.20
ชิ้นงาน Missing	216	0.23	153	0.17	0.06
ชิ้นงาน Standing	333	0.35	167	0.18	0.17
รวม	1,051	1.11	617	0.68	0.43

2. สรุปผลการลดของเสียในกระบวนการผลิตอะไหล่ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

การกำหนดปัจจัยที่เป็นสาเหตุที่ได้พบจากการทำวิจัยมากำหนดใช้ปรับปรุงในกระบวนการผลิตทดลองการดำเนินการเป็นระยะเวลา 6 เดือน เพื่อติดตามผลการปรับปรุง ซึ่งผลที่ได้สามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบ ข้อมูลก่อนทำการปรับปรุงที่มีของเสียในช่วงเดือน พฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2564 โดยเฉลี่ยที่ 1.11 เปอร์เซ็นต์ของ 3 เดือน เปรียบเทียบการทดลองหลังการปรับปรุงในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2564 พบว่าเปอร์เซ็นต์ของเสียลดลงมาอยู่ในระดับเฉลี่ยที่ 0.68 เปอร์เซ็นต์ หรือลดลงมาจากก่อนปรับปรุงที่ร้อยละ 0.43 ทำให้ของเสียไม่เกินร้อยละ 1 เมื่อเทียบกับยอดผลิตตามวัตถุประสงค์

3. สรุปผลการกำหนดวิธีการหลังการปรับปรุงเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงาน

จากผลที่ได้จากการศึกษาวิธีการปฏิบัติงาน ทั้งสองส่วน จึงนำค่าปัจจัยควบคุมที่ได้มาดำเนินการปฏิบัติงาน เพื่อควบคุมกระบวนการด้วยเอกสารปฏิบัติงาน ดังหัวข้อที่ได้ทำการวิเคราะห์ ดังนี้

1. กระบวนการพิมพ์โลหะบัดกรีจากหัว Nozzle กำหนดความสูงของโลหะบัดกรีบนแผ่น PWB โดยการกำหนดค่ากลางเป้าหมายของความสูงเฉลี่ยของจุดวัดตำแหน่งชิ้นส่วน ที่ค่าความสูงโลหะบัดกรีในกระบวนการพิมพ์โลหะบัดกรีที่ $125\mu\text{m} \pm 5\mu\text{m}$. และค่าแรงกดการพิมพ์ปรับตั้งที่ 8.75 กิโลกรัม และระยะการแยกจาก 2 มิลลิเมตร เป็นค่าควบคุมสำหรับการปรับตั้งจะใช้ค่านี้ในการตั้งค่าเครื่องพิมพ์โลหะบัดกรี

2. กระบวนการวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่น PWB ระดับของการวางชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์บนแผ่น PWB ในกระบวนการให้กำหนดตรวจสอบค่าควบคุมสำหรับการปรับตั้งโดยกำหนดให้ใช้ระดับการวางชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ระดับค่า 0.0 มิลลิเมตร

3. การกำหนดรูปแบบของอุณหภูมิสำหรับการเชื่อมโลหะบัดกรีเพื่อความสะอาด และการควบคุม กำหนดให้ใช้รูปแบบของอุณหภูมิ ในการเชื่อมโลหะบัดกรีแบบความร้อนสม่ำเสมอ แบบหลักแบบเดียวลงในคู่มือปฏิบัติงาน

4. การอบรมพนักงานที่ปฏิบัติงานในการติดตามกระบวนการโดยกระบวนการปรับตั้งเครื่องพิมพ์โลหะ ให้ได้การพิมพ์โลหะบัดกรี ที่มีความสูงของการพิมพ์ ที่กำหนดไว้ตามคู่มือการปฏิบัติงานให้ได้ค่าตามมาตรฐานโดยการ นำแผ่น PWB ที่ติดฟิล์มสำหรับทดลองการพิมพ์ โลหะบัดกรีเบื้องต้นก่อนและตรวจสอบความถูกต้องว่าได้ตรงตามต้องการก่อนเริ่มพิมพ์จริง

5. การติดตั้ง แม่เหล็กถาวร ชนิดตะแกรง โดยทำการติดตั้งแม่เหล็ก ในระบบลำเลียงอะไหล่ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ที่เคลื่อนย้ายจากหน่วยบัดกรีไปยังหน่วยตรวจสอบและบรรจุต่อไปแม่เหล็กจะทำให้ชิ้นส่วนPartแนบกับตัวสายพานทำให้ไม่เกิดการกระแทกระหว่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. บริษัทจัดอบรมพนักงานใหม่ก่อนเริ่มปฏิบัติงานเพื่อเพิ่มทักษะ และความสามารถให้กับพนักงานที่เพิ่งเข้ามาทำงานใหม่
2. ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ควรพูดคุยแรกเปลี่ยนปัญหาที่พบเจอขณะปฏิบัติงาน และเพื่อให้หัวหน้างานรับทราบเพื่อหาวิธีแก้ไขได้อย่างถูกต้อง
3. เอกสารภายในที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน ควรตรวจเช็คการเปลี่ยนแปลงสม่ำเสมอหรือแจ้งข้อมูล update การปฏิบัติงานให้เข้าถึงพนักงานที่เกี่ยวข้อง
4. บริษัทควรขยายผล จากการจัดกิจกรรมนี้ด้วย QCC, KAIZEN, 7QCTOOLS, เพื่อพัฒนาองค์กรและให้พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการควบคุมภาพเพื่อนำมาแก้ไขปัญหาอื่นได้อย่างถูกต้อง

เอกสารอ้างอิง

- จุมพลพัฒน์ ชาญชัย. (2563). คู่มือการใช้งานเครื่อง SMT ยี่ห้อ JUKI (Surface-mount Technology manual). ค้นเมื่อวันที่ 19 ตุลาคม 2564, จาก www.smtthailand.com
- ภัทรภรณ์ จิรอรุณเรืองกุล และคณะ (2562). การลดของเสียจากกระบวนการอบขงนอกรถยนต์เพื่อศึกษาปัญหาและหาแนวทางแก้ไข ยางนอกรถยนต์เสียจากกระบวนการอบขงนอกรถยนต์. รายงานการวิจัย ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี.
- วรเทพ ตริวิจิตร และชาคริต ศรีทอง. (2562). การลดของเสียชิ้นส่วนยานยนต์S801-13-810W: กรณีศึกษา. การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2562. ภาควิชา

วิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 21-24 กรกฎาคม 2562.

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. **เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)** ค้นเมื่อวันที่ 19 ตุลาคม 2564, จาก <http://youth.ftpi.or.th>

_____. **เครื่องมือควบคุมคุณภาพแบบใหม่ 7 ชนิด (New QC 7 Tools)**. ค้นเมื่อวันที่ 19 ตุลาคม 2564, จาก <http://youth.ftpi.or.th>

สนั่น เกชาวี. (2554). **แนวคิด หลักการ ประโยชน์ที่ได้รับจาก Kaizen**. ค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2564, จาก <http://kaizenjapan.blogspot/2011/03/kaizen.html>

การออกแบบและสร้างเครื่องยนต์อากาศอัดควบคุมโดย “พีแอลซี” Design and Construction of Compressed Air Engines Controlled by “PLC”

ณภาค ศรีคช¹ บัญชา คังตระกูล²

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, E-mail: napakom@northcm.ac.th

²คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, E-mail: bancha@northcm.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้าง และทดสอบเครื่องยนต์อากาศอัดโดยใช้กระบอกสูบนิวมेटิกส์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบ 20 มิลลิเมตร ระยะชักของก้านสูบ 200 มิลลิเมตร จำนวน 2 กระบอก เป็นตัวต้นกำลัง และ ใช้แผงวงจรโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable logic Control: PLC) ในการควบคุมลมเพื่อจ่ายลมเข้าไปสู่กระบอกสูบนิวมेटิกส์ เพื่อขับเคลื่อนล้อต้นกำลัง ซึ่งได้ทดสอบสมรรถนะแรงบิดของเครื่องยนต์อากาศอัด

ในการทดสอบหาสมรรถนะเครื่องยนต์อากาศอัด และศึกษาการทำงานของเครื่องยนต์อากาศอัด โดยมีผลการทดสอบของเครื่องยนต์อากาศอัดดังนี้ ที่ความดัน 0.3 เมกะปาสคาล พบว่าแรงบิดของเครื่องยนต์สูงสุดที่ 0.824 นิวตันเมตร ที่ความเร็วรอบ 109 รอบต่อนาที กำลังของเครื่องยนต์สูงสุดที่ 564.33 วัตต์ และ ที่ความดัน 0.2 เมกะปาสคาล พบว่าแรงบิดของเครื่องยนต์สูงสุดที่ 0.294 นิวตันเมตร ที่ความเร็วรอบ 83 รอบต่อนาที กำลังของเครื่องยนต์สูงสุดที่ 153.32 วัตต์

คำสำคัญ: เครื่องยนต์อากาศอัด แรงบิดของเครื่องยนต์ นิวมेटิกส์ PLC

Abstract

The objective this research is to build and test compressed air engines. This research had built a test kit for compressed air engines using 2 pneumatic cylinders 20 mm of diameter and 200 mm of length as the power source. Using circuit board to Programmable logic caller (Programmable logic Control: PLC) to control sequence of air flow to the pneumatic cylinder drive the flywheel. Which tested the performance of compressed air engines and test the torque performance. The result was successfully according to purpose.

In the testing of compressed air engine performance and study operation of compressed air engines. Results of the compressed air engine showing, at 0.3 MPa pressure, the maximum engine torque was 0.084 N.m at 109 rpm. , maximum engine power is 564.33 watt. at 0.2 MPa pressure, maximum engine torque is at 0.029 Nm. 83 rpm. and maximum engine power is 153.32 watt.

Keywords: compressed air engine, engine torque, pneumatic, PLC

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการทำงานของเครื่องยนต์จำเป็นต้องใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากธรรมชาติในกระบวนการขับเคลื่อน เช่นพลังงานจากแก๊สหรือพลังงานจากน้ำมันมาเป็นตัวขับเคลื่อนซึ่งเชื้อเพลิงจากธรรมชาตินั้นได้ถูกนำใช้อย่างมากและในอนาคตอันใกล้พลังงานจากธรรมชาติก็อาจจะหมดลง ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงคิดหาพลังงานทางเลือกใหม่ที่นำมาใช้ทดแทนพลังงานจากธรรมชาติ โดยเฉพาะพลังงานอากาศอัดถือว่าเป็นพลังงานที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดมลพิษและสามารถเป็นต้นกำเนิดพลังงานให้กับเครื่องยนต์ได้ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ผู้วิจัยได้คำนึงถึงปัญหาทรัพยากรพลังงานธรรมชาติที่มีจำนวนลดน้อยลงและมีโอกาสที่จะหมดลง จึงคิดใช้พลังงานอากาศอัดเป็นต้นกำเนิดให้เครื่องยนต์ โดยทำการสร้างเครื่องยนต์อากาศอัดควบคุมโดย พีแอลซี และทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์อากาศอัด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องยนต์ระบบอากาศอัด
2. เพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์อากาศอัด

แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการสร้างและทดสอบเครื่องยนต์อากาศอัดผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

ทฤษฎีอากาศอัด

ปริมาณทางฟิสิกส์และหน่วยการวัดของนิวเมติกส์เมื่ออากาศอัดอยู่ภายใต้ความดันเรียกว่า “ปริมาณทางฟิสิกส์” เพราะปริมาณทางฟิสิกส์สามารถวัดได้ เช่น ความเร็ว ความดัน แรง เวลา อุณหภูมิ เป็นต้น สำหรับสิ่งที่วัดไม่ได้ เช่น สีต่าง ๆ จะไม่นับว่าเป็นปริมาณทางฟิสิกส์เมื่ออธิบายถึง

ปริมาณทางฟิสิกส์แล้วจะต้องประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นตัวเลข และส่วนที่เป็นหน่วย เช่น ความยาว จะต้องเขียนว่า 50 เมตร ตัวเลขมีค่าเป็น 50 และมีหน่วยเป็นเมตร เป็นต้น

หน่วยที่ใช้กันเป็นสากล คือหน่วย SI กำหนดให้ มวล (M) เป็นกิโลกรัม (kg) ในการใช้งานปกติถือว่าเป็นน้ำหนัก เช่น เหล็กหนัก 1 kg จะมีมวลเท่ากับ 1 kg มวลที่มีคุณสมบัติโดยถือว่าเป็นอิสระจากแรงดึงดูดของโลก (ณรงค์ ดันชีวะวงศ์, 2547: 12)

หน่วยของแรง

คือ มวล ความเร่ง แทนค่าได้ดังต่อไปนี้

$$F = m \times a$$

$$\text{แรง} = (\text{มวล}) \times (\text{ความเร่ง})$$

$$\text{แรง} = \text{kg} \times \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

หน่วยของแรง คือ ซึ่งเท่ากับ 1 N (นิวตัน)

หน่วยของแรงที่เป็น นิวตัน คือ ถ้านำวัตถุชิ้นหนึ่งที่มีมวล (น้ำหนัก) เท่ากับ 0.102 kg แขนงด้วยเส้นด้ายถ้าจับปลายด้านหนึ่งของเส้นด้ายไว้ จะทำให้มวลออกแรงดึงบนเส้นด้ายขนาด 1 นิวตัน

$$\text{แรง} = \text{มวล} \times \text{ความเร่ง}$$

หน่วยของความดัน คือแรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ใช้สูตร

$$\therefore 1 \text{ Pa} = 10^{-5} \text{ bar}$$

ความดัน 1 ปาสกาลจะมีค่าน้อยมากจนกระทั่งไม่สามารถรู้สึกทางผิวหนังได้ ดังนั้นจึงมักใช้ปัจจัยอื่น ๆ เข้าร่วม เช่น พันล้าน ความดัน 1 เมกะปาสกาล (MPa) เท่ากับ 10 เท่าของความดันบรรยากาศของโลก ถ้าเปรียบเทียบกับหน่วยความดันอื่น คือหน่วยบาร์ (bar) จะได้ดังนี้

$$1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa}$$

$$10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$= 14.5 \text{ psi}$$

$$\therefore 1 \text{ Pa} = 10^{-5} \text{ bar}$$

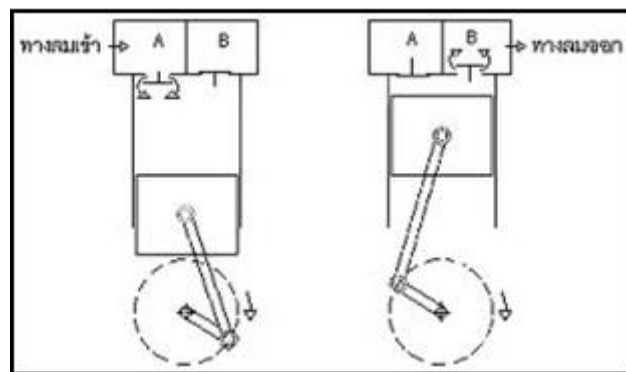
เครื่องอัดอากาศ

เครื่องอัดอากาศ (Compressor) มีหน้าที่อัดอากาศจากความดันปกติ หรือความดันบรรยากาศให้มีความดันสูงขึ้นตามความต้องการ การเลือกใช้เครื่องอัดอากาศชนิดต่าง ๆ จะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานโดยพิจารณาจากความดันใช้งานและปริมาณการจ่ายลมอัดสำหรับอุปกรณ์ทั้งระบบเครื่องอัดอากาศซึ่งสามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้

1. เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ (Piston compressor) ทำงานโดยการอัดอากาศที่บรรจุในกระบอกสูบให้มีปริมาตรน้อยลงทำให้ความดันเพิ่มขึ้นก่อนส่งไปเก็บภายในถังบรรจุความดันซึ่ง

สามารถผลิตความดันใช้ได้ตั้งแต่ความดันต่ำถึงความดันสูงและเป็นที่ยอมรับใช้กันในงานอุตสาหกรรม
ทั่วไปแสดงลักษณะการทำงาน 2 จังหวะ (มงคล อาทิภาณุ, 2543)

- จังหวะดูด เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงในแนวเส้นตรงลึกลงของวาล์ว A จะเปิดออกทำให้อากาศจากภายนอกถูกดูดเข้าไปในห้องสูบส่วนลึกลงของวาล์ว B จะถูกปิด ดังภาพที่ 1
- จังหวะอัด เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นลึกลงของวาล์ว B จะเปิดออกทำให้อากาศที่อยู่ในห้องสูบถูกอัดเข้าไปในถังเก็บลมทางลมออกได้ส่วนลึกลงของวาล์ว A จะถูกปิดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การทำงานเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ (Piston compressor)

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller: PLC)

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือกระบวนการทำงานต่าง ๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสิ่งสำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัด หรือสวิตช์ต่าง ๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไป ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจร หรือแบบของการควบคุมได้ โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลาย ๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น (ฉัตรชัย ธิบรรณทรัพย์, 2560)

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิด โซลิด-สเตท (Solid State) ทำงานแบบลอจิก (Logic Function) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า โซลิด-สเตท ลอจิก เอเลเมนต์ (Solid-State Digital Logic Element) เพื่อให้การทำงานและการตัดสินใจเป็นแบบลอจิก การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักร

หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard- Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้วการเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้นนอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิต-สเตทซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าและสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร (ธีรศิลป์ ทุมวิภาต, 2545)

การทดสอบหากล้างเครื่องยนต์ กำลังเครื่องยนต์ คือกำลังของเครื่องยนต์ที่วัดได้จากล้อช่วยแรง โดยตรง และเป็นกำลังที่นำไปใช้งาน ซึ่งเป็นกำลังที่เหลือจากการเอาชนะความฝืด หรือความเสียดทานต่าง ๆ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดกำลังเครื่องยนต์เรียกว่า ไดนาโมมิเตอร์ โดยจะวัดออกมาเป็นรูปของแรงบิด (Torque) และรอบการหมุนของเครื่องยนต์แล้วจึงนำค่าของแรงบิดไปคำนวณหากำลังม้าเบรกอีกครั้งหนึ่ง (บ.เอ็มแอนอี จำกัด, 2444)

ไดนาโมมิเตอร์แบบเชือก (Rope Brake Dynamometer) หลักการทำงานโดยอาศัยความฝืดของเชือกซึ่งลักษณะของไดนาโมมิเตอร์แบบเชือกด้านหนึ่งจะถูกจับยึดกับถาดรองรับก้อนน้ำหนัก สำหรับปรับภาระของเครื่องยนต์ปลายด้านหนึ่งจะยึดกับตาชั่งสปริง สำหรับสูตรคำนวณหาค่าแรงบิดดังนี้ (สมาน เสนงาม, 2542)

$$T = (W \times r)$$

เมื่อ T = คือ แรงบิดที่เครื่องยนต์ส่งได้ (Nm.)
 W = คือ น้ำหนัก (N)
 r = คือ รัศมีของล้อช่วยแรง (m)

การคำนวณหากล้างของเครื่องยนต์คำนวณได้จาก

$$P = 2\pi TN$$

เมื่อ P = คือ กำลังของเครื่องยนต์ (Watt)
 N = คือ ความเร็วรอบ (rpm)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากวารสารวิจัยพลังงาน โดย ภูพิงค์ แต่ปิติกุล (2554) ได้ทำการศึกษาเครื่องยนต์ที่มีอากาศอัดเป็นต้นกำลัง มีหลักการโดยใช้การบีบอัดอากาศ ให้มีความดันสูง และผ่านอากาศที่มีความดันสูงสู่เครื่องยนต์ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ขยายตัวแบบ 2 ชั้นโดยอากาศความดันสูงจะผ่านขบวนการ Throttling โดย Pressure regulator ให้อยู่ในระดับ 35-20 บรรยากาศ ก่อนไหลเข้าสู่ระบบซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ขยายตัว 2 ชุดเป็นแบบ Sliding vane จำนวน 5 ใบ และปริมาตรภายในสำหรับชั้นสูง 12.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับชั้นต่ำ 60 ลูกบาศก์เซนติเมตร ขบวนการศึกษา

ประกอบด้วย 2 ส่วน คือการออกแบบอุปกรณ์ระบบและทำการทดลองกับเครื่องต้นแบบที่ได้สร้างขึ้นจากการทดลองที่ให้ความดันแก่ระบบเครื่องยนต์ที่ความดัน 20,25,30 และ 35 บรรยากาศ โดยกำลังงานสูงสุดที่ได้ออกมาจากอุปกรณ์ขยายตัวความดันสูงและต่ำนั้นความเร็วรอบจะไม่เท่ากันเมื่อนำมาเปรียบเทียบพบว่าอากาศความดัน 30 บรรยากาศอุณหภูมิห้อง จ่ายให้กับ เครื่องยนต์ จะได้กำลังสูงสุดรวมประมาณ 752 วัตต์ โดยอุปกรณ์ขยายตัวขั้นสูงจะได้กำลังงาน 252 วัตต์ ที่ความเร็วรอบ 1,925 รอบต่อนาที แรงบิด 1.25 นิวตันเมตร สำหรับอุปกรณ์ขยายตัวขั้นต่ำจะได้กำลังงาน 500 วัตต์ ที่ความเร็วรอบ 1,475 รอบต่อนาที แรงบิด 3.24 นิวตันเมตร ประสิทธิภาพเชิงกลของเครื่องยนต์ที่ภาระในผลการทดลองเมื่อเทียบกับขบวนการ Isothermal จะได้ 7.7% จากผลการทดลองได้ผลเป็นที่น่าพอใจพอสมควร

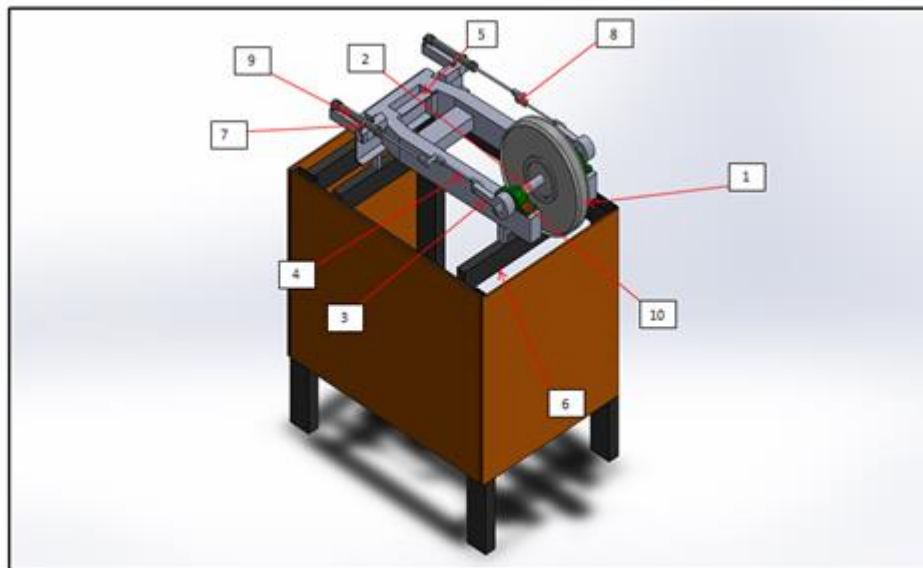
อัครรัตน์ พูลกระจำง (2550) ได้ทำการวิจัยเรื่องการออกแบบและสร้างชุดทดลองเครื่องยนต์สเตอร์ลิงโดยใช้อากาศร้อน พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นเรื่อย ๆ ตามลำดับ จนถึงอุณหภูมิทำงานสูงสุดแล้วนำค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนอัตราส่วนการอัด พลังงานเชิงความร้อน และกำลังงานของชุดทดลอง จากผลการทดลองพบว่า เครื่องยนต์สเตอร์ลิงเริ่มทำงานได้เองที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสขึ้นไป โดยมีความเร็วรอบเริ่มต้นเท่ากับ 860 รอบต่อนาที และที่อุณหภูมิสูงสุด 250 องศาเซลเซียส เครื่องยนต์จะมีความเร็วรอบสูงสุดเท่ากับ 2,790 รอบต่อนาที อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 38 องศาเซลเซียสและมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนต่ำสุดร้อยละ 15.82 และสูงสุดร้อยละ 39.20 และพบว่าความแตกต่างของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้ความเร็วรอบและประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงขึ้น ซึ่งค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ และค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนแปรผัน ตามความแตกต่างของอุณหภูมิ

วิธีการวิจัย

- ศึกษาทฤษฎีที่ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ
- ค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กำลังศึกษาจากหลาย ๆ ด้าน เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องยนต์อากาศอัด
- ออกแบบและเขียนแบบชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบเครื่องยนต์อากาศอัด
- ออกแบบวงจรควบคุมโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์
- ดำเนินการสร้างเครื่องยนต์อากาศอัดพิจารณาจากการศึกษาค้นคว้าและออกแบบชิ้นส่วน
- ทดสอบการทำงานของเครื่องยนต์อากาศอัด
- ปรับแต่งแก้ปัญหการทำงานของเครื่องยนต์อากาศอัด
- ทดสอบการทำงานของเครื่องยนต์อากาศอัด หลังจากการปรับแต่ง
- เก็บข้อมูลที่ได้จากการทดลองพร้อมกับปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดของเครื่องยนต์อากาศอัด

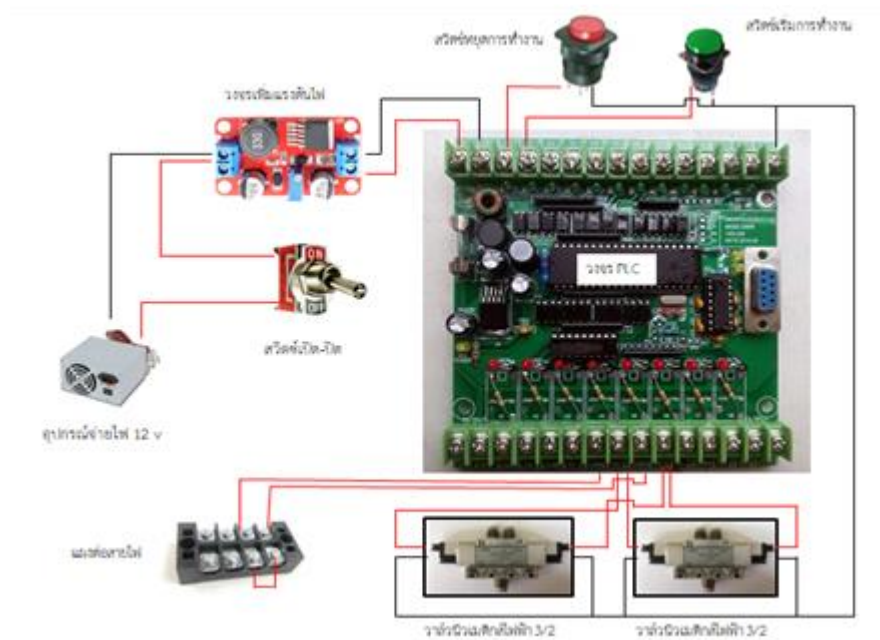
- ทดสอบการทำงานของเครื่องยนต์อากาศยาน ปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ตามขอบเขตที่วางไว้
 - เก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งสรุปผลการทดลอง
- ขั้นตอนในการสร้างชุดทดสอบเครื่องยนต์อากาศยาน

1. ทำการออกแบบโครงสร้างชุดทดสอบเครื่องยนต์อากาศยานตามภาพที่ 2 โดยมี ส่วนประกอบดังนี้ 1. ล้อตุนกำลัง 2. เพลา 3. ข้อเหวี่ยง 4. ก้านต่อ 5. สวิงอาร์ม 6. โครงสร้าง 7. ปลอกรัด 8. ลูกหมากปีกนก 9. กระจับอกสูบ 10. ตลับลูกตุ้มกตา



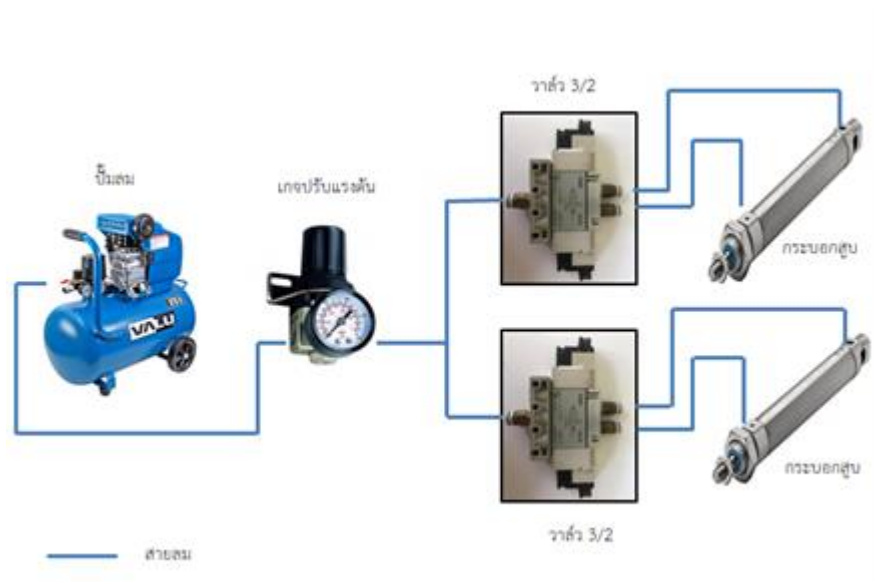
ภาพที่ 2 แบบโครงสร้างเครื่องยนต์อากาศยาน

2. ออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์อากาศยาน โดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิก คอลโทรลเลอร์ (PLC) ควบคุมจังหวะการจ่ายอากาศอัดให้กับกระจับอกสูบ โดยใช้วาล์วนิวเมติกส์ ไฟฟ้าแบบ 3/2 จำนวน 2 ตัว ตามภาพที่ 3 (ปิยดน้อย ภาชนะพรรณ, 2562)



ภาพที่ 3 วงจรไฟฟ้าของเครื่องยนต์

3. ประกอบวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์อากาศอัด ในส่วนของระบบวงจรระบบนิวเมติกส์วาล์วนิวเมติกส์ ไฟฟ้าแบบ 3/2 ควบคุม กระบอกสูบ โดยจำนวน 2 ตัว ตามภาพที่ 4



ภาพที่ 4 วงจรระบบนิวเมติกส์

4. ประกอบโครงสร้างของเครื่องยนต์อากาศอัด โดยทำการเชื่อมต่อแกนของกระบอกสูบ ทั้งสองตัวเข้ากับเพลาค้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ ซึ่งเพลาค้อเหวี่ยงที่ยึดกับตลับลูกปืนจำนวน 2 ตัว ตามภาพที่ 5



ภาพที่ 5 โครงสร้างเครื่องยนต์อากาศยาน



ภาพที่ 6 เครื่องยนต์อากาศยานที่เสร็จสมบูรณ์

5. ทำการประกอบโครงสร้างของเครื่องยนต์อากาศยาน วงจรควบคุม ระบบนิวมेटิกส์ เข้าด้วยกันตามภาพที่ 6

ผลการวิจัย

ทดสอบการทำงานของเครื่องยนต์อากาศอัด โดยใช้ความดันอากาศที่ 0.3 MPa ทำการวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ วัดแรงบิดของเครื่องยนต์ ทำการทดลองทั้งหมดจำนวน 5 ครั้งมีผลที่ได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลลัพธ์จากการทดลองเครื่องยนต์ ที่ความดัน 0.3 MPa รัศมีล้อช่วยแรง = 0.150 m

ครั้งที่	ความต่างของแรงดึงจากตาชั่ง (kg)	แรงบิดเครื่องยนต์ (Nm)	ความเร็วรอบ (rpm)	กำลังเครื่องยนต์ (W)
1	0.340	0.500	110	564.33
2	0.490	0.721	108	489.25
3	0.550	0.809	103	523.55
4	0.495	0.728	108	494.00
5	0.560	0.824	109	345.40
เฉลี่ย	0.487	0.716	107	483.30

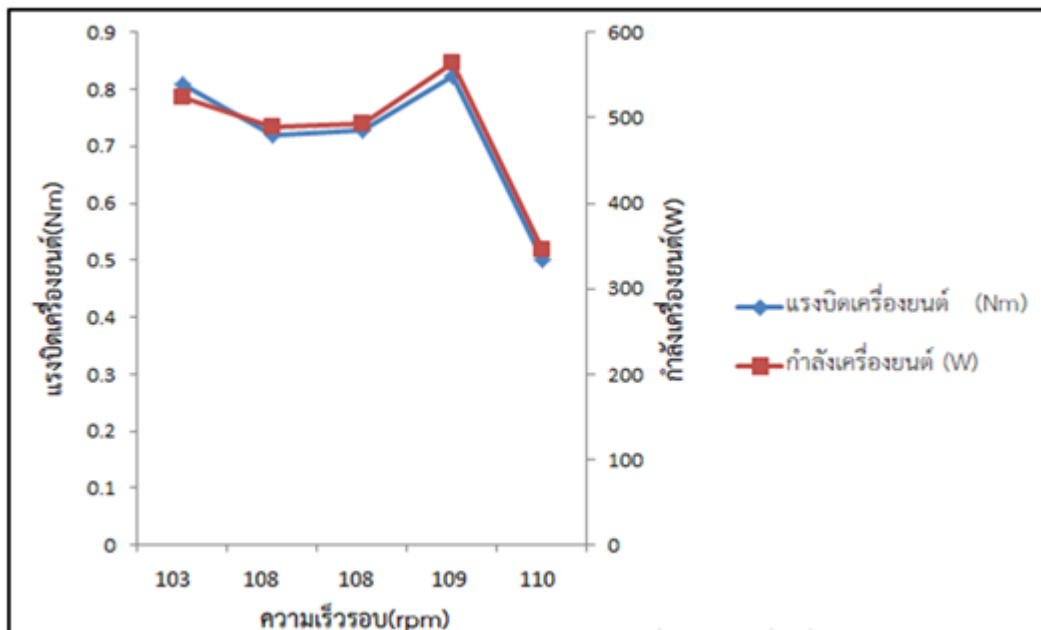
ทดสอบการทำงานของเครื่องยนต์อากาศอัด โดยใช้ความดันอากาศ ที่ 0.2 MPa ทำการวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ วัดแรงบิดของเครื่องยนต์ ทำการทดลองทั้งหมดจำนวน 5 ครั้งมีผลที่ได้ตามตาราง 2

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์จากการทดลองเครื่องยนต์ ที่ความดัน 0.2 MPa รัศมีล้อช่วยแรง = 0.150 m

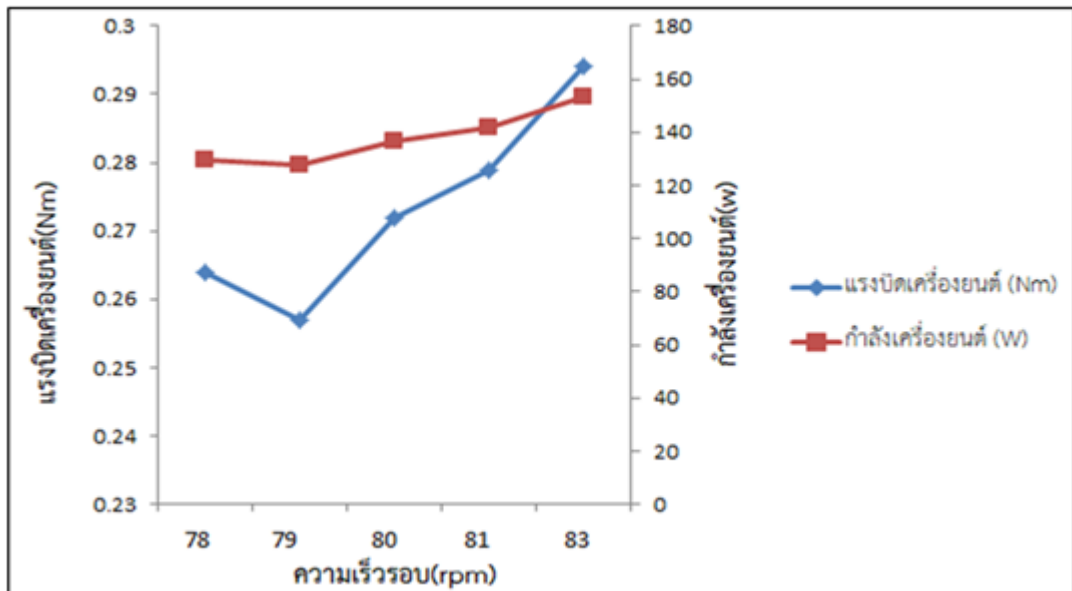
ครั้งที่	ความต่างของแรงดึงจากตาชั่ง (kg)	แรงบิดเครื่องยนต์ (Nm)	ความเร็วรอบ (rpm)	กำลังเครื่องยนต์ (W)
1	0.180	0.264	78	129.38
2	0.200	0.294	83	153.32
3	0.190	0.279	81	141.99
4	0.175	0.257	79	127.56
5	0.185	0.272	80	136.72
เฉลี่ย	0.186	0.273	80	137.79

อภิปรายผล

การทดสอบเครื่องยนต์อากาศยานที่ใช้ความดัน 0.3 MPa โดยทำการทดสอบ 5 ครั้ง ผลการทดสอบของเครื่องยนต์อากาศยานจะได้ความเร็วรอบสูงสุดที่ 110 rpm. ความเร็วรอบเฉลี่ยจะอยู่ที่ 107 rpm แรงบิดของเครื่องยนต์สูงสุด 0.824 Nm. โดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ 0.716 Nm. กำลังของเครื่องยนต์สูงสุด 564.33 watt โดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ 483.30 watt เครื่องยนต์อากาศยานที่ใช้ความดัน 0.2 MPa โดยทำการทดสอบ 5 ครั้ง ผลการทดสอบของเครื่องยนต์อากาศยานจะได้ความเร็วรอบสูงสุดที่ 83 rpm ความเร็วรอบเฉลี่ยจะอยู่ที่ 80 rpm แรงบิดของเครื่องยนต์สูงสุด 0.294 Nm. โดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ 0.273 Nm. กำลังของเครื่องยนต์สูงสุด 153.32 watt โดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ 137.79 watt ที่ความดัน 0.3 MPa แรงบิดเครื่องยนต์สูงสุดที่ 0.824 Nm. ที่ความเร็วรอบ 109 rpm กำลังเครื่องยนต์สูงสุดที่ 564.33 watt แรงบิดเครื่องยนต์ต่ำสุดที่ 0.500 Nm. ที่ความเร็วรอบ 110 rpm กำลังเครื่องยนต์ต่ำสุดที่ 345.40 watt เป็นค่าการจ่ายความดันที่ดีที่สุด สามารถนำมาเป็นค่ามาตรฐานที่ใช้ในการป้อนอากาศยานให้กับเครื่องยนต์



ภาพที่ 7 เปรียบเทียบระหว่างความเร็วรอบ กับแรงบิดเครื่องยนต์
และกำลังเครื่องยนต์ที่ความดัน 0.3 MPa



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบระหว่างความเร็วรอบกับแรงบิดเครื่องยนต์
และกำลังเครื่องยนต์ที่ความดัน 0.2 MPa

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากข้อมูลการวิจัยที่ได้ในครั้งนี้สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปต่อยอดและพัฒนาไปใช้ประโยชน์
ควรเพิ่มกำลังงานทางด้านเอาต์พุตให้ได้ 1 กิโลวัตต์ เพื่อใช้เครื่องยนต์อากาศอัดเป็นเครื่องยนต์
สำหรับยานยนต์ขนาดเล็ก ที่มีกำลังขนาด 1.5 แรงม้า โดยใช้ความดันที่ 0.3 MPa และ งานวิจัยครั้ง
ต่อไปจึงควรเป็นการปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องยนต์เพื่อลดการการสูญเสีย เป็นการเพิ่มสมรรถนะ
ของเครื่องยนต์อากาศอัด

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรเลือกใช้วาล์วลมแบบ Set by solenoid Reset by Spring
2. ควรป้องกันการกระแทกของจุดยึดระหว่างก้านสูบของกระบอกนิวเมติกส์กับล้อตุ่นกำลัง

เอกสารอ้างอิง

ฉัตรชัย ธิบรรณทรัพย์. (2560). **ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่อง PLC**. กรุงเทพฯ: Advance Electronic Training Center.

ฐิตารีย์ ถมยา. (2546). **นิวเมติกส์และนิวเมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์. (2547). **นิวเมติกส์อุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

- ธีรศิลป์ ทุมวิภาต. (2545). **เรียนรู้ PLC เบื้องต้นด้วยตัวเอง**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- นครินทร์ คฤหาสสุวรรณ. (2556). **หลักการเขียน Ladder Diagram และคำสั่งพื้นฐาน**.
กรุงเทพฯ: Mechatronic PLCHMI Senvo Inverter.
- บริษัท เอ็มแอนอี จำกัด. (2544). **คู่มือวิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical Engineering Quick Reference) (ฉบับปรับปรุงแก้ไข)**. กรุงเทพฯ: บริษัท เอ็มแอนอี จำกัด.
- ปิยฉัย ภาชนะพรรณ. (2562). **คู่มือปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์การควบคุมด้วยพีแอลซี (PLC Control)**. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร Electrical and Computer Engineering Laboratory.
- ภูพิงค์ แต่ปีติกุล และ วิทยา ยงเจริญ. (2554). **การศึกษาเครื่องยนต์ที่มีอากาศอัดเป็นต้นกำลัง**.
วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 8(1): 60-61.
- มงคล อาทิพานุ. (2543). **นิวมेटิกส์ 1**. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- วิวิธ อิงภากรณ์ และ ชาญ ถนังงาน. (2544). **การออกแบบเครื่องจักรกล**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น
จำกัด.
- สมาน เสงงาม. (2542). **กำลังของไหล**. เอกสารประกอบการสอนคณะวิศวกรรมศาสตร์.สงขลา:
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

การเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์มิตซูบิชิ
4G37 ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 กับ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG
Comparison of Fuel Consumption of Mitsubishi Engines
4G37, Using Gasohol 91 with Liquefied Petroleum Gas LPG

ณภาคม ศรีคช¹ สุนันท์ สุนโทย²

¹คณบดีวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, E-mail: napakom@northcm.ac.th

²คณบดีวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, E-mail: sunan@northcm.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์มิตซูบิชิ 4G37 ขนาด 1,800 CC โดยเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 กับเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG ในการทดสอบนี้จะใช้ความเร็วขณะวิ่งเฉลี่ย ที่ 60 ถึง 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ใช้ระยะทางในการทดสอบเฉลี่ย 30 กิโลเมตรต่อครั้งสามารถวิ่งได้ระยะทาง 900 กิโลเมตรต่อการเติมน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 ที่มีมูลค่า 3,000 บาท และใช้ระยะทางอ้างอิงที่ 900 กิโลเมตรที่วิ่งทดสอบด้วย การเติมน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 ที่มีมูลค่า 938 บาท จากการทดสอบดังกล่าวทำให้เราสามารถลดค่าใช้จ่ายต่อเดือนได้ประมาณ 2,062 บาท หากวิ่งที่ระยะทางประมาณ 900 กิโลเมตร และมีจุดคุ้มทุนหลังการติดตั้ง 7.2 เดือน จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เราสามารถเลือกได้อย่างมีเหตุผล

คำสำคัญ: ระบบก๊าซในรถยนต์ เอ็นจีวี เอลพีจี

Abstract

This research aims to study the fuel consumption of Mitsubishi engines 4G37 1,800 cc. by comparison between gasohol 91 with liquefied petroleum gas (LPG). In this test, the speed while running at 60 to 90 kilometers per hour. Use the average distance in the test, 30 kilometers per time, can run a distance of 900 kilometers. per refueling of gasohol 91 valued at 3,000 baht. and using a reference distance of 900 kilometers that was tested with LPG liquefied petroleum gas filling at a value of 938 baht. From such testing, we can reduce the monthly cost by about 2,062 baht if running at a distance of about 900 kilometers. and have a break-even point after installation of 7.2 months, Therefore, it is another option that we can choose rationally.

Keywords: car gas system, NGV, LPG

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีแหล่งทรัพยากรธรรมชาติด้านพลังงานอยู่น้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศจึงจำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานโดยเฉพาะน้ำมันดิบจากต่างประเทศทุก ๆ ปี ด้วยมูลค่าปีละหลายแสนล้านบาท โดยเฉพาะน้ำมันเบนซินที่มีความต้องการเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและในปัจจุบันราคาน้ำมันเบนซินมีราคาสูงมากกล่าวคือราคาน้ำมันวันนี้รายงานโดยส่วนปิโตรเลียม สทพ. (ออนไลน์) น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 ราคาต่อลิตรอยู่ที่ 39.08 บาทและราคาน้ำมันเบนซิน 95 ราคาหน่วยต่อลิตรอยู่ที่ 39.35บาท นอกจากนี้ราคาน้ำมันยังมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จรรยา เงินมูล (2543) ขณะเดียวกันประเทศไทยยังได้รับผลกระทบจากความผันผวนของราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นเชื้อเพลิงก๊าซ LPG เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ผู้บริโภคสามารถเลือกใช้ควบคู่ไปกับน้ำมันเบนซิน 91 เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในสถานะที่เศรษฐกิจผันผวน อีกทั้งการเผาไหม้เชื้อเพลิง LPG จะมีการปล่อยก๊าซพิษ และเขม่าควันน้อยกว่า เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน ไนโตรเจนออกไซด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ จึงเป็นเชื้อเพลิงที่ช่วยลดการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกได้ อย่างไรก็ตาม การตัดสินใจเลือกใช้พลังงานทางเลือกใหม่ชนิดใดก็ตาม ควรมีการศึกษาคุณสมบัติ ข้อดี ข้อเสีย ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง มาเปรียบเทียบกัน ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง โดยนำผลจากการศึกษามาช่วยในการตัดสินใจ หรือเป็นทางเลือกให้กับผู้ใช้งานต่อไปเพื่อให้ได้พลังงานที่คุ้มค่ากับการใช้งานมากที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 กับก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG
2. เพื่อเป็นทางเลือกการใช้เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีนในเชิงเศรษฐศาสตร์

แนวคิด

1. ปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจเลือกใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในรถยนต์
 1. ด้านเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว(LPG)
 2. ด้านราคาก๊าซปิโตรเลียมเหลว(LPG)
 3. ด้านสถานีบริการจำหน่ายก๊าซปิโตรเลียมเหลว(LPG)
 4. ด้านการส่งเสริมการตลาด

5. ด้านประสิทธิภาพและคุณภาพการให้บริการ
2. ปัญหาในการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว(LPG)
 1. เครื่องยนต์สตาร์ทติดยาก
 2. เครื่องยนต์มีเสียงดัง
 3. เครื่องยนต์ต้องได้รับการปรับแต่งบ่อยกว่าเดิม
 4. ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น
 5. อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบเชื้อเพลิงเสียเร็วขึ้น
 6. อุปกรณ์ตัววัดระดับก๊าซ มีความไม่แน่นอน
 7. ราคาก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)
 8. คุณภาพของการบริการจากสถานีจำหน่ายก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ที่ต่างกัน
 9. การได้รับข้อมูลเกี่ยวกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) อย่างไม่ถูกต้องและเพียงพอ
 10. ความรู้สึกว่าผู้ใช้มีสุขภาพไม่ดีจากการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในรถยนต์

ทฤษฎี

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องครอบคลุมการศึกษาด้านก๊าซธรรมชาติและการลงทุน

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานกระทรวงพลังงาน ค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2565. ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลอย่างหนึ่ง เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิตตามชั้นหิน ดิน และในทะเลหลายร้อยล้านปีมาแล้ว เช่นเดียวกับน้ำมัน และ เนื่องจากความร้อนและความกดดันของผิวโลกจึงแปรสภาพเป็นก๊าซ ซึ่งพบได้ในแอ่งใต้พื้นดิน หรืออาจพบร่วมกับน้ำมันดิบ หรือคอนเดนเสท โดยคาดว่าจะแหล่งพลังงานหลัก ที่จะนำมาใช้ ได้อีกประมาณ 60 ปีข้างหน้า ปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้วทั่วโลกเมื่อปีพ.ศ. 2541 มีปริมาณ 5,086 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต โดยพบมากที่สุดในประเทศเวียตติ่ม มีปริมาณ 1,700 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต รองลงมาคืออิหร่าน 810 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต และกาตาร์ 300 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต

ก๊าซธรรมชาติสามารถเก็บบรรจุได้ 2 สถานะคือก๊าซธรรมชาติเหลว (Liquefied Natural Gas: LNG) โดย LNG จะเก็บอยู่ในถังที่อุณหภูมิประมาณ -160 องศาเซลเซียส ภายใต้อุณหภูมิต่ำ ภาชนะที่ใช้ บรรจุจะมีลักษณะพิเศษเป็นพวก Cryogenic Tank การเก็บอีกสถานะหนึ่งคือก๊าซธรรมชาติอัด ซึ่ง เก็บบรรจุไว้ในถังทรงกระบอกความดันสูง ปกติจะอัดไว้ภายใต้อุณหภูมิ 2,400 ปอนด์ / ตารางนิ้ว เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนสำหรับน้ำมันก๊าซโซลีน หรือดีเซลในรถยนต์มีค่าออกเทนนิ่มเบอร์ ประมาณ 120 จึงสามารถใช้ทดแทนน้ำมันก๊าซโซลีนได้และใช้ได้ผลดีกับ เครื่องยนต์ที่มีอัตราส่วน การอัด (Compression Ratio) สูงกว่า 14 : 1 เผาไหม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะอาด

จึงช่วยลด ปัญหามลภาวะลงได้ไม่เป็นพิษ ต่อร่างกาย(Non-Tonic fuel) ยกเว้นจะมีอันตรายก็ต่อเมื่อเกิดการรั่ว ของ CNG เป็นเวลานานในสภาพที่ปราศจากออกซิเจน

ก๊าซแอลพีจี (Liquefied Petroleum Gas: LPG) หรือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว คือ พลังงานธรรมชาติประเภทหนึ่งที่ชาวบ้านทั่วไปรู้จักกันในนาม "ก๊าซหุงต้ม" เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เบากว่าน้ำแต่หนักกว่าอากาศจึงลอยอยู่ในระดับต่ำ มีการสะสมและลุกไหม้ได้ง่าย ดังนั้น เมื่อมีการนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ จึงมีข้อกำหนดให้เติมสารมีกลิ่น เพื่อเป็นการเตือนภัย หากเกิดการรั่วไหลขึ้น

ในประเทศไทยก๊าซหุงต้มหรือแอลพีจี ได้มาจากการกลั่นน้ำมันและบ่อก๊าซธรรมชาติ ในสัดส่วนที่เท่าๆ กัน(ปตท. ยังมีเหลือจัดส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศด้วยนะ) ก๊าซหุงต้มมีคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ได้ก็คือ เป็นก๊าซที่มีค่าออกเทนสูงโดยธรรมชาติ มีสองสถานะคือ มีสภาพเป็นก๊าซและเป็นของเหลว ซึ่งก๊าซแอลพีจีจะถูกบรรจุเป็นของเหลวใส่ถังภายใต้แรงดันสูง (แต่ยังต่ำกว่า เอ็นจีวี) เพื่อให้ขนถ่ายง่าย เมื่อนำไปใช้งานจะกลายเป็นไอ

นอกจากจะนิยมใช้แอลพีจีในครัวเรือนแล้ว ปัจจุบันยังมีการนำก๊าซแอลพีจีมาใช้แทนน้ำมันเบนซิน ในรถยนต์ เนื่องจากราคาถูกกว่าและมีค่าออกเทนสูงถึง 105 ทำให้เมื่อนำมาใช้กับรถยนต์แล้วมีประสิทธิภาพสูง สมรรถนะทัดเทียมกับรถที่ใช้ระบบน้ำมันเดิม จนผู้ขับขี่ไม่มีความรู้สึกแตกต่างระหว่างการใช้น้ำมันหรือก๊าซแอลพีจี

คุณสมบัติของก๊าซแอลพีจี

1. ก๊าซแอลพีจี อยู่ในรูปของเหลว และมีความดันต่ำ ถึงก๊าซแอลพีจีมีความหนาแน่นมากกว่าถึงน้ำมันเบนซินมาก ทำให้โอกาสที่จะเกิดการระเบิด จากถังเนื่องจากการชนเป็นไปได้น้อย
2. ก๊าซแอลพีจี ไม่ก่อให้เกิดสารตกค้างใด ทำให้การจุดระเบิดสะอาดหมดจด และยืดอายุการใช้งานได้
3. ก๊าซแอลพีจี มีออกเทนสูงกว่าน้ำมันเบนซิน จึงส่งผลให้การสตาร์ทและการทำงานของเครื่องยนต์มีความสมบูรณ์มากขึ้น
4. ราคาค่าก๊าซถูกกว่าน้ำมันเบนซินหรือดีเซล ทั้งปัจจุบันและอนาคต
5. ช่วยป้องกันปัญหาที่เรียกว่ารถกินน้ำมันเครื่อง เพราะการสึกหรอของชิ้นส่วน เมื่อใช้ก๊าซมีน้อยกว่า
6. ยืดอายุการใช้งานของเครื่องยนต์
7. เครื่องยนต์เดินได้ราบเรียบกว่าในรอบที่ต่ำกว่า ถ้าหากได้รับการติดตั้งอย่างถูกวิธี

ข้อควรระวังสำหรับการใช้ LPG ในรถยนต์

1. ต้องรู้ว่าก๊าซหุงต้มคือ ก๊าซ ที่หนักกว่าอากาศ เมื่อมีการรั่วซึมจะเกาะกลุ่มกันอยู่บนพื้นในระดับต่ำ
2. ควรจะต้องตรวจเช็คการรั่วซึมตามจุดต่างๆ อย่างน้อยปีละสองครั้ง

3. ก่อนที่จะมีการถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์ในระบบก๊าซจะต้องปิดวาล์วที่ถังก๊าซให้สนิท
 4. จะต้องไม่เติมก๊าซมากกว่าร้อยละแปดสิบของความจุของถัง
 5. ในการเติมก๊าซทุกครั้งอาจจะมีการรั่วซึมออกมานิดหน่อยตรงหัวเติมก๊าซ ให้ระวังประกายไฟในขณะนั้น
 6. การจอดรถหลังเลิกใช้งานเมื่อจอดรถในที่จอด เช่น โรงรถ ควรจะปิดวาล์วที่ถังแก๊ส
 7. โรงจอดรถถ้าเป็นไปได้ควรจะเป็นที่ ๆ มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก โดยเฉพาะในระดับพื้นดินต้องโปร่งโล่ง
 8. ถ้านำรถที่ใช้ก๊าซเข้าตรวจเช็คสภาพรถยนต์ตามปกติ ควรจะให้มีก๊าซในถังเหลือน้อยที่สุด
 9. ในรถรุ่นที่ต้องปรับตั้งลิ้นไอดีไอเสียแบบกลไก ก็จะต้องมีการปรับตั้งระยะห่างของลิ้นตามปกติอย่างเข้มงวด
 10. LPG จะถูกเผาไหม้ช้ากว่าน้ำมันเบนซิน การปรับตั้งไฟจุดระเบิดจึงต้องปรับตั้งล่วงหน้าเพื่อจะเผาไหม้ได้หมดจด
 11. LPG ต้องใช้ประกายไฟจากหัวเทียนเข้มข้นกว่าที่ใช้ในน้ำมันเบนซิน จึงต้องเลือกใช้หัวเทียนให้ถูกต้องกับค่าความร้อน
 12. LPG มีค่าอ็อกเทนประมาณ 91 ถึง 125 รถที่จะติดตั้งก๊าซหุงต้ม ควรจะมีอัตราส่วนกำลังอัดตั้งแต่ 10:1 ขึ้นไปจึงจะใช้ประสิทธิภาพของก๊าซได้อย่างคุ้มค่า
- นิรนาม (2549) อย่างไรก็ตาม รถยนต์ที่ใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG ถ้าวิเคราะห์กันในเรื่องของความปลอดภัยแล้ว มีความปลอดภัยมากเทียบเท่ากับรถที่ใช้ น้ำมันเบนซิน โดยเฉพาะในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุจากการชนทั้งหน้าหรือท้ายรถ วาล์วนิรภัยจะทำการปิดล๊อคทันทีโดยอัตโนมัติ เมื่อมีก๊าซรั่วไหลออกจากถังในอัตราที่ผิดปกติจากการใช้งานในขณะที่ถังน้ำมันเบนซิน เมื่อถูกชนยังมีโอกาสแตกรั่วทำให้น้ำมันรั่วไหลลงพื้น
- ก่อนนำรถที่ใช้งานอยู่เป็นประจำไปติดตั้งก๊าซแอลพีจี ควรจะปรับปรุงเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ที่สุดเสียก่อน รถยนต์ทุกวันนี้แม้จะเป็นรถยนต์ที่ถูกพัฒนาให้ทันสมัยด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง อุปกรณ์ในการติดตั้งก๊าซ และกรรมวิธีในการติดตั้งก็ได้รับการพัฒนาให้ตามทันกับการพัฒนาของรถยนต์ ไม่ว่าจะเป็นการติดตั้งในระบบดูดหรือในระบบฉีด ก็ไม่มีปัญหาสำหรับการใช้งานอีกต่อไป การวิตกกังวลกับเรื่องการสึกหลอของเครื่องยนต์เมื่อใช้ก๊าซนั้นในเทคโนโลยีของปัจจุบัน ไม่ใช่ปัญหาที่จะต้องนำมาขบคิดกันอีกต่อไป
- ในประเทศอื่นทั่วโลก มีรถยนต์ที่ติดตั้งก๊าซ LPG ที่ใช้ร่วมกับน้ำมันเบนซินมากเป็นล้าน ๆ คันแล้ว โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศยุโรปที่เข้มงวดกวดขันในเรื่องของสิ่งแวดล้อม เพราะก๊าซ คือพลังงานที่สะอาด และประหยัด อย่างรอช้าหากท่านคิดจะติดตั้งก๊าซ LPG ในรถยนต์ของท่าน เพราะในภาวะ

ที่ราคาของน้ำมันมีแต่ปรับราคาขึ้นเป็นรายวัน ทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับวันนี้ ติดตั้งก๊าซ น่าจะเป็นทางเลือกที่คุ้มค่าแม้ว่าจะต้องมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการติดตั้งก็ตาม

จุดเด่นของแอลพีจี

1. ค่าติดตั้งถูกกว่า ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ ถ้าเป็นระบบดูดก๊าซ (Mixer) มีค่าใช้จ่าย 15,000-28,000 บาท ส่วนระบบฉีดก๊าซ (Injection) มีค่าใช้จ่ายราว ๆ 35,000-43,000 บาท
2. มีความจุก๊าซมากกว่า กล่าวคือ ถังก๊าซที่มีขนาดเท่ากัน แต่แอลพีจีสามารถบรรจุปริมาณก๊าซได้มากกว่ามีสถานีบริการ จำนวนแพร่หลายมากกว่า

ข้อด้อยแอลพีจี

1. เป็นก๊าซที่ติดไฟง่ายกว่าเอ็นจีวี มีราคาสูงกว่า
2. ภาครัฐมีแผนที่จะปล่อยราคาก๊าซให้ลอยตัวเป็นไปตามกลไกตลาด ซึ่งจะส่งผลให้ก๊าซแอลพีจี มีราคาสูงขึ้นอีกในอนาคต

กุลรัศมี พิพัฒจิรโชติ . (2550). วิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลได้ทางเอกชน (Private cost-benefit analysis) โดยวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันผลตอบแทนสุทธิ (NPV) และ จุดคุ้มทุน (Break even analysis) แบ่งออกเป็น กรณีราคาเชื้อเพลิง ณ ปัจจุบัน และกรณีราคาเชื้อเพลิงเป็นราคาตลาดโลก และวิเคราะห์ผลได้ภายนอก (External benefit) ของการใช้ก๊าซ LPG และก๊าซ CNG แทนน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์ โดยรถยนต์ที่ทำการศึกษา ได้แก่ รถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน และรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซล การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลได้ทางเอกชน กรณีราคาเชื้อเพลิง ณ ปัจจุบัน พบว่า รถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน และเครื่องยนต์ดีเซล เมื่อเปลี่ยนมาใช้ก๊าซ LPG และก๊าซ CNG ค่าปัจจุบันผลตอบแทนสุทธิจะแปรผันตามอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและระยะทางการใช้รถยนต์ และการเปลี่ยนมาใช้ก๊าซ CNG จะคุ้มค่ามากกว่าเปลี่ยนมาใช้ก๊าซ LPG กรณีราคาเชื้อเพลิงเป็นราคาตลาดโลกพบว่า ค่าปัจจุบันผลตอบแทนสุทธิจะลดลงจากกรณีราคาเชื้อเพลิงคงที่ประมาณ 43%-73% ทำให้รถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลเมื่อเปลี่ยนมาใช้ก๊าซ LPG และก๊าซ CNG มีค่าปัจจุบันผลตอบแทนสุทธิเป็นลบ คือไม่มีความเหมาะสมในการเปลี่ยนมาใช้ก๊าซ LPG และก๊าซ CNG ส่วนรถยนต์เครื่องยนต์เบนซินยังคงเหมาะสมในการเปลี่ยนมาใช้ก๊าซ LPG และก๊าซ CNG การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน เป็นการวิเคราะห์ว่าราคาขายปลีกก๊าซ LPG และก๊าซ CNG สามารถเพิ่มสูงขึ้นได้ถึงระดับใดที่ทำให้การใช้ก๊าซ LPG และก๊าซ CNG ยังคงมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์ โดยพบว่า ก๊าซ CNG สามารถมีระดับราคาขายปลีกที่เพิ่มสูงขึ้นได้มากกว่าราคาขายปลีกก๊าซ LPG การวิเคราะห์ผลได้ภายนอก โดยการประเมินมูลค่ามลพิษในอากาศที่เปลี่ยนแปลงของรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลที่เปลี่ยนมาใช้ ก๊าซ CNG แทนน้ำมันเชื้อเพลิง พบว่า ฝุ่นละออง (Particulate matter) และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน มีปริมาณลดลง ทำให้มีต้นทุนความเสียหายที่เกิดจากมลพิษรวมลดลง ส่วนรถยนต์เบนซินที่เปลี่ยนมาใช้ก๊าซ LPG และก๊าซ CNG แทนน้ำมันเชื้อเพลิง พบว่า

คาร์บอนมอนอกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์ มีปริมาณลดลง แต่ต้นทุนความเสียหายที่เกิดจากมลพิษรวมมีทั้งลดลงและเพิ่มขึ้น เนื่องจากมลพิษบางชนิดมีปริมาณเพิ่มขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกราช คุ้มฉนวนวิช (2554) ศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมการเลือกใช้เชื้อเพลิงทดแทนการใช้น้ำมันเบนซินของรถยนต์ส่วนบุคคลระหว่างก๊าซ NGV และแก๊ส LPG ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าผู้ที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซ NGV และแก๊ส LPG มีเหตุผลที่เลือกนาระบบก๊าซ NGV และแก๊ส LPG มาใช้ในรถยนต์ คือต้องการลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงซึ่งสอดคล้องกับบทความที่เขียนขึ้นโดยทีมงาน LPG TECH (2556) ที่ทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างก๊าซ LPG ก๊าซ NGV และน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในระยะเท่ากัน คือ 3,000 กม./เดือน และพบว่า การใช้ก๊าซ LPG และ ก๊าซ NGV มีความประหยัดกว่าการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

นัฐวุฒิ กาญจนเรืองโรจน์ (2552) ศึกษาเรื่องการตัดสินใจติดตั้งระบบก๊าซ LPG และ ก๊าซ NGV ในรถยนต์ นอกจากจะคำนึงถึงความประหยัดในส่วนของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเชื้อเพลิงแล้ว มีความคิดว่าการที่เลือกติดตั้งระบบใช้ก๊าซ LPG และก๊าซ NGV ในรถยนต์ส่วนบุคคล นั้น ต้องมีการตัดสินใจอย่างรอบครอบและต้องได้รับการยอมรับจากบุคคลส่วนใหญ่ในครอบครัวด้วย จึงทำการศึกษาเปรียบเทียบความคิดเห็นและพฤติกรรมการใช้ก๊าซ LPG และก๊าซ NGV ในกลุ่มผู้ใช้รถยนต์นั่งส่วนบุคคล ในจังหวัดปทุมธานี พบว่ากลุ่มผู้ใช้ก๊าซ LPG และก๊าซ NGV มีบุคคลในครอบครัวเป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจใช้ก๊าซ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการตัดสินใจของผู้บริโภค ที่เป็นการตัดสินใจโดยให้ผู้ที่ทำหน้าที่ที่จะต้อง ปฏิบัติตามผลของการตัดสินใจนั้น ได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและให้ข้อมูลการตัดสินใจโดยกลุ่มบุคคลนี้ เหมาะสำหรับการตัดสินใจในเรื่องที่ยุ่ยากซับซ้อนหรือเรื่องที่ไม่ใช่ข้อมูลข่าวสารเพียงพอหรือยังขาดประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ หรือไม่มี ความชำนาญ ทางด้านนั้นอย่างเพียงพอจึงจำเป็นต้องฟังความคิดเห็นจากผู้ที่มีความรู้และ ประสบการณ์ แล้วประมวลความคิดเห็นเหล่านั้นมาเป็นสิ่งกำหนดการตัดสินใจ ซึ่งกลุ่มบุคคลดังกล่าว ในที่นี้ก็หมายบุคคลในครอบครัวที่มีส่วนเกี่ยวข้องและมีการใช้รถยนต์คันที่ตัดสินใจติดตั้ง LPG และ ก๊าซ NGV รวมกัน

พิชามณูชู่ เจริญกิจ (2551) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจเลือกใช้ก๊าซ LPG ในรถยนต์ กรณีศึกษาผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ การศึกษาเพื่อทราบถึง ประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้ก๊าซ LPG ในรถยนต์ของผู้ตัดสินใจเลือกใช้ระบบก๊าซ LPG และเพื่อ ศึกษาถึงความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจเลือกใช้ก๊าซ LPG ในรถยนต์ส่วนบุคคลอีกทั้งเพื่อศึกษาถึงปัญหา ที่ทำให้ผู้เลือกใช้ก๊าซ LPG เกิดความไม่พอใจในการใช้ระบบก๊าซ LPG ขอบเขตของการศึกษาผู้ใช้ รถยนต์ส่วนบุคคลที่ได้ทำการติดตั้งก๊าซและใช้ระบบก๊าซ ผลจากการศึกษาพบว่าผู้ใช้เป็นผู้ชาย มากกว่าผู้หญิง ซึ่งเป็นผู้ที่สมรสที่ประกอบอาชีพธุรกิจ โดยจากการสำรวจพบว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล

ที่มีการติดตั้งก๊าซ LPG รถยนต์ที่ติดตั้งก๊าซส่วนใหญ่เป็นรถที่ผลิตในประเทศญี่ปุ่น นอกจากนี้ผลสำรวจด้านความพึงพอใจของการใช้ก๊าซ LPG ผู้บริโภคในจังหวัดเชียงใหม่โดยรวมอยู่ในระดับที่พึงพอใจปานกลางที่ ในส่วนของด้านปัญหาในการใช้ก๊าซ มีปัญหาด้านแหล่งข้อมูลและความรู้ รองลงมา เป็นปัญหาด้านเครื่องยนต์ ด้านสถานีบริการและด้านราคา ตามลำดับ :ซึ่งการศึกษาดังกล่าวจะเห็นได้ว่า กลุ่มประชากรตัวอย่างมีความพึงพอใจแตกต่างกันไป ทาให้สอดคล้องกับ แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ ที่กล่าวไว้ว่า ความพึงพอใจมีความหมาย สรุบโดยรวมได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีหรือทัศนคติที่ดีของบุคคล ซึ่งมักเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ตนต้องการ ก็จะเกิดความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น ตรงกันข้ามหากความต้องการของตนไม่ได้รับการตอบสนองความไม่พึงพอใจก็จะเกิดขึ้น

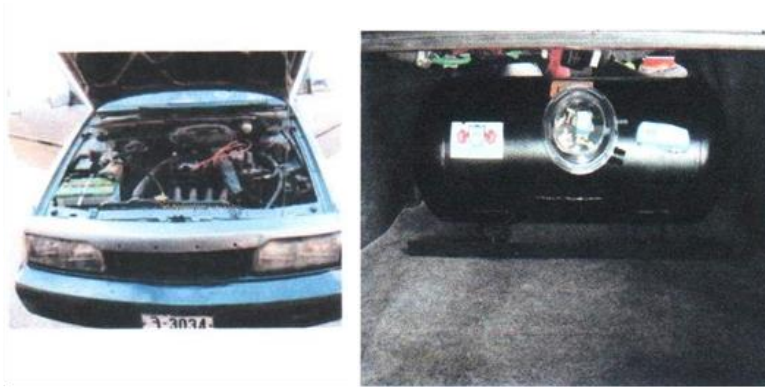
วิธีการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นรถยนต์เครื่องยนต์มีตซูบิชิ 4G37 ขนาด 1,800 CC ใช้เชื้อเพลิงก๊าซปิโตเลียมเหลว LPG ระบบเชื้อเพลิงทวิ (Bi-Fuel System) ซึ่งเป็นระบบที่สามารถเลือกใช้น้ำมันเบนซินหรือใช้ เชื้อเพลิง LPG เป็นเชื้อเพลิงได้ โดยเพียงแต่ปรับสวิตซ์เลือกใช้เชื้อเพลิงเท่านั้น และระบบที่ติดตั้งเป็นแบบระบบดูดก๊าซ (Fumigation System) แบบวงจรเปิด ซึ่งจะมีอุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ (Gas Mixer) ทำหน้าที่ผสม อากาศที่เครื่องยนต์ดูดเข้าไปกับ เชื้อเพลิงก๊าซปิโตเลียมเหลว LPG ในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับการเผาไหม้ ก่อนที่จะจ่ายเข้าเครื่องยนต์ ซึ่งแบบวงจรเปิดนั้น ปริมาณก๊าซที่จ่ายจะเข้าไปผสมกับอากาศที่บริเวณท่อร่วมไอดี โดยอาศัยแรงดูดจากอากาศที่ป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ทั้งนี้ปริมาณก๊าซที่จ่ายจะขึ้นอยู่กับ การปรับตั้งสกรูปรับก๊าซหรือวาล์วจ่ายก๊าซที่ผู้ติดตั้งทำการปรับแต่ง ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถควบคุมประสิทธิภาพการเผาไหม้ของก๊าซให้สมบูรณ์ได้ในทุกช่วงการทำงานของเครื่องยนต์ตามสภาวะการขับขี่ต่างๆ

ตารางที่ 1 ตารางแสดงขนาดถัง ปริมาณบรรจุ ระยะทางที่วิ่งได้

ขนาดถัง (ลิตร)	น้ำหนักถังเปล่า (kg)	น้ำหนักรวมแก๊ส LPG 85%(kg)**	ปริมาณบรรจุแก๊ส (ลิตร)	ระยะที่วิ่งได้ (km)*
48	20.2	42.3	40.8	408.0
58	21.2	47.8	49.3	493.0
64	23.2	52.6	54.4	544.0
75	24.8	59.3	63.8	638.0
78	25.6	61.4	66.3	663.0
96	30.8	74.9	81.6	816.0
108	38	87.6	91.8	918.0



วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาการเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอลล์ 91 กับก๊าซปิโตเลียมเหลว LPG เป็นเชื้อเพลิง จะเป็นการศึกษา ณ ตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ซึ่งในการทดสอบจะใช้ระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตรต่อครั้งในระยะเวลา 1 เดือน โดยมีลำดับการดำเนินการทดสอบที่จะอธิบายเป็นข้อๆ ดังนี้

1. ตัวแปรในการทดสอบ

ในการการศึกษาการเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้น้ำมันเบนซินกับก๊าซปิโตเลียมเหลว LPG เป็นเชื้อเพลิง จะทำการศึกษา ณ ตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

ก. ความเร็วที่ใช้ในการทดสอบรถยนต์

ความเร็วที่ใช้ในการทดสอบรถยนต์เป็นตัวแปรที่สำคัญต่อความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ในงานวิจัยจะทำการทดสอบที่ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ คือ 60ถึง90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (การใช้งานประจำวัน)

ข. น้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในการทดสอบรถยนต์

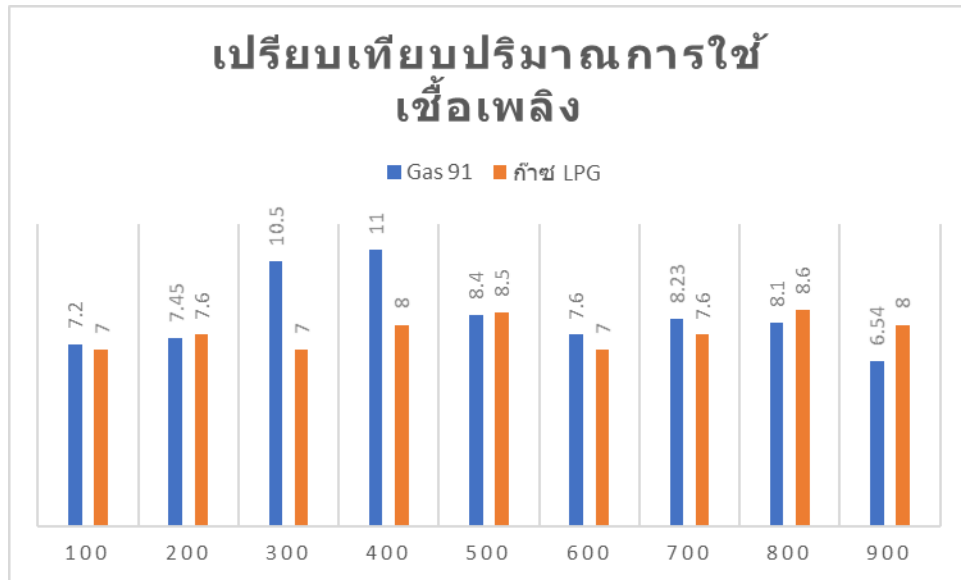
น้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในการทดสอบรถยนต์จะส่งผลต่อความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ ในงานวิจัยจะทำการทดสอบที่น้ำหนักบรรทุกต่างๆ คือ ไม่มีการบรรทุก(เป็นการพิจารณาเฉพาะคนขับ), 60 กิโลกรัม (มีผู้โดยสาร 1 คน), 120 กิโลกรัม (มีผู้โดยสาร 2 คน) และ180 กิโลกรัม (มีผู้โดยสาร 3 คน) (การใช้งานประจำวัน)

ค. ระยะทางที่ใช้ในการทดสอบรถยนต์

ระยะทางที่ใช้ในการทดสอบรถยนต์ ในงานวิจัยจะทำการทดสอบที่ระยะทาง 2,200 กิโลเมตร/เดือน โดยมีค่าใช้จ่าย 3,000 บาท

2. ลำดับขั้นการทดสอบ

การศึกษาการเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้น้ำมันแก๊สโซล 91 กับเชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG เป็นเชื้อเพลิง จะมีการทดสอบและบันทึกข้อมูล พร้อมทั้งทำการตรวจสอบความพร้อมของรถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งจะได้กล่าวถึงดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณการใช้เชื้อเพลิง

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์ข้อมูลในการทดสอบ

ราคาเชื้อเพลิงปัจจุบัน					
ราคาขายน้ำมัน	39.99 บาท/ลิตร				
ราคาขาย LPG	13.55 บาท/ลิตร				
อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงรถยนต์ที่ใช้ในปัจจุบัน					
อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงรถที่ใช้ น้ำมัน	11.99 Km/Liter	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้	75.06255 ลิตร	วิ่งได้ระยะทาง	900 กิโลเมตร
อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงรถที่ใช้ LPG	12.99 Km/Liter	ปริมาณ LPG ที่ใช้	69.28406 ลิตร		
เปรียบเทียบราคาเชื้อเพลิงที่ใช้ในรถยนต์กับอัตราค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่อเที่ยว					
ราคาน้ำมัน	39.99 บาท/ลิตร	คิดเป็นอัตราค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่อเที่ยวเท่ากับ	3.335279399 บาท/กิโลเมตร		
ราคาก๊าซ NGV	13.55 บาท/ลิตร	คิดเป็นอัตราค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่อเที่ยวเท่ากับ	1.043110085 บาท/กิโลเมตร		
การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Rate of Return) สำหรับการใช้น้ำมันหรือก๊าซ LPG					
เปอร์เซ็นต์ในการเดินทางเฉลี่ยประมาณวันละ	30 กิโลเมตร				
เมื่อใช้ น้ำมัน เป็นเชื้อเพลิง คิดเป็นค่าใช้จ่ายในการเดินทาง	100.0584 บาท/วัน หรือประมาณ	3001.75146 บาท/เดือน หรือประมาณ	36021.02 บาท/ปี		
เมื่อใช้ ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง คิดเป็นค่าใช้จ่ายในการเดินทาง	31.2933 บาท/วัน หรือประมาณ	938.7990762 บาท/เดือน หรือประมาณ	11265.59 บาท/ปี		
ค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากการใช้น้ำมันเทียบกับเมื่อก๊าซ LPG เท่ากับ	68.76508 บาท/วัน หรือประมาณ	2062.952383 บาท/เดือน หรือประมาณ	24755.43 บาท/ปี		
วิเคราะห์จุดคุ้มทุนสำหรับการติดตั้งก๊าซ LPG ในรถยนต์					
ค่าใช้จ่ายทั้งหมดสำหรับการติดตั้งก๊าซ LPG ในรถยนต์ประมาณ	15000 บาท				
ดังนั้น จุดคุ้มทุนเมื่อติดตั้งและใช้ก๊าซ LPG ในรถยนต์ประมาณ	218.134 วัน หรือประมาณ	7.271132442 เดือน หรือประมาณ	0.605928 ปี		

การวิเคราะห์ข้อมูล

นพพล ประพฤติเกษม ภัทรพงศ์ กลิ่นสัมพันธ์ และอาทิตย์ แก้วกาญจน์. (2549) การจูนเครื่องยนต์เมื่อติดตั้งเชื้อเพลิงก๊าซปิโตเลียมเหลว LPG ก่อนอื่นเลยอย่าลืมว่าเราเคยใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 มีอัตรากินน้ำมันก็กิโลเมตรต่อลิตรให้คุณด้วย 0.8 เข้าไปนั่นคือกิโลเมตรต่อลิตรเมื่อใช้น้ำมัน 1 ลิตรเมื่อใช้น้ำมันจะสิ้นลง 20 เพอร์เซ็นต์

เมื่อเทียบกับตอนใช้น้ำมันเบนซินหรือคุณ 0.8 เข้าไปกับตัวเลขกิโลเมตรต่อลิตรตอนใช้น้ำมันเบนซินแต่บางคนยกค่าการกินน้ำมันที่ประหยัดที่สุดหรือถึงขั้นโกหกมาใช้คำนวณ เช่น รถยนต์คันโตเมื่อจะคำนวณการกินแก๊สตามที่ควรจะเป็นกลับเริ่มต้นบอกว่ารถตนเองกินน้ำมันเบนซิน 10 กว่ากิโลเมตรต่อลิตรโดยหวังให้ช่างจูนให้กินแก๊ส 8 กิโลเมตรต่อลิตร(ไม่มีใครหน้าไหนขับรถในเมืองได้เกิน 8 กิโลเมตรต่อลิตร

ต้องใช้ค่าตัวเลขกิโลเมตรต่อลิตรช่วงการใช้น้ำมันที่เป็นค่าจริงของกิโลเมตรต่อลิตรน้ำมันคุณ 0.8 เท่ากับกิโลเมตรต่อลิตรแก๊สเช่นเดิมใช้น้ำมัน 7.5 กิโลเมตรต่อลิตรเมื่อคุณ 0.8 ก็ควรจะใช้ก๊าซปิโตเลียมเหลว LPG ประมาณ 6.0 กิโลเมตรต่อลิตรเมื่อได้ตัวเลขจากการคำนวณแล้วหากเก็บสถิติจริงแล้วพบว่าช่างจูนให้รถวิ่งได้ดีแต่กินแก๊สมากกว่าที่คำนวณไว้สัก 0.5-1 กิโลเมตรต่อลิตรหรือระยะทางจะสิ้นลงเกิน 20 เพอร์เซ็นต์ เล็กน้อยก็ไม่ต้องกินไม่ได้นอนไม่หลับเพราะอาจเกิดขึ้นจากความโหมมของเครื่องยนต์ที่แตกต่างกันได้หรืออาจเกิดขึ้นเพราะสภาพการจราจรกับลักษณะการขับขี่ยที่แตกต่างกันในแต่ละวันแต่ละสัปดาห์ส่วนอยู่ใดหรือใครทำให้รถคุณกินแก๊สเป็นกิโลเมตรต่อลิตรที่เท่ากับน้ำมันเบนซินหากคุณแน่ใจว่าไม่ได้ขับเผวลงการจราจรไม่โล่งขึ้นนั่นคือจูนบางแง่ ๆ จ่ายแก๊สบางไปจนเสี่ยงต่อความโหมมของเครื่องยนต์เพราะถ้าจ่ายแก๊สได้พอดี ไม่มีระยะทางต่อลิตรแก๊สจะสิ้นลงเล็กน้อยแค่ 5-10 เพอร์เซ็นต์หรือ 15-25 เพอร์เซ็นต์นั่นคือต่อ 1 ลิตรแก๊สจะสิ้นลงกว่าตอนใช้น้ำมัน 20 เพอร์เซ็นต์

ไม่ใช่ตัวเลขเลื่อนลอย (0.8) เพราะมาจาก A/F (AIR/FUEL RATIO) น้ำหนักต่อปริมาณของแต่ละเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันรวมทั้งการเก็บสถิติในการใช้งานจริงกับรถหลายคันและไม่ได้เป็นค่าที่เกิดขึ้นประเทศเราอาจจะทำให้เราเข้าใจยากแต่จะลองพยายามอธิบายให้เข้าใจ

1. น้ำหนักต่อลิตรของน้ำมันแก๊สโซฮอล์กับแก๊สต่อ 1 ลิตรที่จ่ายเงินซื้อจะได้เนื้อเชื้อเพลิง (LPG) ที่เบากว่ากล่าวคือซื้อน้ำมันเบนซิน 1 ลิตรมีน้ำหนักประมาณ 750 กรัม(7.5) ซิตแต่ซื้อ ก๊าซปิโตเลียมเหลว LPG จำนวน 1 ลิตรจะได้น้ำหนักประมาณ 550 กรัม (5.5) ซิต น้อยกว่ากันประมาณ 25-26 เพอร์เซ็นต์ลอง 750 คูณ 0.74 จะออกมาเป็นประมาณ 550 โดยประมาณนั่นหมายความว่าถ้าสมมุติว่ามีการจ่ายก๊าซปิโตเลียมเหลว LPG เข้าไปในเครื่องยนต์โดยน้ำหนักไม่ใช่ซีซีที่น้ำหนักเท่ากับน้ำมันเบนซินเนื้อแก๊ส 1 ลิตรจะทำระยะทางได้ลดลง 25 เพอร์เซ็นต์แต่เนื่องจากการสันดาปใน

กระบอกสูบที่สมบูรณ์เครื่องยนต์ไม่ได้ต้องการแก๊สเท่ากับน้ำมันเบนซินเนื่องจากเชื้อเพลิงทั้งสองนี้ทุกกรัมจะต้องการอากาศในการเผาไหม้ไม่เท่ากันนั่นคือ A/F AIR/FUEL RATIO

2. อัตราส่วนผสมที่แตกต่างกันถ้าจะเผาไหม้ให้พอดี ๆ ระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงน้ำมันเบนซินกับก๊าซ LPG เผาไหม้ให้หมดจดเหมือน ๆ กันจะต้องใช้อากาศในน้ำหนักที่แตกต่างกันในขณะที่ทุกคนเข้าใจว่าเชื้อเพลิงทุกชนิดจุดให้ลุกติดไฟแล้วยังไงต้องเผาได้หมดยกตัวอย่าง ดวงเชื้อเพลิงที่ดวงใส่ฝาเปิดวางในที่โล่งเมื่อจุดไฟก็จะลุกไหม้หมดเหมือนกัน ถ้าเก็บข้อมูลอย่างละเอียดจะพบว่าเชื้อเพลิงจะเผาอากาศรอบ ๆ ฝาในปริมาณ(น้ำหนัก)ที่แตกต่างกันในกระบอกสูบของเครื่องยนต์ไม่ได้มีอากาศเหลือเพื่อแบบภายนอกแต่มีจำนวนจำกัดด้วยการบรรจุเข้าไปในช่วงจังหวะดูดและวาล์วไอดีเปิดเท่านั้น

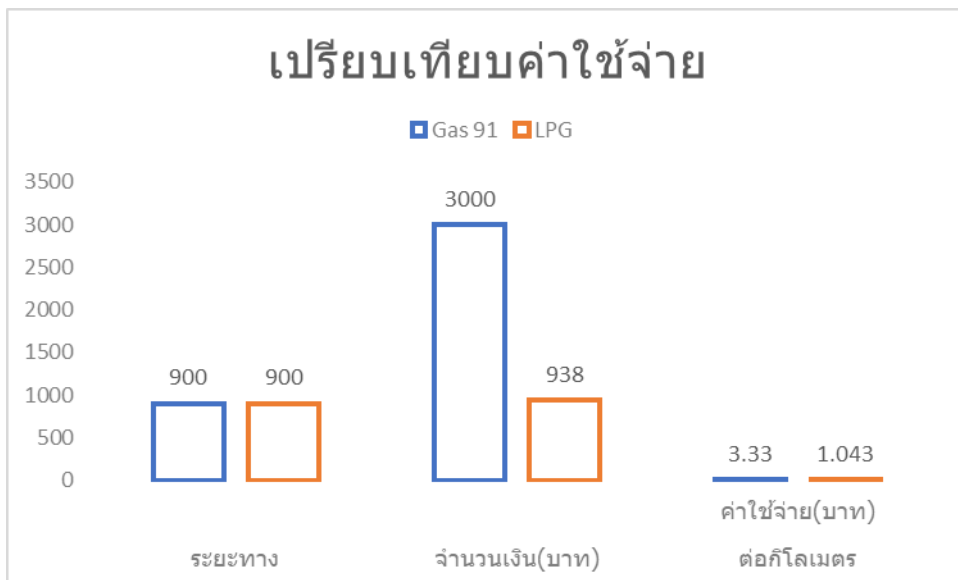
ไม่ว่าจะเชื้อเพลิงชนิดใดจะมีอากาศเข้าไปในกระบอกสูบเท่ากัน(ต่างกันน้อยมาก) ดังนั้นถ้าจะเผาผลาญอากาศให้หมดหรือเหลือออกมาเท่ากันในแต่ละชนิดเชื้อเพลิงก็ต้องใส่เข้าไปในปริมาณ(น้ำหนักที่แตกต่างกัน)ในทางวิศวกรรมยานยนต์และเคมีได้มีการสรุปมานานแล้วว่าเชื้อเพลิงแต่ละชนิดต่อ 1 กรัมจะใช้ปริมาณอากาศจำนวนกี่กรัมในการเผาผลาญให้เชื้อเพลิงเหลือเล็กน้อยและไอพิษของไอเสียไม่มาก(หรือเรียกว่าค่าแลมบ์ดา-LAMBDA1)โดยจะใช้เลข 1 เป็นตัวตั้งในการแสดงอัตราส่วนที่เรียกว่า AIR/FUEL RATIO หรือย่อว่า A/F RATIO อัตราส่วนผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงหรือย่อให้สั้นลงไปอีกกว่าค่า เอ เอฟ โดยเน้นว่าอัตราส่วนนี้เป็นไปได้โดยน้ำหนักไม่ใช่ปริมาตรน้ำมันเบนซินล้วน ๆ มีค่า เอเอฟ 14.7 ต่อ 1 นั่นคือต้องใช้อากาศ 14.7 กรัมในการเผาน้ำมันเบนซิน 1 กรัมให้หมดเพื่อจะได้ค่าแลมบ์ดา 1

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG มีค่าเอเอฟประมาณ 15.5-15.8 ต่อ 1 ต้องใช้อากาศ 15.5-15.8 กรัมในการเผาไหม้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG 1 กรัมให้หมดจดพอจะได้ค่าแลมบ์ดา 1 สาเหตุที่มีค่าเอเอฟแกว่งแถว ๆ 15.5-15.8 ไม่มีค่าเดียวเพราะก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG เป็นส่วนผสมของโพรเพน(ซี3) และบิวเทน (ซี4) ไม่มีเปอร์เซ็นต์ตายตัว แต่เราเรียกว่าก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG เหมารวมถโพรเพนมาก-น้อยก็เผาอากาศได้มาก-น้อยแตกต่างกันค่าเอเอฟ 14.7 ต่อ 1 ของเบนซินส่วนก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG จะมีค่าเอเอฟ 15.5 ต่อ 1 นั่นคือเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซินในน้ำหนักเท่ากัน LPG จะใช้อากาศมากกว่าเล็กน้อยเพื่อมาเผาไหม้หรือในอากาศเท่ากันจะใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG น้อยกว่าเบนซินเพื่อเผาอากาศให้หมดต้องไม่ลืมว่าค่าเอเอฟ 1 เป็นตัวเลขของเชื้อเพลิงส่วนตัวเลขมากกว่าที่เปลี่ยนไปนั้นเป็นตัวเลขของอากาศซึ่งในความเป็นจริงของอากาศในกระบอกสูบนั่นไม่มีการแปรผันไปตามชนิดของเชื้อเพลิงอากาศยังไม่เท่าเดิมเสมอสมมุติง่าย ๆ ว่าแก๊สโซฮอลล์หนัก 1 กรัมเผาออกซิเจนได้ 14.7 กรัมเมื่อเปลี่ยนไปใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG ก็ต้องยึดเอาตัวเลขของอากาศ 14.7 กรัมตั้งไว้แล้วหารด้วยเอเอฟของ LPG 15.5 ต่อ 1 จะต้องใช้ LPG เข้าไป 0.94 กรัมคือน้อยกว่าตอนใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอลล์ 91 ประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัย

จากการทดลองหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง เพื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้น้ำมันเบนซิน แก๊สโซฮอล์ 91 กับการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG และคำนวณค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 กับก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG ในเครื่องยนต์มิตรซูบิชิ 4G37 ขนาด 1,800 CC สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 เฉลี่ยกิโลเมตรละ 3.33 บาท เมื่อเติมน้ำมัน 3,000 บาทสามารถวิ่งได้ระยะทาง 900 กิโลเมตรความเร็วเฉลี่ย 60 ถึง 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
2. อัตราการสิ้นเปลืองก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG เฉลี่ยกิโลเมตรละ 1.043 บาท เมื่อเติมก๊าซ 938 บาทสามารถวิ่งได้ระยะทาง 900 กิโลเมตรความเร็วเฉลี่ย 60 ถึง 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



ภาพที่ 2 กราฟเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายต่อระยะทาง

อภิปรายผล

จากการทดลองเพื่อเปรียบเทียบหาอัตราการสิ้นเปลืองระหว่างน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 กับ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG ในรถยนต์ยี่ห้อมิตรซูบิชิเครื่องยนต์ 4G37 ขนาดความจุ 1800 ซีซี ทดลองเมื่อเดือน มีนาคม 2565 ผลที่ได้จากการทดลองพบว่า วิ่งได้ระยะทางเดียวกันคือ 900 กิโลเมตร ค่าใช้จ่ายในการเติมน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 ที่มีมูลค่า 3000 บาท และเติมใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG ที่มีมูลค่า 938 บาท ด้วยสาเหตุเดียวกันก็คือราคาของก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG มีราคาถูกกว่า ต่อลิตรจึงทำให้ค่าใช้จ่ายลดลง ถึงอย่างไรก็ตามการติดตั้งระบบเชื้อเพลิงทวิ (Bi-Fuel System) ก็ต้องมีค่าใช้จ่ายแต่จะมีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 7.2 เดือนซึ่งเป็นอีกทางเลือกสำหรับผู้ใช้งานรถยนต์ในชีวิตประจำวันในยุคที่ราคาน้ำมันแพงรายวันในปัจจุบันนี้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ก่อนการปฏิบัติงานต้องทำการตรวจเช็คอุปกรณ์ ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน และตรวจสอบการรั่วของแก๊สบริเวณข้อต่อต่าง ๆ ก่อนเสมอ
2. ทำการทดสอบในสภาวะแวดล้อมเดียวกัน สภาพอากาศเดียวกัน ระยะทางเดียวกัน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาการสึกหลอของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง LPG
2. ออกแบบชุดอุปกรณ์ติดตั้งวัดปริมาณเชื้อเพลิง LPG ในรถยนต์
3. ควรศึกษาหาปริมาณไอเสียของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง LPG ที่มีผลต่อสภาพแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

- กุลรัศมี พิพัฒน์จิโรติ . (2550). การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลได้ของการใช้แก๊ซLPG และแก๊ซ CNG ในรถยนต์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จรรยา เงินมูล. (2543). *วิกฤตราคาน้ำมันแพงและมาตรการแก้ไขปัญหา*. วารสารโลกพลังงาน. (ตุลาคม-ธันวาคม, 2543): 73-76.
- นพพล ประพฤติเกษม ภัทรพงศ์ กลิ่นสัมพันธ์ และอาทิตย์ แก้วกาญจน์. (2549). *ชุดทดลองเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ใช้แก๊ส NGV เป็นเชื้อเพลิง*. วิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- นิรนาม. (2549). *แก๊สรถยนต์ LPG+NGV ในคู่มือการติดตั้งแก๊สรถยนต์ฉบับสมบูรณ์*. นนทบุรี: สำนักพิมพ์ Professional Center.
- ราคาน้ำมันวันนี้รายงานโดยส่วนปิโตรเลียม สนพ. ค้นเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2565, จาก http://www.eppo.go.th/retail_prices.html
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานกระทรวงพลังงาน. ค้นเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2565, จาก [http://www.eppo.go.th/epposite/index.php/th/petroleum/price/oil-price?orders\[publishUp\]=publishUp&issearch=1](http://www.eppo.go.th/epposite/index.php/th/petroleum/price/oil-price?orders[publishUp]=publishUp&issearch=1)

ผลของการควบคุมอุณหภูมิภายในของเครื่องกลั่นต่อปริมาณน้ำมันตะไคร้หอม Effect of Internal Temperature Control of the Distiller on Citronella Oil Volume

สายชล ลิทธิพงศ์¹ รัฐพงษ์ งามสม² พุทธินันท์ โชตินันท์³

¹สาขาเทคโนโลยีเครื่องกลั่น คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่,
E-mail: saichon@northcm.ac.th

²สาขาเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่,
E-mail: b571571001@northcm.ac.th

³สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่,
E-mail: b571581002@northcm.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมของการควบคุมสำหรับเครื่องกลั่นน้ำมันตะไคร้หอมปริมาตร 150 ลิตร และน้ำหนักใบตะไคร้หอม 3 กิโลกรัม การทดลองได้ควบคุมอุณหภูมิต้มน้ำร้อนให้มีค่า 80, 90 และ 100 องศาเซลเซียส น้ำหล่อเย็นมีค่า 10, 15, 20 และ 25 องศาเซลเซียส พบว่าการควบคุมอุณหภูมิต้มน้ำร้อนที่ 100 องศาเซลเซียสและน้ำหล่อเย็น 20 องศาเซลเซียส สามารถกลั่นน้ำมันตะไคร้ได้สูงสุดเฉลี่ย 21.3 มิลลิลิตร หรือน้ำหนัก 19.2 กรัม คิดเป็นร้อยละของผลการผลิต 0.64

คำสำคัญ: การกลั่น ตะไคร้หอม น้ำมันหอมระเหย

Abstract

The objective of this research to find the suitable condensing temperature for the 150 liters citronella essential oil distiller and 3 kg citronella leaf. The experiment controls the hot which its temperature will stably be 80, 90, and 100°C and the coolant temperature at 10, 15, 20, and 25°C. It was found that temperature controlled at the high temperature 100°C and coolant temperature 20°C made distilled essential oil at the maximum volume 21.3 milliliters or weight 19.2 grams (0.64 %yield).

Keywords: distillation, citronella grass, essential oil

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยเป็นไปอย่างแพร่หลาย ทั้งในและต่างประเทศ ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความหลากหลายทางพืชสมุนไพรที่สามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยมาใช้ประโยชน์ได้ อีกทั้งปัจจุบันกระแสสุขภาพและการดูแลสุขภาพแบบธรรมชาติเป็นที่สนใจไปทั่วโลก (คมสัน หุตะแพทย์, 2549) หลักการเบื้องต้นของการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ไอน้ำ เครื่องกลั่นแบบนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนของหม้อต้ม (boiler) และส่วนของเครื่องควบแน่น (condenser) (นฤเบศร์ หนูใสเพ็ชร, 2555) การกลั่นด้วยน้ำ water distillation หรือ hydro distillation ทำได้โดยการแช่พืชในน้ำที่บรรจุในภาชนะปิด ต้มให้เดือดไอน้ำที่มีน้ำมันหอมระเหยกับน้ำจะไม่รวมตัวกันและแยกเป็นชั้น จึงสามารถแยกเฉพาะน้ำมันหอมระเหยออกไปใช้ประโยชน์ต่อไป (พัทธเพ็ญ เพ็ญจรัส, 2554) สรรพคุณของน้ำมันตะไคร้หอมใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ กลิ่นหอมทำให้รู้สึกสดชื่นผ่อนคลาย สามารถบรรเทาอาการแมลงกัดต่อย ช่วยรักษาโรคผิวหนังได้หลายชนิด นอกจากนี้ยังใช้สำหรับการป้องกันและไล่แมลงได้อีกด้วย (เจษฎา วิเศษมณี, 2560)

การทำงานของเครื่องกลั่นน้ำมันตะไคร้หอมในส่วนของถังกลั่นอุณหภูมิภายในถังมีการผสมกันระหว่างด้านร้อนเป็นส่วนที่ต้มใบตะไคร้เพื่อให้ น้ำมันหอมระเหยออกมาจากตัวใบ กับด้านเย็นเป็นส่วนที่น้ำมันหอมระเหยและไอน้ำจะกลั่นตัวเป็นของเหลว พบว่าการควบคุมอุณหภูมิภายในทั้งสองด้านที่กล่าวมามีการปัญหาการควบคุมอุณหภูมิไม่เป็นตามที่ต้องการ จึงได้คิดออกแบบและทำการปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำมันตะไคร้หอมในส่วนการควบคุมอุณหภูมิภายในถังกลั่นเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับสามารถกลั่นน้ำมันตะไคร้หอมได้ปริมาณมากที่สุด

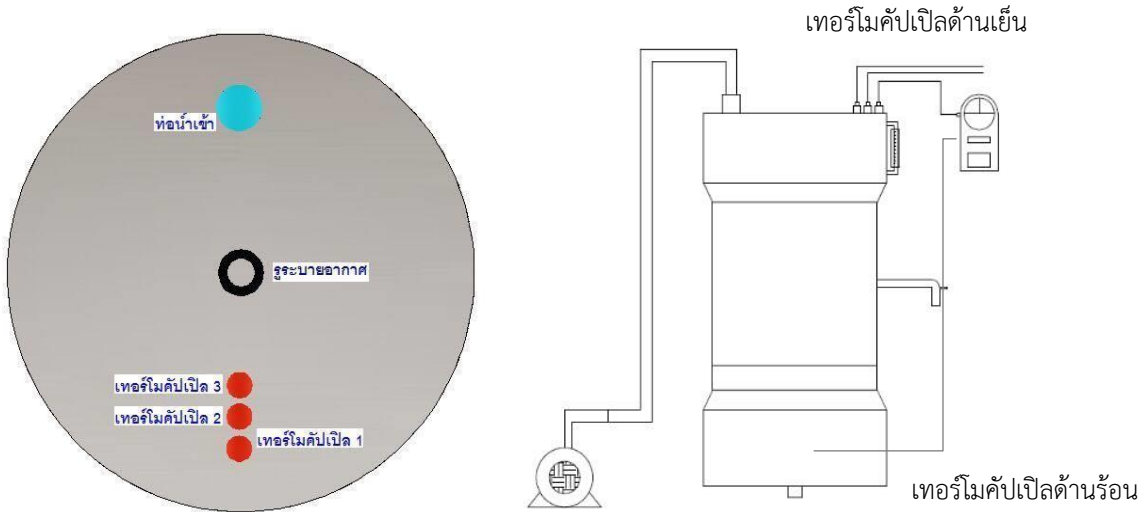
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อทำการวัดและควบคุมอุณหภูมิภายในเครื่องกลั่นน้ำมันตะไคร้หอมเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันตะไคร้หอมมากที่สุด

วิธีการวิจัย

เครื่องกลั่นน้ำมันตะไคร้หอมในส่วนถังการควบแน่นทำการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลสำหรับวัดอุณหภูมิ 3 จุดสำหรับวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเพื่อการควบคุมอุณหภูมิน้ำให้มีค่าคงที่ตลอดการทำงานของเครื่องกลั่น เมื่อทำการกลั่นน้ำมันตะไคร้หอมและไอน้ำจากหม้อต้มที่มีอุณหภูมิสูงจะลอยขึ้นกระทบกับผิวด้านล่างของถังหล่อเย็นเกิดการควบแน่นขึ้นภายในถังกลั่น เมื่อแลกเปลี่ยนความร้อนทำให้อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นจะมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น จึงจำเป็นต้องทำการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่โดยปล่อยน้ำในถังควบแน่นบางส่วนออกและเติมน้ำหล่อเย็นอุณหภูมิต่ำกว่าเข้าไปเติมโดยใช้ปั้มน้ำ จนอุณหภูมิภายในถังควบแน่นลดลงตามต้องการ ในส่วนของเครื่องกลั่นน้ำมันตะไคร้หอมด้านร้อน ติดตั้ง

ฮีตเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1,000 watt จำนวนสองตัว ภายในหม้อต้มบรรจุน้ำปริมาตร 35 ลิตร ขณะทำการกลั่นน้ำมันตะไคร้หอมทำการวัดและควบคุมอุณหภูมิทั้งสองด้านให้มีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการทำงานของเครื่องกลั่น



ภาพที่ 1 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ ภาพที่ 2 ถังกลั่นน้ำมันตะไคร้หอมและการติดตั้งอุปกรณ์

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์เครื่องกลั่นน้ำมันตะไคร้หอมที่ใช้ทดลอง

รายละเอียด	ขนาด
ปริมาตรถังกลั่น	150 liter
น้ำหนักใบตะไคร้หอม	3 kg.
ขนาดใบตะไคร้หอม	1 inch
ฮีตเตอร์ไฟฟ้า	1,000 watt
เวลาการทดลอง	4 hr.

ขั้นตอนการทดลองการกลั่นน้ำมันตะไคร้หอม เตรียมใบตะไคร้หอมสำหรับใช้ในการทดลอง ครั้ง 3 กิโลกรัม ตัดให้มีขนาดยาวประมาณ 1 นิ้ว แล้วใส่ลงไปใบตะไคร้หอมในหม้อต้มและเติมน้ำลงไป ในหม้อต้ม 35 ลิตร นำตะไคร้หอมที่มีใบตะไคร้หอมอยู่ใส่ลงไปจนถึงเต็มปิดถังกลั่นน้ำมันตะไคร้หอม แล้วต่อท่อน้ำเย็นสำหรับการควบคุมอุณหภูมิในส่วนของการควบแน่นติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลเพื่อวัดอุณหภูมิน้ำทั้งด้านน้ำร้อนในหม้อต้มและน้ำหล่อเย็นด้านการควบแน่น บันทึกค่าอุณหภูมิของน้ำทั้งสองด้านทุก 10 นาที ทำการทดลองโดยควบคุมอุณหภูมิด้านน้ำร้อนในหม้อต้มให้มีค่า 80-100 องศา

เซลเซียส และควบคุมอุณหภูมิด้านน้ำเย็นในถังควบแน่นให้มีค่า 10-25 องศาเซลเซียส ทำการทดลอง
ครั้งละ 4 ชั่วโมง แยกน้ำมันที่ได้ไปตวงด้วยกระบอกตวงและบันทึกผล



ภาพที่ 3 ใบตะไคร้หอมสำหรับใช้ทดลอง

เมื่อทำการทดลองกลั่นน้ำมันตะไคร้หอม ทำการบันทึกอุณหภูมิการทำงาน และต้องปล่อยน้ำ
ที่ได้จากการควบแน่น ที่สะสมอยู่ในกรวยแยกสารออกทิ้งเป็นระยะเพื่อไม่ให้น้ำมันตะไคร้หอมที่ได้กลั่น
ออกจากกรวย



ภาพที่ 4 การทดสอบการกลั่นตะไคร้หอม



ภาพที่ 5 น้ำมันตะไคร้หอมที่ได้จากการทดลอง

ผลการวิจัย

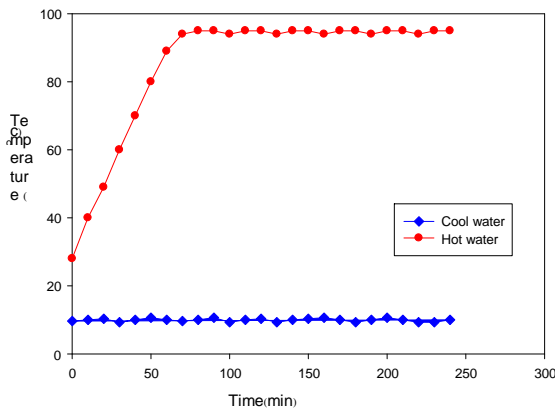
เริ่มต้นการทดสอบหาค่าอุณหภูมิน้ำร้อนในหม้อต้มที่เหมาะสม โดยควบคุมอุณหภูมิไว้ที่
อุณหภูมิ 80, 90, และ 100°C ด้านถังควบแน่นใช้น้ำหล่อเย็นอุณหภูมิปกติระบายความร้อน ใช้
เวลาการทำทดลอง 4 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิน้ำร้อนในหม้อต้มที่ 100°C สามารถกลั่นน้ำมันตะไคร้
หอมได้ปริมาณมากที่สุด แสดงผลการทดลองได้ดังตารางที่ 2 จากนั้นจึงนำอุณหภูมิน้ำร้อนในหม้อต้ม

ที่ 100°C ไปทดลองหาอุณหภูมิหล่อเย็นที่เหมาะสมในส่วนของถังการควบแน่น เพื่อให้สามารถ
 กลั่นน้ำมันตะไคร้หอมออกมาได้ปริมาณที่มากที่สุด

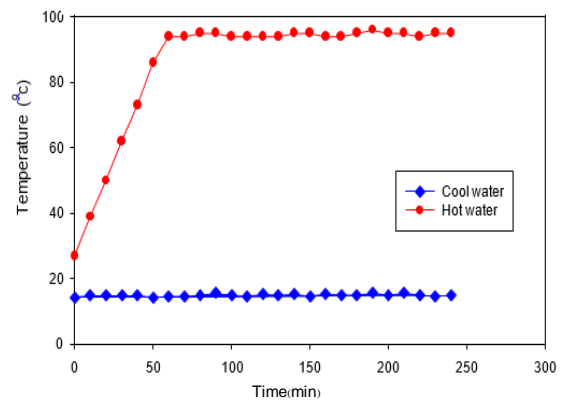
ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำมันตะไคร้หอมที่ได้จากการควบคุมอุณหภูมิน้ำร้อนในหม้อต้ม

อุณหภูมิน้ำร้อนในหม้อต้ม (°C)	ปริมาณน้ำมันตะไคร้หอม (ml)
80	0
90	14
100	18

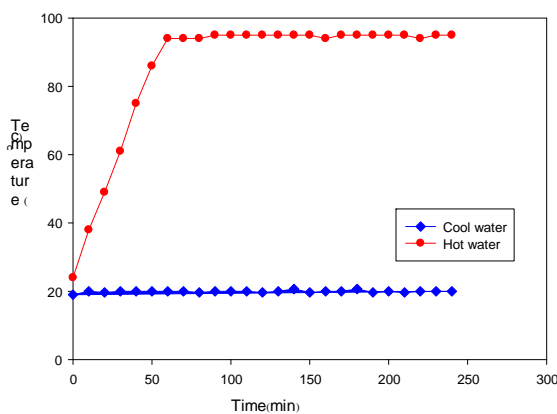
จากนั้นทำการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิหล่อเย็นที่เหมาะสม โดยควบคุมอุณหภูมิน้ำให้
 มีค่า 10, 15, 20 และ 25°C โดยเวลาในการทดสอบ 240 นาที พบว่าจากการทดสอบน้ำมันตะไคร้
 หอมจะเริ่มกลั่นตัวที่เวลาประมาณ 60 นาที และจะมีอัตราลดเมื่อเวลาประมาณ 180 นาที เหมือนกัน
 ทุกอุณหภูมิ โดยน้ำมันหอมระเหยที่ได้จะมีปริมาณมากในช่วง 90- 150 นาทีของการกลั่น ผลการ
 ควบคุมอุณหภูมิภายในถังกลั่นน้ำมันตะไคร้แสดงได้ดังภาพที่ 6 – 9 ตามลำดับ



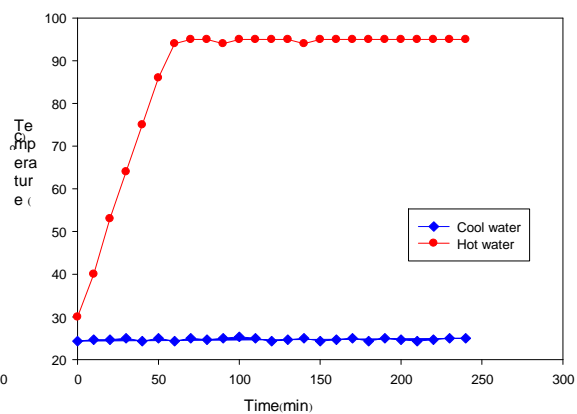
ภาพที่ 6 ควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น 10 °C



ภาพที่ 7 ควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น 15 °C



ภาพที่ 8 ควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น 20 °C

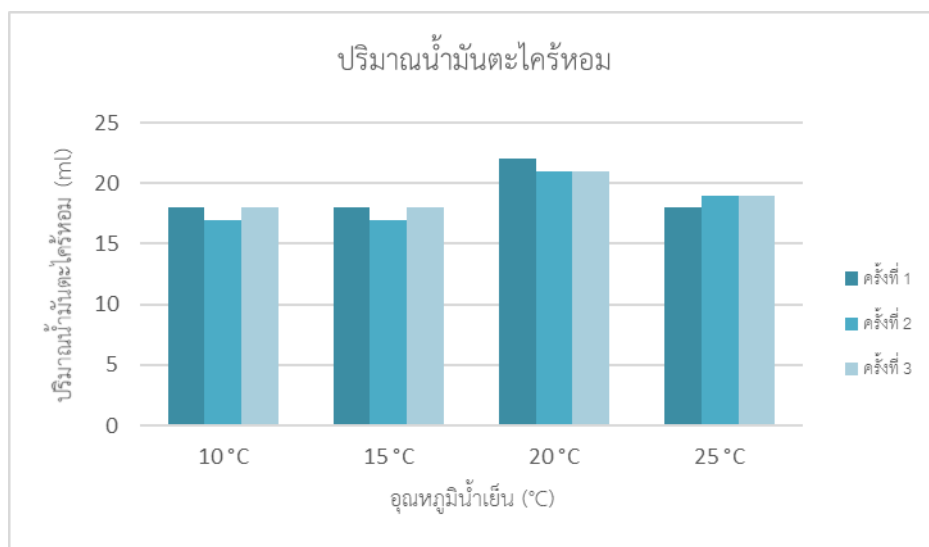


ภาพที่ 9 ควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น 25 °C

เมื่อทำการทดลองโดยควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นให้มีค่า 10, 15, 20 และ 25°C นำน้ำมันตะไคร้หอมที่ได้มาตวงเพื่อหาปริมาณน้ำมันโดยกระบอกตวง ปริมาณน้ำมันตะไคร้หอมที่ได้แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำมันตะไคร้หอมที่ได้จากการควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (°C)	ปริมาณน้ำมันตะไคร้หอม (ml)			เฉลี่ย (ml)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
10°C	18	17	18	17.7
15°C	18	17	18	17.7
20°C	22	21	21	21.3
25°C	18	19	19	18.7



ภาพที่ 10 ปริมาณน้ำมันตะไคร้หอมเมื่อควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

อภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงและทดสอบเครื่องสกัดน้ำมันตะไคร้หอม ในส่วนของถังการควบแน่น จากเดิมใช้น้ำอุณหภูมิปกติสำหรับระบายความร้อนและไม่มีการควบคุมอุณหภูมิน้ำเย็นในถังการควบแน่น ทำให้ไม่รู้ค่าอุณหภูมิที่น้ำหล่อเย็นที่เหมาะสมของการกลั่นน้ำมันตะไคร้หอม จึงปรับปรุงและทำการทดลองควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น พบว่าที่ 10°C และ 15°C พบว่าอัตราการควบแน่น

ของไอน้ำที่เกิดภายในถังกลั่นมีปริมาณสูง แต่เมื่อน้ำและน้ำมันตะไคร้หอมมาแยกตัวในกรวยแยกสาร จะได้น้ำมันน้อยโดยได้ปริมาณน้ำมันตะไคร้เฉลี่ย 17.7 ml. นอกจากนั้นทำให้สูญเสียปริมาณน้ำในหม้อต้มเป็นจำนวนมาก

การทดลองควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น 20°C อัตราการควบแน่นของไอน้ำที่เกิดภายในถังกลั่นมีปริมาณต่ำกว่าอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น 10°C และ 15°C แต่ได้ปริมาณน้ำมันตะไคร้สูงสุดเฉลี่ย 21.3 ml. หรือ น้ำหนัก 19.2 g (0.64 %yield) ส่วนอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ 25°C มีอัตราการควบแน่นและปริมาณน้ำมันตะไคร้หอมต่ำกว่าที่อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น 20°C เห็นได้ว่าอุณหภูมิและอัตราการควบแน่นมีผลต่อปริมาณของน้ำมันตะไคร้หอม

ข้อเสนอแนะ

ควรสนับสนุนการนำองค์ความรู้ไปเผยแพร่เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรที่มีคุณภาพ เช่น สเปรย์ไล่ยุง พัฒนาสู่การดำเนินธุรกิจขนาดเล็ก และควรพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น ให้มีระบบการระบายน้ำอุณหภูมิสูงและการเติมน้ำหล่อเย็นแบบอัตโนมัติเพื่อความสะดวกในการทำงาน

เอกสารอ้างอิง

- คมสัน หุตะแพทย์. (2549). การสกัดน้ำมันหอมระเหยการใช้ประโยชน์และการทำผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหย. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์เกษตรกรรมธรรมชาติ.
- เจษฎา วิเศษมณี และ อารักษ์ ชัดวิลาศ. (2560). การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของน้ำมันตะไคร้หอมจากเครื่องกลั่นด้วยการออกแบบการทดลอง. วารสารวิชาการวิจัย มทร.พระนคร, 11(1), 34-42.
- นฤเบศร์ หนูใสเพ็ชร และอุดม รินคำ. (2555). การทดสอบและประเมินผลเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยขนาดเล็กแบบหอกลิ้นทรงกรวย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 43(3)พิเศษ, 31-34.
- พัชรเพ็ญ เพ็ญจรัส. (2554). การศึกษาแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากพืชท้องถิ่นในจังหวัดแพร่. รายงานผลการวิจัย สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยแม่โจ้.

การสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรความเร็วรอบต่ำชนิดสนามแม่เหล็กตามแนว ระนาบระดับห้องปฏิบัติการ

Construction of a Low Speed Axial Flux Permanent Magnet Generator for Laboratory Scale

สายชล ลิทธิพงษ์¹ ฌภาคม ศรีคช²

¹สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่,

E-mail: saichon@northcm.ac.th

²สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่,

E-mail: napakom@northcm.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างต้นแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าความเร็วรอบต่ำชนิดแม่เหล็กถาวรสนามแม่เหล็กตามแนวระนาบ (Axial Flux Permanent Magnet Generator) ระดับห้องปฏิบัติการเพื่อทดสอบหาค่าสมรรถนะการผลิตไฟฟ้า ประกอบด้วยการหาแรงดันไฟฟ้า (V) กระแสไฟฟ้า (A) และความเร็วรอบการหมุน เปรียบเทียบการทำงานโดยเปลี่ยนจำนวนชุดการติดตั้ง แม่เหล็กถาวร (Rotor) ระหว่าง 1 ด้าน และ 2 ด้าน พบว่า ติดตั้งขดลวดอาร์เมเจอร์อยู่ระหว่างกลางของชุดแผ่นเหล็กติดตั้งแม่เหล็กถาวร 2 ด้าน มีสมรรถนะการผลิตไฟฟ้าสูงกว่าติดตั้งแม่เหล็กถาวร 1 ด้าน และวัดค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด 245.50 V และกระแสไฟฟ้า 3.77 A ที่ความเร็วรอบการหมุน 240 รอบต่อนาที

คำสำคัญ: เครื่องกำเนิดไฟฟ้า สนามแม่เหล็กตามแนวระนาบ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าความเร็วรอบต่ำ

Abstract

This research has created a low speed generator axial flux permanent magnet for laboratory-scale. In terms of the electric generation performance testing consists of determining the voltage, current and generator speed. Comparison of generator work by changing the number of permanent magnet installations (Rotor) between 1 side and 2 sides. It was found that the armature coil installed in the middle of the steel plate set with permanent magnets on 2 sides had higher power generation performance than installed permanent magnets on 1 side. Measured a maximum voltage of 245.50 V and a current of 3.77 A at rotor speed 240 rpm.

Keywords: Permanent magnet generator, axial flux magnetic field, low speed generator

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เป็นปัจจัยหนึ่งสำหรับการดำรงชีวิตประจำวัน สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าโดยตรงหรือเปลี่ยนเป็นพลังงานในรูปแบบอื่นๆ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลมาเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กและการเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำผ่านสนามแม่เหล็กทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำแล้วต่อวงจรเพื่อนำแรงดันไฟฟ้าและกระแสที่เกิดขึ้นไปใช้งานต่อไป การสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระดับห้องปฏิบัติการทำงานโดยอาศัยพลังงานต้นกำลังที่มีพลังงานสูงไม่มากนัก มักจะเกิดปัญหาคือต้นกำลังที่ใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่เพียงพอและจำนวนขั้วแม่เหล็กในของโรเตอร์มีน้อย จึงทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ (ชัยนุสนธ์ เกษตรพงศ์ศาล และมนตรี สุขเลื่อง, 2558) ปัญหาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ผลิตใช้งานกันอยู่ทั่วไป พบว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องหมุนด้วยความเร็วค่อนข้างสูง หรือใช้เกียร์ทดเพื่อให้ได้สมรรถนะการทำงานได้ตามต้องการ ให้เกิดความยุ่งยากการออกแบบและสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554). เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงมีแนวความคิดที่จะสร้างต้นแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้สามารถทำงานได้ในความเร็วรอบต่ำ มีประสิทธิภาพสูง การบำรุงรักษาทำได้ง่าย และสามารถประยุกต์ใช้งานกับแหล่งพลังงานตามธรรมชาติได้ เช่น พลังงานน้ำ และพลังงานลม

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้สร้างต้นแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรความเร็วรอบต่ำ เพื่อศึกษาหลักการทำงาน ส่วนประกอบ และปรับปรุงสมรรถนะการทำงาน เพื่อประยุกต์ใช้งานในระดับห้องปฏิบัติการและนักศึกษาได้ศึกษากับอุปกรณ์จริง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

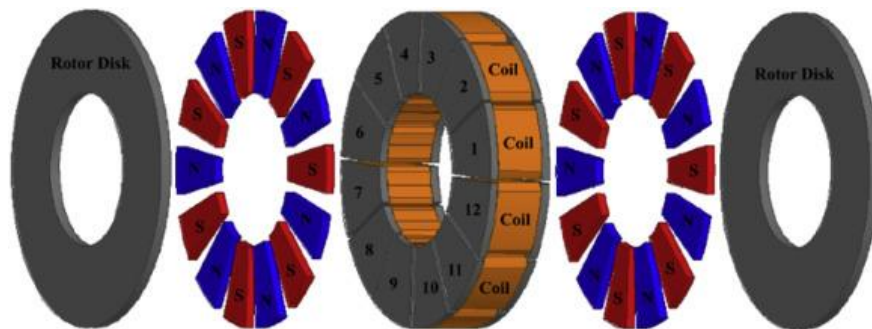
เพื่อออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าความเร็วรอบต่ำชนิดแม่เหล็กถาวรสนามแม่เหล็กตามแนวระนาบ (Axial Flux Permanent Magnet Generator) สำหรับใช้งานในระดับห้องปฏิบัติการ

วิธีการวิจัย

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า อาศัยการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กตามหลักการของไมเคิลฟาราเดย์ (Faraday's law) (M.J. Crooks, et al,

1978). เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ขั้วแม่เหล็กที่ใช้ในการสร้างสนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) มีหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กซึ่งเกิดจากการเรียงสลับขั้วเหนือและขั้วใต้ของแม่เหล็กถาวร และชุดขดลวดเหนี่ยวนำหรือขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature) มีหน้าที่ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เมื่อขดลวดเหนี่ยวนำเคลื่อนที่ตัดกับสนามแม่เหล็ก เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับส่วนใหญ่สร้างจากแม่เหล็กถาวร มีข้อดีคือขั้วต่อสายของขดลวดอาร์เมเจอร์สามารถต่อวงจรฟ้าไปยังโหลดได้โดยตรงไม่ต้องมีแปรงถ่านและสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้สูง โดยการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กขึ้นกับเวลา

งานวิจัยนี้ได้เลือกสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรสนามแม่เหล็กตามแนวระนาบ (Axial Flux Permanent Magnet Generator) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดนี้มีโครงสร้างหลัก ประกอบด้วยส่วนที่ยึดอยู่กับที่เรียกว่า สเตเตอร์ (Stator) เป็นส่วนของขดลวดทองแดงพันซ้อนกันเป็นขดลวดอาร์เมเจอร์ และจัดเรียงขดลวดแต่ละขดตามแนวรัศมีของวงกลม ส่วนแกนหมุนหรือโรเตอร์ (Rotor) เป็นการนำแม่เหล็กถาวรมาวางสลับขั้วเหนือและขั้วใต้วางบนจานหมุน (Rotor Disk) ตามแนวรัศมีวงกลม เมื่อหมุนแกนแม่เหล็กรอบแกนหมุนสนามแม่เหล็กจะเคลื่อนที่ผ่านขดลวดอาร์เมเจอร์ตามแนวระนาบขนานกับแกนหมุน



ภาพที่ 1 โครงสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรสนามแม่เหล็กตามแนวระนาบ

ที่มา: S. Arand and M. Ardeili (2006)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดนี้เหมาะกับการผลิตไฟฟ้าที่ความเร็วรอบต่ำ มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา มีแกนหมุนสั้น การระบายความร้อนจากสเตเตอร์ทำได้ดี มีช่องหยุดและช่องอากาศกว้างทำให้แรงบิดต้านการหมุนลดลง (Cogging Torque) ลดการสูญเสียที่ความถี่สูง เกิดสัญญาณรบกวนต่ำ และสามารถเพิ่มจำนวนแผ่นโรเตอร์และสเตเตอร์ซ้อนกันได้หลายชั้น ทำให้กำลังการผลิตไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น (ชัยสิทธิ์ แก้วจรรยา, 2017).

ขั้นตอนการสร้างชุดขดลวดเหนี่ยวนำหรือขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature) การพันขดลวดเลือกใช้ขดลวดใช้ลวดทองแดงเคลือบน้ำยาขนาดลวดเบอร์ 18 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ทองแดงกลมเคลือบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 มิลลิเมตร พันขดลวดจำนวน 150 รอบต่อหนึ่งขด
ขดลวดสเตเตอร์ โดยมีขดลวดรวมทั้งหมด 15 ขดลวด แบ่งขดลวดออกเป็น 3 เฟส เฟสละ 5 ขดลวด
โดยต่อวงจรขดลวดอาร์เมเจอร์เป็นแบบสตาร์ (Star Connection) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การต่อวงจรขดลวดเหนี่ยวนำหรือขดลวดอาร์เมเจอร์

การขึ้นรูปและการต่อวงจรของขดลวดเหนี่ยวนำ ทำโดยสร้างแม่แบบจากไม้สำหรับหล่อเรซิน
เป็นชุดวงจรขดลวดเหนี่ยวนำ โดยการวางชุดขดลวดทองแดงทั้งหมดและต่อวงจรเป็นแบบสตาร์ ใน
แม่แบบไม้แบบและใช้ใยแก้วเบอร์ 100 วางรองด้านล่างเพื่อป้องกันการแตกหักง่ายของเรซิน ทำการ
เทเรซินเพื่อปิดทับชุดขดลวดให้ระดับมีความหนาสม่ำเสมอ และผิวของเรซินจะต้องเรียบเสมอกันทั้ง
สองด้าน ก่อนปิดไม้แผ่นปิดทับแล้วใช้ใยแก้วปิดทับด้านบนของขดลวดอีกชั้นหนึ่งเพื่อความแข็งแรง
ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การขึ้นรูปชุดวงจรของขดลวดเหนี่ยวนำด้วยเรซิน

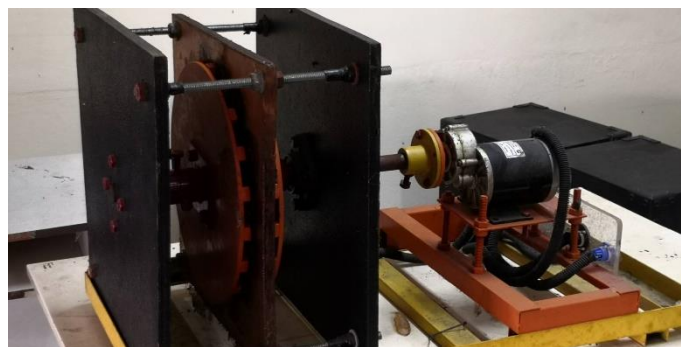
ขั้นตอนการสร้างส่วนแกนหมุนหรือโรเตอร์ (Rotor) ทำจากแผ่นเหล็กวงกลมขนาด
เส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร และหนา 9 มิลลิเมตร ถ้าใช้แผ่นเหล็กที่บางเกินไปอาจจะเกิดการบิด
งอได้ ประกอบแผ่นเหล็กกับแม่เหล็กถาวร (Neodymium Magnet) ที่ความเข้มของสนามแม่เหล็ก

0.35 เทสลา (เบอร์ N-35) ซึ่งมีขนาด 2.0×4.0 เซนติเมตร จำนวน 20 ก้อน ยึดกับแกนหมุนทำจากเหล็กเพลาด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว



ภาพที่ 4 แผ่นเหล็กโรเตอร์ติดตั้งแม่เหล็กถาวร

การทดสอบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อประกอบส่วนของขดลวดอาร์เมเจอร์ซึ่งเป็นสเตเตอร์ (Stator) ยึดกับระบบโครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และส่วนแผ่นเหล็กติดตั้งแม่เหล็กถาวรเป็นโรเตอร์ (Rotor) ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กยึดติดกับแกนหมุน การติดตั้งโรเตอร์ทำโดยให้ทั้งสองส่วนขนานกัน มีระยะห่างประมาณ 1 เซนติเมตร แกนหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อกับต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 750 วัตต์ ซึ่งต่อกับเฟืองทดรอบและเพิ่มแรงบิด ดังภาพที่ 5 และควบคุมความเร็วรอบการหมุนด้วยอินเวอร์เตอร์ โดยความเร็วรอบที่ใช้ทดสอบมีค่าระหว่าง 50–240 รอบต่อนาที (rpm)

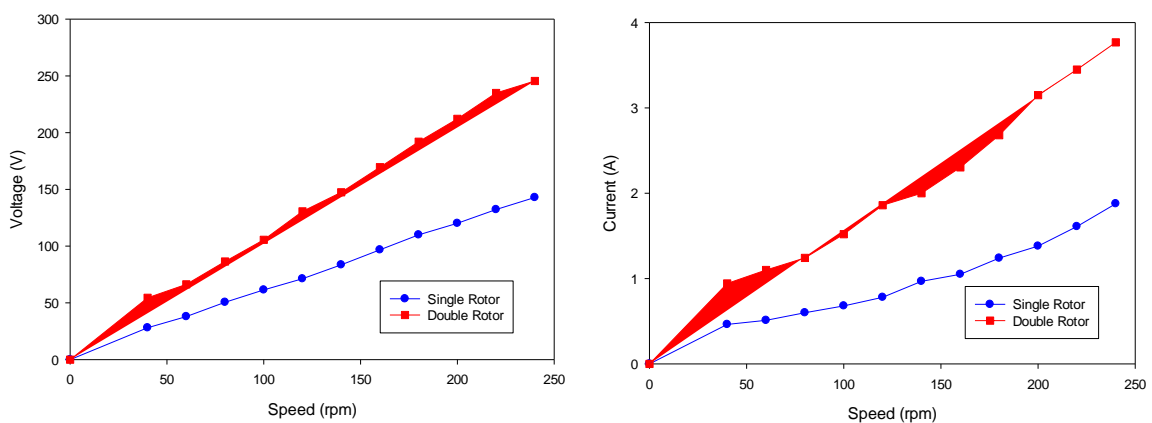


ภาพที่ 5 การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับมอเตอร์ต้นกำลัง

การทดสอบการทำงานแยกเป็น 2 แบบ โดยกรณีที่ 1 ติดตั้งขดลวดอาร์เมเจอร์กับชุดแผ่นเหล็กติดตั้งแม่เหล็กถาวรนำเพียงด้านเดียว และกรณีที่ 2 ติดตั้งขดลวดอาร์เมเจอร์อยู่ระหว่างกลางของชุดแผ่นเหล็กติดตั้งแม่เหล็กถาวร 2 ด้าน ทดสอบหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ากับความเร็วรอบของการหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ผลการทดสอบ

เมื่อสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฟ้าเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการทดสอบผลิตไฟฟ้า โดยทดสอบหาค่าความดันไฟฟ้า (V) และค่ากระแสไฟฟ้า (A) กับความเร็วรอบการหมุน (rpm) โดยกรณีที่ 1 ติดตั้งขดลวดอาร์เมเจอร์กับชุดแม่เหล็กติดตั้งแม่เหล็กถาวรนำเพียงด้านเดียว และกรณีที่ 2 ติดตั้งขดลวดอาร์เมเจอร์อยู่ระหว่างกลางของชุดแม่เหล็กติดตั้งแม่เหล็กถาวร 2 ด้าน ทำการทดสอบการทำงานที่ความเร็วรอบ 40 - 240 รอบต่อนาที โดยเพิ่มความเร็วรอบขึ้นครั้งละ 20 รอบต่อนาที แล้ววัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิด และการทดสอบค่ากระแสไฟฟ้าทำโดยการต่อกับโวลต์ไฟฟ้าภายนอก ผลการทดสอบแสดงได้ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเมื่อเปลี่ยนจำนวนแผ่น Rotor

ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฟ้า วัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าสูงสุดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

จำนวนชั้นของ Rotor	แรงดันไฟฟ้าสูงสุด (V)	กระแสไฟฟ้าสูงสุด (A)
Single Rotor	142.90	1.88
Double Rotor	245.50	3.77

สรุปผลการวิจัย

การสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรสนามแม่เหล็กตามแนวระนาบ โดยชุดขดลวดเหนี่ยวนำทำขึ้นจากการพันขดลวดทองแดงขึ้นเองรวมทั้งหมด 15 ขด และต่อวงจรเป็นแบบสตาร์ (Star Connection) เท็บขดลวดทองแดงด้วยเรซิน ส่วนของสนามแม่เหล็กโรเตอร์ทำจากแผ่นเหล็กวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ซึ่งติดกับแม่เหล็กถาวร จำนวน 20 ก้อน เมื่อทำการ

ทดสอบการผลิตไฟฟ้า พบว่า กรณีที่ 1 ติดตั้งขดลวดอาร์เมเจอร์กับชุดแผ่นเหล็กติดตั้งแม่เหล็กถาวร นำเพียงด้านเดียว ที่ความเร็วการหมุน 240 รอบต่อนาที ได้ค่าแรงดันไฟฟ้า 142.90 V กระแสไฟฟ้า 1.88 A และกรณีที่ 2 ติดตั้งขดลวดอาร์เมเจอร์อยู่ระหว่างกลางของชุดแผ่นเหล็กติดตั้งแม่เหล็กถาวร 2 ด้านได้ค่าแรงดันไฟฟ้า 245.50 V กระแสไฟฟ้า 3.77 A สามารถใช้งานสำหรับการเรียนในห้องปฏิบัติการไฟฟ้าได้

อภิปรายผล

การสร้างและทดสอบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรสนามแม่เหล็กตามแนวระนาบ (Axial Flux Permanent Magnet Generator) เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สามารถสร้างได้ง่าย ทำงานด้วยความเร็วรอบต่ำ มีขนาดเล็กและการระบายความร้อนจากสเตเตอร์ทำได้ดี สมรรถนะการผลิตไฟฟ้าแปรผันตาม จำนวนขดลวดเหนี่ยวนำ ปริมาณสนามแม่เหล็ก และความเร็วรอบการหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สอดคล้องกับการเพิ่มจำนวนแผ่นโรเตอร์และสเตเตอร์ซ้อนกันได้หลายชั้น ทำให้กำลังการผลิตไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น (ชัยสิทธิ์ แก้วจรรยา, 2017).

ข้อเสนอแนะ

การออกแบบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ถ้าสามารถลดขนาดและน้ำหนักในส่วนขดลวดเหนี่ยวนำและเปลี่ยนแม่เหล็กถาวรที่มีความเข้มสนามแม่เหล็กจะผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้เพลลาและตลับลูกปืนควรเลือกใช้ชนิดที่มีแรงเสียดทานต่ำ บำรุงรักษาได้ง่ายจะช่วยลดแรงกลที่ใช้ขับเคลื่อนของเพลลาโรเตอร์ ทำให้สามารถประยุกต์ใช้งานกับแหล่งพลังงานกลจากธรรมชาติ เช่นพลังงานน้ำ หรือพลังงานลมได้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2554). **โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อผลิตในประเทศ**. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ชัยนุสนธ์ เกษตรพงศ์ศาล และมนตรี สุขเลื่อง. (2558). **การสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชิงโรตัสความเร็วรอบต่ำชนิดแม่เหล็กถาวรจากมอเตอร์**. การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 8. (290-293). คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

- ชัยสิทธิ์ แก้วจรรยา. (2017). การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสมกับกังหันลมความเร็วลมต่ำ. การประชุมสัมมนาทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ครั้งที่ 9. (772-785). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.
- M.J. Crooks, D.B. Litvin, P.W. Matthew, R. Macaulay, and J. Shaw. (1978). *One-piece Faraday generator: A paradoxical experiment from 1851*. *Am. J. Phys.*, 46(7). 729-731.
- S. Arand M. Ardebili. (2016). *Cogging torque reduction in axial-flux permanent magnet wind generators with yokeless and segmented armature by radially segmented and peripherally shifted magnet pieces*, *Renewable Energy*, Vol. 99, 95-106.

ออกแบบและสร้างระบบป้องกันขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานสำหรับเครื่องจักรซีเอ็นซี Design and Build a Workpiece Clamping Process Protection System for CNC Machine

สมบัติ เชียงคำ¹ ណាកอม ศรีคช² สายชล ลิทธิพงษ์³ เกียรติศักดิ์ วังโน⁴

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาเทคโนโลยีบัณฑิต มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่,

E-mail: sombatch@northcm.ac.th

²คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาเทคโนโลยีบัณฑิต มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่,

E-mail: napakom@northcm.ac.th

³คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาเทคโนโลยีบัณฑิต มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่,

E-mail: saichon@northcm.ac.th

⁴คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาเทคโนโลยีบัณฑิต มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่,

E-mail: big.979003@gmail.com

บทคัดย่อ

การออกแบบและสร้างระบบป้องกันขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานสำหรับเครื่องจักรซีเอ็นซี เพื่อให้ไม่ให้ชิ้นงานหลุดขณะเครื่องจักรซีเอ็นซีกำลังทำงาน ระบบป้องกันจะทำงานโดยใช้สวิทช์ควบคุมความดันตรวจวัดค่าความดันสุญญากาศภายในท่อ เมื่อระดับความดันสุญญากาศภายในท่อลดลงถึงระดับค่าที่ตั้งไว้ สวิทช์ควบคุมความดันจะส่งสัญญาณไปที่ระบบป้องกัน ส่งสัญญาณไปยังสัญญาณแจ้งเตือนหลักของเครื่องจักรซีเอ็นซี ให้เครื่องจักรหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ เมื่อระดับความดันสุญญากาศในท่อมีค่าเพิ่มขึ้นถึงระดับค่าที่ตั้งไว้ ระบบป้องกันจะส่งสัญญาณกลับไปยังเครื่องจักรซีเอ็นซี เพื่อให้สามารถกลับมาทำงานได้อีกครั้ง ผลการทดสอบพบว่า ด้วยการควบคุมระดับความดันสุญญากาศภายในท่อเมื่อค่าความดันต่ำกว่า -40 kPa สวิทช์ควบคุมความดันจะส่งสัญญาณไปที่ระบบป้องกัน เพื่อตัดการทำงานของเครื่องจักรโดยอัตโนมัติ เมื่อค่าความดันสุญญากาศมีมากกว่า -40 kPa ซึ่งมีปริมาณเพียงพอต่อการจับยึดชิ้นงาน สวิทช์ควบคุมความดันจะส่งสัญญาณกลับไปยังเครื่องจักรซีเอ็นซี เพื่อให้สามารถกลับมาทำงานได้อีกครั้ง โดยการส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมหลักของเครื่องจักรและจะต้องกดปุ่มรีเซ็ตที่อยู่ด้านหน้าของชุดควบคุมหลักของเครื่องจักรซีเอ็นซี ผลการทดสอบการผลิตชิ้นงานพบว่า ระบบเดิมก่อนการผลิตชิ้นงานหมายเลข AO0S12457 ชื่องาน TOP PLATE ผลิตชิ้นงานในเดือนตุลาคม พ.ศ.2563 จำนวน 300 ชิ้น เสียหาย 24 ชิ้น และในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2563 จำนวน 200 ชิ้น เสียหาย 14 ชิ้น ซึ่งหลังการสร้างระบบป้องกันและทำการทดสอบในเดือนธันวาคม

พ.ศ.2563 จำนวน 220 ชิ้น เสียหาย 0 ชิ้น และจำนวนครั้งที่ระบบป้องกันทำงานเมื่อแรงดันในระบบต่ำ สามารถป้องกันได้ทั้งหมด 9 ครั้ง

คำสำคัญ: เครื่องจักรซีเอ็นซี ระบบป้องกัน ความดันสุญญากาศ

Abstract

This thesis is the design and build a workpiece clamping process protection system for CNC machine for protecting a workpiece loose while CNC machine is in operation. The protection system is operated by means of a pressure control switch to measure the vacuum pressure inside the pipe when the vacuum pressure level inside the pipe reduced to setting level. The pressure control switch sends a signal to the protection system. The protection system sends a signal to the main alarm of the machine to order machine stopping automatically. When the pressure vacuum level in pipeline increases up to the set value, the protection system will send back the signal to CNC machine for working again. The results showed that the pressure control switch sent a signal to the protection system for stopping machine automatically and when the vacuum pressure is lower -40 kPa and the pressure control switch sent a signal back to the control system to start working the machine again when the vacuum pressure is than -40 kPa which is enough for clamping workpiece and the pressure control switch sent a signal back to the control system to start working the machine again by sending a signal to the main controller of a machine, and pressing of reset button on CNC machine which is in front of the main controller. The workpiece test result found that the system before making workpiece NO. AO0S12457 (TOP PLATE) that was made in October 2020 amount 300 pieces with 24 pieces damaged, and in November 2020 amount 200 pieces with 14 pieces damaged. Therefore, after building a protection system and testing in December 2020 amount 220 pieces without damage, and when the system pressure was low, the protecting number was worked amount 9 times.

Keywords: CNC machine, protection system, vacuum pressure

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บริษัท ซาฟราน เคบิน ลำพูน จำกัด (Safran Cabin Lamphun (Thailand) Ltd.) ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือจังหวัดลำพูน เป็นบริษัทในกลุ่มซาฟรานของประเทศฝรั่งเศส ดำเนินกิจการเกี่ยวกับธุรกิจการบิน ในด้านการผลิตอุปกรณ์ความปลอดภัยทั้งในเที่ยวบิน และบนพื้นดิน โดยในส่วนของผลิตภัณฑ์จะอยู่ในธุรกิจห้องโดยสารที่ประกอบด้วยเครื่องใช้เครื่องครัวบนเครื่องบิน ได้ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1993 ประกอบด้วย 5 โรงงานแบ่งหน่วยการผลิตออกเป็น 3 หน่วยการผลิตได้แก่ 1. CAE หรือ Air catering equipment เป็นหน่วยธุรกิจที่ผลิตรถเข็น 2. MGA manufacturing เป็นหน่วยงานการผลิตชิ้นส่วน เพื่อใช้ประกอบในส่วนของห้องครัว 3. CAIT หรือ commercial aircraft insert Thailand เป็นหน่วยที่ผลิตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าใน แขนงซ่อมบำรุง ถือเป็นองค์กรหนึ่งที่มีความสำคัญต่อบริษัท ซึ่งต้องให้การสนับสนุนให้กับทางฝ่ายผลิต ในส่วนของการซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องจักร เพื่อให้มีความพร้อมสำหรับการผลิตชิ้นงาน รวมไปถึงการออกแบบการทำงานของเครื่องจักรและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนของการผลิตให้กับหน่วยธุรกิจทั้งหมด ซึ่งในโรงงานที่3 เป็นหน่วยงานของธุรกิจ MGA สำหรับการผลิตชิ้นส่วน เพื่อใช้สำหรับประกอบในส่วนของห้องครัว ได้มีการนำเครื่องจักรซีเอ็นซี เข้ามาช่วยในการผลิตชิ้นงาน มีการนำระบบสุญญากาศเข้ามาใช้จับยึดชิ้นงานแทนการใช้ปากกาจับงาน เพื่อช่วยลดชิ้นงานเป็นรอย และลดเวลาในการจับยึดชิ้นงานในแต่ละครั้ง แต่ได้พบปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตชิ้นงานโดยการใช้เครื่องจักรซีเอ็นซี คือ มีชิ้นงานหลุดออกจากแท่นยึดงานขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงาน ชิ้นงานที่ผลิตเกิดความเสียหาย ความเสียหายต่อชิ้นส่วนของเครื่องจักรซีเอ็นซี และความไม่ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ตามใบแจ้งซ่อมจากฝ่ายผลิตเมื่อวันที่ 21 เดือนมิถุนายน พ.ศ.2563 เลขที่แจ้งซ่อม 155313

จึงได้มีแนวคิดแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดย การออกแบบและสร้างระบบป้องกันขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานสำหรับเครื่องจักรซีเอ็นซี เพื่อป้องกันความเสียหายต่อชิ้นงาน ความเสียหายต่อเครื่องจักรที่มีราคาค่อนข้างสูงและความปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติ เพื่อป้องกันชิ้นงานหลุดโดยใช้สวิทช์ควบคุมตรวจวัดความดันให้เหมาะสมขณะเครื่องจักรซีเอ็นซีกำลังทำงาน
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบควบคุมอัตโนมัติ

แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และกรอบแนวคิดในการวิจัย

เครื่องจักรซีเอ็นซี (CNC Machine) ย่อมาจากคำว่า Computer Numerical Control คือเครื่องจักรที่มีระบบควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการควบคุมทั้งการ

เคลื่อนที่ของแกนต่าง ๆ การหมุนของมอเตอร์ ลำดับการทำงาน และยังสามารถครอบคลุมถึงการ
ทำงานปลีกย่อยอื่น ๆ ของเครื่องจักร (บริษัท วิศวภัณฑ์ จำกัด, 2020) หลักการทำงานของ
เครื่องจักรซีเอ็นซี เครื่องจักรซีเอ็นซีจะทำงานได้นั้นระบบควบคุมจะต้องได้รับคำสั่งจากระบบที่
ควบคุมการสั่งการ โดยการป้อนโปรแกรมเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่อง โดยผ่านแป้นพิมพ์ หรือ
ช่องทางอื่น ๆ เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรม แล้วจะเปลี่ยนรหัสโปรแกรมเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า
เพื่อควบคุมให้มอเตอร์ทำงานจึงต้องส่งสัญญาณนี้เข้าไปในภาคขยายสัญญาณของระบบขับ (Drive
Amplified) และส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์ป้อน เพื่อควบคุมความเร็วและระยะทางของการเคลื่อนที่
ของแท่นเลื่อนโดยมีส่วนสำคัญประกอบด้วยระบบ G-code เป็นชุดคำสั่งมาตรฐานสากลที่ใช้ในการ
ควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร การเคลื่อนที่ของหัวจับชิ้นงาน หรือการเคลื่อนที่ของ
เครื่องมือตัด (Cutting Tool) ให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ และยังมีคำสั่งระบบอื่น ๆ ที่จะใช้
เช่น M-code ซึ่งอาจจะเหมือน หรือแตกต่างกันไปตามแต่ผู้ผลิตเครื่องจักร เช่น การสั่งระบบเปิดและ
ปิดน้ำหล่อเย็น สั่งการเปลี่ยนทูล สั่งระบบการหมุนของตัวSpindle เป็นต้น โดยผู้ใช้ต้องสร้างชุดคำสั่ง
G-code และ M-code ที่ระบุตัวเลข ตำแหน่งในแนวแกน X Y Z ที่ต้องการเคลื่อนที่หรือสั่งการ
ทำงานต่าง ๆ ให้เป็นลำดับขั้นตอนตามต้องการ เครื่องจักรจะนำคำสั่งไปประมวลผล และควบคุมการ
ทำงานของชิ้นส่วน การขับเคลื่อนให้เคลื่อนที่อย่างเป็นลำดับตามการสั่งการของชุดคำสั่ง (ฉัตรชัย
สมพงษ์, 2559)



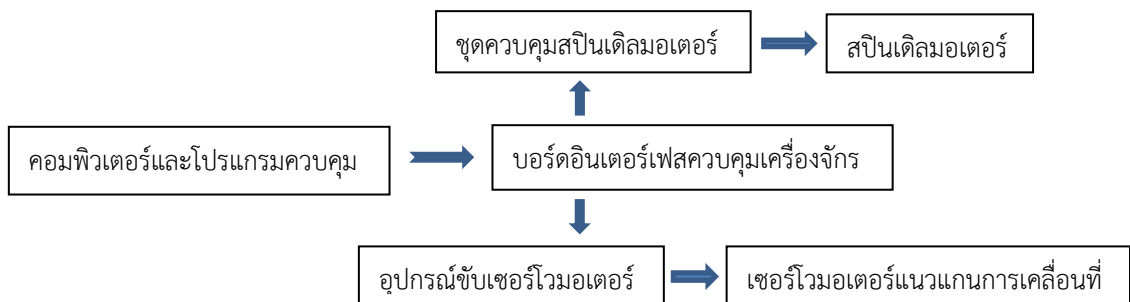
ภาพที่ 1 หลักการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี

ส่วนประกอบของชุดควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี

ชุดควบคุมซีเอ็นซีสามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบหลัก ๆ ได้ 3 ส่วนดังนี้

1. ชุดควบคุมการส่งข้อมูลเข้าออก โดยทั่วไปจะเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับข้อมูล และส่งออก
เอ็นซี เช่น เทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape Unit) ชุดหัวอ่านแผ่นดิสก์ และชุดเครื่องพิมพ์ เป็นต้น
2. ชุดควบคุมการส่งสัญญาณสู่เครื่องจักร โดยทั่วไปจะประกอบด้วย การควบคุมการ
เชื่อมต่อ (Interface Control) การควบคุมแนวแกน (Axis Control) การควบคุมหน่วยจ่ายกำลัง
(Power Supply Control) และการควบคุมเงื่อนไขการตัดเฉือน (Cutting Condition Control)
3. ชุดคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปในระบบซีเอ็นซี ถือเป็นสิ่งสำคัญของเครื่องจักรซีเอ็นซี เพราะ
คอมพิวเตอร์ในระบบซีเอ็นซีจะทำหน้าที่เก็บข้อมูล คำนวณ ประมวลผลสั่งการ และยังเป็นตัวกลางใน

การติดต่อกับอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบซีเอ็นซีกับตัวเครื่องจักรซีเอ็นซี โดยจะทำงานผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ โดยส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนจะทำงานสัมพันธ์กัน



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของชุดควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี

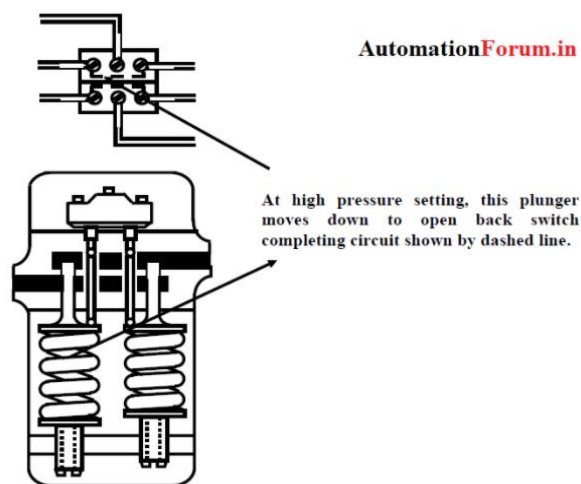
ข้อดีของเครื่องจักรซีเอ็นซี สามารถควบคุมความละเอียดของชิ้นงานได้สูงและสม่ำเสมอ ลดความผิดพลาดจากการทำงานของคนงาน งานออกมาได้มาตรฐานถึงแม้ว่า ชิ้นงานจะมีความซับซ้อน ลดปัญหาการขาดแคลนช่างฝีมือในสายการผลิต ควบคุมอัตราการผลิตชิ้นงานได้อย่างคงที่ สามารถวางแผนการผลิต และเก็บสต็อกได้อย่างแม่นยำ สามารถนำไปต่อยอดการผลิตแบบอัตโนมัติกับอุปกรณ์อื่นๆได้เช่น การหยิบชิ้นงานเข้าออกโดยใช้ระบบอัตโนมัติ

ข้อเสียของเครื่องจักรซีเอ็นซี เครื่องจักรซีเอ็นซีมีความซับซ้อน และใช้เทคโนโลยีขั้นสูง จึงมีราคาสูง เมื่อเทียบกับเครื่อง Manual การบำรุงรักษาซับซ้อนเนื่องจากมีระบบไฟฟ้า และคอมพิวเตอร์เพิ่มเติมเข้ามา การตั้งค่าการทำงานต้องใช้ผู้มีความเข้าใจระบบการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี การผลิตงานง่าย ๆ จำนวนน้อยชิ้น อาจใช้เวลาในการตั้งค่าเครื่องจักร นานเมื่อเทียบกับการทำงานแบบ Manual (ฉัตรชัย สมพงศ์, 2559)

สวิตช์ความดัน (Pressure Switch)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมระบบ เมื่อความดันเกิดการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าหรือต่ำกว่าระดับความดันเกณฑ์ที่ตั้งไว้ นิยมใช้มากในระบบควบคุมความดันของหม้อไอน้ำ ปัมป์ลม ไฮดรอลิกส์ เป็นต้น ถือว่าเป็นอุปกรณ์ความปลอดภัยชนิดหนึ่ง นอกเหนือจากวาล์วระบายความดัน เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมา เพื่อตรวจสอบความดันในระบบ และส่งเอาต์พุตออกมา เมื่อถึงค่าความดันที่ตั้งไว้ (Set point) สวิตช์ความดันจะทำงาน โดยการใช้ความดันระบบกับไดอะแฟรม หรือลูกสูบ เพื่อสร้างแรงเปรียบเทียบกับพิกัดสปริงอัดช่วงก่อนหน้า หลักการทำงานของสวิตช์ความดัน ตามการออกแบบจะมีสวิตช์ไฟฟ้าแยกกัน 2 สวิตช์ แต่ละอันจะทำงานโดยผลึกคั่นโยกที่ทนต่อลูกสูบ ซึ่งตำแหน่งนี้จะถูกควบคุมด้วยแรงไฮดรอลิกส์ หรือแรงสปริงความดันที่สวิตช์ทำงานนั้นถูกเลือกโดยการหมุนปรับสกรู เพื่อเพิ่มหรือลดแรงสปริง สวิตช์จะทำงานด้วยสปริง ดังนั้น คอนแทค NO จะถูกปิด และในทางกลับกัน เมื่อความดันที่ตั้งไว้ผลักดันถึงลูกสูบจะบีบอัดสปริง และปล่อยคั่นกดเลื่อนลงเป็นผลให้สวิตช์

เลื่อนกลับไปสู่สภาวะปกติ โดยการใช้งาน ร่วมกับรีเลย์ไฟฟ้าความดันของระบบอาจจะคงอยู่ในช่วงสูง และต่ำที่หลากหลาย คอนแทคที่อยู่ในสวิตช์ความดันอาจจะเป็น NO (Normally Open) หรือ NC (Normally Close) ถ้าความดันอยู่ต่ำกว่าจุด Set point คอนแทคในสวิตช์แบบ NO จะยังเปิดอยู่ จนกว่าความดันจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าจุด Set point จากนั้นส่วนที่ทำการตรวจจับจะทำให้คอนแทค เปลี่ยนไปที่ตำแหน่งปิด NC และคอนแทคจะเปิดอีกครั้งเมื่อความดันลดต่ำกว่าจุด Set point คอนแทคในสวิตช์แบบ NC จะยังปิดอยู่จนกว่าความดันจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าจุด Set point จากนั้น คอนแทค จะเปลี่ยนไปเปิด และยังคงเปิดอยู่จนกว่าความดันจะลดต่ำกว่าจุด Set point ดังนั้น สวิตช์ความดันส่วนมากจะมีคอนแทคอยู่ 2 คอนแทค คือ มี 1 NO และ 1 NC เพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้งาน



ภาพที่ 3 หลักการทำงานของสวิตช์ความดัน

อุปกรณ์ยึดจับชิ้นงานที่ใช้ในเครื่องจักรซีเอ็นซี

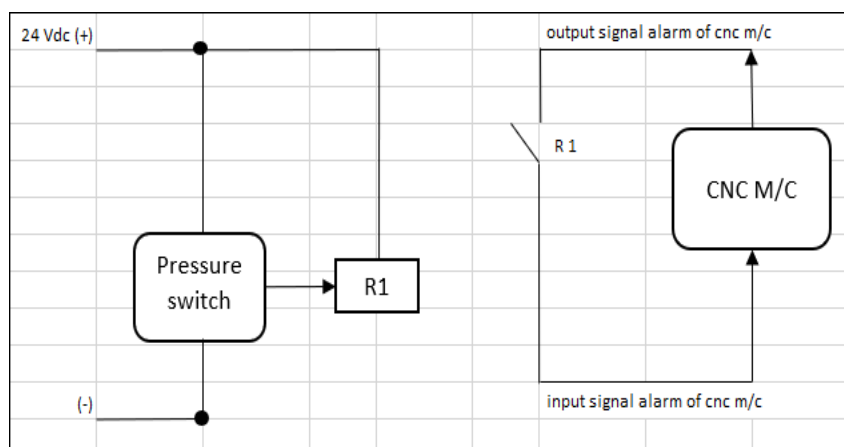
ตัวยึดจับชิ้นงานนี้ จะถูกนำมาใช้สำหรับอธิบายถึงชิ้นส่วนของจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ ที่ทำหน้าที่ในการยึดจับชิ้นงานไม่ว่าจะเป็นแผ่นยึด ตัวจับ และแบบหนีบยึดจับชิ้นงานให้ติดแน่นอยู่กับจิ๊กหรือฟิกซ์เจอร์ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการอย่างเที่ยงตรง และอยู่ในตำแหน่งดังกล่าว โดยสามารถต่อต้านแรงที่เกิดจากการตัดของเครื่องมือตัดที่กระทำต่อชิ้นงานได้เป็นอย่างดี ในกรณีเช่นนี้ตัวยึดจับชิ้นงานจะต้องถูกทำให้มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะต้านทานแรงเพียงพอที่จะต้านทานแรงที่เกิดจากการตัดได้ แต่ก็จะไม่มากพอที่จะทำให้แรงในการยึดจับนั้นไปทำให้ชิ้นงานบวมสลายหรือแตกหัก ตัวยึดจับชิ้นงานจะคล้ายกันกับตัวกำหนดตำแหน่ง คือต้องทำให้การใส่ชิ้นงานที่จำเป็นต้องใช้เวลาอย่างมากในการทำงานจะทำให้ผลผลิตตกต่ำ และราคาของชิ้นงานเพิ่มสูงขึ้น (บริษัทแพ็คโตมาร์ทจำกัด, 2019)

วิธีการวิจัย

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบระบบป้องกันชิ้นงานหลุดขณะเครื่องจักรซีเอ็นซีทำงาน กรณีแรงดันสุญญากาศมีไม่เพียงพอมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาขอบเขตของเนื้อหา เกี่ยวกับข้อมูลของเครื่องจักรซีเอ็นซี สวิตช์ควบคุมความดันการยึดจับชิ้นงาน อลูมิเนียม และปั๊มสุญญากาศ
2. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี เพื่อติดตั้งชุดสัญญาณจากสวิตช์ควบคุมความดัน
4. ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบเข้ากับสวิตช์ควบคุมความดันที่มาของการออกแบบระบบป้องกัน

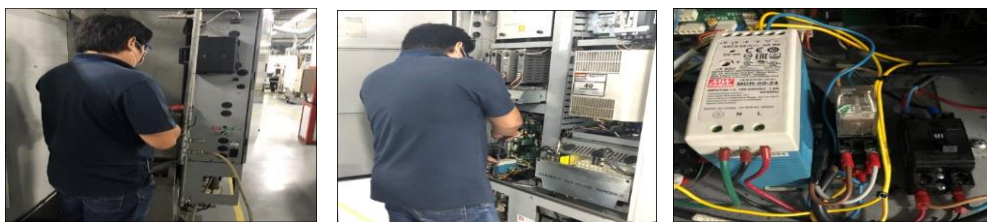
การต่อใช้งานจะเริ่มจากใช้ท่ออ่อนแบบมีสปริงอยู่ข้างในต่อเข้ากับท่อเมนของระบบสุญญากาศเข้าไปภายในเครื่องจักร โดยในเครื่องจักรจะมีชุดวาล์วเปิดและปิดก่อนจ่ายเข้ากับแท่นยึดชิ้นงานเพื่อให้แรงดันสุญญากาศยึดแผ่นชิ้นงานที่จะผลิต ในส่วนของระบบป้องกันได้ทำการออกแบบการปรับปรุงใหม่ โดยการเพิ่มสวิตช์ควบคุมความดันเข้าไปควบคุมแรงดันในช่วงการทำงานของระบบ โดยการทำงาน คือเมื่อความดันสุญญากาศมีปริมาณไม่เพียงพอต่อการทำงาน สวิตช์ควบคุมความดันจะส่งสัญญาณออกไปให้รีเลย์ทำงาน เพื่อต่อวงจรควบคุมการแจ้งเตือนหลักของเครื่องจักรจะทำให้เครื่องจักรหยุดทำงาน และเมื่อความดันสุญญากาศมีปริมาณเพียงพอต่อการทำงาน สวิตช์ควบคุมความดันจะตัดการทำงานของรีเลย์สั่งให้ตัดวงจรควบคุมสัญญาณการแจ้งเตือนหลักของเครื่องจักร เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้กรี๊ดที่ด้านหน้าเครื่องจักร และเริ่มการทำงานใหม่



ภาพที่ 4 การออกแบบวงจรของระบบป้องกัน

การทำงานของระบบป้องกันเมื่อจ่ายไฟฟ้า 24 Vdc จากตู้ควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซีเพื่อให้สวิตช์ควบคุมความดันทำงาน เมื่อแรงดันสุญญากาศมีไม่เพียงพอจะทำให้หน้าสัมผัสภายในต่อไฟให้รีเลย์ทำงานและหน้าสัมผัสของรีเลย์จะต่อสัญญาณจากบอร์ดควบคุมการแจ้งเตือนหลักภายใน

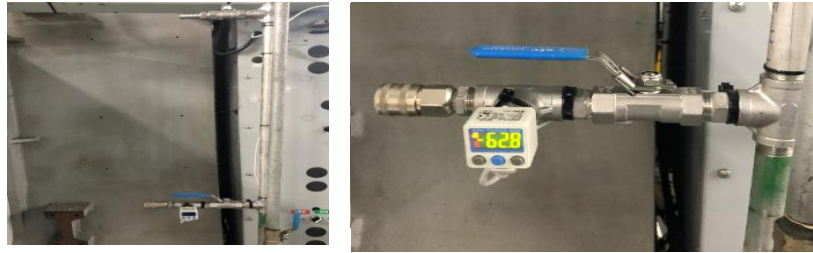
ผู้ควบคุมทำงานเพื่อสั่งให้เครื่องจักรซีเอ็นซีหยุดการทำงานทันที ขั้นตอนการออกแบบระบบป้องกัน
ชิ้นงานหลุดในเครื่องจักรซีเอ็นซี ท่อเมนหลักของระบบสุญญากาศ ก่อนต่อไปใช้งานภายในเครื่องจักร
ซีเอ็นซีต้องตัด และเปลี่ยนจากท่อพีวีซีเป็นท่ออัลูมิเนียม เพื่อเตรียมติดตั้งสวิตช์ควบคุมความดันเข้า
ไปในระบบสุญญากาศ เพื่อใช้เช็คความดันสุญญากาศภายในท่อ ติดตั้งสวิตช์ควบคุมความดัน เพื่อ
ต้องการควบคุมความดันใช้งานที่ใช้ในการยึดจับชิ้นงานภายในเครื่องจักรซีเอ็นซี โดยด้านหลังของ
สวิตช์ควบคุมความดันจะมีเกลียวตัวผู้ขนาด 0.25 นิ้วสำหรับต่อเข้ากับท่อเมนหลักต่อวงจรควบคุม
ระบบป้องกันเข้ากับวงจรหลักของเครื่องจักร เพื่อให้สามารถหยุดการทำงานของเครื่องจักร โดยเริ่ม
จากท่อไฟกระแสสลับขนาดแรงดันไฟ 220 โวลต์ผ่านเซฟตี้เบรกเกอร์เข้าไปจ่ายให้กับเพาเวอร์ซัพ
พลายขนาดแรงดันไฟด้านเข้า 220 โวลต์เพื่อให้ได้แรงดันไฟกระแสตรงด้านออกเป็น 24 โวลต์ ใช้จ่าย
ให้อุปกรณ์ในระบบป้องกันเช่น สวิตช์ควบคุมความดัน และรีเลย์



ภาพที่ 5 ติดตั้งระบบวงจรควบคุมความดันเข้ากับเครื่องจักร

เมื่อสวิตช์ควบคุมความดันตรวจเช็คแรงดันในระบบมีไม่เพียงพอต่อการจับยึดชิ้นงานภายใน
เครื่องจักรซีเอ็นซี จะส่งสัญญาณไปยังคอยล์ของรีเลย์เพื่อให้หน้าสัมผัสภายในติดกัน เมื่อหน้าสัมผัส
ภายในแตะกันจะส่งสัญญาณไปยังบอร์ดควบคุมของสัญญาณแจ้งเตือนหลักของเครื่องจักรซีเอ็นซี เพื่อ
สั่งให้เครื่องจักรหยุดทำงานในทันที และเครื่องจักรจะสามารถทำงานได้อีกครั้งต่อเมื่อแรงดันในระบบ
มีเพียงพอต่อการจับยึดชิ้นงาน โดยจะต้องกดปุ่มรีเซ็ตที่แป้นควบคุมหลักด้านหน้าของเครื่องจักร
ซีเอ็นซี

ภาพหลังการออกแบบ และทำการติดตั้งระบบป้องกันชิ้นงานหลุดขณะเครื่องจักรซีเอ็นซี
กำลังทำงาน เมื่อจ่ายไฟให้กับระบบป้องกัน สวิตช์ควบคุมความดันจะสามารถตรวจเช็คแรงดันที่ใช้ใน
การจับยึดชิ้นงานภายในท่อ โดยเมื่อความดันในระบบมีเพียงพอต่อการจับยึดชิ้นงานนั้นตัวเลขที่สวิตช์
ควบคุมความดันจะเป็นสีเขียวและหากความดันในระบบมีไม่เพียงพอตัวเลขที่สวิตช์ควบคุมความดัน
จะเปลี่ยนเป็นสีแดง



ภาพที่ 6 หลังการติดตั้ง และทดลองจ่ายระบบไฟ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. ชุดควบคุมระบบป้องกัน
2. สวิตช์ควบคุมความดัน
3. แผ่นอลูมิเนียม
4. เวอร์เนียคาลิเปอร์
5. เศษผ้าสะอาด
6. ถุงมือ
7. เส้นยางดำขนาด 10 มิลลิเมตร
8. ใบงาน

ขั้นตอนการทดสอบ

1. ทดสอบการทำงานของสวิตช์ควบคุมความดัน
2. ทดสอบการทำงานของระบบป้องกัน

1. เปิดเบรกเกอร์จ่ายไฟให้กับระบบป้องกันทำงาน เมื่อจ่ายไฟให้กับระบบป้องกันจะมีไฟสีเขียวเกิดขึ้นที่เพาเวอร์ซัพพลาย แสดงให้รู้ว่าได้จ่ายไฟให้ระบบป้องกันทำงานแล้ว เมื่อค่าความดันสูญญากาศในระบบมีไม่เพียงพอต่อการจับยึดชิ้นงาน รีเลย์ก็จะทำงานและมีไฟสีเขียวเกิดขึ้น

2. ปรับตั้งค่าของสวิตช์ควบคุมความดันโดยตั้งค่าในช่วงที่ระบบป้องกันทำงานคือต่ำกว่า -40 kPa เมื่อค่าความดันในระบบมีเพียงพอต่อการจับยึดชิ้นงาน ตัวเลขจะเป็นสีเขียว หากค่าความดันในระบบมีไม่เพียงพอต่อการจับยึดชิ้นงานตัวเลขจะเปลี่ยนเป็นสีแดง และจะส่งสัญญาณให้ระบบป้องกันทำงาน



ภาพที่ 7 ทำการปรับตั้งค่าของสวิตช์ควบคุมความดัน

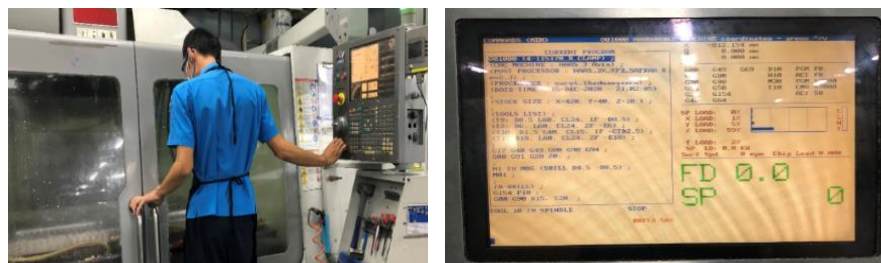
3. เตรียมโต๊ะสำหรับจับยึดชิ้นงานภายในเครื่องจักรซีเอ็นซี ทำการเป่าทำความสะอาดและใส่ยางดำไปในร่องของแท่นจับยึดชิ้นงานเพื่อกำหนดทิศทางของค่าความดันสูญญากาศในการจับยึดชิ้นงาน

4. ตรวจสอบใบงาน เพื่อเช็คจำนวนของชิ้นงานที่จะผลิต แบบขนาดของชิ้นงานสำหรับใช้อ้างอิงในการวัดขนาดหลังจากเครื่องจักรผลิตเสร็จ และรหัสของชิ้นงาน เพื่อขอรับโปรแกรม



ภาพที่ 8 ใบงานและโปรแกรมสำหรับการทดสอบ

5. โปรแกรมสำหรับผลิตชิ้นงาน เมื่อนำรหัสของชิ้นงานจากบนใบงานไปแจ้งยังฝ่ายเก็บโปรแกรม ฝ่ายโปรแกรมจะส่งโปรแกรมของชิ้นงานลงที่เครื่องจักรผ่านระบบ wifi เมื่อโปรแกรมลงที่เครื่องจักรแล้วก็จะสามารถเริ่มผลิตชิ้นงานได้



ภาพที่ 9 โปรแกรมสำหรับการทดสอบ

6. นำแผ่นอลูมิเนียมที่ไปทำความสะอาดแล้วเข้าไปวางบนแท่นจับยึดชิ้นงาน เพื่อปรับระยะของ stopper กำหนดจุดเริ่มต้นของโปรแกรมในการผลิตชิ้นงาน ขั้นตอนนี้ต้องแน่ใจว่าไม่มีเศษหรือวัสดุใดอยู่ใต้ชิ้นงาน และตรวจสอบระยะของเส้นยางดำที่วางในแนวร่องการจับยึดชิ้นงาน

7. เปิดวาล์วเพื่อให้ระบบสุญญากาศเข้ามาจับยึดชิ้นงานบนแท่นวางงาน สังเกตเกจวัดความดันจะหมุนทวนเข็มนาฬิกา

8. ทำการทดสอบและเก็บผลการทำงานของระบบป้องกัน โดยขณะที่เครื่องจักรกำลังผลิตชิ้นงานอยู่นั้น จะไม่สามารถเปิดประตูของเครื่องได้ ต้องรอจนกว่าเครื่องจะทำงานตามโปรแกรมสิ้นสุด หากมีเหตุจำเป็นต้องเปิดประตูให้กดปุ่มฉุกเฉินสีแดง

9. สัญญาณแจ้งเตือนหลักของเครื่องจักรซีเอ็นซี สัญญาณแจ้งเตือนหลักของเครื่องจักรซีเอ็นซี จะแจ้งเตือนเมื่อค่าความดันสุญญากาศในระบบต่ำกว่า -40 kPa ระบบป้องกันจะสั่งให้

เครื่องจักรหยุดทำงานทันที โดยจะมีการแจ้งเตือนที่หน้าจอของเครื่องจักรและไฟแจ้งเตือนสีแดงบนตู้ควบคุม



ภาพที่ 10 สัญญาณแจ้งเตือนของเครื่องจักร

10. ข้อมูลอ้างอิงของการผลิตชิ้นงานก่อนการปรับปรุงทดสอบระบบป้องกัน โดยเป็นข้อมูลของเครื่องจักรที่จะใช้ในการทดสอบ ในช่วงเดือนตุลาคม - เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2563

10.1 ข้อมูลหมายเลขงาน 675859-12053 ชื่องาน Door frame จำนวนงานที่ผลิตทั้งหมดในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน พ.ศ.2563 ผลิตจำนวน 460 ชิ้น เป็นจำนวนงานดี 442 ชิ้น และชิ้นงานเสียหาย 18 ชิ้น

10.2 ข้อมูลหมายเลขงาน 243506-253 ชื่องาน SUMP จำนวนงานที่ผลิตทั้งหมดในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน พ.ศ.2563 ผลิตจำนวน 380 ชิ้น เป็นจำนวนงานดี 354 ชิ้น และชิ้นงานเสียหาย 26 ชิ้น

10.3 ข้อมูลหมายเลขงาน AO0S12457 ชื่องาน TOP PLATE จำนวนงานที่ผลิตทั้งหมดในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน พ.ศ.2563 ผลิตจำนวน 500 ชิ้น เป็นจำนวนงานดี 462 ชิ้น และชิ้นงานเสียหาย 38 ชิ้น

ตารางที่ 1 ข้อมูลก่อนการทดสอบของชิ้นงานหมายเลข 675859-12053 ชื่อชิ้นงาน Door frame

Date	PDC	Order	Item	Item Description	Description	Qty	Remark
26- Oct-20	CNC1	250	675859 -12053	DOOR FRAME(ZoneA#VF3SS-08)	SHEET2520* 1270 *15AL5754H111	8	Out of spec
9-Nov- 20	CNC1	90	675859 -12053	DOOR FRAME(ZoneA#VF3SS-08)	SHEET2520* 1270 *15AL5754H111	4	Out of spec
30- Nov-20	CNC1	120	675859 -12053	DOOR FRAME(ZoneA#VF3SS-08)	SHEET2520* 1270 *15AL5754H111	6	Out of spec
รวมชิ้นงานที่ ผลิต		460	รวมจำนวนชิ้นงานที่เสียในขั้นตอนการผลิต			18	

ตารางที่ 2 ข้อมูลก่อนการทดสอบของชิ้นงานหมายเลข 243506-253 ชื่อชิ้นงาน SUMP

Date	PDC		Item	Item Description	Description	Qty	Remark
23-Oct-20	CNC1	120	243506-253	SUMP(ZONE A#VF3SS-08)	SHEET THK35mm.AL5754 H129	11	Out of spec
3-Nov-20	CNC2	80	243506-254	SUMP(ZONE A#VF3SS-08)	SHEET THK35mm.AL5754 H130	3	Out of spec
17-Nov-20	CNC3	80	243506-255	SUMP(ZONE A#VF3SS-08)	SHEET THK35mm.AL5754 H131	5	Out of spec
20-Nov-20	CNC4	100	243506-256	SUMP(ZONE A#VF3SS-08)	SHEET THK35mm.AL5754 H132	7	Out of spec
รวมชิ้นงานที่ผลิต		380	รวมชิ้นงานที่เสียในขั้นตอนของการผลิต			26	

ตารางที่ 3 ข้อมูลก่อนการทดสอบของชิ้นงานหมายเลข AO0S12457 ชื่อชิ้นงาน TOP PLATE

Date	PDC		Item	Item Description	Description	Qty	Remark
8-Oct-20	CNC1	150	AOOS 12457	TOP PLATE (ZONE A#VF3SS-08)	SHEET AL1220*2440*12.7(6061)	13	Out of spec
21-Oct-20	CNC1	150	AOOS 12457	TOP PLATE (ZONE A#VF3SS-08)	SHEET AL1220*2440*12.7(6061)	11	Out of spec
13-Nov-20	CNC1	100	AOOS 12457	TOP PLATE (ZONE A#VF3SS-08)	SHEET AL1220*2440*12.7(6061)	6	Out of spec
18-Nov-20	CNC1	100	AOOS 12457	TOP PLATE (ZONE A#VF3SS-08)	SHEET AL1220*2440*12.7(6061)	8	Out of spec
รวมชิ้นงานที่ผลิต		500	รวมชิ้นงานที่เสียในขั้นตอนของการผลิต			38	

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบการทำงานของระบบป้องกันขั้นตอนการจับยึดชิ้นงาน ทดสอบการทำงานที่เครื่องจักรซีเอ็นซีรุ่นVF3SS เครื่องหมายเลข 08 เริ่มทดสอบตั้งแต่วันที่ 1 เดือนธันวาคม พ.ศ.2563 ถึงวันที่ 14 เดือนธันวาคม พ.ศ.2563 ได้ทำงานตามใบงานและโปรแกรมที่ตั้งไว้ โดยใช้สวิตช์ควบคุมความดันตรวจเช็คค่าความดันสุญญากาศภายในท่อ เพื่อใช้ทดสอบการทำงานของระบบป้องกันว่า

สามารถทำงานตามที่กำหนดไว้ได้หรือไม่ จากการทดสอบการทำงานทั้งหมด 7 ใบงาน จำนวนงานทั้งหมด 1130 ชิ้น ได้ผลตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบหลังการออกแบบโดยมีระบบป้องกัน

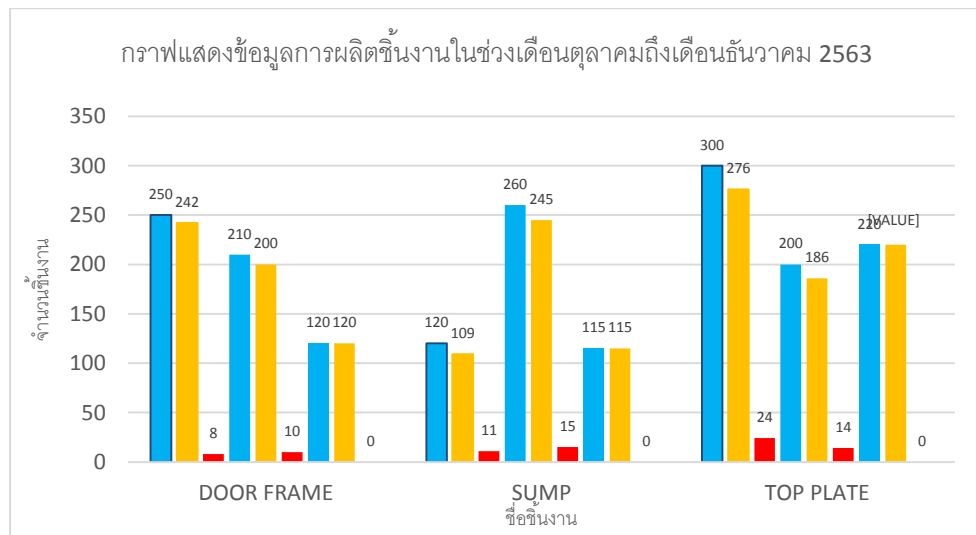
ลำดับงาน	หมายเลขงาน	ชื่องาน	ราคา ชิ้นงาน/ ชิ้น(บาท)	จำนวน งาน ทั้งหมด (ชิ้น)	จำนวน งานดี ทั้งหมด (ชิ้น)	จำนวน งานเสีย ทั้งหมด (ชิ้น)	ค่าเฉลี่ย ความดัน สุญญากาศ ที่วัด ได้ (-kPa)	จำนวนครั้งที่ ระบบป้องกัน ทำงานเมื่อ แรงดันใน ระบบต่ำ
1	675859-12053	Door frame	2754.0 0	120	120	0	54.20	6
2	AOOS12387	Top plate	603.00	220	218	2	51.30	13
3	243506-253	Sump	1875.0 0	115	115	0	53.50	5
4	675859-13063	Door frame	4969.0 0	120	120	0	52.80	6
5	AAOS14543	Table pull out	520.00	185	184	1	46.40	7
6	AOOS12457	Top plate	597.00	220	220	0	51.60	9
7	AOOS12458	Top plate	597.00	150	150	0	56.70	5
ผลรวมทั้งหมด				1130	1127	3	52.35	51

จากการทดสอบโดยการตั้งค่าของสวิตช์ควบคุมความดัน เพื่อให้ระบบป้องกันทำงานไว้ที่ -40 kPa ใช้ทดสอบการผลิตชิ้นงานทั้งหมดจำนวน 7 ใบงาน เป็นจำนวนงานทั้งหมด 1,130 ชิ้นพบว่า ได้งานตรงตามค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้จำนวน 1,127 ชิ้น และมีงานเสียจำนวน 3 ชิ้น โดยค่าเฉลี่ยของค่าความดันสุญญากาศที่วัดได้ขณะเครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ที่ -52.35 kPa จำนวนครั้งที่ระบบป้องกันทำงาน สามารถป้องกันชิ้นงานหลุดขณะเครื่องจักรกำลังทำงานได้ทั้งหมด 51 ครั้งในจำนวนการผลิตชิ้นงานทั้งหมดที่ 1,130 ชิ้น ผลจากการทดสอบของระบบป้องกัน เมื่อเทียบกับข้อมูลของการผลิตชิ้นงานก่อนและหลังการติดตั้งระบบป้องกันที่เครื่องจักรซีเอ็นซีรุ่น VF3SS เครื่องหมายเลข 08 นั้นพบว่า สามารถป้องกันการเสียหายของชิ้นงานได้ทั้งหมดหรือคิดเป็นการป้องกันชิ้นงานหลุดขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานได้ 100% ได้ผลตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ข้อมูลการผลิตชิ้นงานก่อนและหลังการปรับปรุงตั้งแต่เดือนตุลาคม-ธันวาคม 2563

ชื่องาน	ก่อนการปรับปรุงระบบป้องกัน						หลังปรับปรุงระบบป้องกัน		
	ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม		
	ชิ้นงานทั้งหมด	ชิ้นงานดี	ชิ้นงานเสีย	ชิ้นงานทั้งหมด	ชิ้นงานดี	ชิ้นงานเสีย	ชิ้นงานทั้งหมด	ชิ้นงานดี	ชิ้นงานเสีย
DOOR FRAME	250	242	8	210	200	10	120	120	0
SUMP	120	109	11	260	245	15	115	115	0
TOP PLATE	300	276	24	200	186	14	220	220	0

ข้อมูลกราฟแสดงการเปรียบเทียบการผลิตชิ้นงานก่อนปรับปรุงในช่วงเดือนตุลาคม-เดือนพฤศจิกายน 2563 และหลังการปรับปรุงในเดือนธันวาคม 2563 นั้น พบว่าหลังการปรับปรุงระบบป้องกันชิ้นงานหลุดในขั้นตอนการจับยึดชิ้นงาน สามารถทำงานได้ตามสมมุติฐาน คิดเป็นการป้องกันได้ 100%



ภาพที่ 11 กราฟแสดงข้อมูลการผลิตชิ้นงานในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2563

อภิปรายผล

จากการออกแบบและทดสอบระบบป้องกันขั้นตอนการจับยึดชิ้นงาน ได้ทำการต่อระบบควบคุมโดยใช้สวิตช์ควบคุมความดันเช็คค่าความดันสุญญากาศภายในระบบท่อ เพื่อใช้จับยึดชิ้นงานภายในเครื่องจักรซีเอ็นซี เมื่อทำการเปิดเบรกเกอร์เพื่อจ่ายไฟให้กับระบบควบคุม สวิตช์ควบคุมจะเริ่มทำงานเพื่อเช็คค่าความดันสุญญากาศในการใช้งาน ถ้าค่าความดันสุญญากาศภายในท่อมีไม่เพียงพอ

ต่อการจับยึดชิ้นงาน ระบบควบคุมจะสามารถป้องกันชิ้นงานหลุดขณะเครื่องจักรกำลังทำงานได้หรือไม่ ซึ่งเมื่อค่าความดันสุญญากาศต่ำกว่า -40 kPa ระบบควบคุมจะทำการส่งสัญญาณไปยังสัญญาณแจ้งเตือนหลักของเครื่องจักรซีเอ็นซี ให้เครื่องจักรหยุดทำงานและไม่ให้ชิ้นงานหลุด ซึ่งผลการทดสอบจำนวนงานที่ได้ทดสอบทั้งหมด 1,130 ชิ้น ตามตารางทดสอบที่ 4 พบว่า สามารถผลิตงานได้ตรงตามค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้จำนวน 1,127 ชิ้น คิดเป็นจำนวนเงินทั้งหมด 1,590,409 บาท คิดเป็น 99.73 % ของจำนวนชิ้นงานทั้งหมด มีจำนวนงานเสียทั้งหมด 3 ชิ้น คิดเป็นจำนวนเงิน 1,726 บาท คิดเป็น 0.26% ของจำนวนชิ้นงานทั้งหมด โดยค่าเฉลี่ยของค่าความดันสุญญากาศที่วัดได้ขณะเครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ที่ -52.35 kPa และจำนวนครั้งที่ระบบป้องกันทำงานสามารถป้องกันชิ้นงานหลุดขณะเครื่องจักรซีเอ็นซีกำลังทำงานนั้น สามารถป้องกันได้ทั้งหมด 51 ครั้ง คิดเป็นจำนวนเงิน 75,550 บาท ในจำนวนการผลิตชิ้นงานทั้งหมดที่ 1,130 ชิ้น คิดเป็น 4.51% ของจำนวนชิ้นงานทั้งหมด ชิ้นงานที่เสียจำนวน 3 ชิ้นนั้น สาเหตุหลักเกิดจากการตั้งค่าการเริ่มต้นของการผลิตชิ้นงานที่ผิดพลาด และพนักงานมีการปรับค่าขณะกำลังทำงาน หากนำผลที่ได้จากการทดสอบจากตารางที่ 4 มาเปรียบเทียบกับข้อมูลการผลิตชิ้นงานในช่วงก่อนการปรับปรุงนั้น พบว่าสามารถลดการเสียหายของชิ้นงานในขั้นตอนการจับยึดชิ้นงานขณะเครื่องจักรซีเอ็นซีกำลังทำงานได้ตามตารางที่ 5 จากการออกแบบและสร้างระบบป้องกันขั้นตอนการจับยึดชิ้นงาน ผลการทดสอบพบว่า ระบบป้องกันชิ้นงานหลุดจะทำงานโดยอาศัยสวิทช์ควบคุมความดันตรวจเช็คค่าความดันสุญญากาศภายในระบบท่เพื่อให้เพียงพอต่อการจับยึดชิ้นงานขณะเครื่องจักรกำลังทำงาน เมื่อค่าความดันสุญญากาศภายในระบบท่มีไม่เพียงพอต่อการใช้จับยึดชิ้นงาน สวิทช์ควบคุมความดันจะส่งสัญญาณให้ระบบป้องกันทำงาน โดยระบบป้องกันที่ทำการติดตั้งจะส่งสัญญาณไปยังระบบควบคุมการแจ้งเตือนหลักของเครื่องจักรซีเอ็นซีเพื่อสั่งให้เครื่องจักรหยุดการทำงานในทันที และเครื่องจักรจะกลับมาทำงานได้อีกครั้งก็ต่อเมื่อระดับค่าความดันสุญญากาศที่ใช้ในการจับยึดชิ้นงานภายในท่มีมากกว่า -40 kPa และทำการกดปุ่มรีเซ็ตที่ชุดควบคุมหลักด้านหน้าของเครื่องจักรซีเอ็นซีได้อย่างที่ตั้งสมมุติฐานไว้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. เมื่อระดับของความดันสุญญากาศในระบบมีไม่เพียงพอกับค่าที่กำหนด จะทำให้สวิทช์ควบคุมความดันส่งสัญญาณเข้าไปต่อร่วมกับสัญญาณแจ้งเตือนหลักของเครื่องจักรซีเอ็นซี โดยสั่งให้เครื่องจักรหยุดทำงานทันที และต้องมีการกดสวิทช์เพื่อรีเซ็ตก่อนเริ่มงานใหม่ทุกครั้ง
2. การกีดชิ้นงานภายในเครื่องจักร จะมีเศษอลูมิเนียมชิ้นเล็ก ๆ ที่เกิดจากการกัดงานหลุดเข้าไปในท่โดยแรงดูดภายในท่ ควรมีการติดตั้งตัวดักเศษอลูมิเนียมก่อนสวิทช์แรงดัน เพื่อให้มีการตรวจเช็คว่ามีแรงดันผิดปกติและต่ำกว่ากำหนด ให้ส่งสัญญาณไปยังชุดระบบป้องกัน

3. การใช้เส้นยางดำเพื่อกำหนดทิศทางของค่าความดันสุญญากาศบนแท่นจับยึดชิ้นงาน หากมีการใช้ไประยะเวลาหนึ่ง เมื่อเส้นยางดำโดนน้ำยาคลูลแลนต์หรือน้ำมันที่ใช้ในการช่วยระบายความร้อนขณะกัดชิ้นงานนั้น จะมีความเปื่อยยุ่ย ทำให้ง่ายต่อการขาดและอาจมีการรั่วไหลของค่าความดันสุญญากาศเกิดขึ้น จนเป็นผลทำให้ค่าความดันสุญญากาศที่ใช้ในการจับยึดชิ้นงานมีประสิทธิภาพลดลง ควรมีการตรวจเช็คสภาพความหนาของเส้นยางดำอยู่เสมอ

เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรชัย สมพงษ์. (2559). **หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีและความปลอดภัยในการทำงาน**. ค้นเมื่อวันที่ 8 กรกฎาคม 2563, จาก <http://www.tl.ac.th/document/chatchai/cnc2.pdf>
- บริษัทกรู๊ปวิศวะภัณฑ์จำกัด. (2020). **เครื่องจักรซีเอ็นซี คืออะไร**. ค้นเมื่อวันที่ 8 กรกฎาคม 2563, จาก <https://groupcor.com/เครื่องจักรซีเอ็นซีคือ/>
- บริษัทแฟคโตมาร์ทจำกัด. (2019). **Pressure Switch สวิตช์ความดัน นำไปใช้งานแบบใดได้บ้าง**. ค้นเมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม 2563, จาก <https://mall.factomart.com/application-of-pressure-switch/>

การควบคุมตำแหน่งของแขนกลเชิงเส้นในต้นแบบระบบจัดเก็บ และค้นคืนอัตโนมัติ

ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ อาร์ดุยโน

Linear Arm Position Control of Automated Storage and Retrieval System by Arduino Microcontroller

กฤษกร สารวงษ์¹ สิทธิชัย วงศ์หน่อ² คริสต์มาส หอมมณี³

¹⁻³ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, E-mail: kunchom@northcm.ac.th¹;

sittichai@northcm.ac.th²

บทคัดย่อ

บทความนี้จะกล่าวถึงการศึกษา การควบคุมตำแหน่งของแขนกลเชิงเส้น ในต้นแบบระบบจัดเก็บและค้นคืนอัตโนมัติ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดุยโน ซึ่งเป็นเทคโนโลยีในการจัดการการจัดเก็บสินค้าในคลังโดยอัตโนมัติ ตัวต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนอัตโนมัติประกอบไปด้วยแป้นพิมพ์ขนาดเมทริกซ์สี่คูณสี่ จอแอลซีดีแสดงผล และระบบแขนกลเชิงเส้น ซึ่งดัดแปลงมาจากรางเลื่อนของหัวพิมพ์เครื่องพิมพ์ โดยมีหลักการควบคุมรางเลื่อนเชิงเส้นนั้นควบคุมด้วยระบบควบคุมวงปิด มีการควบคุมระยะเคลื่อนที่ของกลไกแบบเชิงเส้น สัตส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ ใช้ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง ที่ถูกตรวจวัดระยะเคลื่อนที่ด้วยเซ็นเซอร์ตัวเข้ารหัส โดยใช้ควบคุมทั้งระยะการเคลื่อนที่และรวมถึงความเร็ว ในกลไกการเคลื่อนที่เชิงเส้น มีไมโครสวิทช์ เป็นจุดอ้างอิงเริ่มต้น ในบทความนี้จะวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของกลไกทั้งระยะและความเร็ว ตัวควบคุมแบบ สัตส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ ให้สามารถใช้งานการเคลื่อนที่ในต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนอัตโนมัติ โดยบทความนี้จะระบุว่าแขนกลเชิงเส้น สามารถใช้งานได้ทั้งการควบคุมตำแหน่งและความเร็ว ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์เพื่อใช้งานในการจัดเก็บขนาดจริงต่อไป

คำสำคัญ: แขนกลเชิงเส้น การควบคุมตำแหน่ง การควบคุมความเร็ว การจัดเก็บและค้นคืนอัตโนมัติ

Abstract

This paper discusses the development of linear arm position control for automated storage and retrieval system by Arduino microcontroller. Our automated storage and retrieval system is an automated management inventory. This Automated storage and retrieval prototype include: A Matrix Keyboard, LCD character display and linear arm system used form linear slides of printer head. The linear slide

rail is controlled by a closed-loop control system, linear arm movement of the mechanism is controlled. Proportional-Integrated-Derivative for to control the speed of a DC motor that was measured by the encoder sensor by using both the distance and speed control. In a linear motion mechanism with micro switch as a starting point of reference. In this article we will analyze the movement of the mechanism, both its distance and speed. The Proportional-Integrated-Derivative Controller enables motion in the automatic storage and retrieval prototype. The article will show that the linear Arm system can be used to control positioning as well as speed, thus this research can be applied for further use in real-size storage.

Keywords: linear arm, speed-control, position-control, AS/RS

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคสมัยที่เทคโนโลยียังไม่มียุคทองเหมือนยุคปัจจุบัน การจัดเก็บและค้นคืนเพื่อนำเอาสินค้าออกมาใช้งานนั้นยังใช้แรงงานของมนุษย์ จึงส่งผลให้การใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่ใช้จัดเก็บสินค้าได้น้อย เพราะมนุษย์ไม่สามารถที่จะนำสินค้าไปจัดเก็บในพื้นที่สูงๆได้ง่าย อีกทั้งยังต้องใช้บุคคลที่มีทักษะด้านการจัดเก็บและค้นคืนสินค้าออกมาใช้งาน ไม่เช่นนั้นจะทำให้สินค้าเกิดความเสียหายได้ โดยในปัจจุบันเมื่อเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทมากขึ้น จึงมีความพยายามที่จะบริหารและใช้พื้นที่ที่ใช้จัดเก็บสินค้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงเกิดเป็นระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ (ASRS, Automated Storage and Retrieval System)

ประเด็นที่สำคัญประการหนึ่ง ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติในประเทศไทยยังมีราคาที่สูงมากแต่สามารถจัดเก็บสินค้าได้มากกว่าแบบทั่วไปหลายเท่า และความสูงของคลังสินค้าโดยประมาณจะอยู่ที่ 20 ถึง 40 เมตร ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีที่หาได้ง่ายและมีราคาถูก นำมาสร้างแบบจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ โดยในบทความนี้จะแสดงขั้นตอนการออกแบบระบบควบคุมทั้งตำแหน่งและความเร็วในการควบคุมแกนเครื่องต้นแบบการจัดเก็บและค้นคืนอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

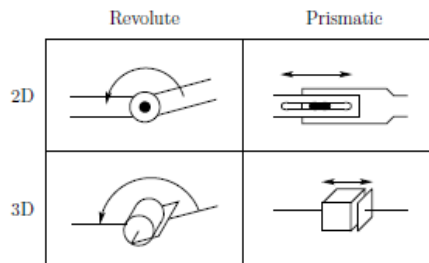
ได้ระบบการควบคุมตำแหน่งและความเร็ว สำหรับต้นแบบระบบการจัดเก็บและค้นคืนอัตโนมัติแบบ 3 แกน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูอิน (Arduino)

แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ส่วนประกอบและโครงสร้างของหุ่นยนต์ (Components and Structure of Robots)

สัญลักษณ์ของหุ่นยนต์ (Symbolic Representation of Robots)

สัญลักษณ์ประกอบด้วยการเชื่อมโยงที่เชื่อมต่อกันด้วยข้อต่อที่เคลื่อนที่ ข้อต่อแบบหมุน (Revolute) หรือเคลื่อนที่เป็นเชิงเส้น (Prismatic) ส่วนข้อเหวี่ยงเป็นเหมือนบานพับและให้มีการหมุนสัมพัทธ์ระหว่างสองส่วน (two links) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สัญลักษณ์ของข้อต่อหุ่นยนต์

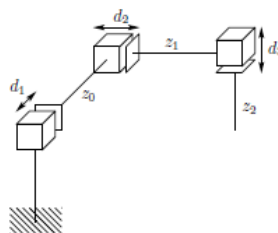
ที่มา: Mark W. Spong, Seth Hutchinson, and M. Vidyasagar (2004: 13)

ประเภทการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ประกอบไปด้วย 5 ประเภท คือ

1. Articulated Configuration (RRR)
2. Spherical Configuration (RRP)
3. SCARA Configuration (RRP)
4. Cylindrical Configuration (RPP)
5. Cartesian configuration (PPP)

Cartesian configuration (PPP)

ข้อต่อสามข้อแรกเป็นการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้น (Prismatic) โดยมีลักษณะหุ่นยนต์ประเภท Cartesian configuration (PPP) แสดงในภาพที่ 2 ลักษณะการเคลื่อนที่ในรูปแบบนี้จะง่ายที่สุด โดยจะมีทิศทางเคลื่อนที่ตามแนวแกน d_1 , d_2 , d_3 และระยะทางที่เคลื่อนที่ไปได้ตาม z_0 , z_1 , z_2 ซึ่งหุ่นยนต์ในลักษณะนี้มีประโยชน์สำหรับเคลื่อนย้ายวัสดุหรือสินค้า ตัวอย่างของหุ่นยนต์ Cartesian configuration (PPP) จาก Epson-Seiko แสดงในรูปที่ภาพที่ 3



ภาพที่ 2 ลักษณะการเคลื่อนที่ Cartesian configuration (PPP)

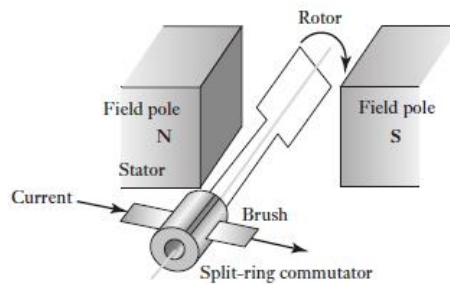
ที่มา: Mark W. Spong, Seth Hutchinson, and M. Vidyasagar (2004: 22)



ภาพที่ 3 Epson-Seiko

ที่มา: Mark W. Spong, Seth Hutchinson, and M. Vidyasagar (2004: 23)

มอเตอร์ ดี ซี (D.C. motors)



ภาพที่ 4 พื้นฐานของมอเตอร์กระแสตรง

ที่มา: W. Bolton (2015: 218)

ภาพที่ 4 พื้นฐานของมอเตอร์กระแสตรง เป็นวงจรที่หมุนได้อย่างอิสระในสนามแม่เหล็กถาวร เมื่อกระแสไหลผ่านขดลวด เกิดแรงแม่เหล็กไฟฟ้าของขดลวดทำมุมฉากกับสนามแม่เหล็กทำให้เกิดแรงที่กระทำต่อกันเพื่อให้เกิดการหมุน ในมอเตอร์กระแสตรง (D.C. motors) ทั่วไป แกนกลางที่อยู่ในช่องทรงกระบอกที่เรียกว่า อาร์เมเจอร์ (Armature) โดยจะติดตั้งอยู่บนตลับลูกปืนและหมุนได้อย่างอิสระ และอยู่ภายใต้สนามแม่เหล็ก โดยมีแม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสผ่านขดลวด

การคำนวณกำลังของมอเตอร์

การหาลำดับของมอเตอร์ซึ่งมีการเคลื่อนที่แบบหมุนจะเป็นการคำนวณกำลังไฟฟ้าที่เป็นผลคูณของแรงบิดคูณด้วยระยะการหมุนต่อหน่วยเวลา ตามสมการ (1)

$$P = M \times \omega \quad (1)$$

เมื่อ P = กำลังที่ได้จากมอเตอร์ (W)

M = แรงบิด (N.m)

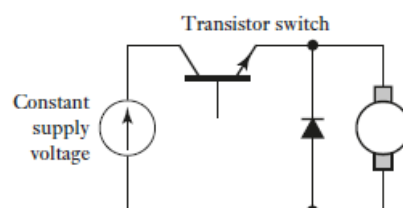
ω = ความเร็วเชิงมุม (rad/s)

การควบคุมมอเตอร์ (motor control)

มนตรี กันทาสุวรรณ (2556) มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ในขณะที่มอเตอร์เริ่มทำงานจะใช้กระแสจำนวนมากกว่ปกติ ในการเอาชนะแรงเฉื่อยเพื่อจุดให้โรเตอร์เริ่มหมุนจากที่หยุดนิ่ง ต่อจากนั้นจะต้องมีการควบคุมให้มอเตอร์ ทำงาน หยุด กลับทิศทาง การหมุน การ เปลี่ยนความเร็วรอบ และการทำงานร่วมกันของมอเตอร์หลายๆ ตัว ดังนั้นการควบคุมมอเตอร์ ถือเป็นเรื่องที่สำคัญ เพื่อให้มอเตอร์ทำงานได้อย่างไม่มีปัญหา

การควบคุมความเร็วมอเตอร์ด้วยสัญญาณ PWM

ความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงขึ้นอยู่กับกระแสที่ผ่านขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Coil) ด้วยขดลวดสนาม (field coil) ของมอเตอร์ ความเร็วสามารถเปลี่ยนได้โดยการเปลี่ยนแปลงกระแสขดลวดอาร์เมเจอร์ หรือกระแสสนามไฟฟ้า (field current) ดังนั้นการควบคุมความเร็วสามารถทำได้ โดยการควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่ใช้กับ ขดลวดอาร์เมเจอร์ เปลี่ยนแปลงเพื่อให้ค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยภาพที่ 5 เป็นการใช้อนุสัญญาณกับ PWM วงจรทรานซิสเตอร์ (transistor) ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์ด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นวงจรที่ควบคุมความเร็วมอเตอร์ด้วยสัญญาณ PWM แต่วงจรดังกล่าวสามารถบังคับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้ทิศทางเดียวเท่านั้น

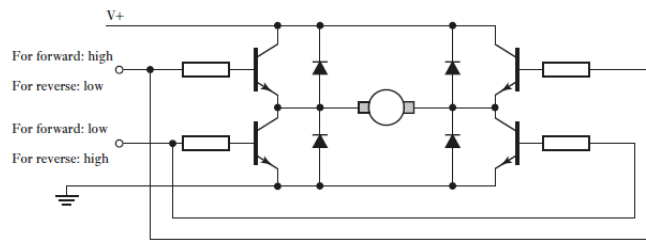


ภาพที่ 5 PWM

ที่มา: (Mechatronics Electronic control systems in mechanical and electrical engineering, Sixth Edition. W.Bolton , (2015), P.222)

การควบคุมทิศทางมอเตอร์ด้วยวงจร H

ภาพที่ 6 วงจร H (H circuit) สามารถใช้บังคับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ให้หมุนทวนเข็มนาฬิกา หรือหมุนตามเข็มนาฬิกา



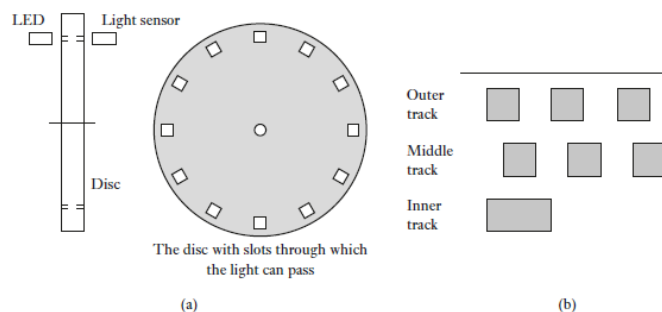
ภาพที่ 6 วงจร H

ที่มา: W. Bolton (2015: 22)

เซ็นเซอร์ (Sensor)

ตัวเข้ารหัสออปติคัล (Optical encoders)

ตัวเข้ารหัส (encoder) เป็นอุปกรณ์ที่ให้ output ดิจิตอล เป็นผลมาจากการเชิงเส้นหรือการกระจัดเชิงมุม ตัวเข้ารหัสตำแหน่งสามารถแบ่งออกเป็นสองประเภท ได้แก่ ตัวเข้ารหัสที่เพิ่มขึ้น ซึ่งตรวจจับการเปลี่ยนแปลงในการหมุนจาก Datum บางตำแหน่ง และตัวเข้ารหัสแบบสมบูรณ์ซึ่งให้ตำแหน่งเชิงมุมที่แท้จริง



ภาพที่ 7 ตัวเข้ารหัส (a) หลักการพื้นฐาน (b) แทร็กที่มีศูนย์กลาง

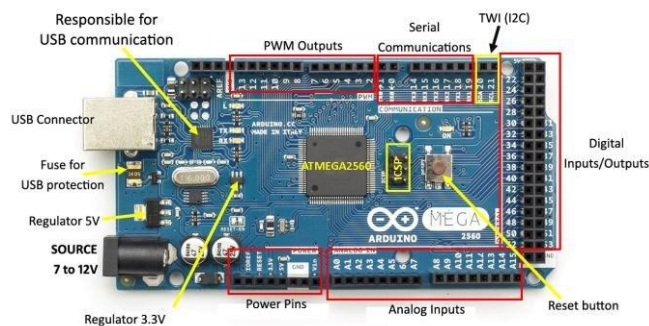
ที่มา: W. Bolton (2015: 42)

ภาพที่ 7 (a) ทำให้เกิดสัญญาณรูปแบบพื้นฐานของตัวเข้ารหัสที่เพิ่มขึ้นสำหรับการวัดการกระจัดเชิงมุม ลำแสงลอดผ่านช่องในแผ่นดิสก์และตรวจพบโดยเซ็นเซอร์วัดแสง เมื่อหมุนแผ่นดิสก์เอาต์พุต (output) ที่ถูกสร้างขึ้นโดยเซ็นเซอร์ (sensor) ซึ่งมีจำนวนพัลส์เป็นสัดส่วนกับมุมที่แผ่นดิสก์และตำแหน่งเชิงมุมของแผ่นดิสก์ จึงสามารถกำหนดได้โดยจำนวนพัลส์ที่เกิดขึ้น ใช้แทร็ก (Tracks) ศูนย์กลางที่มีเซ็นเซอร์สามตัว ภาพที่ 7 (b) ด้านในแทร็กมีเพียงรูเดียวและใช้เพื่อค้นหาตำแหน่ง “เริ่มต้น” ของแผ่นดิสก์ อีกสองแทร็กมีรูที่เว้นระยะเท่ากันของแผ่นดิสก์ แต่มีรูตรงกลางวางขดเขยจากรูในแทร็กด้านนอกครึ่งหนึ่งของความกว้างของรู ออฟเซต (offset) ช่วยให้สามารถทราบถึงทิศทางการหมุน ความละเอียดจะขึ้นอยู่กับจำนวนช่องบนแผ่นดิสก์ เช่น 60 ช่อง ใน 1 รอบ เนื่องจาก 1 รอบคือการหมุน 360° ดังนั้นความละเอียดจะเป็น $360/60 = 6^\circ$

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

อาดูยโน้ (Arduino)

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ เปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือ โปรแกรมต่อได้อีกด้วย ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอก เชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด ภาพที่ 8 หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้ โปรแกรมที่ใช้พัฒนาคือ Arduino IDE

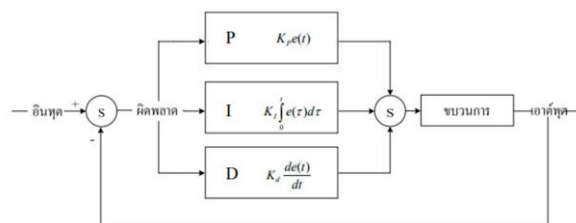


ภาพที่ 8 ส่วนประกอบของ Arduino Mega 2560

ที่มา: <http://www.lungmaker.com/arduino-mega-2560->

ทฤษฎีระบบควบคุม PID

ระบบควบคุมแบบสัดส่วนปริพันธ์-อนุพันธ์ (Proportional Integral and Derivative Controller: PID Controller) ภาพที่ 9 เป็นระบบควบคุมแบบป้อนกลับ ซึ่งค่าที่นำไปใช้ในการคำนวณเป็นค่าความผิดพลาด ที่หามาจากความแตกต่างของตัวแปรในระบบและค่าที่ต้องการตัวควบคุมจะพยายามลดค่าผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุด ด้วยการปรับค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการในแต่ละส่วนของระบบควบคุม PID



ภาพที่ 9 ผังของการควบคุม PID

ที่มา: การสังเคราะห์และออกแบบวงจรตัวควบคุม PID โหมดกระแสด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่และการประยุกต์ใช้งานในการศึกษา (2555: 11)

ขั้นตอนพัฒนาระบบ

ระบบแขนกลเชิงเส้นในต้นแบบระบบจัดเก็บ และค้นคืนอัตโนมัติ ประกอบไปด้วย ชุดรางเลื่อนเชิงเส้นที่ดัดแปลงมาจากชุดขับเคลื่อนหัวพิมพ์ของเครื่องพิมพ์อิงค์เจทที่มีตัวเข้ารหัสแบบเชิงเส้นในตัว และ ชุดควบคุมรางเลื่อนเชิงเส้นด้วยอายุโน้ โดยมีขั้นตอนการพัฒนาระบบดังนี้

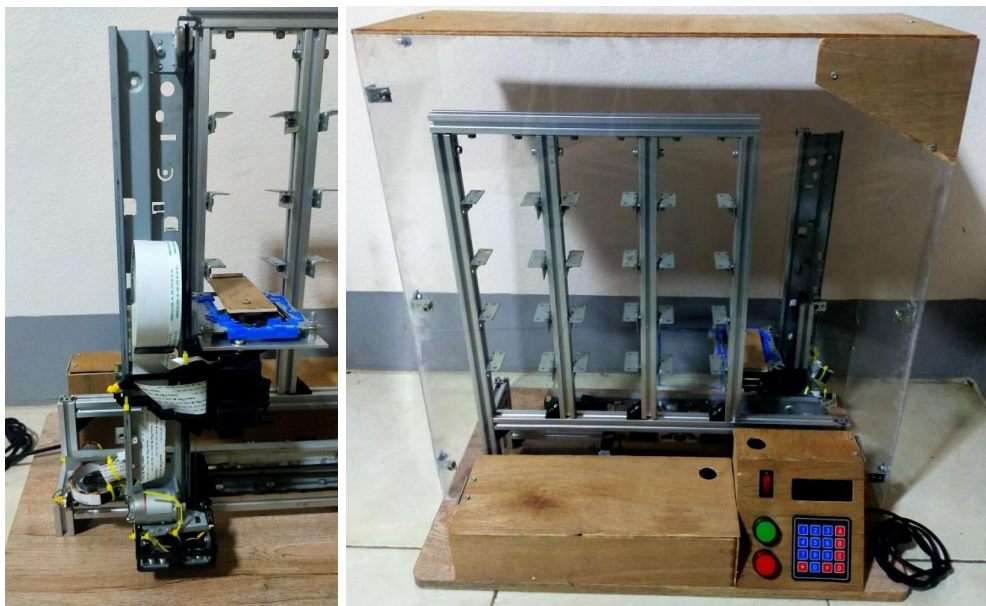
1. สร้างแขนกลเชิงเส้นในต้นแบบระบบจัดเก็บ และค้นคืนอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ อายุโน้

ชุดรางเลื่อนเชิงเส้น ดัดแปลงมาจากชุดขับเคลื่อนหัวพิมพ์ของเครื่องพิมพ์อิงค์เจท เนื่องจากมีราคาที่ถูก หาได้ง่าย ซึ่งตัวรางเลื่อนเองมีชุดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสตรงและมีตัวเข้ารหัสแบบเชิงเส้นในตัวด้วย ในภาพที่ 10 แสดงรางเลื่อนเชิงเส้น และ ตัวเข้ารหัสเชิงเส้น โดยมอเตอร์กระแสตรงนั้นสามารถรับความต่างศักย์สูงสุด 24 volt



ภาพที่ 10 รางเลื่อนเชิงเส้น และ ตัวเข้ารหัสเชิงเส้น

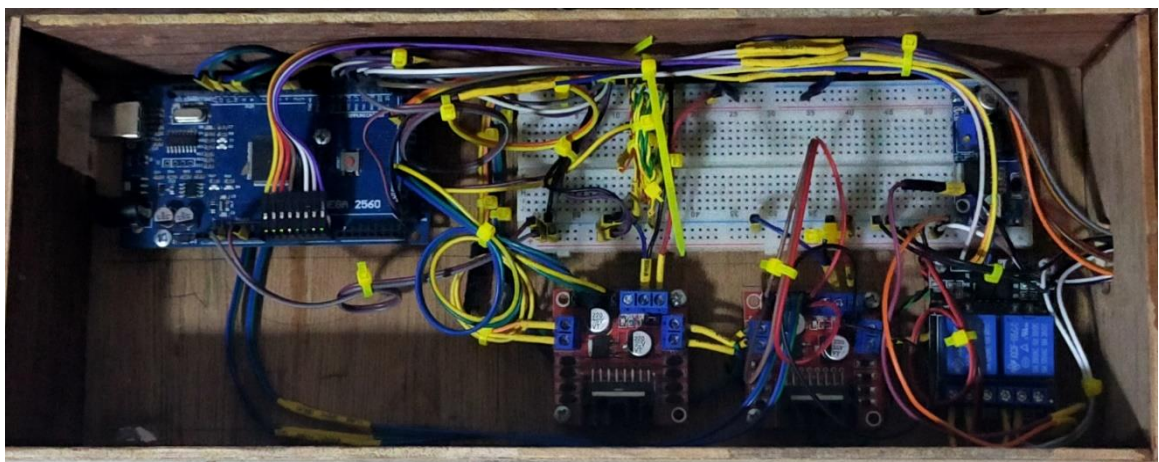
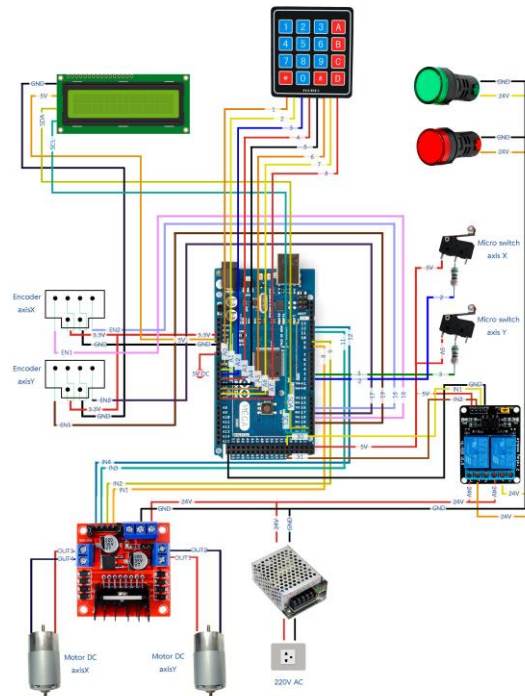
จากนั้นจึงนำรางเลื่อนเชิงสองชุด ทำการประกอบให้รางทั้งสองตั้งฉากกันเพื่อให้ได้แกน X และ Y ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แกน X และ Y ที่ได้จากการดัดแปลงชุดรางเลื่อนของเครื่องพิมพ์ และ ตัวต้นแบบระบบจัดเก็บ และค้นคืนอัตโนมัติ

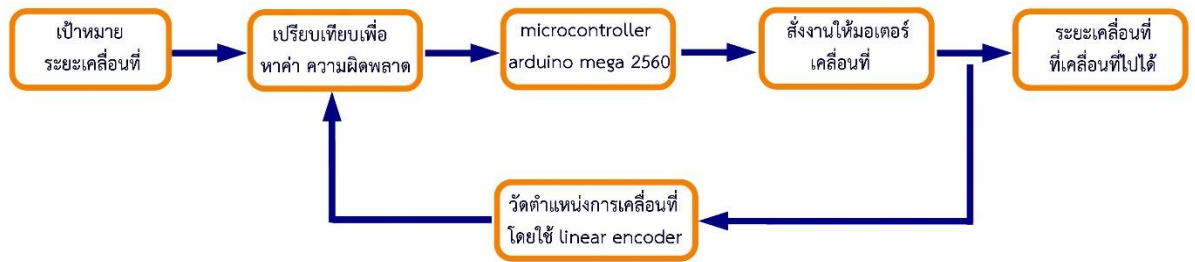
2. สร้างชุดควบคุมรางเลื่อนเชิงเส้นด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูยโน้

ชุดควบคุมรางเลื่อนเป็นชุดที่รับสัญญาณ ทำการประมวลผล แล้วจึงควบคุมทิศทางและ
ความเร็วของรางเลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ประกอบไปด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูยโน้ หน้าจอ
LCD KEYPAD ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงแบบ H-circuit ดังภาพที่ 12



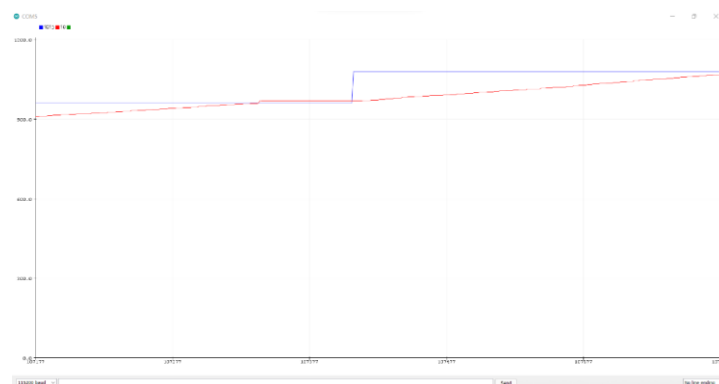
ภาพที่ 12 ชุดควบคุมรางเลื่อน ที่มีKEYPAD หน้าจอLCD ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ วงจรอ่านตัวเข้ารหัส

3. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมการควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่



ภาพที่13 ขั้นตอนควบคุมระยะการเคลื่อนที่โดยระบบ close loop

จากภาพที่ 13 เริ่มต้นเป้าหมายระยะเคลื่อนที่ (target position) จะถูกกำหนดโดย microcontroller Arduino mega 2560 ที่โปรแกรมแล้วสั่งให้มอเตอร์กระแสตรงทำงาน เมื่อมอเตอร์กระแสตรงทำงานจะได้ระยะเคลื่อนที่ โดยระยะเคลื่อนที่หรือตำแหน่งที่มอเตอร์กระแสตรงเคลื่อนที่ จะถูกตรวจวัดโดยเซ็นเซอร์ตัวเข้ารหัส (encoder sensors) และส่งข้อมูลหรือตำแหน่งปัจจุบันให้กับ microcontroller Arduino mega 2560 โดย microcontroller Arduino mega 2560 จะเปรียบเทียบเป้าหมายระยะเคลื่อนที่กับตำแหน่งปัจจุบัน เพื่อหาค่าผิดพลาด (error) ซึ่งโปรแกรมจะทำเช่นนี้ซ้ำๆไปจนกว่าค่าผิดพลาดจะมีค่าเท่ากับศูนย์ (เป้าหมายระยะเคลื่อนที่กับตำแหน่งปัจจุบันมีค่าเท่ากัน) เมื่อค่าผิดพลาดเป็นศูนย์แล้ว microcontroller Arduino mega 2560 จะสั่งให้มอเตอร์กระแสตรงหยุดทำงาน ดังภาพที่ 14 เป็นภาพแสดงการปรับตำแหน่งของรางเลื่อนเชิงเส้น แกนตั้งเป็นระยะ แกนนอนเป็นเวลา เส้นสีน้ำเงินคือเป้าหมายของระยะทางที่ต้องการ เส้นสีแดงคือตำแหน่งของรางเลื่อนจริง สังเกตได้ว่าการเคลื่อนที่ของรางเลื่อน เป็นไปตามค่าที่ต้องการ



ภาพที่ 14 เป้าหมายของรางเลื่อนที่จะเคลื่อนที่ไปด้วยเส้นสีน้ำเงิน และระยะรางเคลื่อนที่จริงเป็นเส้นสีแดง

4. ทดสอบการทำงานส่วนควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ โดยระบบควบคุม PID

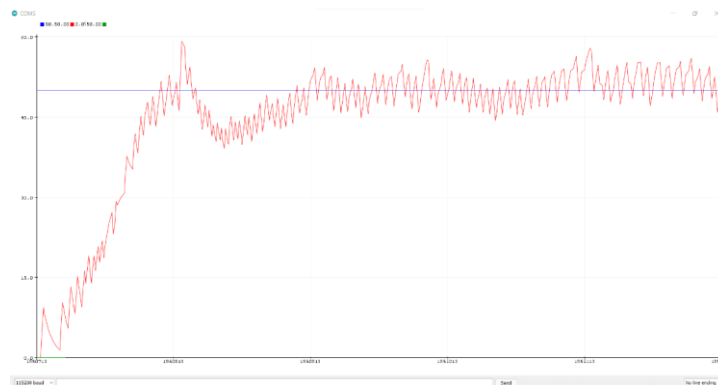
PID (Proportional-Integral-Derivative) เป็นระบบควบคุมแบบป้อนกลับ ซึ่งค่าที่นำไปใช้ในการคำนวณเป็นค่าความผิดพลาดที่หามาจากความแตกต่างของตัวแปรในกระบวนการและ

ค่าที่ต้องการ ตัวควบคุมจะพยายามลดค่าผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุดด้วยการปรับค่าสัญญาณขาเข้าของกระบวนการ ค่าตัวแปรของ PID โดยการควบคุมความเร็วในการทดสอบครั้งนี้ จะใช้แค่ค่าตัวแปร PI เท่านั้น เพราะเป็นระบบที่ทนต่อสัญญาณรบกวน

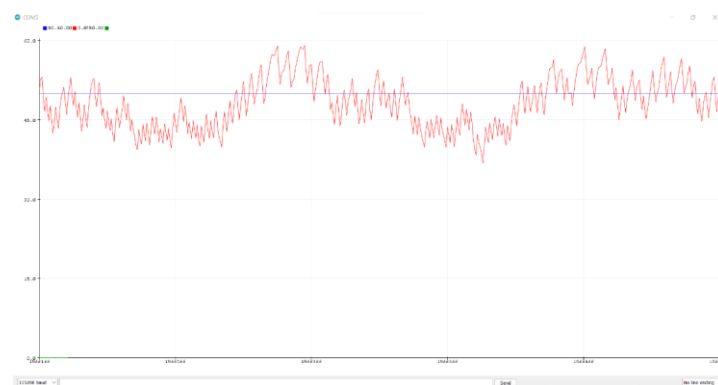
```
////////////////////////////////////  
////////////////////////////////////      PI Axis X      //////////////////////////////////////  
////////////////////////////////////  
float kp = 1;  
float ki = 10;
```

ภาพที่ 15 ค่า PI ของแกน X ที่มีการปรับจูนโดยโปรแกรม Arduino IDE

ค่า PI ที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้จากภาพที่ 15 โดยค่า P หรือ kp มีค่าเท่ากับ 1 และค่า I หรือ ki มีค่าเท่ากับ 10 ซึ่งจากภาพที่ 16 มีการเซตความเร็วของมอเตอร์ที่ 50รอบต่อนาที (เส้นสีน้ำเงิน) โดยความเร็วของมอเตอร์จะถูกควบคุมให้อยู่ใกล้เคียงกับ 50รอบต่อนาที (เส้นสีแดง) ดังภาพที่ 17 แต่จากที่ได้จากการทดสอบ มีบางช่วงเวลาที่ความเร็วมอเตอร์ต่ำกว่า 50รอบต่อนาที และสูงกว่า 50รอบต่อนาที ซึ่งเกิดจากแรงเสียดทานที่มีมากบางช่วงของรางสไลด์เครื่องพิมพ์แกน X จึงได้ความเร็วที่ไม่ตรงกับ 50รอบต่อนาที



ภาพที่ 16 ค่าความเร็วเริ่มต้นจนถึงความเร็วที่กำหนดที่ได้รับจาก เซ็นเซอร์ตัวเข้ารหัสแกน X

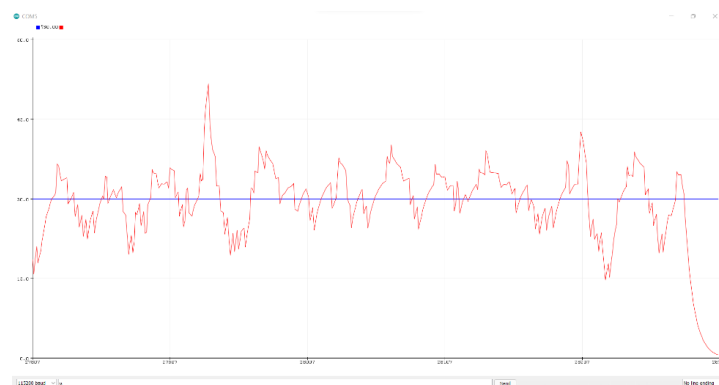


ภาพที่ 17 ความเร็วถูกปรับให้เข้าใกล้ความเร็วที่กำหนดของแกน X

ค่า PI ที่ใช้ปรับความเร็วของแกน Y ดังภาพที่ 18 โดยค่า P หรือ kpY มีค่าเท่ากับ 1.8 และค่า I หรือ kiY มีค่าเท่ากับ 15 ซึ่งจากภาพที่ 19 มีการเซ็ทความเร็วของมอเตอร์ที่ 30รอบต่อนาที โดยกลไกแกน Y จะต่อกับกลไกเพิ่มเติม ทำให้มีน้ำหนักมาก ซึ่งส่งผลให้การเคลื่อนที่ขึ้นในแนวตั้งต้องใช้ความกว้างสัญญาณ PWM มากกว่าปกติ

```
////////////////////////////////////  
////////////////////////////////////          PI Axis Y          //////////////////////////////////////  
////////////////////////////////////  
float kpY = 1.8;  
float kiY = 15;
```

ภาพที่ 18 ค่า PI ของแกน X ที่มีการปรับจูนโดยโปรแกรม Arduino IDE



ภาพที่ 19 ความเร็วถูกปรับให้เข้าใกล้ความเร็วที่กำหนดของแกน Y

อภิปรายผล

จากการทดสอบพบว่า การควบคุมตำแหน่งโดยใช้ระบบควบคุมแบบวงปิด สามารถทำงานได้เป็นอย่างดี โดยเริ่มจากการระบุตำแหน่งให้กับแกนกลเชิงเส้น จากนั้นแกนกลเชิงเส้นสามารถขยับไปตรงกับตำแหน่งที่ระบุไว้ และในส่วนของ การควบคุมความเร็ว โดยใช้ระบบควบคุมแบบ สัดส่วน ปริพันธ์ และอนุพันธ์ พบว่าสามารถทำงานได้ใกล้เคียงกับความเร็วที่กำหนดไว้ โดยอาจจะยังมีบางช่วงของการเคลื่อนที่ ที่ความเร็วยังมากกว่าหรือน้อยกว่าที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mustafa Saad, ALHussein Amhedb, Mohammed Al Sharqawi (2021) เนื่องจากมีการเปลี่ยนตำแหน่งของแกนกลเชิงเส้น ส่งผลให้การเคลื่อนที่ของแกนกลเชิงเส้น จะมีความเร็วในช่วงเริ่มต้นที่มากกว่าหรือน้อยกว่าค่าความเร็วที่กำหนด แต่หากเคลื่อนที่ไปได้สักระยะความเร็วจะถูกปรับให้ใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดโดยอัตโนมัติ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยและข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

บทความนี้ได้แสดงถึงการสร้างระบบควบคุมตำแหน่งของแขนกลเชิงเส้นในต้นแบบระบบจัดเก็บ และค้นคืนอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ อาร์ดุยโน บทความนี้เป็นการสร้างและทดสอบระบบควบคุมตำแหน่งว่าใช้ได้หรือไม่ ในงานวิจัยยังพบปัญหาของความแข็งแรงของชุดรางเลื่อนเมื่อนำมาใช้งานในแกน Y และหากอุปกรณ์ต่อพ่วงร่วมมีน้ำหนักมาก ทำให้เกิดแรงเสียดทานมากทำให้มอเตอร์ขับเคลื่อนไม่อาจขับเคลื่อนกลไกได้ ควรออกแบบตัวเครื่องหรือกลไก ให้เหมาะสมกับประเภทงานในแต่ละส่วน เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดกับตัวต้นแบบได้ และจะทำให้ลดปัญหาที่อาจจะเกิดกับตัวต้นแบบในระหว่างการใช้งานได้

เอกสารอ้างอิง

- มนตรี ศิริปรัชญานันท์ และ ปราโมทย์ วาดเขียน. (2544). การกำเนิดสัญญาณผลอนุพันธ์ PWM ที่มีความถี่คงที่โดยใช้วงจรสมิททริกเกอร์แบบใหม่. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 24 (EECON-24) สจล. 22-23.
- ลุงเมกเกอร์. (2560). การใช้งานบอร์ด Arduino MEGA 2560 เบื้องต้น. ค้นเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2565, จาก <http://www.lungmaker.com/arduino-mega-2560>
- สมชาย ศรีสกุลเดียว. (2556). การสังเคราะห์และออกแบบวงจรตัวควบคุม PID โหมดกระแสด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่และการประยุกต์ใช้ในการศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญา ดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- Farah Hanani M.K., Zulkhairi M.Y., Mohamad Zahirain M.R., Mohd Aswadi A. and Ismail A (2016). *Development of Automated Storage and Retrieval System (ASRS) for Flexible Manufacturing System (FMS)*. **Journal of Engineering Technology** Vol. 4:43-50.
- K. Preethi, A.S. Swetha Harini, Mrs.M. Jansi Rani. (2021). **MODELLING AND ANALYSIS OF WAREHOUSE AUTOMATION USING ARDUINO DEVELOPMENT BOARD**. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume: 08 Issue: 06.
- Mark W. Spong, Seth Hutchinson and M. Vidyasagar (2004). **Robot Dynamics and Control Second Edition**. John Wiley & Sons New York.

Mustafa Saad, ALHussein Amhedb and Mohammed Al Sharqawi (2021). *Real Time DC Motor Position Control Using PID Controller in LabVIEW*. **Journal of Robotics and Control (JRC)** Volume 2, Issue 5

Samadhi Manasa, Swapna Rani.T and M. Veda chary (2015). *POSITION CONTROL OF A DC MOTOR USING PID CONTROLLER*. **International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS)** - Volume-1, Issue-3.

W. Bolton. (2015). **Mechatronics Electronic control systems in mechanical and electrical engineering**, 6th ed. Pearson Prentice Hall.

การปรับปรุงกระบวนการเจาะร่องเพลापิกผีเสื้อในคาบูเรเตอร์

Improve the Groove Process of the Throttle Shaft in the Carburetor

วัชร ฝอยกลาง¹ ตะวัน น้อยคำลือ² ยอดนภา เกษเมือง³ กิตติรัตน์ ออย่าเก่ง⁴ สุรชาติ วงศ์ธรรม⁵
ศิริวัลย์ จันท์แก้ว⁶

³สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี, E-mail: yodnapha.ya@gmail.com

⁶สาขาวิชาการบัญชี คณะบัญชี มหาวิทยาลัยธนบุรี, E-mail: au_siriwan@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มกำลังการผลิต ของบริษัทตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนเพลापิกผีเสื้อ ปัจจุบันประสบปัญหาการผลิตที่ไม่สามารถตอบสนองต่อปริมาณความต้องการของลูกค้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยทำการศึกษากระบวนการผลิตเพลापิกผีเสื้อในแต่ละกระบวนการผลิต จากนั้นจึงวิเคราะห์หาสาเหตุแห่งปัญหาด้วยหลักการโดยใช้ (Fish Bone Diagram) เพื่อหาปัญหาและใช้คำถามทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis) มาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา พบว่าในขั้นตอนการเจาะร่อง มีการใช้เวลาในการตัดมากกว่าจังหวะความต้องการของลูกค้าได้ (Takt time) จึงได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของเครื่องมือตัดซึ่งแบบเดิมที่ใช้คือคัตเตอร์แบบฟันตรง และแบบใหม่คือคัตเตอร์แบบฟันสลับ ผลการดำเนินการพบว่า สามารถลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ในการทำงานจาก 34.04 วินาที/ชิ้น เหลือ 25.85 วินาที/ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 31.68 อีกทั้งยังสามารถเพิ่มผลิตภาพ จาก 41,457 ชิ้น/เดือน เป็น 57,191 ชิ้น/เดือน คิดเป็นร้อยละ 37.95 และสามารถผลิตได้มากกว่าความต้องการของลูกค้า 3,191 คิดเป็นร้อยละ 5.91

คำสำคัญ: เพลापิกผีเสื้อ การเจาะร่อง จังหวะความต้องการของลูกค้า เครื่องโรตารี

Abstract

The purpose of this research was to improve productivity of Example Company Ltd. to meet the demand of customer. The Example Company is a manufacturer of throttle shafts. Currently, there is a problem of production which is unable to meet the needs of customer. The researchers have studied the process of manufacturing of throttle shafts in each process and analyzed to find the cause of problem by Fishbone Diagram and Why-Why analysis. The was found that in the slot process took a lot of time to cut. Therefore, the researchers changed the straight

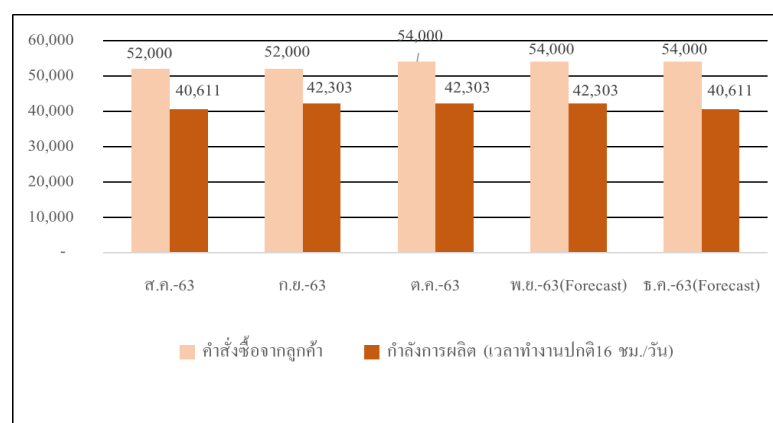
teeth cutter to alternating tooth cutter. The result was found that there is a reduction of in this process from 34.04 seconds to 25.85 seconds per piece or reduced 31.68 percent, It also increased productivity from 41,457 pieces/month to 57,191 pieces/month, or 37.95 percent, and was able to produce 3,191 pieces/month, or 5.91 percent more than what customers wanted.

Keyword: shaft throttle, grooving, takt time, rotary machine

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

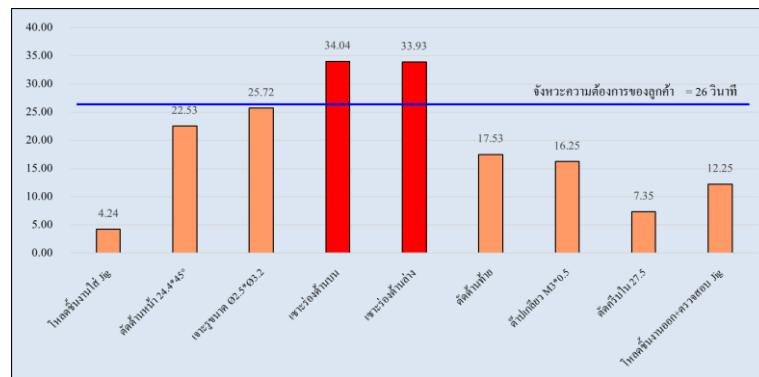
อุตสาหกรรมยานยนต์คือหนึ่งในอุตสาหกรรมใหญ่ที่มีความสำคัญอย่างมากในภาคธุรกิจของโลก ความต้องการในอุตสาหกรรมยานยนต์ในปัจจุบันมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก ยิ่งไปกว่านั้นผู้ผลิตรถยนต์และผู้จัดส่งวัตถุดิบยังต้องตอบสนองต่อความต้องการของตลาดที่มากขึ้นตามไปด้วย ทำให้การแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ ต้องมีการพัฒนาไปอย่างไม่มีวันหยุดนิ่ง เพื่อที่จะดำเนินธุรกิจได้อย่างต่อเนื่อง

ปัจจุบันทางลูกค้าของบริษัทตัวอย่าง มีความต้องการเพลापิกผีเสื้อเพื่อใช้ในการผลิตและประกอบรถยนต์เพิ่มขึ้นประมาณ 52,000 ถึง 54,000 ชิ้นต่อเดือน แต่ปัจจุบันกำลังการผลิตปกติของบริษัทมีเพียง 41,457 ชิ้นต่อเดือน ดังภาพที่ 1 จึงทำให้เกิดต้นทุนการผลิตจากการทำงานล่วงเวลา (Over time) ที่เพิ่มสูงขึ้น



ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบกำลังการผลิตกับความต้องการของลูกค้า

ในภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่ากำลังการผลิตไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ ในขณะเดียวกันรอบเวลา (Cycle time) ในการผลิตชิ้นงานต่อชิ้นในปัจจุบัน เท่ากับ 34.04 วินาที/ชิ้น ยังไม่สามารถที่จะทำการผลิตได้ตามจังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt time) ซึ่งอยู่ที่ 26 วินาที/ชิ้น



ภาพที่ 2 กราฟแสดงรอบเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน

จากปัญหาในด้านของกำลังการผลิตที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าและรอบเวลาที่ใช้ในการผลิตที่มากกว่าจังหวะความต้องการของลูกค้า ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ของวิศวกรรมอุตสาหกรรม เพื่อตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของลูกค้าและลดค่าใช้จ่ายในการผลิตในหน่วยงาน อีกทั้งยังสามารถยกระดับการแข่งขันทางธุรกิจได้อย่างมั่นคงต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตและตอบสนองความต้องการของลูกค้า

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

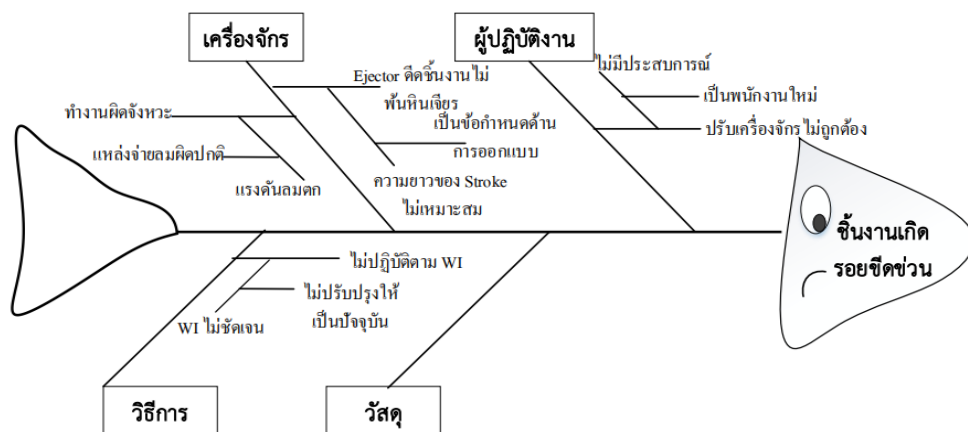
งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสูญเสียทั้ง 7 ประการ (7Waste) ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ดังนั้นความสูญเสียจึงหมายถึงกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ อาจจะเป็นสิ่งที่ถูกออกแบบไว้ในกระบวนการผลิตโดยผู้ปฏิบัติงานไม่ทราบว่าเป็นความสูญเสีย หรืออาจจะเป็นสิ่งที่ผู้ปฏิบัติงานต้องทำเพื่อแก้ไขความผิดพลาด และบางครั้งทำงานเกิดความรู้อีกว่าเป็นหน้าที่ประจำ K.A.Harish and M.Selvam (2015) ได้แบ่งประเภทของความสูญเสีย 7 ประการ ได้แก่ การผลิตเกินจำเป็น (Over Production) การเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory) การขนส่ง (Transportation) การเคลื่อนไหว (Motion) การผลิตมากเกินไป (Over-processing) การรอคอย (Waiting) และการผลิตของเสีย (Defects) จะเห็นได้ว่าความสูญเสียเนื่องจากการผลิตที่มากเกินไปเป็นสาเหตุหนึ่งของความสูญเสียทั้ง 7 ประการ เมื่อเกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขและทำการควบคุมอย่างเหมาะสม เครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพหนึ่งในหลายเครื่องมือได้แก่การวิเคราะห์ด้วยหลักคำถามทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis) Ahsan Siddiqui (2017) ได้กำหนดโครงสร้างของผังก้างปลา คือด้านซ้ายสุดจะเป็น

ปรากฏการณ์ หรือ ส่วนของปัญหาที่จะแก้ไข จากนั้นจะเริ่มถาม “ทำไม” ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบสาเหตุรากเหง้าของปัญหา ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักการการวิเคราะห์หาคำถามทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis)

ปัญหา	ปัจจัย	Why1	Why2	Why3	วิธีแก้ไข ปัญหา/การ ป้องกัน
ชิ้นงานเป็น รอยขีดข่วน	ผู้ปฏิบัติงาน (Man)	ปรับตั้งเครื่องจักร ไม่ถูกต้อง	ไม่มีประสบการณ์	เป็นพนักงานใหม่	จัดอบรมเพิ่ม ทักษะ
	วิธีการ (Method)	ไม่ปฏิบัติตาม WI	WI ไม่ชัดเจน	ไม่มีการปรับปรุงให้ เป็นปัจจุบัน	อัปเดต WI ให้ เป็นปัจจุบัน
	เครื่องจักร (Machine)	- ทำงานผิดปกติ - Ejector คัดชิ้นงาน ออกมาไม่พ่นหิน เจียร	แรงดันลมตก ความยาว Ejector ไม่เหมาะสม	แหล่งจ่ายลมผิดปกติ เป็นข้อกำหนดด้าน การออกแบบ	แก้ไขแหล่งจ่าย ลม ทบทวนการ ออกแบบ

ยอดนภา เกษเมือง (2563. กล่าวว่าผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือผังก้างปลา เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาอีกชนิดหนึ่ง โดยปกติจะใช้เป็นเครื่องมือในการประชุมระดมพลังความคิดจากระดับหัวหน้างานและคนงาน การใช้เครื่องมือดังกล่าว จะใช้เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 หลักการการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาด้วยผังก้างปลา

สำหรับการแก้ไขปัญหาควรวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาร่วมกับเครื่องมืออื่น ๆ ซึ่งมีชื่อว่า 3GEN ซึ่ง Dickson Kho (2019) ได้ระบุส่วนประกอบของหลักการ 3GEN ประกอบด้วย-เกมบะ (GENBA) คือสถานที่จริง เมื่อเกิดปัญหาขึ้น ต้องเข้าไปตรวจสอบสถานที่ที่เกิดเหตุจริง-เก็มบุซึ (GENBUTSU) คือชิ้นงานจริง ต้องเข้าไปตรวจสอบชิ้นงานที่เกิดความเสียหาย-เก็นจิสึ (GENJITSU)

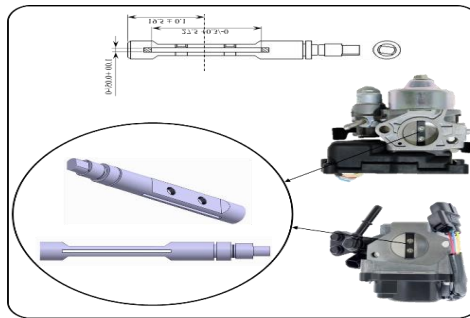
คือกระบวนการที่เกิดขึ้นจริง ต้องเข้าไปตรวจสอบข้อเท็จจริงหรือเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงโดยพิจารณาข้อมูลรอบด้านที่เกี่ยวข้องอย่างรอบครอบ เมื่อสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้า (Root cause) ของปัญหาได้แล้วก็สามารถนำเครื่องมือต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ไขปัญหา เช่น หลักการ ECRS ซึ่ง Bambang Suhardi, Nur Anisa & Pringgo Widyo Laksono (2019) ได้ใช้เป็นแนวคิดสำหรับกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ 1) การกำจัด (Eliminate) พิจารณาการดำเนินงานปัจจุบัน และทำการลดหรือการกำจัดความสูญเปล่าในกระบวนการที่เป็น Waste ทั้ง 7 ประการนั้นออกไป 2) การรวมกัน (Combine) การพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการทำงานได้หรือไม่ ลดงานที่ไม่จำเป็นได้หรือไม่ 3) การจัดใหม่ (Rearrange) การจัดกระบวนการทำงานใหม่ เพื่อลดการเคลื่อนที่ไม่จำเป็นหรือลดการรอคอย 4) การทำให้ง่าย (Simplify) การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น เช่น การออกแบบ Jig หรือ Fixture เพื่อให้ขั้นตอนการทำงานง่าย สะดวกและแม่นยำขึ้น สามารถลดของเสียและการเคลื่อนที่ไม่จำเป็นได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้ ญัฐวร ศรีวิเศษ และ ฐนวรรธน์ นิยะโมสล (2561) ดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียในอุตสาหกรรมผลิตเบรค โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือ วัฏจักรเดมมิ่ง แผนภูมิแกงปลา แผนภูมิพาเรโต และ QC process chart ธยา ภิรมย์ และคณะ (2561) ดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเครื่องนุ่งห่มด้วยหลักความสูญเสีย 7 ประการ ในกระบวนการผลิตเครื่องนุ่งห่มของบริษัทตัวอย่าง โดยประยุกต์ใช้หลักการขจัดความสูญเปล่า (ECRS) การศึกษาการทำงาน (Work Study) และการออกแบบการยศาสตร์ (Ergonomic) มาแก้ไขปรับปรุงวิธีการทำงานให้สามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้น ญรรวดี สิทธิเดชธำรง (2561). ดำเนินการลดเวลาในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนปีกนกในรถยนต์ โดยการทำอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานขึ้นมาใหม่ เพื่อที่จะช่วยลดเวลาในการจับยึดชิ้นงานเข้ากับตัวอุปกรณ์จับยึดให้รวดเร็วและสะดวกยิ่งขึ้น

วิธีการวิจัย

1. ศึกษาลักษณะผลิตภัณฑ์

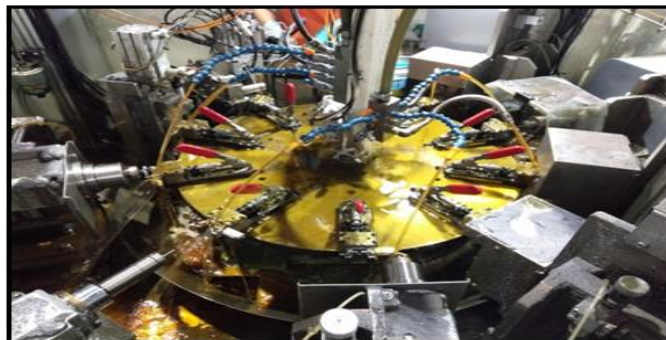
ภาพที่ 4 ชิ้นงานเพลापี้ผีเสื้อ เป็นชิ้นส่วนที่อยู่ในคาบูเรเตอร์ทำหน้าที่เป็นแกนหลักในการช่วยเปิด-ปิดอากาศ เพื่อให้อากาศสามารถเข้าไปผสมกับเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ได้ ทำให้อากาศภายในห้องเผาไหม้เกิดความสมดุลกับปริมาณเชื้อเพลิงเมื่อเครื่องยนต์อยู่ในระยะเดินเบาหรือความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่ำ ลิ้นปีกผีเสื้อในคาร์บูเรเตอร์จะเปิดน้อย ส่งผลให้ปริมาณน้ำมัน และอากาศที่ถูกส่งเข้าไปในห้องเผาไหม้น้อยลงทำให้เครื่องยนต์เดินรอบต่ำในทางตรงข้ามหากต้องการให้เครื่องยนต์มีรอบความเร็วของเครื่องยนต์สูงขึ้น ลิ้นปีกผีเสื้อจะเปิดมากขึ้นหรือเต็มอัตรา ปริมาณไอดีก็จะเข้าไปในห้องเผาไหม้ในปริมาณที่มากตามไปด้วย



ภาพที่ 4 ผลิตภัณฑ์เพลापิกผีเสื้อที่ผ่านกระบวนการโรตารี

2. ศึกษาข้อมูลกระบวนการผลิต

เครื่องโรตารี (Rotary Machine) เป็นเครื่องที่ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อที่จะใช้ทำการผลิตชิ้นงานเพลापิกผีเสื้อที่มีกระบวนการที่ซับซ้อน และให้แต่ละกระบวนการทำงานได้ทำงานได้พร้อมกัน โดยลักษณะการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องจักรจะถูกแยกแต่ละขั้นตอนการทำงาน โดยออกแบบให้มีอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานทั้งหมด 10 ตัวและสถานีงานทั้งหมด 10 สถานี โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกโปรแกรมการทำงานได้เพื่อให้เหมาะสมกับการทำงาน ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การทำงานของเครื่องจักรโรตารี (Rotary Machine)

3. วิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการผลิต

จากการศึกษากระบวนการผลิตเพลापิกผีเสื้อ (ก่อนปรับปรุง) ได้กำหนดเวลาทำงานปกติไว้ที่ 8 ชั่วโมงหรือ 28,800 วินาที/วัน มี 9 ขั้นตอน ใช้พนักงาน 1 คนในการปฏิบัติงานหน้าเครื่อง ผู้วิจัยทำการจับเวลา 10 รอบ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เวลาเฉลี่ยของงานย่อยจากการจับเวลา

Date	21-Sep-20	ตารางบันทึกเวลา										Reported By.
Process	Rotary Machine.											Mr. Watchara F.
Model	Shaft Thorttle.											
Part No.	1025-MW50-0001											
No.	Job Elments.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	\bar{X}
1	โหลคั่นงานใส่ Jig	4.25	4.21	4.23	4.22	4.26	4.24	4.23	4.25	4.26	4.23	4.24
2	ตัดด้านหน้า 24.4*45°	22.51	22.53	22.51	22.54	22.53	22.53	22.52	22.54	22.53	22.53	22.53
3	เจาะรูขนาด Ø2.5*Ø3.2	25.72	25.80	25.68	25.74	25.69	25.74	25.73	25.67	25.69	25.71	25.72
4	เซาะร่องด้านบน	34.05	34.02	34.06	34.04	34.05	34.06	34.04	34.03	34.03	34.05	34.04
5	เซาะร่องด้านล่าง	34.01	33.58	34.02	34.01	34.02	34.01	34.00	33.59	34.02	34.01	33.93
6	ตัดด้านท้าย	17.52	17.53	17.51	17.54	17.52	17.56	17.54	17.53	17.53	17.52	17.53
7	ตีแปเกลียว M3*0.5	16.25	16.24	16.23	16.25	16.24	16.26	16.25	16.24	16.24	16.26	16.25
8	ตัดครีบนิน 27.5	7.34	7.35	7.34	7.36	7.35	7.35	7.35	7.34	7.34	7.35	7.35
9	โหลคั่นงานออก+ตรวจสอบ Jig	12.25	12.26	12.25	12.25	12.26	12.26	12.25	12.26	12.25	12.25	12.25
เวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานต่อ 1 ชิ้น คือ 34.04 วินาที												

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าเวลาที่ใช้ในการผลิตเพลापิกผีเสื้อที่กระบวนการเซาะร่องด้านบนใช้เวลาในการผลิตอยู่ที่ 34.04 วินาที/ชิ้น และกระบวนการเซาะร่องด้านล่างใช้เวลาอยู่ที่ 33.93 วินาที/ชิ้น ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ดังแสดงตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการผลิตตามคำสั่งซื้อจากลูกค้า

รายการ	คำสั่งซื้อจากลูกค้า		ยอดผลิตจริง				วันทำงาน (วัน/เดือน)	เวลาทำงาน(ต่อวัน)		
	เดือน/ซุด	วัน/ซุด	เดือน/ซุด	เวลาปกติ(วัน/ซุด)	เวลา OT (5 ชม./วัน)	เวลาปกติ + OT (วัน/ซุด)		เวลาปกติ(ชม.)	เวลา OT (ชม.)	รวม(ชม.)
ส.ค.-63	53000	2120	53000	1692	529	2221	25	16	5	21
ก.ย.-63	52000	2080	53000	1692	529	2221	25	16	5	21
ค.ย.-63	54000	2160	53000	1692	529	2221	25	16	5	21
พ.ย.63(Forecast)	54000	2160	53000	1692	529	2221	25	16	5	21
ธ.ย.63(Forecast)	54000	2160	53000	1692	529	2221	25	16	5	21

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่ากระบวนการผลิตเพลापิกผีเสื้อไม่สามารถผลิตชิ้นงานได้ภายในเวลาปกติ (16 ชม.ต่อวัน) จึงเกิดปัญหาไม่สามารถส่งสินค้าตามจำนวนคำสั่งซื้อ (Order) ของลูกค้า ส่งผลทำให้ต้องเพิ่มเวลาทำงานล่วงเวลา (OT) อีก 5.0 ชม.ต่อวัน เพื่อผลิตสินค้าอีก 529 ชิ้นเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าที่ 2,220 ชิ้นต่อวัน

การคำนวณค่าจังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt Time) เป้าหมาย 2,220 ชิ้น/วัน เพื่อกำหนดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) คำนวณหาจังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt Time) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้เปรียบเทียบกับความเร็วในการขาย (Sale Speed) ที่จะถูกกำหนดให้สามารถผลิตชิ้นงานได้ 1 ชิ้น โดยค่า (Takt Time) คำนวณได้จากสมการ

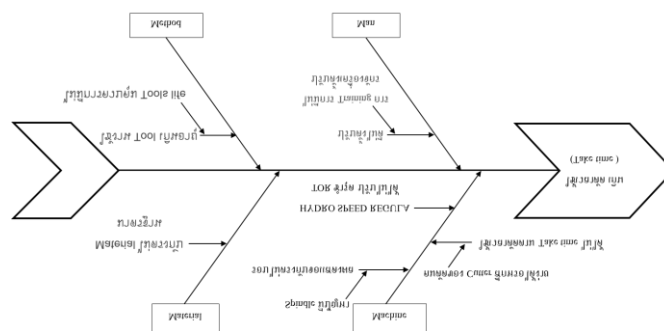
$$\text{Takt Time} = \frac{\text{เวลาทำงานปกติสุทธิในหนึ่งวัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ต้องการต่อวัน}}$$

หน่วยงานกำหนดเวลาทำงานปกติไว้ที่ 16 ชั่วโมง/วัน ลูกค้าต้องการเพลापิกผีเสื้อวันละ 2,220 ชิ้น/วัน ดังนั้น จังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt Time) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Takt Time} = \frac{16 \times 60 \times 60}{2,220} = 26 \text{ วินาที/ชิ้น}$$

จากการคำนวณพนักงานจะต้องใช้เวลาในการผลิตเพลापิกผีเสื้อ 1 ชิ้นให้เสร็จภายใน 26 วินาที/ชิ้นตอน

ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้แผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ดังภาพที่ 6 หลังจากนั้นนำไปปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหามาทำการตรวจสอบข้อเท็จจริง



ภาพที่ 6 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

จากภาพที่ 6 เมื่อวิเคราะห์จากแผนภูมิ ผู้ศึกษาให้ความสนใจปัญหาที่เกิดขึ้นทุกปัญหา ซึ่งจากการที่ใช้เวลาตัดเกินจังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt time) ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถผลิตชิ้นงานได้ตามที่ลูกค้าต้องการ

หลังจากที่วิเคราะห์โดยใช้แผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) จึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำ หลักการ 3 Gen คือ Genba พื้นที่จริง, Genbutsu ของจริง, Genjitsu สถานการณ์จริงในการปฏิบัติงาน เพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง แสดงดังตารางที่ 4

หลังจากการใช้หลักการ 3 Gen คือ Genba พื้นที่จริง, Genbutsu ของจริง, Genjitsu สถานการณ์จริงในการปฏิบัติงาน หัวข้อที่ 6 เมื่อนำคัตเตอร์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว นำไปตรวจสอบพบว่าที่คมตัดของคัตเตอร์มีรอยไหม้ และคมตัดหยาบ

ตารางที่ 4 การพิสูจน์กระบวนการผลิตโดยใช้หลักการ 3 Gen

		ปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา	ผลจากการตรวจสอบหน้างาน	การตัดสินใจ
ใช้เวลาตัด เกิน Take time	Man	1. ไม่มีการ Training การ ปรับตั้งเครื่องจักร	มีการอบรมการ Setup เครื่องจักร	ปกติ
	Material	2. Material ไม่ตรงกับมาตรฐาน	ทำการเปรียบเทียบ Material ระหว่าง DWG. ตรงกัน	ปกติ
	Method	3. ไม่มีการควบคุม Tools life	มีการควบคุมอายุการใช้งานของ Slotting Cutter	ปกติ
	Machine	4. Hydro speed regulator ชำรุด	Hydro Speed Regulator สามารถ ปรับได้ตามปกติ	ปกติ
		5. รอบไม่ตรงกับจอแสดงผล	รอบของ Spindle และที่จอแสดงผล รอบใกล้เคียงกัน	ปกติ
		6. คมตัดของ Cutter สึกหรือได้ ง่าย	จากการตรวจสอบหน้างานพบว่า เครื่องจักรมีเสียงดังขณะตัดชิ้นงาน จึง ได้ทำการตรวจสอบ Cutter มีรอย ไหม้และคมตัดหาย	ไม่ปกติ

หลังจากนั้น จึงได้นำปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหามาทำการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของ
 ปัญหาด้วยหลักการ Why Why Analysis เพื่อแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นได้อย่างตรงเป้าหมายและรวดเร็ว
 แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 วิธีการปรับปรุงแก้ไขด้วย Why Why Analysis

Problem	Why	Why	Why	Why	Why	How
ใช้เวลาตัด เกิน ค่า Takt time	ตัดเร็วไม่ได้	เวลาตัดมี เสียงดัง	เกิดแรงต้าน ขณะตัด	คัตเตอร์เป็น แบบฟันตรง	-	เปลี่ยน ชนิดคัตเตอร์ เป็นแบบฟัน สลับ

จากตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์สาเหตุและผลด้วย Why Why Analysis มาช่วยในการ
 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิตเพลลาปิกมีเสื่อ มีปัญหาหลักที่
 จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขและปรับปรุง ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิต มากำหนดแนว
 ทางการแก้ไขสาเหตุของปัญหาหรือผลกระทบ (Cause and Effect) ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รายละเอียดขั้นตอนที่พบปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยหลักการ ECRS

ขั้นตอน	สาเหตุ	รายละเอียดปัญหา	ภาพประกอบ (ก่อนปรับปรุง)	วิธีการปรับปรุงแก้ไข ปัญหา
เซาะร่อง ด้านบน- ล่าง	เครื่องจักร Machine	ลักษณะ Cutter เป็นแบบ ฟันตรง เมื่อลรอบเวลาที่ ใช้ในการผลิต (Cycle time) จะทำให้ขณะตัด มี เสียงดัง และคัตเตอร์สึก หรือได้ง่าย		ใช้หลักการ Rearrange โดยจัดหาคัตเตอร์ ใหม่ แทนที่คัตเตอร์ แบบเดิม เพื่อลดปัญหา ดังกล่าว
เซาะร่อง ด้านบน- ล่าง	Method	กระบวนการเซาะร่องยัง ไม่มีการกำหนดมาตรฐาน ในการตัดชิ้นงาน เช่น จำนวนรอบของเครื่อง, เวลาในการตัด เป็นต้น		ทำการทดลองเพื่อหา Condition ที่เหมาะสม กับการใช้งานที่สุด แล้ว นำมากำหนดเป็น มาตรฐานในการ ปฏิบัติงาน

จากตารางที่ 6 รายละเอียดขั้นตอนที่พบปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยหลักการ Rearrange ของ ECRS โดยการจัดหาคัตเตอร์แบบใหม่เพื่อทดแทนแบบเดิมและ ทดลองเพื่อหาเงื่อนไขการเซาะร่องของชิ้นงานที่เหมาะสมต่อไป

4. ดำเนินการทดลอง

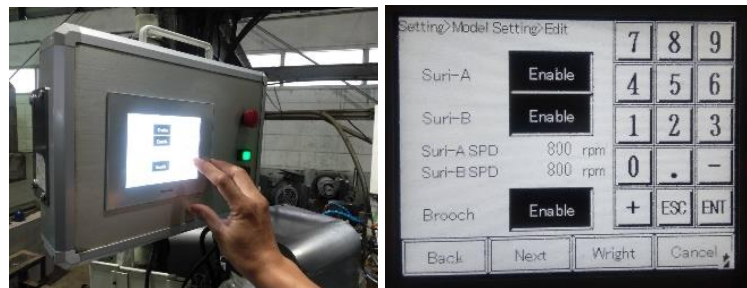
การทดลองเพื่อประเมินกำลังการผลิตของคัตเตอร์แบบเดิม (ฟันตรง) และแบบใหม่ (ฟันสลับ) โดยที่กำหนดให้ใช้ความเร็วรอบในการตัดอยู่ที่ 500, 800 และ 1,100 รอบต่อนาทีตามลำดับ โดยมีขั้นตอนการดังต่อไปนี้

4.1 ทำการจัดเตรียมคัตเตอร์ทั้งสองแบบ ที่จะใช้ในการทดลองตามเงื่อนไขที่กำหนด ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 คัตเตอร์แบบฟันตรงและคัตเตอร์แบบฟันสลับ

4.2 ทำการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้ตัดตามที่กำหนดดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การปรับความเร็วรอบของมอเตอร์

4.3 ทำการเปลี่ยนคัตเตอร์ตามหัวข้อที่กำหนดในใบการทดลอง ดังภาพที่ 9

4.4 ทำการเก็บชิ้นงานตามรอบที่กำหนดในใบงานทดลอง ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนคัตเตอร์



ภาพที่ 10 ชิ้นงานหลังการทดลอง

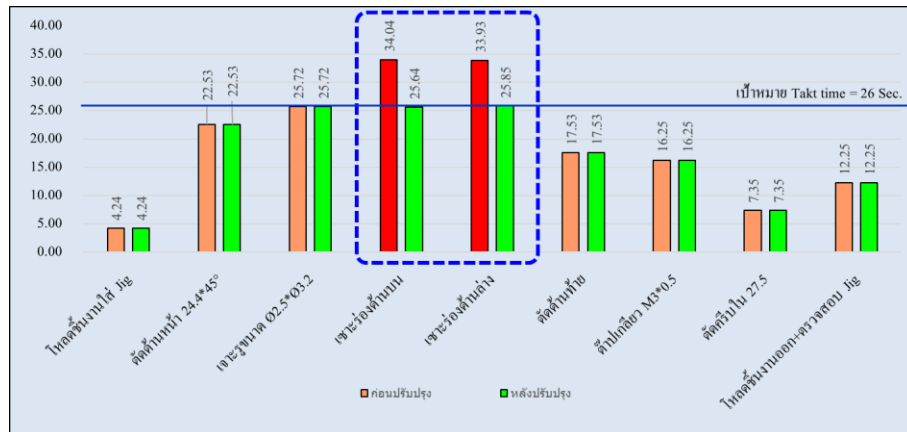
4.5 ชิ้นงานมาวัดขนาดและตรวจสอบด้วย Block gauge ตามใบงานการทดลอง



ภาพที่ 11 การวัดขนาดชิ้นงานหลังการทดลอง

ผลการดำเนินงาน

1. ผลการทดลองด้านเวลา เมื่อเทียบกับ Takt time

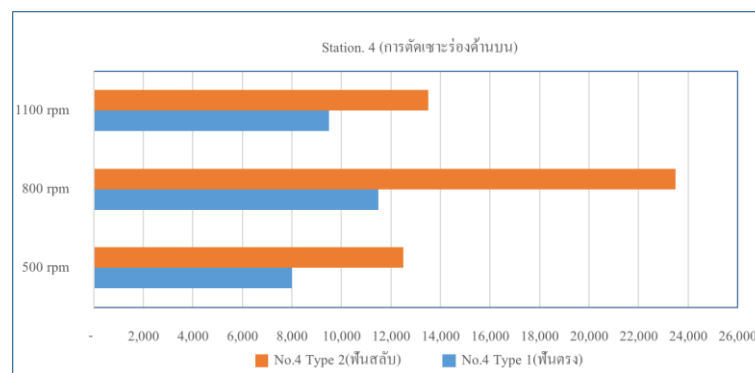


ภาพที่ 12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบรอบเวลาที่ใช้ในการผลิต

ภาพที่ 12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบรอบเวลาที่ใช้ในการผลิต จากข้อมูลดังกล่าวจึงหาคำความต้องการของลูกค้า (Takt time) อยู่ที่ 26 วินาที ผลที่ได้จากการทดลองใช้คัตเตอร์แบบใหม่ที่เป็นฟันสลับรอบเวลาที่ใช้ในการผลิตอยู่ที่ 25.85 วินาที ซึ่งสามารถที่จะตอบสนองต่อปริมาณความต้องการของลูกค้า

2. การประเมินกำลังการผลิต

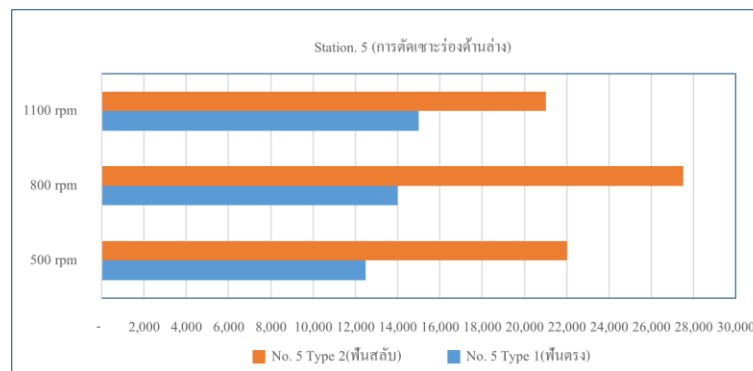
จากการประเมินกำลังการผลิตของคัตเตอร์แบบเดิม (ฟันตรง) และแบบใหม่ (ฟันสลับ) สามารถสรุปได้ว่า การใช้ความเร็วรอบตัดอยู่ที่ 800 rpm ของคัตเตอร์แบบฟันสลับ จะได้อายุการใช้งานที่นานที่สุด ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 อายุการใช้งานของคัตเตอร์ในขั้นตอนที่ 4 การตัดเจาะร่องด้านบน

จากภาพที่ 13 จะเห็นได้ว่าปริมาณการผลิตของคัตเตอร์ทั้งสองแบบในขั้นตอนที่ 4 การตัดเจาะร่องด้านบน โดยความเร็วรอบที่ 500 rpm คัตเตอร์แบบเดิม (ฟันตรง) สามารถผลิตชิ้นงานได้

สูงสุด 8,000 ชิ้น ส่วนแบบใหม่ (ฟันสลับ) สามารถผลิตชิ้นงานได้สูงสุดอยู่ที่ 12,500 ชิ้น ความเร็วรอบที่ 800 rpm คัตเตอร์แบบเดิม (ฟันตรง) สามารถผลิตชิ้นงานได้สูงสุด 11,500 ชิ้น ส่วนแบบใหม่ (ฟันสลับ) สามารถผลิตชิ้นงานได้สูงสุดอยู่ที่ 23,500 ชิ้น และที่ความเร็วรอบ 1,100 rpm คัตเตอร์แบบเดิม (ฟันตรง) สามารถผลิตชิ้นงานได้สูงสุด 9,500 ชิ้น ส่วนแบบใหม่ (ฟันสลับ) สามารถผลิตชิ้นงานได้สูงสุดอยู่ที่ 13,500 ชิ้น ตามลำดับ



ภาพที่ 14 อายุการใช้งานของคัตเตอร์ในขั้นตอนที่ 5 การตัดเซาะร่องด้านล่าง

จากภาพที่ 14 จะเห็นได้ว่าปริมาณการผลิตของคัตเตอร์ทั้งสองแบบในขั้นตอนที่ 5 การตัดเซาะร่องด้านล่าง โดยความเร็วรอบที่ 500 rpm คัตเตอร์แบบเดิม (ฟันตรง) สามารถผลิตชิ้นงานได้สูงสุด 12,250 ชิ้น ส่วนแบบใหม่ (ฟันสลับ) สามารถผลิตชิ้นงานได้สูงสุดอยู่ที่ 22,000 ชิ้น ความเร็วรอบที่ 800 rpm คัตเตอร์แบบเดิม (ฟันตรง) สามารถผลิตชิ้นงานได้สูงสุด 14,000 ชิ้น ส่วนแบบใหม่ (ฟันสลับ) สามารถผลิตชิ้นงานได้สูงสุดอยู่ที่ 27,500 ชิ้น และที่ความเร็วรอบ 1,100 rpm คัตเตอร์แบบเดิม (ฟันตรง) สามารถผลิตชิ้นงานได้สูงสุด 15,000 ชิ้น ส่วนแบบใหม่ (ฟันสลับ) สามารถผลิตชิ้นงานได้สูงสุดอยู่ที่ 21,000 ชิ้น ตามลำดับ

3. นอกจากนี้ยังสามารถลดต้นทุนต่อหน่วยของการผลิตในขั้นตอนที่ 4 (การเซาะร่องด้านบน) และ 5 (การเซาะร่องด้านล่าง) ดังตารางที่ 7

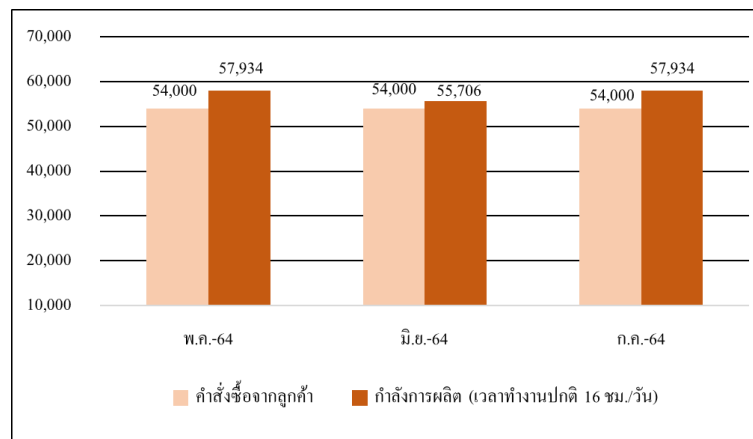
ตารางที่ 7 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของกระบวนการที่ 4 และกระบวนการที่ 5

กระบวนการ	ชนิดคัตเตอร์	ราคาต่อชิ้น (บาท)	ความสามารถในการผลิต (ชิ้น)	ต้นทุนต่อชิ้น (บาท/ชิ้น)
ขั้นตอนที่ 4 (การเซาะร่องด้านบน)	แบบเดิม (ฟันตรง)	550	11,500	0.048
	แบบใหม่ (ฟันสลับ)	980	23,500	0.042
ขั้นตอนที่ 5 (การเซาะร่องด้านล่าง)	แบบเดิม (ฟันตรง)	550	14,000	0.039
	แบบใหม่ (ฟันสลับ)	980	27,500	0.036

สรุปผลการดำเนินงาน

ในการปรับปรุงกระบวนการเช่าร่องเพลापีกผีเสื้อสรุปได้ว่า หลังจากทำการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนเครื่องมือช่วยตัดจากเดิมแบบฟันตรงมาเป็นแบบฟันสลับ ทำให้สามารถผลิตชิ้นงานได้มากกว่าความต้องการของลูกค้าอยู่ 3,191 ชิ้น และเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตเป็น 67.36 % อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยได้อีกด้วย รายละเอียดมีดังนี้

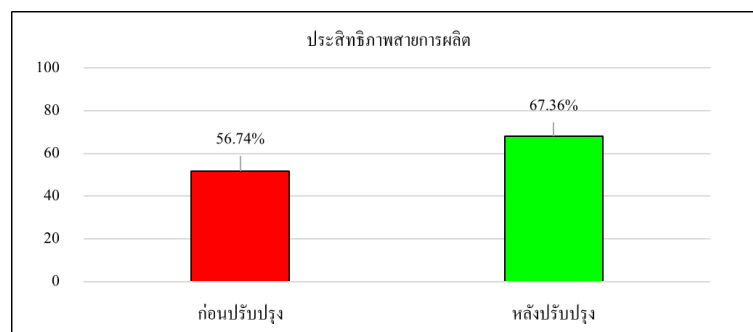
1. เพิ่มกำลังการผลิตและตอบสนองความต้องการของลูกค้า



ภาพที่ 15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณความต้องการของลูกค้าและกำลังการผลิต

จากภาพที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการสั่งซื้อจากลูกค้ากับกำลังการผลิตระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม 2564 โดยมีคำสั่งซื้อจากลูกค้าอยู่ที่ 54,000 ชิ้น และกำลังการผลิตของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 57,191 ชิ้น เพิ่มขึ้น 3,191 ชิ้น

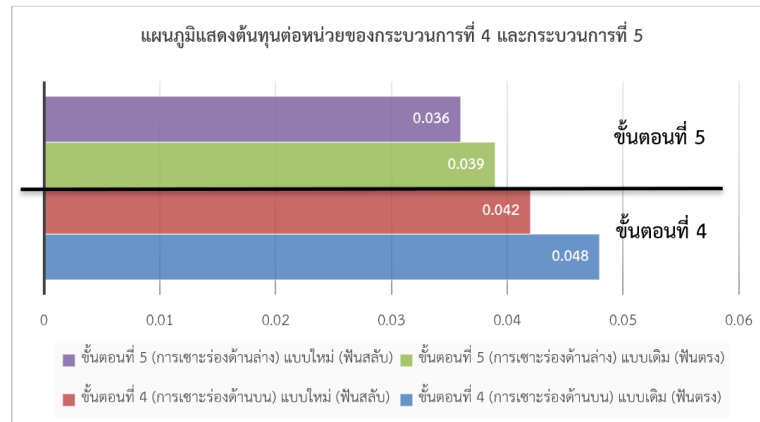
2. เพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต (Production Line Efficiency) มากกว่า 67 %



ภาพที่ 16 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสายการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง

จากภาพที่ 16 แสดงให้เห็นว่า เมื่อทำการเปลี่ยนมาใช้คัตเตอร์เป็นแบบฟันสลับ ทำให้ประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้น 10.62 เปอร์เซ็นต์จากเดิมซึ่งอยู่ที่ 56.74 เปอร์เซ็นต์เป็น 67.36 เปอร์เซ็นต์

3. ลดต้นทุนต่อหน่วยของของการผลิตสำหรับคัตเตอร์แบบแบบฟันตรงและแบบฟันสลับของกระบวนการที่ 4 สามารถลดได้จาก 0.048 เป็น 0.042 บาท/ชิ้น และกระบวนการที่ 5 ลดได้ 0.039 เป็น 0.036 บาท/ชิ้น ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของคัตเตอร์แบบแบบฟันตรงและแบบฟันสลับของกระบวนการที่ 4 และกระบวนการที่ 5

อภิปรายผล

การดำเนินงานวิจัยมุ่งเน้นการลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐวร ศรีวิเศษ และฐนวรรธน์ นิชะโมสถ (2561) และธยา ภิรมย์ และคณะ (2561) ที่มุ่งเน้นลดความสูญเสียความสูญเสีย 7 ประการ และลดเวลาในกระบวนการผลิต ในขั้นตอนการดำเนินงานผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้หลักการของแผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาตามที่ ยอดนภา เกษเมือง (2563) ได้กล่าวไว้ ในส่วนการแก้ไขปัญหาผู้วิจัยได้ดำเนินการเปลี่ยนคัตเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการผลิต ซึ่งสอดคล้องกับหลักการ ECRS ซึ่งสอดคล้องกับหลักการลดความสูญเสียเปล่าของ Bambang Suhardi, Nur Anisa & Pringgo Widyo Laksono. (2019). และงานวิจัยของ ธยา ภิรมย์ และคณะ (2561) ที่ได้กล่าวไว้ หลักการทั้งหมดทำให้สามารถดำเนินงานวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สามารถนำไปขยายผลใช้กับงานที่มีกระบวนการผลิตลักษณะที่คล้ายกันได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

สามารถประยุกต์ใช้หลักการของการออกแบบการทดลอง (Design of Experiments) เพื่อศึกษาพารามิเตอร์ของการผลิตและเพิ่มความน่าเชื่อถือจากหลักการทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

- ณราวดี สิทธิเดชธำรง. (23-26, กรกฎาคม, 2561). *การลดเวลาในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนปีกนกในรถยนต์*. ใน การการประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ.2561. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- ณัฐวร ศิริวิเศษ และฐนวรรณ นิชะโมสถ. (23-26, กรกฎาคม, 2561). *การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียในอุตสาหกรรมผลิตเบรค*. ใน การการประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ.2561. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ธยา ภิรมย์ และคณะ. (23-26, กรกฎาคม, 2561). *การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเครื่องนุ่งห่มด้วยหลักความสูญเสีย 7 ประการ*. ใน การการประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ.2561. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- ยอดนภา เกษเมือง. (2563). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชา การควบคุมคุณภาพ*. เอกสารอัดสำเนา. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธนบุรี.
- Ahsan Siddiqui. (2017). **5 Whys and Root Cause Analysis in Quality Management**. Retrieved March 21, 2022, from <https://www.researchgate.net/publication/3247204095WhysandRootCauseAnalysisinQualityManagement>
- Bambang Suhardi, Nur Anisa & Pringgo Widyo Laksono. (2019). **Minimizing waste using lean manufacturing and ECRS principle in Indonesian furniture industry**. Cogent Engineering, 6:1, 1567019, DOI: 10.1080/23311916.2019.1567019
- Dickson Kho. (2019). **Prinsip 5 gen (genri, Gensoku, Genba, Genbutsu Dan Genjitsu)**. Retrieved March 21, 2022, from Prinsip 5 Gen (Genri, Gensoku, Genba, Genbutsu dan Genjitsu) (teknikelektronika.com)
- K.A.Harish and M.Selvam. (2015). *Lean Wastes: A Study of Classification from Different Categories and Industry Perspectives*. **The Asian Review of Civil Engineering** ISSN:2249-6203 Vol. 4 No.2, 2015, pp.7-12.

การออกแบบและสร้างระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกน

เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 วัตต์

Design and Build Up 100 Watts Solar Panel Control System with 2 Axis Tracking to The Sun

วสันต์ ลีละธนาภักษ์¹ สุวิทย์ อมรปติกวิน¹ เกริกขจร ญัตตบ¹

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี, E-mail: wasan_phae@hotmail.co.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์ แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W เพื่อสร้างระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกน และหาประสิทธิภาพระหว่างแผงโซลาร์เซลล์ที่อยู่กับที่ทำมุมเอียง 45° กับแผงโซลาร์เซลล์เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ การออกแบบโครงสร้างของระบบควบคุม แผงโซลาร์เซลล์ เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ แบบ 2 แกน ขนาด 100 W ประกอบด้วย แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 100 W 1 แผง แผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 5 W 2 แผง รีเลย์ ขนาด 12 V 2 ตัว มอเตอร์ลิเนียร์ขนาด 200 mm 1 ตัว Control Charger ขนาด 5 A 1 ตัว ทามเมอร์ 12 V 1 ตัว มอเตอร์ 100 rpm 1 ตัว และแบตเตอรี่ 12 V 1 ลูก การทำงานของชุดแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกน จะทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าไปยังรีเลย์ขนาด 12 V ทั้ง 2 ตัว เพื่อทำหน้าที่ควบคุมแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 100 W เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ในแนวตั้งฉากเสมอ และทามเมอร์จะทำหน้าที่จับเวลาเมื่อถึงเวลา 12.00 น. จะจ่ายกระแสไฟไปยังมอเตอร์ DC 12 V ทำการหมุนเสาไป 180° เพื่อที่แผงโซลาร์เซลล์รับแสงอาทิตย์ในช่วงเวลาบ่ายถึงเย็น

ผลการเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากการทดลองของแผงโซลาร์เซลล์ที่อยู่กับที่ทำมุม 45° กับแผงโซลาร์เซลล์แบบตามดวงอาทิตย์ พบว่าค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์ที่อยู่กับที่ทำมุม 45° แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงสุดจะอยู่ที่ 14.52 V ส่วนค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์แบบตามดวงอาทิตย์ ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดจะอยู่ที่ 17.52 V ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแผงโซลาร์เซลล์แบบเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพดีกว่าแผงโซลาร์เซลล์ที่อยู่กับที่ทำมุม 45° และค่าประสิทธิภาพการผลิตแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 23.04%

คำสำคัญ: ระบบควบคุม โซลาร์เซลล์ ดวงอาทิตย์

Abstract

This research aims to design and construction 100 W 2-axis solar panel control system moving in 2 - axis and find the efficiency between fixable solar panel at 45 degrees angle and solar panel with tracking system. The principle of this project was included a set of 100 W solar panel, two set of 5 W solar panels, two set of 12 Vdc. Relays, a set of 200 mm. Linear motor, a set of 15 A. control charger timer, a set of 12 Vdc. 100 rpm motor and a set of battery 12 Vdc. The process of this project was 5 W, solar panel supplies power to 12 Vdc, relays to control the 100 Watt solar cell perpendicular and the timer activate 12.00 AM, then supply power to 12 Vdc. Motor to rotate the pole at 180 degrees to expose from afternoon to evening.

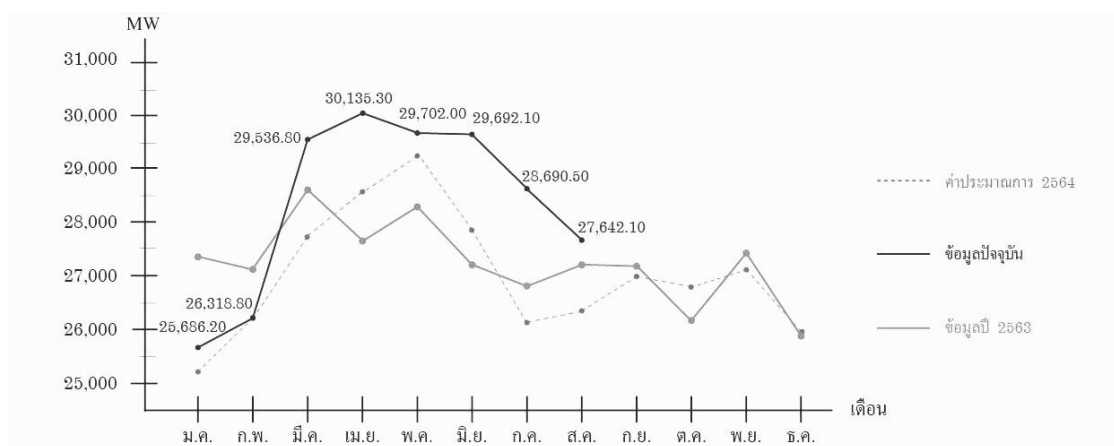
The results of this project, the comparison of electric power from the fixable 45 degrees solar panel and tracking solar panel to the sun found that, the maximum voltage from able solar cells 45 degree angle at 14.52 Vdc. and the maximum voltage from tracking solar panel at 17.52 Vdc. The performance from tracking solar cell system bettedegree fixable at 23.04%.

Keywords: control system, solar cells, sun

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีที่กำลังก้าวไกลเพิ่มมากขึ้น แต่ในทางกลับกันมีการใช้พลังงานและเกิดปัญหาทางด้านมลพิษมากยิ่งขึ้น ดังนั้นเมื่อมีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีควรมีการพัฒนาทางด้านควบคุมมลพิษควบคู่กันไปด้วย เพราะเหตุนี้การหาพลังงานทดแทนที่จะช่วยลดมลพิษในปัจจุบันที่ดีที่สุด คือพลังงาน แสงอาทิตย์ที่จะสามารถเปลี่ยนมาเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ ประกอบกับแหล่งพลังงานแบบที่ใช้แล้วหมดไป (Non - Renewable) ยกตัวอย่างเช่นถ่านหิน น้ำมัน และแก๊สธรรมชาติที่เมื่อใช้ไปแล้วไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดเริ่มร่อยหลอลงไปทุกที

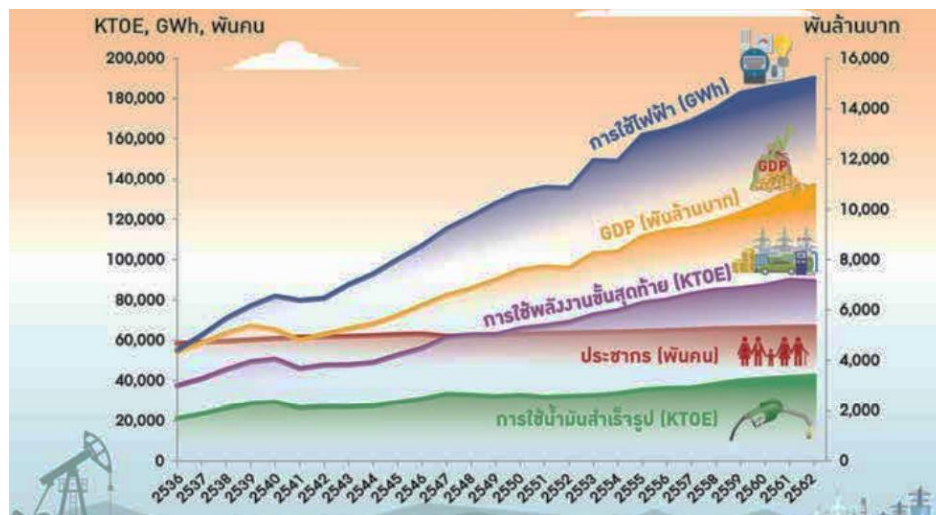
การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ให้ได้มากที่สุด โดยอาศัยสิ่งประดิษฐ์ทาง อิเล็กทรอนิกส์ที่เราเรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เพื่อที่จะนำ มาใช้เป็นแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้า เพิ่มเติมจากแหล่งพลังงานอื่นๆ ที่จะหมดไปในอนาคต



ภาพที่ 1 ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ข้อมูล ณ วันที่ 31 สิงหาคม 2564

ที่มา: กองสื่อสารภายนอก ฝ่ายสื่อสารและประชาสัมพันธ์องค์การ กฟผ.

จากรูปภาพที่ 1 เป็นความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบเดือนสิงหาคมเกิดขึ้น เมื่อวันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ.2564 เวลา 20.45 น. มีค่าเท่ากับ 27,642.10 เมกะวัตต์ ลดลงจากเดือนที่ผ่านมา 1,048.40 เมกะวัตต์ หรือลดลงร้อยละ 3.65



ภาพที่ 2 กราฟแสดงการใช้พลังงาน ตั้งแต่ปี พ.ศ.2536 - 2562

ที่มา: รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, พ.ศ.2563: 130

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยระหว่างปี 2536 ถึงปี 2562 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ประเทศไทยมีความต้องการในการใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก ซึ่งดูได้จากกราฟพลังงานว่าประชากรในประเทศไทยใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุกปี ทำให้ต้องใช้ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก

ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงเล็งเห็นความสำคัญของพลังงานทดแทนที่ไม่สร้างมลพิษ หรือสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าไว้ในครัวเรือน โดยการนำแผงโซลาร์เซลล์มาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ด้วยวิธีการจับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ด้วยชุดแผงโซลาร์เซลล์ขนาดขนาด 5 W จำนวน 2 แผง ส่งกระแสไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ลิเนียร์ 12 V เพื่อเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ในช่วงเช้าถึงเที่ยงและมีทามเมอร์เพื่อตั้งเวลาในช่วงเวลาเที่ยงให้ป้อนกระแสไฟฟ้าไปยังมอเตอร์เพื่อขับหมุดเสาไป 180 องศา เพื่อให้ชุดแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 100 W สามารถรับแสงอาทิตย์ได้อย่างต่อเนื่องในช่วง เที่ยงถึงเย็น โดยในการออกแบบนี้จะไม่เน้นระบบการควบคุมที่ซับซ้อน สามารถจัดหาชุดอุปกรณ์และดูแลซ่อมบำรุงได้ง่าย ไม่ต้องมีการเขียนโปรแกรมควบคุมให้ยุ่งยาก

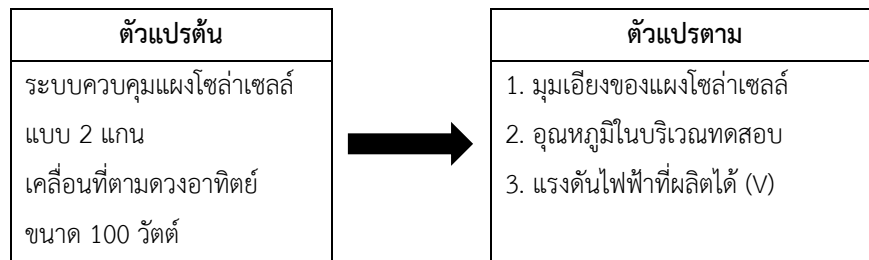
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W
2. เพื่อหาประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าจากระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W

แนวคิด

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาและใช้แนวความคิดของ อิทธิพล เหลลาพรม และวิชฌ บัวเทศ(2559) ที่ได้ทำการวิจัยการออกแบบและสร้างระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่หมุนตามดวงอาทิตย์ (อิทธิพล เหลลาพรม และวิชฌ บัวเทศ, 2559) ธนิต เรืองรุ่งชัยกุล และวัชรวิชัย ใจียรวรรณ (2558) ทำการวิจัยระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบสองแกนราคาถูสำหรับบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ คณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W โดยเน้นที่ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของแผงโซลาร์เซลล์ที่ไม่ซับซ้อนและไม่ยุ่งยาก สะดวกและง่ายในการประกอบติดตั้ง การดูแลรักษาและสามารถนำไปใช้ติดตั้งตามบ้านเรือนหรือพื้นที่ที่ไฟฟ้าเข้าไปไม่ถึง มาประยุกต์เป็นกรอบแนวความคิดในการออกแบบและสร้างระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

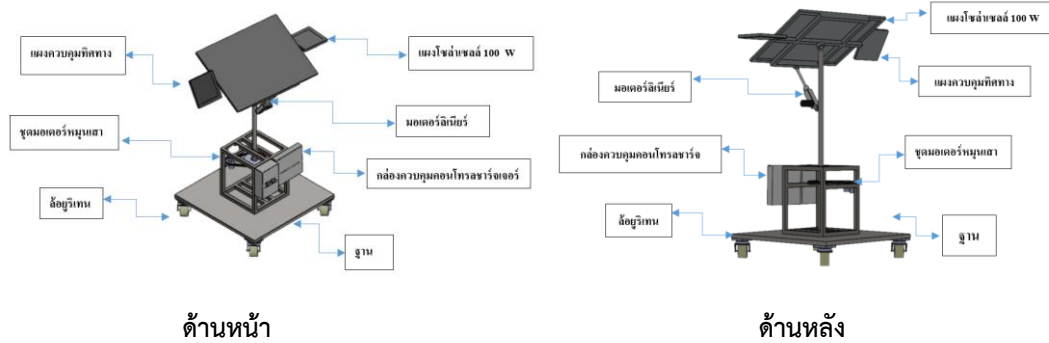
วิธีการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ระยะเวลาในการทดสอบระบบระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 วัตต์ จำนวน 10 วัน ตั้งแต่เวลา 9.00 น. ถึง 16.00 น
2. การเก็บข้อมูลการทดสอบจะเก็บ ค่ามุมเอียงของแผงโซลาร์เซลล์ อุณหภูมิในบริเวณทดสอบ และ แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวันนำมาเฉลี่ย
3. ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าจากระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกนเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W จะเปรียบเทียบกับแผงโซลาร์เซลล์ที่อยู่กับที่ทำมุมเอียง 45 องศา
4. เลือกใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 100 W จำนวน 1 แผง
5. ตัวเก็บพลังงานกระแสไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์เป็น แบตเตอรี่ 12 V 10 A จำนวน 1 ลูก
6. ใช้มอเตอร์ลิเธียม 12 V ความยาว 200 mm 1 ตัว เป็นตัวสำหรับทำหน้าที่ปรับมุมเอียงของแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 100 W
7. แผงโซลาร์เซลล์ขนาดขนาด 5 W จำนวน 2 แผง ในการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับ มอเตอร์ลิเธียม 12 V เพื่อให้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 100 W ตั้งฉากและเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์
8. ชุดแผงโซลาร์เซลล์แบบอยู่กับที่ทำมุมเอียง 45 องศา จะใช้เป็นตัวสำหรับเปรียบเทียบกับชุดแผงควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกนเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W โดยทำลองใน
9. การหาประสิทธิภาพการผลิตแรงดันไฟฟ้าจากระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกนเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W โดยเปรียบเทียบกับชุดแผงโซลาร์เซลล์แบบอยู่กับที่ทำมุมเอียง 45 องศา โดยดูจากค่าแรงดันไฟฟ้า ด้วยเครื่องโซลาร์ชาร์จคอนโทรลเลอร์

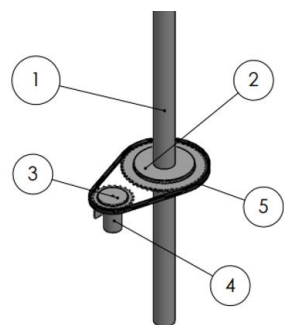
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โครงสร้างและส่วนประกอบของระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกนเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ขนาด 100 W คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและออกแบบโครงสร้างและส่วนประกอบของระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกนเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ขนาด 100 W ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 โครงสร้างและส่วนประกอบด้านหน้าและหลัง ของระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ขนาด 100 W

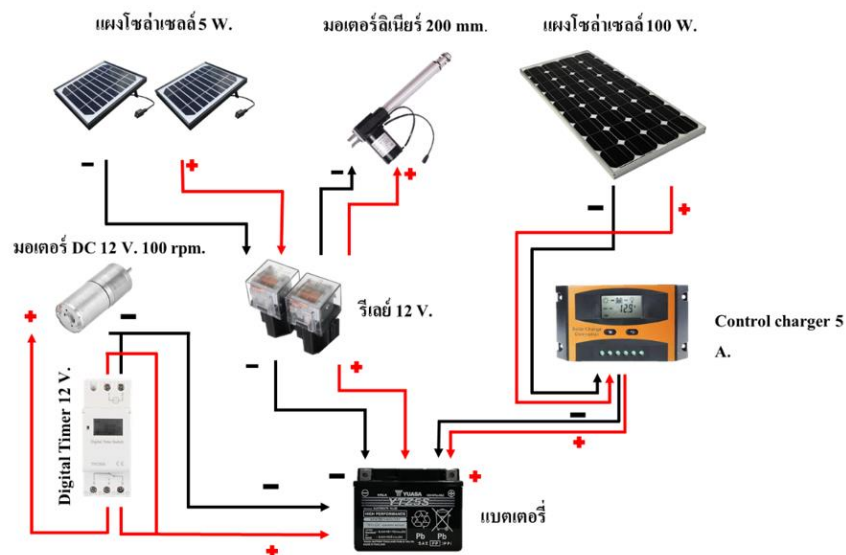
2. ชุดกลไกการหมุนเสาของระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกนเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ขนาด 100 W หลักการทำงานของกลไกชุดส่งกำลังในการหมุนเสา เมื่อถึงเวลาที่กำหนดตัวมอเตอร์ที่ถูกควบคุมการทำงานด้วยตัวตั้งเวลาแบบทามเมอร์ จะทำการปล่อยกระแสไฟไปยังมอเตอร์ หลังจากนั้น มอเตอร์จะทำการหมุนส่งกำลังผ่านโซ่ไปหมุนเฟืองอีกตัวที่ติดอยู่กับเสาทำให้เสาหมุนแผงโซลาร์เซลล์ที่ยึดติดกันไว้ให้ได้องศาตามที่กำหนด หลังจากนั้นทามเมอร์จะทำการตัดการจ่ายกระแสไฟเพื่อหยุดการหมุนของมอเตอร์



- 1 . เสา
2. เฟืองใหญ่ 48 ฟัน
3. เฟืองเล็ก 23 ฟัน
4. มอเตอร์ขนาด 12VDC
5. โซ่สำหรับหมุนเสา

ภาพที่ 5 ชุดกลไกการหมุนเสาของระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกนเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ขนาด 100 W

3. การต่อใช้งานวงจรมอเตอร์ลิเนียร์ 1) เมื่อต่อขั้ว + จากมอเตอร์ลิเนียร์ เข้าขั้ว + ของแบตเตอรี่ และต่อขั้ว - จากมอเตอร์ลิเนียร์ เข้าขั้ว - แบตเตอรี่ จะทำให้มอเตอร์ลิเนียร์ หดตัวเข้าไปอยู่ด้านในกระบอก 2) เมื่อต่อขั้ว - จากมอเตอร์ลิเนียร์ เข้าขั้ว + ของแบตเตอรี่ และต่อขั้ว + จากมอเตอร์ลิเนียร์ เข้าขั้ว - แบตเตอรี่ จะทำให้มอเตอร์ลิเนียร์ ยืดตัวออกจากกระบอก ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 วงจรระบบระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกนเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ขนาด 100 W

4. วงจรระบบระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกนเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ขนาด 100 W จากภาพที่ 6 เมื่อแผงโซลาร์เซลล์แผงเล็กได้รับแสงอาทิตย์ไม่เท่ากัน รีเลย์ 5 ขาทั้ง 2 ตัวจะทำการบาลานซ์ไฟให้ได้แผงละ 50 - 50 ทำให้มอเตอร์ลิเนียร์ยืดขึ้น หรือหดลงตามแสงอาทิตย์ เมื่อถึงเวลา 12.00 น. ทามเมอร์จะจ่ายไฟไปให้มอเตอร์ ทำการหมุนเสาไป 180 ° เพื่อทำการรับแสงอาทิตย์ ช่วงบ่ายถึงเย็น ส่วนหลักการทำงานของแผงใหญ่ขนาด 100 W จะทำหน้าที่ชาร์จแบตเตอรี่โดยการแปลงพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ผ่านตัวโซลาร์ชาร์จคอนโทรลเลอร์โซลาร์ชาร์จคอนโทรลเลอร์จะทำการประจุไฟเข้าแบตเตอรี่เพื่อที่จะนำไปใช้งาน

การประกอบและติดตั้งชุดอุปกรณ์ของแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกนเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W

1. เมื่อทำการออกแบบ และจัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ และวัสดุครบตามที่ต้องการแล้วทำการดำเนินสร้างระบบควบคุมชุดแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกนเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W จะมีขั้นตอนแสดงภาพไว้ดังต่อไปนี้ และติดตั้งล้อยูรีเทน จำนวน 4 ล้อ ได้ฐานขึ้นงาน



ภาพที่ 7 ประกอบและเชื่อมฐานพื้นล่าง และล้อยูรีเทน

2. เชื่อมและติดโครงฐานรองใต้แผงโซลาร์เซลล์ และติดตั้งหัวบอลหมุนใต้แผงโซลาร์เซลล์



ภาพที่ 8 ฐานรองแผงโซลาร์เซลล์ และหัวบอลหมุนใต้แผงโซลาร์เซลล์

3. ติดตั้งโครงจับเสา และแผงโซลาร์เซลล์ 100 W



ภาพที่ 9 ติดตั้งโครงจับเสา และแผงโซลาร์เซลล์ 100 W

4. ติดแผงป้องกัน ด้านข้างแผงใหญ่และมอเตอร์ลิเนียร์



ภาพที่ 10 ติดแผงป้องกัน ด้านข้างแผงใหญ่และมอเตอร์ลิเนียร์

5. ติดตั้งกล่องไฟ เดินสายไฟ และเชื่อมต่อวงจรทั้งระบบ



ภาพที่ 11 เดินสายวงจรทั้งระบบ ตัวคอนโทรลชาร์จเจอร์และชุดมอเตอร์หมุนเสา

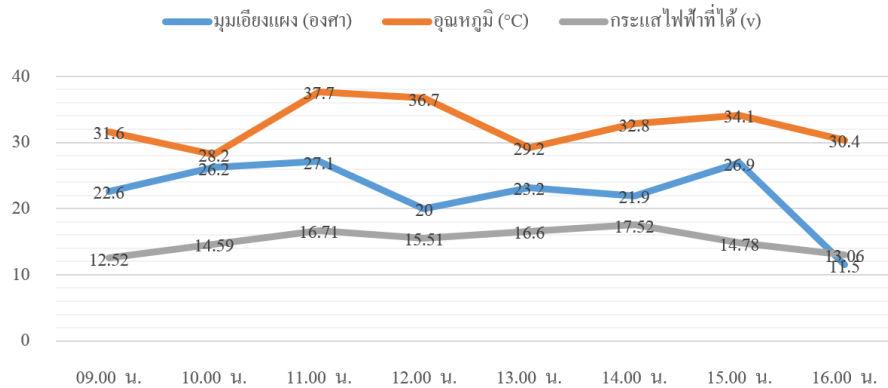
6. การประกอบและติดตั้งชุดอุปกรณ์และวงจรของระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 วัตต์เสร็จสมบูรณ์แล้ว



ภาพที่ 12 ชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์

ผลการวิจัย

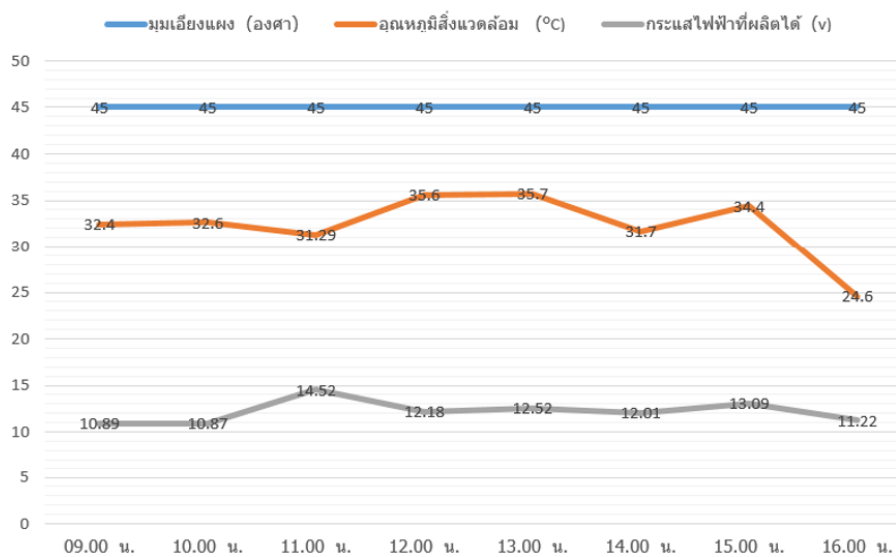
1. ผลการทดสอบระบบควบคุมชุดแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W



ภาพที่ 13 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยจากการทดสอบแผงแบบเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์

จากภาพที่ 13 การทดลองเก็บประสิทธิภาพของระบบควบคุมชุดแผงโซลาร์เซลล์เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ขนาด 100 W จะเห็นได้ว่า ค่าที่ได้นั้นจะแตกต่างกันออกไป ตามเวลา ตามองศา และอุณหภูมิ

2. ผลการทดลองระบบควบคุมชุดแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W แบบอยู่กับที่ในมุมเอียง 45 องศา



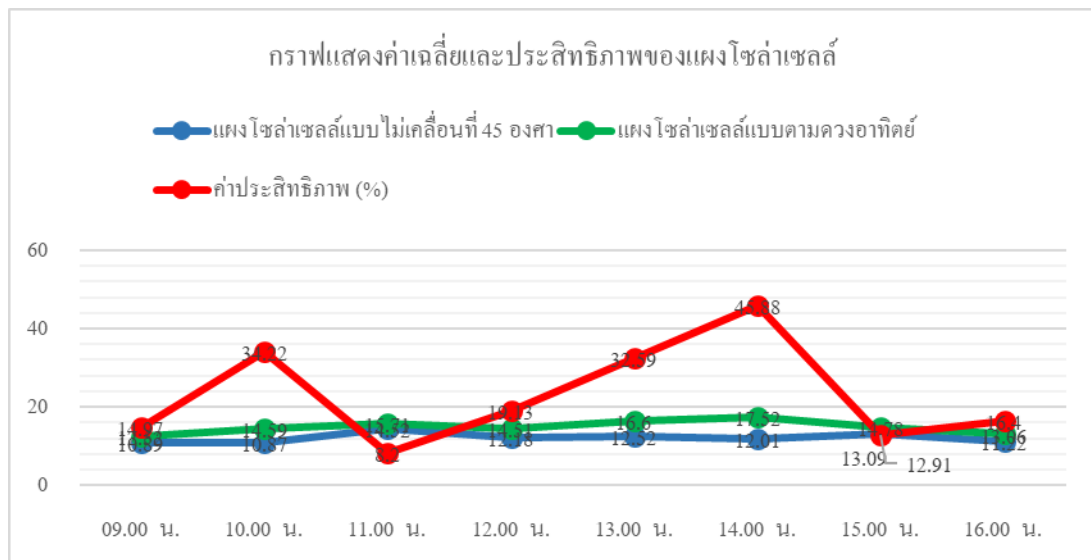
ภาพที่ 14 ค่าเฉลี่ยจากการทดลองแผงแบบอยู่กับที่ในมุมเอียง 45 องศา

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพระบบควบคุมชุดแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกน เคลื่อนที่
 ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 Wกับแบบอยู่กับที่ทำมุมเอียง 45 องศา

เวลา	ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ย (v)		ค่าประสิทธิภาพ (%)
	แบบอยู่กับที่ทำมุมเอียง 45 องศา	แบบตามดวงอาทิตย์	
09.00 น.	10.89	12.52	14.97
10.00 น.	10.87	14.59	34.22
11.00 น.	14.52	15.71	8.2
12.00 น.	12.18	14.51	19.13
13.00 น.	12.52	16.6	32.59
14.00 น.	12.01	17.52	45.88
15.00 น.	13.09	14.78	12.91
16.00 น.	11.22	13.06	16.4
ค่าเฉลี่ย	12.16	14.91	23.04

จากตารางที่ 1 ในส่วนการหาประสิทธิภาพการผลิตแรงดันไฟฟ้าจากระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกนเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W โดยเปรียบเทียบกับชุดแผงโซลาร์เซลล์แบบอยู่กับที่ทำมุมเอียง 45 องศา จากค่าแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ย ด้วยเครื่องโซลาร์ชาร์จคอนโทรลเลอร์หาได้จาก

$$\text{ค่าประสิทธิภาพ (\%)} = \frac{[\text{แบบตามดวงอาทิตย์} - \text{แบบอยู่กับที่ทำมุมเอียง 45 องศา}] \times 100\%}{\text{ชุดแผงโซลาร์เซลล์แบบอยู่กับที่ทำมุมเอียง 45 องศา}}$$



ภาพที่ 15 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าความแตกต่างของการผลิตแรงดันไฟฟ้าของแผงทั้ง 2 แบบ จะมีค่าแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกันมาก ดังภาพที่ 15 จากค่าเฉลี่ยและค่าประสิทธิภาพ (%) ของผลทดลองจะสังเกตได้ว่า แผงโซลาร์เซลล์แบบตามดวงอาทิตย์ จะมีค่าเฉลี่ยผลการทดลองอยู่ที่ 14.91 เมื่อเทียบกับแผงโซลาร์เซลล์แบบไม่เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ มุมเอียง 45° จะได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 12.16 จากการเก็บประสิทธิภาพตั้งแต่ช่วงเวลา 9.00 น.จนถึง 16.00 น. ดังกราฟและตารางที่แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ (%) ในแต่ละช่วงเวลาจะเห็นได้ว่าค่าประสิทธิภาพต่ำสุดจะอยู่ที่เวลา 11.00 น. ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยจะอยู่ที่ 8.2% และ ค่าประสิทธิภาพสูงสุดจะอยู่ที่เวลา 14.00 น. ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยจะอยู่ที่ 45.88%

สรุปผลการทดสอบ

- สรุปผลการออกแบบและสร้างระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์ แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W การออกแบบและสร้างระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์ แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W ประกอบด้วย แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 100 W 1 แผง แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 5 W 2 แผง รีเลย์ ขนาด 12 V 2 ตัว มอเตอร์ลิเนียร์ขนาด 200 mm 1 ตัว Control Charger ขนาด 5 A 1 ตัว ทามเมอร์ 12 V 1 ตัว มอเตอร์แบบ 100 rpm 1 ตัว และแบตเตอรี่ 12 V 1 ลูก หลักการทำงานของชุดแผงโซลาร์เซลล์แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 5 W จะทำหน้าที่ รับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าแล้วส่งไปยังรีเลย์ขนาด 12 V ทั้ง 2 ตัว เพื่อทำหน้าที่ควบคุมแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 100 W เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ในแนวตั้งฉากเสมอ รีเลย์ 12 V ทั้ง 2 ตัวจะทำหน้าที่ควบคุมความสมดุล (Balance)

กระแสไฟให้มอเตอร์ลิเธียมยี่ห้อออก หรือหัดเข้าเพื่อปรับองศาการทำงานให้แมงขนาด 5 W ได้รับแสงอาทิตย์เท่ากันทั้ง 2 ข้าง ทามเมอร์จะทำหน้าที่จับเวลาเมื่อถึงเวลา 12.00 น. ทามเมอร์จะจ่ายกระแสไฟไปยังมอเตอร์ DC 12 V มอเตอร์จะทำการหมุนเสาไปที่ 180° เพื่อที่แผงโซล่าเซลล์จะรับแสงอาทิตย์ในช่วงเวลาบ่ายถึงเย็น ส่วนแมงหลักขนาด 100 W นั้นจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าและส่งตรงไปยัง Control Charger เพื่ออัดประจุเข้าไปยังแบตเตอรี่ และนำไปใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้า 12 V ต่อไป

2. สรุปผลการผลิตแรงดันไฟฟ้าของระบบควบคุมชุดแผงโซล่าเซลล์แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W กับแผงโซล่าเซลล์แบบอยู่กับที่ทำมุมเอียง 45° โดยเปรียบเทียบจากค่าแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละช่วงเวลาของวันจำนวน 10 วัน พบว่าค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซล่าเซลล์แบบอยู่กับที่ทำมุมเอียง 45° จะอยู่ที่ เวลา 11 : 00 น แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงสุดจะอยู่ที่ 14.52 V และค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละวันอยู่ที่ 12.16 V ส่วนแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของระบบควบคุมชุดแผงโซล่าเซลล์แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W จะอยู่ที่เวลา 14:00 น ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ 17.52 V และค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละวันอยู่ที่ 14.91 V ซึ่งระบบควบคุมชุดแผงโซล่าเซลล์แบบ 2 แกน เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ ขนาด 100 W นั้นช่วยให้แผงโซล่าเซลล์สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ขึ้นรับแสงอาทิตย์และผลิตแรงดันไฟฟ้าได้สูงแผงโซล่าเซลล์แบบอยู่กับที่ทำมุมเอียง 45° ที่ผลิตได้ใน 1 วันจะอยู่ที่ 23.04%

ข้อเสนอแนะ

1. ในการเก็บผลการทดลองสภาพอากาศท้องฟ้าและแสงอาทิตย์มีผลต่อแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวัน และช่วงเดือนที่ใช้ในการทดลอง ไม่ควรทดลองในช่วงฤดูฝน
2. ผู้วิจัยได้ทำการเก็บผลการทดลองเพียง 10 วันตั้งแต่ช่วงเวลา 9.00- 16.00 น. เสนอแนะว่าให้ทำการทดลอง 20 วัน ต่อเดือน เพื่อหาความชัดเจนของผลการทดลองให้ดีขึ้น
3. อาจทดลองเพิ่มขนาดของแผงโซล่าเซลล์ให้ใหญ่เป็น 200 W – 300 W และออกแบบระบบควบคุมการเคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ใหม่ให้สามารถรับน้ำหนักของแผงโซล่าเซลล์ได้

เอกสารอ้างอิง

กรุงเทพโซล่าเซลล์. (2562). **โซล่าชาร์จคอนโทรลเลอร์**. ค้นเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2564, จาก <https://www.sunnergysolar.com/article/tag/โซล่าชาร์จคอนโทรลเลอร์>
ธนิต เรื่องรุ่งชัยกุล และ วัชรวิชัย ภิเษกรวรรณ์. (2558, 4-6 พฤศจิกายน). **ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบสองแกนราคาถูสำหรับบ้านพลังงานแสงอาทิตย์**. เอกสารนำเสนอ. การ

- ประชุมสัมมนาเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 8: ประเทศไทย.
<http://www.rdi.rmutsb.ac.th/2011/digipro/ProCeedingTREC8/ProCeedingTREC8.php>
บริษัท ไตรเทพ อินดัสทรี จำกัด. (2556). **สาระน่ารู้พลังงาน**. ค้นเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2564, จาก
<http://www.diy-solarcell.com>
บริษัท อิมเม้นซ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด. (2562). **มาทำความรู้จักชนิดต่าง ๆ ของแผงโซลาร์เซลล์กัน**
ค้นเมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2564, จาก <https://www.gump.in.th/article/535>
วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน. (2541). ทฤษฎีการออกแบบเสาและคุณสมบัติทางกลของวัสดุ.
การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1. ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
สุชิน เสือช้อย. (2562). **พื้นฐานเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบเชิงเส้น**. ค้นเมื่อวันที่ 5
กรกฎาคม 2564, จาก [http://www.9engineer.com/index.php?m=article&a=print
&article_id=2177](http://www.9engineer.com/index.php?m=article&a=print&article_id=2177)
อิทธิพล เหลลาพรม และวิษณุ บัวเทศ. (2559, 22 ธันวาคม). **การออกแบบและสร้างระบบผลิตไฟฟ้า
ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ แบบเคลื่อนที่หมุนตามดวงอาทิตย์**. เอกสารนำเสนอ การประชุม
วิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3: ประเทศไทย.
<https://research.kpru.ac.th/sac/fileconference/19282018-04-30.pdf>
Solar Cell By Rebirth Group. (2564). **ขั้นตอนการทำงานของชุดแผงโซลาร์เซลล์**. ค้นเมื่อวันที่
25 กรกฎาคม 2564, จาก [https://sites.google.com/site/rebirthgroupen/hlak-kar-
thangan](https://sites.google.com/site/rebirthgroupen/hlak-kar-thangan)

หมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์

Design and Development of Alcohol Detection Helmet

ณัฐชญา พิมพาภรณ์¹ อนันต์พล ชื่นชม² ขุนพล ภูระยา³

ชยณัฐ อัครจิรโชติ⁴ สันชัย สีดวงแก้ว⁵

¹อาจารย์ประจำสาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานครสุวรรณภูมิ, E-mail: acdt7@outlook.co.th

²อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานครสุวรรณภูมิ, E-mail: acdt7@outlook.co.th

³⁻⁵นักศึกษาด้านการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยกรุงเทพมหานครสุวรรณภูมิ

บทคัดย่อ

การพัฒนาหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ หมวกนิรภัยที่มีวงจรตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ใช้ร่วมกับรถจักรยานยนต์ และกำหนดปริมาณแอลกอฮอล์ที่จะตรวจจับได้ คือ มากกว่า 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แล้วดำเนินการออกแบบวงจรและระบบการทำงาน และดำเนินการทดลอง สรุปผลการวิจัย ดังนี้

ด้านประสิทธิภาพของหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ พบว่าการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขจำนวน 3 ครั้ง พบว่า หมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์มีความสมบูรณ์สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบ ด้านการใช้งานจริง พบว่า การทดสอบเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ 2 แบบ ในกรณีที่มีแอลกอฮอล์ และกรณีที่ไม่มีแอลกอฮอล์ พบว่า หมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ สามารถตรวจจับระดับแอลกอฮอล์ได้และแสดงผลได้จริง ระบบการทำงานของหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ คือ รถจะไม่สามารถสตาร์ทได้ หากพบว่าผู้ขับขี่มีระดับแอลกอฮอล์เกินกว่า 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ผลด้านความพึงพอใจในการใช้งานหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ พบว่า มีความพึงพอใจต่อการทำงานของหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (3.83) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 ข้อ ได้แก่ ช่วยลดอุบัติเหตุจากการเมาแล้วขับได้จริง (4.74) ความรวดเร็วในการตรวจจับแอลกอฮอล์ (4.31) และควรได้รับการต่อยอดเชิงธุรกิจผลิตในภาคอุตสาหกรรม (4.21)

คำสำคัญ : หมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ ตรวจจับแอลกอฮอล์ รถจักรยานยนต์

Abstract

Development of an alcohol-detecting helmet the objective is to develop a helmet to detect the alcohol in the blood of motorcyclists. The tools used in the research are: Motorcycle helmet with alcohol level detection circuit. And determine the amount of alcohol to be detected is more than 50 milligram percent. Then proceed to design the circuit and the working system. And conduct an experiment. The results of the research were summarized as follows:

The performance aspect of the alcohol detection helmet It was found that 3 times of testing and improvements, it was found that the alcohol-detection helmet was perfect and could function as designed. In actual use, it was found that the test compared the performance of two types of alcohol-detecting helmets in the case of alcohol. and in the absence of alcohol, it was found that the helmet detects alcohol It can detect the alcohol level and actually show it. The system of the alcohol-detection helmet Can work as designed, that is, the car will not be able to start. If the driver is found to have an alcohol level of more than 50 milligrams percent. The results of satisfaction with the use of the alcohol-detecting helmet were found that the overall satisfaction with the alcohol-detection helmet was at a high level (3.83), with the highest average of the three items being: reducing accidents; From the actual drunk driving (4.74), the speed of alcohol detection (4.31) and should be built on the industrial production business (4.21).

Keywords: alcohol detector helmet, alcohol detector, motorcycle

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสภาวะการณ์ปัจจุบัน ซึ่งมีการพัฒนาความเจริญทางด้านเทคโนโลยีเพื่อการสร้างเสริมความเจริญอย่างต่อเนื่องและเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ผลผลิตทางด้านอุตสาหกรรมประเภทยานพาหนะที่บุคคลส่วนใหญ่นิยมใช้อย่างหนึ่ง คือ รถจักรยานยนต์ เนื่องจากราคาไม่สูงมาก และผู้มียารายได้น้อยก็สามารถซื้อได้ นอกจากนี้รถจักรยานยนต์ยังมี ความคล่องตัว สะดวก รวดเร็วในการใช้งาน แต่พบว่าสถานการณ์การใช้รถจักรยานยนต์ประเภทนี้นอกจากตอบสนองความพึงพอใจของผู้ใช้แล้วยังมีผลในด้านลบด้วย คือ การเกิดอุบัติเหตุจากการขับขี่ด้วยความเร็ว การไม่มีวินัยจราจร ขับขี่ด้วยความประมาท ขาดความระมัดระวัง ทั้งนี้ยังพบว่าสาเหตุหลักของอุบัติเหตุจากการขับขี่

รถจักรยานยนต์ เกิดจากผู้ขับขี่ที่ดื่มสุรา มีปริมาณแอลกอฮอล์ในร่างกายระดับสูง ปัญหาอุบัติเหตุทางถนนในประเทศไทยพบว่าปัจจุบันมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุสูงมาก โดยเฉพาะช่วง 7 วันอันตรายของเทศกาลปีใหม่ สงกรานต์ โดยสาเหตุส่วนใหญ่มาจากการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ขณะขับรถ (มูลนิธิเมาไม่ขับ, 2562)

เมื่อรถจักรยานยนต์เป็นพาหนะที่คนไทยนิยมใช้ ก็มีสิ่งติดตามมาด้วย คือ การเกิดอุบัติเหตุจากการขับขี่รถจักรยานยนต์ ดังนั้นคณะผู้วิจัยที่ได้ศึกษาด้านการจัดการอุตสาหกรรม จึงมีความสนใจที่จะออกแบบเพื่อผลิตเครื่องสวมใส่เครื่องป้องกันอันตรายที่มีการเติมเต็มประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจากที่มีอยู่เดิมคือ การพัฒนาหมวกนิรภัยให้สามารถตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ได้ เพื่อช่วยบรรเทา ลดความสูญเสียทั้งร่างกาย และทรัพย์สินจากการเกิดอุบัติเหตุอันเนื่องมาจากการขับขี่รถจักรยานยนต์ขณะเมาสุรา เพราะมีข้อเท็จจริงจากผลการศึกษาผู้บาดเจ็บจากการใช้รถจักรยานยนต์ในประเทศไทย และต่างประเทศยืนยันชัดเจนตรงกัน การสวมหมวกนิรภัยสามารถช่วยได้ คือ ช่วยลดความเสี่ยง และความรุนแรงของการบาดเจ็บที่ศีรษะลงได้ ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตได้ถึงร้อยละ 39 ในกรณีที่ใช้ความเร็วไม่สูงมากนักขณะเกิดอุบัติเหตุ และลดค่ารักษาพยาบาล และลดจำนวนวันที่ต้องพักรักษาตัวในโรงพยาบาล และผลที่คาดว่าจะได้รับการวิจัยนี้จะทำให้ได้หมวกนิรภัยที่ช่วยลดปัญหาเรื่องการเมาแล้วขับได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ให้มีความปลอดภัย ลดภาระของด่านตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ และเป็นแนวทางการลดอุบัติเหตุจากการเมาแล้วขับได้อีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาหมวกนิรภัยที่สามารถตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สถานการณ์อุบัติเหตุทางถนน

โสภณ เมฆธน อธิบดีกรมควบคุมโรค กล่าวว่า ปัจจุบันนี้มีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุสูงมาก โดยเฉพาะช่วง 7 วันอันตรายของเทศกาลปีใหม่ สงกรานต์ มีผู้เสียชีวิตมากกว่า 300 คน เฉลี่ยวันละเกือบ 50 คน ส่วนใหญ่จะเกิดที่ทางหลวงแผ่นดิน 37.9 เปอร์เซ็นต์ ถนน อบต.และถนนในหมู่บ้าน 36.7 เปอร์เซ็นต์ ทางตรง 64.9 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือทางโค้ง 19.7 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสาเหตุมาจากการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ 39.1 เปอร์เซ็นต์ ขับรถเร็วเกินที่กฎหมายกำหนด 23.6 เปอร์เซ็นต์ จักรยานยนต์มากที่สุด และลักษณะการเกิดอุบัติเหตุจะพบว่ามีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้น ในช่วงเทศกาลสงกรานต์ปี 2557 ทางกรมควบคุมโรคได้คาดการณ์เอาไว้ว่าจะมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุประมาณ 268-334 คน จึงได้เสนอวิธีป้องกันอุบัติเหตุในช่วงดังกล่าวเอาไว้ 5 สาหลัก คือ 1. การ

บริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน 2. ถนนและการสัญจรอย่างปลอดภัย 3. ยานพาหนะปลอดภัย
4. ผู้ใช้รถใช้ถนนอย่างปลอดภัย ซึ่งทั้ง 4 เสาหลักจะเป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของกรมการขนส่ง
และกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.) และ 5. การตอบสนองหลังเกิดอุบัติเหตุ เป็นหน้าที่
โดยตรงของกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งได้ออก 4 มาตรการรองรับ ดังนี้

1. สนับสนุนให้แต่ละจังหวัดมีฐานข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปัจจัย สาเหตุของการเกิด
อุบัติเหตุ
2. สายด่วนรับแจ้งเหตุ
3. ควบคุมการจำหน่ายสุราสุ่มตรวจ และตั้งรางวัลสำหรับผู้แจ้งเบาะแสของผู้ที่มีพฤติกรรม
สุ่มเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุ
4. ขอความร่วมมือจากชุมชนในการตั้งด่านป้องปรามผู้ที่มีพฤติกรรมสุ่มเสี่ยงที่จะก่อให้เกิด
อุบัติเหตุ ตั้งแต่เวลา 16.00-22.00 น.

สำหรับประเทศไทยอุบัติเหตุบนท้องถนนเป็นสาเหตุการบาดเจ็บ พิการและเสียชีวิตที่มี
แนวโน้มสูงขึ้นทุกปี อัตราผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจากราว 26,000 รายต่อปี และพบว่ามีเหยื่อ
ผู้บาดเจ็บอีกหลายแสนรายและมีผู้เคราะห์ร้ายที่กลายเป็นอัมพาตอีกด้วย กลุ่มประชากรที่มีอัตราการ
เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจากรวมมากที่สุด คือกลุ่มเพศชาย อายุ 15-24 ปี (มีความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุจากรวม
มากกว่าผู้หญิงถึง 4 เท่า) ส่วนสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุบนถนนนั้น ได้มีนักวิชาการหลายสาขาได้ศึกษา
ถึงสาเหตุของอุบัติเหตุที่สำคัญ 2 ประการคือ เกิดจากการกระทำที่ไม่ปลอดภัย ได้แก่ พฤติกรรมต่างๆ
อันอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุ เช่น เมาแล้วขับ ขับรถเร็วกว่าที่กฎหมายกำหนด ยานพาหนะไม่ปลอดภัย
ความประมาท มกง่าย การฝ่าฝืนกฎระเบียบ เป็นต้น และเกิดจากสภาวะที่ไม่ปลอดภัย ได้แก่
สภาพแวดล้อมที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ เช่น ถนนชำรุด แสงสว่างไม่เพียงพอ ทางโค้ง เป็นต้น โดย
สรุปแล้วปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อการเกิดอุบัติเหตุในการจราจร ได้แก่ ถนน ยานพาหนะ ผู้ใช้รถ
ใช้ถนนและสิ่งแวดล้อม การป้องกันอุบัติเหตุในการจราจรทางบก จึงต้องแก้ที่สาเหตุของปัญหา
ดังกล่าวโดยเน้นที่การให้การศึกษาเกี่ยวกับการจราจรด้านความรู้ เจตคติและการปฏิบัติ การควบคุม
บังคับให้เป็นไปตามกฎหมาย และการปรับปรุงแก้ไขโครงสร้างด้านวิศวกรรมจราจร สำหรับประเทศไทย
องค์การอนามัยโลกเปิดเผยข้อมูลว่ามีอัตราการเสียชีวิต 36.2 คนต่อประชากรหนึ่งแสนคน สูง
เป็นอันดับ 2 (รองจากลิเบียที่เสียชีวิตถึง 73.4 คน) ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ย 2 เท่า (เฉลี่ยทั้งโลก17.5) แต่
ประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตจากรถจักรยานยนต์ 26.3 คนต่อประชากรหนึ่งแสนคน ซึ่งสูงเป็น
อันดับ 1 ของโลกขณะเดียวกันข้อมูลจากการศูนย์กลางรวบรวมข้อมูลข่าวสารความปลอดภัยทางถนน
พบว่า สาเหตุการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนน เมื่อปีใหม่ 2558 ที่ผ่านมามีดังนี้ คือ

1. สาเหตุจากบุคคล คนขับรถ เช่น ขับรถขณะมีเมมา ขับโดยประมาท ขับรถเร็ว ใช้โทรศัพท์
ขณะขับรถ คนเดินถนนและข้ามถนน เช่น ไม่ข้ามถนนตรงทางม้าลายหรือสะพานลอย

2. สาเหตุจากรถ เช่น การนำรถที่อุปกรณ์บกพร่องมาใช้
3. สาเหตุจากทางและเครื่องหมายสัญญาณ เช่น บริเวณทางแยก ทางโค้ง ทางชำรุด
4. สาเหตุจากธรรมชาติ เช่น ฝนตกหนัก หมอกลงจัด เป็นต้น
5. การดื่มสุรา เป็นสาเหตุสำคัญอันดับต้นๆที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุจากการใช้รถใช้ถนน

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ของระดับแอลกอฮอล์ในเลือด กับโอกาสเกิดอุบัติเหตุ

ระดับแอลกอฮอล์ในเลือด (มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์)	สมรรถภาพในการขับรถ	โอกาสที่เกิดอุบัติเหตุเมื่อเทียบกับ คนที่ไม่ดื่มสุรา
20	มีผลเพียงเล็กน้อยเฉพาะบางคน	ใกล้เคียงกับคนไม่ดื่มสุรา
50	ลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 8	โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุเป็น 2 เท่า
80	ลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 12	โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุเป็น 3 เท่า
100	ลดลงโดยเฉลี่ย ร้อยละ 15	โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุเป็น 6 เท่า
มากกว่า 200	ลดลงเป็นสัดส่วนกับระดับ แอลกอฮอล์ในเลือด	ไม่สามารถวัดได้เนื่องจากควบคุมการ ทดลองไม่ได้

ไทยมีจักรยานยนต์มากเป็นอันดับที่ 8 ของโลก หรือ 17 ล้านคัน คิดเป็นร้อยละ 62 ของรถจดทะเบียนสะสมทั้งหมดของประเทศ สัดส่วนการถือครองจักรยานยนต์สูงถึง 4 คนต่อคัน เพราะราคาไม่แพง และมีความคล่องตัวในการใช้ ซึ่งผู้ที่นิยมใช้รถจักรยานยนต์ได้แก่นักเรียนนักศึกษาที่มีค่าใช้จ่ายในชีวิตประจำวันอย่างจำกัด และผู้ทำงานในภาคอุตสาหกรรมที่มีการเข้ากะงาน หรือมีการทำงานล่วงเวลาจึงต้องการความคล่องตัวในการเดินทาง และต้องใช้ถนนร่วมกับรถยนต์ รถโดยสาร และรถบรรทุกที่แล่นด้วยความเร็วสูงอยู่เป็นประจำ ซึ่งหากมีการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของหมวกนิรภัยให้สามารถตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ได้ก็จะเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียจากอุบัติเหตุจากการขับขี่รถจักรยานยนต์ได้และสามารถต่อยอดพัฒนาทางธุรกิจในภาคอุตสาหกรรมได้

ความรู้เกี่ยวกับการตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์

เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจ แบ่งตามลักษณะของเครื่องได้เป็นสองประเภท คือแบบพกพา (Mobile) และแบบประจำที่ (Stationary) ถ้าแบ่งตามวัตถุประสงค์การใช้งาน แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจแบบตรวจคัดกรอง (screening) และเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจแบบตรวจยืนยันผล (Evidential) โดยที่เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจ แบบตรวจคัดกรอง เป็น

เครื่องที่ใช้ในการทดสอบปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด โดยวิธีเป่าลมหายใจเข้าเครื่องวัด ผลที่แสดงจะเป็นตัวหนังสือว่าเกิน หรือไม่เกินค่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ เช่น แสดงเป็น pass หรือ Fail หรืออาจแสดงเป็นตัวเลขก็ได้ เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์แบบตรวจยืนยันผล เป็นเครื่องที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด โดยวิธีเป่าลมหายใจเข้าเครื่องวัด ผลที่ได้จะแสดงเป็นตัวเลขว่ามีปริมาณในหน่วย mg/100ml เช่น 50 mg/100ml (แสดงว่า ในเลือด 100 มิลลิตรมีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ 50 มิลลิกรัม) เป็นต้น หลักการทำงานของเครื่องตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ ในเลือดโดยวิธีการเป่าลมหายใจ ให้ผู้ถูกตรวจวัด เป่าลมหายใจเข้าเครื่อง ซึ่งมีตัวตรวจจับ (Detector) แอลกอฮอล์อยู่ ตัวตรวจจับ เมื่อได้รับแอลกอฮอล์จากลมหายใจ จะมีการแปรสภาพซึ่งอาจจะมองเห็นได้ เช่น การแปลงเปลี่ยนสีของสารเคมี หรือวัดได้จากพลังงานเช่น กระแสไฟฟ้าการดูดซับคลื่น การเปลี่ยนแปลงสภาพนี้ จะถูกเปลี่ยนแปลงให้รายงานออกมาที่หน้าปัดของเครื่อง ในรูปของค่าระดับแอลกอฮอล์ในเลือด ตัวอย่างตรวจจับแบบต่างที่ใช้ในการวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ มีด้วยกัน 4 แบบ คือ

1. แบบ Colorimeter ใช้หลักการเปลี่ยนสีของ Potassium Dichromate จากสีเหลือง ถ้าได้รับไอของแอลกอฮอล์ จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวความเหมาะสม ใช้ทดสอบแอลกอฮอล์ในลมหายใจใช้ได้ครั้งเดียว

2. แบบ Semiconductor ใช้หลักการไอของแอลกอฮอล์ไปจับ Semi-conductor ทำให้ความต้านทานเปลี่ยนแปลงความเหมาะสม ใช้ทดสอบแอลกอฮอล์ในลมหายใจ แต่ความเที่ยงตรงไม่ดี

3. แบบ Fuel cell เป็นแบบเซลล์ไฟฟ้าเคมี(Electrochemical Fuel cell) เมื่อไอของแอลกอฮอล์ถูกดูดซับโดย cell จะทำให้เกิดปฏิกิริยากลายเป็นกรดอะเซติกและเกิดกระแสไฟฟ้าซึ่งเป็นสัดส่วน โดยตรงกับปริมาณแอลกอฮอล์ความเหมาะสม มีความถูกต้องดี มีความจำเพาะต่อการวัด Ethyl alcohol เครื่องมี ขนาดเล็กพกพาได้ ราคา 42,600 บาท

4. แบบ Infrared Absorption อาศัยหลักการที่แสง Infrared จะถูกดูดซับเล็กน้อยเท่านั้นขึ้นกับระดับความเข้มข้นของไอแอลกอฮอล์ ความเหมาะสม มีความถูกต้องดี มีความจำเพาะต่อการวัด Ethyl alcohol แต่เครื่องมีขนาดใหญ่ราคาสูงเหมาะใช้สำหรับใช้ประจำที่

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐนนท์ เสียงไพเราะ และ เดช ธรรมศิริ (2559) การพัฒนาระบบตรวจปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจ โดยระบบจะใช้การตรวจวัดแอลกอฮอล์โดยใช้บอร์ดอะคูร์โน และ MQ3 แอลกอฮอล์เซนเซอร์เป็นตัวตรวจจับ ผลที่ได้ พบว่า ค่าความตรงต่อการใช้งานของผู้ใช้ คะแนนเฉลี่ย 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดี ด้านการทำงานได้ตรงตามฟังก์ชันของระบบ คะแนนเฉลี่ย 4.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.63 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดี ด้านความง่ายต่อการใช้งาน คะแนนเฉลี่ย 4.51

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และด้านความปลอดภัยของระบบ คะแนนเฉลี่ย 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.60 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดี

กฤตติการณ สุวรรณสิทธิ์ ขนิษฐา ก่อสัมพันธ์พล และ นึก สาสังข์ (2556) การศึกษาโครงสร้างของเครื่องวัดแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ โดยการประยุกต์บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 กับเซนเซอร์วัดแอลกอฮอล์ TGS 2620 โดยใช้ภาษา C เป็นตัวสั่งการ เมื่อเป่าลมหายใจไปยังตัวเซนเซอร์ก็จะทำการวัดค่าและสามารถคำนวณระดับแอลกอฮอล์มาเป็นเปอร์เซ็นต์มิลลิกรัม แสดงออกที่หน้าจอ LCD หากค่าเกิน 50%mg ก็จะสั่งให้ Buzzer มีเสียงเตือน และ LED มีไฟกระพริบ ผลจากการทดสอบ พบว่า เครื่องวัดแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเครื่องจริงที่ได้มาตรฐาน โดยมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แสดงว่าเครื่องนี้สามารถนำไปใช้งานได้เทียบเท่าเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ที่มีมาตรฐาน โดยมีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่าราคาเครื่องในตลาดค่อนข้างมาก

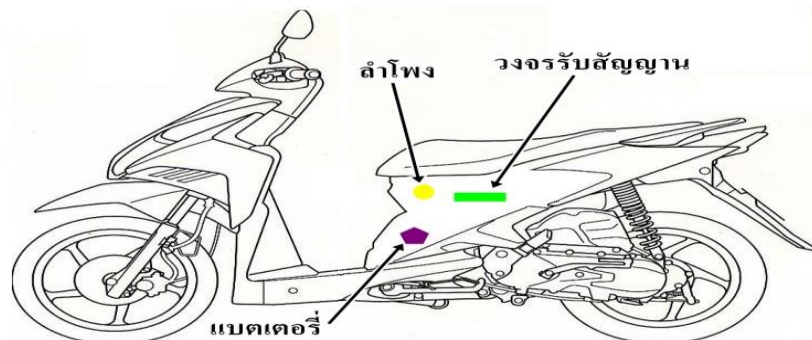
วิธีการวิจัย

1. ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นผลกระทบจากปัญหาอุบัติเหตุจากการเมาแล้วขับรถจักรยานยนต์
2. ศึกษาการทำงานของวงจรตรวจจับแอลกอฮอล์ เพื่อสร้างอุปกรณ์ช่วยในการทำงานที่เหมาะสมกับการใช้งานในชีวิตประจำวัน

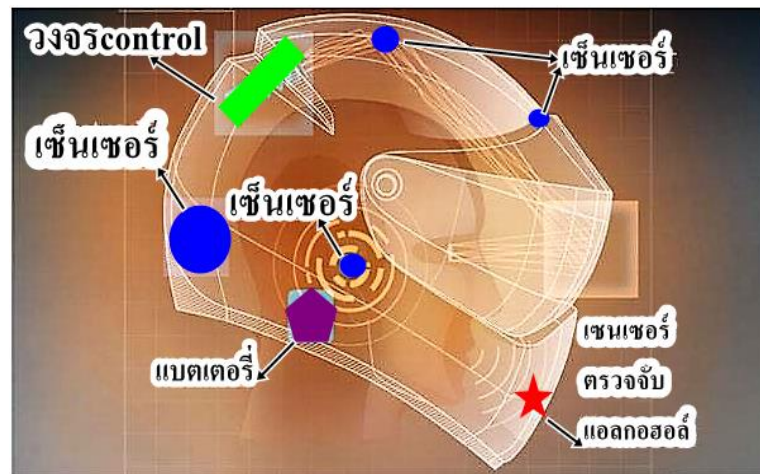
3. ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการสร้างเครื่องตรวจจับแอลกอฮอล์
4. ศึกษาขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาจากเอกสาร ตำราและผู้เชี่ยวชาญ

ขอบเขตการพัฒนาหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์

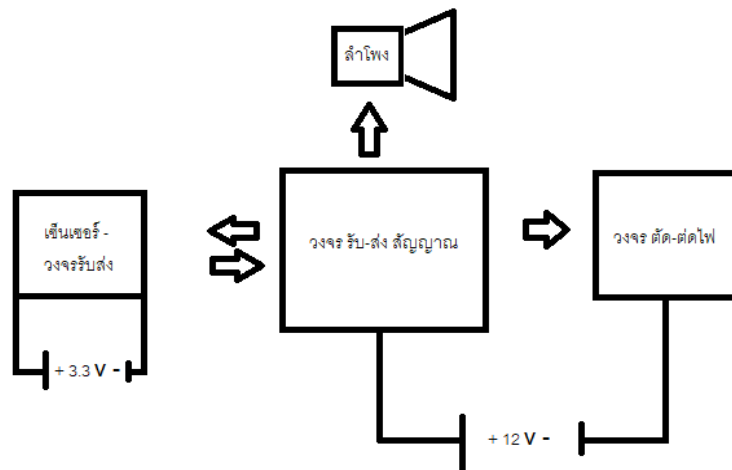
1. การออกแบบโครงสร้างวงจรและระบบการทำงานของหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ ให้มีการทำงานที่เหมาะสม
2. การออกแบบในส่วน of โครงสร้างโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์และออกแบบระบบวงจรการทำงาน
3. กำหนดวัสดุและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสร้างหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์



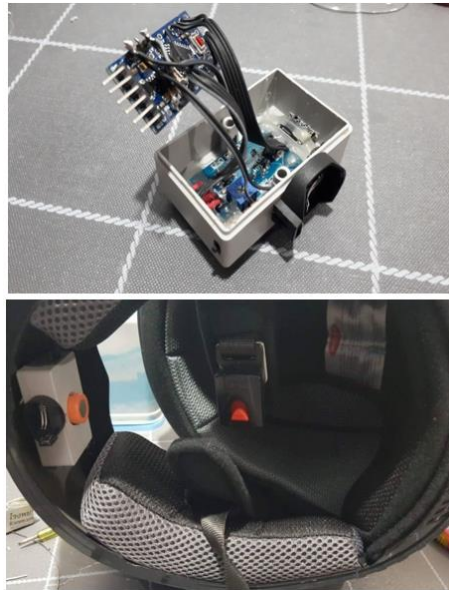
ภาพที่ 1 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ตัวรถ



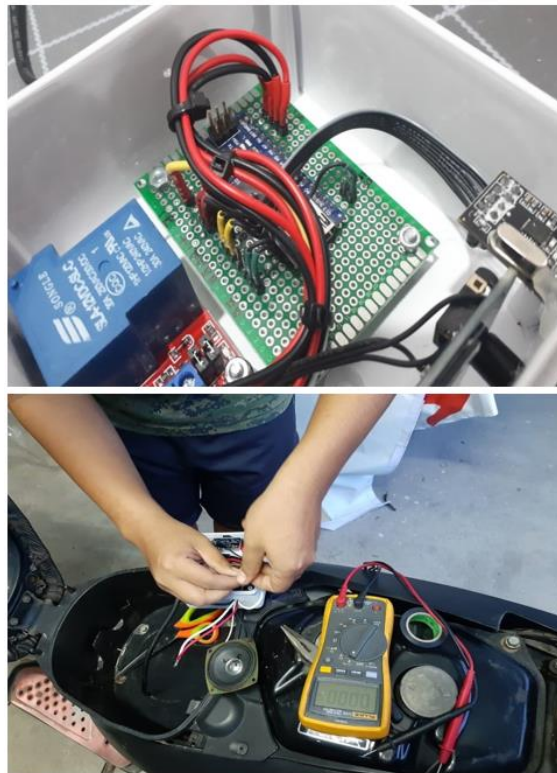
ภาพที่ 2 จุดติดตั้งภายในหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์



ภาพที่ 3 การออกแบบวงจร



ภาพที่ 4 อุปกรณ์



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการติดตั้งตัวอุปกรณ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ระบบและวงจรการทำงานของหมวกนิรภัยเซ็นเซอร์ตรวจจับแอลกอฮอล์

2. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ลักษณะเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) โดยได้กำหนดระดับของ ความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานหมวกนิรภัยตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ เป็น 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ด้านประสิทธิภาพ พบว่า หมวกนิรภัยตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์มีความสมบูรณ์ ระบบสามารถทำงานได้ทุกครั้งและผลการทดสอบเป็นไปตามที่ออกแบบไว้

ด้านการทดสอบการใช้งานจริง การทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของหมวกนิรภัยตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ 2 แบบโดยทดลองเปรียบเทียบ 10 ครั้ง ในกรณีที่มีแอลกอฮอล์ และกรณีที่ไม่มีแอลกอฮอล์ (หน่วยเป็นวินาที)

สำหรับวงจรที่ใช้ในการตรวจวัดแอลกอฮอล์ คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเพื่อใช้งานร่วมกับแหล่งไฟ 12 โวลต์จากแบตเตอรี่ของรถจักรยานยนต์ โดยปรับค่าปริมาตรความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่ระดับ 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของการตรวจวัดสัญญาณ 3 ครั้ง แสดงรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการทำงานของหมวกนิรภัยตรวจวัดแอลกอฮอล์

ลำดับ	รายการ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
		(วินาที)	(วินาที)	(วินาที)
1	ระบบห่วงกันไฟกระชาก	6	4	4
2	ค้นหาสัญญาณระหว่างรถกับหมวกนิรภัย	7	5	4
3	ตรวจวัดการใส่หมวกนิรภัย	5	4	4
4	ตรวจวัดการเป่าลมที่เซ็นเซอร์	5	3	3
5	ระบบประมวลผล	15	10	8
6	การจ่ายไฟให้สตาร์ทรถได้	3	3	3
7	ถอดหมวกนิรภัยแล้วระบบจะตัดไฟทันที	4	2	2
เวลารวม		45	31	28

แสดงการเปรียบเทียบการทำงานของหมวกนิรภัยตรวจวัดแอลกอฮอล์ ทั้ง 3 ครั้งแสดงให้เห็นว่า ระบบดำเนินการประมวลผลและทำงานจนจบ โดยใช้เวลาน้อยลง จาก 45 วินาที 31 วินาที และ 28 วินาที ตามลำดับการทดสอบ

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความสารถในการทำงานของหมวกนิรภัยตรวจจับ แอลกอฮอล์ 2 แบบ โดยทดลองเปรียบเทียบ 10 ครั้ง ในกรณีที่มีแอลกอฮอล์ และกรณีที่ไม่มีแอลกอฮอล์ (หน่วยเป็นวินาที)

ลำดับ	รายการ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10	เวลาเฉลี่ย (วินาที)
ทดลองตรวจจับแบบไม่มีแอลกอฮอล์												
1	เป่าลมที่เซนเซอร์	5	3	3	3	4	5	4	3	3	3	3.6
2	ระบบประมวลผล	15	13	10	13	13	15	10	10	13	13	12.5
3	จ่ายไฟเมื่อไม่พบแอลกอฮอล์	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2.7
รวม		23	19	15	19	20	23	17	15	19	18	18.8
ทดลองตรวจจับแบบมีแอลกอฮอล์												
1	เป่าลมที่เซนเซอร์	5	3	3	3	3	4	3	4	5	3	3.6
2	ระบบประมวลผล	15	10	10	13	13	15	13	10	10	10	11.9
3	ตัดสัญญาณไฟเมื่อมีแอลกอฮอล์	3	2	2	3	3	4	4	2	3	3	2.9
รวม		23	15	15	19	19	23	20	16	18	16	18.4

จากผลการทดสอบการใช้งานจริงทั้งกรณีไม่มีแอลกอฮอล์ และ มีแอลกอฮอล์ พบว่า หมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ สามารถทำงานได้จริงตามเงื่อนไขที่กำหนด คือ รถจักรยานยนต์สามารถสตาร์ทติดได้ปกติกรณีที่ไม่มีหรือระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และรถจักรยานยนต์จะไม่สามารถสตาร์ทติดได้ ในกรณีที่ตรวจพบแอลกอฮอล์ที่มีระดับความเข้มข้นกว่า 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

ด้านความพึงพอใจในการใช้งานจริง.

สำหรับผลการประเมินความพึงพอใจในด้านต่างๆ จากผู้ใช้งานจริง จำนวน 30 คน แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการทำงานของหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์

ลำดับ	รายการประเมิน	เฉลี่ย	ระดับ
1	ความรวดเร็วในการตรวจจับแอลกอฮอล์	4.31	มาก
2	ความสะดวกในการนำมาใช้งาน	4.11	มาก
3	มีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยเหมาะสม	3.86	มาก
4	สามารถใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวัน	4.06	มาก
5	น้ำหนักของหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์เหมาะสม	3.83	มาก
6	ช่วยลดอุบัติเหตุจากการเมาแล้วขับได้จริง	4.74	มากที่สุด
7	ควรได้รับการต่อยอดเชิงธุรกิจผลิตในภาคอุตสาหกรรม	4.21	มาก
8	ความพึงพอใจโดยรวมที่มีต่อหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์	3.91	มาก
รวม		4.12	มาก

สรุปข้อมูลจากแบบสอบถาม พบว่า มีความพึงพอใจต่อการทำงานของหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์อยู่ในระดับมาก (3.83) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกข้อ โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 ข้อ ได้แก่ ช่วยลดอุบัติเหตุจากการเมาแล้วขับได้จริง ความรวดเร็วในการตรวจจับแอลกอฮอล์ และควรได้รับการต่อยอดเชิงธุรกิจผลิตในภาคอุตสาหกรรม (4.74, 4.31 และ 4.21 ตามลำดับ)

อภิปรายผล

ผลการวิจัยด้านประสิทธิภาพของหมวกนิรภัย แสดงการเปรียบเทียบการทำงานของหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ทั้ง 3 ครั้ง แสดงให้เห็นว่า ระบบสามารถการทำงานได้จริง โดยใช้เวลารวมในการทำงานจากการทดสอบครั้งที่ 3 ใช้เวลาน้อยที่สุด และได้ผลการทดสอบเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ แสดงให้เห็นว่าการศึกษาทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง ทำให้ได้หลักการออกแบบวงจร และระบบการทำงานของหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์สามารถทำงานได้จริงและสามารถตรวจจับระดับแอลกอฮอล์ที่แตกต่างกันได้จริง

สรุปผลการวิจัยด้านการทดสอบการใช้งานจริง พบว่าการทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ 2 แบบโดยทดลองเปรียบเทียบ 10 ครั้ง ในกรณีที่มีแอลกอฮอล์ และกรณีที่ไม่มีแอลกอฮอล์ (หน่วยเป็นวินาที) พบว่าการทดลองความสามารถแบบใน

การทำงานของหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ระบบการทำงานสามารถตรวจจับได้และแสดงผลได้ค่อนข้างเร็วกว่าเป็นที่พอใจ(ตามกฎหมายไทยกำหนดไว้ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) ระบบการทำงานของหมวกนิรภัยสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ คือ รถจะไม่สามารถสตาร์ทได้ติด หากพบว่าผู้ขับขี่มีระดับแอลกอฮอล์เกินกว่า 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

สรุปผลด้านความพึงพอใจในการใช้งานหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ พบว่ามีความพึงพอใจต่อการทำงานของหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์อยู่ในระดับมาก (3.83) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกข้อ โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 ข้อ ได้แก่ ช่วยลดอุบัติเหตุจากการเมาแล้วขับได้จริง ความรวดเร็วในการตรวจจับแอลกอฮอล์ และควรได้รับการต่อยอดเชิงธุรกิจผลิตในภาคอุตสาหกรรม (4.74, 4.31 และ 4.21 ตามลำดับ)

โดยจากผลทั้ง 3 ด้าน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐนนท์ เสี่ยงไพเราะ และ เดช ธรรมศิริ (2559). การพัฒนาระบบตรวจปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจ โดยระบบจะทำการตรวจวัดแอลกอฮอล์โดยใช้บอร์ดอะแดปเตอร์ และ MQ3 แอลกอฮอล์เซนเซอร์เป็นตัวตรวจจับ ผลที่ได้ พบว่า ค่าความตรงต่อการใช้งานของผู้ใช้ คะแนนเฉลี่ย 4.45 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดี ด้านการทำงานได้ตรงตามฟังก์ชันของระบบ คะแนนเฉลี่ย 4.49 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดี ด้านความง่ายต่อการใช้งาน คะแนนเฉลี่ย 4.51 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และด้านความปลอดภัยของระบบ คะแนนเฉลี่ย 4.32 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดี และงานวิจัยของกฤตติการณ สุวรรณสิทธิ์ , ขนิษฐา ก่อสัมพันธ์ผล และ นุ๊ก สาสังข์ (2556) การศึกษาโครงสร้างของเครื่องวัดแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ ผลจากการทดสอบ พบว่า เครื่องวัดแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเครื่องจริงที่ได้มาตรฐาน โดยมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แสดงว่าเครื่องนี้สามารถนำไปใช้งานได้เทียบเท่าเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ที่มีมาตรฐาน โดยมีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่าราคาเครื่องในตลาดค่อนข้างมาก

จากผลการวิจัยอาจกล่าวได้ว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลจากการศูนย์กลางรวบรวมข้อมูลข่าวสารความปลอดภัยทางถนน พบว่า สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุจราจรทางบกไม่ได้เกิดจากเคราะห์กรรม แต่เกิดจากพฤติกรรมหรือการกระทำของผู้ขับขี่เป็นส่วนใหญ่ โดยมีสาเหตุดังนี้ คือ สาเหตุจากบุคคล และ สาเหตุจากรถ อาจกล่าวได้ว่าหมวกนิรภัยและระบบการตรวจจับแอลกอฮอล์นี้สามารถเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยเตือน และควบคุมปัญหาการเมาแล้วขับรถจักรยานยนต์ได้อีกทางหนึ่ง ดังนั้น เมื่อมีการพัฒนาการทำงานของหมวกนิรภัยให้สามารถตรวจจับแอลกอฮอล์ได้ และสามารถนำไปใช้งานได้จริง นับเป็นการพัฒนารูปแบบของเครื่องมือตรวจแอลกอฮอล์อย่างเห็นได้ชัด คือหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ซึ่งมีประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้นจากการที่หมวกนิรภัยมีหน้าที่ป้องกันการกระแทกของศีรษะอย่างเดียวเพิ่มมาเป็นช่วยยับยั้งไม่ให้เกิดอุบัติเหตุจักรยานยนต์ได้อีกด้วยหากผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์มีระดับค่าของแอลกอฮอล์ในเลือดสูงกว่าที่กฎหมายกำหนดไว้ตามพระราชบัญญัติ

การจราจร จึงช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุในการขับขี่รถมอเตอร์ไซด์ได้ ส่งผลให้สามารถป้องกันและแก้ไข
ปัญหาอุบัติเหตุ ลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในทุกๆ ด้านที่เกิดจากการใช้รถจักรยานยนต์อันจะนำมา
ซึ่งความสูญเสียต่างๆ อันได้แก่ การสูญเสียทรัพยากรบุคคล ปัญหาการพิการจากอุบัติเหตุ ค่า
รักษาพยาบาลทางการแพทย์ และสวัสดิการของประเทศได้

ข้อเสนอแนะ

ดำเนินการสอบเทียบมาตรฐานของหมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ด้วยเครื่องมือที่มี
มาตรฐาน เพื่อให้ได้หมวกนิรภัยตรวจจับแอลกอฮอล์ที่มีมาตรฐานรับรอง และนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป
ได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมโรค. (2562). **บทบาทการบังคับใช้กฎหมายด้านการควบคุมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์**. ค้น
เมื่อวันที่ 15 เมษายน 2562, จาก <https://ddc.moph.go.th/th/site/index>.
- กฤตติการณ สุวรรณสิทธิ์ ขนิษฐา ก่อสัมพันธ์ผล และ นึก สาสังข์.(2556). **การศึกษาโครงสร้างของ
เครื่องวัดแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ**. วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม
โทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ณัฐนันท์ เสียงไพเราะ และ เดช ธรรมศิริ. (2559). **การพัฒนาระบบตรวจปริมาณแอลกอฮอล์จาก
ลมหายใจ**. ค้นเมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2562, จาก [http://dept.npru.ac.th/
msc/data/files/9](http://dept.npru.ac.th/msc/data/files/9)
- มูลนิธิเมาไม่ขับ. (2562). **สถิติการเกิดอุบัติเหตุจากการเมาแล้วขับ**. ค้นเมื่อวันที่ 28 มีนาคม 2562,
จาก <http://www.ddd.or.th>.
- ยุทธ อัครมาส. (2562). **การสร้างวงจร**. ค้นเมื่อวันที่ 16 มีนาคม 2562, จาก
<https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet7/cvj.htm>
- สำนักงานเครือข่ายลดอุบัติเหตุ. (2562). **มาตรการลดอุบัติเหตุ**. ค้นเมื่อวันที่ 16 มีนาคม 2562, จาก
<http://www.accident.or.th>.
- MGR ONLINE. (2558). **ระบบรถไฮเทคคอมมิวนิสต์ไม่ติดเมื่อคนขับเมาเทคโนโลยี ตรวจจับ
โมเลกุลแอลกอฮอล์กำหนดระดับแอลกอฮอล์ที่จะทำให้เครื่องสตาร์ทไม่ติด**. ค้นเมื่อวันที่
27 กุมภาพันธ์ 2562, จาก [https://www.mgronline.com/cyberbiz/detail/95800000
64579](https://www.mgronline.com/cyberbiz/detail/9580000064579)

การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรกรณีศึกษากระบวนการพิมพ์แบบฟอร์มธุรกิจ

Reducing Machine Adjustment Time: A Case Study of The Business form Printing Process

ณัฐฎา พิมพ์ภรณ์¹ เพียร โตท่าโรง² อภิรมย์ อุณา³
กนกวรรณ มีหนองหัว⁴ ชุตติมา บุญชิต⁵

^{1,2}อาจารย์ประจำสาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ, E-mail: acdt7@outlook.co.th

^{3,4,5}นักศึกษาด้านการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ออฟเซต ในบริษัทกรณีศึกษา ธุรกิจสิ่งพิมพ์ประเภทแบบฟอร์มธุรกิจ โดยใช้เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ ผังแสดงเหตุและผล เทคนิค SMED และ หลักการ ECRS เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางในการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรและใช้ ECRS เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปรับปรุงรายละเอียดในขั้นตอนการปฏิบัติงานให้เหมาะสมมากขึ้น

สรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้ การปรับปรุงเพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร โดยใช้หลักการของ SMED จากขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนปรับปรุง 36 ขั้นตอน สามารถเปลี่ยนการปรับตั้งภายใน ให้เป็นการปรับตั้งภายนอกได้ 13 ขั้นตอน รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 97 นาที และคงเหลือเป็นการปรับตั้ง ภายใน 23 ขั้นตอน และนำขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรภายในทั้ง 23 ขั้นตอน มาวิเคราะห์โดยใช้ แผนภูมิพาเรโตทำให้ได้ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรที่ใช้เวลามากที่สุด 13 ขั้นตอน มาทำการ วิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อปรับปรุงลดเวลาต่อไป ซึ่งจากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา จึงได้สรุป หัวข้อที่จะปรับปรุงแก้ไข 6 หัวข้อ โดยครอบคลุมงานปรับตั้งเครื่องจักรทั้ง 13 ขั้นตอน ซึ่งผลการ ปรับปรุง 6 หัวข้อ สรุปว่า สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องลงมาได้จาก 129 นาที เหลือ 72 นาที ซึ่งลดเวลาลงได้ 57 นาที คิดเป็นร้อยละ 44 และสรุปภาพรวม พบว่า ก่อนการปรับปรุงใช้เวลา 311 นาที หลังการปรับปรุงลดลงเหลือ 146 นาที เท่ากับเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องลดลง 165 นาที คิดเป็นร้อยละ 53.05 โดยจากการปรับปรุงครั้งนี้ทำให้ได้คู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงานที่เป็น มาตรฐานใช้จริงในหน่วยงานอีกด้วย

คำสำคัญ: การลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร เทคนิค SMED กระบวนการพิมพ์แบบฟอร์มธุรกิจ

Abstract

The purpose of this study was to reduce the setting time of the offset printer. In a business case study of a business form publication By using research tools such as cause and effect diagrams, SMED techniques, and ECRS principles to analyze and find a way to reduce the time for machine set-up, and apply ECRS to improve the details in the operation process to be more suitable.

The results of the research were summarized as follows: Improvements to reduce the time of setting up the machines. Using the principle of SMED, from the 36 steps of machine adjustment before adjustment, 13 steps of internal adjustment can be changed to external adjustment for a total of 97 minutes, and 23 steps of internal adjustment are left. The 23 steps of internal machine adjustment were analyzed using the Pareto chart, resulting in the 13 most time consuming steps of machine adjustment. which by analyzing the cause of the problem Therefore, 6 topics to be revised were summarized, covering 13 steps of the machine adjustment work. The results of the 6 improvements concluded that the time for setting up the machine could be reduced from 129 minutes to 72 minutes, which reduced the time 57. minutes, accounting for 44%, and the overall summary, it was found that before the improvement, it took 311 minutes, after the improvement was reduced to 146 minutes, which is equal to the average time it took to adjust the machine, decreased by 165 minutes, representing 53.05% from the improvement. This time, it has resulted in a standard operating procedure manual that is actually used in the organization as well.

Keywords: reduced machine set-up time, SMED techniques, business form printing process

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การผลิตงานในอุตสาหกรรมมีการแข่งขันทางธุรกิจอย่างต่อเนื่อง ธุรกิจต่างมุ่งเน้นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้เหนือคู่แข่ง จึงส่งผลกระทบต่อองค์กรที่จะต้องปรับปรุงเพื่อสร้างจุดเด่นหรือจุดใจให้ลูกค้ายังคงต้องการใช้สินค้าหรือบริการ ในขณะที่ลูกค้ามีอำนาจในการต่อรองและมีสิทธิในการเลือกซื้อสินค้ามากขึ้น ปัจจัยสำคัญที่จะทำให้องค์กรสามารถอยู่รอดได้คือการสร้างความพึงพอใจ

ให้กับลูกค้าด้วยคุณภาพสินค้าที่ดี การส่งมอบสินค้าที่รวดเร็ว ซึ่งทุกด้านที่กล่าวมาล้วนมีผลต่อต้นทุนการผลิตทั้งสิ้น อีกทั้งด้านแรงงานที่มีคุณภาพและมีทักษะที่ดีก็เป็นปัจจัยที่สำคัญ การดำเนินธุรกิจจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือกระบวนการปฏิบัติงานต่าง ๆ เพื่อผลในการเพิ่มโอกาสที่ดีทางธุรกิจ เช่น ประสิทธิภาพ ประสิทธิผล การลดต้นทุนและรักษาอัตราส่วนกำไรให้ได้ตามเป้าหมาย เพื่อให้องค์กรสามารถดำเนินธุรกิจต่อไปได้อย่างยั่งยืน

ในการวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาในธุรกิจโรงพิมพ์ เป็นธุรกิจหนึ่งที่ต้องมีการปรับตัวหลายอย่างในสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง ทั้งยังต้องรักษาความพึงพอใจของลูกค้าให้ได้ ซึ่งในกระบวนการผลิตของธุรกิจสิ่งพิมพ์นี้มีรายละเอียดและขั้นตอนมาก โดยจากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นจากบริษัทกรณีศึกษาธุรกิจโรงพิมพ์แห่งหนึ่ง พบว่าสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงมาจากกระบวนการทำงานในขั้นตอนการพิมพ์แบบฟอร์มธุรกิจด้วยเครื่องพิมพ์ออฟเซต ซึ่งเป็นเครื่องจักรหลักที่ใช้ในการผลิตแบบฟอร์มธุรกิจ นิยมใช้สำหรับสิ่งพิมพ์ที่ต้องการความแม่นยำและต่อต้านการปลอมแปลง ปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษามีเครื่องพิมพ์ออฟเซตทั้งหมด 12 เครื่อง โดยเฉลี่ยมีการปรับตั้งเครื่องเพื่อเปลี่ยนงาน 20 ครั้งต่อวัน และใช้เวลาในการปรับตั้งเครื่องครั้งละประมาณ 4-5 ชั่วโมง ปัญหาที่ตามมาจากการปรับตั้งเครื่องที่ใช้ระยะเวลานาน ทำให้เกิดต้นทุนในการผลิตที่สูงขึ้น เกิดการรอคอย เกิดต้นทุนด้านค่าแรงที่สูญเสียไป ทำให้องค์กรมีค่าเสียโอกาสจากการไม่สามารถใช้เครื่องพิมพ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สูญเสียเวลาต้นทุนและวัตถุดิบระหว่างการปรับตั้งเครื่อง ซึ่งปัจจุบันค่าเฉลี่ยของวัตถุดิบที่เสียในกระบวนการพิมพ์แบบฟอร์มธุรกิจของโรงงานเท่ากับร้อยละ 9.05 และจากการที่ใช้เวลามากในการปรับตั้งเครื่องนานทำให้ระยะเวลาส่งมอบสินค้าล่าช้าตามไปด้วย เพราะการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ออฟเซต ใช้เวลานาน เป็นปัญหาหนึ่งที่ทำให้ธุรกิจโรงพิมพ์ไม่สามารถใช้เวลาและแรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเล็งเห็นปัญหานี้แล้วจึงต้องมีการวางแผนและควบคุมกระบวนการผลิต ให้สามารถใช้เครื่องจักรและแรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถหลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น โดยการศึกษาหาสาเหตุที่แท้จริงของความสูญเสียเปล่าด้านเวลาโดยใช้เทคนิคต่างๆ หาปัญหาที่ทำให้กระบวนการผลิตด้านแรงงานที่ล่าช้า เพื่อนำไปสู่การแก้ไขกระบวนการผลิตให้ดีขึ้น

การจัดการกระบวนการผลิตในการลดการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ออฟเซตเนื่องจากการเสียเวลาในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์จำเป็นที่จะต้องใช้หลักการลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรตามหลักการของ SMED เทคนิคในการปรับตั้งเครื่องจักรให้อยู่ในเวลาอันสั้นที่สุด และหลักการ ECRS แนวคิดในการลดความสูญเสียเปล่าในการดำเนินงาน มาร่วมปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ง่ายขึ้น ตัดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความสูญเสียเปล่าหรือซ้ำซ้อนหรือสิ้นเปลืองเวลา ออกไป โดยมีเป้าหมายเพื่อการปรับตั้งเครื่องจักรให้เร็วที่สุดและมีประสิทธิภาพสูงสุด จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้ต้นทุนการผลิตและระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตลดลง ทำให้องค์กรมีศักยภาพในการแข่งขันมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ออฟเซต
2. เพื่อได้วิธีการปรับตั้งเครื่องจักรใหม่มากำหนดใช้เป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสูญเสีย 7 ประการ (7 WASTES)

รินฤติ โยธาคู (2560) ได้กล่าวว่า ในกระบวนการผลิตมักจะพบความสูญเสียแฝงอยู่ ซึ่งเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการต่ำ เช่น ใช้เวลานานในการผลิต สินค้าคุณภาพต่ำ ต้นทุนสูง ความสูญเสีย 7 ประการ ได้แก่

1. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction) การผลิตสินค้าปริมาณมากเกินไปความต้องการใช้หรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้ง โดยไม่ได้คำนึงถึงว่าจะทำให้มีงานระหว่างทำในกระบวนการเป็นจำนวนมากและทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น เสียเวลาและแรงงานไปในการผลิตที่ยังไม่จำเป็น เสียพื้นที่ในการจัดเก็บชิ้นงานระหว่างทำ เกิดการขนย้ายหลายครั้ง เป็นต้น

2. ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory) การซื้อวัสดุครั้งละมาก ๆ เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิตตลอดเวลา หรือเพื่อให้ได้ส่วนลดจากการสั่งซื้อ จะส่งผลให้วัสดุที่อยู่ในคลังมีปริมาณมากเกินไปความต้องการใช้งานอยู่เสมอ เป็นภาระในการดูแลและการจัดการ อีกทั้งยังเป็นต้นทุนในการดูแลจัดการอีกด้วย

3. ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation) การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุมและลดระยะทางในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น ทั้งการขนส่งภายในกระบวนการ การขนส่งภายในคลังสินค้าและการขนส่งสินค้าสำเร็จรูปให้ลูกค้า ซึ่งปัญหาจากการขนส่ง เช่น ต้นทุนในการขนส่ง เสียเวลาในการผลิต วัสดุเสียหายหากวิธีการขนส่งไม่เหมาะสม

4. ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion) การที่พนักงานปฏิบัติงานด้วยท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม หรือมีการเคลื่อนไหวไม่เหมาะสมเพราะอุปกรณ์หรือสภาพแวดล้อมที่ทำงานไม่พร้อม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกล ก้มตัวยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกาย เกิดความเมื่อยล้าของร่างกาย และทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน เกิดความเสี่ยงในการทำงาน เป็นต้น

5. ความสูญเสียเนื่องจากระบวนการผลิต (Processing) เกิดจากระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำ ๆ กันในหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็น เพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือ

คุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์

6. ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay) การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักร หรือพนักงานหยุดการทำงานเพราะต้องรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตเช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล การรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น แนวทางการปรับปรุง เช่น จัดวางแผนลำดับการผลิตให้เหมาะสม กำหนดแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน จัดสรรสายงานให้มีความสมดุล วางแผนขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิต และจัดกำลังคนให้เหมาะสม

7. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect) ในกระบวนการผลิตเราอาจพบว่ามีของเสียถูกผลิตออกมา ของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น ทำให้เกิดต้นทุนวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน มากขึ้น ทำให้สิ้นเปลืองสถานที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสีย และเกิดการ ทำงานซ้ำเพื่อแก้ไขงาน เป็นต้น

การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรตามหลักการของ SMED

โกศล ดีศิลธรรม (2547) กล่าวว่า การปรับตั้งเครื่องจักรว่าเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ดังนั้นจึงมุ่งลดกิจกรรมดังกล่าวให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อเป็นการลดความสูญเสียเปล่าในสายการผลิตโดยเฉพาะเวลาที่ใช้ในการจัดเตรียม เช่น การถอดเปลี่ยนตัวจับยึดงาน (Fixture) และการปรับตำแหน่งจนสามารถเดินเครื่องได้ จึงเป็นความสูญเสียเปล่าทางเวลาและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เช่น ค่าแรงงาน ของเสียระหว่างการปรับตั้งเครื่อง ดังนั้นแนวทางทั่วไปที่มักใช้ในการปรับปรุงการปรับตั้งเครื่อง ได้แก่ การเพิ่มทักษะของช่างปรับตั้งเครื่อง การลดจำนวนรุ่นของงานที่ทำการผลิตและผลิตงานที่มีขนาดลีดใหญ่ขึ้นหรือการรวมงานที่มีลักษณะคล้ายกันเข้าด้วยกัน โดยสามารถแบ่งประเภทขั้นตอนที่ใช้ทั่วไปในการปรับตั้งเครื่อง ได้ดังนี้

1. การจัดเตรียมและการตรวจสอบ วัสดุ เครื่องมือ และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ก่อนที่จะทำการปรับตั้งเครื่อง รวมทั้งการทำความสะอาดเครื่องและการตรวจสอบเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่เบิกใช้ เพื่อจัดเก็บหลังจากใช้งาน
2. ทำการเคลื่อนย้ายเครื่องมือ ชิ้นส่วน หลังจากเสร็จสิ้นการทำงาน
3. การตั้งค่าสอบเทียบเครื่องจักร เครื่องมือ ตัวจับยึด และเครื่องมือที่ใช้ในงาน
4. การทำชิ้นงานทดสอบ หลังจากดำเนินการวัด การตั้งค่าชิ้นงาน รวมทั้งการปรับเครื่อง และให้ดำเนินการจนกระทั่งได้ค่าตามข้อกำหนด

ขั้นตอนการลดเวลาปรับตั้งเครื่องของ SMED

1. ระบุขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องทั้งภายในและภายนอก โดยที่การปรับตั้งเครื่องภายใน (Internal Setup) คือ ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องที่ดำเนินการขณะที่เครื่องจักรหยุดการเดินเครื่อง ส่วนการปรับตั้งเครื่องภายนอก เป็นการปรับตั้งเครื่องขณะที่ยังมีการเดินเครื่องอยู่
2. แปลงขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องภายในให้เป็นการปรับตั้ง เครื่องภายนอก เพื่อให้สามารถดำเนินการอย่างต่อเนื่องและส่งผลต่อการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องภายในลงอย่างมาก
3. ปรับปรุงวิธีการปรับตั้งเครื่อง โดยมุ่งความเป็นมาตรฐานกับเครื่องจักรที่ใช้งานปัจจุบัน ซึ่งไม่กระทบกับการไหลของงานในสายการผลิต โดยทั่วไปการปรับตั้งเครื่องควรใช้เวลาต่ำกว่า 10 นาที โดย Shingo ได้ตั้งเป้าไว้ที่ OTED (One Touch Exchange of Dies) ดังนั้นวิธีการปรับตั้งเครื่องควรมีรูปแบบที่ง่ายพอ เพื่อให้ผู้ควบคุมเครื่องสามารถดำเนินการด้วยตนเอง
4. ยกเลิกการปรับตั้งเครื่อง คือ การพัฒนาที่เหนือกว่าและเป็นเป้าหมายสูงสุดของการปรับปรุงการปรับตั้งเครื่อง ด้วยแนวทางจัดการปรับตั้งเครื่อง การลดหรือขจัดความแตกต่างระหว่างชิ้นส่วน โดยใช้แนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อจัดการปรับตั้งเครื่อง และ จัดทำชิ้นส่วนที่มีความแตกต่างให้มีความเป็นหนึ่งเดียว เพื่อลดขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องและการปรับเปลี่ยน

เทคนิคสำหรับการลดเวลาปรับตั้งเครื่อง

แนวทางและองค์ประกอบการปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องภายใน มีดังนี้

1. งานการปรับตั้งเครื่องแบบขนาน สามารถทำการลดเวลาด้วยการให้แรงงานหลายคน ดำเนินการปรับตั้งเครื่องพร้อมกัน แต่อาจต้องพิจารณาผลดีและผลเสียระหว่างค่าใช้จ่ายแรงงานที่เพิ่มขึ้นกับเวลาที่สามารถประหยัดได้
2. การติดตั้งอุปกรณ์จับยึด เวลาส่วนใหญ่ของการปรับตั้งเครื่องภายในมักถูกใช้กับการติดตั้ง ตัวจับและวัสดุให้กับเครื่องจักร เนื่องจากผู้ปรับตั้งเครื่องอาจไม่เข้าใจถึงวิธีการและการใช้เครื่องมือ จึง ทำให้เสียเวลาในการลองผิดลองถูกและเสียเวลาในการค้นหาเครื่องมือ การแก้ปัญหาในการจับยึดด้วยการใช้โบลต์ที่ขันเพียงรอบเดียว

แนวทางและองค์ประกอบการปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องภายนอก มีดังนี้

1. การจัดเก็บ ทุกครั้งของการปรับตั้งเครื่องมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ จึงควรจัดเก็บให้ใกล้กับบริเวณที่ปฏิบัติงานมากที่สุด เพื่อประหยัดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร
2. ชุดเครื่องมือสำหรับการปรับตั้งเครื่องแต่ละรายการ ควรจัดรายการของสิ่งอำนวยความสะดวกที่เกี่ยวข้อง ให้เป็นชุดและจัดเก็บในที่เดียวกัน หรืออาจจะรวมทุกรายการที่ใช้ตามที่ระบุในวิธีการปรับตั้งเครื่อง ให้เป็นชุดเครื่องมือเฉพาะและเก็บไว้ใกล้กับพื้นที่ปฏิบัติงาน
3. อุปกรณ์การขนย้าย จัดเก็บเหมาะสมและควรให้อยู่ในบริเวณใกล้ ๆ เครื่อง

4. การขจัดหรือลดการปรับตั้งเครื่อง อีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถขจัดหรือลดการปรับตั้งเครื่องด้วยการใช้มาตรฐานชิ้นส่วน จึงมีการร่วมออกแบบกันระหว่าง หน่วยงาน เช่น ฝ่ายการตลาด ฝ่ายออกแบบผลิตภัณฑ์และฝ่ายผลิต เพื่อลดความแตกต่างระหว่างชิ้นงานที่ส่งผลต่อการปรับตั้งเครื่อง ด้วยการตั้งรหัส ที่สามารถช่วยกำหนดว่าชิ้นส่วนใช้กับเครื่องไหน เพื่อขจัดหรือลดเวลาการปรับตั้งเครื่อง และการใช้เทคโนโลยีกลุ่ม หรือการผลิตที่ใช้ชิ้นส่วนร่วมกัน ก็สามารถลดการปรับตั้งเครื่องได้เช่นกัน

การพิมพ์ออฟเซต

นภาพร อ่ำรอด (2546) การพิมพ์ออฟเซตหรือการพิมพ์พื้นราบ หลักการพิมพ์ออฟเซต คือน้ำกับน้ำมันจะไม่รวมตัวกันซึ่งบนแผ่นแม่พิมพ์ จะมีทั้งสองส่วนคือ บริเวณที่ไม่มีภาพจะทำหน้าที่ในการรับน้ำหรือความชื้นเพื่อผลักดันหมึกให้ออกนอกบริเวณ ส่วนที่เป็นภาพจะทำหน้าที่รับหมึกและผลักดันน้ำให้ออกนอกบริเวณของตน ซึ่งสองส่วนจะทำหน้าที่ตรงข้ามกัน การถ่ายทอดภาพของการพิมพ์ออฟเซตใช้พื้นฐาน 3 โม คือ โมแม่พิมพ์ โมฝ้ายาง โมกดพิมพ์ พร้อมกับระบบทำความชื้นและระบบการจ่ายหมึกให้แก่แม่พิมพ์ ในการพิมพ์เริ่มจาก แม่พิมพ์หมุนไปรับน้ำแล้วหมุนไปรับหมึก เมื่อแม่พิมพ์รับหมึกในบริเวณที่เป็นภาพแล้ว จะหมุนลงไปถ่ายทอดหมึกให้กับโมฝ้ายาง และโมฝ้ายางจึงถ่ายทอดหมึกลงวัสดุพิมพ์อีกต่อหนึ่ง โดยมีโมกดพิมพ์รองรับอยู่ด้านล่าง โครงสร้างพื้นฐานของการพิมพ์ออฟเซต การพิมพ์ออฟเซต เป็นระบบการพิมพ์ทางอ้อม ข้อดีของการพิมพ์แบบนี้ คือ การพิมพ์ภาพลงสู่ฝ้ายาง ผิวของฝ้ายางมีความอ่อนนุ่มจึงสามารถแนบกระชับกับผิวของกระดาษที่เป็นแอ่งและขรุขระได้ดีกว่าการพิมพ์จากแม่พิมพ์โดยตรง , ฝ้ายางจะไม่ทำให้ตัวของแม่พิมพ์ชำรุด เหมือนกับการพิมพ์จากแม่พิมพ์ลงไปที่ผิวของกระดาษโดยตรง และสะดวกในการตรวจสอบความถูกต้องของภาพและข้อความบนแม่พิมพ์ เพราะภาพบนแม่พิมพ์เป็นภาพตรงไม่ใช่ภาพกลับด้านเหมือนการพิมพ์แบบเลตเตอร์เพลสซึ่งตรวจสอบได้ยาก

แบบฟอร์มธุรกิจ (Business Form)

แบบฟอร์มธุรกิจ คือ แบบฟอร์มหรือเอกสารที่ใช้ในการสื่อสารกันในองค์กรธุรกิจ เช่น สลิปเงินเดือน ใบแจ้งบัญชีเงินฝากธนาคาร หรือ ใบเสร็จรับเงิน แบบฟอร์มธุรกิจ เป็นประเภทของเอกสารที่มีปริมาณการใช้สูง มีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งาน โดยแบ่งเป็นประเภทแบบฟอร์มได้ ดังนี้

- แบบฟอร์มธุรกิจทั่วไป เป็นแบบฟอร์มที่หน่วยงานใช้เพื่อสื่อสารทั้งภายในองค์กรและสื่อสารไปยังลูกค้าหรือภายนอกองค์กร การออกแบบที่มีลักษณะเฉพาะเป็นขององค์กร ทั้งรูปแบบ ขนาด สี และชนิดกระดาษ เพื่อให้เหมาะกับงานเฉพาะด้าน

- แบบฟอร์มชนิดม้วน (Roll Slip) แบบฟอร์มชนิดนี้มีทั้งชนิดที่ใช้กระดาษปอนด์ชั้นเดียวหรือประเภทที่ใช้กระดาษที่มีสำเนาในตัว

- แบบฟอร์มชนิดต่อเนื่อง (Continuous Form) เป็นแบบฟอร์มที่มีรูหนามเตยด้านข้างเพื่อใช้สำหรับการป้อนกระดาษเข้าเครื่องพิมพ์ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องพิมพ์ประเภทเข็ม (Dot Matrix) แบบฟอร์มชนิดนี้มีทั้งการใช้กระดาษปอนด์ขึ้นด้วยคาร์บอนและการใช้กระดาษเคมีในตัว ซึ่งสามารถมีสำเนาได้หลายแผ่นต่อชุดตามความต้องการใช้งาน เช่น ใบกำกับภาษี ใบส่งของ ใบเสร็จรับเงิน เป็นต้น

- แบบฟอร์มชนิดซองต่อเนื่อง (Continuous Envelope) เป็นแบบฟอร์มประเภทที่ต้องการนำไปพิมพ์ข้อมูลที่เป็นเฉพาะส่วนบุคคล ต้องการปกปิดข้อความไม่ให้ผู้อื่นเห็น นิยมทำเป็นรูปแบบซองปิดผนึกเพื่อป้องกันการมองเห็น เช่น ใบแจ้งเงินเดือน (อ้างอิงข้อมูลจากบริษัทกรณีศึกษา)

การผลิตแบบฟอร์มธุรกิจ

กระบวนการผลิตแบบฟอร์มธุรกิจ เป็นการผลิตตามคำสั่งลูกค้า ด้วยรูปแบบและจำนวนตามที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งการผลิตแบบฟอร์มจะเริ่มต้นจากการรับรูปแบบหรือต้นฉบับจากลูกค้า นำมาจัดทำเป็นอาร์ตเวิร์ค และไปสิ้นสุดเป็นชิ้นงานสำเร็จรูป โดยมีกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนก่อนพิมพ์ (Pre-Press) เป็นขั้นตอนการเตรียมงานและเตรียมข้อมูล รวมทั้งการทำแม่พิมพ์ ก่อนจะนำเข้าสู่เครื่องพิมพ์ ได้แก่ การเตรียมข้อมูล การออกแบบ จัดแบบ ตกแต่งภาพ ตรวจสอบรูป พิสูจน์อักษร รวมถึงการทำแม่พิมพ์ หรือเพลท

- ขั้นตอนพิมพ์ (Press) เป็นขั้นตอนการสั่งพิมพ์ โดยผ่านเครื่องพิมพ์ระบบออฟเซต ซึ่งโรงพิมพ์จะเลือกใช้เครื่องพิมพ์ตามความเหมาะสมของแต่ละงาน

- ขั้นตอนหลังพิมพ์ (Post-Press) เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะทำให้งานออกมาสำเร็จรูป ตามแบบที่ลูกค้าต้องการ เช่น การเข้าชุด การปั๊มหรือไดคัท การตัด การพับ การตีเบอร์ (Running Number) รวมถึงขั้นตอนการบรรจุหีบห่อเพื่อการจัดส่ง (อ้างอิงข้อมูลจากบริษัทกรณีศึกษา)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อรรถพล เสนาะเสียง (2559) การลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรในสายการผลิตท่อส่งข้ามมหาวิทยาลัยบูรพา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรในสายการผลิตท่อส่งข้ามโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การทำงานของพนักงานและการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Single minute exchange of die, SMED) กระบวนการผลิตชิ้นส่วนท่อส่งข้ามมีทั้งหมด 3 รายการ คือ ท่อส่ง ข้าวเบอร์ 1, 2 และ 3 ซึ่งทำการผลิตที่สายการผลิตเดียวกันด้วยเครื่องจักร CNC เครื่องเดียวกัน ในการปรับตั้งเครื่องจักรใช้เวลานานถึง 1,171 นาทีต่อครั้ง ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการผลิตและการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า เมื่อศึกษาข้อมูลวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ได้ทำการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้ง เครื่องจักร ดังนี้ 1) แยกงานนอก-งานในด้วยเทคนิค SMED 2) เปลี่ยนวิธีการถอดและติดตั้ง เครื่องมือจากด้านหน้าเป็นด้านหลังเครื่อง 3) ออกแบบการล็อกตำแหน่ง จึงให้ง่ายต่อการติดตั้ง ทั้งหมดนี้ทำให้สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรจาก 1,171 นาทีต่อครั้ง

เหลือ 609.2 นาทีต่อครั้ง ลดลง 562.3 นาทีต่อครั้ง คิดเป็น 48.0% ทั้งนี้ทำให้ประสิทธิภาพเฉลี่ยของการผลิตเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 85.3 เป็นร้อยละ 92.3

ศุภฤกษ์ กลิ่นหม่น (2559) ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตการกัดเลนส์ขึ้นรูปค่าสายตา มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการกัดเลนส์ขึ้นรูปค่าสายตาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต การศึกษาข้อมูลการผลิตพบว่า กระบวนการกัดเลนส์มีประสิทธิภาพสายการผลิตต่ำกว่าร้อยละ 70 งานวิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้แนวคิดของระบบการผลิตแบบดึง และการไหลของงานแบบ 1 ขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาประสิทธิภาพของ สายการผลิตต่ำ หลักการ ECRSถูกนำมา ใช้ในการลดความสูญเปล่าในการผลิต และการตั้งคำถาม 5W1H ถูกนำมาใช้เพื่อกำจัดกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่ากับการผลิตเลนส์หลังจากวางแผนการและ กำหนดขั้นตอนการทำงาน มาตรฐานขั้นใหม่ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 93.6 รอบเวลาการผลิตจากเดิม 68.22 วินาทีลดลงเหลือ 55.66 วินาที คิดเป็นร้อยละ 18.4 จำนวนงานในสายการผลิตจากเดิม 306 งานลดลงเหลือ 143 งาน คิดเป็นร้อยละ 53.7 เวลาการผลิตรวมทุกขั้นตอนการผลิตจากเดิม 427.88 วินาทีลดลงเหลือ 364.5 วินาที คิดเป็นร้อยละ 14.8 เวลานำเฉลี่ยลดลงจากเดิม 6.17 ชั่วโมง เหลือ 4.59 ชั่วโมง ขั้นตอนการทำงานลดลงจากเดิม 9 ขั้นตอนเหลือ 7 ขั้นตอน จำนวนพนักงานจากเดิม 12 คนลดลงเหลือ 10 คน

สุภาพร ทองกลาง ศุภศักดิ์ ศรีสุข และวิรุฬห์ นาพิมแสง. (2560) การศึกษาวิจัยเรื่อง การลดเวลาปรับตั้งเครื่องถ่วงสมดุลด้วยเทคนิคการเปลี่ยนรุ่นรวดเร็ว (SMED) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสูญเปล่าและปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการเปลี่ยนรุ่นเครื่องถ่วงสมดุล ดำเนินการวิจัยโดยการวิเคราะห์หาสาเหตุของความสูญเปล่า และใช้หลักการ ECRS และการศึกษาการวิธีการทำงาน เพื่อออกแบบการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการเปลี่ยนรุ่น ผลสรุปของการวิจัย ได้ตั้งนี้สามารถลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นเครื่องถ่วงสมดุล ได้ 20.745 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดขั้นตอนในการเปลี่ยนรุ่นได้ ร้อยละ 27.9 หรือลดลง 36 ขั้นตอน จากเดิม 129 ขั้นตอนเหลือ 93 ขั้นตอน สามารถลดระยะทางในการเดินได้ ร้อยละ 72.31 ลดระยะทางในการเดินลง 47 เมตร จากเดิม 65 เมตรเหลือ 18 เมตร และสามารถเพิ่มอัตราประสิทธิภาพในการผลิตผลได้ 0.11 เพลตต่อคนต่อชั่วโมง โดยเพิ่มขึ้นจาก 0.51 เพลตต่อคนต่อชั่วโมงเป็น 0.62 เพลตต่อคนต่อชั่วโมง จากผลการดำเนินการวิจัยเรื่องนี้สามารถลดขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นที่ไม่มีความจำเป็นและไม่เกิดประสิทธิภาพออกไปได้ โดยหลังจากการปรับปรุงกระบวนการแล้ว สามารถลดเวลาที่ใช้ในกระบวนการเปลี่ยนรุ่นลงได้ และช่วยเพิ่มอัตราผลิตภาพ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในกระบวนการโดยรวมดีขึ้น

ชาณิดา พิทยานนท์ (2560) การลดเวลาการเปลี่ยนลูกกึ่งและปรับตั้งเครื่องรีดพลาสติกแผ่นด้วยเทคนิค SMED งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการเปลี่ยนลูกกึ่งและปรับตั้งเครื่องรีดแผ่นพลาสติกซึ่งเป็นเครื่องจักรที่สำคัญของโรงงานจากการวิเคราะห์ปัญหาพบว่าในโรงงานแห่งนี้มี

ผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ขนาดและลวดลายทำให้ต้องมีการตั้งค่าและเปลี่ยนลูกกลิ้งให้มีขนาดตาม กำหนดการผลิตของโรงงาน โดยในหนึ่งวันทำงานซึ่งแบ่งการทำงานเป็น 2 กะ มีการปรับเปลี่ยนการ ตั้งค่าของเครื่องรีดแผ่นพลาสติกเป็นจำนวน 12 ครั้งต่อวัน ฝ่ายวิจัยได้พบว่าการตั้งค่าเครื่องรีด พลาสติกแผ่นในแต่ละวัน ของกระบวนการนี้ที่มีค่ามากถึงร้อยละ 46 ของเวลาทำงานทั้งหมด ผู้วิจัย จึงทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของความสูญเสียเปล่าด้วยแผนภูมิแก๊งปลา เมื่อทราบถึงสาเหตุว่ามาจาก กระบวนการทำงานของพนักงาน จึง ทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานด้วยแผนภูมิการไหลและทำการ จับเวลา การทำงานของพนักงานตั้งสองกะ เมื่อได้ข้อมูลแล้วจึงนำเทคนิค SMED มาเพื่อวิเคราะห์งาน และจัดการความสูญเสียเบื้องต้นของงาน โดยการปรับปรุงในครั้งนี้สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่อง รีดพลาสติกแผ่น จาก 46 นาทีต่อครั้ง เหลือเพียง 38 นาทีต่อครั้งหรือลดลงร้อยละ 17.39 ของเวลา ทำงานทั้งหมด หรือลดต้นทุนค่าแรงทางตรงของพนักงานได้เท่ากับ 29,200 บาทต่อปี

วิธีการวิจัย

การศึกษาข้อมูลสภาพปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา

จากการรวบรวมข้อมูลของเครื่องต้นแบบพบว่า 3 เดือนก่อนปรับปรุง (ตุลาคม 2561- ธันวาคม 2561) ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ออฟเซต 36 ขั้นตอนใช้เวลาเฉลี่ย 311 นาที จำนวน ครั้งที่เปลี่ยนงานพิมพ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69 ครั้งต่อเดือน และมีจำนวนของเสียเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 9.05 โดยจากการศึกษาและติดตามการปฏิบัติงานของช่างพิมพ์ ผู้วิจัยและทีมงาน ได้ร่วมกันทำการ วิเคราะห์และแบ่งขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ออกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ ได้ 36 ขั้นตอน ผลจากการ บันทึกลงเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนปรับปรุง แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การบันทึกเวลาในขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ก่อนปรับปรุง

การบันทึกเวลาเพิ่มเติมการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ก่อนปรับปรุง														
ชื่อหน่วยงาน : BF Production		ขั้นตอนปฏิบัติงาน : การปรับตั้งเครื่องพิมพ์												
ลำดับที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	การบันทึกเวลา/ครั้งที่												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
1	ตักหมึกพิมพ์ออกจากราง	8	7	6	7	6	9	7	6	8	8	6	8	7
2	ล้างรางหมึกพิมพ์	9	8	7	9	5	9	7	9	6	8	6	7	8
3	ล้างลูกน้ำ	10	12	9	11	8	10	9	11	12	10	10	9	10
4	การล้างสีหมึกพิมพ์	20	22	24	19	21	18	23	19	24	18	20	22	21
5	รับของตัวอย่างงานและคำสั่งผลิต	5	4	4	4	4	3	5	4	3	4	3	4	4
6	ตรวจสอบรายละเอียดงาน	3	3	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	3
7	ตัดเพลท	5	5	4	6	5	6	4	4	6	5	5	6	5
8	พับเพลท	6	7	5	8	7	8	6	6	7	8	7	7	7
9	ถอดชุด Cassette (กรณีเปลี่ยน Size)	12	15	10	15	12	12	14	15	13	15	12	13	13
10	นำชุด Cassette ไปเก็บ	10	8	7	9	8	9	8	8	9	12	9	9	9
11	เบิกชุด Cassette ใหม่มาติดตั้ง	12	14	16	18	18	17	12	14	16	17	14	15	15
12	ติดตั้งชุด Cassette เข้ากับเครื่องพิมพ์	14	10	14	15	10	14	12	9	12	14	14	13	13
13	เปลี่ยนผ้ายางและทากาว	16	15	17	19	15	18	17	17	16	16	16	17	17
14	ใส่ลูกน้ำ	5	6	6	7	8	7	8	7	6	7	7	6	7
15	เบิกหมึกพิมพ์	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3
16	ใส่หมึกพิมพ์ลงรางหมึก	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	4	3
17	ใส่มันกระดาศสำหรับทดสอบเข้าเครื่อง	4	4	3	5	4	4	5	4	5	4	3	4	4
18	ร้อยกระดาศผ่านส่วนต่างๆ ของเครื่อง	6	8	6	8	7	9	9	9	8	7	7	7	8
19	ใส่เพลทแม่พิมพ์	8	8	7	8	9	7	8	8	5	7	8	7	8
20	ปรับตั้งการปล่อยหมึกพิมพ์	4	6	5	7	6	5	6	6	7	7	5	6	6
21	ปรับตั้งแรงกดลูกยาง (NIP Pressure)	6	7	7	9	8	5	7	9	8	7	8	6	7
22	ถอดชุด Cutting Cylinder	7	8	5	5	6	5	7	6	8	6	6	7	6
23	นำชุด Cutting Cylinder ไปเก็บ	4	5	5	6	5	4	4	6	4	4	4	5	5
24	นำชุด Cutting Cylinder ใหม่มาที่เครื่อง	6	5	4	4	5	6	4	4	5	5	4	5	5
25	ติดตั้งชุด Cutting Cylinder	8	8	7	8	8	7	6	6	8	9	7	7	7
26	ปรับตั้งไมมิด	28	25	30	23	25	28	29	28	26	25	25	26	27
27	เปลี่ยน Marginal Punching	13	12	10	12	9	11	12	13	13	14	11	12	12
28	ปรับตั้ง Marginal Punching	8	10	9	10	9	12	10	9	9	7	9	11	9
29	เว้นตำแหน่งเบรค ตามใบคำสั่งงาน	5	6	7	5	6	4	5	7	7	6	7	6	6
30	วิ่งเครื่องช้าๆ เพื่อปรับภาพ	34	32	35	35	33	34	34	24	33	32	31	32	32
31	ปรับตั้งชุดพับ	6	5	5	6	6	6	5	5	5	4	5	6	5
32	ทำความสะอาดเพลทก่อนพิมพ์	5	4	5	4	4	4	5	4	5	3	4	5	4
33	เบิกกระดาศที่ใช้ในการพิมพ์	5	5	5	5	6	5	5	6	5	6	5	5	5
34	เปลี่ยนมันกระดาศ นำกระดาศจริงเข้าเครื่อง	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3
35	ตรวจสอบคุณภาพและบันทึกเลขเอกสาร	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4
36	เริ่มการพิมพ์งาน	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	4	4	3
รวมระยะเวลาตั้งเครื่อง (นาที)		308	310	302	329	302	316	313	302	319	313	299	316	311

จากตารางที่ 1 แสดงข้อมูลขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ ประเภทแบบฟอร์มธุรกิจ จำนวน 36 ขั้นตอน โดยใช้เวลารวมในการปรับตั้งเครื่องจักร 311 นาที ซึ่งการวิจัยครั้งนี้กำหนดปัญหาเพื่อลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร เพื่อลดความสูญเปล่า จึงพิจารณาใช้เทคนิค SMED และ หลักการ ECRS เพื่อช่วยลดเวลาในขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรได้ แสดงข้อมูลในตารางที่ 2

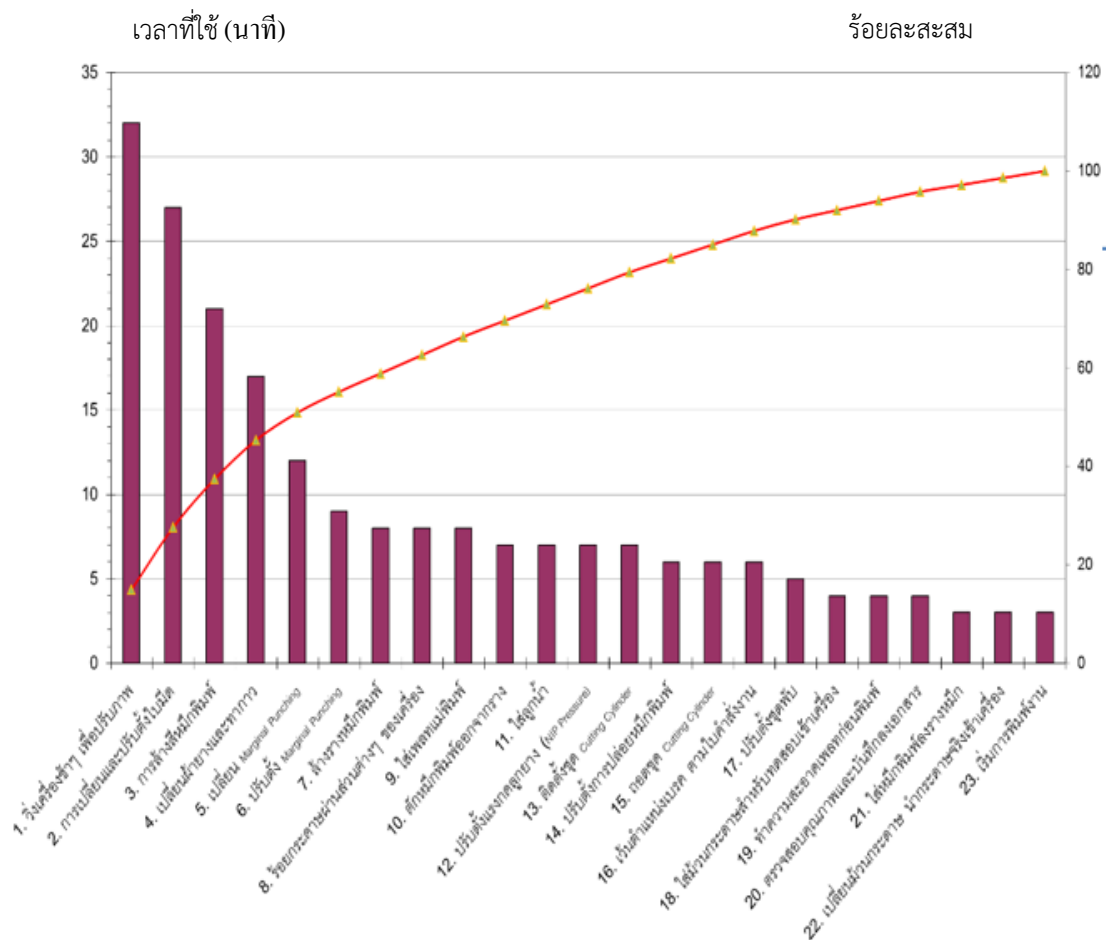
ตารางที่ 2 ข้อมูลการวิเคราะห์การปรับตั้งเครื่องจักรเป็นภายนอก

แบบฟอร์ม การวิเคราะห์การลดเวลาปรับตั้งเครื่องพิมพ์				แผนก	Business Form Production		
ลำดับ	ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่อง	การตั้งเครื่อง		ขั้นตอน การปรับตั้งเครื่องพิมพ์			
		จำนวน(unit)	เวลา(นาที)	ประเภทงานและเป้าหมายการปรับปรุง			
				ภายใน	ภายนอก	ลดขั้นตอน	ลดเวลา
1	ดักหมึกพิมพ์ออกจากราง	2	7	7			✓
2	ล้างรางหมึกพิมพ์	2	8	8			✓
3	ล้างลูกน้ำ	2	10		10	✓	✓
4	ล้างทำความสะอาดชุด Cassette	2	21	21			✓
5	รับของตัวอย่างงานและคำสั่งผลิต	1	4		4	✓	
6	ตรวจสอบรายละเอียดงาน	1	3		3	✓	
7	ตัด Plate	2	5		5	✓	✓
8	พับ Plate	2	7		7	✓	✓
9	ถอดชุด Cassette (กรณีเปลี่ยน Size)	2	13		13	✓	
10	ลากชุด Cassette เก่าที่ล้างเรียบร้อยแล้วไปเก็บ	2	9		9	✓	
11	เม็ทชุด Cassette ของใหม่มาทำการเปลี่ยน	2	15		15	✓	
12	ทำการเข้าชุด Cassette	2	13		13	✓	
13	เปลี่ยน Blanket+seal กาวทิ้งไว้ 15-20 นาที	2	17	17			✓
14	ใส่ลูกน้ำ	2	7	7			✓
15	เม็ทหมึกพิมพ์	1	3		3	✓	
16	ใส่หมึกพิมพ์	2	3	3			
17	ใส่กระดาษ	1	4	4			
18	ร้อยกระดาษ	2	8	8			✓
19	ใส่ Plate	2	8	8			✓
20	ปรับตั้งการปล่อยสี	2	6	6			✓
21	ตั้ง NIP Pressure	2	7	7			✓
22	ถอดชุด Cylinder ออก	1	6	6			
23	ลากชุด Cylinder เก่าไปเก็บ	1	5		5	✓	
24	เม็ทชุด Cylinder ของใหม่มาทำการเปลี่ยน	1	5		5	✓	
25	ทำการเข้าชุด Cylinder	1	7	7			✓
26	Setting ใบบด (น็อค 10 ตัว/ 1 ใบบด)	2	27	27			✓
27	เปลี่ยน Marginal Punching	1	12	12			✓
28	ปรับตั้ง Marginal Punching	1	9	9			✓
29	เว้นตำแหน่งเบรค ตามคำสั่งในฟอร์มงาน	1	6	6			
30	วิ่งเครื่องซ้ำๆ เพื่อปรับภาพ & ใบบด & Marginal	1	32	32			✓
31	ปรับชุดพับ (ปรับความกว้างชุด Swing)	1	5	5			
32	ใช้น้ำยาทำความสะอาด Plate อีกครั้งหนึ่ง	2	4	4			
33	เม็ทชุดดรัมที่ใช้ในการพิมพ์ (กระดาษ)	1	5		5	✓	
34	นำวัสดุดรัมที่ใช้ตั้งเครื่องออกและนำวัสดุดรัมจริงเข้า	1	3	3			
35	ตรวจสอบและบันทึกลงเอกสารให้หัวหน้าอนุมัติ	1	4	4			
36	เริ่มทำการพิมพ์งาน	1	3	3			
รวมเวลาที่แยกตามประเภท			311	214	97	?	?

จากตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์เพื่อลดเวลาปรับตั้งเครื่องพิมพ์ โดยใช้เทคนิค SMED ในการพิจารณาเปลี่ยนขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรจากภายใน ซึ่งหมายถึง การปรับตั้งเครื่องจักรในขณะที่เครื่องหยุดทำงาน เป็นการปรับตั้งเครื่องจักรแบบภายนอก หมายถึง การปรับตั้งเครื่องจักรในขณะที่เครื่องจักรยังเปิดทำงานอยู่ โดยการปรับตั้งจะไม่กระทบต่อการทำงานของเครื่อง จากผลการวิเคราะห์สรุปว่า สามารถเปลี่ยนการปรับตั้งภายในให้เป็นการปรับตั้งภายนอกได้ 13 ขั้นตอน (ขั้นตอนที่ 3,5,6,7,8,9,10,11,12,15,23,24 และ 32) รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 97 นาที โดยการใช้ทีมตั้งเครื่องช่วยในส่วนที่เป็นการปรับตั้งภายนอก และการลดขั้นตอนการเปลี่ยนชุดอุปกรณ์ทั้ง 4 ขั้นตอน (ขั้นตอนที่ 9,10,11,12) การพิจารณาลดขั้นตอนดังกล่าวใช้การปรับเปลี่ยนการจัดทำตารางการผลิต โดยการจัดกลุ่มงานพิมพ์ที่มีขนาดความยาวแบบฟอร์มเท่ากันนำมาจัดตารางการผลิตต่อเนื่องกัน เพื่อยกเลิกหรือลดการถอดเปลี่ยนชุดอุปกรณ์ ทำให้ลดเวลาปรับตั้งเครื่องได้ 50 นาที จากนั้นได้ตั้งเป้าหมายเพื่อลดเวลาในขั้นตอนที่ใช้เวลามากๆโดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้การปฏิบัติงานรวดเร็วขึ้น หลังจากวิเคราะห์เพื่อคัดแยกบางขั้นตอนไปเป็นการปรับตั้งภายนอก และยกเลิกการปรับตั้งบางขั้นตอนออกไปแล้วนั้น ขั้นตอนการปรับตั้งภายในหรือส่วนที่ช่างพิมพ์ยังคงต้องเป็นผู้ปฏิบัติงานได้นำมาจัดทำแผนภูมิการผลิตตามขั้นตอนปฏิบัติงานใหม่ การนำผลจากการวิเคราะห์และกำหนดเป้าหมายการลดเวลาปรับตั้งเครื่อง มาเป็นแนวทางในการหาวิธีปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงาน เพื่อให้เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนของการปรับตั้งเครื่องพิมพ์นั้นลดลง ทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ ที่ได้นำมาอบรมให้กับผู้ปฏิบัติงาน จะถูกนำมาเป็นเครื่องมือในการปรับปรุงเพื่อให้ผลที่ได้ใกล้เคียงกับสิ่งที่กำหนดไว้ในเป้าหมายมากที่สุด

การเลือกขั้นตอนปฏิบัติงานที่จะนำมาปรับปรุงเพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร

การพิจารณาเลือกขั้นตอนการปฏิบัติงานที่เป็นการปรับตั้งภายใน ทั้ง 23 ขั้นตอน มาวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของปัญหาโดยใช้แผนภูมิพาเรโต ข้อมูลแสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนปรับตั้งเครื่อง เรียงตามลำดับจากขั้นตอนที่ใช้เวลามากไปยังขั้นตอนที่ใช้เวลาน้อย รวมถึงการแสดงร้อยละสะสมของเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่อง ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 1 แผนภูมิพาร์โตแสดงเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่อง

จากภาพที่ 1 เมื่อพิจารณา พบว่าร้อยละ 80 ของเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องมาจาก 13 ขั้นตอนแรก ผู้ศึกษาจึงนำขั้นตอนดังกล่าวมาเป็นเป้าหมายในการปรับปรุงและได้ระดมสมองเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขทั้ง 13 ขั้นตอน

การวิเคราะห์สาเหตุและกำหนดมาตรการแก้ไขปรับปรุง

จากการประชุมร่วมกันของผู้ศึกษาและพนักงานที่ปฏิบัติอยู่หน้างานจริง เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้การปรับตั้งเครื่องพิมพ์ใช้เวลามาก การวิเคราะห์โดยแยกตาม 13 ขั้นตอนที่เป็นเป้าหมายในการปรับปรุง โดยการใช้แผนภูมิแสดงเหตุและผล เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยของปัญหา แล้วจึงนำสาเหตุที่ค้นพบมากำหนดหาแนวทางปรับปรุง การดำเนินการปรับปรุงตามผลกำหนดแผนการปรับปรุงเพื่อลดเวลาปรับตั้งเครื่องนั้น แบ่งการปรับปรุงออกเป็น 6 เรื่องครอบคลุมการแก้ปัญหาเพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรทั้ง 13 ขั้นตอน ซึ่งรายละเอียดการปรับปรุง ดังนี้

ตารางที่ 3 รายละเอียดหัวข้อในการปรับปรุง

รายละเอียดการปรับปรุง	ผลที่ได้หลังปรับปรุง
<p>ข้อที่ 1 การลดเวลาการเดินเครื่องเพื่อปรับภาพ</p> <ul style="list-style-type: none"> - จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานขั้นตอนการปรับสีหมึกพิมพ์ - จัดทำสัญลักษณ์ เพื่อคัดแยกงานพิมพ์ - ทำคู่มือปรับตั้งชุดพับ 	<ul style="list-style-type: none"> - ช่างพิมพ์ปรับตั้งสีให้ได้ตามมาตรฐานได้รวดเร็วขึ้น - ลดเวลาการทำงาน และลดความผิดพลาดในการคัดแยกของเสียออกไม่หมด - สามารถปรับตั้งชุดพับได้รวดเร็วขึ้น โดยลดเวลาในการปรับตั้งชุดพับลงได้จาก 5 นาที เหลือ 3 นาที
<p>ข้อที่ 2 การลดเวลาการเปลี่ยนและปรับตั้งใบมีด โดยการเปลี่ยนเครื่องมือจากประแจหกเหลี่ยมธรรมดาเป็นประแจลม</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้เวลาในการทำงานเฉลี่ยลดลง จาก 27 นาที เหลือ 9 นาที
<p>ข้อที่ 3 การลดเวลาการล้างสีหมึกพิมพ์และรางใส่หมึกพิมพ์ โดยการจัดทำขั้นตอนปฏิบัติงานการล้างสีหมึกพิมพ์ และการเปลี่ยนน้ำมันสำหรับล้างสีหมึกพิมพ์</p>	<ul style="list-style-type: none"> - การล้างรางหมึกพิมพ์ใช้เวลาเฉลี่ยลดลง 2 นาที การล้างชุด Cassette ใช้เวลาเฉลี่ยลดลง 6 นาที - ด้านคุณภาพและผลกระทบต่อ พบว่า สะอาดกว่า และความรุนแรงของกลิ่นน้อยกว่า - ลดปริมาณน้ำมันลงได้ 2 ลิตร และลดค่าน้ำมันลงได้ 400 บาท
<p>ข้อที่ 4 การลดเวลาการเปลี่ยนและปรับตั้งชุด Marginal Punching โดยการจัดทำที่แขวนเครื่องมือสำหรับการปรับตั้งชุด Marginal Punching ซึ่ง อยู่ใน ส่วน ของ Processing Section เพื่อลดการเคลื่อนไหวหรือการค้นหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ก่อนปรับปรุงใช้เวลารวม 2 ขั้นตอน 21 นาที หลังปรับปรุงใช้เวลารวม 11 นาที
<p>ข้อที่ 5 การลดเวลาการใส่เพลทแม่พิมพ์ โดยการจัดทำขั้นตอนปฏิบัติงานการตัดเพลทและการทำสเกลบนเครื่องตัดเพลท และจัดทำขั้นตอนการพับเพลทและการใส่เพลท</p>	<ul style="list-style-type: none"> - การใส่เพลทใช้เวลา 6 นาที ลดลงจาก 8 นาที ส่วนขั้นตอนการตัดและพับเพลทย้ายไปเป็นการปรับตั้งภายนอก - เพลทเสียน้อยลง
<p>ข้อที่ 6 ลดเวลาการใส่ลูกน้ำ โดยศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำผ้าลูกน้ำประเภทอื่นมาทดแทน</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ทำให้การใส่ลูกน้ำทำได้เร็วขึ้น 3 นาที - การปรับภาพพิมพ์และคุณภาพภาพพิมพ์ดีกว่า การใช้ผ้าลูกน้ำแบบขน เนื่องจากเนื้อผ้ามีความละเอียด ทำให้น้ำที่ถ่ายทอดไปยังเพลทแม่พิมพ์มีความละเอียดกว่า

ตารางที่ 4 ผลสรุปเวลาที่ลดได้จากการปรับปรุง 6 หัวข้อ

ผลการปรับปรุงการลดเวลาการปรับตั้ง เครื่องจักร	ก่อนปรับปรุง (นาที)	หลังปรับปรุง (นาที)	ลดเวลาได้ (นาที)
ลดเวลาการเดินเครื่องเพื่อปรับภาพและชุดพับ	37	21	16
ลดเวลาการเปลี่ยนและปรับตั้งใบมีด	27	9	18
ลดเวลาการล้างสีหมึกพิมพ์และรางหมึกพิมพ์	29	21	8
ลดเวลาเปลี่ยนและปรับตั้ง Marginal Punching	21	11	10
ลดเวลาการใส่เพลท	8	6	2
ลดเวลาการใส่ลูกน้ำ	7	4	3
รวมเวลา	129	72	57

จากการดำเนินการปรับปรุง 6 หัวข้อ ตามขั้นตอนที่กล่าวมา พบว่า สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องลงมาได้จาก 129 นาที เหลือ 72 นาที ซึ่งลดเวลาลงได้ 57 นาที

ตารางที่ 5 การบันทึกเวลาการปรับตั้งเครื่องหลังการปรับปรุง

การบันทึกเวลาเพิ่มเติมการปรับตั้งเครื่องพิมพ์หลังการปรับปรุง														
ชื่อหน่วยงาน : BF Production		ขั้นตอนปฏิบัติงาน : การปรับตั้งเครื่องพิมพ์												
ลำดับที่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	การบันทึกเวลา/ครั้งที่												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	เฉลี่ย
1	ตัดหมึกพิมพ์ออกจากราง	8	7	6	7	6	9	7	6	6	8	7	6	7
2	ล้างรางหมึกพิมพ์	6	5	7	5	5	6	6	6	5	6	7	6	6
3	การล้างสีหมึกพิมพ์	15	17	14	13	16	15	13	13	14	15	15	14	15
4	เปลี่ยนผ้ายางและทากาว	14	15	12	16	14	15	16	18	14	15	14	15	15
5	ใส่ลูกน้ำ	5	4	4	4	4	3	5	5	5	5	3	4	4
6	ใส่หมึกพิมพ์ลงรางหมึก	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	3	4
7	ใส่มันกระดาษสำหรับทดสอบเข้าเครื่อง	5	4	4	3	5	3	4	4	4	5	4	5	4
8	ร้อยกระดาษผ่านส่วนต่างๆ ของเครื่อง	6	7	5	8	7	8	7	6	7	6	7	8	7
9	ใส่เพลทแม่พิมพ์	6	5	7	6	5	7	6	6	5	4	5	4	6
10	ปรับตั้งการปล่อยหมึกพิมพ์	6	6	7	6	5	5	6	7	6	7	6	6	6
11	ปรับตั้งแรงกดลูกยาง (NIP Pressure)	7	7	6	5	5	6	7	6	7	8	7	7	6
12	ถอดชุด Cutting Cylinder	5	5	5	5	4	5	7	6	6	6	5	6	5
13	ติดตั้งชุด Cutting Cylinder	5	4	4	5	4	4	4	5	4	3	4	5	4
14	ปรับตั้งใบมีด	8	7	9	7	8	7	8	12	10	9	9	10	9
15	เปลี่ยน Marginal Punching	6	7	9	8	6	5	6	8	7	7	6	7	7
16	ปรับตั้ง Marginal Punching	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	3	4	4
17	เว้นตำแหน่งเบรค ตามใบคำสั่งงาน	4	4	3	5	4	4	4	3	5	4	5	4	4
18	วิ่งเครื่องช้าๆ เพื่อปรับภาพ	20	17	21	18	17	19	22	17	16	16	16	17	18
19	ปรับตั้งชุดพับ	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3
20	ทำความสะอาดเพลทก่อนพิมพ์	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4
21	เปลี่ยนมันกระดาษ นำกระดาษจริงเข้าเครื่อง	4	3	4	4	4	3	3	4	5	4	5	4	4
22	ตรวจสอบคุณภาพและบันทึกผลเอกสาร	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3
23	เริ่มการพิมพ์งาน	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
รวมระยะเวลาตั้งเครื่อง (นาที)		150	144	147	147	139	143	150	149	147	148	144	147	146

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลของเวลาเฉลี่ยก่อนการดำเนินการปรับปรุงใช้เวลา 311 นาที หลังการปรับปรุงลดลงเหลือ 146 นาที เท่ากับเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องลดลง 165 นาที คิดเป็นอัตราส่วนที่ลดลงร้อยละ 53.05

อภิปรายผล

สรุปผลการปรับปรุงเพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร โดยใช้หลักการของ SMED ได้ดังนี้

1. จากขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนปรับปรุง 36 ขั้นตอน สามารถเปลี่ยนการปรับตั้งภายในให้เป็นการปรับตั้งภายนอกได้ 13 ขั้นตอน (ขั้นตอนที่ 3,5,6,7,8,9,10,11,12,15,23,24 และ 32) รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 97 นาที และคงเหลือเป็นการปรับตั้งภายใน จำนวน 23 ขั้นตอน และนำขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรภายใน ทั้ง 23 ขั้นตอน มาวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของปัญหาโดยใช้แผนภูมิพาเรโต ทำให้ได้ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรที่ใช้เวลามากที่สุด 13 ขั้นตอน มาทำการ

วิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อปรับปรุงลดเวลาต่อไป ซึ่งจากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา จึงได้สรุปหัวข้อที่จะปรับปรุงแก้ไข 6 หัวข้อ โดยครอบคลุมงานปรับตั้งเครื่องจักรทั้ง 13 ขั้นตอน ซึ่งผล การปรับปรุง 6 หัวข้อ สรุปว่า สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องลงมาได้จาก 129 นาที เหลือ 72 นาที ซึ่งลดเวลาลงได้ 57 นาที คิดเป็นร้อยละ 44

2. ผลการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรในภาพรวมทั้งหมด สรุปว่า ก่อนการปรับปรุงใช้เวลา 311 นาที หลังการปรับปรุงลดลงเหลือ 146 นาที เท่ากับเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องลดลง 165 นาที คิดเป็นร้อยละ 53.05 สอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สุภาพร ทองกลาง ศุภศักดิ์ ศรีสุข และ วิรุฬห์ นาพิมแสง. (2560) การศึกษาวิจัยเรื่อง การลดเวลาปรับตั้งเครื่องถ่วงสมดุลด้วยเทคนิคการเปลี่ยนรุ่นรวดเร็ว (SMED) ผลของการวิจัย ได้ดังนี้ สามารถลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นเครื่องถ่วงสมดุล ได้ร้อยละ 20.74 สามารถลดขั้นตอนในการเปลี่ยนรุ่นได้ร้อยละ 27.9 หรือลดลง 36 ขั้นตอน จากเดิม 129 ขั้นตอนเหลือ 93 ขั้นตอน สามารถลดระยะทางในการเดินได้ ร้อยละ 72.31 สามารถเพิ่มอัตราประสิทธิภาพในการผลิตผลได้ 0.11 เพลตต่อคนต่อชั่วโมง โดยเพิ่มขึ้นจาก 0.51 เพลตต่อคนต่อชั่วโมงเป็น 0.62 เพลตต่อคนต่อชั่วโมง จากผลการดำเนินการวิจัยเรื่องนี้สามารถลดขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นที่ไม่มีความจำเป็นและไม่เกิดประสิทธิภาพออกไปได้ โดยหลังจากการปรับปรุงกระบวนการแล้ว สามารถลดเวลาที่ใช้ในกระบวนการเปลี่ยนรุ่นลงได้ และช่วยเพิ่มอัตราผลิตภาพ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในกระบวนการโดยรวมดีขึ้น จากผลการวิจัยนี้อาจสรุปได้ว่าเทคนิคการเปลี่ยนรุ่นรวดเร็ว (SMED) และการศึกษาขั้นตอนการทำงาน นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตได้จริงทั้งในส่วนของการลดเวลาในการทำงาน การลดขั้นตอนหรือรายละเอียดที่ไม่จำเป็นในการทำงานออกไป และหน่วยงานยังได้คู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงานที่มีมาตรฐาน มีความถูกต้องตามหลักวิชาการและการปฏิบัติได้จริง ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการสอนงานแก่พนักงานได้ทันที ทั้งนี้จะส่งผลดีต่อหน่วยงานในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตได้จริง เป็นโอกาสในการควบคุมต้นทุนการผลิตและเพิ่มอัตราการผลิตให้เพิ่มขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ

1. ผลจากการดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรแล้วนั้น ยังมีขั้นตอนปรับตั้งเครื่องที่ยังคงใช้เวลามาก ซึ่งกรณีศึกษาควรนำไปดำเนินการต่อ เพราะถ้าสามารถลดเวลาในขั้นตอนดังกล่าวได้จะทำให้สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องลงได้อีกอย่างมาก

2. จากการจัดลำดับความสำคัญ หัวข้อการปรับปรุงที่มี 6 เรื่อง 8 ขั้นตอน ได้นำมาดำเนินการแล้วส่วนหัวข้อที่ยังไม่นำมาดำเนินการปรับปรุงในครั้งนี้ เนื่องด้วยข้อจำกัดของระยะเวลาในการดำเนินงาน จึงขอเสนอแนะให้กรณีศึกษานำหัวข้อดังกล่าวมาดำเนินการต่อเพื่อให้ระยะเวลาในการปรับตั้งเครื่องลดลงและค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรสูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- โกศล ดีศีลธรรม. (2547). **การจัดการบำรุงรักษาสำหรับงานอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ: เอ็มแอนด์อี.
- ชาณิดา พิทยานนท์. (2560). **การลดเวลาการเปลี่ยนลูกกลิ้งและปรับตั้งเครื่องรีดพลาสติกแผ่นด้วยเทคนิค SMED**. ค้นเมื่อวันที่ 27 มกราคม 2563, จาก <https://e-research.siam.edu>.
- นภาพร อ้ารอด. (2546). **การพิมพ์ออฟเซต**. ค้นเมื่อวันที่ 2 มกราคม 2563, จาก <http://student.nu.ac.th/namo/paat1.html>.
- ประเสริฐ อัครประดมพงศ์. (2553). **การลดความสูญเปล่า ด้วยหลักการ ECRS**. ค้นเมื่อวันที่ 4 มกราคม 2563, จาก <http://cpico.wordpress.com/2009/11/29/การลดความสูญเปล่า>.
- มานิช ริทินโย. (2551). **การศึกษาวิธีการทำงาน**. ค้นเมื่อวันที่ 11 มกราคม 2563, จาก <http://academic.udru.ac.th>
- รีนฤติ โยธาคุ. (2560). **การลดความสูญเสี่ย 7 ลักษณะ ในโรงงานอุตสาหกรรม (7 waste in the factory)**. ค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2563, จาก http://sc2.kku.ac.th/stat/statweb/images/Eventpic/60/Seminar/01_15_7waste.pdf.
- สุภาพร ทองกลาง ศุภศักดิ์ ศรีสุข และ วิรุฬห์ นาพิมแสง. (2560). **การศึกษาวิจัยเรื่อง การลดเวลาปรับตั้งเครื่องถ่วงสมดุลด้วยเทคนิคการเปลี่ยนรุ่นรวดเร็ว (SMED)**. ปริญญาานิพนธ์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ.
- อรรถพล เสนาะเสียง. (2559). **การลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรในสายการผลิตท่อส่งข้าว**. ค้นเมื่อวันที่ 8 กันยายน 2562, จาก http://digital_collect.lib.buu.ac.th

การศึกษาอิทธิพลของมุมคายเศษสำหรับกลึงวัสดุ S45C และ SS400 Study on the Effect of Rake Angle in the Turning Process of S45C and SS400 Steel

เอกพล ทับพร¹ ธีระพงษ์ ทับพร² พิพัฒน์ เลิศโกวิท³ พรจิรา ผลเหม⁴

¹สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี, E-mail: pew_ek@hotmail.com

²สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี,

E-mail: teerapong_meipt10@hotmail.com

³สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี, E-mail: pipatpop56@gmail.com

⁴สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจดิจิทัล คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยธนบุรี, E-mail: pponjira@thonburi-u.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของมุมคายเศษเมื่อดมิดกลึงทั้งสแตนคาร์ไบด์ที่ใช้กลึงปอกวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอน 2 ชนิด คือ เกรด SS400 และเกรด S45C โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาถึงองศามุมคายเศษของเมื่อดมิดกลึงทั้งสแตนคาร์ไบด์ที่เหมาะสมในการกลึงปอก ปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบ 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่ เมื่อดมิดกลึงทั้งสแตนคาร์ไบด์เกรด TNMG1 6040XP-TN60 ที่ผ่านการปรับองศา มุมคายเศษที่มุม 3, 5, 7, 9 และ 0 องศา และอีกปัจจัย ได้แก่ การใช้และไม่ใช้สารหล่อเย็นในการกลึงปอกชิ้นงาน โดยมีการกำหนดอัตราป้อนที่ 0.2 mm/rev ความเร็วตัดที่ 66 m/min กำหนดความลึกในการกลึง 1 mm โดยกำหนดให้ความเร็วรอบแปรผันตามขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน และทำการกลึงชิ้นงานด้วยเครื่องกลึง CNC ในการดำเนินงานได้วางแผนการทดสอบ 2 วิธี คือ วัดค่าความหยาบผิวของชิ้นงานด้วยเครื่องวัดค่าความหยาบผิวเฉลี่ยและเครื่อง 3D Measuring Laser Microscope และนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และสรุปเพื่อหาค่าความหยาบผิวเฉลี่ยและมุมคายเศษที่เหมาะสม เพื่อศึกษาค่าความหยาบผิวและเปรียบเทียบลักษณะของผิวชิ้นงาน จากการทดลองพบว่าค่าความหยาบผิวเฉลี่ยของชิ้นงานดีที่สุดของวัสดุเกรด SS400 แบบไม่ใช้สารหล่อเย็นคือมุมคายเศษ 3 องศา ซึ่งมีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย 2.15 μm และแบบใช้สารหล่อเย็นคือมุมคายเศษ 5 องศา มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย 1.29 μm และวัสดุเกรด S45C แบบไม่ใช้สารหล่อเย็นคือมุมคายเศษ 0 องศา ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย 2.14 μm และแบบใช้สารหล่อเย็นคือมุมคายเศษ 9 องศา ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย 1.27 μm จากผลการทดสอบทางสถิติโดยวิธี ANOVA พบว่าค่าความหยาบผิวเฉลี่ยของชิ้นงานทดสอบทุกชิ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

คำสำคัญ: ความหยาบผิวเฉลี่ย มุมคายเศษโลหะ

Abstract

This research studies about the effect of different top rake angle of tungsten carbide cutting inserts on two types of carbon steel grades SS400 and S45C grade. The two main factors used in this test, tungsten carbide cutting inserts TNMG1 6040XP-TN60 which are prepare the rake angle of 3, 5, 7 and 9 degrees. And other factors by the use and not-use of coolants in turning process. The feed rate is set at 0.2 mm / rev., the cutting speed is 66 m / min. and the depth of cut is 1 mm. The speed is varied according to the size of the workpiece and machining it by computer numerical control (CNC) lathe machine. The average surface roughness and 3D Measuring Laser Microscope have been planned to use for test the result of workpiece's surface quality. The results are summarized in order to find the average surface roughness and the optimal fracture angle. To study surface roughness and compare surface profile. From the test results, it was found that the best surface roughness value of the SS400 workpieces without coolant shall be use 3 degree of rake angle and average surface roughness is 2.15 μm . And the same material with coolant the best surface roughness value will be at 5 degree of rake angle and average roughness is 1.29 μm . S45C without coolant shall be use 0 degree of rake angle for the best surface roughness value at 2.14 μm and with coolant shall be use 9 degree of rake angle for the best surface roughness value at 1.27 μm . From result of statistic test by ANOVA method shown that average surface roughness of specimens at was significantly different at significant level of 0.05.

Keywords: roughness average, rake angle

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสภาพปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนในประเทศไทยมีแนวโน้มการเจริญเติบโตที่สูงขึ้น และมีสภาพการแข่งขันทางด้านธุรกิจมากขึ้นด้วย ส่งผลให้องค์กรธุรกิจทุกระดับในประเทศจำเป็นต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของตนเอง เพื่อให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งทางธุรกิจรายอื่นได้ ซึ่งไม่ใช่เพียงแต่ด้านราคาที่ดีกว่าแต่ยังรวมถึงด้านคุณภาพที่ดีกว่าอีกด้วย

กรรมวิธีการแปรรูปชิ้นงานด้วยการปกผิวงานหรือการกลึงชิ้นงาน ต้องอาศัยปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัยร่วมกัน รวมถึงประเภทของเครื่องกลึงที่มีทั้งแบบ CNC (Computer Numerical Control

Lathe) และเครื่องกลึงแบบ Manual (Conventional Lathe) และยังคงคำนึงถึงปัจจัยเรื่องของ อัตราป้อน ความเร็วรอบ ขนาดของชิ้นงาน ชนิดของมีดกลึง ซึ่งมีดกลึงที่ใช้กันทั่วไปในท้องตลาดหรือตามโรงงานอุตสาหกรรมจะเป็นประเภท HSS (High Speed Steel) และคาร์ไบด์ (Carbide)

มีดกลึงประเภทคาร์ไบด์ โดยทั่วไปจะมีความสามารถในการตัดเฉือนดีกว่ามีดกลึงประเภท HSS เนื่องจากมีดกลึงประเภททั้งสแตนคาร์ไบด์สามารถตัดเฉือนชิ้นงานที่มีความแข็งได้มากกว่ามีดกลึงประเภท HSS และสามารถใช้ความเร็วรอบที่สูงในการกลึงได้มากกว่ามีดกลึงประเภท HSS หลายเท่า ซึ่งทำให้ชิ้นงานที่ผ่านการกลึงด้วยมีดกลึงประเภททั้งสแตนคาร์ไบด์มีผิวที่ดีกว่า และมีความทนทานมากกว่ามีดกลึงประเภท HSS โดยมีดกลึงประเภททั้งสแตนคาร์ไบด์จะมีอายุการใช้งานโดยรวมเมื่อใช้งานติดต่อกันเป็นเวลานานจะมีอายุการใช้งานของคมตัดเฉลี่ยที่ 120–180 นาที (จิโรจน์ จันอาจ, 2559) และมีการสึกหรอในรูปแบบต่าง ๆ ที่มุมตัดเฉือน ทำให้ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพผิวของชิ้นงาน ซึ่งมีความหยาบผิวที่ต่างกัน อาจเกิดได้จากมีดกลึงคายเศษไม่ทัน อัตราป้อนที่เร็วไปทำให้คมตัดในการตัดเฉือนเกิดความไม่สม่ำเสมอ ความลึกในการกลึงที่มากเกินไป ซึ่งมีผลทำให้มีดกลึงเกิดการสึกหรอที่มุมตัดหรือคมตัดทำให้คมตัดทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพหรือหมดอายุการใช้งานก่อนกำหนด โดยปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อในด้านคุณภาพของชิ้นงานเป็นอย่างมากก็คือ ความหยาบผิวงาน (Surface Roughness)

ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงต้องการศึกษามุมคายเศษมีดกลึงประเภททั้งสแตนคาร์ไบด์เพื่อทำการศึกษองศาของมุมคายที่ต่างกันว่ามีผลต่อการคายเศษ (จิโรจน์ จันอาจ, 2559) และความหยาบของผิวชิ้นงานที่ใช้ในการกลึงปอกหรือไม่ ซึ่งได้มีการวางแผนการทดลองโดยใช้วัสดุคมตัดหรือมีดกลึงประเภทคาร์ไบด์ TNMG1 6040XP-TN60 วัสดุที่ทำการทดลองมี 2 ชนิด ได้แก่ เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางเกรด S45C และเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ SS400 โดยศึกษามุมคายเศษมีดกลึงที่มุม 3, 5, 7, 9 และ 0 องศา ทำการกลึงปอกวัสดุทั้ง 2 ชนิด ด้วยเครื่องกลึงอัตโนมัติ DMG รุ่น GILDEMEISTER CTX 210 โดยกำหนด อัตราป้อน (Feed Rate) ความเร็วตัด (Cutting Speed) ความลึกในการกลึง (Depth of Cut) และทำการทดสอบคุณภาพของผิวงานกลึงด้วยเครื่อง 3D Measuring Laser Microscope ยี่ห้อ Olympus รุ่น LEXT OLS4000 วัดค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (Ra) เพื่อทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าความหยาบของผิวงาน และความสึกหรอของวัสดุคมตัดเพื่อหาองศาของมุมคายที่เหมาะสม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบมุมคายเศษโลหะที่เหมาะสมต่อการกลึงปอกวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง S45C และเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ SS400

วิธีการวิจัย

อุปกรณ์และเงื่อนไขที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองทางคณะผู้จัดทำต้องการศึกษาการกลึงปอกวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางเกรด S45C และเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ SS400 ด้วยมุมคมคายที่มีองศาต่างกันคือ 3, 5, 7, 9 และ 0 องศา เพื่อศึกษาความแตกต่างของความหยาบผิวที่มุมคมคายที่ต่างกันว่ามีผลต่อคุณภาพผิวของชิ้นงานหรือไม่ โดยมีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองดังนี้

1. วัสดุที่ใช้ในการทดสอบคือ เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง S45C และเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ SS400 (มัทยา แสงสุข และคณะ, 2554) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 25 mm. ความยาว เท่ากับ 100 mm.แสดงดังภาพที่ 1
2. เม็ดมีดกลึงคาร์ไบด์เกรด TNMG1 6040XP-TN60 ที่ได้เจียรมุมคมคายเศษที่ , 3, 5, 7, 9 และ 0 องศา แสดงดังภาพที่ 2
3. เครื่องกลึง CNC รุ่น CTX 210 แสดงดังภาพที่ 3
4. เครื่อง 3D Measuring Laser Microscope แสดงดังภาพที่ 4



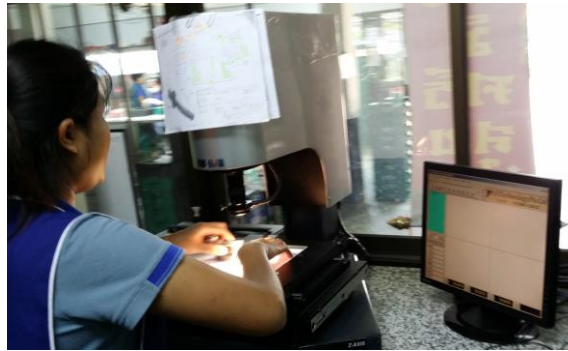
ภาพที่ 1 เหล็ก S45C และ SS400



ภาพที่ 2 เม็ดมีดกลึง TNMG1 6040XP-TN60



ภาพที่ 3 เครื่องกลึง CNC รุ่น CTX 210 GILDEMEISTER



ภาพที่ 4 เครื่อง 3D Measuring Laser Microscope

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปรต้น ได้แก่

- 1) องศาหมุนคานที่ใช้ในการทดลอง 3, 5, 7, 9 และ 0 องศา
- 2) การกลึงโดยใช้และไม่ใช้สารหล่อเย็น (Coolant) ชนิด Semi Synthetic

ตัวแปรตาม

ค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (Roughness Average: Ra)

ตัวแปรควบคุม (วิมล บุญรอด และ ธนศ รัตน์วิไล, 2555; ประสาน แสงเขียว, 2553; สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ และ ชาญณรงค์ รุ่งเรือง, 2554)

- 1) อัตราป้อน (Feed Rate) เท่ากับ 0.2 mm/rev
- 2) ความเร็วรอบ (Spindle Speed) แปรผันตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงานที่ลดลง
- 3) ความลึกในการกลึง (Depth of Cut) เท่ากับ 1 mm
- 4) ความยาวในการทดลองตัดเฉือน เท่ากับ 80 mm
- 5) ความเร็วตัด (Cutting Speed) เท่ากับ 66 m/min

การออกแบบการทดลองและการกำหนดเงื่อนไข (สุรสิทธิ์ ระวังวงศ์ จักรนรินทร์ ฉัตรทอง และ วิทยา ศิริคุณ, 2551; อติสร กิจพยุง, 2557)

การทดลองกลึงปอกชิ้นงานเหล็กกล้า เกรด S45C และ เกรดSS400 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 mm ความยาว 100 mm ทำการทดลองกลึงปอกโดยใช้และไม่ใช้สารหล่อเย็น ด้วยเม็ดมีดกลึงคาร์ไบด์ TNMG1 6040XP-TN60 ที่ได้ทำการเจียรมุมคานพิเศษที่ 3, 5, 7, 9 และ 0 องศา โดยทำการกลึงปอกชิ้นงานให้เหลือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 mm ความยาว 80 mm โดยกำหนดค่าตัวแปรในการทดลองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวแปรในการทดลอง

Angle (degree)	Cutting Speed (m/min)	Spindle Speed (rpm)	Feed Rate (mm/rev)	Depth of cut (mm)	Dia. (mm)
3, 5, 7, 9, 0	66	840	0.20	1	25
		913			23
		1000			21
		1106			19
		1236			17
		1401			15
		1616			13
		1910			11

ผลการทดลอง

จากแผนการดำเนินการทดลองข้างต้น ผู้วิจัยได้กำหนดปัจจัยแลพเงื่อนไขสำหรับการทดสอบ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความหยาบผิวของวัสดุ SS400 มุมคายที่ 0, 3, 5, 7 และ 9 องศา กรณีใช้และไม่ใช้สารหล่อเย็น

Angle (degree)	Spindle Speed (rpm)	Dia. (mm)	Roughness Average No Coolant (μm)	Roughness Average Coolant (μm)
3	840	25		
	913	23	1.96	2.60
	1000	21	2.11	2.79
	1106	19	3.20	2.81
	1236	17	1.92	2.87
	1401	15	2.15	2.85
	1616	13	1.56	2.42
	1910	11	2.02	2.32
5	840	25		
	913	23	2.00	1.21
	1000	21	2.54	1.25
	1106	19	2.13	1.05
	1236	17	2.07	1.12
	1401	15	2.21	1.24
	1616	13	4.58	1.55
	1910	11	2.16	1.62

ตารางที่ 2 ค่าความหยาบผิวของวัสดุ SS400 มุมคายที่ 0, 3, 5, 7 และ 9 องศา กรณีใช้และไม่ใช้สารหล่อเย็น (ต่อ)

Angle (degree)	Spindle Speed (rpm)	Dia. (mm)	Roughness Average No Coolant (μm)	Roughness Average Coolant (μm)
7	840	25		
	913	23	7.55	1.81
	1000	21	2.88	2.13
	1106	19	4.62	3.30
	1236	17	7.50	2.94
	1401	15	5.47	2.60
	1616	13	4.89	4.09
	1910	11	6.53	3.14
9	840	25		
	913	23	1.60	2.00
	1000	21	5.75	2.05
	1106	19	7.06	2.05
	1236	17	6.32	2.24
	1401	15	4.70	2.21
	1616	13	1.81	1.92
	1910	11	4.22	2.59
0	840	25		
	913	23	1.70	1.50
	1000	21	5.31	1.95
	1106	19	3.06	2.09
	1236	17	3.69	1.99
	1401	15	4.16	2.31
	1616	13	4.83	2.20
	1910	11	8.75	2.52

ตารางที่ 3 ค่าความหยาบผิวของวัสดุ S45C ที่มุมคาย 0, 3, 5, 7 และ 9 องศา กรณีใช้และไม่ใช้สารหล่อเย็น

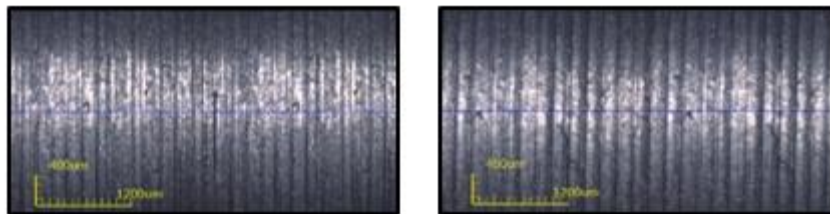
Angle (degree)	Spindle Speed (rpm)	Dia. (mm)	Roughness Average No Coolant (μm)	Roughness Average Coolant (μm)
3	840	25		
	913	23	1.40	1.64
	1000	21	4.39	1.59
	1106	19	3.10	1.88
	1236	17	1.80	1.86

ตารางที่ 3 ค่าความหยาบผิวของวัสดุ S45C ที่มุมคาย 0, 3, 5, 7 และ 9 องศา กรณีใช้และไม่ใช้สารหล่อเย็น (ต่อ)

Angle (degree)	Spindle Speed (rpm)	Dia. (mm)	Roughness Average No Coolant (μm)	Roughness Average Coolant (μm)
3	1401	15	2.09	1.93
	1616	13	1.66	1.83
	1910	11	2.27	2.16
5	840	25		
	913	23	1.75	1.26
	1000	21	2.02	1.42
	1106	19	6.35	1.32
	1236	17	4.49	1.47
	1401	15	3.60	1.23
	1616	13	5.79	1.26
1910	11	4.70	1.27	
7	840	25		
	913	23	1.79	1.59
	1000	21	2.10	1.70
	1106	19	2.37	2.00
	1236	17	3.59	1.99
	1401	15	3.22	1.98
	1616	13	2.74	2.03
1910	11	2.57	2.19	
9	840	25		
	913	23	1.80	1.35
	1000	21	1.93	1.51
	1106	19	1.84	1.22
	1236	17	2.50	1.15
	1401	15	2.47	1.17
	1616	13	2.17	1.32
1910	11	2.75	1.22	
0	840	25		
	913	23	2.65	1.41
	1000	21	3.08	1.53
	1106	19	1.56	1.72
	1236	17	1.70	1.70
	1401	15	1.58	1.86
	1616	13	2.31	1.96
1910	11	2.10	2.04	

ตารางที่ 4 เฉลี่ยของค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (Ra) ของเครื่องมือตัดที่มีมุมคายเศษ 3, 5, 7, 9 และ 0 องศา ที่ใช้กลึงวัสดุ SS400 โดยไม่ใช้สารหล่อเย็น

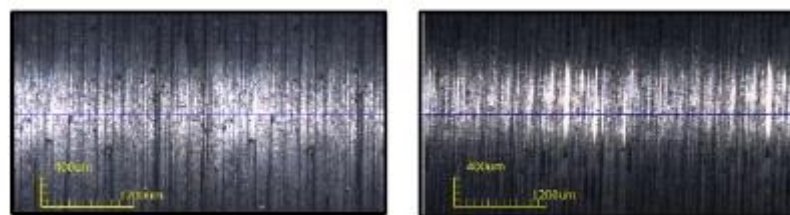
Angle	N	Mean	StDev	95% CI
0	7	4.500	2.218	(3.236, 5.764)
3	7	2.131	0.509	(0.867, 3.396)
5	7	2.527	0.921	(1.263, 3.792)
7	7	5.634	1.691	(4.370, 6.899)
9	7	4.494	2.129	(3.230, 5.759)



ภาพที่ 5 ผิวงานวัสดุเกรด SS400 กรณีไม่ใช้สารหล่อเย็น

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (Ra) ของเครื่องมือตัดที่มีมุมคายเศษ 3, 5, 7, 9 และ 0 องศา ที่ใช้กลึงวัสดุ SS400 โดยใช้สารหล่อเย็น

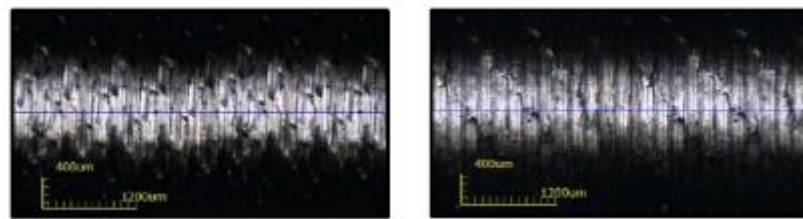
Angle	N	Mean	StDev	95% CI
0	7	2.080	0.322	(1.765, 2.395)
3	7	2.666	0.222	(2.3510, 2.9804)
5	7	1.291	0.213	(0.9767, 1.6061)
7	7	2.859	0.763	(2.544, 3.173)
9	7	2.151	0.224	(1.8367, 2.4661)



ภาพที่ 6 ผิวงานวัสดุเกรด SS400 กรณีใช้สารหล่อเย็น

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยของค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (Ra) ของเครื่องมือตัดที่มีมุมคายเศษ 3, 5, 7, 9 และ 0 องศา ที่ใช้กลึงวัสดุ S45C โดยไม่ใช้สารหล่อเย็น

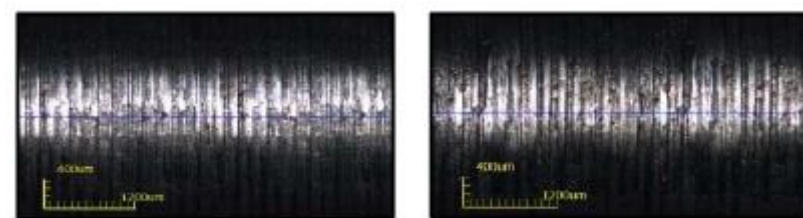
Angle	N	Mean	StDev	95% CI
0	7	2.140	0.580	(0.942, 3.338)
3	7	2.387	1.038	(1.190, 3.585)
5	7	4.100	1.757	(2.902, 5.298)
7	7	2.626	0.624	(1.428, 3.823)
9	7	3.161	2.672	(1.96, 4.36)



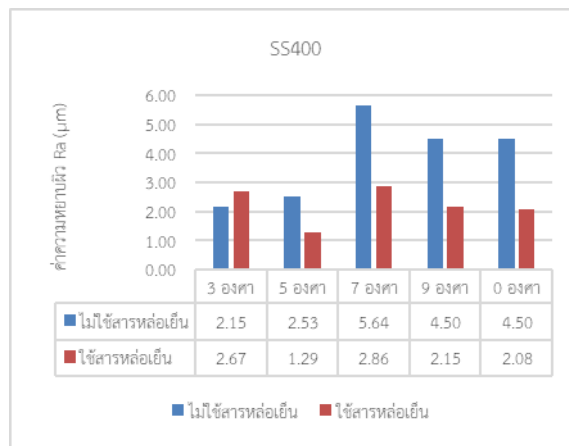
ภาพที่ 7 ผิวงานวัสดุเกรด S45C กรณีไม่ใช้สารหล่อเย็น

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (Ra) ของเครื่องมือตัดที่มีมุมคายเศษ 3, 5, 7, 9 และ 0 องศา ที่ใช้กลึงวัสดุ S45C โดยใช้สารหล่อเย็น

Angle	N	Mean	StDev	95% CI
0	7	1.746	0.226	(1.6101, 1.8813)
3	7	1.841	0.189	(1.7059, 1.9770)
5	7	1.319	0.092	(1.1830, 1.4541)
7	7	1.926	0.207	(1.7901, 2.0613)
9	7	1.277	0.126	(1.1416, 1.4127)

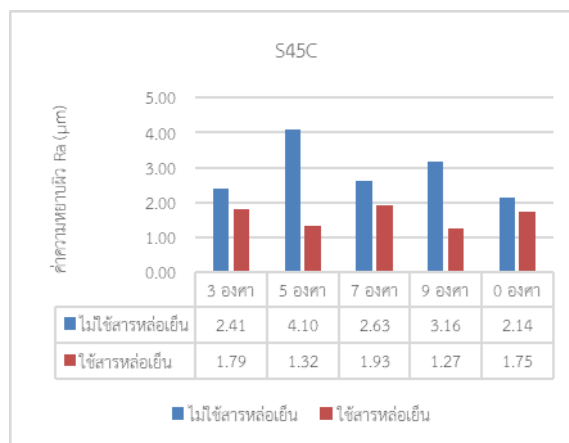


ภาพที่ 8 ผิวงานวัสดุเกรด S45C กรณีใช้สารหล่อเย็น



ภาพที่ 9 กราฟแสดงค่าความหยาบผิวเฉลี่ยของ SS400

จากภาพที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความหยาบผิวที่กลึงปอกชิ้นงาน เหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SS400 ด้วยมีดกลึงคาร์ไบด์ CNMG12040MS ที่ถูกทำมุมคายเศษขึ้นมาใหม่ที่ 3, 5, 7, 9 และ 0 องศา จะเห็นได้ว่า ค่าความหยาบผิวเฉลี่ย ของการกลึงโดยใช้สารหล่อเย็นจะมีผิวงานที่ดีกว่าการกลึงโดยไม่ใช้สารหล่อเย็น



ภาพที่ 10 กราฟแสดงค่าความหยาบผิวเฉลี่ยของ S45C

จากภาพที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าความหยาบผิวที่กลึงปอกชิ้นงาน เหล็กกล้าคาร์บอนเกรด S45C ด้วยมีดกลึงคาร์ไบด์ TNMG1 6040XP-TN60 ที่ถูกทำมุมคายเศษขึ้นมาใหม่ที่ 3, 5, 7, 9 และ 0 องศา จะเห็นได้ว่า ค่าความหยาบผิวเฉลี่ย ของการกลึงโดยใช้สารหล่อเย็นจะมีผิวงานที่ดีกว่าการกลึงโดยไม่ใช้สารหล่อเย็น

วิเคราะห์ด้วย ANOVA

ตารางที่ 8 ค่าความแปรปรวนของค่าความหยาบผิวเฉลี่ย วัสดุ SS400 แบบไม่ใช้สารหล่อเย็น
Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Angle	4	61.07	43.14%	61.07	15.268	5.69	0.002
Error	30	80.50	56.86%	80.50	2.683		
Total	34	141.58	100.00%				

จากตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าค่า P-Value=0.002 เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น จะเห็นได้ว่า ค่า P-Value < α แสดงว่า ยอมรับ H_1 คือ มีอย่างน้อย 1 คู่ที่มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ยแตกต่างกันเมื่อองศาหมุนคายแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 9 ค่าความแปรปรวนของค่าความหยาบผิวเฉลี่ย วัสดุ SS400 แบบใช้สารหล่อเย็น
Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Angle	4	10.447	67.69%	10.447	2.6117	15.71	0.000
Error	30	4.987	32.31%	4.987	0.1662		
Total	34	15.434	100.00%				

จากตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่าค่า P-Value=0.000 เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ค่า P-Value < α แสดงว่า ยอมรับ H_1 คือ มีอย่างน้อย 1 คู่ที่มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ยแตกต่างกันเมื่อองศาหมุนคายแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 10 ค่าความแปรปรวนของค่าความหยาบผิวเฉลี่ย วัสดุ S45C แบบไม่ใช้สารหล่อเย็น
Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Angle	4	18.33	4.582	4.55	0.005
Error	30	30.18	1.006		
Total	34	48.51			

จากตารางที่ 10 จะเห็นได้ว่าค่า P-Value=0.005 เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ค่า P-Value < α แสดงว่า ยอมรับ H_1 คือ มีอย่างน้อย 1 คู่ที่มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ยแตกต่างกันเมื่อองศามุมคายแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 11 ค่าความแปรปรวนของค่าความหยาบผิวเฉลี่ย วัสดุ S45C แบบใช้สารหล่อเย็น Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Angle	4	2.5668	0.64171	20.80	0.000
Error	30	0.9255	0.03085		
Total	34	3.4923			

จากตารางที่ 11 จะเห็นได้ว่าค่า P-Value=0.000 เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ค่า P-Value < α แสดงว่า ยอมรับ H_1 คือ มีอย่างน้อย 1 คู่ที่มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ยแตกต่างกันเมื่อองศามุมคายแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุป

จากการทดลองสรุปได้ว่าองศาของมุมคายเศษที่เหมาะสมในการปรับมุมคายเศษชิ้นงาน

1. มุมคายเศษที่เหมาะสมในการกลึงปกอวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SS400 โดยไม่ใช้สารหล่อเย็นคือ มุมคายที่มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ยดีที่สุดคือมุม 3 องศา มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย

$Ra=2.15 \mu m$ และเมื่อใช้สารหล่อเย็นมุมคายที่มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ยดีที่สุดคือมุม 5 องศา มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย $Ra=1.29 \mu m$

2. มุมคายเศษที่เหมาะสมในการกลึงปกอวัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด S45C โดยไม่ใช้สารหล่อเย็นคือ มุมคายที่มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ยดีที่สุดคือมุม 0 องศา มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย

$Ra=2.14 \mu m$ และเมื่อใช้สารหล่อเย็นมุมคายที่มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ยดีที่สุดคือมุม 9 องศา มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย $Ra=1.27 \mu m$

เอกสารอ้างอิง

จิโรจน์ จันอาจ. (2559). การศึกษามุมคายเศษแผ่นมีดกลึงคาร์ไบด์ (WC) สำหรับงานตัดปาดผิวโลหะ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

- ประสาน แสงเขียว. (2553). การศึกษาอิทธิพลของเครื่องมือตัดในกระบวนการตัดเฉือนเหล็กกล้าไร้
สนิม AISI 304. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ วิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- มัทยา แสงสุข วราวุฒิ แสงสุข สุพัฒน์ชัย มนทา และ นิพนธ์ วังแก้ว. (2554). การศึกษาอิทธิพลของ
มุมมีดกลึงในการตัดเฉือนเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SS400 และ เกรด S45C. วิทยานิพนธ์
บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี.
- วิมล บุญรอด และ ธเนศ รัตนวิไล. (2555). อิทธิพลของปัจจัยในการกลึงปอกต่อความขรุขระของผิว
อะลูมิเนียมหล่อกิ่งของแข็ง. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา. ปีที่ 23 ฉบับที่ 4: 71-77.
- สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ และ ชาญณรงค์ รุ่งเรือง. (2554). การพัฒนาระบบการตรวจติดตามภายใน
กระบวนการตัดและการพยากรณ์สำหรับผิวชิ้นงานตัดบนเครื่องกลึงซีเอ็นซี. การประชุม
วิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554. ฉบับที่ 20-21 ตุลาคม: 962-967.
- สุรสิทธิ์ ระวังวงศ์ จักรนรินทร์ ฉัตรทอง และ วิทยา ศิริคุณ. (2551). การศึกษาสภาวะการตัดที่
เหมาะสมในการกลึงปาดหน้าพลาสติกไนลอนหล่อด้วยเครื่องกลึงอัตโนมัติ. การประชุม
วิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี 2551. ฉบับที่ 24-25 กรกฎาคม: 49-
54.
- อดิสร กิจพยุง. (2557). การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยในกระบวนการกลึงที่มีผลต่อความหยาบผิว
และความกลมของชิ้นงานเหล็กเหนียว SS400. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรม
อุตสาหการและการจัดการ การจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

**การลดความสูญเสียในกระบวนการจ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5 (FO5)
ของคลังปิโตรเลียมภาคตะวันออก ด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ประการ**
**Reducing Losses in Fuel Oil Distribution Process Type 5 (FO5) of the
Eastern Petroleum Depot with Seven Quality Control Tools**

สรพงค์ ประจบพวก¹ สรายุทธ ศรีมันตะ² จูติวัฒน์ คงใหม่³ ณัฐวดี มหานิล⁴ สิริมาศ สุภาพ⁵

¹⁻⁴สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก,

E-mail: sarayuth.s@pttor.com; nattavadee.m@gmail.com

⁵สาขาวิชาวัสดุเคมีและอีปอร์ต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก,

E-mail: nantarat.kh@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสาเหตุของการสูญเสียผลิตภัณฑ์น้ำมันเตาชนิดที่ 5 (FO5) ในระหว่างการจ่ายน้ำมันจากถังต้นทางไปยังเรือลูกค้าปลายทาง และเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปรับปรุงการสูญเสียให้ลดลงจากเดิมอย่างน้อยร้อยละ 50 ของความสูญเสียเดิม จากการศึกษาข้อมูลพบปัญหาความสูญเสียของกระบวนการจ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5 จากการเก็บข้อมูลของเดือนมีนาคม 2564 พบว่าการสูญเสียรวมทั้งสิ้น 158,997 ลิตร หรือคิดเป็นมูลค่าประมาณ 2,286,376 บาท คิดเป็นร้อยละ -0.75 จากปริมาณน้ำมันที่จ่ายออก ซึ่งเป็นปริมาณการสูญเสียที่เกินค่าดัชนีที่กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ -0.3 ต่อเดือน จากนั้นจึงประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ มาวิเคราะห์หาสาเหตุของการสูญเสีย พบสาเหตุหลักเกิดจากปัจจัยของเครื่องจักร นั่นคือเครื่องมือวัดปริมาณ มีผลต่อการสูญเสียของน้ำมัน จึงแก้ไขปรับปรุงด้วยแนวคิดการบำรุงรักษาแบบทวิผล โดยการปรับค่าความหนืดของเครื่องมือวัดให้เหมาะสมกับชนิดน้ำมันที่จ่าย และเปลี่ยนถังจ่ายน้ำมันที่มีขนาดเล็กเพื่อให้สามารถควบคุมค่าความแตกต่างระหว่างเครื่องมือวัดกับถังได้ง่าย อีกทั้งให้มีการสอบเทียบเครื่องมือวัดที่ใช้จ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5 ตามระยะเวลาที่กำหนดและสม่ำเสมอ ผลการวิจัย พบว่าความสูญเสียของน้ำมันเตาชนิดที่ 5 ในระหว่างการจ่ายน้ำมันจากถังต้นทางไปยังเรือลูกค้าปลายทาง จากเดิมร้อยละ -0.75 ลดเหลือร้อยละ -0.07 หรือคิดเป็นร้อยละ 90.67 ของความสูญเสียที่ลดลง

คำสำคัญ: การสูญเสีย น้ำมันเตาชนิดชนิดที่ 5 เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ

Abstract

The objective of this research was to determine the cause of the loss of Fuel Oil type 5 (FO5) during the distribution of fuel from the upstream tank to the end customer vessel and to find a solution to improve the loss to reduce it from at least 50 percent. According to the study, the problem of the loss of Fuel Oil type 5 distribution process from the data collection in March 2021 found that total loss of 158,997 liters or an estimated value of 2,286,376 baht, representing -0.75 percent of the amount of fuel dispensed. This is the amount of loss that exceeds the specified KPI that cannot exceed -0.3 percent per month. Then, seven quality tools were applied to analyze the cause of the loss. Found the main cause caused by the factors of the machine, that is the measuring device (Meter) affects the loss of oil. Therefore, improve the concept of total productive maintenance (TPM) by adjusting the density of the measuring device to suit the type of oil being supplied. and replace the smaller oil tank for easy control of the difference between the measuring instrument and the tank. In addition, there must be a calibration of measuring instruments that spend FO5 fuel oil at a specified time and regularly. The results showed that the loss of FO5 fuel oil during fuel delivery from the upstream tank to the end customer's vessel from -0.75 percent decreased to -0.07%, or 90.67 percent of the reduced loss

Keywords: Loss, FO5 Fuel Oil, 7 Quality Tools

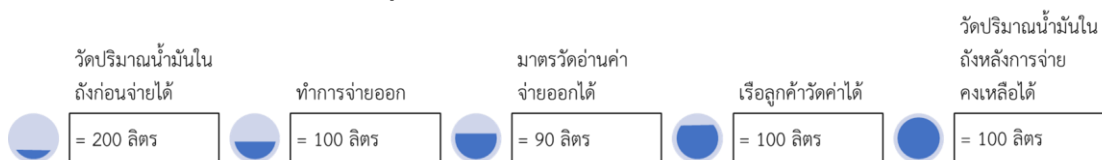
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คลังปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยมีการพัฒนาและจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเรือขนส่งที่เดินทางทั้งในประเทศและนอกประเทศ เรือตู้สินค้า เรือรบ เรือบรรทุกสินค้าแช่เย็น (Refrigerated Cargo Vessel-Reefer) เรือสินค้าเทกอง เรือบรรทุกน้ำมันและสารเคมี (Tanker) เรือโดยสาร เรือบรรทุกรถยนต์ และเรือยูทิลิตี้นอกชายฝั่ง (Off Shore Utility Vessel) ซึ่งเชื้อเพลิงเรือขนส่งของคลังปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยมีคุณภาพตรงตามข้อกำหนดที่ยึดถือเป็นสากล เพื่อให้ลูกค้ามีความมั่นใจในคุณภาพและบริการของผลิตภัณฑ์ในแต่ละชนิด พร้อมการดูแลขนส่งทั้งในการขายตรงไปยังลูกค้า (Ship Owner) และขายผ่านผู้จำหน่ายอิสระ (Independent Supplier) หรือพ่อค้า (Trader) คลังปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยนั้นมีการบริการน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเรือขนส่งที่ต่างประเทศ (Bunker International Network)

มากกว่า 1,000 แห่ง โดยมีผลิตภัณฑ์ ได้แก่ น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (High Speed Diesel) น้ำมันเตาชนิดที่ 1 น้ำมันเตา A (FO1) น้ำมันเตาชนิดที่ 2 (FO2) และน้ำมันเตาชนิดที่ 5 (FO5) ซึ่งผลิตภัณฑ์ได้ผ่านการรับรองมาตรฐานข้อกำหนดสากล

ในการดำเนินงานจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับขั้นตอนการส่งมอบน้ำมัน ซึ่งต้องปฏิบัติตามมาตรฐานสากล ISO 13739 ของการรับ-ส่งมอบน้ำมันเชื้อเพลิงเรือขนส่งของประเทศสิงคโปร์ มาใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงาน คลังสำรองผลิตภัณฑ์ของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยทั้งในส่วนกลาง และส่วนภูมิภาคต้องได้รับการรับรองระบบบริหารงานคุณภาพ มอก./ISO9001 และห้องปฏิบัติการของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยต้องได้รับการรับรองระบบความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบ ISO/IEC 17025 อุปกรณ์เครื่องมือวัด และมีเตอร์จ่ายน้ำมันของคลังทุกแห่งต้องได้รับการสอบเทียบ/ทวนสอบ เป็นประจำทุกปี ทำให้มั่นใจได้ว่าลูกค้าได้รับผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่ครบถ้วนถูกต้อง

ทั้งนี้ในปี พ.ศ. 2563 ที่ผ่านมา คลังปิโตรเลียมภาคตะวันออก ที่มีการจำหน่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5 ให้เรือลูกค้า ได้พบว่าเกิดการสูญเสีย (Losses) ของน้ำมันเตาชนิดที่ 5 เมื่อทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์คลังประจำวัน พบข้อมูลดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ข้อมูลการสูญเสียของน้ำมันเตาชนิดที่ 5 ระหว่างการจ่ายจากถังไปยังเรือลูกค้า

จากภาพที่ 1 เป็นข้อมูลแสดงการสูญเสียของน้ำมันเตาชนิดที่ 5 ที่มีการจ่ายจากถังต้นทางไปยังเรือ โดยการวัดปริมาณน้ำมันในถังก่อนจ่ายต้นทาง วัดน้ำมันได้ 200 ลิตร ทำการจ่ายออกไปยังเรือลูกค้า 100 ลิตร แต่มาตรวัดปริมาณน้ำมันอ่านค่าจ่ายออกได้ 90 ลิตร ส่วนเรือลูกค้าปลายทางได้รับ 100 ลิตร และปริมาณน้ำมันในถังต้นทางหลังจ่ายคงเหลือ 100 ลิตร แต่ด้วยสัญญาการซื้อขาย ลูกค้าจะชำระเงินค่าน้ำมันตามจำนวนยอดการจ่ายที่ปรากฏในมาตรวัด คือ 90 ลิตร ส่งผลให้คลังได้รับความเสียหาย และมีต้นทุนความเสียหายเกิดขึ้น ซึ่งจากการเก็บข้อมูลของเดือนมีนาคม 2564 ก็พบว่าการสูญเสียรวมทั้งสิ้น 158,997 ลิตร หรือคิดเป็นมูลค่าประมาณ 2,286,376 บาท ซึ่งคิดเป็นร้อยละ -0.75 จากปริมาณน้ำมันที่จ่ายออก ซึ่งเป็นปริมาณการสูญเสียที่เกินค่าดัชนีที่ได้กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ -0.3 ต่อเดือน จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นหาวิธีการแก้ไข และกำหนดแนวทางในการปฏิบัติงานของระบบการจ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5 เพื่อให้มีการจ่ายน้ำมันที่มีประสิทธิภาพ และเป็นประโยชน์สูงสุดกับองค์กร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสาเหตุของการสูญเสียผลิตภัณฑ์น้ำมันเตาชนิดที่ 5 ในระหว่างการจ่ายน้ำมันจากถังต้นทางไปยังเรือลูกค้าปลายทาง
2. เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปรับปรุงการสูญเสียผลิตภัณฑ์น้ำมันเตาชนิดที่ 5 ให้ลดลงอย่างน้อยร้อยละ 50 ของความสูญเสียเดิม

แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ประการ (7 QC Tools) (Joseph M. Juran, 1933)

เครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพในกระบวนการทำงาน ซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา การเลือกปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่แท้จริงเพื่อการแก้ไขได้ถูกต้องตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐานและควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมี 7 อย่าง ดังนี้

1. ใบตรวจสอบ (Check Sheet)
2. ฮิสโตแกรม (Histogram)
3. แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)
4. แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)
5. แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)
6. กราฟ (Graph)
7. แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

หลักการ 3 Gen

- Genba คือ สถานที่/หน้างานจริง หมายถึง การลงไปสำรวจที่หน้างานจริง
- Genbutsu คือ สิ่งของ/ชิ้นงานที่เป็นตัวปัญหาจริง หมายถึง การดูสังเกตและจับต้องชิ้นงานที่ผลิตได้จริงหรือตัวสินค้าที่จัดเก็บอยู่จริงหรือชิ้นงานที่กำลังถูกตรวจสอบอยู่
- Genjitsu คือ สถานการณ์จริง หมายถึง เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่เกิดปัญหาจริง เช่น สภาพแวดล้อมหรือกระบวนการ ขั้นตอนการทำงานหรือช่วงเวลาที่ผลิตของเสียบ่อย ๆ หรือที่เกิดปัญหาได้บ่อย ๆ (Kittikorn Chantarasenar, 2018)

แนวคิดการบำรุงรักษาแบบทวิผล (Total Productive Maintenance)

คือ การบำรุงรักษาแบบทวิผล ที่เน้นการรักษาและบูรณาการเครื่องจักร (Medical science of machines) ซึ่งเป็นโปรแกรมในการบริหารและจัดการงานซ่อม โดยมีรากเป้าหมาย (Root objective) ไปที่ “เครื่องจักรกล” (Machining) ในโรงงาน โดยทำให้เครื่องจักรกลมีประสิทธิภาพสูง

ที่สุด และไม่เกิดการเสียหายกลางทางเลย (Breakdown) เพื่อตอบสนองความต้องการผลิตของโรงงานได้อย่างสูงสุด (Nakajima, S., 1988)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุภารัตน์ มุนิคม สุชาดา ทาริกัน ธัญญรัตน์ สุคนธ์รัตน์ และ กมลลักษณ์ แสนโม (2563) ศึกษาและปรับปรุงความปลอดภัยในการขนส่งน้ำมันด้วยการฝึกอบรม กรณีศึกษาบริษัทท่อส่งปิโตรเลียมไทย จำกัด จากการศึกษาพบว่า อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นภายในบริษัทเกิดจากความประมาทในการทำงานของตัวพนักงาน อุบัติเหตุรถขนส่งน้ำมันเฉี่ยวชนภายในบริษัท พนักงานไม่ใส่หมวกและแว่นตาขณะปฏิบัติงาน ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อบริษัท ทำให้งานเกิดความล่าช้า การที่พนักงานเกิดอุบัติเหตุจนไม่สามารถส่งของทันหรือไม่สามารถไปควบคุมการปฏิบัติงานของท่อส่งน้ำมันได้ อาจทำให้การทำงานหยุดชะงักลง ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการทำงาน อาจทำให้มีต้นทุนเพิ่มขึ้น และอาจทำให้ส่งของไม่ทันตามความต้องการของลูกค้า ได้มีการประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา Why-Why Analysis ในการแก้ไขปรับปรุง และป้องกันการเกิดปัญหา ผลการปรับปรุงจากเดิมบริษัทมีอุบัติเหตุเฉลี่ยเท่ากับ 1 ครั้งต่อเดือน ลดเหลือ 0 ครั้งต่อเดือน หรือว่าไม่มีอุบัติเหตุดังกล่าวเกิดขึ้นเลย คิดเป็นร้อยละ 100 ของอุบัติเหตุที่ลดลง

ชัยชนะนตร ถาพิณพา (2560) ได้ศึกษาการลดอัตราการสูญเสียจากกระบวนการบรรจุสารละลายโซลเวนต์โดยประยุกต์ใช้แนวคิดการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานหลักการด้านวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ และแนวคิดด้านเศรษฐศาสตร์เชิงวิศวกรรมเปรียบเทียบ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการปรับปรุง 3 เดือน และใช้แผนภูมิพาเรโตบนที่ค่าการสูญเสียทั้ง 4 ด้าน พบว่าสาเหตุหลักมาจากการรั่วจากปั๊มบรรจุสารละลาย เกิดการสูญเสียจากการบรรจุสารละลายในมูลค่าเท่ากับ 22,150 บาท หลังจากนั้นใช้แผนภูมิเหตุและผลวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา พบว่าการสูญเสียของปั๊มโซลเวนต์ เกิดจากพนักงานซ่อมบำรุงขาดทักษะในการบำรุงรักษาเครื่องจักร และพนักงานฝ่ายผลิตไม่แจ้งซ่อมเมื่อเครื่องจักรชำรุด จึงทำการแก้ไขปรับปรุง คือ จัดทำแผนการบำรุงรักษา และให้ความรู้กับพนักงาน รวมถึงกำหนดระเบียบการทำงานให้พนักงานปฏิบัติร่วมกัน หลังการแก้ไขปรับปรุงพบว่า อัตราการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการบรรจุสารละลายโซลเวนต์ หลังการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานแนวคิดการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานหลักการด้านวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ ลดลงคิดเป็นร้อยละ 99.27 และเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับเครื่องจักรหลังการปรับปรุงคิดเป็นร้อยละ 41.7 และลดต้นทุนลงได้จากผลการเปรียบเทียบกับเครื่องจักรใหม่มาทดแทน มีมูลค่าเทียบเท่ารายปีเท่ากับ 66,313.61 บาทต่อปี

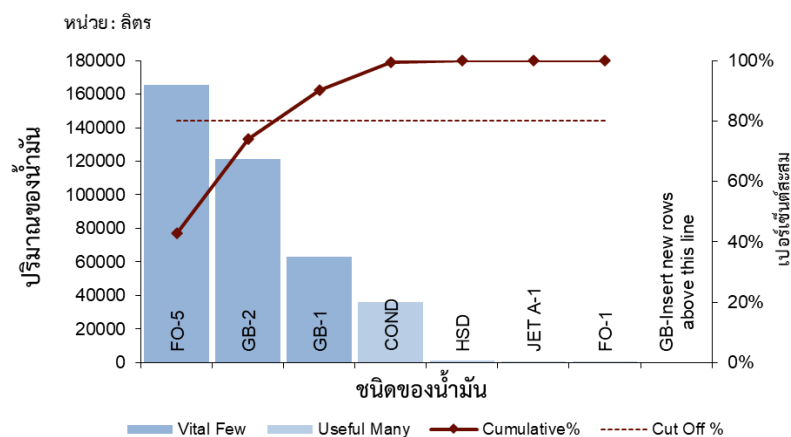
อิสราภรณ์ ธรรมวาโร (2563) การลดความสูญเสียในสายการแปรรูปอาหารสัตว์เลี้ยงกรณีศึกษาโรงงานแปรรูปอาหารสัตว์เลี้ยง พบว่ามีการสูญเสียจากกระบวนการผลิตด้วยพลาสติกจำนวน 2,353 ppm จึงมีการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนภูมิเหตุและผล และนำข้อมูลที่

ได้มาวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) แล้วคัดเลือกสาเหตุของปัญหามาปรับปรุงแก้ไขด้วยการใช้วงจรการควบคุมคุณภาพ (PDCA cycle) ดังนี้ 1) ปัญหาแถบปิดผนึกไม่สมบูรณ์ แก้ไขโดยการออกแบบแผ่นด้านในหัวบรรจุอัตโนมัติโดยการใส่วัสดุสแตนเลส 2) ปัญหาปากถ้วยบุบ แก้ไขโดยการจัดให้พนักงาน 2 คนสลับตำแหน่งหน้าที่กันในทุก ๆ 2-3 ชั่วโมง เพื่อลดการเมื่อยล้าของพนักงาน 3) ปัญหาฟิล์มเอียง แก้ไขโดยการอบรมพนักงาน ให้มีความเข้าใจเกณฑ์การยอมรับในการปรับตั้งค่า 4) ปัญหาถ้วยแตก แก้ไขโดยการวางแผนจัดการในการลดรูปแบบถ้วยในแต่ละสายการผลิต เพื่อลดจำนวนครั้งในการเปลี่ยนแขนต้น หลังจากการปรับปรุง สามารถลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นจาก 2,353 ppm เหลือ 1,687 ppm คิดเป็นร้อยละ 28 ของการสูญเสียที่ลดลงหรือคิดเป็นเงิน 150,844 บาท/ปี

วิธีการวิจัย

1. ศึกษาปัญหา และกำหนดหัวข้อปัญหา

คลังปิโตรเลียมภาคตะวันออกมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันแก๊สกลูค้ำหลายชนิดดังนี้ น้ำมัน Gbase-1, น้ำมัน Gbase-2, น้ำมันดีเซล, น้ำมัน Jet A-1, น้ำมันเตาชนิดที่ 1, น้ำมันเตาชนิดที่ 5 และน้ำมัน Condensate จึงได้มีการเก็บข้อมูลการสูญเสียของผลิตภัณฑ์น้ำมันในเดือนมีนาคม 2564 โดยประยุกต์ใช้แผนภูมิพาเรโตในการแสดงข้อมูลการสูญเสียของน้ำมัน ดังภาพที่ 2

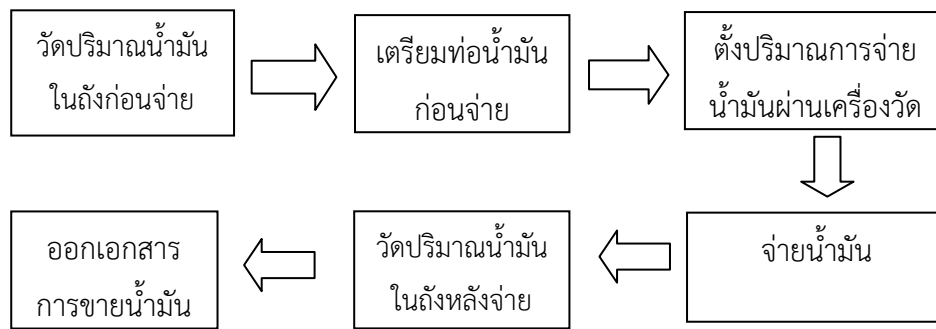


ภาพที่ 2 ข้อมูลการสูญเสียของน้ำมันในเดือนมีนาคม 2564

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่าน้ำมันเตาชนิดที่ 5 มีปริมาณการสูญเสียของผลิตภัณฑ์สูงสุด ผู้วิจัยจึงคัดเลือกผลิตภัณฑ์น้ำมันเตาชนิดที่ 5 มาเป็นประเด็นปัญหาเพื่อมุ่งเน้นการแก้ไขโดยลดความสูญเสีย และทำการศึกษาขั้นตอนกระบวนการจ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5 ในหัวข้อถัดไป

2. ศึกษากระบวนการจ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5

ขั้นตอนการจ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5 ทางเรือมีขั้นตอนหลัก ๆ ในการทำงานดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการจ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5

3. เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษากระบวนการจ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5 ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลการจ่ายน้ำมันในเดือนมีนาคม 2564 โดยตรวจสอบปริมาณการจ่ายและปริมาณขาดเกิน (Loss/gain) ของผลิตภัณฑ์ ในแต่ละเที่ยวและจัดทำสรุปปริมาณของการจ่ายและปริมาณขาดเกินของผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าข้อมูลการจ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5 ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 มีปริมาณการจ่ายจากถัง 21,298,189 ลิตร เครื่องมือวัด (Meter) อ่านค่าได้ 21,139,192 ลิตร ซึ่งมีเตอร้อ่านค่าได้น้อยกว่าถัง จึงทำให้เกิดการสูญเสียของน้ำมัน 158,997 ลิตร คิดเป็นร้อยละ -0.75 หรือคิดเป็นมูลค่าประมาณ 2,286,376 บาท (ราคาน้ำมันลิตรละ 14.38 บาท ข้อมูลจากระบบควบคุมสินค้าคงคลัง ณ วันที่ 30 พฤษภาคม 2564)

ตารางที่ 1 ข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันที่วัดจากถัง และวัดจากเครื่องมือวัด (ลิตร)

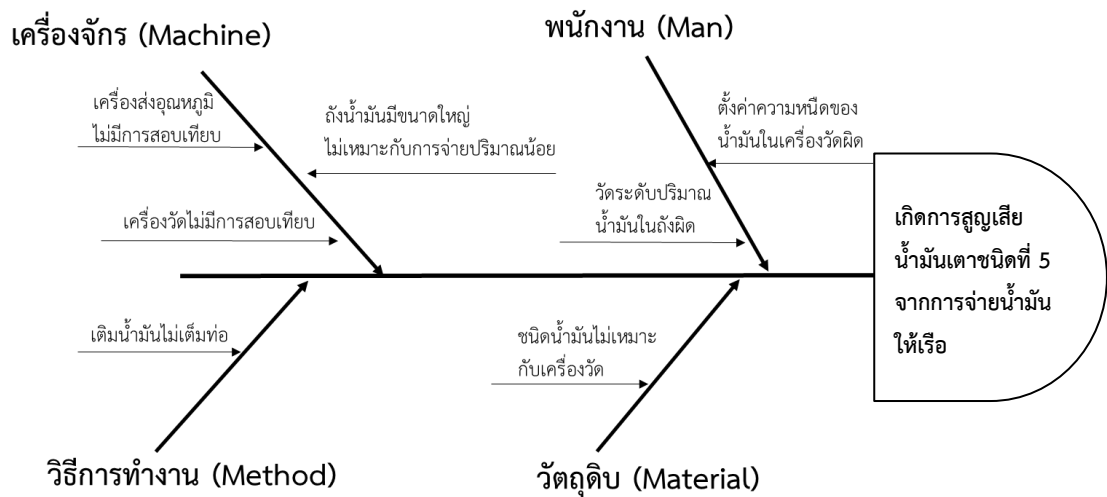
วัน/เดือน/ปี	เรือลูกค้า	วัดจากถัง (ลิตร)	วัดจากเครื่องมือวัด (ลิตร)	ผลต่าง (ลิตร)	% ผลต่าง
21/3/2021	F-1	205,165	208,961	3,796	1.82
22/3/2021	N.CHALACHON	268,444	260,672	-7,772	-2.98
22/3/2021	N.CHAIYAPREUK	476,471	470,175	-6,296	-1.34
22/3/2021	N.CHAIYAPREUK	419,172	417,935	-1,237	-0.30
24/3/2021	OCEAN PLANNER	528,053	522,416	-5,637	-1.08
24/3/2021	F-1	319,900	313,448	-6,452	-2.06
24/3/2021	NAPPASSORN	114,617	113,969	-648	-0.57
24/3/2021	DRAGON TEN	340,702	346,976	6,274	1.81
25/3/2021	N.CHALACHON	308,809	309,220	411	0.13
26/3/2021	PHOENIX	247,343	237,451	-9,892	-4.17
26/3/2021	PHOENIX	292,582	288,118	-4,464	-1.55
26/3/2021	BRIGHT ASPECT	524,732	522,417	-2,315	-0.44
27/3/2021	OCEAN SYNERGY	1,118,359	1,103,792	-14,567	-1.32
28/3/2021	PHANICHA	135,783	138,902	3,119	2.25
28/3/2021	PHANICHA	156,211	156,009	-202	-0.13
29/3/2021	PHANICHA	105,451	104,628	-823	-0.79
29/3/2021	KV-88	506,112	502,124	-3,988	-0.79
30/3/2021	DRAGON TEN	536,465	523,156	-13,309	-2.54
30/3/2021	N.CHAIYAPREUK	558,963	559,722	759	0.14
30/3/2021	N.CHAIYAPREUK	479,201	475,584	-3,617	-0.76
30/3/2021	OCEAN SYNERGY	428,046	427,715	-331	-0.08
	ผลรวม	21,298,189	21,139,192	-158,997	-0.75

4. กำหนดเป้าหมายในการปรับปรุง

เป้าหมายในการปรับปรุงลดความสูญเสียน้ำมันจากกระบวนการจ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5 จากการสูญเสียเดิมร้อยละ -0.75 กำหนดเป้าหมายให้ลดลงจากเดิมอย่างน้อยร้อยละ 50 ของความสูญเสียเดิม

5. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาความสูญเสียน้ำมันเตาชนิดที่ 5 ด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) หรือผังก้างปลา (Fishbone Diagram) (Kaoru Ishikawa., 1953) เพื่อที่จะนำสาเหตุขึ้นไปแก้ไข โดยได้แบ่งสาเหตุของปัญหาที่จะวิเคราะห์จากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 4 ด้าน ได้แก่ ทรัพยากรมนุษย์ (Man) วิธีปฏิบัติงาน (Method) วัสดุ (Material) และเครื่องจักร (Machine) ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 สาเหตุของปัญหาความสูญเสียน้ำมันเตาชนิดที่ 5

ผลการวิเคราะห์สาเหตุหลัก และสาเหตุย่อยของปัญหาความสูญเสียน้ำมันเตาชนิดที่ 5 สรุปดังตารางที่ 2 ซึ่งเกิดจากการระดมความคิดเห็นร่วมกันจากการประชุมทีมหัวหน้างาน และพนักงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงหารือกันถึงแนวทางการแก้ไขปรับปรุง

ตารางที่ 2 สาเหตุหลัก และสาเหตุย่อยของปัญหาความสูญเสียน้ำมันเตาชนิดที่ 5

สาเหตุหลักจากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	สาเหตุย่อย	ชี้แจงสาเหตุย่อย
พนักงาน	1. ตั้งค่าความหนืดของน้ำมันในเครื่องวัดผิด	พนักงานบันทึกค่าความหนืด (Density) ไม่ตรงกับคุณสมบัติของน้ำมัน
	2. วัดระดับปริมาณน้ำมันในถังผิด	วัดระดับปริมาณน้ำมันในถังจ่ายไม่ตรง ทำให้คำนวณปริมาณน้ำมันได้ไม่ถูกต้อง
เครื่องจักร	1. เครื่องส่งอุณหภูมิ (Temperature Transmitter) ไม่มีการสอบเทียบ	ทางคลังยังไม่ได้ทำการสอบเทียบเครื่องส่งอุณหภูมิตามระยะเวลาที่กำหนด จึงส่งผลต่อความแม่นยำของเครื่องวัดที่ทำงานผิดพลาด
	2. เครื่องวัดไม่มีการสอบเทียบ	ทางคลังยังไม่ได้ทำการสอบเทียบเครื่องมือวัดของกระบวนการจ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5

ตารางที่ 2 สาเหตุหลัก และสาเหตุย่อยของปัญหาความสูญเสียน้ำมันเตาชนิดที่ 5 (ต่อ)

สาเหตุหลักจากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	สาเหตุย่อย	ชี้แจงสาเหตุย่อย
	3. ถังน้ำมันมีขนาดใหญ่ ไม่เหมาะกับการจ่ายปริมาณน้อย	ถังน้ำมันที่ใช้จ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5 มีขนาดความจุ 52 ล้านลิตร ซึ่งระดับ 1 มิลลิเมตร ของถังจ่ายจะมีปริมาณ 3,045 ลิตร ถักระดับถังจ่ายขยับ 1 มิลลิเมตร จึงส่งผลให้มีค่าความแตกต่างของระดับน้ำมันระหว่างมิเตอร์กับถังจ่ายได้ จึงไม่เหมาะกับการจ่าย และเรือที่รับในปริมาณที่น้อยกว่า 600,000 ลิตร เนื่องจากควบคุมค่าความแตกต่างของระดับน้ำมันระหว่างมิเตอร์กับถังจ่ายได้ยาก
วัตถุดิบ	ชนิดน้ำมันไม่เหมาะสมกับเครื่องวัด	ความหนืดของน้ำมันแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ทำให้มีผลต่อการอ่านค่าของเครื่องวัดปริมาณ
วิธีการทำงาน	เติมน้ำมันไม่เต็มท่อ	มีอากาศภายในท่อ ส่งผลให้การอ่านค่าของเครื่องวัดปริมาณอ่านค่าได้ไม่เที่ยงตรง

6. กำหนดแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

จากการระดมความคิดเห็นร่วมกันจากการประชุมทีมหัวหน้างาน และพนักงานที่เกี่ยวข้อง จึงได้กำหนดแนวทางในการแก้ไขดังตารางที่ 3 บนพื้นฐานของหลักการ และแนวคิดที่เป็นไปได้ ดังนี้

6.1 หลักการ 3 Gen คือ การลงไปสำรวจที่จุดเกิดเหตุเองนั้น เป็นสิ่งสำคัญเพราะการหาสิ่งผิดปกติที่เครื่องจักรนั้น เพื่อนำไปแก้ไขและปรับปรุงให้ดีขึ้น

6.2 แนวคิดการบำรุงรักษาแบบทวิผล (TPM: Total Productive Maintenance) เพื่อให้เครื่องจักรกลมีประสิทธิภาพสูงสุด และไม่เกิดการเสียหายกลางทาง เพื่อตอบสนองความต้องการผลิตของโรงงานได้อย่างสูงสุด

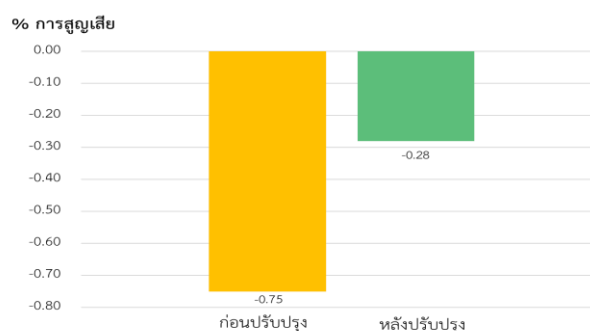
ตารางที่ 3 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุงจากสาเหตุของปัญหา

สาเหตุย่อย	วิธีการแก้ไขปรับปรุง
1. ชนิดน้ำมันไม่เหมาะกับเครื่องวัด	ปรับค่าความหนืดของมิเตอร์ ให้เหมาะสมกับชนิดน้ำมันที่จ่าย
2. ถังน้ำมันมีขนาดใหญ่ ไม่เหมาะกับการจ่ายปริมาณน้อย	เปลี่ยนถังจ่ายน้ำมัน ให้มีขนาดเล็กเพื่อให้สามารถควบคุมค่าความแตกต่างระหว่างมิเตอร์กับถังได้ง่ายและเหมาะสม
3. เครื่องส่งอุณหภูมิ (Temperature Transmitter) ไม่มีการสอบเทียบ	ทำการสอบเทียบ เครื่องส่งอุณหภูมิ และเครื่องมือวัด ให้มีความเป็นมาตรฐานพร้อมใช้งาน
4. เครื่องวัดไม่มีการสอบเทียบ	
5. ตั้งค่าความหนืดของน้ำมันในเครื่องวัดผิด	มีบันทึกค่าความหนืดของน้ำมันลงในแบบฟอร์มตรวจสอบ ใช้ระบบ Automatic tank gauging ในการวัด
6. วัดระดับปริมาณน้ำมันในถังผิด	

ผลการวิจัย

หลังจากดำเนินการแก้ไขปรับปรุง พบว่ามีผลการแก้ไขปรับปรุง ดังนี้

1. ปรับค่าความหนืดของเครื่องมือวัด ให้เหมาะสมกับชนิดน้ำมันที่จ่าย พบว่าการสูญเสียลดลงจากเดิมร้อยละ -0.75 เหลือร้อยละ -0.28 ตามภาพที่ 5

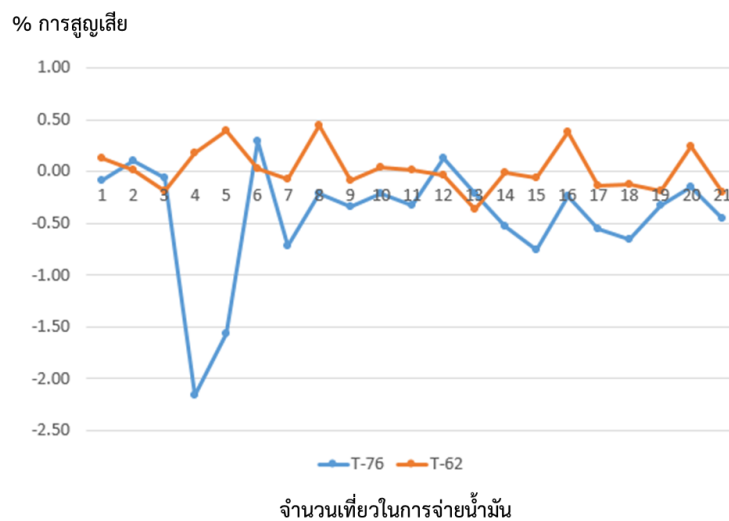


ภาพที่ 5 ผลการเปรียบเทียบการสูญเสียก่อนและหลังการปรับค่าความหนืดของเครื่องมือวัด

2. เปลี่ยนถังจ่ายน้ำมันที่มีขนาดเล็กเพื่อให้สามารถควบคุมค่าความแตกต่างระหว่างเครื่องมือวัดกับถังจ่ายได้ง่าย พบว่ามูลค่าความแตกต่างระหว่างเครื่องมือวัดกับถังจ่ายหมายเลข T-76 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ -0.43 แต่การจ่ายจากถังหมายเลข T-62 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.02 ตามภาพที่ 6 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจ่ายน้ำมันจากถังจ่ายขนาดเล็ก สามารถควบคุมค่าความแตกต่างระหว่างเครื่องมือวัดกับถังจ่ายได้ดีกว่าตามค่าความแตกต่างระหว่างเครื่องมือวัดกับถังจ่ายตามภาพที่ 7



ภาพที่ 6 ถังเก็บน้ำมันชนิดที่ 5 ที่มีขนาดเล็กกล



ภาพที่ 7 ค่าความแตกต่างระหว่างเครื่องมือวัดกับถังจ่ายหมายเลข T-76 และถังจ่าย T-62

3. สอบเทียบเครื่องมือวัดที่ใช้จ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5

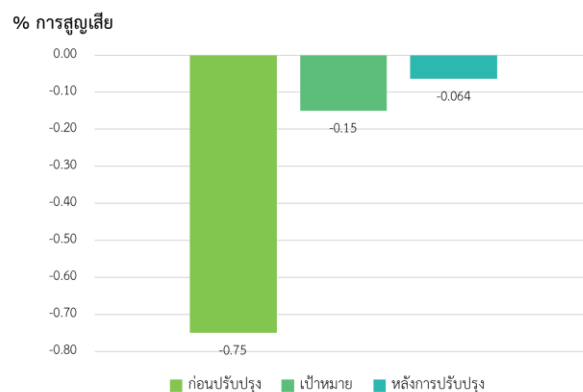
จากการเก็บข้อมูลหลังการสอบเทียบ พบว่าปริมาณน้ำมันที่สูญเสียลดลงเหลือร้อยละ -0.07 ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อมูลการสูญเสียหลังการสอบเทียบเครื่องมือวัด

วัน/เดือน/ปี	เรื่อลูกค้า	วัดจากถัง (ลิตร)	วัดจากเครื่องมือวัด (ลิตร)	ผลต่าง (ลิตร)	% ผลต่าง (ลิตร)
3/7/2564	F-1	205,167	204,762	-405	-0.20
4/7/2564	PHOENIX-99	947,325	945,874	-1,451	-0.15
4/7/2564	F-1	271,581	267,840	-3,741	-1.40
5/7/2564	N.CHALACHON	160,217	160,442	225	0.14
5/7/2564	F-2	75,572	75,987	415	0.55
5/7/2564	NAPPASSORN	169,816	169,778	-38	-0.02
6/7/2564	OCEAN PLANNER	218,002	220,564	2,562	1.16
6/7/2564	KV-88	705,930	704,271	-1,659	-0.24
6/7/2564	NARATANASIN	747,904	745,791	-2,113	-0.28
7/7/2564	F-1	87,850	84,010	-3,840	-4.57
7/7/2564	NARATANASIN	1,050,739	1,050,407	-332	-0.03
7/7/2564	PHOENIX-99	478,381	477,113	-1,268	-0.27
8/7/2564	KANKO MUTHALAONG-10	505,628	505,185	-443	-0.09
9/7/2564	N.CHALACHON	103,870	106,044	2,174	2.05
10/7/2564	PHOENIX	847,373	848,491	1,118	0.13
10/7/2564	OCEAN PLANNER	172,064	168,972	-3,092	-1.83
10/7/2564	NARATANASIN	477,238	475,272	-1,966	-0.41
11/7/2564	KANKO MUTHALAONG-10	323,129	316,845	-6,284	-1.98
11/7/2564	BRIGHT ASPECT	214,502	211,218	-3,284	-1.55
		17,973,231	17,960,863	-12,368	-0.07

สรุปผลการวิจัย

จากผลการแก้ไขปรับปรุงด้วยการปรับค่าความหนืด ของเครื่องมือวัด เปลี่ยนถังจ่ายให้มีขนาดเล็กลง และสอบเทียบเครื่องมือวัด ทำให้ลดความสูญเสียในกระบวนการจ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5 จากถังต้นทางไปยังเรือลูกค้าปลายทาง จากเดิมร้อยละ -0.75 ลดเหลือร้อยละ -0.07 ตามการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุง ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความสูญเสียก่อนและหลังปรับปรุง

อภิปรายผล

จากวัตถุประสงค์ของวิจัยเพื่อสาเหตุของการสูญเสียผลิตภัณฑ์น้ำมันเตาชนิดที่ 5 ในระหว่าง การจ่ายน้ำมันจากถังต้นทางไปยังเรือลูกค้าปลายทาง และเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปรับปรุงการ สูญเสีย และกำหนดเป็นวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการจ่ายน้ำมันจากถังต้นทางไปยังเรือลูกค้า ปลายทาง โดยในงานวิจัยนี้มีการประยุกต์แผนภูมิเหตุและผลในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งทำให้ได้ข้อมูล ที่มีคุณภาพ นำมาสู่การหาแนวทางแก้ไขปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอิสราภรณ์ ธรรมวาโร (2563) การลดความสูญเสียในสายการแปรรูปอาหารสัตว์เลี้ยง ทัศนศึกษาโรงงานแปรรูปอาหารสัตว์ เลี้ยง ที่ได้ใช้แผนภูมิเหตุและผลในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ทำให้นำไปสู่การแก้ไขปรับปรุง และสามารถลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นจาก 2,353 ppm เหลือ 1,687 ppm และในงานวิจัยนี้ได้มีการ ประยุกต์ใช้แนวคิดด้านการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อให้เครื่องมือวัดมีความแม่นยำและสามารถ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยพบว่า ลดความสูญเสียในกระบวนการจ่ายน้ำมันเตาชนิดที่ 5 จากถังต้นทางไปยังเรือลูกค้าปลายทาง จากเดิมร้อยละ -0.75 ลดเหลือร้อยละ -0.07 หรือคิดเป็น ร้อยละ 90.67 ของความสูญเสียที่ลดลงจากเดิม ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของชัยยะเนตร ธิพิณพา (2560) ได้ศึกษาการลดอัตราการสูญเสียจากกระบวนการบรรจุสารละลายโซลเวนท์โดย ประยุกต์ใช้แนวคิดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ลดลงคิดเป็นร้อยละ 99.27 และเพิ่มความน่าเชื่อถือ ให้กับเครื่องจักรหลังการปรับปรุง คิดเป็นร้อยละ 41.7

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมุ่งเน้นการหาความสูญเสียจากสาเหตุอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อหาแนว ทางการแก้ไขกระบวนการจ่ายน้ำมันให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งการหาวิธีการปรับปรุงเครื่องวัด ปริมาณให้เหมาะสมกับประเภทของน้ำมัน หรือประเภทของผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

- ชัยยะเนตร ธิพิณพา. (2560). การลดอัตราการสูญเสียจากกระบวนการบรรจุสารละลายโซลเวนท์ โดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานทฤษฎีวิศกรรมความน่าเชื่อถือ. วิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครินทร์. ค้นเมื่อวันที่ 9 เมษายน 2564, จาก <http://thesis.rru.ac.th/>
- สุดารัตน์ มุนิคม สุชาติ ทาริกัน ธัญญารัตน์ สุนทรรัตน์ และ กมลลักษณ์ แสนโม. (2563). การศึกษา และปรับปรุงความปลอดภัยในการขนส่งน้ำมันด้วยการฝึกอบรม ทัศนศึกษาบริษัทท่อส่ง

- ปิโตรเลียมไทย จำกัด. วารสารวิจัยทางวิชาการ, 3(3): 81-88. ค้นเมื่อวันที่ 11 เมษายน 2564, จาก <https://so06.tci-thaijo.org/>
- อิสรากรณ์ ธรรมวาโร. (2563). การลดความสูญเสียในสายการแปรรูปอาหารสัตว์เลี้ยง: กรณีศึกษา โรงงานแปรรูปอาหารสัตว์เลี้ยง. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ค้นเมื่อวันที่ 11 เมษายน 2564 จาก <https://kb.psu.ac.th/>
- Joseph M. Juran. (1933). **The Quality Gurus, The Department of Trade and Industry.** Retrieved on April 15th 2021, from https://www2.mtec.or.th/th/emagazine/admin/upload/263_11_30.pdf. Page 11-13.
- Kaoru Ishikawa. (1953). **Cause-and-Effect Diagram.** Tokyo University.
- Kittikorn Chantarasenar. (2018). **5 Gen for Improvement.** Retrieved on April 15th 2021, from <https://leantpm.co/2018/10/07/5-gen-for-improvement/>.
- Nakajima, S. (1988). **Introduction to Total Productive Maintenance.** Productivity Press. Cambridge: MA.

การลดของเสียในขั้นตอนการฉีดพลาสติกของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ Wastes Reduction in the Plastic Injection process of the Electronic Parts Manufacturing

สุทธิดา กลั่นเขียว¹ คมสันต์ สังคะพันธ์² สุชานันท์ แจ่มศรี³ ณัฐวดี มหานิล⁴ สุธีธัช วัชรสกุณี⁵

¹⁻⁴สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก,

E-mail: nattavadee.m@gmail.com

⁵สาขาวิชาวัสดุเคมีและอีพอร์ต วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก,

E-mail: nantarat.kh@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียประเภทชิ้นงานมีครีบ (Bari) ในสัดส่วนที่มากกว่าร้อยละ 30 ของยอดของเสียเดิม และเปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุง จากการศึกษาโรงงานแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี พบว่ากระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มีความสูญเสียเปล่าเกินมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งประเภทความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นคือ ของเสีย ซึ่งมีจำนวนมาก จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนธันวาคม 2563 พบของเสียที่เป็นชิ้นงานประเภทมีครีบ ที่มีจำนวนสูงสุด คือ 20,274 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 8.35 ของจำนวนของเสียทั้งหมด จึงประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ ในการแก้ไขปรับปรุง โดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผลในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา พบว่าจำนวนของเสียที่มากที่สุดเกิดจากการทำงานของเครื่องจักรและกลไกการทำงานของแม่พิมพ์ ทั้งสิ้นจำนวน 18,826 ชิ้น เป็นเพราะชิ้นส่วนแม่พิมพ์ชำรุด มีรอยร้าว และแตกหัก ส่งผลต่อการทำงานของแม่พิมพ์ผลิตของเสีย ทำการแก้ไขปรับปรุงโดยทำตัวขึ้นชิ้นขึ้นมาใหม่ เพื่อทดแทนอันที่ชำรุด จากนั้นป้องกันการชำรุดในระยะยาวโดยการนำแผ่นเหล็กขนาด 0.05-0.2 มิลลิเมตร เสริมรองรับบริเวณตำแหน่งทำชิ้นส่วนดังกล่าว จากนั้นจึงนำแม่พิมพ์ขึ้นฉีดงาน จากนั้นเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน 2564 พบว่าจำนวนของเสียประเภทชิ้นงานเป็นครีบจากเดิม 20,274 ชิ้น ลดเหลือ 2,326 ชิ้น คิดเป็น 88.52 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนของเสียที่ลดลง

คำสำคัญ: กระบวนการฉีดพลาสติก ลดของเสีย เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ

Abstract

This research aims to reduce waste in the type of workpieces with fins (Bari) in the proportion of more than 30 percent of the original waste and compare the

results before and after the improvement. from a study of a factory in Chonburi Province, It was found that the production process of electronic components was wasted beyond the set standards. Which wasted was there is a large amount of waste from data collection from July Until December 2020, found waste that is a type of workpiece with fins. The highest number was 20,274 pieces or 8.35 percent of the total waste. Therefore, seven quality tools are used to modify and improve. Using a cause-and-effect diagram to analyze the cause of the problem. It was found that the greatest amount of waste was caused by the working factors of machines and molds, totaling 18,826 pieces. This is because the mold parts are damaged, cracked and broken, affecting the operation of the waste mold. Make improvements by making new parts. to replace the damaged, one Then prevent long-term damage by bringing a steel plate of 0.05-0.2 mm. in size to support the position at the end of such parts. Then take the mold for injection, after that collect data after improvement since January to June 2021, it was found that the number of scraps in the type of fins was reduced from 20,274 pieces to 2,326 pieces, representing 88.52 percent of the reduction in the amount of waste.

Keywords: plastic injection molding, process waste reduction, seven quality tools

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสถานการณ์ของประเทศไทยและประเทศอื่นทั่วโลกที่กำลังเผชิญหน้ากับสถานการณ์โรคระบาดโควิด-19 เป็นที่รู้กันดีว่าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากมาย ทั้งรูปแบบการดำรงชีวิต รูปแบบการทำงาน รูปแบบของกิจกรรมต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งทำให้ทุกคนจำเป็นต้องปรับตัว และเปลี่ยนรูปแบบการดำรงชีวิตเพื่อความอยู่รอดและต่อสู้กับสถานการณ์ดังกล่าว รวมถึงภาคอุตสาหกรรมทุกแห่งก็ได้มีปรับตัว และปรับปรุงรูปแบบการทำงานไปจากเดิมเป็นอย่างมาก เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการ และตอบโจทยความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเพื่อสอดรับกับสถานการณ์โรคระบาดโควิด-19 อีกด้วย โดยการดำเนินงานของภาคอุตสาหกรรมมีเป้าหมายชัดเจน ในด้านการพัฒนาและปรับปรุงองค์กรให้อยู่รอด และสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้คือการขจัดความสูญเปล่า (Wastes) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นภาคอุตสาหกรรมทุกแห่งย่อมให้ความสำคัญของการสูญเปล่าที่เกิดขึ้น และจำเป็นต้องมีวิธีการปรับปรุงและแก้ไขอยู่เสมอ

โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง ในจังหวัดชลบุรี ได้ประสบกับปัญหาปริมาณการสั่งซื้อลดน้อยลงจากสถานการณ์โรคระบาดโควิด-19 ที่เกิดขึ้นราว 2 ปีที่ผ่านมา อีกทั้งประสิทธิภาพการทำงานลดลง เนื่องจากในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์พบว่ามีความสูญเปล่าเกินมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นคือในกระบวนการผลิตนั้นมีจำนวนของเสียจำนวนมาก และของเสียนั้นมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป เช่น ชิ้นงานมีครีบ ชิ้นงานเป็นคราบแก๊ส ชิ้นงานมีรอยขีด แม่พิมพ์อัดชิ้นงาน เป็นต้น ดังตารางที่ 1 จึงทำให้ชิ้นงานไม่สามารถนำไปใช้ในการประกอบในสถานีนงานถัดไปได้

ตารางที่ 1 จำนวนของเสีย (ชิ้น) และเปอร์เซ็นต์ แบ่งตามประเภทของเสียในช่วงเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2563

ประเภทของเสีย	ยอดการผลิต (ชิ้น)	จำนวนชิ้น	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
ชิ้นงานมีครีบ (Bari)	242,729	20,274	8.35
ชิ้นงานมีรอยขีด (Kizu)		3,322	1.37
ชิ้นงานมีคราบแก๊ส (Gas)		2,406	0.99
แม่พิมพ์อัดชิ้นงาน (Double Clamps)		8	0.003
อื่นๆ		3,426	1.411
รวมทั้งสิ้น			29,436

ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น จึงมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ในขั้นตอนการฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน เพื่อให้ปริมาณของเสียลดลง เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิต อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการปรับตัวการการเผชิญปัญหาโรคระบาดโควิด-19 ให้โรงงานสามารถควบคุมผลการดำเนินงานให้อยู่รอดได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อลดของเสียประเภทชิ้นงานมีครีบ (Bari) ในสัดส่วนที่มากกว่าร้อยละ 30 ของยอดของเสียเดิม และเปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุง

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาของเสียในขั้นตอนการฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ของโรงงานแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี

2. ลดของเสียประเภทชิ้นงานมีครีบด้วยเครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ (7 QC Tools) กลุ่มผลิตภัณฑ์หูฟัง Sony รุ่น WH-1000XM3 Mold Slider Upper Model 2943 ดังภาพที่ 1

3. ศึกษาข้อมูลของเสียในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนธันวาคม 2563 และเปรียบเทียบผลการแก้ไขปรับปรุงในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน 2564



ตัวอย่างชิ้นงาน

ตัวอย่างชิ้นงานที่นำมาประกอบ

ภาพที่ 1 ผลิตภัณฑ์หูฟัง Sony รุ่น WH-1000XM3 Mold Slider Upper Model 2943

แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การฉีดพลาสติก (Plastic Injection)

การฉีดพลาสติก คือ กระบวนการขึ้นรูปพลาสติกที่เป็นชิ้น เป็นกระบวนการการผลิตชิ้นงาน โดยอาศัยกรรมวิธีการเติมเม็ดพลาสติกเข้าไปในเครื่องฉีดพลาสติก (Injection Machine) เมื่เม็ดพลาสติกผ่านความร้อน และอ่อนตัวลงจนหลอมละลายเป็นของเหลว จากนั้นจะนำเข้าไปในเครื่องฉีดพลาสติกเพื่อฉีดไปยังแม่พิมพ์ (Mold) เพื่อขึ้นรูปเป็นชิ้นส่วนงานในรูปแบบต่าง ๆ หลังจากนั้นเครื่องฉีดพลาสติกจะปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ก็จะได้ชิ้นงานพลาสติกตามแบบแม่พิมพ์ที่ต้องการ

องค์ประกอบสำคัญของการฉีดพลาสติก คือ 1) วัตถุดิบในการฉีดพลาสติก ต้องมีการเลือกชนิด และเกรดของพลาสติกได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับการใช้งานในชิ้นงาน 2) แม่พิมพ์พลาสติกที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วน หรือผลิตภัณฑ์พลาสติก จะขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะของผลิตภัณฑ์ ชนิดพลาสติก และความสะดวกรวดเร็วในการผลิต ต้องมีการออกแบบอย่างเหมาะสม 3) เครื่องฉีดพลาสติก ต้องเลือกขนาดของเครื่องฉีดพลาสติกให้ถูกต้องตามขนาดของชิ้นงานพลาสติก เช่น ขนาดของแรงปิดแม่พิมพ์ ปริมาณเนื้อพลาสติก และแรงดันฉีดของเครื่องฉีดพลาสติกต้องเพียงพอต่อขนาดของชิ้นงานที่จะทำการฉีดความเร็วในการทำงานของเครื่องฉีดสามารถทำรอบเวลาในการผลิตได้ตามต้องการ

ความสูญเปล่าประเภทของเสีย (Wastes)

ความสูญเปล่าประเภทของเสีย คือ ผลลัพธ์ที่ผลิตออกมา แล้วไม่ต้องตามความต้องการ หรือไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ และไม่สามารถนำกลับไปแก้ไขใหม่ได้ อีกทั้งยังต้องถูกนำไป

กำจัดทิ้ง เป็นความสูญเปล่าที่ก่อให้เกิดต้นทุนวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน โดยเปล่าประโยชน์ หรือเรียกได้ว่าเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการในกระบวนการผลิต (Surus Tangphaitoon, 2014)

เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ (7 QC Tools) (Joseph M. Juran, 1933)

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง นับได้ว่าเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นเครื่องมือที่รวบรวมและประยุกต์ใช้หลักการทางสถิติ เพื่อนำมาใช้ในการจัดการกับปัญหาแต่ละชนิด ซึ่งมี 7 อย่าง ดังนี้

1. ใบตรวจสอบ (Check Sheet) เป็นรูปแบบเอกสารที่ใช้สำหรับการทำการบันทึกข้อมูลจากแหล่งข้อมูลจริง ซึ่งจำเป็นต้องมีการออกแบบลักษณะความต้องการของข้อมูลให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ในการเก็บข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการนำมาวิเคราะห์ และตีความหมายจากผลการบันทึก

2. ฮิสโตแกรม (Histogram) เป็นแผนภูมิแท่งที่ใช้หลักการทางด้านสถิติเบื้องต้น โดยกำหนดค่าขอบบน ขอบล่าง และค่ากลาง (Midpoint) จากการกำหนดอันตรภาคชั้น เพื่อนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของความถี่ (Frequency)

3. แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) เป็นแผนภูมิที่นำมาใช้ในการแสดงให้เห็นขนาดของปัญหา และจัดลำดับความสำคัญของปัญหา เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม

4. แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เป็นแผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาที่ต้องการแก้ไขกับสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา ซึ่งผู้วิเคราะห์สามารถมองภาพรวมของปัญหา และสาเหตุทั้งหมดได้ง่ายขึ้น ลักษณะของแผนผังจะมีคล้ายกับก้างปลา มีส่วนหัวปลาจะแสดงปัญหาที่เกิดขึ้น ส่วนก้างปลาหลักจะแสดงสาเหตุหลัก และก้างปลาย่อยแสดงสาเหตุย่อย โดยสาเหตุของปัญหาจะพิจารณาจากปัจจัยตามหลักการของ 4M1E (Man, Machine, Material, Method, Environment)

5. แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram) เป็นแผนผังที่ใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ในลักษณะแนวโน้มของตัวแปรสองตัว เพื่อที่จะใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริงในสิ่งที่ศึกษา

6. กราฟ (Graph) เป็นแผนภาพที่อธิบายความแตกต่างของข้อมูลจากการเก็บบันทึก ใช้สำหรับนำเสนอข้อมูลที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ โดยอาศัยการพิจารณาด้วยตาเปล่าได้สามารถให้รายละเอียดของการเปรียบเทียบได้ดีกว่าการนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีอื่น กราฟที่นิยมใช้ ได้แก่ กราฟเส้น กราฟแท่ง และกราฟวงกลม เป็นต้น

7. แผนภูมิควบคุม (Control Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการผลิต เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตได้อย่างรวดเร็ว และปรับปรุงกระบวนการผลิตให้กลับเข้าสู่สภาพปกติ โดยลักษณะของแผนภูมิจะมีแกนตั้งเป็นคุณลักษณะของข้อมูลที่ควบคุม และแกนนอนเป็นเวลา หรือตัวอย่างของข้อมูลที่เก็บมาตามลำดับเวลา และมีองค์ประกอบของเส้นกราฟ 3

เส้น คือ เส้นค่ากลางการควบคุม (Central Line: CL) เส้นค่าขีดจำกัดบน (Upper Control Limit: UCL) และเส้นค่าขีดจำกัดล่าง (Lower Control Limit: LCL) ซึ่งใช้หลักการทางสถิติเพื่อกำหนดค่าดังกล่าว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธนชิตชัย แสนสิงห์ชัย และ ปฏิภาณ มาทา (2562) ศึกษาการลดของเสียของสายการผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ของเครื่องจักร เพื่อลดของเสียของการผลิตชิ้นส่วน SFJ-P83S เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในปริมาณมาก และพบของเสียในปริมาณมาก จึงทำการบันทึกข้อมูลของเสียที่พบ จากนั้นนำมาวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิพาเรโต ประเภทของเสียที่พบคือ ลบคมปากรูสึกและตื้นเกินไป ความสั้นยาวของชิ้นงานไม่ได้มาตรฐาน จากนั้นนำปัญหาไปหาสาเหตุด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล เพื่อนำไปสู่แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง คือการหาปริมาณการตัดชิ้นงานเพื่อให้เครื่องจักรหยุดการทำงานที่เหมาะสม หาค่าอัตราการป้อนที่สัมพันธ์กันกับความเร็วยรอบ ใช้หลักการ ECRS การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน และนำเสนอการบำรุงรักษาด้วยตนเองสำหรับเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ผลการแก้ไขปรับปรุง พบว่าของเสียลบคมปากรูตื้นเกินไปจากเดิมร้อยละ 3.75 เหลือร้อยละ 1.33 ของเสียการลบคมปากรูสึกเกินไปจากเดิมร้อยละ 2.10 เหลือร้อยละ 0.60 ของเสียจากชิ้นงานที่ยาวเกินไปจากเดิมร้อยละ 3.14 เหลือร้อยละ 0.95 ของเสียจากชิ้นงานที่สั้นเกินไปจากเดิมร้อยละ 1.74 เหลือร้อยละ 0.50

ศุภวิชญ์ อุทยะพิรุณลักษณ์ (2561) ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานต้นแบบจากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ การผลิตงานต้นแบบมีของเสียเกิดขึ้นจำนวนมาก โดยเฉพาะวัตถุดิบเส้นพลาสติก ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 20.28 ของยอดขายต่อเดือน จึงนำเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ประการ (7 QC Tools) มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและหาวิธีการแก้ไขปรับปรุง พบสาเหตุที่ทำให้สิ้นเปลืองวัตถุดิบเส้นพลาสติกคือ หัวฉีดตัน การโค้งงอของตัวงาน และเส้นพลาสติกหมดระหว่างพิมพ์ จึงมีวิธีในแก้ไขปรับปรุงคือ เลือกใช้เส้นพลาสติกจากผู้ผลิตที่มีคุณภาพ มีการตั้งค่าระยะห่างระหว่างหัวฉีดกับฐานเครื่องพิมพ์ให้ได้ระยะที่กำหนด และตรวจเช็คปริมาณเส้นพลาสติกทุก 15 นาทีอย่างสม่ำเสมอ ผลการแก้ไขปรับปรุงพบว่ามีของเสียลดลง และปริมาณการใช้เส้นพลาสติกในกระบวนการผลิตก็ลดลงจากเดิมร้อยละ 20.28 เหลือร้อยละ 13.59 ของยอดขายต่อเดือน

วรุฒม์ สุจริตจันทร์ (2561) ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนหัวฉีดน้ำมัน เพื่อลดของเสียประเภทค่าความสะอาดไม่ได้มาตรฐานของลูกค้ำที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตหัวฉีดน้ำมัน โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ประการ (7 QC Tools) โดยทำการตรวจสอบของเสียและเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียโดยใช้ใบตรวจสอบ แจกแจงปัญหาด้วยแผนภูมิพาเรโต แสดงความถี่ของปัญหาเพื่อแยกความสำคัญตามลำดับด้วยกฎพาเรโต 80:20 และเลือกแก้ไขส่วนที่มีของเสียมากและนำมาวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังแสดงเหตุและผลเพื่อวางมาตรการแก้ไข ผลการแก้ไขปรับปรุง พบว่า

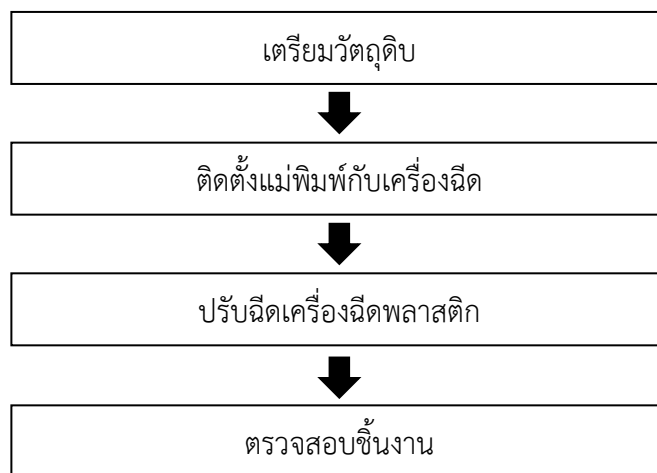
ของเสียประเภทค่าความสะอาดไม่ได้ตามมาตรฐานของลูกค้ายากเดิม 219,475 ชิ้นต่อล้านชิ้น ลดลงเหลือ 60,315 ชิ้นต่อล้านชิ้น คิดเป็นร้อยละ 72.52 ของของเสียที่ลดลง และสามารถลดมูลค่าการแก้ไขสินค้าได้เท่ากับ 9,339,508.80 บาทต่อปี

มณูญรัฐ คนการ และศุภรัชชัย วรรัตน์ (2561) ศึกษาการลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตฝาปิดผนึกขวดผลิตภัณฑ์ฝาแม่พิมพ์ของเสียประเภทฝาไม่ตรงศูนย์ เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ประการ (7 QC Tools) มีการเก็บข้อมูลจากใบตรวจวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนของเสียด้วยแผนภูมิพาเรโต และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล ผลการดำเนินการปรับปรุงพบว่าของเสียลดลงจำนวน 841,684 ฝา หรือลดลงจากเดิมร้อยละ 38.16

วิธีการวิจัย

1. ศึกษาสภาพปัญหาของขั้นตอนการผลิตพลาสติก

ศึกษาสภาพปัญหาของขั้นตอนการผลิตพลาสติกของผลิตภัณฑ์ หูฟัง Sony รุ่น WH-1000XM3 Mold Slider Upper Model 2943 นั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาขั้นตอนการผลิตแม่พิมพ์พลาสติก ดังภาพที่ 2 เพื่อเก็บข้อมูลขั้นตอนการทำงานของแม่พิมพ์พลาสติก เพื่อจะได้ทราบที่มาของปัญหา และนำไปสู่การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และหาแนวทางการแก้ปัญหาปรับปรุง



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตพลาสติกของผลิตภัณฑ์หูฟัง Sony รุ่น WH-1000XM3Mold Slider Upper Model 2943

2. เก็บรวบรวมข้อมูลของเสีย

รวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตพลาสติกตั้งแต่เดือนมกราคม – ธันวาคม 2563 โดยใบตรวจสอบดังภาพที่ 3 เพื่อรวบรวมประเภทของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิต พลาสติก

ดังตารางที่ 2 จะเห็นว่าในช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2563 มีของเสียที่เกิดจากกระบวนการฉีดพลาสติกเป็นจำนวนมาก

Mold Name	Shift Work
Slider Upper 2945	A 08:00-19:30
LOA: 200511401	Data: 15/5/20
Defect	Collection
GAP	28
KIZU	22
BARI	43
SHORT SHOT	3
SINK MARK	16
OTHER	12
ผู้รายงาน: ชัยอาจ	ผู้เก็บบันทึก: K. อกอ.

Mold Name	Shift Work
Slider Upper 2945	B 20:00-07:30
LOA: 200511401	Data: 25-5-20
Defect	Collection
GAP	13
KIZU	14
BARI	48
SHORT SHOT	10
SINK MARK	4
OTHER	26
ผู้รายงาน: จำ	ผู้เก็บบันทึก: K. นวดดา

ภาพที่ 3 ใบตรวจสอบ (Check Sheet) ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลของเสียในขั้นตอนการฉีดพลาสติก

ตารางที่ 2 ข้อมูลของเสียในขั้นตอนการฉีดพลาสติกตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2563

เดือน (ปี 2563)	ยอดการผลิต (ชิ้น)			Bari	Kizu	Gas	Double Clamps	อื่นๆ
	ยอดการผลิต	ชิ้นงาน (ดี)	ชิ้นงาน (เสีย)					
กรกฎาคม	54,138	44,131	10,007	8,617	906	420	-	64
สิงหาคม	46,041	40,558	5,483	3,766	613	703	-	401
กันยายน	54,836	47,916	6,920	4,721	652	352	-	1,195
ตุลาคม	54,362	49,833	4,529	2,044	523	552	-	1,410
พฤศจิกายน	2,710	2,254	456	224	106	17	8	101
ธันวาคม	30,642	28,601	2,041	902	522	362	-	255
รวม	242,729	213,293	29,436	20,274	3,322	2,406	8	3,426
คิดเป็น %		87.87	12.13	8.35	1.37	0.99	0.003	1.41

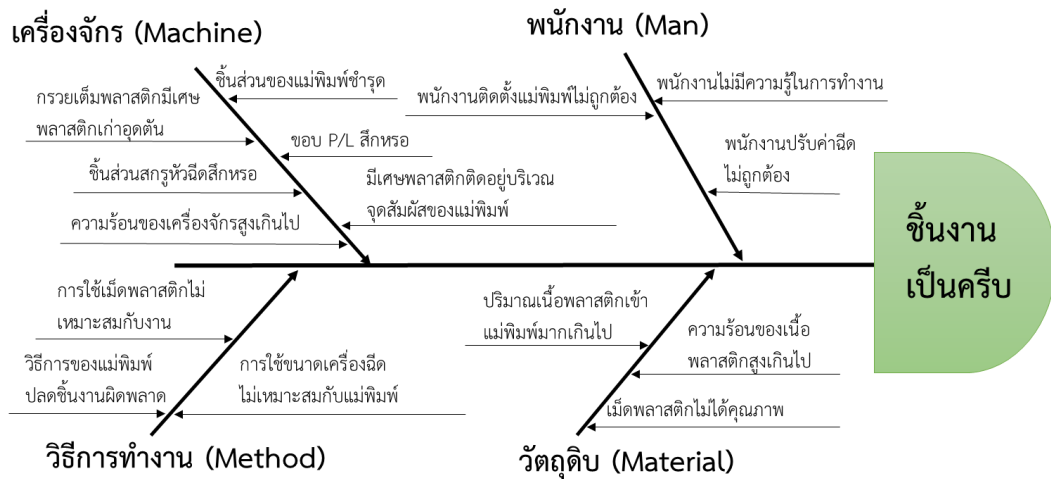
จากตารางที่ 2 ยอดการผลิตรวมทั้ง 6 เดือน อยู่ที่ 242,729 ชิ้น เป็นชิ้นงานดีจำนวน 213,291 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 87.87 และเป็นชิ้นงานเสียจำนวน 29,438 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 12.13 ซึ่งประเภทของเสียที่มีจำนวนมากที่สุด คือ ชิ้นงานมีครีบ จำนวน 20,274 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 8.35 ชิ้นงานมีรอยขีด จำนวน 3,322 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 1.37 ชิ้นงานเสียประเภทอื่น ๆ จำนวน 3,426 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 1.41 ชิ้นงานมีคราบแก๊ส จำนวน 2,406 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.99 และแม่พิมพ์อัด ชิ้นงาน จำนวน 8 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.003 ตามลำดับ

3. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากการรวบรวมข้อมูลของเสียในตารางที่ 2 พบว่าจำนวนของเสียที่เกิดมากที่สุดคือชิ้นงานเป็นครีบ ดังภาพที่ 4 ซึ่งมีจำนวน 20,274 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 8.35 ของยอดการผลิต ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการแก้ไขปรับปรุงของเสียประเภทชิ้นงานเป็นครีบก่อน เนื่องด้วยทรัพยากรต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ไขปรับปรุงมีอย่างจำกัด ทั้งนี้จึงได้วิเคราะห์หาสาเหตุของเสียชิ้นงานเป็นครีบด้วยแผนผังเหตุและผล ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 4 ประเภทของเสียชิ้นงานเป็นครีบ



ภาพที่ 5 การวิเคราะห์หาสาเหตุของเสียชิ้นงานเป็นครีบด้วยแผนผังเหตุและผล

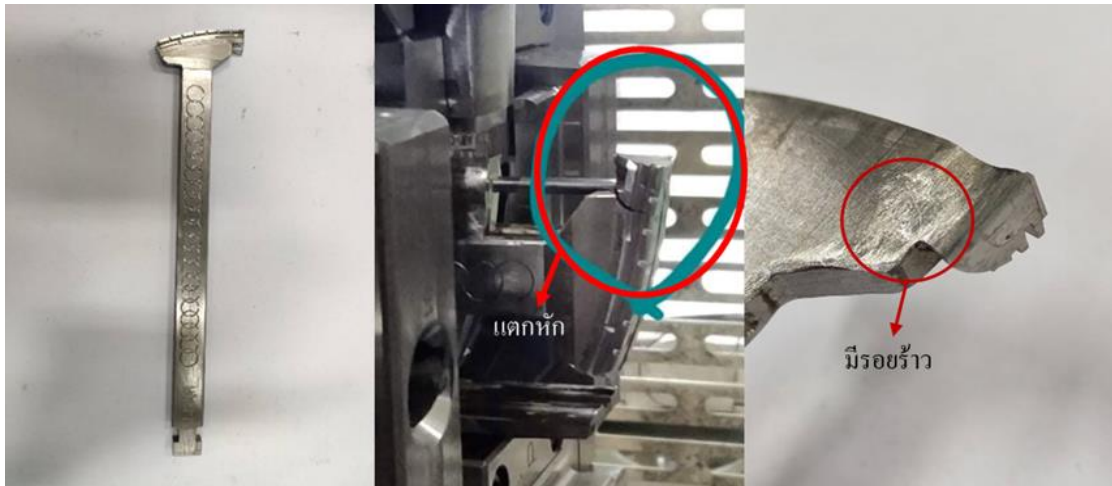
4. แก้ไขปรับปรุง

จากภาพที่ 5 ได้วิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาของเสียชิ้นงานเป็นครีบด้วยหลักการของ ปัจจัยการผลิต 4M (Man, Machine, Material, Method) ด้วยแผนผังเหตุและผล ทำให้เจอสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ส่งผลให้เกิดของเสียชิ้นงานเป็นครีบ และหลังจากที่วิเคราะห์สาเหตุแล้วนั้น ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบจำนวนชิ้นงานเป็นครีบว่ามีจำนวนที่เกิดจากสาเหตุหลัก และสาเหตุย่อย ดังตารางที่

ตารางที่ 3 สาเหตุหลัก และสาเหตุย่อยที่ส่งผลให้เกิดของเสียชิ้นงานเป็นครีบ

สาเหตุหลักจากปัจจัยการผลิต 4M	สาเหตุย่อย	จำนวนของเสียเป็นครีบแบ่งตามสาเหตุหลักและสาเหตุย่อย (ชิ้น)
พนักงาน (Man)	1. พนักงานปรับค่าผิดไม่ถูกต้อง	200
	2. พนักงานติดตั้งแม่พิมพ์ไม่ถูกต้อง	0
	3. พนักงานไม่มีความรู้ในการทำงาน	900
เครื่องจักร/แม่พิมพ์ (Machine/ Mold)	1. ชิ้นส่วนสกรูหัวฉีดสึกหรอ	400
	2. ความร้อนของเครื่องจักรสูงเกินไป	0
	3. กรวยเติมพลาสติกมีเศษพลาสติกเกาอุดตัน	0
	4. มีเศษพลาสติกติดอยู่บริเวณจุดสัมผัสของแม่พิมพ์	744
	5. ชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ชำรุด	17,092
	6. ขอบ P/L สึกหรอ	590
วัตถุดิบ (Material)	1. เม็ดพลาสติกไม่ได้คุณภาพ	0
	2. ความร้อนของเนื้อพลาสติกสูงเกินไป	340
	3. ปริมาณเนื้อพลาสติกเข้าแม่พิมพ์มากเกินไป	0
วิธีการทำงาน (Method)	1. การใช้เม็ดพลาสติกไม่เหมาะสมกับงาน	0
	2. การใช้ขนาดเครื่องฉีดไม่เหมาะสมกับแม่พิมพ์	0
	3. วิธีการของแม่พิมพ์ปลดชิ้นงานผิดพลาด	8

จากตารางที่ 3 จำนวนชิ้นงานเสียเป็นครีบแบ่งตามสาเหตุหลักและสาเหตุย่อย พบว่าจำนวนที่เกิดจากพนักงาน 1,100 ชิ้น จำนวนที่เกิดจากเครื่องจักร และแม่พิมพ์ 18,826 ชิ้น จำนวนที่เกิดจากวัตถุดิบ 340 ชิ้น และจำนวนที่เกิดจากวิธีการทำงาน 8 ชิ้น ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการเลือกแก้ไขปรับปรุงที่สาเหตุหลักในส่วนเครื่องจักร/แม่พิมพ์ เนื่องจากว่ามีจำนวนชิ้นงานเสียมากที่สุด หลังจากนั้นเข้าไปศึกษาและเก็บข้อมูลด้วยใบตรวจสอบ พบว่าชิ้นส่วนการชำรุด มีรอยร้าว และแตกหัก ดังภาพที่ 6 ซึ่งสัมพันธ์กับการฉีดชิ้นงานแล้วส่งผลให้ชิ้นงานเป็นครีบ



ภาพที่ 6 ชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ที่ชำรุดเสียหาย

จากนั้นจึงทำการแก้ไขปรับปรุงด้วยวิธีการทำตัวชิ้นส่วนขึ้นมาใหม่ เพื่อทดแทนอันที่ชำรุด จากนั้นป้องกันการชำรุดในระยะยาวโดยการนำแผ่นเหล็กขนาด 0.05-0.2 มิลลิเมตร เสริมรอบบริเวณ ตำแหน่งทำชิ้นส่วนดังกล่าว จากนั้นจึงนำแม่พิมพ์ขึ้นฉีดงาน และบันทึกผลการทำงานหลังการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

ผลการวิจัย

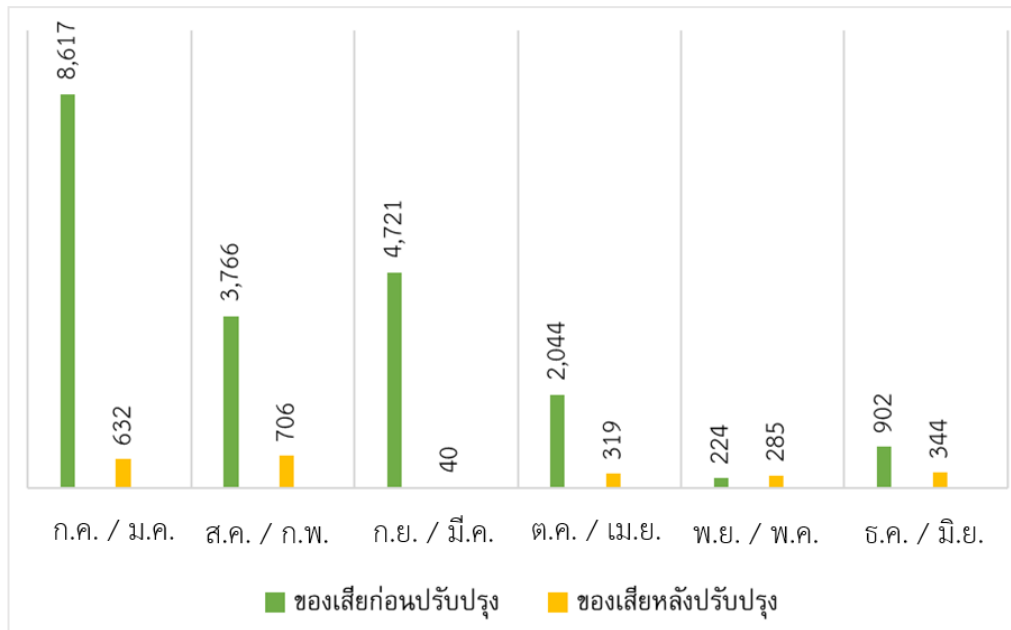
หลังแก้ไขปรับปรุงแล้ว จึงทำการเปรียบเทียบจำนวนของเสียประเภทชิ้นงานมีครีบก่อนและหลังปรับปรุง โดยเก็บข้อมูลหลังปรับปรุงตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน 2564 พบว่าจำนวนของเสียประเภทชิ้นงานเป็นครีบจากเดิม 20,274 ชิ้น ลดเหลือ 2,326 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 88.52 ของจำนวนของเสียที่ลดลง และแสดงข้อมูลของชิ้นงานเสียแต่ละเดือนเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 7

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงของชิ้นงานเสีย (ชิ้น)

ก่อนปรับปรุงแก้ไข		หลังปรับปรุงแก้ไข	
เดือน (ปี 2563)	จำนวนชิ้นงานเสีย (ชิ้น)	เดือน (ปี 2564)	จำนวนชิ้นงานเสีย (ชิ้น)
กรกฎาคม	8,617	มกราคม	632
สิงหาคม	3,766	กุมภาพันธ์	706
กันยายน	4,721	มีนาคม	40
ตุลาคม	2,044	เมษายน	319

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงของชิ้นงานเสีย (ชิ้น) (ต่อ)

ก่อนปรับปรุงแก้ไข		หลังปรับปรุงแก้ไข	
พฤศจิกายน	224	พฤษภาคม	285
ธันวาคม	902	มิถุนายน	344
รวม	20,274	รวม	2,326



ภาพที่ 7 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงของชิ้นงานเสีย (ชิ้น)

อภิปรายผล

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อลดของเสียประเภทชิ้นงานมีครีบ (Bari) ในสัดส่วนที่มากกว่าร้อยละ 30 ของยอดของเสียเดิม และเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลการปรับปรุง โดยได้ประยุกต์ใช้หลักการของความสูญเปล่า 7 ประการ ซึ่งทำให้ทราบว่า “ของเสีย” คือความสูญเปล่าที่ควรกำจัดออก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการ และได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ประการ โดยนำไปตรวจสอบ และแผนผังแสดงเหตุและผลมาใช้วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ไขปรับปรุง ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ วรุตม์ สุจริตจันทร์ (2561) ที่ได้ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนหัวฉีดน้ำมัน โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ประการ โดยทำการตรวจสอบของเสียและเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียโดยใช้ใบตรวจสอบ นำมาวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล เพื่อวางมาตรการแก้ไข ผลการแก้ไขปรับปรุง พบว่าของเสียจากเดิม 219,475 ชิ้นต่อล้านชิ้น ลดลงเหลือ 60,315 ชิ้นต่อล้านชิ้น คิดเป็นร้อยละ 72.52 ของของเสียที่ลดลง อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัย

ของศุภวิชญ์ อุทยะพิรุณลักษณ์ (2561) ที่ได้ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานต้นแบบ จากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ การผลิตงานต้นแบบมีของเสียเกิดขึ้นจำนวนมาก จึงนำเครื่องมือควบคุม คุณภาพ 7 ประการ มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและหาวิธีการแก้ไขปรับปรุง ผลการแก้ไขปรับปรุง พบว่ามีของเสียลดลงจากเดิมร้อยละ 20.28 เหลือร้อยละ 13.59 ของยอดขายต่อเดือน และ สอดคล้องกับงานวิจัยของมณูญรัฐ คนการ และศุภรัชชัย วรรัตน์ (2561) ศึกษาการลดการสูญเสียใน กระบวนการผลิตฝาปิดผนึกขวดผลิตภัณฑ์ฝาแม่กึ่งซีของเสียประเภทฝาไม่ตรงศูนย์ โดยใช้เครื่องมือ ควบคุมคุณภาพ 7 ประการ มีการเก็บข้อมูลจากใบตรวจ วิเคราะห์ข้อมูลจำนวนของเสียด้วยแผนภูมิ พาวเรต และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล ผลการแก้ไขปรับปรุง พบว่าของ เสียลดลงจำนวน 841,684 ฝา หรือลดลงจากเดิมร้อยละ 38.16

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยในครั้งต่อไป สามารถนำหลักการของลีน (Lean) หรือเครื่องมือคุณภาพอื่น ๆ มา ประยุกต์ใช้ในการลดของเสีย เพราะจะทำให้ได้วิธีการแก้ไขปรับปรุงที่ดีขึ้น และสามารถขยายผลจาก การลดของเสีย เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการอื่น ๆ ด้วย รวมทั้งศึกษา และวิเคราะห์ ต้นทุนที่เกิดจากการแก้ไขปรับปรุง

เอกสารอ้างอิง

ความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก. (2559). **การฉีดพลาสติก**. ค้นเมื่อวันที่ 1 พฤษภาคม 2564, จาก <https://www.deemarkthailand.com>

ธนชาติชัย แสนสิงห์ชัย และ ปฏิภาณ มาทา. (2562). **ศึกษาการลดของเสียของสายการผลิตชิ้นส่วน อะไหล่ของเครื่องจักร**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มณูญรัฐ คนการ และ ศุภรัชชัย วรรัตน์. (2561). **ศึกษาการลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตฝาปิด ผนึกขวดผลิตภัณฑ์ฝาแม่กึ่งซีของเสียประเภทฝาไม่ตรงศูนย์**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

วรุตม์ สุจริตจันทร์. (2561). **ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนหัวฉีดน้ำมัน**. คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

ศุภวัชร เมฆบุรณ และ จีรวัดน์ ปล้องใหม่. (2560). **การลดของเสียในกระบวนการผลิตโพลีเมอร์โซลิด คาปาซิเตอร์**. **วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต** ปีที่ 7. ฉบับที่ 1. หน้า 105-123.

ศุภวัชร เมฆบุรณ และ จีรวัดน์ ปล้องใหม่. (2559). **การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนโลหะ**. **วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต**. ปีที่ 6. ฉบับที่ 1. หน้า 91-106.

- ศุภวิชญ์ อุทยะพิรุณลักษณ์. (2561). **การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานต้นแบบจากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสยาม.
- สาวิตรี พิบูลศิลป์ และคณะ. (2563). **การลดต้นทุนการสูญเสียที่เกี่ยวข้องกับแม่พิมพ์ในกระบวนการฉีดพลาสติก**. การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ครั้งที่ 38 ประจำปี 2563. จัดโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- อลงกต ชุ่มศิริ และคณะ. (2561). **การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ (การฉีดขึ้นส่วนยาง)**. การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. ครั้งที่ 2. หน้า 69-75.
- Joseph M. Juran. (1933). **The Quality Gurus, The Department of Trade and Industry**. U.K. Retrieved on April 15th 2021, from https://www2.mtec.or.th/th/emagazine/admin/upload/263_11_30.pdf. Page 11-13.
- Kaoru Ishikawa. (1953). **Cause-and-Effect Diagram**. Tokyo University.
- Surus Tangphaitoon. (2014). **7 Waste Reduction by Kaizen for Production Improvement**. Nonthaburi. (In Thai)

การลดความสูญเสียกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกชิ้นส่วนยานยนต์

Reducing the Loss of Injection Modeling Process for Automotive Parts

วรเทพ ตรีวิจิตร¹ ราวตี สุริสระพันธ์² พิบูล ทีปะपाल³ พิชญ์สินี ตัณฑเสนา⁴ วิทย์ เมฆะวารากุล⁵

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี,

E-mail: worathep@saha.ac.th

²⁻⁵หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะบริหาร มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

บทคัดย่อ

วิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตของบริษัท และเพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ไม่เกินร้อยละ 3 ซึ่งการเก็บข้อมูลจากขั้นตอนการฉีดพลาสติก ปัญหาที่พบมากที่สุดคือ ชิ้นงานแหวง ดังนั้นการแก้ปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการฉีดพลาสติก โดยการใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ประการ ซึ่งผลการดำเนินงานก่อนปรับปรุงระหว่างเดือนมกราคมถึงมีนาคม 2564 จำนวนการผลิต 9,209 ชิ้น ตรวจพบของเสีย จำนวน 753 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 8.18 และหลังการปรับปรุงจากเดือนเมษายนถึงมิถุนายน 2564 จำนวนการผลิต 9,486 ชิ้น ตรวจพบของเสียเหลือเพียง จำนวน 87 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.92 การวิจัยนี้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

คำสำคัญ: เครื่องมือควบคุมคุณภาพ การฉีดขึ้นรูปพลาสติก ชิ้นส่วนยานยนต์

Abstract

This research aims to find the causes of waste in the automobile parts manufacturing company's production process in order to reduce them, targeting not more than 3 percent. The writer collected data from the plastic injection process, The most common problem is chipped workpieces, Which came from the plastic injection molding process. By using 7 quality control tools, the operating results before improvement between January and March 2021, Which from the number of production of 9,209 pieces, the waste of 753 pieces or 8.18 percent, were found. After the improvement from April to June 2021, form the number of 9,486 pieces, only 87 pieces of waste were found, or 0.92%. This research achieved its objectives.

Keywords: quality control tools, plastic injection molding, auto parts

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ธนกฤษ ชุ่นเซ็ง (2557) กล่าวว่า ในสภาวะการณ์ธุรกิจแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกมีการแข่งขันที่รุนแรงมากขึ้น และข้อมูลทางการตลาดที่แสดงให้เห็นว่าลูกค้ามีความต้องการสินค้าที่มีความหลากหลายในระยะเวลาที่รวดเร็ว ซึ่งการเพิ่มอัตราการผลิต และการปรับปรุงการทำงานนั้นจึงเป็นหัวใจสำคัญของการอยู่รอดทางธุรกิจและการเติบโตทางด้านอุตสาหกรรม เพื่อสามารถแข่งขันกับคู่แข่งรายอื่น ๆ ได้ จึงจำเป็นที่จะต้องเตรียมความพร้อมรับสถานการณ์ในอนาคต (วรเทพ ตรีวิจิตร, 2561) ผู้ประกอบการจำเป็นที่จะต้องผลิตสินค้าที่มีคุณภาพตามความต้องการของลูกค้า โดยต้นทุนที่ต่ำและประสิทธิภาพการทำงานที่สูงขึ้นและจะต้องลดระยะเวลาในการผลิต เพื่อให้สามารถส่งสินค้าได้ภายในระยะเวลาที่รวดเร็ว รวมทั้งธุรกิจต่าง ๆ จำเป็นต้องขยายกำลังการผลิต โดยคาดการณ์ว่าตลาดจะเติบโตแต่ในความเป็นจริงเศรษฐกิจกลับทรุดตัวส่งผลให้ธุรกิจต่าง ๆ ได้รับผลกระทบเป็นวงกว้างเช่นกัน เนื่องจากในช่วงที่ผ่านมาอุตสาหกรรมในกลุ่มพลาสติกมีการขยายตัวจำนวนมาก เพราะงานฉีดพลาสติกไม่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้เทคโนโลยีที่สูงแต่อย่างไรเมื่อเกิดภาวะถดถอยทางเศรษฐกิจทำให้กำลังซื้อภายในประเทศลดลง (วรเทพ ตรีวิจิตร และ ชาศริต ศรีทอง, 2562) ผู้บริโภคมีอำนาจในการต่อรองทางการตลาดที่สูง ซึ่งสามารถต่อรองและเลือกผู้จัดส่งได้ตามเงื่อนไขที่ต้องการ โดยปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคมีสองปัจจัย คือ ราคาและคุณภาพทำให้อุตสาหกรรมฉีดพลาสติกต้องทำการปรับตัวอย่างมากจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคที่เหมาะสมมาใช้ในการวางแผนปรับปรุงสภาพการผลิตให้ต้นทุนสินค้าต่ำและมีคุณภาพที่สามารถแข่งขันทางการตลาดได้เพื่อให้อู่การค้าอยู่รอดต่อไป ซึ่งบริษัทตัวอย่างเป็นอุตสาหกรรมที่ประกอบการเกี่ยวกับการฉีดพลาสติก โดยผลิตภัณฑ์ที่บริษัททำการผลิต คือ ชิ้นส่วนรถยนต์ บริษัทได้ประสบปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากข้อมูลพบว่ามีจำนวนของเสียจากกระบวนการผลิต โดยมีลักษณะบกพร่องของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน โดยส่งผลกระทบต่อฝ่ายผลิตอย่างมาก ซึ่งเพิ่มภาระต้นทุนในการผลิตให้สูงขึ้นด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาวิธีการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงของเสียที่เกิดขึ้น เพื่อลดปัญหาของเสียจากกระบวนการฉีดพลาสติกให้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตของบริษัทตัวอย่าง
2. เพื่อลดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ไม่เกินร้อยละ 3

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุตสาหกรรมฉีดพลาสติก (ชัยรัตน์ แก้วดวง และ วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล, 2549)

งานฉีดพลาสติก คือ กระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วนพลาสติก โดยอาศัยเครื่องฉีดพลาสติกที่ทำงานเป็นรอบ เริ่มจากพลาสติกที่อยู่ในรูปผงหรือเม็ดจะถูกส่งป้อนเข้าไปในชุดสกรูฉีดจะถูกหลอมเหลวในอุณหภูมิที่เหมาะสม และฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ด้วยแรงส่งของสกรูอัด ซึ่งนำพลาสติกเหลวจะไหลเข้าสู่แม่พิมพ์จนเต็มแบบชิ้นงาน และหล่อเย็นจนกระทั่งพลาสติกแข็งตัว จึงออกมาจากแม่พิมพ์โดยไม่เสียรูปทรง จะได้ชิ้นงานพลาสติกตามแบบในแม่พิมพ์นั้น แล้วเริ่มต้นกระบวนการฉีดใหม่ต่อไป

1. ชนิดของเม็ดพลาสติกที่ใช้ในการฉีด มี 3 ชนิด คือ

1) (Polymethyl Methacrylate: PMMA) มีลักษณะใส ไม่มีสี สามารถให้แสงผ่านได้ถึง 92 % มีความแข็งแรง และทนทานต่อดินฟ้าอากาศได้ดีความคงทนต่อความร้อนดีมาก เป็นฉนวนไฟฟ้าปานกลางเนื่องจากคุณสมบัติเด่นของ PMMA คือความโปร่งใส และการนำไปย้อมสีได้ง่าย จึงถูกนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น ไฟท้าย ไฟเลี้ยว หน้าปัดเรือนไมล์

2) (Polyamide Nylon: PA) เป็นเทอร์โมพลาสติก จัดอยู่ในกลุ่มพลาสติกวิศวกรรม คุณสมบัติที่สำคัญของ PA คือเหนียวแกร่ง ขยายตัวได้มาก ทนต่อสารเคมี ทนการขีดข่วน ทนต่อความร้อน ดูดซึมน้ำได้มากถ้ามีเปอร์เซ็นต์ของกลุ่ม Amide ในโครงสร้างลดลง จะสามารถลดการดูดน้ำ และความชื้นได้ซึ่งทำให้เสถียรภาพทางโครงสร้าง และทางไฟฟ้าดีขึ้น การใช้งานอย่างเช่น ใช้ทำแปรง ไม้เท้า เข็มเย็บผ้า นอกจากนี้นี้ยังใช้งานด้านผลิตภัณฑ์ฟิล์ม

3) (Polyethylene: PE) เป็นเทอร์โมพลาสติก มีคุณสมบัติที่สำคัญ คือเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี, มีความเหนียว และทนต่อแรงดึงปานกลาง พวกที่มีความหนาแน่นต่ำจะใสมากแต่จะขุ่นเมื่อมีความหนาแน่นสูง ปกติจะไม่ละลายในตัวทำละลายใด ๆ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส จะเริ่มละลาย การใช้งานของ PE เช่น ชิ้นส่วนรถยนต์ แผงต่าง ๆ

งานฉีดพลาสติก นอกจากจะเกี่ยวข้องกับเครื่องฉีดแล้ว แม่พิมพ์ เม็ดพลาสติกและชิ้นงานแล้วยังต้องมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิของแม่พิมพ์อีกด้วย (Temperature Controller) พร้อมทั้งใช้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยี และประสบการณ์เป็นอย่างสูง เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ และใช้งานได้ดีชิ้นงานจะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับแม่พิมพ์ที่ฉีด ดังนั้นผู้ออกแบบแม่พิมพ์ และช่างทำแม่พิมพ์จึงมีความสำคัญต่องานนี้ คุณภาพเชื่อถือได้ของแม่พิมพ์มีผลต่อความสวยงามของชิ้นงานและต้นทุนการผลิตอีกด้วย

2. เครื่องฉีดพลาสติก

ลักษณะของเครื่องฉีดพลาสติกที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ อาศัยหลักการเดียวกับเครื่องฉีดยุคแรกที่เป็นแบบแนวตั้ง ซึ่งเป็นลิขสิทธิ์ของอเมริกา คือชุดฉีด ชุดประกอบ และแม่พิมพ์ จะทำงานร่วมกันเป็นหน่วยเดียว หน่วยนี้จะรวมกับชุดขับและชิ้นส่วนเคลื่อนที่เป็นระบบการทำงานที่สัมพันธ์กันเครื่องฉีดพลาสติก

ลักษณะเครื่องฉีด

การฉีดพลาสติก คือ กระบวนการผลิตชิ้นงานโดยอาศัยกรรมวิธีการเติมเม็ดพลาสติกเข้าไปในเครื่องฉีด โดยทำให้เม็ดพลาสติกผ่านความร้อนและอ่อนตัวจนหลอมเป็นของเหลว เครื่องฉีด พลาสติก จะทำการฉีดพลาสติกเหลวเข้าไปยังแม่พิมพ์ในเครื่อง และทำการขึ้นรูปชิ้นงานตามรูปแบบของแม่พิมพ์

ประเภทของเครื่องฉีดพลาสติก แบ่งออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ

1) เครื่องฉีดพลาสติกแนวนอน

เครื่องฉีดพลาสติกแบบแนวนอน ทำงานตามแนวนอน พลาสติกไหลเข้าเป็นแบบเส้นตรงตามแนวนอน โดยจะตั้งฉากกับระนาบของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ชุดฉีดพลาสติก และการเปิด ปิด จะอยู่ในทิศทางเดียวกัน เป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด

2) เครื่องฉีดพลาสติกแนวตั้ง

เครื่องฉีดพลาสติกแนวตั้ง เป็นรูปแบบทำงานตามแนวตั้ง พลาสติกเป็นเส้นตรงตามแนวตั้ง โดยจะตั้งฉากกับระนาบของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และการเปิด ปิด จะอยู่ในทิศทางเดียวกัน

Band Heater ปลอกหรือแถบทำความร้อน มีหน้าที่ทำความร้อนไปยังกระบอกฉีด เพื่อใช้ในการหลอมละลายเม็ดพลาสติก โดยทั่วไปจะติดตั้งไว้โดยการห่อหุ้มภายนอกกระบอกฉีดของ Barrel โดยแยกควบคุมอุณหภูมิเป็นส่วน ๆ

Thermo couple เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิ
Nozzle หัวฉีด เป็นส่วนประกอบหนึ่งของชุดฉีดพลาสติก ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของพลาสติกเหลวจากกระบอกฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์

ทฤษฎี 7 QC Tools คือ เป็นเครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 ชนิด ได้ดังนี้ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551; มงคล กิตติญาณขจร, 2018)

1. แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) เป็นแบบฟอร์มที่มีการออกแบบช่องว่างต่าง ๆ ไว้เรียบร้อย เพื่อจะใช้ในการบันทึกข้อมูล ได้ง่ายและสะดวก ถูกต้อง ไม่ยุ่งยาก ในการออกแบบฟอร์มทุกครั้งต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน

2. แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) คือ เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น โครงสร้างของแผนผังพาเรโต

ประกอบด้วยกราฟแท่งและกราฟเส้น นอกจากแกนในแนวตั้ง (แกน Y) และแกนแนวนอน (แกน X) กราฟพาเรโตจะมีแกนแสดงร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ (%) ของข้อมูลสะสมอยู่ทางด้านขวามือของแผนผังด้วยความสูงของแท่งกราฟจะเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยจากซ้ายมือไปขวามือ ยกเว้นในกลุ่มข้อมูลที่ เป็น “ข้อมูลอื่น” จะนำไปไว้ที่ตำแหน่งสุดท้ายของแกนในแนวนอนเสมอ

3. แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) คือ แผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้างหรือหลาย ๆ คนอาจรู้จักในชื่อของแผนผังอิชิกาวา (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1943 โดยศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาวา แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว แผนผังสาเหตุและผลคืออะไร สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น (JIS) ได้นิยามความหมายของผังก้างปลาว่าเป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลาย ๆ สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหาการกำหนดปัจจัยบนก้างปลา เราสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่เรากำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้เราแยกแยะและกำหนดสาเหตุได้อย่างเป็นระบบและเป็นเหตุเป็นผลโดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่าง ๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

- M Man คือ คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร
- M Machine คือ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
- M Material คือ วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
- M Method คือ กระบวนการทำงาน
- E Environment คือ อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน

4. ฮิสโตแกรม (Histogram) คือ กราฟแท่งแบบเฉพาะโดยแกนตั้งจะเป็นตัวเลขแสดงความถี่ และมีแกนแนวนอนเป็นข้อมูลของคุณสมบัติของสิ่งที่เราสนใจ โดยเรียงลำดับจากน้อยที่ใช้ดูความแปรปรวนของกระบวนการ โดยการสังเกตรูปร่างของฮิสโตแกรมที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่าง

5. ผังการกระจาย (Scatter Diagram) คือ จากกระบวนการทั้งหมดที่ทำมาตั้งแต่ต้นใน QC Story ไล่เรียงมาแล้วมาถึงผังก้างปลาก็ได้สาเหตุของปัญหาแล้ว สมมติว่าปัญหาที่วงเอาไว้ในผังก้างปลา มี 6 ปัญหา สามารถเก็บข้อมูลตามที่กำหนดไว้ ซึ่งมั่นใจได้ว่าการกำหนดปัญหาต่าง ๆ เกิดจากการระดมสมองกำหนดวิธีการวางแผนทำงานแล้วจึงนำเสนอผู้บริหารปรากฏว่าแก้ปัญหาไม่ได้ เพราะยังแก้ยั้งอยู่ตัวปัญหาใหญ่ไม่ลดลง และแก้ตัวนี้ปัญหาไปเกิดขึ้นกับอีกปัญหา สาเหตุที่สำคัญประการหนึ่ง คือ ไม่ได้พิจารณาดูก่อนว่าทั้ง 6 ปัญหานั้นเกี่ยวโยงกันหรือไม่ หากปัญหาไม่เกี่ยวโยงกัน

จำเป็นต้องแก้ทั้งสองปัญหาให้สอดคล้องกันคือแก้ไปในทางเดียวกัน ไม่ใช่ต่างคนต่างแก้ อาจแก้ภาพรวมไม่ได้เครื่องมือที่ช่วยให้รู้ว่าปัญหาเกี่ยวข้องกับหรือไม่

6. แผนภูมิควบคุม (Control Chart) คือ แผนภูมิควบคุมเป็นแผนภูมิที่ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการผลิต ติดตามการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตได้อย่างรวดเร็วและปรับปรุงกระบวนการผลิตให้กลับเข้าสู่สภาพปกติ โดยลักษณะของแผนภูมิจะเป็นกราฟโดยมีแกนตั้งเป็นคุณลักษณะของข้อมูลที่ควบคุมและแกนนอนเป็นเวลาหรือตัวอย่างของข้อมูลที่เก็บมาตามลำดับ

7. กราฟ (Graph) คือ แผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติที่ใช้ เมื่อต้องการนำเสนอข้อมูลและวิเคราะห์ผลของข้อมูลดังกล่าว เพื่อทำให้ง่ายและรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจการนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟและแผนภูมิ (Graph & Chart) ถูกใช้กันโดยทั่วไปในการนำเสนอข้อมูลกับผู้อ่าน ผู้ฟัง เนื่องจากเป็นทางเลือกที่ดีในการสื่อข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว และง่ายกว่าการใช้ตาราง ผู้อ่าน ผู้ฟังสามารถเข้าใจ และจดจำข้อมูลได้เป็นอย่างดี

8. Why Why Analysis เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันมาก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อทราบต้นตอหรือรากเหง้าที่แท้จริงและที่สำคัญคือเพื่อนำไปสู่การแก้ไขและป้องกันการเกิดซ้ำ ซึ่งปัจจัยที่อยู่หลังสุดจะต้องเป็นปัจจัยที่สามารถเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพ (เป็นมาตรการป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำอีก) ให้ตรวจสอบดูว่าปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ก่อนหน้านั้นได้มีการหยิบยกขึ้นมาครบถ้วนหรือไม่ โดยพิจารณาย้อนกลับว่าถ้าปัจจัยนั้นไม่เกิดขึ้นแล้ว เหตุการณ์ก่อนหน้านั้นจะเกิดขึ้นหรือไม่ ดังนั้นควรให้หลีกเลี่ยงการค้นหาสาเหตุที่มาจากสภาพจิตใจของพนักงานพยายามวิเคราะห์ไปทางด้านเครื่องจักร อุปกรณ์หรือวิธีการทำงาน ระบบการจัดการ (โสภณ เกิดสมบัติ และคณะ, 2560)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรเทพ ตริวิจิตร และคณะ (2564) ศึกษาเกี่ยวกับการลดความสูญเสียจากกระบวนการผลิตยางนอกรถยนต์ ไม่ให้เกินร้อยละ 2 และเพื่อจัดทำมาตรฐานการทำงานที่ถูกต้อง จากการศึกษาข้อมูลโดยการใช้แผนตรวจสอบปัญหาของเสียแต่ละประเภทจากหน่วยงานผลิต จึงนำข้อมูลมาแจกแจงแบบแผนภูมิพาเรโตในการจัดเรียงลำดับความสำคัญของปัญหา เลือกหัวข้อปัญหาที่พบของเสียมากที่สุดได้แก่ ยางเอียง ซึ่งจากข้อมูลก่อนการปรับปรุงระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม 2563 ปริมาณการผลิต 147,669 เส้น ตรวจพบของเสียประเภทยางเอียง 4,595 เส้น คิดเป็นร้อยละ 3.11 จากนั้นจึงวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาด้วยผังก้างปลา, และWhy Why Analysis พบว่าปัญหายางเอียงเกิดจากวัตถุดิบหรือยาง Green Tire เกิดการเสีรูบ เนื่องจากถาดที่รองรับยางเป็นพลาสติกไม่แข็งแรงจับยึดไม่แน่นและเกิดความเสียหายได้ง่าย ซึ่งแก้ไขโดยจัดทำถาดใส่ยาง Green Tire ให้มีความแข็งแรงมากขึ้น ผลการดำเนินงานหลังการปรับปรุงมีปริมาณการผลิตระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2563 จำนวน 148,753 เส้น พบของเสียประเภทยางเอียงเกิดขึ้นเพียง 2,448 เส้น คิดเป็นร้อยละ

1.64 เป็นไปตามข้อกำหนดของบริษัท ซึ่งมีต้นทุนต่อหน่วย 1,726 บาท สามารถลดค่าใช้จ่าย คิดเป็นเงิน 3,705,722 บาท

วิธีการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาการทำงานของกระบวนการเครื่องฉีดพลาสติก ดังนี้

1. ขั้นตอนแม่พิมพ์เคลื่อนที่เข้าปิด โดยจะมีพารามิเตอร์ คือความดัน ความเร็ว และระยะทางในการเคลื่อนที่ปิดเข้าหากันของแม่พิมพ์ ซึ่งส่วนมากจะแบ่งออกได้เป็น 5 ช่วงด้วยกัน คือช่วงแรกเป็นช่วงที่แม่พิมพ์ด้านเคลื่อนที่เริ่มเคลื่อนที่เข้าไปหาแม่พิมพ์ด้านอยู่กับที่ โดยใช้ความเร็วที่ช้าเป็นระยะทางสั้น ๆ ช่วงที่สองเป็นช่วงแม่พิมพ์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่สูงขึ้นเป็นระยะทางยาวๆช่วงที่สามเป็นช่วงที่แม่พิมพ์กำลังลดความเร็วลงในระยะทางที่เหลือไม่มากนัก ช่วงที่สี่เป็นช่วง ป้องกันแม่พิมพ์เกิดความเสียหายก่อนที่แม่พิมพ์จะปิดสนิท และช่วงที่ห้าเป็นช่วงที่แม่พิมพ์ปิดสนิทหรือเรียกว่า ช่วงปิดล็อกแม่พิมพ์ ด้วยความดันหรือแรงที่สูงมาก

2. ขั้นตอนชุดฉีดหรือหัวฉีดเคลื่อนที่เข้าชนและแนบกับแม่พิมพ์ โดยจะมีพารามิเตอร์ คือความดัน (แรง) และความเร็ว

3. ขั้นตอนสกรูเคลื่อนที่ตามแนวแกน เพื่อขับดันพลาสติกเหลวเข้าไปในแม่พิมพ์เพิ่มเติมหลังจากที่พลาสติกเหลวเต็มในแม่พิมพ์แล้ว ทั้งนี้เพื่อยังรักษาความดันให้ พลาสติกในแม่พิมพ์มีความหนาแน่นตามที่ต้องการที่เรียกว่า ช่วงการย่ำ (Holding Phase) ชิ้นงานจะได้มีขนาดที่เที่ยงตรง มีความแข็งแรง โดยจะประกอบไปด้วยพารามิเตอร์หลัก ๆ คือความดัน เวลาและความเร็ว

4. ขั้นตอนการหล่อเย็นพลาสติกที่อยู่ในแม่พิมพ์ เป็นการทำให้พลาสติกแข็งตัวตามรูปแบบของแม่พิมพ์ ตามระยะเวลาที่ตั้งค่าไว้

5. ขั้นตอนแม่พิมพ์เคลื่อนที่เปิดเมื่อเวลาในการหล่อเย็น นั้นหมดลงแล้ว โดยจะมีพารามิเตอร์คือ ความดัน (แรง) ความเร็ว และระยะทาง ความเร็วและระยะทางในการเปิดแม่พิมพ์ส่วนมากจะมีอยู่ 3 ความเร็ว 3 ระยะทางด้วยกัน โดยความเร็วแรกเป็นช่วงที่แม่พิมพ์เริ่มเคลื่อนที่แยกออกจากกัน ควรใช้ความเร็วที่ช้า ๆ และเป็นระยะทางสั้น ๆ ให้ชิ้นงานฉีดสามารถขยับตัวเคลื่อนที่ออกจากแม่พิมพ์ด้านอยู่กับที่ และติดออกมากับแม่พิมพ์ด้านเคลื่อนที่ได้หลังจากนั้นจึงใช้ความเร็วจังหวะที่สองให้เร็วขึ้น และเป็นระยะทางที่ยาวขึ้นด้วยความเร็วในช่วงที่สามซึ่งเป็นช่วงสุดท้ายก่อนจะถึงตำแหน่งที่แม่พิมพ์เปิดมากที่สุด ควรใช้ความเร็วที่ช้าลง และระยะทางสั้น ๆ เพื่อให้แม่พิมพ์สามารถหยุดได้ตรงตามตำแหน่งโดยไม่เกิดการสั่นสะเทือน ส่วนระยะในการเปิดแม่พิมพ์ก็ไม่ควรตั้งกว้างมากเกินไป แคพอให้ชิ้นงานไม่ติดค้างอยู่ที่หน้าแม่พิมพ์หลังจากทำการกระทุ้งแล้ว หรือสามารถใช้มือ หรือแขนกลจับออกมาได้ก็เพียงพอแล้ว

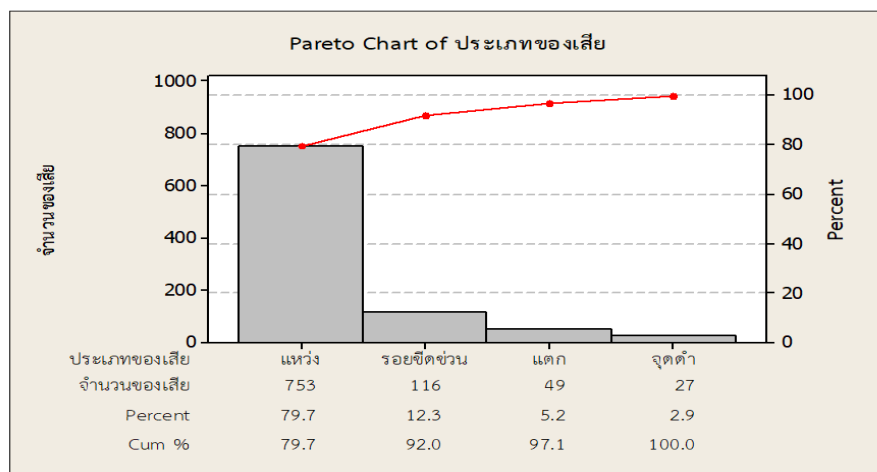
6. ขั้นตอนการกระทำทั้งชิ้นงานให้หลุดออกจากแม่พิมพ์ โดยจะมีพารามิเตอร์ของความเร็ว ความดัน ระยะทาง และจำนวนครั้งในการกระทำ

ศึกษาและวิเคราะห์หาทางแก้ไข

ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม ปี 2564 ปริมาณการผลิต 9,209 ชิ้น ตรวจพบของเสียทั้งหมด 753 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 8.18

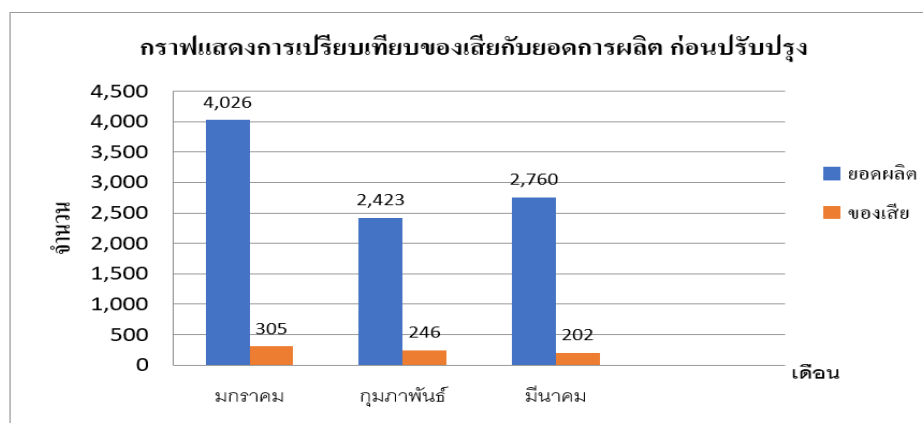
1. ชิ้นงานเสียที่เกิดจากกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกชิ้นส่วนยานยนต์

จากปัญหาชิ้นงานเสียทาง Inspector ได้ตรวจพบปัญหา คือ การฉีดขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์ไม่สมบูรณ์ โดยได้นำข้อมูลมาจัดทำเป็นกราฟ ดังนี้



ภาพที่ 1 สาเหตุและปริมาณการฉีดขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์เสีย

จากภาพที่ 1 แสดงปัญหาสาเหตุการฉีดขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์เสีย 4 ลำดับ ได้แก่ ชิ้นงานแหว่ง, รอยขีดข่วน, จุดดำ, แตก โดยสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียมากถึง 80% ตามกฎ Pareto คือ ชิ้นงานแหว่ง มีจำนวนของเสีย 753 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 79.7 ผู้วิจัยและผู้บริหารจึงเลือกปัญหาชิ้นงานแหว่งเป็นอันดับแรก



ภาพที่ 2 ยอดการผลิตและจำนวนของเสียระหว่างเดือนมกราคม ถึงมีนาคม

จากภาพที่ 2 ข้อมูลลักษณะของเสียจากหน่วยงานผลิตฉีดพลาสติกขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์ ผลก่อนปรับปรุงระหว่างเดือนมกราคม ถึงมีนาคม 2564 จำนวนการผลิตทั้งสิ้น 9,209 ชิ้น ตรวจสอบพบของเสียลักษณะชิ้นงานแหง่ จำนวนของเสียที่ตรวจพบในแต่ละเดือน ได้แก่ เดือนมกราคม จำนวน 305 ชิ้น, กุมภาพันธ์ จำนวน 246 ชิ้น, มีนาคม จำนวน 202 ชิ้น, รวมทั้งสิ้น จำนวน 753 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 8.18



ภาพที่ 3 ของเสียลักษณะชิ้นงานแหง่

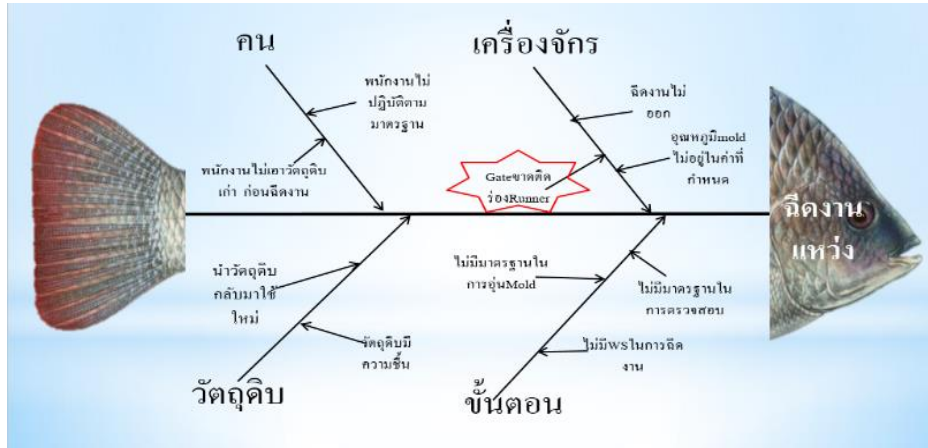
ศึกษากระบวนการฉีดขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์ที่มาของปัญหา

ขั้นตอนและกระบวนการฉีดขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์

1. แม่พิมพ์เคลื่อนที่เข้าปิด โดยจะมีพารามิเตอร์ คือความดัน ความเร็ว และระยะทางในการเคลื่อนที่ปิดเข้าหากันของแม่พิมพ์
2. ชุดฉีดหรือหัวฉีดเคลื่อนที่เข้าชนและแนบกับแม่พิมพ์ โดยจะมีพารามิเตอร์ คือความดัน (แรง) และความเร็ว
3. สกรูเคลื่อนที่ตามแนวแกน เพื่อขันดันพลาสติกเหลวเข้าไปในแม่พิมพ์เพิ่มเติมหลังจากที่พลาสติกเหลวเต็มแม่พิมพ์เพื่อรักษาความดันให้พลาสติกในแม่พิมพ์มีความหนาแน่นตามมาตรฐาน เรียกว่า ช่วงการย้ำ (Holding Phase) ชิ้นงานที่ได้มีขนาดตามมาตรฐาน มีความแข็งแรง โดยพารามิเตอร์หลัก ได้แก่ ความดัน เวลา และความเร็ว
4. การหล่อเย็นพลาสติกในแม่พิมพ์ เป็นการทำให้พลาสติกแข็งตัวตามรูปแบบของแม่พิมพ์ ด้วยระยะเวลาที่กำหนดการตั้งค่าไว้
5. แม่พิมพ์เคลื่อนที่เปิดเมื่อเวลาในการหล่อเย็นเสร็จสิ้น โดยจะมีพารามิเตอร์ ได้แก่ ความดัน (แรง) ความเร็ว และระยะทาง เพื่อให้แม่พิมพ์สามารถหยุดได้ตรงตามตำแหน่งโดยไม่เกิดการสั่นสะเทือน ส่วนการเปิดแม่พิมพ์ก็ไม่ควรตั้งค่ากว้างมากเกินไป

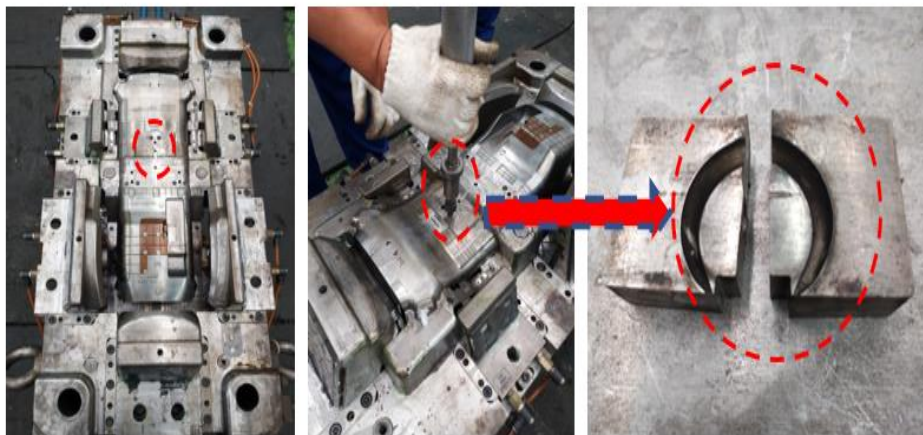
จากการศึกษาปัญหากระบวนการทำงานขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

ผู้วิจัยได้ร่วมกับหัวหน้างานและพนักงานหน่วยงานผลิตฉีดขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์ เพื่อหาสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนภาพกังปลา ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังกังปลา

1) สาเหตุจาก Runner Gate มีคราบเขม่า คราบแก๊สติดสะสมจำนวนมาก จึงส่งผลให้ผิวร่อง Runner Gate เป็นรอยขำรุต และการฉีดพลาสติกขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน



ภาพที่ 5 Runner Gate มีคราบเขม่า คราบแก๊สติดสะสมและผิวร่องเป็นรอยขำรุต

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาด้วย Why Why Analysis

สาเหตุ	Why1	Why2	Why3	การแก้ไข
Gate ขาดติด Runner	อุณหภูมิ Mold ไม่ได้ตาม STD (อุณหภูมิหน้า 35 องศา)	ไม่ได้อุ่น mold ก่อนขึ้นฉีด (ใช้ Mold Temp)	ไม่ได้ปฏิบัติตาม WI	ใช้กฎระเบียบของบริษัทมาบังคับใช้กับพนักงานให้ปฏิบัติตาม WI
	ความชื้นของวัตถุดิบไม่ได้ตามมาตรฐาน	PD ไม่อบวัตถุดิบก่อนนำไปใช้		ต้องอบวัตถุดิบก่อนนำไปใช้ทุกครั้งตาม WI
	PD จิตงาน Shot Short	วัตถุดิบเข้าในแม่พิมพ์น้อย	PD ไม่ได้เปลี่ยนค่ามาตรฐานของ โมลด์	ต้องทำการตรวจสอบค่ามาตรฐานของเครื่องฉีดกับโมลด์ให้ตรงกันทุกครั้ง
	วัตถุดิบปะสานตัวกันได้ไม่ดี	PD ไม่ได้ใส่วัตถุดิบของเก่าออกจาก โมลด์		ทำการตรวจหน้าก่อนฉีดทุกครั้งตาม WI
	Runner gate เป็น Undercut	การไหลของวัตถุดิบไหลไม่สะดวก	อุณหภูมิหน้าโมลด์ไม่อยู่ในค่าที่กำหนด	ต้องทำการตรวจสอบค่าอุณหภูมิของเครื่องฉีดกับโมลด์ทุกครั้งตาม WI
	Runner gate เป็น Undercut	ร่องทิว Runner gate ไม่เรียบ	ร่อง Runner gate เป็นรอย	เพิ่มการตรวจสอบของ PM และทำการตรวจทุกครั้ง

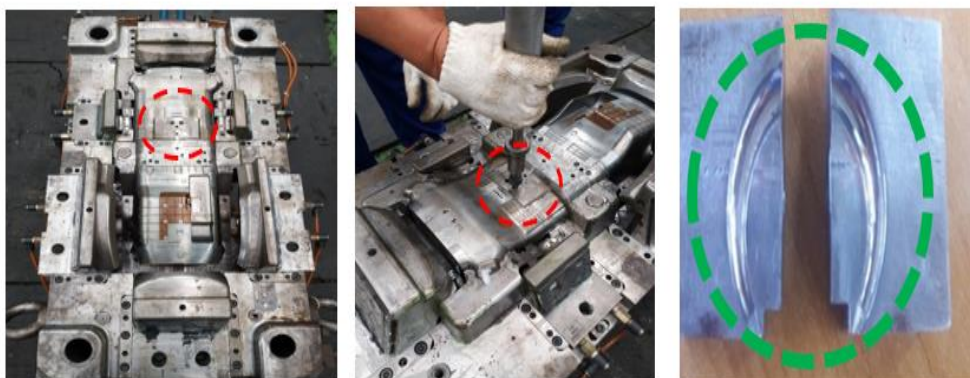
การดำเนินการแก้ไข

ผู้วิจัย หัวหน้างาน และพนักงานหน่วยงานผลิตฉีดพลาสติกขึ้นรูปขึ้นส่วนยานยนต์ จึงได้ระดมสมองในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน ดังนี้

1. Runner Gate มีคราบเขม่าติดสะสมจำนวนมาก จึงส่งผลให้ผิวร่อง Runner Gate เป็นรอยขรุขระทำให้ชิ้นงานเสีย โดยฝ่ายวางแผน ฝ่ายผลิต และฝ่ายซ่อมบำรุง จะต้องกำหนดแผนการผลิตร่วมกัน เพื่อหยุดเครื่องจักรตามแผนการบำรุงรักษา และการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกขึ้นรูปขึ้นส่วนยานยนต์ ซึ่งจะส่งผลดีต่อคุณภาพชิ้นงาน ประสิทธิภาพการทำงาน และยืดอายุการทำงาน of เครื่องจักร

2. พนักงานและช่างเทคนิคจะต้องตรวจสอบ Runner Gate เมื่อครบ 35,000 Shot หรือการใช้งาน 4 เดือนครั้ง โดยจะกำหนดด้วยวิธีแบบใดก็ได้ตามความเหมาะสม

3. กำหนดมาตรฐานในการตรวจสอบ Runner Gate ใน History การทำงาน



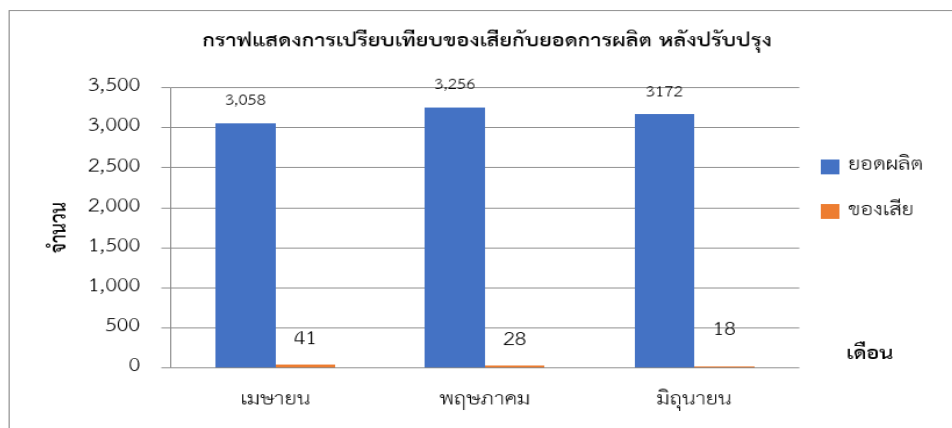
ภาพที่ 6 แกะไขร่อง Runner Gate



ภาพที่ 7 การตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานหลังการแก้ไข Runner Gate โดยฝ่ายประกันคุณภาพ

ผลการวิจัย

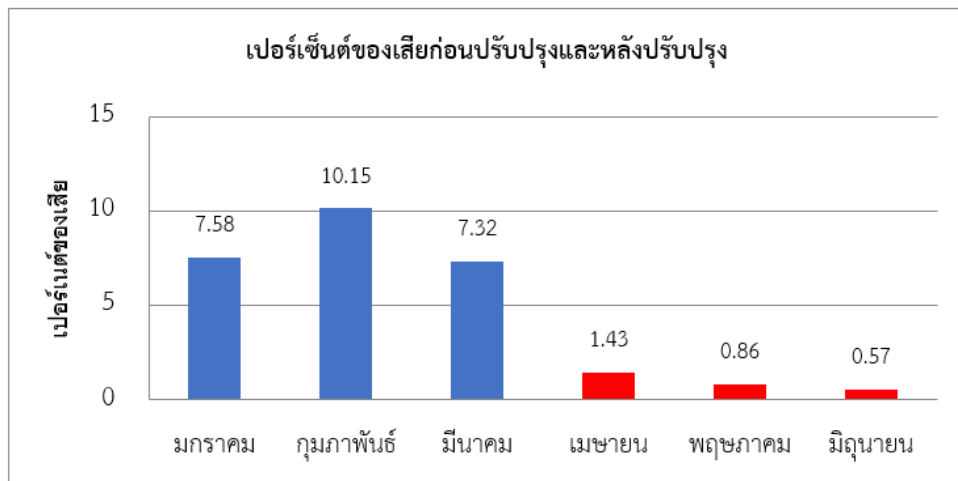
การปรับปรุงแก้ไขปัญหาของเสียลักษณะชิ้นงานแหง่ง สามารถแสดงผลการทดลองหลังปรับปรุง ดังนี้



ภาพที่ 8 ยอดการผลิตและจำนวนของเสียระหว่างเดือนเมษายน ถึงมิถุนายน

จากภาพที่ 8 ข้อมูลลักษณะของเสียจากหน่วยงานผลิตฉีดพลาสติกชิ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์ ผลหลังการปรับปรุงระหว่างเดือนเมษายน ถึงมิถุนายน 2564 จำนวนการผลิตทั้งสิ้น 9,486 ชิ้น ตรวจสอบพบของเสียชิ้นงานแหง่ง จำนวนของเสียที่ตรวจพบในแต่ละเดือน ได้แก่ เดือนเมษายน 41 ชิ้น, พฤษภาคม จำนวน 28 ชิ้น, มิถุนายน จำนวน 18 ชิ้น, รวมทั้งสิ้น จำนวน 87 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.92

ดังนั้นการปรับปรุงแก้ไขปัญหาของเสียลักษณะชิ้นงานแหง่ง สามารถเปรียบเทียบผลการทดลองก่อนและหลัง ดังนี้



ภาพที่ 9 การเปรียบเทียบผลก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

จากภาพที่ 9 ข้อมูลลักษณะของเสียจากหน่วยงานผลิตฉีดพลาสติกขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์ ผลก่อนปรับปรุงระหว่างเดือนมกราคม ถึงมีนาคม 2564 จำนวนการผลิตทั้งสิ้น 9,209 ชิ้น ตรวจสอบพบของเสียลักษณะชิ้นงานแหง่ จำนวนของเสียที่ตรวจพบในแต่ละเดือน ได้แก่ เดือนมกราคม จำนวน 305 ชิ้น, กุมภาพันธ์ จำนวน 246 ชิ้น, มีนาคม จำนวน 202 ชิ้น, รวมทั้งสิ้น จำนวน 753 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 8.18 และผลหลังการปรับปรุงระหว่างเดือนเมษายน ถึงมิถุนายน 2564 จำนวนการผลิตทั้งสิ้น 9,486 ชิ้น ตรวจสอบพบของเสียชิ้นงานแหง่ จำนวนของเสียที่ตรวจพบในแต่ละเดือน ได้แก่ เดือนเมษายน 41 ชิ้น, พฤษภาคม จำนวน 28 ชิ้น, มิถุนายน จำนวน 18 ชิ้น, รวมทั้งสิ้น จำนวน 87 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.92 ซึ่งจำนวนของเสียลดลงร้อยละ 91.34

สรุปผลการวิจัย

ข้อมูลลักษณะของเสียจากหน่วยงานผลิตฉีดพลาสติกขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์ ผลก่อนปรับปรุงระหว่างเดือนมกราคม ถึงมีนาคม 2564 จำนวนการผลิตทั้งสิ้น 9,209 ชิ้น ตรวจสอบพบของเสียลักษณะชิ้นงานแหง่ จำนวนของเสียที่ตรวจพบ รวมทั้งสิ้น จำนวน 753 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 8.18 และผลหลังการปรับปรุงระหว่างเดือนเมษายน ถึงมิถุนายน 2564 จำนวนการผลิตทั้งสิ้น 9,486 ชิ้น ตรวจสอบพบของเสียลักษณะชิ้นงานแหง่ จำนวนของเสียที่ตรวจพบรวมทั้งสิ้น จำนวน 87 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.92 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตฉีดพลาสติกขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์ ไม่เกินร้อยละ 3

สรุปผลก่อนและหลังการปรับปรุงด้านต้นทุนของเสีย การผลิตฉีดพลาสติกขึ้นรูปชิ้นส่วน ยานยนต์ จากหน่วยงานผลิต ซึ่งต้นทุนของเสียชิ้นละ 439 บาท ข้อมูลระหว่างเดือนมกราคม ถึง มีนาคม 2564 ตรวจพบของเสียที่เกิดขึ้น 753 ชิ้น คิดเป็นต้นทุนของเสีย 330,567 บาท และหลังจากมีการ

ปรับปรุงระหว่างเดือนเมษายน ถึงมิถุนายน 2564 โดยตรวจพบของเสียที่เกิดขึ้นเพียง 87 ชิ้น คิดเป็นต้นทุนของเสีย 38,193 บาท โดยสามารถลดต้นทุนของเสียได้ 292,374 บาท

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. บริษัทควรกำหนดแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร แม่พิมพ์ และอุปกรณ์ให้มีความพร้อมใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อไม่เป็นต้นเหตุของการเกิดของเสีย
2. ฝ่ายบริหารและทุกหน่วยงานของบริษัทควรส่งเสริมพนักงานด้านกิจกรรมการควบคุมคุณภาพหรือกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อนำมาพัฒนาเป้าหมายขององค์กร

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ผู้ที่สนใจศึกษาสามารถนำผลการวิจัยไปพัฒนากระบวนการทำงานหรืออุตสาหกรรมอื่น ๆ
2. ผู้สนใจศึกษาสามารถศึกษาในเชิงเปรียบเทียบผลการวิจัยในแต่ละอุตสาหกรรม

เอกสารอ้างอิง

- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2551). **หลักการการควบคุมคุณภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ชัยรัตน์ แก้วดวง และ วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. (2549). **แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุน.
- ชนกฤษ ชุ่นแข็ง. (2557). **การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก กรณีศึกษา: ของเสียประเภทจุดดำ**. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- มงคล กิตติญาณขจร. (2018). **การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการคัดเลือกโครงการปรับปรุงคุณภาพเพื่อลดของเสีย: กรณีศึกษากระบวนการผลิตถังบรรจุอากาศ**. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี**. 16(2). 71-83.
- วรเทพ ตริวิจิตร และ ชาคริต ศรีทอง. (2562). **การลดของเสียชิ้นส่วนยานยนต์ S801-13-810W กรณีศึกษา**. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2562. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรเทพ ตริวิจิตร และคณะ (2564). **การลดความสูญเสียจากกระบวนการผลิตยางนอกรถยนต์: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตยางรถยนต์**. การประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ เบญจมิตรวิชาการ ครั้งที่ 11.

วรเทพ ตรีวิจิตร. (2561). การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ 96-6002 ด้วยกิจกรรม
คิวซีซี กรณีศึกษาโรงงานตัวอย่าง. การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม
ประจำปี พ.ศ.2561, IE Network, โรงแรมสุนีย์ จังหวัดอุบลราชธานี, 136 – 141.

โสภณ เกิดสมบัติ และคณะ. (2560). การวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุและแนวทางการลดต้นทุนใน
กระบวนการบรรจุน้ำดื่ม โดยการประยุกต์ใช้แนวคิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง KAIZEN.
ปริญญานิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เทพสตรี.

การลดต้นทุนน้ำยาเคลือบผิวในกระบวนการเคลือบผิวคอยล์เย็น

The Reduction of the Chemical Coating Cost of The Evaporator Coating Process

สมจินต์ อักษรธรรม¹

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธนบุรี,

E-mail: somjin1@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนในกระบวนการเคลือบผิวคอยล์เย็น หรือ เครื่องทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศในรถยนต์ งานวิจัยนี้ใช้ทฤษฎีการศึกษาวิเคราะห์รูปแบบของปัญหาและผลกระทบ (FMEA) ในการเลือกหัวข้อ ซึ่งพบว่าปัญหาการทิ้งน้ำยาเคลือบผิวเป็นปัญหาที่มีน้ำหนักมากที่สุดและต้องปรับปรุงเร่งด่วน จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้แผนภูมิแก๊งปลา และทฤษฎี ทำไม ทำไม จากการวิเคราะห์พบว่าสาเหตุเกิดจากเครื่องจักรไม่มีอุปกรณ์รองรับน้ำยาทำให้น้ำยาเคลือบเกิดการปนเปื้อนจากระเบียง จึงไม่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ซึ่งจากการวิเคราะห์แนวทางปรับปรุงแก้ไขคือ การปรับปรุงเครื่องจักรใหม่ ให้มีระยะห่างจากตำแหน่งเดิม เพื่อให้สามารถแทรกอุปกรณ์รองรับน้ำยาสำหรับป้องกันไม่ให้น้ำยาปนเปื้อนจากระเบียงและน้ำมันจากเครื่องจักร เพื่อที่จะได้นำน้ำยาเคลือบผิวกลับมาใช้ซ้ำในกระบวนการแทนการทิ้งน้ำยา ก่อนการปรับปรุงมีปริมาณน้ำยาทิ้งที่ 105 กิโลกรัมต่อเดือน หลังจากกาปรับปรุงพบว่า สามารถลดปริมาณการทิ้งน้ำยา 0 กิโลกรัม โดยคติน้ำยาที่ 1 กิโลกรัมละ 642.50 บาทนั้นคือสามารถประหยัดต้นทุนในกระบวนการเคลือบผิวตัวทำความเย็นได้เดือนละ 67,462.50 บาทต่อเดือนหรือ 809,544 บาทต่อปี

คำสำคัญ: คอยล์เย็น เคลือบผิว เครื่องปรับอากาศ

Abstract

This research aims to reduce the evaporator coating process cost of the evaporator or air conditioner. The researchers utilize the failure mode and effect analysis method. It is found that the scraping of coating solution results to the highest cost. After that, researchers analyze the causes of coating solution scraping problems using fishbone diagram and Why-Why analysis to determine the cause of coating solution scraping problems. It reveals as after applying the coating solution to

the part surface, some of the solution will drop from part surface to the conveyor and machine basement. Thus, the coating solution contaminated with grease and oil cannot be reused in the process. By cause analysis it was found that machine does not have a support tray for chemical coating. The analysis of the improvement is designed by modifying machine distance from the original position and establishing area added to the tray. This will protect oil contamination form machine and return the chemical to process coating, instead of scrap. Before the improvement, the amount of scrap chemical was 105 kg per month. The new findings indicated that the amount of scrap chemical was reduced to 0 kg. at the cost of 642.50 baht per kg. The Saved cost was 67,462.50 bath/month or 816,092 bath/year.

Keywords: evaporator, coating, air conditioner

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บริษัททรนศึกษา เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจประเภท ขายส่งและผู้ผลิตชิ้นส่วนและอะไหล่รถยนต์ได้แก่ CPM และผลิตภัณฑ์ตกแต่งระบบปรับแต่งอากาศคอมเพรสเซอร์ระบบระบายความร้อนระบบกรองไอเสียโดยบริษัทมีวิสัยทัศน์มุ่งมั่นพัฒนา เพื่อให้ เป็นที่รู้จักทั้งในและต่างประเทศเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในระดับสากลโดยมุ่งมั่นสู่การเป็นผู้นำระดับสากลด้านนวัตกรรมและสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่ดีเลิศบริษัททรนศึกษา มีกำหนดการทำการกิจกรรมเป็น 3 ระยะคือการปรับปรุงการบริหารวัตถุดิบ (Material Flow) การปรับปรุงการบริหารกระบวนการ (Job Flow) และการปรับปรุงการบริหารต้นทุน(Expense Flow) จากการศึกษากระบวนการผลิตของบริษัท พบว่าในกระบวนการเคลือบผิว คอยล์เย็น (Evaporator) มีการใช้น้ำยาในแต่ละเดือนเปลี่ยนไปตามยอดการผลิต เฉลี่ยแล้วงาน 1 core ใช้น้ำยาเคลือบผิวเท่ากับ 27.8 g/Core และ เฉลี่ยปริมาณน้ำยาที่ทิ้งมากถึง 10,500 กรัม หรือ 105 กิโลกรัม ต่อเดือน ซึ่งปริมาณน้ำยา 10,500 กรัม สามารถเคลือบผิวชิ้นงานมากกว่า 377 ชิ้น และต้นทุนน้ำยาเคลือบผิวจำนวน 105 กิโลกรัม เท่ากับ 67,462.50 บาท นั้นหมายถึงบริษัทฯ ต้องเสียต้นทุนการผลิตมากถึง 809,544 บาท ต่อปี ซึ่งความสูญเปล่าดังกล่าวคือต้นทุนที่ไม่ก่อผลประโยชน์แก่บริษัทฯ และไม่สอดคล้องกับนโยบายบริษัทฯ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะลดต้นทุนน้ำยาเคลือบผิวในกระบวนการเคลือบผิวคอยล์เย็นเพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายของบริษัทดังกล่าวข้างต้น

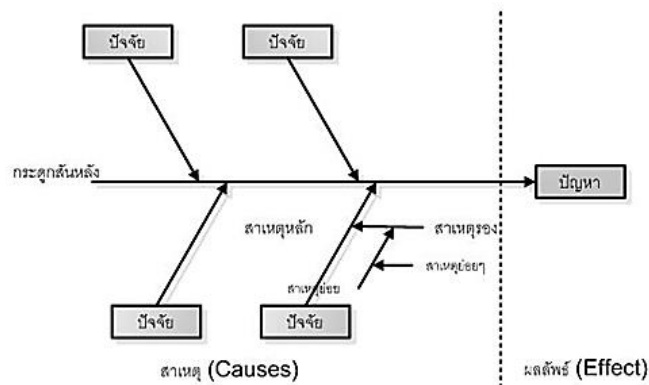
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อลดต้นทุนในกระบวนการเคลือบผิวคอล์ยเย็น

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผังแสดงเหตุและผลหรือผังก้างปลา (Fishbone Diagram)

ผังก้างปลาหรือผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram หรือ Fish Bone หรือ Leaf Diagram) แผนภาพที่แสดงเหตุถึงปัญหาและสาเหตุของปัญหาต้องอาศัยการระดมสมองและช่วยกันคิด แก้ปัญหาจากแผนภูมิพาเรโตแล้วก็นำปัญหานั้นมาแจกแจงหาสาเหตุของปัญหาเป็น 4 ประการคือ คน เครื่องจักร วิธีการ วัตถุดิบตัวอย่างดังภาพที่ 1 (สมจินต์ อักษรธรรม, 2560)



ภาพที่ 1 ตัวอย่างผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)

การวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุของปัญหา (Why-Why Analysis) (ณัฐพงษ์

คงประเสริฐ, 2562)

การวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาโดยหากเราสามารถค้นพบสาเหตุและกำจัดได้แล้ว ปัญหาเดิมจะไม่เกิดขึ้น หากปัญหาเดิมเกิดขึ้นแสดงว่าการวิเคราะห์ของเรานั้นมาผิดทาง หรือบางสาเหตุตกหล่นไปจะต้องทำการวิเคราะห์ใหม่ เครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือ ที่มีประสิทธิภาพภาพสูง หากผู้ทำการวิเคราะห์ มีความเข้าใจ ละมีความชำนาญในงานที่ตนทำ การเขียน Why-Why Analysis จะมีโครงสร้างเหมือนกันคือ ซ้ำยสุดจะเป็นปรากฏการณ์ หรือส่วนแสดงปัญหาที่จะต้องทำการแก้ไข จากนั้นจะเริ่มถาม “ทำไม” จนกว่าจะพบสาเหตุรากเหง้าของปัญหา ดังภาพที่ 2

	ทำไม 1	ทำไม 2	ทำไม 3	ทำไม 4	ทำไม 5	มาตรการได้ตอบ
ปรากฏการณ์	สาเหตุ	สาเหตุ	สาเหตุ	สาเหตุ	สาเหตุ	มาตรการ
		สาเหตุ	สาเหตุ	สาเหตุ	สาเหตุ	มาตรการ
		สาเหตุ	สาเหตุ	สาเหตุ	NG	มาตรการ
			สาเหตุ	NG		

ภาพที่ 2 ตัวอย่างการใช้ ทฤษฎี ทำไม ทำไม

การวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) (Kapil Dev Sharma and Shobhit Srivastava, 2561)

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis) เป็นเทคนิคสำหรับการเพิ่มความไว้วางใจแก่ผลิตภัณฑ์ ลดอัตราข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ในระยะเริ่มแรกและระยะการใช้งานปกติ จะเน้นที่การคาดการณ์ปัญหาโดยวิธีการวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการคือจะทำกรวิเคราะห์หน้าที่ (Function) ของกระบวนการในทุกขั้นตอนเพื่อพิจารณาว่ากระบวนการมีหน้าที่ที่ประการใดแล้วจึงคาดการณ์ถึงปัญหา หรือลักษณะข้อบกพร่อง (Failure Mode) ซึ่งหมายถึงความไม่สอดคล้องกับหน้าที่ของกระบวนการที่กำหนดไว้สูตรที่ใช้การวิเคราะห์ สามารถเขียนได้ดังนี้

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

เมื่อ

S คือความรุนแรงผลกระทบที่เกิดความล้มเหลว (Severity)

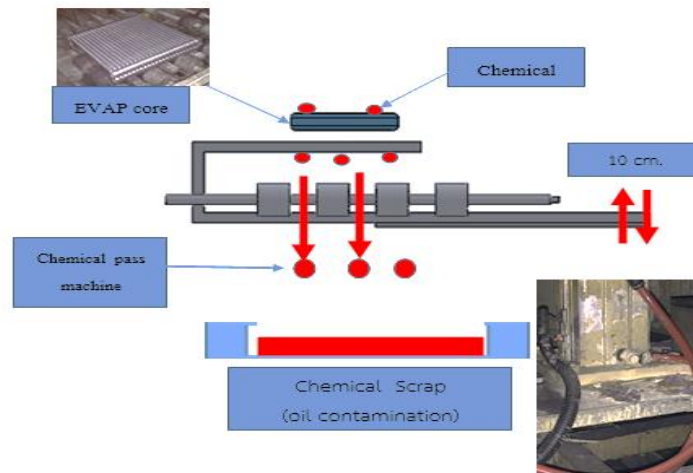
O คือโอกาสที่จะเกิดขึ้นจากสาเหตุบ่อยครั้ง (Occurrence)

D คือความสามารถตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลว (Detection)

วิธีการวิจัย

การศึกษวิเคราะห์สภาพปัญหาที่ทำให้เกิดต้นทุนในกระบวนการเคลือบผิวคอยล์เย็นซึ่งปัญหาที่พบมีด้วยกัน 3 ปัจจัยหลัก คือ การทิ้งน้ำยาเคลือบผิว ปัญหาทางเป็นตะกอนน้ำยา ปัญหาชิ้นงานสีผิดปกติกหลังการเคลือบผิว

1. การทิ้งน้ำยาเคลือบผิวคอยล์เย็น (Scrap Chemical EVAP) จากการศึกษากระบวนการเคลือบผิวคอยล์เย็นพบว่า สาเหตุหลัก ที่ต้องทิ้งน้ำยาเคลือบผิวคือ น้ำยาที่ปนเปื้อนน้ำมันและจาระบี เนื่องจากหลังผ่านการเคลือบ ชิ้นงานจะไหลตามสายพานคอนเวเยอร์ (Conveyor) เพื่อไปเป่าลมให้ชิ้นงานแห้ง (Chemical Air Blow) ก่อนเข้าตู้อบ (Dry Oven) พบว่าสารเคลือบผิวที่เคลือบบนชิ้นงานหยดลงไปยังคอนเวเยอร์ผ่านชิ้นส่วนเครื่องจักรลงไปยังถาดรองน้ำยาที่อยู่ใต้เครื่องจักร พนักงานต้องทำความสะอาดเครื่องจักร และทำการดูดซึ้ยาง(น้ำยาที่ปนเปื้อนน้ำมันและจาระบี) 1 ครั้งต่อวัน โดยทำการดึงถาดน้ำยาออกจากด้านล่างเครื่องจักร จากนั้นนำปั้มดูดเล็กมาทำการดูดลงเหยือกกรองซึ้น้ำยา และนำซึ้น้ำยาในเหยือกกรองซึ้น้ำยามาเทเก็บที่ถังรอทำลายต่อไป



ภาพที่ 3 น้ำยาเคลือบผลิตภัณฑ์หยดจาก EVAP ลงไปยังคอนเวเยอร์และพื้น

2. ปัญหาทางงานเป็นตะกอนน้ำยาหรือคราบน้ำยาสาเหตุที่งานเป็นตะกอนน้ำยา มีหลายปัจจัยมาเกี่ยวข้อง

1) เกิดจากการไหลของน้ำยา ในขั้นตอนของการ Coating EVAP ซึ่งหากลักษณะการไหลของ น้ำยาเป็นแบบแตกสาย อาจเป็นส่วนทำให้การเคลือบผิวชิ้นงานไม่เต็ม ส่งผลให้เกิดการแตกตัวของน้ำยา

2) เกิดจากอุณหภูมิ หรือ Chiller ไม่ทำงาน ถ้าน้ำยามีอุณหภูมิสูง จะทำให้น้ำยามีความเข้มข้นมากเกินไป และส่งผลทำให้การเกาะที่ผิวชิ้นงานเกิดเป็นก้อน

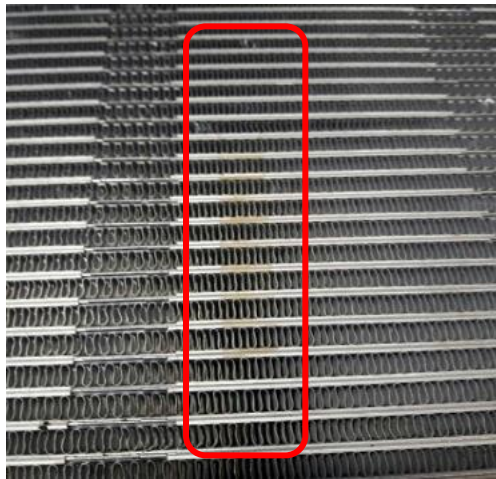


ภาพที่ 4 งานเป็นตะกอนน้ำยา

3. ปัญหาชิ้นงานสีผิดปกติหลังการเคลือบผิวหรืองานเป็นคราบเหลือง

1) เกิดจากอุณหภูมิของตู้อบ (Dry Oven) ถ้าหากอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้การอบชิ้นงานหลังการเคลือบผิวไม่แห้งส่งผลทำให้ชิ้นงานเป็นคราบได้

2) เกิดจากการไหลตงงานผิดด้าน น้ำยาเกาะเป็นรอย Jig ทำให้ชิ้นงานเกิดคราบน้ำยา



ภาพที่ 5 ชิ้นงานเป็นคราบเหลือง

ผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาปัญหาที่ทำให้เกิดผลกระทบให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการส่งผลต่อกระบวนการหรือตัวชิ้นงานโดยใช้ทฤษฎีการศึกษาวิเคราะห์รูปแบบของปัญหาและผลกระทบมาใช้ในการวิเคราะห์และเลือกเพื่อการแก้ปัญหา(Failure Mode Effect Analysis)

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ความรุนแรงของสภาพปัญหา FMEA

วิเคราะห์รูปแบบของปัญหาและผลกระทบ FMEA															
ลำดับ	ปัญหา	ความรุนแรง				ความถี่				ความเป็นไปได้				คะแนนรวม	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	การทังน้ำยาเคลือบผิว				x				x				x		11
2	ปัญหาความสูญเสียที่เกิดจากกระบวนการเคลือบผิวทำให้งานเป็นตะกอนน้ำยา			x			x				x				7
3	ปัญหารชิ้นงานสีผิดปกติหลังการเคลือบผิว	x						x			x				6

ผลจากการใช้ FMEA วิเคราะห์ความรุนแรงของสภาพปัญหาพบว่าปัญหาการทังน้ำยาเคลือบผิวส่งผลให้เกิดการสูญเสียมากที่สุดผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการทังน้ำยาเคลือบผิว

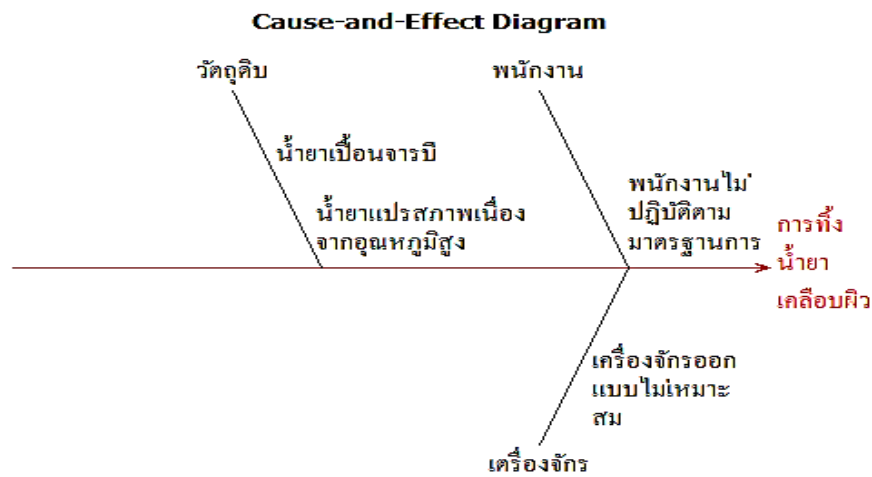
ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลการทังน้ำยาเคลือบผิวคอยล์เย็นตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ.2562 - กรกฎาคม พ.ศ.2563 มาใช้ในการประเมินและวิเคราะห์ความสูญเสียต้นทุนการผลิตที่เกิดการทังน้ำยาเคลือบผิว

ตารางที่ 2 ตารางสรุปการใช้และปริมาณที่ทิ้งในแต่ละเดือน

Item	Month	Production volume	Chemical supply	Scrap chemical
1	Jan-19	89,024	3,120	75
2	Feb-19	86,735	1,540	10
3	Mar-19	82,850	1,480	0
4	Apr-19	77,315	1,280	0
5	May-19	93,229	2,040	0
6	Jun-19	94,222	2,260	125
7	Jul-19	76,415	1,870	380
8	Aug-19	81,198	2,220	450
9	Sep-19	77,662	1,960	170
10	Oct-19	83,892	2,180	130
11	Nov-19	65,240	1,740	60
12	Dec-19	72,450	2,000	0
13	Jan-20	99,404	2,660	60
14	Feb-20	115,664	3,260	255
15	Mar-20	131,526	3,600	120
16	Apr-20	93,472	2,700	20
17	May-20	134,542	3,800	40
18	Jun-20	111,232	3,110	10
19	Jul-20	101,817	2,880	100
เฉลี่ย				105 kg

จากตารางที่ 2 ปริมาณน้ำยาที่ทิ้งเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 105kg มูลค่าความสูญเสีย
67,462.50 บาท หรือคิดเป็น 809,550 บาท/ปี โดยคิดราคาน้ำยาที่ 642.5 บาท/กิโลกรัม

จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ผังก้างปลา ดังภาพที่ 6



จากปัญหาการท้งน้ำยาเคลือบผิวผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางวิเคราะห์สาเหตุความเป็นไปได้

Probable Root Cause		Verification	Result
Man	พนักงานไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานการทำงาน	หลังการตรวจสอบพนักงานที่ปฏิบัติการคุมเครื่อง Coating Machine มีใบรับรองการปฏิบัติงานและเป็นพนักงานชำนาญการ	ไม่น่าเป็นไปได้
Material	น้ำยาเป็อนจารบี	ตรวจสอบพบว่าน้ำยาเคลือบผิวปนเป็อนจารบีจากการที่น้ำยาหยดผ่านชิ้นส่วนเครื่องจักร	ไม่น่าเป็นไปได้
	น้ำยาแปรสภาพเนื่องจากอุณหภูมิสูง	ก่อนเริ่มกะ พนักงานจะต้องทำการตรวจสอบการทำงานและ อุณหภูมิของ Chiller ว่าได้ค่าตามมาตรฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ และ Record Condition ลงใน Equipment Check Sheet และไม่พบอุณหภูมิที่เกินมาตรฐาน	ไม่น่าเป็นไปได้

ตารางที่ 3 ตารางวิเคราะห์สาเหตุความเป็นไปได้

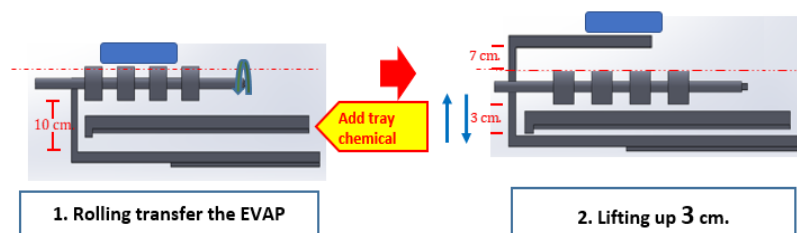
Probable Root Cause		Verification	Result
Machine	เครื่องจักร ออกแบบไม่ เหมาะสม	จากการตรวจสอบพบว่าถาดรองน้ำยาถูก ติดตั้ง ที่ใต้ฐานของเครื่องจักรทำให้หลังการ เคลือบผิว น้ำยาที่ติดมากับชิ้นงานจะหยด ผ่านคอนเวเยอร์และชิ้นส่วนเครื่องจักรลงไป ยังถาดรองด้านล่างทำให้น้ำยาปนเปื้อน จาระบีและน้ำมัน	เป็นไปได้

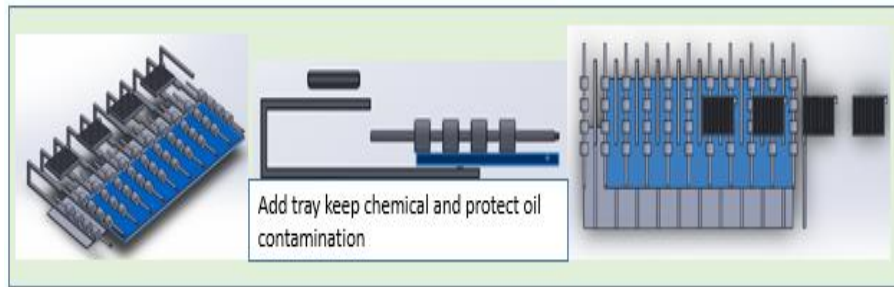
จากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้พบว่าสาเหตุการที่น้ำยาเคลือบผิวเกิดการออกแบบ
 เครื่องจักรไม่เหมาะสมทำให้น้ำยาปนเปื้อนจาระบีผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาทางแก้ไขโดยใช้
 Why-Why Analysis ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ Why-Why Analysis

สาเหตุหลัก	Why	Why	Why	แนวทางแก้ไข
เครื่องจักรออกแบบ ไม่เหมาะสม	น้ำยาเคลือบผิว หยดผ่าน ชิ้นส่วน เครื่องจักร	ไม่มีถาด รองรับน้ำยา	เป็นการ ออกแบบ เครื่องจักรจาก บริษัทผู้ผลิต	ออกแบบและติดตั้ง อุปกรณ์รองรับน้ำยา ก่อนหยดผ่าน เครื่องจักร

จากตารางที่ 4 แนวทางแก้ไขคือออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์รองรับน้ำยาก่อนหยดผ่าน
 เครื่องจักรทำให้บนแป้นจาระบี ผู้วิจัยทำการแก้ไขปัญหตามการวางแผนงานโดยการทำถาดรองที่
 ใต้คอนเวเยอร์(Conveyor) เพื่อไม่ให้น้ำยาหยดผ่านเครื่องจักรดังภาพที่ 7





ภาพที่ 7 สัมพันธ์การทำงานของโรลเลอร์และลิฟเตอร์หลังการปรับปรุง

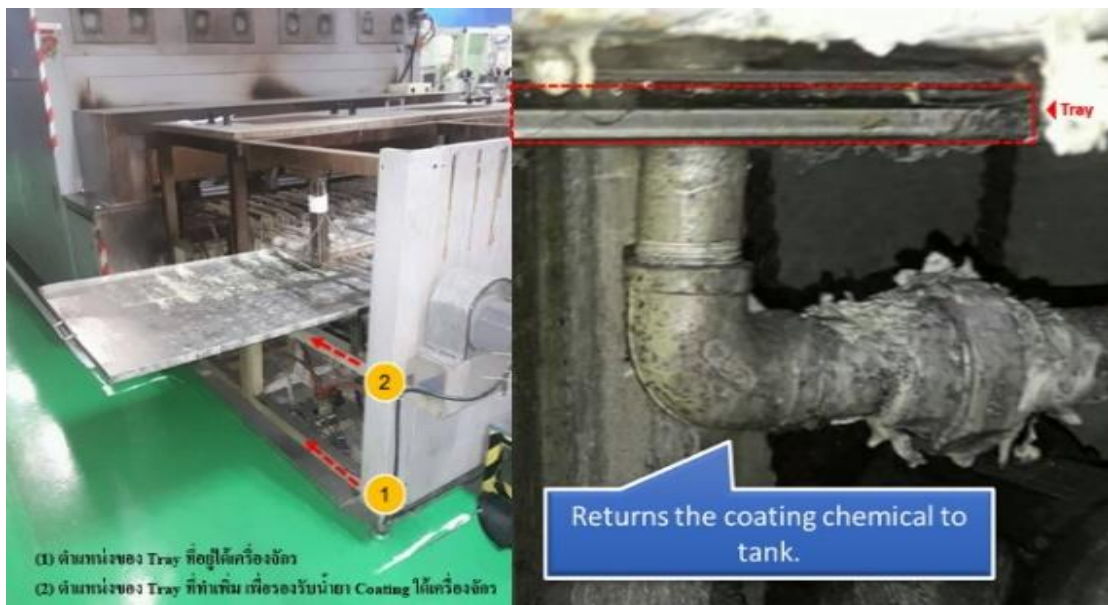
ผลการวิจัย

จากการออกแบบดังภาพที่ 7 ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งถาดรองที่ตัวเครื่อง โดยการปรับลดระดับตัวยกงานขึ้นจากเดิม 10 เซนติเมตรลดเหลือเพียง 7 เซนติเมตรทำให้เหลือช่องว่างระหว่างโรลเลอร์และฐานล่างของลิฟเตอร์ 3 เซนติเมตรเพื่อที่สามารถแทรกถาดรองรับน้ำยาได้คอนเวเยอร์ได้ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ตำแหน่งที่แทรกถาดเพื่อรองรับน้ำยาและป้องกันการปนเปื้อนน้ำมันและจารบี

จากภาพที่ 8 หลังจากปรับระดับการยกของลิฟเตอร์แล้วจะมีช่องว่างระหว่างโรลเลอร์ และลิฟเตอร์ 3 เซนติเมตร จึงออกแบบถาดรองรับน้ำยาให้มีความสูง 2.5 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถแทรกและดึงเข้าออกเพื่อทำความสะอาดได้และต่อท่อลำเลียงน้ำยาให้ไหลลงกลับไปถังน้ำยา ก่อนที่จะผ่านการปรับอุณหภูมิน้ำยาให้คงที่แล้วผ่านฟิวเตอร์ซึ่งทำหน้าที่ในการกรองตะกอนในน้ำยาก่อนที่จะถูกเคลื่อนลงบนผิวชิ้นงานอีกครั้งดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ตำแหน่งของถาดรองน้ำยาหลังปรับปรุงและท่อส่งน้ำยา

จากการปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักรใหม่ โดยการปรับลดระดับด้วยงานขึ้นจากเดิม 10 เซนติเมตรลดเหลือเพียง 7 เซนติเมตร ทำให้เหลือช่องว่างระหว่างโรลเลอร์และฐานล่างของลิฟเตอร์ 3 เซนติเมตรเพื่อที่สามารถแทรกถาดรองรับน้ำยาได้คอนเวเยอร์ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลการทิ้งน้ำยาเคลือบผิวหลังปรับปรุงในเดือนเดือน สิงหาคม 2563-เดือน ตุลาคม 2563 พบว่ายอดการทิ้งน้ำยาเคลือบผิว อยู่ที่ 0 กิโลกรัมหรือไม่ต้องทิ้งน้ำยาเลย โดยก่อนปรับปรุงมีปริมาณการทิ้งน้ำยา 105 กิโลกรัม ต่อเดือน ซึ่งสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการทิ้งน้ำยาได้เฉลี่ยเดือนละ 67,462.50 บาท สอดคล้องตามนโยบายของบริษัทที่จะลดต้นทุนการผลิตที่เกิดจากการสูญเปล่า จากการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนในการปรับปรุงเครื่องจักรใหม่พบว่า ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงเครื่องจักร 85,600 บาท ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนคือ 1.27 เดือน

อภิปรายผล

จากปัญหาต้นทุนในการเคลือบผิวคอล์ยเย็นสูงเนื่องจากการทิ้งน้ำยาเคลือบผิวซึ่งไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้เนื่องจากไม่มีอุปกรณ์รองรับน้ำยาเคลือบผิว และน้ำยาที่พ่นผ่านเครื่องจักรมีความสกปรกไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงเครื่องจักร โดยการปรับลดระดับด้วยงานขึ้นงานจาก 10 เซนติเมตรให้เหลือ 7 เซนติเมตร เพื่อให้มีช่องว่าง 3 เซนติเมตร สามารถแทรกถาดรองน้ำยาเพื่อนำน้ำยากลับมาใช้ใหม่ ซึ่งสามารถลดการทิ้งน้ำยา ได้ 105 กิโลกรัมต่อเดือน คิดเป็นค่าใช้จ่าย 67,462.50 บาท

ข้อเสนอแนะ

การปรับปรุงเครื่องจักรรุ่นอื่นๆสามารถทำได้เช่นกัน โดยต้องทำการศึกษาการทำงานของเครื่องจักรรุ่นนั้นก่อนปรับปรุงเพื่อให้เครื่องจักรสามารถงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐพงษ์ คงประเสริฐ. (2562). **Why Why Analysis**, ค้นเมื่อวันที่ 1 มกราคม 2562, จาก <http://qd.swu.ac.th/Portals/2077/Why%20Why%20Anlysis.pdf>
- สมจินต์ อักษรธรรม. (2560). **การลดของเสียในกระบวนการผลิตก๊อมน้ำสแตนเลสกรณีศึกษา: บริษัท วิ.อาร์.ยูเนี่ยน จำกัด**. Proceedings of Industrial Engineering Network Conference 2017, 12 – 15July 2017, Chang Mai, Thailand
- Kapil Dev Sharma and Shobhit Srivastava. (2561). **Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Implementation: A Literature Review**. Journal of Advance Research in Aeronautics and Space Science Volume 5, Issue 1&2 - 2018, Pg. No. 1-17.

การเพิ่มผลผลิต ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำอัดลมบรรจุขวดพลาสติก
จากการสูญเสียเวลา เครื่องจักรเสีย ในกระบวนการผลิต
Increased Productivity of Soft Drinkproducts Containing
Plastic Bottles from Breakdown in Process

วิทยา ปั่นคำ¹ สมจินต์ อักษรธรรม²

¹⁻² คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธนบุรี,

E-mail: wittaya.pankham@sermsukplc.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิต จากการแก้ไขปัญหาเครื่องจักรเสีย ในระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตของบริษัทตัวอย่าง การศึกษาปัญหาใช้ทฤษฎี 3 จริง และทฤษฎีทำไม ทำไม พบสาเหตุของปัญหา คือ 1. เกิดปัญหาขาไกด์ และยางปากขวดชำรุด ทำให้เครื่องจักรเสียบ่อย จึงทำให้เกิดความสูญเสียของผลผลิตผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุง จุดที่เป็นสาเหตุของปัญหาขาไกด์ และยางปากขวดชำรุดจึงทำให้เกิดความสูญเสียของผลผลิตลดลงถึง 20% ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขรูปแบบชิ้นส่วนเครื่องจักร และมีการกำหนดมาตรฐานในชิ้นส่วนของเครื่องจักรใหม่ และให้ผู้เกี่ยวข้องเฝ้าติดตามกระบวนการปฏิบัติงานให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากขึ้น หลังการปรับปรุงพบว่าสามารถลดปัญหาเครื่องจักรเสียจากอาการยางปากขวดชำรุด จากเดิม เฉลี่ย 45ครั้ง/6 เดือน หลังการปรับปรุง 0 ครั้ง/6 เดือน และสามารถลดปัญหาเครื่องจักรเสียจากอาการขาไกด์ชำรุด จากเดิม เฉลี่ย 46ครั้ง/6 เดือน หลังการปรับปรุง 0 ครั้ง/6 เดือน และจากการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โรงงานตัวอย่างสามารถเพิ่มการผลิตได้จากการปรับปรุงประมาณ 20%

คำสำคัญ: ยางปากขวด ขาไกด์

Abstract

This research aims to increase productivity from solving machine breakdowns during the production process, which affects the production costs of sample companies. The study of the problem uses the real theory 3 and the theory of why the problem was found, namely 1. The problem of the guide leg and the bottle rubber is damaged, causing frequent machine breakdown, resulting in loss of

productivity. The researchers then made improvements. The point that caused the guide leg problem and the rubber slashing bottle was damaged, resulting in a 20% reduction in productivity losses, and the Modify part by machine and setting standards in new machine parts and allowing stakeholders to monitor the process to be of greater quality and efficiency. After the renovation, it was found that it was possible to reduce the problem of machine breakdown from the rubber mouth of the bottle defective. The average of 45 times/6 months after 0 improvements/6 months can reduce machine problems from damaged guide legs. The average was 46 times/6 months after 0 improvements/6 months. The sample factory can increase production from improvement by about 20%

Keywords: rubber seal, guide

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากสภาวะการแข่งขันที่รุนแรง ส่งผลให้ต้นทุนการดำเนินงานทั้งกระบวนการสูงขึ้นเรื่อย ๆ และความต้องการสินค้าหรือบริการของลูกค้ามีความหลากหลายมากขึ้น โดยทุกองค์กรจะต้องปรับตัวพัฒนาคุณภาพ และการบริการอย่างเร่งด่วน เพื่อความอยู่รอดของธุรกิจ และให้มีความสามารถในการแข่งขัน อุตสาหกรรมอาหาร หรืออุตสาหกรรมเครื่องดื่มถือเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตมนุษย์ เพื่อบริโภคที่ปัจจุบันมีการแข่งขันที่สูง ทั้งในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ก็ต้องมีจุดแข็งหรือจุดเด่นที่สร้างความแตกต่างเช่นในเรื่องราคา (Price) ยี่ห้อที่ได้รับการรับรองด้านคุณภาพ (Brand) การลดแลกแจกแถม (Promotion) รวมถึงต้นทุนต่าง ๆ เช่น ต้นทุนการผลิต ต้นทุนขายหรือบริหาร เป็นต้น ในปัจจุบันประเทศไทยมีผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องดื่มจำนวนมาก เช่น บริษัท ตัวอย่าง ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ภายใต้ตราสินค้าซึ่งเป็นตราสินค้าของคนไทย และประกันคุณภาพสินค้าโดยการรับรองคุณภาพ ระบบ ISO 22000 – 2005 จาก SGS รวมถึงระบบ GMP & HACCP จาก องค์การอาหารและยา โดยรักษาคุณภาพของสินค้าตั้งแต่เริ่มกระบวนการผลิต การคัดเลือกวัตถุดิบ การจัดเก็บทั้งหมดจะต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพเป็นอย่างดี เพื่อผลิตสินค้าที่มีคุณภาพได้ตามมาตรฐานส่งถึงมือลูกค้า โดยทางบริษัทได้ผลิตเครื่องดื่มน้ำอัดลมหลากหลายขนาดเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค และจากการได้ตรวจสอบ รวมถึงเก็บข้อมูลการสูญเสียทั้งหมดของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำอัดลมบรรจุขวดพลาสติก ซึ่งในปัจจุบันบริษัทกำลังดำเนินการควบคุมกระบวนการผลิตให้มีต้นทุนที่สามารถแข่งขันได้ และผลิต

ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพส่งถึงมือลูกค้า

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่ทำการปรับปรุง แก้ไขปัญหาอาการยางปากขวดชำรุดเพื่อเพิ่มผลผลิต
ในกระบวนการผลิต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อลดปัญหาเครื่องจักรเสียในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์เครื่องตีมน้ำอัดลมบรรจุขวด
พลาสติก
2. เพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องตีมน้ำอัดลมบรรจุขวดพลาสติก

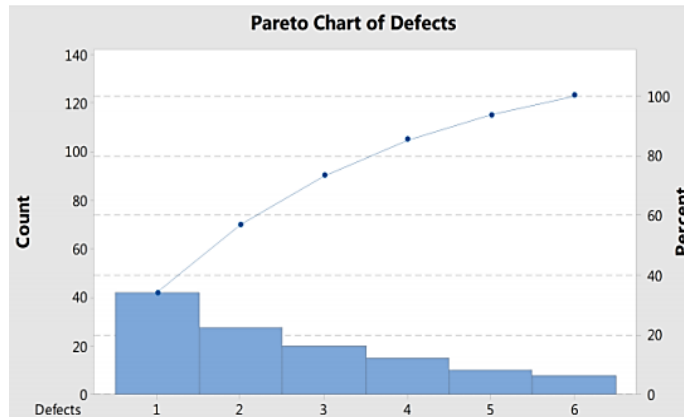
แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และกรอบแนวคิดในการวิจัย

ทฤษฎีเครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (QC 7 Tools) (ศุภพัฒน์ ปิงตา, 2563)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์จุดบกพร่องของการปฏิบัติงาน โดยอาศัยข้อมูลเชิงปริมาณ
ที่ได้มีการจดบันทึกไว้ และนำไปสู่การค้นหาสาเหตุ เพื่อปรับปรุงการปฏิบัติงานต่อไป

แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) (ศุภพัฒน์ ปิงตา, 2563)

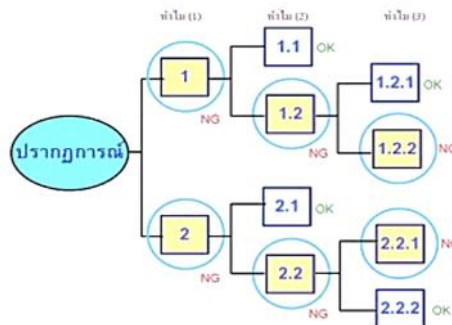
ทฤษฎี “พาเรโต” ได้ก่อให้เกิดการ “ประยุกต์” ใช้ “กฎ 20/80” กันอย่างกว้างขวางเพราะ
“พาเรโต” ได้สังเกตว่าบรรดาผู้คนในสังคมไม่ว่ายุคใดสมัยใดในประวัติศาสตร์ดูเหมือนว่าได้ ถูกแบ่ง
ออกตามธรรมชาติเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งมีสัดส่วนที่น่าสนใจคือ 20/80 หมายถึงในสังคมนั้นมี “คนส่วนน้อย
20%” ที่สำคัญมาก(Vital Few) แต่กลับมีบทบาทเหนือ “คนส่วนใหญ่ 80%” และ 20% นี้แหละ
ครับที่ครอบครองความมั่งคั่งและมีอิทธิพลในการชี้นำสังคมนั้น ๆ ของอีกกลุ่ม 80% ซึ่งเป็น คน
ส่วนมากที่สำคัญน้อย(Trivial Many)เป็นกลุ่มประชากรระดับกลางถึงล่างของประชากรทั้งหมด และ
ต่อมาได้ค้นพบสัดส่วน 20/80 นี้ในเชิงเศรษฐกิจเพราะการประกอบธุรกิจธุรกรรมต่าง ๆ ทั้งหมดล้วน
แล้วเป็นไปตามกฎของ “พาเรโต” เช่นกันยกตัวอย่าง เช่นกิจกรรม 20% ของการลงทุนจะก่อให้เกิด
ผลลัพธ์ 80% ของทั้งองค์กร นอกจากนี้ สินค้าจำนวน 20% ของบริษัทจะทำยอดขายได้ 80% ของ
สินค้าทั้งหมด และก่อให้เกิดกำไร 80% ของผลกำไรทั้งหมด ซึ่งสะท้อนถึงการทำงาน 20% ที่ทำ จะ
ส่งผลที่มีคุณค่าของผลลัพธ์ทั้งหมดเป็นจำนวนสูงถึง 80% และก็จะเป็นอย่างนี้เรื่อยไป นั่นหมายถึง
“พาเรโต” บอกเราไว้เมื่อ 118 ปี ล่วงแล้วว่า หากท่านมีแผนงานที่จะลงมือทำอยู่ 10 รายการแล้วละ
ก็จะมีเพียงแค่ 2 รายการเท่านั้นที่ทำแล้วจะเป็นงานที่มีค่ามากกว่าหรือเทียบเท่ากับงานอีก 8 งานที่
เหลือรวม



ภาพที่ 1 แผนภูมิพาเรโต

ทฤษฎี ก้างปลา (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2563; สมจินต์ อักษรธรรม, 2559)

Why Why Analysis เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันมากโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้พบต้นตอ หรือ รากเหง้าที่แท้จริง และที่สำคัญคือเพื่อนำไปสู่การแก้ไข และป้องกันการเกิดซ้ำต่อไป



ภาพที่ 2 แผนภูมิอธิบายวิธีการคิดแบบ Why- Why Analysis

ทฤษฎี 3 จริง (3 จริง หรือ 3 GEN, 2563: ออนไลน์)

3 จริง หรือ 3 GEN คือ หลักการทำงานของญี่ปุ่น ซึ่งเป็นหลักการที่เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความจริงล้วน ๆ คนญี่ปุ่นพูดว่า” อย่าเชื่อข้อมูลในคอมพิวเตอร์มากนัก ให้ไปดูหน้างานด้วยจะได้เข้าใจ ถ้ามันนั่งเทียนอยู่กับโต๊ะแล้วเราจะรู้ได้อย่างไรว่าสิ่งนั้นเป็นความจริงหรือเปล่า อย่าเชื่อใครง่าย ๆ ถ้าไม่เห็นกับตา”

หลักการ “3 GEN” ช่งเก็ง... มาจากคำภาษาญี่ปุ่น 3 คำ ได้แก่

1. GENBA (เก็มบะ) คือสถานที่จริงเมื่อเกิดปัญหาขึ้นเราต้องเข้าไปตรวจสอบดูสถานที่เกิดเหตุจริงด้วยตัวของเราเอง ถึงแม้ว่าจะมีคนอธิบายหรือรายงานให้เราฟังแล้วก็ตาม เราควรเข้าไปดูให้เห็นกับตา

2. GENBUTSU (เก็มบุสึ) คือ ชิงงานจริง เราต้องเข้าไปดูชิงงานที่เกิดความเสียหายด้วยตาของเราเอง ถึงแม้ว่าเราจะรู้จักปัญหานี้เป็นอย่างดีก็ตาม เพราะอาการของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งอาจจะแตกต่างจากที่เราเคยเห็นมาก่อนก็ได้

3. GENJITSU (เก็นจิสึ) คือ ข้อเท็จจริง เราต้องเข้าไปตรวจสอบข้อเท็จจริงหรือเรื่องราวต่างๆที่เกิดขึ้นจริง โดยดูข้อมูลรอบด้านที่เกี่ยวข้องอย่างรอบครอบด้วยตัวของเราเอง ถึงแม้ว่าจะมีคนรวบรวมข้อมูลมาให้เราบ้างแล้วก็ตาม เนื่องจากบางครั้งข้อมูลที่ได้มาอาจจะไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์หาข้อเท็จจริงได้หรือข้อมูลอาจจะมีผิดพลาดก็ได้

ดังนั้นหลักการ “3 GEN” จึงมีความสำคัญในการนำมาประยุกต์ใช้กับการทำงาน ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือข้อมูลต่าง ๆ ได้มีความชัดเจนและถูกต้องแม่นยำมากขึ้น จนทำให้ปัญหาเหล่านั้นได้รับการแก้ไขอย่างถูกวิธีและตรงจุดต่อไป

วิธีการวิจัย

ศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหา

การเก็บข้อมูลมี 2 ลักษณะ

1. การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนของกระบวนการผลิตเครื่องตีมน้ำอัดลมบรรจุขวดพลาสติก ขนาด 360 มิลลิลิตร และ 415 มิลลิลิตร มาประมวลผลแนวโน้มที่มาของปัญหาการสูญเสียในแต่ละรายการของกระบวนการผลิต

2. ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องจักรเสียที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต ก่อนถึงการส่งมอบถึงมือลูกค้า

1) ขั้นตอนการผลิต

ขบวนการผลิตเครื่องตีมน้ำอัดลมบรรจุขวดพลาสติกมีขั้นตอนการผลิตด้วยกัน 11 ขั้นตอน ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผสมผสานระหว่างคนกับเครื่องจักร โดยมีขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 การนำขวดเปล่าที่รับมาจากบริษัทผลิตส่งเข้ากระบวนการผลิตเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการผลิตเครื่องตีมน้ำอัดลมบรรจุขวดพลาสติก เพื่อลำเลียงโดยสายพานส่งต่อไปในขั้นตอนถัดไปดัง ภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การนำขวดเปล่าส่งเข้าสู่กระบวนการผลิต

- ขั้นตอนที่ 2 ลำเลียงขวดส่งต่อในขั้นตอนของกระบวนการถัดไป ด้วยสายพานลำเลียงขวดเปล่า (Conveyer) แสดงดัง ภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การลำเลียงขวดเปล่า

- ขั้นตอนที่ 3 ลำเลียงขวดด้วยความเร็ว เพื่อส่งต่อให้ทันในขั้นตอนของกระบวนการถัดไป ด้วยการใช้แรงลมเป่า (Air conveyer) แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ลำเลียงขวดพลาสติกด้วยความเร็ว

- ขั้นตอนที่ 4 การล้างทำความสะอาดขวดก่อนการบรรจุ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ล้างทำความสะอาดขวดก่อนการบรรจุ

- ขั้นตอนที่ 5 การบรรจุผลิตภัณฑ์พร้อมปิดฝา ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การบรรจุผลิตภัณฑ์ พร้อมปิดฝา

- ขั้นตอนที่ 6 การปรับอุณหภูมิผลิตภัณฑ์ ก่อนเข้าแพ็คเกจหีบห่อ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การปรับอุณหภูมิผลิตภัณฑ์

- ขั้นตอนที่ 7 การจัดทำแพ็คเกจผลิตภัณฑ์เข้าหีบห่อ ภาพที่ 9



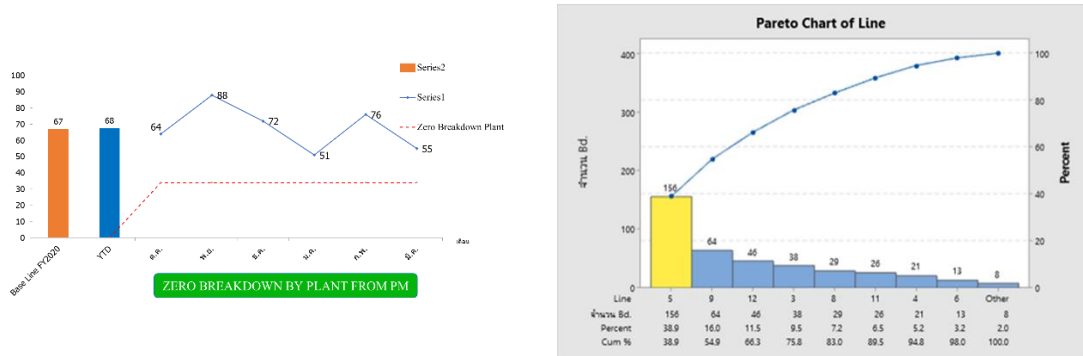
ภาพที่ 9 การแพ็คเกจผลิตภัณฑ์

- ขั้นตอนที่ 8 การเรียงผลิตภัณฑ์ขึ้นบนกระบะ ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การเรียงแพ็คเกจผลิตภัณฑ์

2) ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาเครื่องจักรเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เครื่องดื่มน้ำอัดลมบรรจุขวดพลาสติก ช่วงเดือนตุลาคม-มีนาคม 2563 พบปัญหาเครื่องจักรเสียต่าง ๆ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบเครื่องจักรเสียในกระบวนการผลิตทั้งหมดด้วยกราฟพาเรโต้ ผู้วิจัยจึงนำ เปรอร์เซ็นต์ เครื่องจักรเสียสูงสุด คัดเลือกเพื่อเริ่มแก้ไขปัญหาโดยดั่งภาพที่ 11



ภาพที่ 11 กราฟแสดงเครื่องจักรเสีย และอาการเสีย

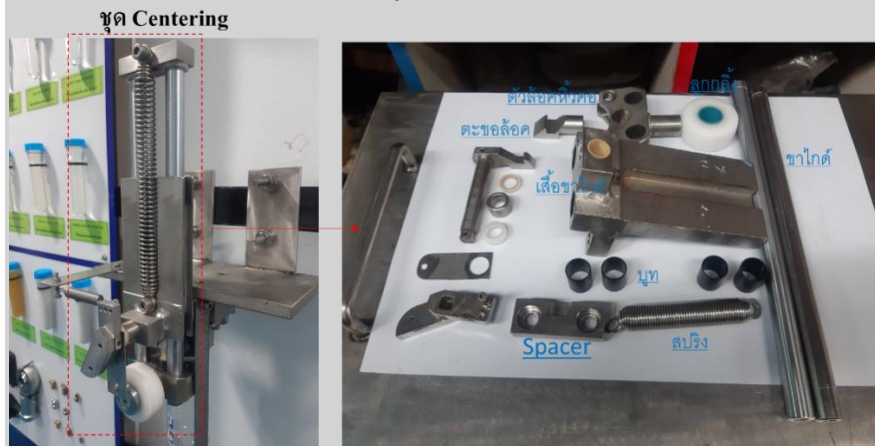
ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจสภาพปัจจุบัน ในส่วนกระบวนการผลิตที่ เป็นสาเหตุเครื่องจักรเสียในกระบวนการผลิต ดังภาพที่ 12

OUTLINE OF PROCESS : ชุด Centering และยางปากขวด



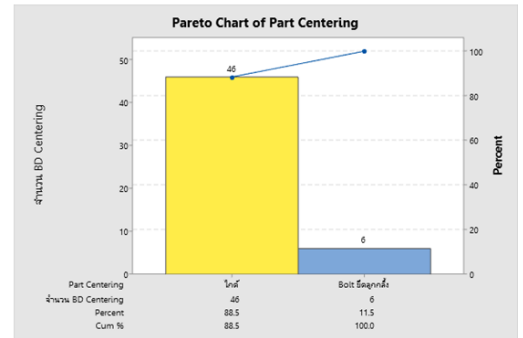
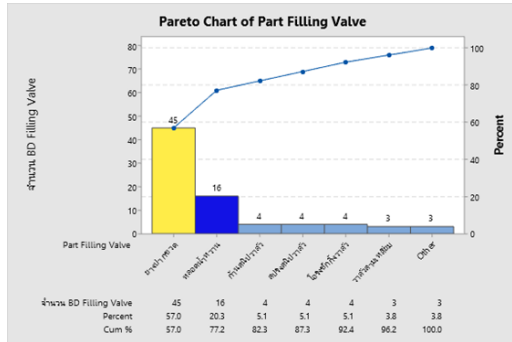
ภาพที่ 12 ลักษณะถ้วยยางปากขวด

OUTLINE OF PROCESS : ชุด Centering และยางปากขวด

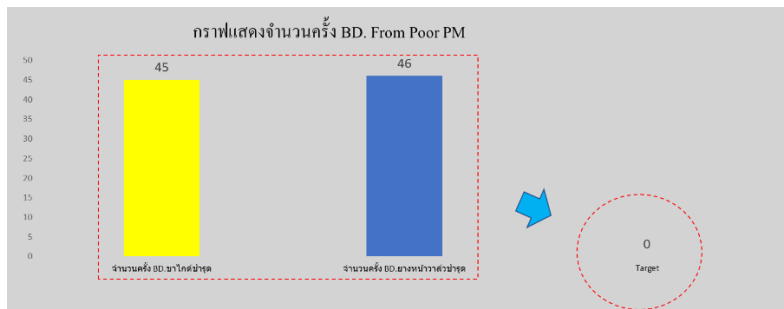


ภาพที่ 13 ลักษณะขาโกด

ผู้วิจัยได้กำหนดเป้าหมายลดเครื่องจักรเสียเวลาจากปัญหาขวดล้นจาก 39 ครั้ง/กะผลิตเหลือ 0 ครั้ง/กะผลิต ดังภาพที่ 14 และภาพที่ 15

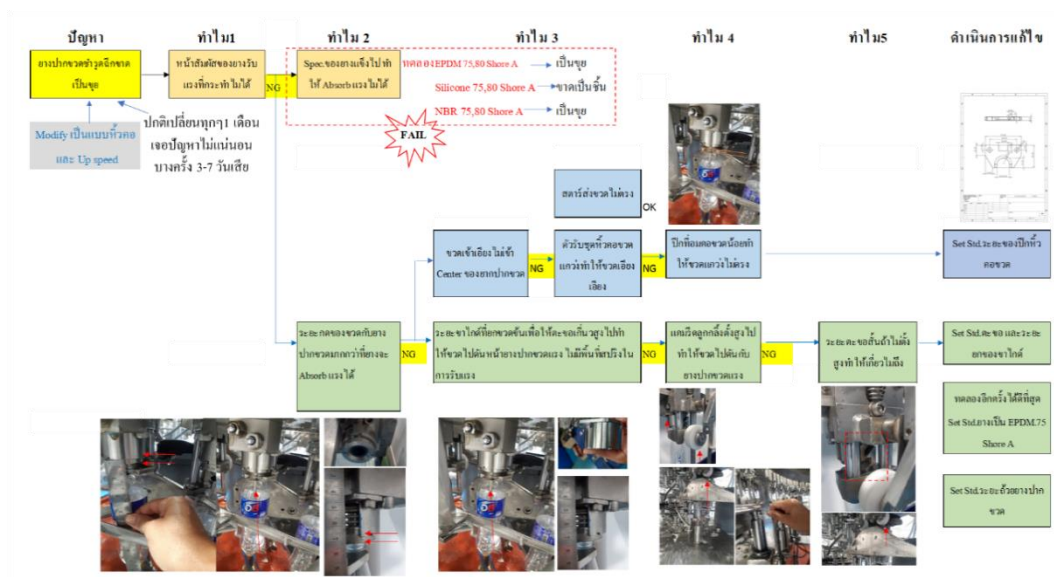


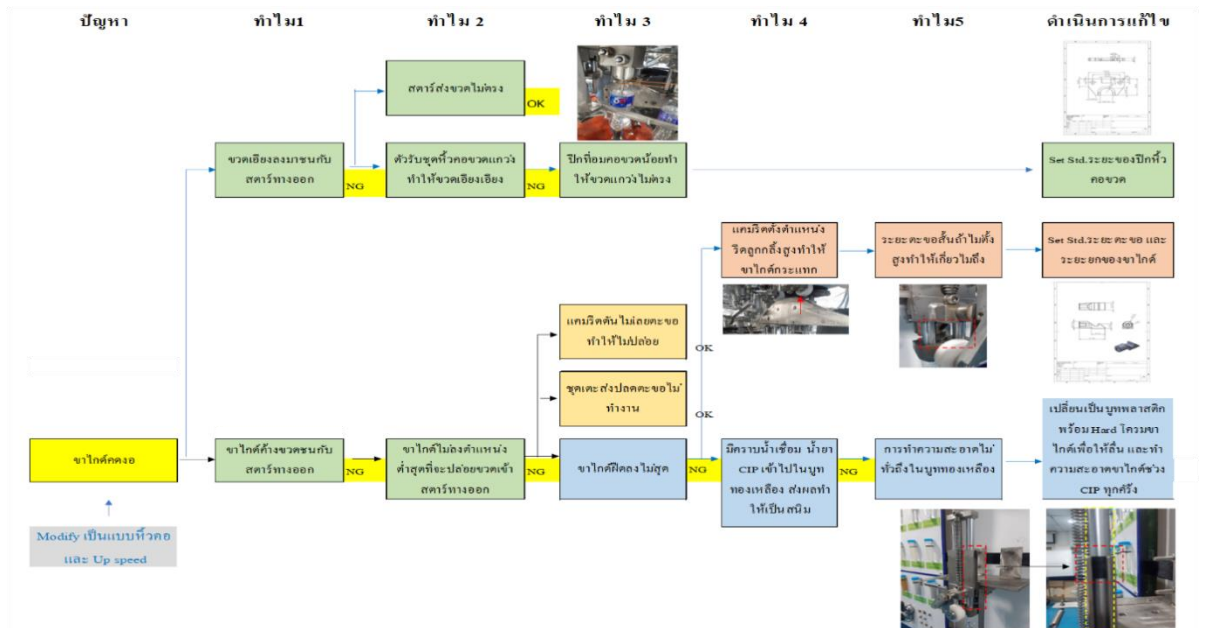
ภาพที่ 14 ผู้วิจัยร่วมกับพนักงานรวบรวมข้อมูลเพื่อกำหนดการสูญเสีย



ภาพที่ 15 ผู้วิจัยร่วมกับพนักงานกำหนดเป้าหมาย

การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางแก้ไข





ภาพที่ 16 ผู้วิจัยร่วมกับพนักงานวิเคราะห์หาสาเหตุจากการใช้ทฤษฎี Why-Why Analysis

ดำเนินการแก้ไข

สรุปการแก้ไข ยางปากขวดชำรุด

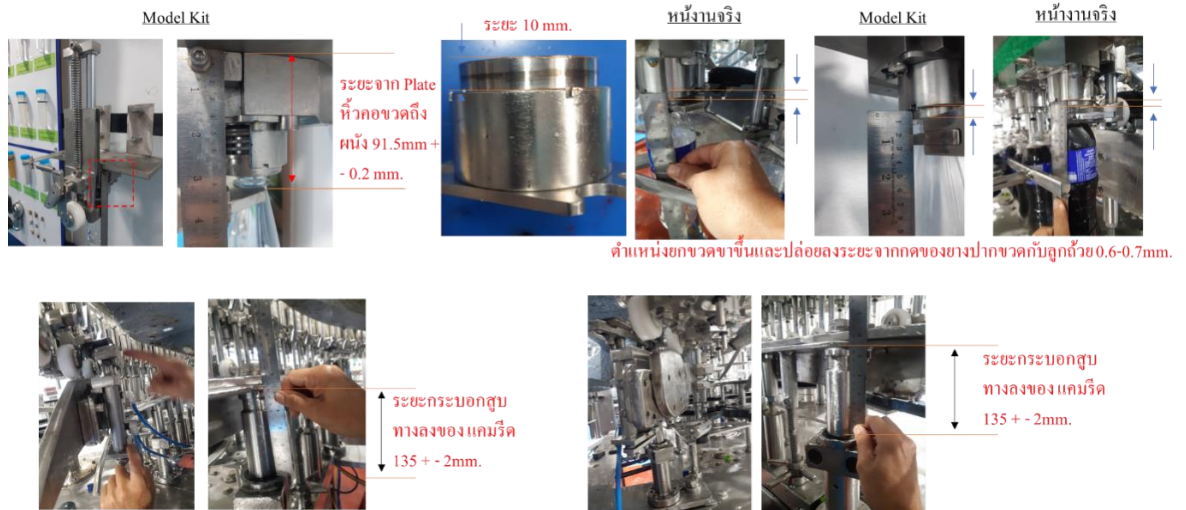
1. Set Std. เพิ่มระยะของเพลทชุดหัวคอ เพื่อให้ยอมขวดได้เต็ม
2. Set Std. เพิ่มระยะของนิ้วเกี่ยวค้อนเพิ่ม 5 mm เพื่อลดแรงกดที่ขวดกระทำยางปากขวด
3. Set Std. การชุบตัวของถ้วยยางปากขวด (10mm.) เพื่อ Absorb แรงที่ขวดกระทำ
4. Set Std. ยางปากขวด EPDM (75 Shore)
5. Set Std. ระยะแอมบริดลูกกลิ้ง เพื่อลดแรงอัดระหว่างขวดกับยางปากขวด

สรุปการแก้ไข ชาโกคัดกรอง

1. Set Std. เพิ่มระยะของเพลทชุดหัวคอ เพื่อให้ยอมขวดได้เต็ม
2. Set Std. เพิ่มระยะของนิ้วเกี่ยวค้อนเพิ่ม 5 mm เพื่อลดแรงกดที่ขวดกระทำยางปากขวด
3. เปลี่ยนบุหยาจากท่อเหล็กเป็นพลาสติก
4. อาร์คโครมชาโกคัดเพื่อให้ลื่น
5. Set Std. ระยะแอมบริดลูกกลิ้ง เพื่อลดแรงอัดกระแทกของชาโกคัด

ภาพที่ 17 ดำเนินการตรวจสอบและแก้ไข

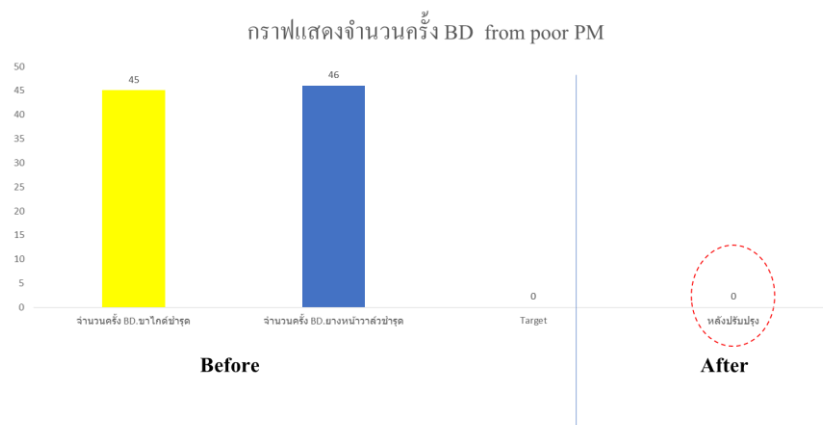
Set Std. : Check Point การ ทำงาน



ภาพที่ 18 ดำเนินการจัดทำมาตรฐาน

ผลการวิจัยการปรับปรุง

ประเด็นปัญหาเครื่องจักรเสียจากการขาดอากาศ 45 ครั้ง/ 6 เดือน และยางปากขวดชำรุด 46 ครั้ง/ 6 เดือน ก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุงจำนวนเฉลี่ย 0 ครั้ง/กะผลิต ดังภาพที่ 19



17

ภาพที่ 19 เปรียบเทียบผลการปรับปรุง

อภิปรายผล

ผลจากการแก้ไขปัญหา โดยการปรับเปลี่ยนขนาด และชิ้นส่วนของเครื่องจักร ซึ่งสามารถนำแนวทางไปปรับใช้ในกระบวนการผลิตที่มีชิ้นส่วนคล้ายกัน

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยการปรับปรุงเพื่อลดปัญหาเครื่องจักรเสีย จากอาการขาโกด และยางปากขวดชำรุดที่กระบวนการผลิตเครื่องตีมน้ำอัดลมบรรจุขวดพลาสติกที่กระบวนการผลิตที่ 5 เป็นไปได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพรวมถึงการใช้ทรัพยากรมนุษย์ให้คุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด กรณีศึกษาบริษัทตัวอย่าง ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. เนื่องจากการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องตีมน้ำ เพื่อจำหน่ายให้ผู้บริโภค หัวใจหลักคือเรื่องคุณภาพ เพื่อตอบสนองความต้องการและความคาดหวังของลูกค้ามากที่สุด
2. สามารถประยุกต์ใช้หลักการและทฤษฎีดังกล่าวนำมาปรับปรุงการผลิตจนถึงการส่งมอบในส่วนกระบวนการอื่นๆได้
3. อนาคตของบริษัทกรณีศึกษาควรนำเอาเทคโนโลยีเครื่องจักรที่ทันสมัยในการผลิตมาใช้ เพื่อป้องกัน การสูญเสีย และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ชนนาล กฤตวรกาญจน์. (2559). การลดผลิตภัณฑ์บกพร่องของการผลิตใบเลื่อยคั่นธนูโดยใช้เครื่องมือคุณภาพ. การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม. 7-8 กรกฎาคม 2559.
- ศุภพัฒน์ ปิงตา. (2563). เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด. ค้นเมื่อวันที่ 12 พฤษภาคม 2563, จาก http://www.eng.mut.ac.th/article_detail.php?i5=50.
- สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. (2563). ทฤษฎี Why Why Analysis. ค้นเมื่อวันที่ 12 พฤษภาคม 2563, จาก http://www.ftpi.or.th/download/seminar-file/P-talk_nov_2011.pdf
- สมจินต์ อักษรธรรม. (2559). การศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา: บริษัทแพตติ้ง (ไทยแลนด์) จำกัด. การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม. 7-8 กรกฎาคม 2559.
- อุมพร พกแดง และ ญัฐนารี สุขเสกสรร. (2556). การลดของเสีย ในกระบวนการผลิตที่อย่างน้ำมัน ในรถยนต์ กรณีศึกษา บริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์. การประชุมวิชาการช่างงาน วิศวกรรมอุตสาหกรรม. 16-18 ตุลาคม 2556.
- 3 จริง หรือ 3 GEN. (2563). ค้นเมื่อวันที่ 12 พฤษภาคม 2563, จาก <http://www.japanese2u.com/2014/11/3-gen.html>

การแก้ไขปัญหาการกำลังการผลิตของกระบวนการทำเกลียว Solving the Capacity Problem of the Tapping Process

เถลิง พลเจริญ¹ วรเทพ ตริวิจิตร² สมศักดิ์ มินคร³

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธนบุรี,
E-mail: ponjaroen@yahoo.com

² คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธนบุรี,
E-mail: worathep@saha.ac.th

³ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธนบุรี,
E-mail: somsak_me@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาการกำลังการผลิตในกระบวนการทำเกลียว เพื่อลดเวลาการทำงานของกระบวนการผลิตและเพิ่มกำลังการผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

จากการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกำลังการผลิตของกระบวนการทำเกลียว ชิ้นงานที่มีการใช้กำลังการผลิตมากที่สุด คือชิ้นงาน NUT 7401 หลังจากนั้นไปวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยผังพาเรโตและ Why-Why Analysis ซึ่งพบว่าในขั้นตอนการวัดชิ้นงานและอ่านค่าเพื่อบันทึกข้อมูลเกิดความผิดพลาดจากเสียงเครื่องจักรรบกวน และการคำนวณค่าจากการวัดยังไม่มีความแม่นยำ จึงทำการแก้ไขโดยการติดตั้งเครื่องนำชิ้นงานเข้าเครื่องอัตโนมัติเพื่อการประมวลผลที่แม่นยำและจัดทำมาตรฐานการทำงานที่ถูกต้อง

การดำเนินงานได้ดำเนินการวิเคราะห์กระบวนการผลิตในขั้นตอนต่าง ๆ และหาข้อสรุปว่าขั้นตอนใดที่เสียเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์ แก้ไขโดยการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์โหลดชิ้นงานอัตโนมัติ หรือ Auto Load พบว่าหลังจากที่มีการติดตั้งเครื่องโหลดชิ้นงานอัตโนมัติใช้ร่วมกับเครื่องทำเกลียวสามารถลดเวลาการทำเกลียว จาก 32 วินาที/ชิ้น ลดลงเป็น 15 วินาที/ชิ้น และชิ้นงานผลิตได้จาก 100 ชิ้น/ชั่วโมง เพิ่มขึ้นเป็น 215 ชิ้น/ชั่วโมง

คำสำคัญ: พาเรโต การวิเคราะห์ วาย วาย อนุไลซิส เครื่องนำชิ้นงานเข้าเครื่องอัตโนมัติ

Abstract

The research is to solve the capacity problem in the threading process. To reduce operating time and increase production capacity to meet customer demand.

From the capacity data collection process of the threading process, the work piece that has the most production capacity problem is the NUT 7401. After analyzing the cause of the problem with the Pareto Chart and Why-Why Analysis, it was found that in the process of measuring the work piece and reading it to record the data, there were errors from machine noise. Moreover, the calculations from the measurements were still not accurate. Therefore, the solution is made by installing Auto Load Device. This is for precise processing and standardized working.

We have analyzed the production process in various steps and concluded that the process wasted much time. We solved the problems by designing and installing the Auto Load Device and found that after the Auto Load Device is installed together with the threading machine, the threading time can be reduced from 32 seconds/piece to 15 seconds/piece and production capacity can be up from 100 pieces/hour to 215 pieces/hour.

Keywords: Pareto, Why-Why Analysis, Auto Load

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผลิตภัณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา คือชิ้นส่วนรถยนต์ มีปริมาณการผลิตอยู่ที่ 30 ล้านชิ้น/ปี ในปัจจุบันความต้องการชิ้นส่วนมีเพิ่มมากขึ้น แต่มีกำลังการผลิตที่ไม่เพียงพอ จึงต้องมีการเตรียมกำลังการผลิตให้เพิ่มมากขึ้น เพื่อที่จะรองรับคำสั่งซื้อที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ทางคณะผู้จัดทำจึงได้มีการรวบรวมข้อมูลพยากรณ์คำสั่งซื้อจากลูกค้า และนำมาวางแผนการผลิตโดยแบ่งแยกออกเป็นกลุ่มการผลิต เมื่อนำข้อมูลมาสรุปแล้ว พบว่ากำลังการผลิตในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนธันวาคม มีไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า คณะผู้จัดทำได้ตรวจสอบข้อมูล พบว่ากำลังการผลิตในกระบวนการทำเกลียวมีไม่เพียงพอเนื่องจากชิ้นงาน NUT 7401 ซึ่งใช้กำลังการผลิตถึงร้อยละ 45 ลูกค้ามีความต้องการชิ้นงานเพิ่มมากขึ้นจากเดิม 60,000 ชิ้น/เดือน เพิ่มเป็น 90,000 ชิ้น/เดือน คณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะลดเวลาการทำงานในกระบวนการผลิตลง เพื่อให้มีกำลังการผลิตเพียงพอ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อลดเวลาในกระบวนการผลิต
2. เพิ่มกำลังการผลิตในกระบวนการทำเกลียว
3. เพื่อให้สามารถผลิตงานได้เพียงพอและทันเวลาส่งมอบให้ลูกค้า

แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และกรอบแนวคิดในการวิจัย

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์เป็นหนึ่งในห่วงโซ่อุปทาน อุตสาหกรรมยานยนต์ ได้รับการส่งเสริมจากรัฐบาลไทยอย่างต่อเนื่อง นับจากปี 2506 เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็ง ให้กับอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศ โดยมีมาตรการสนับสนุนการลงทุนผลิต และใช้ชิ้นส่วนยานยนต์ที่สำคัญ อาทิการปรับภาษีนำเข้ารถยนต์สำเร็จรูป และขึ้นส่วนครบชุดสมบูรณ์ เพื่อสนับสนุนการใช้ชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศ BOI มีมาตรการส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์และดึงดูดเม็ดเงินลงทุนชาวต่างชาติเข้ามาตั้งฐานการผลิตในไทย อาทิการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลธรรมดา การยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักร เป็นต้น และในระยะเริ่มแรกของการพัฒนาอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในไทย ทางกาหนดสัดส่วนบังคับใช้ชิ้นส่วนยานยนต์ที่ผลิตในประเทศ ในการผลิตยานยนต์ ซึ่งแม้ปัจจุบันจะได้ยกเลิกข้อกำหนดดังกล่าวไปแล้วแต่การผลิตยานยนต์ในไทยมีสัดส่วนการใช้ชิ้นส่วนฯ ในประเทศเกือบทั้งหมด สูงกว่า ร้อยละ 80 โดยความต้องการชิ้นส่วนรถยนต์ในปัจจุบันอยู่ที่ 16-20 ล้านคัน รถยนต์ 1 คันจะมีชิ้นส่วนเฉลี่ยอยู่ที่ 30,000 ชิ้น/คัน ปัจจุบันการผลิตรถยนต์นั่งและปิกอัพในไทยใช้ชิ้นส่วนที่ผลิตในประเทศ ร้อยละ 60-80 สัดส่วน ร้อยละ 90 เฉพาะในการผลิต (Eco-Car) และ ร้อยละ 90 ของมูลค่าทั้งหมดตามลำดับ (สมประวิณ มั่นประเสริฐ, 2561) ในปัจจุบันมีผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการขึ้นรูปชิ้นส่วนโลหะเป็นจำนวนมาก จึงเกิดการแข่งขันในเชิงธุรกิจค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในสภาวะเศรษฐกิจปัจจุบันทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศที่ยังไม่ฟื้น ทำให้ผู้ประกอบการต้องพัฒนาองค์กรอย่างต่อเนื่องในทุกๆ ด้าน เพื่อที่จะเพิ่มผลผลิต สร้างความได้เปรียบเหนือคู่แข่ง และเพื่อความอยู่รอด โดยปัจจัยสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตในงานอุตสาหกรรมอย่างหนึ่งก็คือ ต้นทุนการผลิต [จำลักษณ์ ขุนพลแก้ว. (2544). หลักการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต. (ออนไลน์)] ซึ่งผู้ประกอบการจะต้อง ควบคุม และหาแนวทางในการลดต้นทุนอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถแข่งขันได้ในระยะยาว และสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตนั้น เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตต่างๆ โดยไม่เกิดประโยชน์จะถือเป็นความสูญเปล่า ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นโดยไม่จำเป็น จะส่งผลให้ผลผลิตลดลงด้วย (ศุภวัฒน์ ปิงตา, 2559) ดังนั้นในการศึกษานี้ทางผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงความสำคัญ ในส่วนลดเวลาการผลิตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนโลหะ โดยได้เข้าไปศึกษาปัจจัยสาเหตุที่มีโอกาสทำให้การสูญเสยเวลาไปอย่างสูญเปล่า ได้แก่ คน วัสดุการผลิต เครื่องจักร อุปกรณ์ วิธีการปฏิบัติงาน และกำหนดแนวทางวิธีการแก้ไข จากสาเหตุดังกล่าวเพื่อลดเวลาการผลิตทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และถือเป็นการเพิ่มผลผลิตและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันให้กับองค์กร (Richard B. Chase, 2558)

วิธีการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

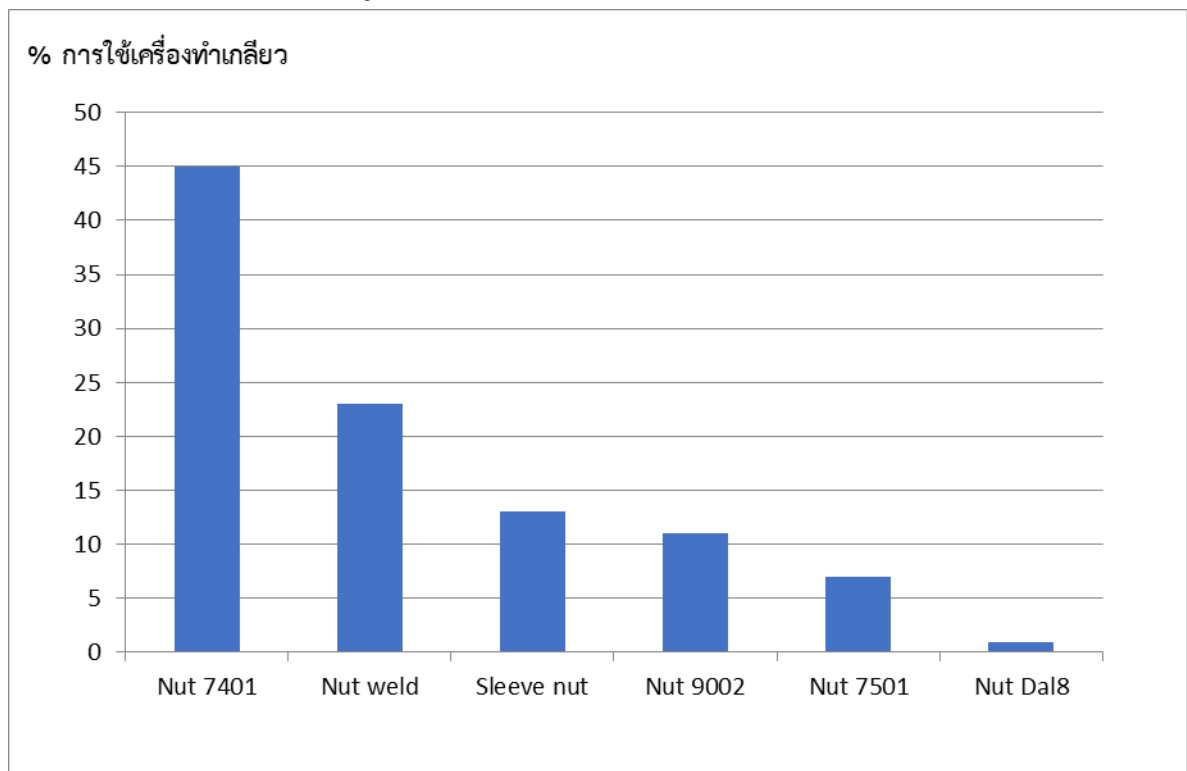
ประชากรในการศึกษาคือ กลุ่มพนักงานสายการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ของบริษัทตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างคือ พนักงานสายการผลิตทำเกลียว

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนผังพาเรโต , Flow Process Chart , Why-Why analysis

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล



ภาพที่ 1 แผนภูมิพาเรโตแสดงเปอร์เซ็นต์การใช้เครื่องทำเกลียวแต่ละชิ้นงานโดยเฉลี่ยต่อปี

จากภาพที่ 1 แผนภูมิพาเรโตแสดงเปอร์เซ็นต์การใช้เครื่องทำเกลียว ในกระบวนการวิเคราะห์ ได้ใช้แผนภูมิพาเรโตดังที่แสดง เพื่อรวบรวมข้อมูลและจัดลำดับการใช้เครื่องทำเกลียวในแต่ละชิ้นงาน พบว่าชิ้นงาน NUT 7401 มีสัดส่วนการใช้เครื่องมากถึงร้อยละ 45 ของการใช้เครื่องทั้งหมด ทางคณะผู้จัดทำจึงคิดว่าหากมีการลดเวลา ในกระบวนการทำงานของชิ้นงานนี้ลง จะทำให้สามารถผลิตชิ้นงานได้มากขึ้น และจะทำให้กำลังการผลิตมีเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้เพียงพอต่อการผลิตชิ้นงานอื่นๆ ในอนาคต ทางคณะผู้จัดทำจึงเลือกชิ้นงาน NUT 7401 มาใช้ในการปรับปรุงด้วยวิธีการลดเวลาในขั้นตอนการทำงาน โดยจะมีการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นหรือสามารถลดเวลาการทำงานลงได้ และจัดหาวิธีการหรือเครื่องมือที่ช่วยลดเวลาการทำงานลง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชุมหาแนวทางแก้ไขปัญหา



ภาพที่ 2 การประชุมหาแนวทางแก้ไขปัญหากำลังการผลิต

จากการประชุมหาแนวทางแก้ไขโดยคณะผู้จัดทำได้เข้าร่วมกันกับหัวหน้าแต่ละฝ่าย หัวหน้าฝ่ายวิศวกรรมได้มีการเสนอวิธีแก้ปัญหา 2 วิธี ดังนี้ การลงทุนซื้อเครื่องจักรใหม่ ใช้งบลงทุน 500,000 บาท/เครื่อง และการติดตั้งเครื่องนำชิ้นงานอัตโนมัติ ใช้งบลงทุน 200,000 บาท/เครื่อง จากการเปรียบเทียบกำลังการผลิตที่จะเพิ่มขึ้นของทั้ง 2 วิธี คณะผู้จัดทำตัดสินใจเลือกที่จะติดตั้งเครื่องนำชิ้นงานเข้าเครื่องจักรอัตโนมัติ โดยใช้ร่วมกับเครื่องทำเกลียว เนื่องจากลงทุนน้อยกว่าและคาดว่าจะลดเวลามากกว่า 12 วินาที/ชิ้น

ขั้นตอนและภาพประกอบการทำงานจริง

ขั้นตอนและกระบวนการผลิตชิ้นงาน NUT 7401



1. การตีขึ้นรูปเย็น



2. การตัดชิ้นงาน



3. การกลึง #1



4. การกลึง #2






5. ทำเกลียว




6. ตรวจสอบ

ภาพที่ 3 ขั้นตอนกระบวนการทำงานผลิตชิ้นงาน NUT 7401

Page 1 of 1	
	Process Flow Chart
Control No : PFC-UICT-005	
Effective Date : 29/7/2016	
Division : 01	
Customer:USUI International Corporation(Thailand)Co.,Ltd.	Prototype
Model : RT85	Product name : NUT H.P PIPE M14x1.5 PH27-1
Pre-luanch	<input checked="" type="checkbox"/> Mass production
Product No. : 134B30187401	ECN No.

□	10 Incoming R/M.
◇	20 Receiving Inspection R/M.
▽	30 Storage R/M.
⊗	40 Cold Forging.
◇	50 In-process Inspection.
▽	60 Storage WIP.
⊗	70 Barrel.
□	80 Incoming.
◇	90 Receiving Inspection.
⊗	100 Lathe #1. 
◇	110 In-process Inspection.
⊗	120 Lathe #2.
◇	130 In-process Inspection.
⊗	140 Tapping. 
◇	150 In-process Inspection.
▽	160 Storage WIP.
⊗	170 Plating.
□	180 Incoming.
◇	190 Receiving Inspection.
▽	200 Storage WIP.
⊗	210 Appearance Check 100% & Packing.
▽	220 Storage FG.
◇	230 Final Inspection.
⊗	240 Transportation.

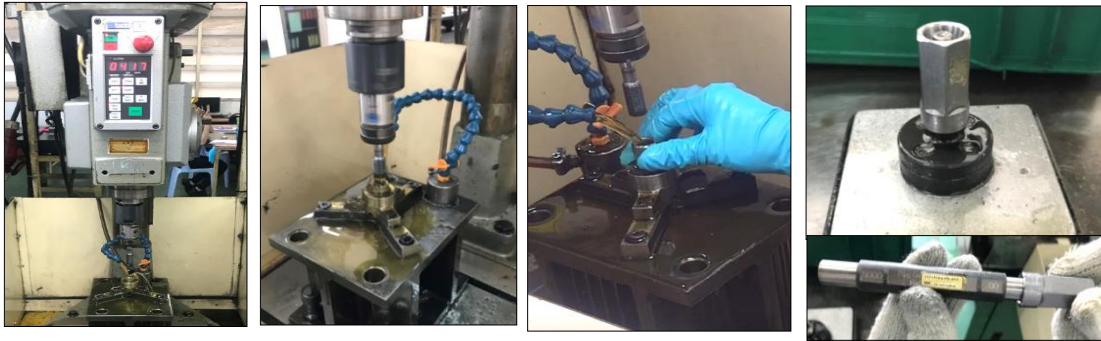
		Approved	Checked	Issued
1	Add Process Barrel.	29/7/2016		K.Mongkonrat
φ	New Issued	03/11/2014		
No	Reason Revision	Date		

093401 Effective date : 30/1/07

ภาพที่ 4 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตชิ้นงาน NUT 7401

วิเคราะห์วิธีการทำงานก่อนปรับปรุง

กระบวนการทำเกลียวชิ้นงาน มีขั้นตอนการทำงาน โดยใช้พนักงานกด Start เริ่มการทำงานของเครื่องจักร นำชิ้นงานออก และตรวจสอบ ซึ่งจากการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานและเปรียบเทียบระหว่างระบบ Manual และระบบอัตโนมัติ ทางคณะผู้จัดทำเห็นว่าในการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ จะช่วยลดเวลาในการทำงานลงได้และเพิ่มกำลังการผลิตให้เพิ่มขึ้น



1.กด Start

2.ดอกสว่าน
เคลื่อนที่ทำเกลียว

3.นำชิ้นงานออก
และกด Start

4.ตรวจสอบ

ภาพที่ 5 กระบวนการทำเกลียวชิ้นงาน NUT 7401 ก่อนปรับปรุง

ตารางที่ 1 แผนภูมิการไหลก่อนปรับปรุงของกระบวนการทำเกลียวชิ้นงาน NUT 7401

Process Chart							
Subject Charted : กระบวนการผลิตชิ้นงาน NUT 7401	สัญลักษณ์ : ○ การปฏิบัติการ ⇒ การเคลื่อนย้าย □ การตรวจสอบ D การรอ ▽ การจัดเก็บ						
Process : ทำเกลียว							
Chart By : ฝ่ายผลิต							
คำอธิบาย	วินาที	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
		○	⇒	□	D	▽	
กต START	1	●	⇒	□	D	▽	
ดอกสว่านเคลื่อนที่ทำเกลียว	13	●	⇒	□	D	▽	
นำชิ้นงานออก พร้อมกต START	2	○	⇒	□	D	▽	
ตรวจสอบคุณภาพ	7	○	⇒	■	D	▽	
รอ	9	○	⇒	□	D	▽	
รวม	32	14	2	7	9		

ที่มา: วิชาญา จันทนา และคณะ (2563: 58-83)

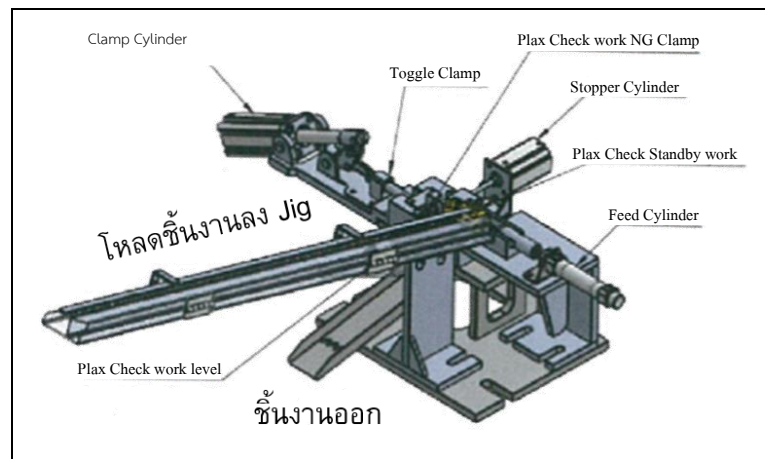
จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าการปรับปรุงมีขั้นตอนการทำงาน 5 ขั้นตอน ซึ่งใช้เวลาการทำงานทั้งหมด 32 วินาที/ชิ้น ทางคณะผู้จัดทำจึงคิดว่าหากลดเวลาการทำงานในขั้นตอนการกต START และการหยิบชิ้นงานออกจากเครื่องจักร และการรอ จะช่วยลดเวลาการผลิตลงได้ 12 วินาที ผลการวิเคราะห์ปัญหาด้วย Why-Why Analysis ได้ดังนี้

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ Why-Why Analysis

Problem	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Check	Improve
กำลังการผลิตไม่เพียงพอ	เครื่องจักรมีประสิทธิภาพที่จำกัด	เครื่องจักรเป็นระบบ Manual	ต้องใช้มือหยิบวัตถุดิบเข้าเครื่อง	ยังไม่มีก็นำระบบที่ทันสมัยกว่ามาใช้	หาอุปกรณ์ที่เหมาะสมมาปรับใช้	ติดตั้งอุปกรณ์พิเศษ Auto Load

ที่มา: กนกวรรณ สุภักดีและคณะ (2561: 112-122)

แนวทางแก้ไขปรับปรุงเวลาการผลิตโดยเครื่องโหลดชิ้นงานเข้าเครื่องอัตโนมัติ เพื่อลดเวลาในขั้นตอนการนำชิ้นงานเข้าเครื่องจักร บริษัทตัวอย่าง ตัดสินใจที่จะติดตั้งเครื่องนำชิ้นงานเข้าเครื่องอัตโนมัติ (Auto Load) โดยนำมาใช้กับเครื่องทำเกลียว



ภาพที่ 6 เครื่องนำชิ้นงานเข้าเครื่องอัตโนมัติ (Auto Load)

ติดตั้งเครื่องนำชิ้นงานเข้าเครื่องอัตโนมัติ



ภาพที่ 7 ติดตั้งเครื่องนำชิ้นงานเข้าเครื่องอัตโนมัติ เข้ากับเครื่องทำเกลียว

ตรวจสอบความถูกต้องในการติดตั้ง



ภาพที่ 8 ตรวจสอบความถูกต้องในการติดตั้ง

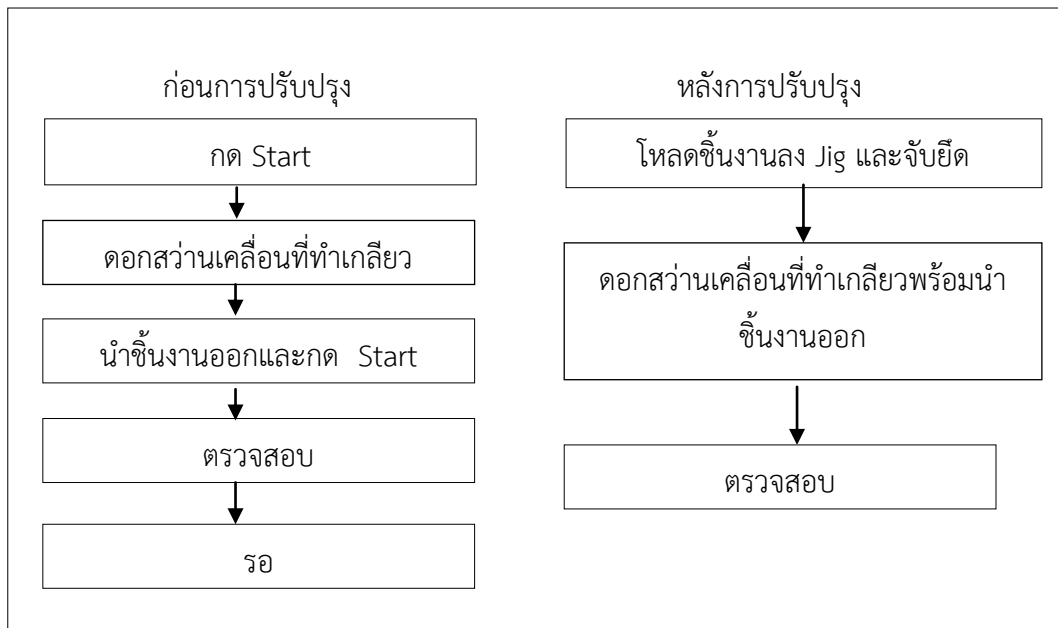
ทดสอบการทำงาน



ภาพที่ 9 ทดสอบการทำงาน

ผลการปรับปรุง

ผังแสดงการทำงานเปรียบเทียบการทำงาน ก่อน – หลังการปรับปรุง



ภาพที่ 10 การเปรียบเทียบการทำงานก่อน-หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง

ขั้นตอน	ก่อนการปรับปรุง	เวลา (วินาที)	ขั้นตอน	หลังการปรับปรุง	เวลา (วินาที)
1	กด Start	1	1	โหลดชิ้นงานลง Jig และจับยึด	5
2	ดอกสว่านเคลื่อนที่ทำเกลียว	13	2	ดอกสว่านเคลื่อนที่ทำเกลียวพร้อมนำชิ้นงานออก	10
3	นำชิ้นงานออกและกด Start	2	3	ตรวจสอบ	7
4	ตรวจสอบ	7			
5	รอ	9			
	รวม	32		รวม	22

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าก่อนปรับปรุงมีขั้นตอนการทำงาน 5 ขั้นตอน ซึ่งใช้เวลาทั้งหมด 32 วินาที/ชิ้น ทางคณะผู้จัดทำจึงคิดว่าหากลดเวลาการทำงานในขั้นตอนการกด START และการหยิบชิ้นงานออกจากเครื่องจักร และการรอจะช่วยลดเวลาการผลิตลงได้ 12 วินาที และหลังการปรับปรุงมีขั้นตอนการทำงานเพียง 3 ขั้นตอน ซึ่งใช้เวลาการทำงานทั้งหมด 22 วินาที/ชิ้น แต่มีบางขั้นตอนที่สามารถทำไปพร้อมกันได้คือขั้นตอนการทำเกลียวพร้อมกับการนำชิ้นงานออกและตรวจสอบ

คุณภาพเนื่องจากมีระบบกึ่งอัตโนมัติคือมาแทนการกดปุ่มสตาร์ทซึ่งงานจะออกมาให้พนักงานได้ตรวจสอบได้เลย จึงเหลือเวลาการทำงานเพียง 15 วินาที/ชิ้น

ผลการวิจัย

ขั้นตอนและกระบวนการทำเกลียวชิ้นงาน NUT 7401 หลังปรับปรุง



ภาพที่ 11 กระบวนการทำเกลียวชิ้นงาน NUT 7401 หลังปรับปรุง

ตารางที่ 4 แผนภูมิการไหลหลังปรับปรุงของกระบวนการทำเกลียวชิ้นงาน NUT 7401

Process Chart							
Subject Charted : กระบวนการผลิตชิ้นงาน NUT 7401	สัญลักษณ์ : ○ การปฏิบัติการ						
Process : ทำเกลียว	➡ การเคลื่อนย้าย						
Chart By : ฝ่ายผลิต	□ การตรวจสอบ						
	○ การรอ						
	▽ การจัดเก็บ						
คำอธิบาย	วินาที	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
		○	➡	□	○	▽	
โหลดชิ้นงานลง Jig และจับยึด	5	●	➡	□	○	▽	
ดอกสว่านเคลื่อนที่ทำเกลียวพร้อมนำชิ้นงานออก	10	●	➡	□	○	▽	
ตรวจสอบคุณภาพ	7		➡	■	○	▽	
รวม	22	15		7			

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าหลังการปรับปรุงมีขั้นตอนการทำงานเพียง 3 ขั้นตอน ซึ่งใช้เวลาการทำงานทั้งหมด 22 วินาที/ชิ้น แต่มีบางขั้นตอนที่สามารถทำไปพร้อมกันได้คือขั้นตอนการทำงานเกลียวพร้อมกับการนำชิ้นงานออกและตรวจสอบคุณภาพ จึงเหลือเวลาการทำงานเพียง 15 วินาที/ชิ้น

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบยอดการผลิตต่อชั่วโมง

สถานะ	Cycle time (วินาที)	Output (ชิ้น/ชั่วโมง)	ราคาขาย 2.67 บาท/ชิ้น กระบวนการ Tapping
ก่อนปรับปรุง	32	100	267 บาท/ชั่วโมง
หลังปรับปรุง	15	215	577 บาท/ชั่วโมง

จากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าการปรับปรุงสามารถผลิตชิ้นงานใช้เวลาการผลิต 32 วินาที/ชิ้น จะสามารถผลิตได้ 100 ชิ้น/ชั่วโมง หลังการปรับปรุงใช้เวลาการผลิต 15 วินาที/ชิ้น สามารถผลิตชิ้นงานได้ 215 ชิ้น/ชั่วโมง สรุปได้ว่าเพิ่มขึ้นจากเดิม 115 ชิ้น

สรุปผล

พบว่าหลังจากที่มีการติดตั้งเครื่องโหลดชิ้นงานอัตโนมัติใช้ร่วมกับเครื่องทำเกลียวสามารถลดเวลาการทำงานเกลียว จาก 32 วินาที/ชิ้น ลดลงเป็น 15 วินาที/ชิ้น และชิ้นงานผลิตได้จาก 100 ชิ้น/ชั่วโมง เพิ่มขึ้นเป็น 215 ชิ้น/ชั่วโมง คิดเป็นชั่วโมงทำงานวันละ 8 ชั่วโมง โดย 1 เดือนทำงาน 26 วัน จะได้ $26 \times 8 = 208$ ชั่วโมง โดย 1 ชั่วโมง ได้ชิ้นงาน 215 ชิ้น นำจำนวนชิ้นงาน คูณกับชั่วโมงทำงาน คือ $208 \text{ ชั่วโมง} \times 215 \text{ ชิ้น} = 44,720 \text{ ชิ้น/เดือน}$ ลูกค้าต้องการที่ 90,000 ชิ้น/เดือน จึงต้องให้มีการเพิ่มเวลาในการทำการผลิตเป็น 2 กะ (กะละ 8 ชั่วโมง) กับอีก 3 ชั่วโมง จึงผลิตชิ้นงานได้ตามความต้องการของลูกค้า

ข้อเสนอแนะ

บริษัทควรนำวิธีแก้ปัญหาการกำลังการผลิต ไปปรับปรุงแก้ไขกับชิ้นงานอื่นๆ หรือในกระบวนการอื่น ๆ ร่วมด้วยเพื่อเป็นการพัฒนาศักยภาพเครื่องจักร และเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานให้มีเพิ่มมากขึ้น และอาจใช้ man-machine chart เข้ามาประยุกต์ในการแก้ปัญหา

เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ สุภักดีและคณะ. (2561). การลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตเทียนเวียนหัว
กรณีศึกษา: ธุรกิจโรงหล่อเทียนมงคล. วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.: 112-122.
- จำลักษณ์ ขุนพลแก้ว. (2544). หลักการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต.
- วิชญา จันทนาและคณะ. (2563). การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเซรามิก: กรณีศึกษาโรงงานใน
จังหวัดสมุทรปราการ. วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 58-83.
- ศุภพัฒน์ ปิงตา. (2559). การนำเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 มาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม.
- สมประวิณ มั่นประเสริฐ. (2561). แนวโน้มเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์.
- Richard B. Chase. (2558). การจัดการการผลิตและการดำเนินงาน.

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าความต้านทานแรงดึงของการเชื่อมต้านทานแบบจุดบนวัสดุ SS400 กับ S45C โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง

Investigation of Influence on Tensile Strength of Resistance Spot Welding of SS400 with S45C by Design of Experiments

ยอดนภา เกษเมือง¹ บัณฑิต วงษ์ทอง² เอกพล ทับพร³ มานิตย์ ธิมาทา⁴

¹สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี, E-mail: ynp_ie@thonburi-u.ac.th

²สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี, E-mail: bundid.w@gmail.com

³สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี, E-mail: pew_ek@hotmail.com

⁴สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์, E-mail: manitt@sau.ac.th

บทคัดย่อ

รอยต่อระหว่างเหล็ก SS400 และเหล็ก S45C ในชิ้นส่วนลูกหมากกันโคลง มีค่าความต้านทานแรงดึงไม่คงที่เนื่องจากการเชื่อมหลอมละลายด้วยวัสดุความแตกต่างของสมบัติวัสดุ อย่างไรก็ตามการใช้งานลักษณะรอยต่อเช่นนี้มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากรอยต่อชนิดนี้สามารถรับน้ำหนักรวมของรถยนต์ได้สูง ดังนั้นหากมีการเชื่อมรอยต่อชนิดนี้ให้มีความสมบูรณ์แล้วจะทำให้เกิดการพัฒนางานเชื่อมและผลิตภาพเพิ่มขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาอิทธิพลตัวแปรการเชื่อมต้านทานแบบจุดที่มีผลต่อค่าความต้านทานแรงดึงระหว่างระหว่างชิ้นส่วนเสื้อกันโคลง (เหล็กโครงสร้าง SS400) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร และเพลลา (เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง S45C) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 มิลลิเมตรและยาว 25 มิลลิเมตร ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยกระแสไฟเชื่อมครั้งที่ 1 กระแสไฟเชื่อมครั้งที่ 2 และเวลาที่ใช้ในการกดแช่ชิ้นงาน ส่วนตัวแปรที่ศึกษาคือความต้านทานแรงดึงของรอยต่อของชิ้นงาน ผลการทดลองพบว่า ตัวแปรในการเชื่อมต้านทานแบบจุดที่ทำให้ได้ความต้านทานแรงดึงสูงสุดเท่ากับ 3,391.15 แรงต่อกิโลกรัม คือกระแสไฟเชื่อมครั้งที่ 1 เท่ากับ 1,461 แอมแปร์ ค่ากระแสไฟเชื่อมครั้งที่ 2 เท่ากับ 1,406 แอมแปร์ และเวลาในการกดแช่ชิ้นงานเท่ากับ 80 วินาที กระแสไฟเชื่อมที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ค่าความความต้านทานแรงดึงของรอยต่อเพิ่มขึ้น เวลากดแช่ชิ้นงานที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้การเกาะยึดของโลหะเพิ่มขึ้นและทำให้ความแข็งแรงของรอยต่อเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: การออกแบบการทดลอง ความต้านทานแรงดึง การเชื่อมต้านทานแบบจุด

Abstract

A joint of carbon steel SS400 with S45C in stabilizer bar link has tensile strength not constant difficult to fusion weld because of the difference in the properties of the materials. However, this joint application was continuously increased in an automobile industry because this joint could support the gross automobile weight well done. Therefore, if the joint could perfectly produce, a joint application could be affected to develop the automobile industry. This research work aims to study the effect of resistance spot welding parameters on the SS400 8 mm diameter and shaft (medium carbon steel S45C) with a diameter of 28 mm and a length of 25 mm. The experimental variables consisted of the Welding current 1, the Welding current 2, and the time spent in the work piece (Squeeze Time). The variables studied were resistance tensile strength of the joint of the workpiece. The summarized experimental results are as follows. An optimum welding parameter that produced maximum tensile strength of 3,503.56 Kgf was a welding current 1 of 1,461 A, welding current 2 of 1,406 A, and a holding time of 80 sec. Increasing of welding current affected to increase tensile strength of the joint. Increasing of a holding time affected to increase the bonding between the materials and joint tensile strength.

Keywords: design of experiment, resistance spot, welding tensile strength

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ลูกหมากกันโคลง (Stabilizer bar link) ทำหน้าที่เป็นตัวยึดเหล็กกันโคลง จะอยู่ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของรถ โดยทำหน้าที่รับแรงกระแทกและเป็นจุดหมุนการรับแรง แต่คุณสมบัติเฉพาะของเจ้าลูกหมากตัวนี้คือ ช่วยยึดเหล็กกันโคลงให้มีความนิ่งและคงที่มากขึ้นเนื่องจากต้องรับแรงบิดจากช่วงล่างในเวลาเข้าโค้ง (Stabilizerlinks, n.d.) โรงงานกรณีศึกษาประกอบธุรกิจส่งออกผลิตภัณฑ์อะไหล่ช่วงล่างทุกชนิดของรถยนต์ รวมถึงลูกหมากกันโคลงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณความต้องการของลูกค้านามากที่สุดจากผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ซึ่งลูกหมากกันโคลง นี้ เกิดจากการเชื่อมด้านทานแบบจุดระหว่างชิ้นส่วนเสื่อกันโคลง (เหล็ก S45C) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 mm กับชิ้นส่วนเพลลา (เหล็ก SS400) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 mm ทั้งสองด้าน การเชื่อมด้านทานแบบจุด เป็นกรรมวิธีการเชื่อมแบบหลอมละลายที่อาศัยความร้อนที่เกิดจากการต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านพื้นที่รอยต่อในการหลอมวัสดุและกดให้ติดกันด้วยแรงดันจากอิเล็กโทรดทั้งสองข้างให้ติดกัน กระบวนการ

เชื่อมนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันมากในงานอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ (Gene Mathers) หนึ่งในข้อดีของการเชื่อมด้านทานแบบจุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเชื่อมทิก คือ รอยเชื่อมของการเชื่อมด้านทานแบบจุดนั้นเกิดขึ้นด้านในของรอยต่อ ขณะที่รอยเชื่อมของการเชื่อมทิกเกิดขึ้นด้านนอก ลักษณะเช่นนี้ทำให้รอยเชื่อมของการเชื่อมทิกนั้นมีความง่ายต่อการตกแต่งมากกว่า (D.E., n.d.-b) แต่อย่างไรก็ตามการเชื่อมที่จะให้ได้มาซึ่งคุณภาพของแนวเชื่อมสูงสุดนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เชื่อมต้องทราบและศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดของแนวเชื่อม (Watanabe, Takehiko et al., 2006) ในการทดสอบความแข็งแรงวัสดุมีหลายวิธี หนึ่งในหลายวิธีคือการทดสอบแรงดึง (Tensile Test) ซึ่งเป็นการทดสอบค่าความทนต่อแรงดึง หรือ ความเค้นสูงสุดของวัสดุต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่ได้รับจนเกิดการฉีกขาด มีหน่วยเป็น MPa หรือ N/mm^2 (Britannica) ผลจากการนำชิ้นงานไปทดสอบแรงดึง พบว่าค่าความต้านทานแรงดึงมีค่าไม่เท่ากัน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ต้องการให้ผลการทดสอบค่าความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์ลูกหมากกันโคลงมีค่าทดสอบที่ใกล้เคียงกันและให้ค่าสูงสุด โดยการออกแบบการทดลองโดยนำปัจจัยต่าง ๆ มาทำการทดลองเพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยให้มีความเหมาะสม และสามารถกำหนดมาตรฐานการเชื่อมชิ้นงานดังกล่าวต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงของผลิตภัณฑ์ลูกหมากกันโคลง

วิธีการวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย

1. เครื่องเชื่อมด้านทานแบบจุด (Resistance Spot Welding: RSW)
2. เครื่องทดสอบแรงดึง Universal Testing รุ่น HT-9501 A

ชิ้นงานทดลอง

1. เสื่อกันโคลง เหล็กเกรด S45C ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 mm แล้วนำมาตัดให้มีความยาวขนาด 25 mm เพื่อนำไปผลิตเป็นส่วนเสื่อกันโคลง
2. เพลากันโคลงเหล็กเกรด SS400 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 mm เป็นส่วนเพลาลูกหมากกันโคลง

การออกแบบการทดลองและกำหนดตัวแปร

การออกแบบการทดลองจะใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล 3^3 แฟคทอเรียล (Montgomery, D.C. 2005a, b) ค่าทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเลือกปัจจัยที่มีผลต่อค่าความต้านทานแรงดึงของแนวเชื่อมอย่างมีนัยสำคัญ คือค่า P-value ที่ระดับนัยสำคัญ

0.05 การทดลองในแต่ละสภาวะการเชื่อมมีการทำซ้ำ 3 ครั้ง ในการทดลองนี้ได้มีการกำหนดปัจจัยออกเป็น 3 ปัจจัยหลัก ประกอบด้วยค่ากระแสไฟเชื่อมครั้งที่ 1 (Weld Current 1) มี 3 ระดับ คือ 1,451 1,456 และ 1,461 แอมแปร์ ค่ากระแสไฟเชื่อมครั้งที่ 2 เท่ากับ 1,401 1,406 และ 1,411 แอมแปร์ และเวลาที่ใช้ในการกดแซ่ขึ้นงาน (Squeeze Time) เท่ากับ 80 85 และ 90 วินาที ผลตอบสนองที่ได้เป็นค่าความต้านทานแรงดึง(Tensile Strength) ดังภาพที่ 1 โดยทดลอง 3 ซ้ำ (3 Replicate) เนื่องจากการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยข้างต้น ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษาปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้ Weld Current 1 เท่ากับ 1,456 แอมแปร์ Weld Current 2 เท่ากับ 1,406 A และ Squeeze Time เท่ากับ 85 วินาที โดยในตารางที่ 1 จะแสดงผลการออกแบบการทดลองแบบสุ่มเพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดปัจจัยที่ไม่ได้ทำการควบคุม รูปแบบสมการและการตั้งสมมติฐานในการทดลอง [7] มีดังต่อไปนี้

1) กำหนดรูปแบบสมการดังนี้

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 \quad (1)$$

2) กำหนดสมมติฐาน มีดังนี้

$H_0 : \beta_1 = 0$ (กระแสไฟเชื่อมครั้งที่ 1 ไม่มีผลต่อความต้านทานแรงดึง)

$H_1 : \beta_1 \neq 0$ (กระแสไฟเชื่อมครั้งที่ 1 มีผลต่อความต้านทานแรงดึง)

$H_0 : \beta_2 = 0$ (กระแสไฟเชื่อมครั้งที่ 2 ไม่มีผลต่อความต้านทานแรงดึง)

$H_1 : \beta_2 \neq 0$ (กระแสไฟเชื่อมครั้งที่ 2 มีผลต่อความต้านทานแรงดึง)

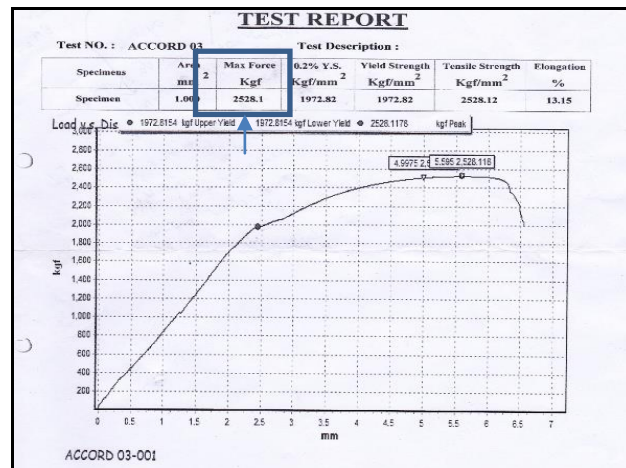
$H_0 : \beta_3 = 0$ (เวลากดแซ่ขึ้นงาน ไม่มีผลต่อความต้านทานแรงดึง)

$H_1 : \beta_3 \neq 0$ (เวลากดแซ่ขึ้นงาน มีผลต่อความต้านทานแรงดึง)

ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

1. ชิ้นส่วนเสื่อกันโคลง ใช้เหล็กเกรด S45C ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 mm. แล้วนำมาตัดให้มีความยาวขนาด 25 mm. เพื่อนำไปผลิตเป็นส่วนเสื่อกันโคลง
2. ชิ้นส่วนของเพลากันโคลงใช้เหล็กเกรด SS400 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 mm. เพื่อนำมาเป็นส่วนเพลากันโคลงของลูกหมากกันโคลง
3. เชื่อมชิ้นงานทั้งสองชิ้น คือ เสื่อกันโคลงผลิตจากเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด S45C และชิ้นส่วนเพลากันโคลงผลิตจากเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SS400 เข้าด้วยกันโดยการเชื่อมต้านทานแบบจุด ตามเงื่อนไขการทดลอง จำนวน 54 ชิ้น ดังตารางที่ 1
4. ทดสอบแรงดึง (Tensile Test) โดยเครื่องทดสอบแรงดึง Universal Testing รุ่น HT-9501 A ดังภาพที่ 2

5. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปประมวลผลด้วยโปรแกรมทางสถิติ (Minitab V.19) พร้อมทั้งวิเคราะห์ผล



ภาพที่ 1 ค่าความต้านทานแรงดึง



ภาพที่ 2 การทดสอบชิ้นงานด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง

ตารางที่ 1 ผลการออกแบบการทดลองแบบสุ่มและค่าความต้านทานแรงดึง

Std. Order	Run Order	A (A)	B (A)	C (s)	Result (Kgf)
1	1	1451	1401	80	3571.3
2	2	1451	1401	85	3040.6
3	3	1451	1401	90	3509.4
4	4	1451	1406	80	3200.0
5	5	1451	1406	85	3023.3
.

ตารางที่ 1 ผลการออกแบบการทดลองแบบสุ่มและค่าความต้านทานแรงดึง(ต่อ)

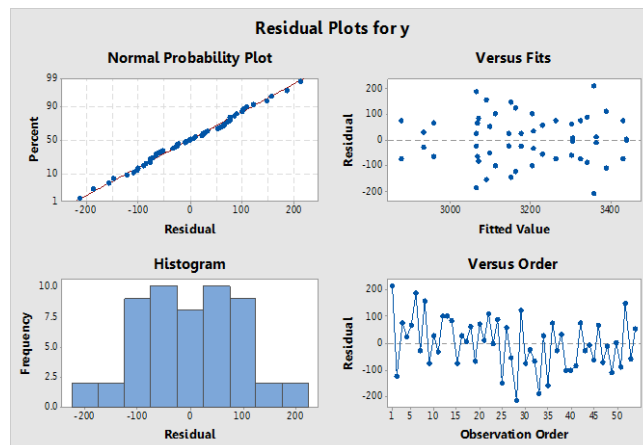
Std. Order	Run Order	A (A)	B (A)	C (s)	Result (Kgf)
49	49	1461	1406	80	3281.7
50	50	1461	1406	85	3442.2
51	51	1461	1406	90	3252.6
52	52	1461	1411	80	3299.3
53	53	1461	1411	85	3172.4
54	54	1461	1411	90	3150.6

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

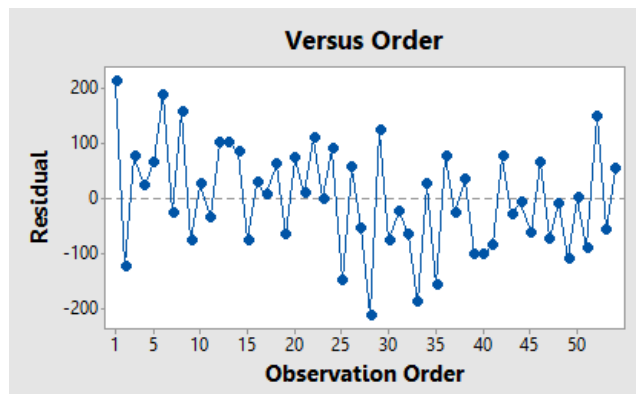
หลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอนการดำเนินการทดลองที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผลการทดลองและการเก็บข้อมูลของตัวแปรตอบสนอง (ค่าความต้านทานแรงดึง) แสดงในตารางที่ 1 ผลที่ได้จะนำไปตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลองและวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อยืนยันสมมติฐาน ดังนี้

1. การตรวจสอบข้อสมมติฐานเบื้องต้น (Assumption Checking)

ก่อนที่จะวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล ควรจะตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการทดลองก่อน เพื่อเป็นการทดสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลองว่าข้อมูลมีความถูกต้องหรือไม่ (Montgomery D.C. 2005b) สามารถตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบโดยภาพรวมได้จากภาพที่ 3



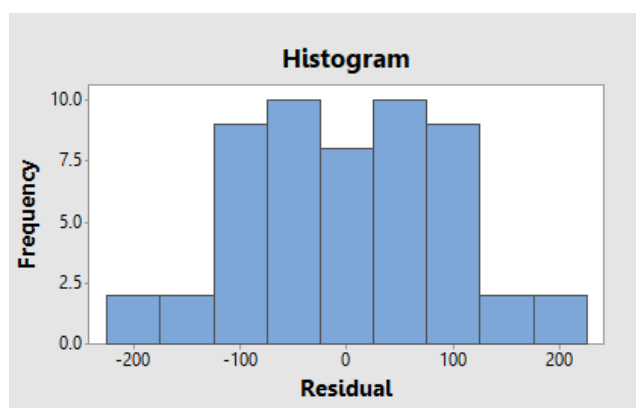
ภาพที่ 3 การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง



ภาพที่ 4 กราฟ Residual versus the order of the data

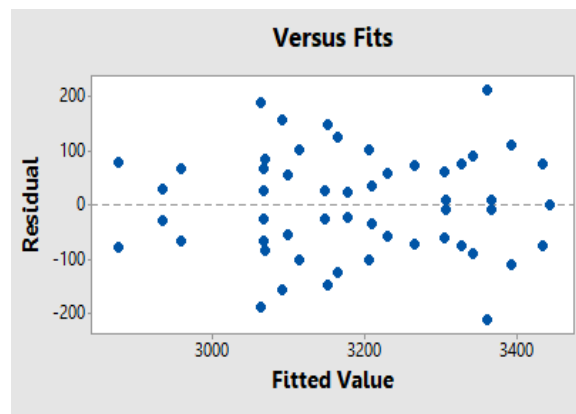
การตรวจสอบความเป็นอิสระ (Test for Independence) ของข้อมูล การที่ข้อมูลจะเป็นอิสระหรือไม่นั้นให้พิจารณาจากลักษณะกราฟ Residual versus the order of the data ว่าข้อมูลมีการกระจายตัวที่ไม่สามารถทำนายหรือคาดเดาได้ว่ามีทิศทางหรือแนวโน้มเป็นอย่างไร จากภาพที่ 4 พบว่าการกระจายตัวของข้อมูลมีรูปแบบที่เป็นอิสระ ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนหรือไม่สามารถประมาณรูปแบบที่แน่นอนได้ แสดงให้เห็นว่ามีความเป็นอิสระต่อกันหรือมีการกระจายตัวแบบสุ่ม

การตรวจสอบความเป็นปกติของข้อมูล (Test for Normality) ความเป็นปกติของข้อมูลเป็นการพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้มาจากการทดลองเป็นแบบปกติหรือไม่ โดยพิจารณาจากกราฟการกระจายตัวของข้อมูลว่าเป็นเส้นตรงหรือไม่ (กรณีข้อมูลน้อยกว่า 30 ข้อมูล) ถ้าข้อมูลมีมากกว่า 30 ข้อมูล ให้พิจารณาจากกราฟ Histogram of the residuals ว่ากราฟมีลักษณะเป็นแบบระฆังคว่ำหรือไม่ จากภาพที่ 5 จะพบว่าลักษณะกราฟเป็นแบบระฆังคว่ำ แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ



ภาพที่ 5 กราฟ Histogram of the residuals

การตรวจสอบความมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวน (Test for Homogeneity of Variance) ของข้อมูล ความมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวนของข้อมูลเป็นการสังเกตค่าความแปรปรวนของข้อมูลว่ามีการกระจายตัวรอบค่าศูนย์ คลาดเคลื่อนสม่ำเสมอมากน้อยหรือไม่ โดยพิจารณาจากกราฟ Residuals versus the fitted values จากภาพที่ 6 พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวสม่ำเสมอ แสดงว่าเศษตกค้างมีความแปรปรวนเท่ากันหรือคงที่ จากการตรวจสอบข้อสมมติฐานเบื้องต้นทั้งหมดเป็นไปตามเงื่อนไขการวิเคราะห์ความแปรปรวนและสามารถวิเคราะห์ผลต่อไปได้



ภาพที่ 6 กราฟ Residuals versus the fitted values

2. วิเคราะห์ผลและแปลความหมายผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบการทดลอง

จากการนำค่าพารามิเตอร์ไปใช้ในการปรับตั้งค่าที่เครื่องเชื่อมด้านทานแบบจุดภายใต้เงื่อนไขการทดลองตามการออกแบบการทดลอง แบบ General Full Factorial Design แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ได้ผลลัพธ์แสดงดังภาพที่ 7

Factor Information

Factor	Levels Values
Weld current 1	3 1451, 1456, 1461
Weld current 2	3 1401, 1406, 1411
Squeeze Time	3 80, 85, 90

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	26	1215334	46744	2.68	0.007
Linear	6	354702	59117	3.39	0.013
Weld current 1	2	153784	76892	4.41	0.022
Weld current 2	2	159404	79702	4.57	0.020
Squeeze Time	2	41514	20757	1.19	0.320
2-Way Interactions	12	659834	54986	3.15	0.006
Weld current 1*Weld current 2	4	335752	83938	4.81	0.005
Weld current 1*Squeeze Time	4	185973	46493	2.67	0.054
Weld current 2*Squeeze Time	4	138110	34527	1.98	0.126
3-Way Interactions	8	200798	25100	1.44	0.226
Weld current 1*Weld current 2*Squeeze Time	8	200798	25100	1.44	0.226
Error	27	470957	17443		
Total	53	1686292			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
132.071	92.07%	89.18%	89.10%

ภาพที่ 7 ผลการวิเคราะห์ของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม

การประมาณค่าอิทธิพลและค่าสัมประสิทธิ์สำหรับผลตอบสนอง โดยพิจารณาจากค่า P-Value ดังภาพที่ 6 เพื่อใช้สำหรับการสรุปผลของการทดสอบสมมติฐานเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของทั้ง 3 ปัจจัยหลักและปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่าง 3 ปัจจัย โดยที่ปัจจัย A คือ ระดับของ Weld Current 1, ปัจจัย B คือ ระดับของ Weld Current 2 และปัจจัย C คือ ระดับของ Squeeze Time ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1) วิเคราะห์ปัจจัยหลัก ได้แก่ Weld Current 1, Weld Current 2 และ Squeeze Time พบว่าปัจจัย Weld Current 1 และ Weld Current 2 มีค่า P-Value เท่ากับ 0.022 และ 0.020 ตามลำดับซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า α ($\alpha = 0.05$) แสดงว่ามีอิทธิพลต่อค่าความต้านทานแรงดึงจากการเชื่อมด้านทานแบบจุด อย่างมีนัยสำคัญ แต่ปัจจัย Squeeze Time มีค่า P-Value เท่ากับ 0.320 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า α ($\alpha = 0.05$) แสดงว่าไม่มีอิทธิพลต่อค่าความต้านทานแรงดึงจากการเชื่อมด้านทานแบบจุด ส่วนการวิเคราะห์ปัจจัยร่วม (Interaction) ได้แก่ปัจจัย Weld Current 1 และ Weld Current 2 มีอิทธิพลต่อค่าความต้านทานแรงดึงจากการเชื่อมด้านทานแบบจุดอย่างมีนัยสำคัญ

2) ส่วนที่ 2 เป็นการแสดงค่า S, R-Sq และ R-Sq(adj)

จากภาพที่ 7 General Linear Model ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของสถานะที่ใช้ในการเชื่อมกับความแข็งแรงของการเชื่อมที่วัดได้จากการนำไปทดสอบแรงดึง สามารถอธิบายได้ด้วยสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (r^2) โดยค่า R-Sq(adj) มีค่าร้อยละ 89.1 ซึ่งมากกว่าร้อยละ 70 ถือว่ายอมรับได้

3. วิเคราะห์ผลการทดลองปัจจัยหลักและปัจจัยร่วมที่มีผลต่อการเชื่อมด้านทานแบบจุด

Factor Information

Factor	Levels	Values
Weld current 1	3	1451, 1456, 1461
Weld current 2	3	1401, 1406, 1411

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	8	648940	81118	3.52	0.003
Linear	4	313189	78297	3.40	0.016
Weld current 1	2	153784	76892	3.34	0.045
Weld current 2	2	159404	79702	3.46	0.040
2-Way Interactions	4	335752	83938	3.64	0.012
Weld current 1*Weld current 2	4	335752	83938	3.64	0.012
Error	45	1037351	23052		
Lack-of-Fit	18	566394	31466	1.80	0.081
Pure Error	27	470957	17443		
Total	53	1686292			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
151.830	88.48%	88.40%	71.42%

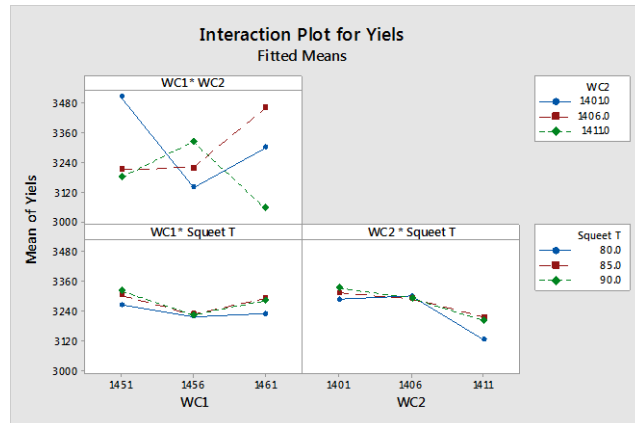
ภาพที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม

จากภาพที่ 8 ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ปัจจัย A (Weld current 1) ค่า P-Value = 0.045 และปัจจัย B (Weld current 2) ค่า P-Value = 0.040 ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$) ที่กำหนดไว้ ซึ่งต้องปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) แสดงว่าระดับของ Weld Current 1 และ Weld Current 2 มีผลต่อความต้านทานแรงดึงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย A และ ปัจจัย B ซึ่งค่า P-Value = 0.012 น้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$) ที่กำหนดไว้ ซึ่งต้องปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) แสดงว่าระดับของ Weld Current 1 และ Weld Current 2 มีผลต่อค่าความต้านทานแรงดึงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

หากพิจารณาถึงค่า R-Sq(adj) ปัจจัยตอบสนองตามค่าความต้านทานแรงดึงซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 88.40 แสดงให้เห็นถึงระดับความสัมพันธ์ผันแปรอยู่ในระดับที่พึงพอใจ

การวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสมของปัจจัย (Response Optimizer) เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยและวัดค่าความพึงพอใจโดยรวมของผลลัพธ์ ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าค่า D มีค่าเท่ากับ 0 หมายความว่า ผลลัพธ์ตัวใดตัวหนึ่งหรือมากกว่าอยู่นอกขีดจำกัดที่ยอมรับได้ ถ้าค่า D มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่า ผลลัพธ์นั้นได้รับความพึงพอใจอย่างสมบูรณ์ ในกรณีที่ผลลัพธ์มีค่าเดียวจะทำให้ค่าความพึงพอใจโดยรวมของผลลัพธ์จะมีค่าเท่ากับค่าความพึงพอใจของผลลัพธ์นั้น (Desirability)

ค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยที่มีผลต่อค่าความต้านทานแรงดึงในกระบวนการเชื่อมด้านทานแบบจุด สำหรับการเชื่อมลูกหมากกันโคลง ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยที่มีผลต่อค่าความต้านทานแรงดึง ได้ผลลัพธ์แสดงดังภาพที่ 9 และ 10 ซึ่งถ้าพบว่า D เท่ากับ 0.76692 แสดงว่าผลลัพธ์นั้นมีความพึงพอใจอย่างสมบูรณ์

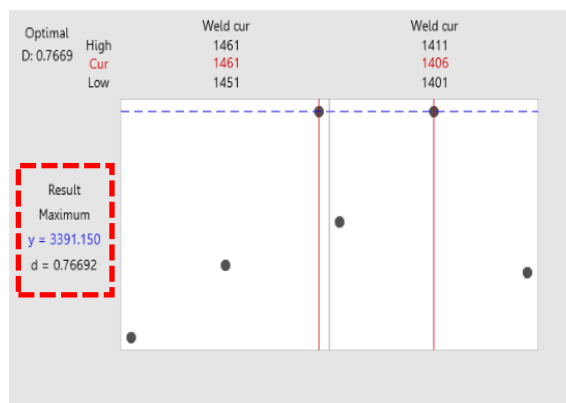


ภาพที่ 9 ค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อค่าความต้านทานแรงดึงของปัจจัย A และ ปัจจัย B

Multiple Response Prediction

Variable	Setting
Weld current 1	1461
Weld current 2	1406

Response	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
Result	3391.2	62.0	(3266.3, 3516.0)	(3060.8, 3721.5)



ภาพที่ 10 กราฟแสดงผลตอบสนองของระดับปัจจัยที่เหมาะสม

จากภาพที่ 10 นั้นค่าที่ปัจจัยที่เหมาะสม สำหรับการออกแบบการทดลองนี้ คือ ปัจจัย A กระแสเชื่อมลูกปล่อยเข้ามาในชิ้นงานครั้งแรกเท่ากับ 1,461 แอมแปร์ และ ปัจจัย B กระแสเชื่อมลูก

ปล่อยต่อจากกระแสเชื่อมครั้งแรกเท่ากับ 1,406 แอมแปร์ โดยมีค่าการทำนายการเกิดความต้านทานแรงดึงจากการเชื่อมต้านทานแบบจุดหรือ Yields เท่ากับ 3,391.15 Kgf ซึ่งความพึงพอใจโดยรวมเท่ากับ 0.76692

อภิปรายผล

1. จากการประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง (DOE) เพื่อเพิ่มค่าความต้านทานแรงดึงของลูกหมากกันโคลงจากการเชื่อมต้านทานแบบจุด โดยวิเคราะห์จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องและหาปัจจัยที่เหมาะสม ได้ปัจจัยที่เหมาะสมคือ ปัจจัย A (Weld Current 1) ปัจจัย B (Weld Current 2) และเวลาในการกดแช่ชิ้นงาน

2. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดความต้านทานแรงดึงจากการเชื่อมต้านทานแบบจุดหรือค่าการทำนาย (Predicted Response) Yields = 3,391.15 Kgf คือ ปัจจัย A Weld Current 1 ค่าที่เหมาะสมที่สุด เท่ากับ 1,461 แอมแปร์ และ ปัจจัย B Weld current 2 ค่าที่เหมาะสมที่สุด เท่ากับ 1,406 แอมแปร์

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองที่ได้รายงานมาแล้วข้างต้น จะพบว่าผลของการควบคุมปัจจัยมีผลโดยตรงต่อค่าความต้านทานแรงดึงของรอยต่อระหว่างวัสดุ SS400 กับ S45C เพื่อให้ผลการทดลองมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น แรงกดปลายอิเล็กโทรด การเปลี่ยนแปลงความหนาของวัสดุทดลอง เป็นต้น พร้อมทั้งเพิ่มจำนวนการทำซ้ำให้มากขึ้นก็สามารถที่จะช่วยให้ข้อมูลจากการทดลองมีเสถียรภาพมากขึ้นเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

Britannica, The Editors of Encyclopaedia. **Tensile strength**. Encyclopedia Britannica, 11 Mar. 2020, <https://www.britannica.com/science/tensile-strength>. Accessed 29 March 2021.

D.E. (n.d.-b). High quality TIG, MIG and spot welding for strength with a neat finish. Retrieved March 29, 2021, from <https://www.dymondengineering.co.uk/welding/>

Gene Mathers, **9-Resistance welding processes**, Editor(s): Gene Mathers, In Woodhead Publishing. Series in Welding and Other Joining Technologies, The

Welding of Aluminium and its Alloys, Woodhead Publishing, 2002, Pages 166-180.

Montgomery D.C. (2005b). **Introduction of Statistical Quality control**. 5th ed. John Wiley & Sons Inc. USA.

Montgomery, D.C. (2005a). **Design and Analysis of Experiments**. 6th ed. John Wiley & Sons Inc. USA.

Stabilizerlinks. (n.d.). **Stabilizer Bar Link Bolts & Rods**. Retrieved March 29, 2021, from <https://www.mchanix.com/stabilizerlinks.html>

Watanabe, Takehiko & Yanagisawa, Atsushi & Ma, S & Doi, Yuuhei. (2006). *Resistance Spot Welding of Mild Steel to Al-Mg Alloy*. **Welding International**. 20. 290-294. 10.1533/wint.2006.3581.

การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ Improvement Efficiency in the Auto Mobile Part Assembly Process

ณัฐชญา พิมพ์ภรณ์¹ ชัยยะเนตร ฤาพิณนา² ธัญญรัตน์ อัครจุฬามณี³ กิตตินันท์ ดีเหลือ⁴
ณิซกุล ยะปะตัง⁵ ภัณฑิลา ยะปะตัง⁶

¹⁻²อาจารย์ประจำสาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ, E-mail acdt7@outlook.co.th

³อาจารย์ประจำคณะบริหารธุรกิจ สาขาเทคโนโลยีดิจิทัลทางธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

³⁻⁶นักศึกษาด้านการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

บทคัดย่อ

การศึกษการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ MODEL 350 B โดยดำเนินการศึกษาจากการค้นหาสาเหตุด้วยแผนภูมิแกงปลาและการนำหลักการ ECRS มาหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ โดยการใช้ข้อมูลในการสั่งซื้อในช่วงเดือนตุลาคม 2562 ถึง เดือนมิถุนายน 2563 เพื่อทำการวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่า ด้านการใช้เวลาในการประกอบชิ้นงานลดลงจากเดิม 144.4 วินาที ลดลงเหลือ 122.2 วินาที ลดลง 22.2 วินาที ด้านการผลิตชิ้นงาน จากเดิมผลิต 4,400 ชิ้นต่อเดือน เป็นเงิน 220 บาทต่อชิ้น คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 968,000 บาท/เดือน หลังจากปรับปรุงทำให้การผลิตชิ้นงานได้ 5,192 ชิ้น/เดือน คิดเป็นเงิน 1,142,240 บาท/เดือน ซึ่งสามารถผลิตชิ้นงานได้เพิ่ม 792 ชิ้น/เดือน คิดเป็น 174,240 บาท/เดือน สามารถผลิตชิ้นงานทันส่งมอบและลด การทำงานล่วงเวลาขององค์กร

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพ กระบวนการผลิต

Abstract

Research improvement of efficiency in the assembly process of automobiles. The objective was to find a way to increase efficiency in the assembly process of MODEL 350 B automobile parts by conducting a study from finding the cause by using fishbone chart and applying ECRS principles to find ways to increase efficiency. By using the data on orders from October 2019 to June 2020 for analysis. The results of the study found that As for the time required to assemble the parts, it was reduced from 144.4 seconds, reduced to 122.2 seconds, a decrease of 22.2 seconds. The production

of parts from the original production of 4,400 pieces per month to 220 baht per piece, totaling 968,000 baht/month. After improvement, the production of 5,192 pieces of workpieces/month, amounting to 1,142,240 baht/month, which can produce additional pieces of 792 pieces/month, equivalent to 174,240 baht/month, can produce pieces in time for delivery and reduce corporate overtime.

Keywords: effectiveness, production process

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการผลิตสินค้ามีความสำคัญกับองค์กรและภาคอุตสาหกรรม ผลของการดำเนินงาน เช่น ยอดขาย ปริมาณของเสีย การลดต้นทุน เป็นต้น คือสิ่งสะท้อนของการดำเนินงานและประสิทธิภาพในการบริหารองค์กร ดังนั้นองค์กรจำเป็นต้องหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต และพยายามสร้างคุณภาพให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจในสินค้าที่องค์กรผลิต การดำเนินงานจะให้ผลอย่างมีประสิทธิภาพจะต้องมีการดำเนินงานให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด (วิโรจน์ พุทธิวิธีย์, 2553) ซึ่งในกระบวนการผลิตมักจะพบว่าเกิดความสูญเสียต่างๆ ที่แฝงอยู่ ซึ่งเป็นปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการมีคุณภาพต่ำกว่าที่กำหนด ก่อนให้เกิดความเสียหายต่าง ๆ ตามมา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่ง

วัตถุประสงค์

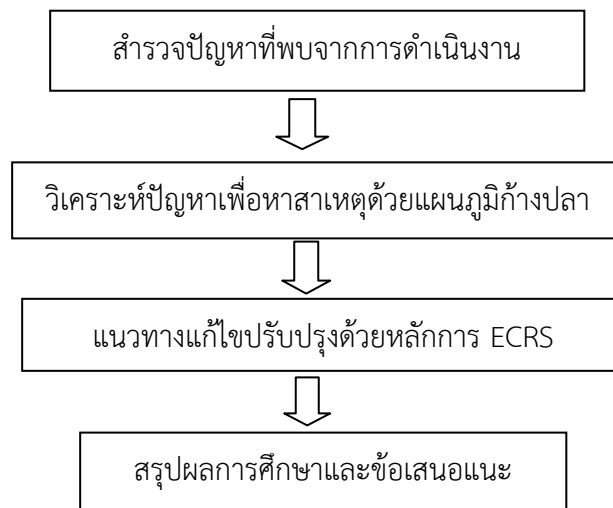
เพื่อศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการประกอบชิ้นงาน MODEL 350 B

การทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของกระบวนการปรับปรุงด้วยหลักการ ECRS เพื่อเป็นแนวทางของการปรับปรุงงาน สาเหตุที่ต้องดำเนินการปรับปรุงวิธีการทำงานมาจากวิธีการทำงานเดิมที่มีประสิทธิภาพลดลงทำให้การทำงานในบางขั้นตอนขาดความต่อเนื่อง เกิดปัญหาการสูญเสียเวลาโดยไม่จำเป็น ปัญหาทางด้านสุขภาพหรือมาตรฐานวิธีการทำงานที่เปลี่ยนแปลงไปในทางที่แย่ลง เกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสินค้าหรือผลิตภัณฑ์จากลูกค้าไม่ว่าจะเป็นความต้องการเพิ่มหรือปรับลดจำนวนสินค้า การเปลี่ยนแปลงภายนอก (ประเสริฐ อัครประถมพงศ์, 2552) และ การค้นหาปัญหาด้วยเทคนิคการใช้ผังแสดงเหตุและผลเป็นแผนผังที่ใช้ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของปัญหา (ผล) ลงบนส่วนของหัวปลา กับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (สาเหตุ) ลงบนส่วนของก้างปลาโดยเขียนสาเหตุหลักลงบนส่วนของก้างปลาใหญ่และสาเหตุย่อยลงบนส่วนของก้างปลาเล็กของสาเหตุใหญ่

นั้นๆ ซึ่งในการรวบรวมหาสาเหตุของปัญหามักใช้หลักการ 4M1E ได้แก่ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัสดุดิบ (Material) วิธีการ (Method) และสิ่งแวดล้อม (Environment) เพื่อหาข้อสรุปซึ่งเป็นประโยชน์ในการช่วยวิเคราะห์ปัญหาออกมาได้อย่างเป็นหมวดหมู่และแสดงให้เห็นปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุสามารถทำให้เห็นสาเหตุที่แท้จริงจนนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขได้อย่างถูกต้องและทันทั่วทั้ง

วิธีการวิจัย



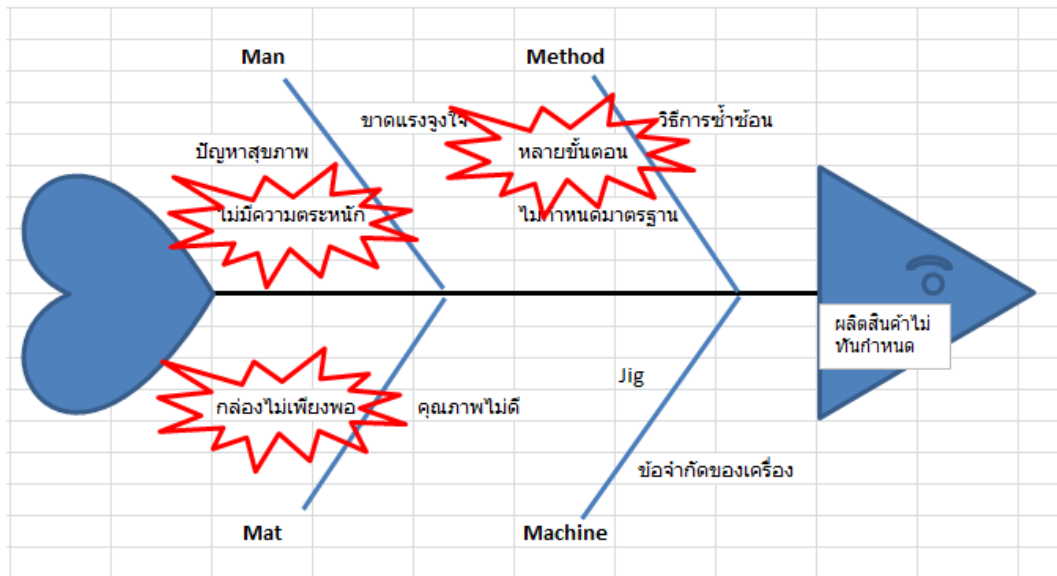
ผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงาน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2562-มิถุนายน 2563 เพื่อนำมาวิเคราะห์และหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต ตารางที่ 1แสดงสัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อชิ้นงาน ปริมาณการสั่งซื้อมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยจัดเรียงลำดับของปริมาณยอดสั่งซื้อ เพื่อเลือกงานที่มีปริมาณการสั่งซื้อที่สูง มากำหนดลำดับความสำคัญสูงสุดเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 ยอดการสั่งซื้อชิ้นงาน

รายการ	ต.ค 62	พ.ย 62	ธ.ค 62	ม.ค 63	ก.พ 63	มี.ค 63	เม.ย 63	พ.ค 63	มิ.ย 63
GD61	155	1	150	130	115	115	115	115	115
GD62	1475	2100	1700	1625	1500	1300	1990	1200	2300
GD87	175	0	0	0	0	0	0	0	0
GD88	2105	922	958	1175	1113	1113	1113	1113	1113

ผลการวิจัย

การค้นหาระบบงานที่ใช้รอบเวลาในการผลิตมากที่สุด แล้วเลือกนำมาวิเคราะห์ โดยแผนภาพแสดงเหตุและผล พร้อมคำอธิบายและแสดงถึงแหล่งที่มาของปัญหาโดยจำแนกปัญหาออกเป็น 4 กลุ่มตามปัจจัยการผลิต (4M) ได้แก่ วัตถุดิบ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ บุคลากร และวิธีการปฏิบัติงาน เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงและจะนำข้อมูลนี้มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ



ภาพที่ 1 สาเหตุของปัญหาในกระบวนการผลิต

ผลจากการวิเคราะห์ปัญหารอบเวลาในการผลิตมากจนส่งผลกระทบต่อกระบวนการทำงานโดยใช้ผังแสดงเหตุและผล เมื่อพิจารณาแล้วพบว่า สาเหตุที่สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขได้จริงและจะช่วยแก้ปัญหาขั้นตอนการผลิตที่ใช้รอบเวลาในการผลิตมาก และลดขั้นตอนการทำงาน รวมถึงลดความเมื่อยล้าของพนักงาน ได้แก่ การออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงานจิ๊กซ์ โดยใช้หลักการลดความสูญเปล่า ECRS เพื่อที่จะช่วยให้เกิดกระบวนการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นโดยการลดรอบเวลา ลดขั้นตอนการทำงาน และลดความเมื่อยล้าของพนักงานผู้ปฏิบัติงาน

แนวทางการแก้ไขโดยใช้หลักการลดความสูญเปล่าด้วยหลัก ECRS คือ

R (Rearrange) จัดลำดับใหม่ ดำเนินการโดยจัดเรียงลำดับการประกอบชิ้นงานให้มีเวลาใกล้เคียงกันและไม่มีของเสียโดยให้ประกอบแกรนนิค โฟม ก่อนใส่คลิบ แล้วยิงสกรูจากนั้นตรวจสอบด้วยกล่องและแพ็คสินค้า

S (Simplify) ทำให้ง่ายขึ้น ดำเนินการโดยปรับปรุงอุปกรณ์ช่วยในการทำงานทั้งจิ๊กซ์และกล่องให้สามารถตรวจจับงานเสียได้แม่นยำมากขึ้น

ตารางที่ 2 แนวทางการแก้ปัญหากระบวนการผลิตไม่ทันเวลา

หัวข้อ	สาเหตุ	รายละเอียด	แนวทางการปรับปรุง
1	อุปกรณ์การทำงานไม่เพียงพอ	วัสดุอุปกรณ์หรือกล่องงานที่นำเข้ากระบวนการไม่เพียงพอต้องรอส่งกลับคืนจากลูกค้าจึงทำให้ช่วงเวลาในการประกอบงานมีความเร่งรีบและหากเกิดปัญหาทางด้านคุณภาพและกล่องงานที่ไม่มีสำรองอาจทำให้ผลิตสินค้าไม่ทันเวลาที่กำหนด	แจ้งส่วนงานที่เกี่ยวข้องให้ประสานงานกับลูกค้าเกี่ยวกับเรื่องกล่อง และกำหนดให้มีผู้ติดตามผลหากมีความจำเป็นถึงกำหนดให้ใช้กล่องชั่วคราวเพื่อทำสต็อก
2	การทำงานต่อเนื่องขาดความตระหนัก	พนักงานผู้ปฏิบัติงาน ไม่ปฏิบัติตามวิธีการ ไม่ตรวจสอบตามมาตรฐานการทำงาน เมื่อยล้าทางสายตา	ปรับปรุงอุปกรณ์ช่วยในการทำงานเพื่อลดความเมื่อยล้า ตรวจสอบเช็คแสงสว่าง ทำการอบรมและติดตามพนักงาน
3	ขั้นตอนการทำงานหลายขั้นตอน	พนักงานผู้ปฏิบัติงาน ทำงานโดยประกอบชิ้นงานหลายขั้นตอน ต้องประกอบ Clip 7 ตัว ต้องประกอบให้ครบ ไม่ผิดด้าน ไม่ผิดสี ยิงสกรู ติดสปีอง	ปรับปรุงวิธีการทำงานโดยกำหนดให้มีการตรวจสอบการประกอบด้วยกล่องตรวจสอบเพื่อเป็นตัวช่วยตรวจ

การออกแบบปรับปรุงอุปกรณ์ในการทำงานที่เป็นระบบ สำหรับระบบการทำงานด้วยมือที่ละขั้นตอน อาจเกิดข้อผิดพลาด จึงมีการป้องกันปัญหาที่อาจจะหลุดรอดไปยังลูกค้า เพื่อให้ได้คุณภาพและมาตรฐานตรงตามความต้องการ สามารถส่งมอบตรงเวลา และเป็นการสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า

ชื่อกระบวนการ:ประกอบ GD62 กิจกรรม:การประกอบ พื้นที่ : TGT 350B ผู้รับผิดชอบ: Supervisor	กิจกรรม		ปัจจุบัน	ปรับปรุง	ประหยัด		
		○	5				
	การทำงาน	○	5				
	การเคลื่อนย้าย	⇨	-				
	การรอ	D	-				
	การตรวจสอบ	□	-				
	การจัดเก็บ	▽	-				
	เวลา(วินาที)		144.0				
	แรงงาน		1	-	-		
ขั้นตอน/รายละเอียด	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
		○	⇨	D	□	▽	
ประกอบ Gamish 1	30.0	●					
ประกอบ Clip 7	41.0	●					
Urethan foam 1	18.0	●					
Non-woven 4	39.0	●					
ยิง Screw 1	16	●					
รวม (วินาที)	144.0	5	-	-	-	-	

ภาพที่ 2 แผนภูมิกระบวนการผลิต (ก่อนปรับปรุง)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง

NO.	หัวข้อการวัดผล	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	หมายเหตุ
1	จำนวนพนักงานที่ใช้ในการประกอบ	2 คน	2 คน	ใช้จำนวนพนักงานเท่าเดิม
2	เวลาในการประกอบชิ้นงานรุ่น GD62	144 วินาที/ชิ้น	122 วินาที/ชิ้น	ลดลง 15.27 %
3	ชิ้นงานที่เสีย	3 ตัวต่อรอบการผลิต	ไม่พบงานเสีย	ไม่พบของเสีย
4	อัตราการผลิตต่อเดือน	4,400 ชิ้น	5,192 ชิ้น	ยอดผลิตเพิ่มขึ้น 792 ชิ้น/เดือน

จากตารางที่ 3 หลังจากทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต จัดเรียงลำดับการประกอบให้เหมาะสมทำให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้น 792 ชิ้นต่อเดือน ซึ่งประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้นและได้ระบุขั้นตอนการทำงานใหม่ลงในมาตรฐานการทำงานในกระบวนการประกอบ ทำการอบรม และประเมินผลการฝึกอบรม ติดตามผลทุก ๆ สามเดือน ระบุขีดความสามารถของพนักงาน เพื่อให้มั่นใจว่าพนักงานสามารถปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอนการทำงาน

ชื่อกระบวนการ:ประกอบ GD62 กิจกรรม:การประกอบ พื้นที่ : TGT 350B ผู้รับผิดชอบ: Supervisor	กิจกรรม		ปัจจุบัน	ปรับปรุง	ลดลง
	การทำงาน	○	5	5	
การเคลื่อนย้าย	⇒	-	-		
การรอ	D	-	-		
การตรวจสอบ	□	-	-		
การจัดเก็บ	▽	-	-		
เวลา(วินาที)		144.0	122.0	22	
แรงงาน		2	-	-	

ขั้นตอน/รายละเอียด	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
		○	⇒	D	□	▽	
ประกอบ Garnish 1	24.0	●					
ประกอบ Clip 7	36.0	●					
Urethan foam 1	18.0	●					
Non-woven 4	31.0	●					
ยิง Screw 1	13	●					
รวม (วินาที)	122.0	5	-	-	-	-	

ภาพที่ 3 แผนภูมิกระบวนการผลิต (หลังปรับปรุง)

จากภาพที่ 3 การประกอบแบบใหม่ คือ พนักงานคนที่ 1 ประกอบ Garnish Foam Non-woven คนที่ 2 ประกอบ คลิป ยิงสกรู และตรวจสอบงาน ซึ่งใช้เวลาในการประกอบใกล้เคียงกัน พบว่า

ลดเวลาการทำงานลงได้ 22.2 วินาที จากก่อนปรับปรุง 144.4 วินาที และหลังปรับปรุงเหลือ 122.2 วินาที

บริษัทผลิตชิ้นงาน 4,400 ชิ้นต่อเดือน เป็นเงิน 220 บาทต่อชิ้น คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 968,000 บาท/เดือน หลังจากแก้ไขสามารถผลิตชิ้นงานได้ 5,192 ชิ้น/เดือน คิดเป็นเงิน 1,142,240 บาท/เดือน ซึ่งสามารถผลิตชิ้นงานได้เพิ่ม 792 ชิ้น/เดือน คิดเป็น 174,240 บาท/เดือน สามารถผลิตชิ้นงานทันส่งมอบ และลด การทำงานล่วงเวลาขององค์กรลงอีกด้วย พนักงานทำงานสะดวกมากขึ้น ทำงานง่าย ไม่ซับซ้อน ไม่ผลิตงานเสียหรือหลุดรอดไปถึงลูกค้า สร้างความเชื่อมั่นให้ลูกค้าได้สินค้ามีคุณภาพ

อภิปรายผล

ผลการวิจัยเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการประกอบชิ้นส่วน จากการนำหลักการ ECRS เข้ามาช่วยปรับปรุงกระบวนการในงานประกอบ ผลการวิจัย พบว่า ช่วยลดเวลาในการทำงานลง และมีความสะดวกในการทำงานของพนักงานจากการใช้ไลน์ที่ออกแบบใหม่เพิ่มมากขึ้น โดยเวลาในการทำงานจากเดิม ก่อนปรับปรุง 144.4 วินาทีต่อชิ้น และหลังจากปรับปรุงลดลงเหลือ 122.2 วินาทีต่อชิ้น ซึ่งลดลง 22.2 วินาทีต่อชิ้น ทำให้ได้อัตราการผลิตชิ้นงานต่อเดือนที่เพิ่มขึ้นดังนี้ ก่อนปรับปรุง 4,400 ชิ้นต่อเดือน และหลังปรับปรุงได้ผลผลิตเพิ่มเป็น 5,192 ชิ้นต่อเดือน ซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นถึง 792 ชิ้นต่อเดือน อัตราการใช้แรงงานของพนักงาน ใช้พนักงานจำนวน 2 คนต่อวัน ขั้นตอนด้านการทำงานมี 5 ขั้นตอน รายได้ที่เพิ่มขึ้นก่อนปรับปรุงเท่ากับ 968,000 บาทต่อเดือน และรายได้หลังปรับปรุงมีเพิ่มขึ้นเป็น 1,142,240 บาทต่อเดือน คิดเป็นรายได้ที่เพิ่มขึ้นต่อเดือนเท่ากับ 174,240 บาทต่อเดือน ซึ่งมีความสอดคล้องกับ สรรณศิริ เรื่องโลก (2560) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตสมอล์ เอิร์ทลิกเบรกเกอร์ เกี่ยวกับความสมดุลที่สายการผลิตทำให้ประสิทธิภาพของการผลิตมีค่าต่ำโดยใช้หลักการ ECRS แล้วทำการจัดสมดุลใหม่ ภายหลังจากการปรับปรุง สามารถลดจำนวนพนักงานจาก 13 คน เหลือ 12 คน และประสิทธิภาพของการผลิตเพิ่มขึ้น จากร้อยละ 64.14 เป็นร้อยละ 87.80 และ ลดมูลค่าของเสียในกระบวนการจาก 1,387 บาทเหลือ 487 บาทต่อเดือน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. สามารถนำแนวทางการวิจัยเรื่องนี้ไปประยุกต์ใช้กับการปรับปรุงงานในหน่วยงานอื่นของบริษัทได้ โดยสามารถนำหลัก ECRS มาประยุกต์ใช้เพื่อลดความสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตได้ เพื่อเพิ่มโอกาสในการรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าได้มากขึ้นต่อไป

2. การปรับปรุงกระบวนการสามารถช่วยให้พนักงานทำงานได้สะดวกและง่ายมากขึ้น และมีผลดีต่อการลดต้นทุนการผลิตไม่ว่าจะเป็นต้นทุนด้านเวลา แรงงาน ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อหน่วยงาน ต่อ

พนักงาน ลูกค้า ซึ่งเป็นปัจจัยในการสร้างความสามารถทางการแข่งขันให้กับหน่วยงานและเพิ่มโอกาสทางธุรกิจได้มากขึ้น

3. การปรับปรุงกระบวนการเพื่อเปลี่ยนแปลงการทำงานของหน่วยงานสามารถขยายผลไปยังขึ้นส่วนที่มีกระบวนการผลิตที่คล้ายคลึงกันได้ หากสามารถขยายผลไปยังขึ้นส่วนรุ่นอื่น ๆ ก็จะทำให้เกิดประโยชน์ด้านการลดต้นทุนของการผลิตได้มากยิ่งขึ้น

4. หลักการศึกษางานและการลดความสูญเปล่า ECRS สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับงานทุกประเภท ทุกหน่วยงานในองค์กร และจะช่วยลดความสูญเปล่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพที่ดีให้กับองค์กรได้

5. การพิจารณาปรับการวางผังโรงงานในส่วนอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อช่วยลดระยะการเคลื่อนย้ายของงานและของคนงานให้เหมาะสมมากขึ้น และจะช่วยลดเวลาสูญเปล่าจากการเคลื่อนที่ได้อีกด้วย

6. การศึกษาการทำงานในส่วนอื่น ๆ ของหน่วยงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

เอกสารอ้างอิง

ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. (2552). การลดความสูญเปล่า ด้วยหลักการ ECRS. ค้นเมื่อวันที่ 28 กันยายน 2562 อ้างอิงจาก <https://cpico.wordpress.com>.

วิโรจน์พุทธิวิถิ. (2553). การจัดการโลจิสติกส์ชุมพลังของธุรกิจยุคใหม่. กรุงเทพฯ: โอเอซิสปรินต์ติ้ง.

สรณ์ศิริ เรื่องโลก. (2560). การปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตสมอลล์เอิร์ทลิกเบรกเกอร์.

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

การปรับปรุงประสิทธิภาพของอุปกรณ์เครื่องฟืนไฟสำหรับเตาชุบสังกะสี Improvement the Efficiency of the Flame Burner Equipment for Galvanizing Furnace

ชัยยะเนตร ภาพินนา¹ ณัฐชญา พิมพ์ภรณ์² ศุภโชค เสมศรี³ ธนวัฒน์ วชิรหัตถพงษ์⁴
ณัฐภัทร ศรีลา⁵ ณัฐพงษ์ ฉะเอียดโฮง⁶

¹⁻³อาจารย์ประจำสาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ, E-mail acdt7@outlook.co.th

³⁻⁶นักศึกษาด้านสาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการทำงานให้เพิ่มมากขึ้น และลดความสูญเสียของชิ้นงาน ประหยัดเชื้อเพลิงในการผลิต และลดขั้นตอนการทำงาน โดยทางคณะผู้วิจัยออกแบบเครื่องฟืนไฟที่ระบบควบคุมเวลา เปิด-ปิด เป็นเวลาในการทำงานและสามารถส่งเครื่องฟืนไฟในงานอุตสาหกรรมเข้า-ออก ได้โดยอัตโนมัติในการทำงานของบ่อชุบสังกะสีทำการออกแบบและสร้างการพัฒนาเครื่องฟืนไฟในงานอุตสาหกรรม โดยศึกษาจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการเก็บรวบรวมผลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจากการปฏิบัติงานจริงในกระบวนการ วิธีดำเนินการวิจัยรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ศึกษาทฤษฎีและหลักการวิเคราะห์และออกแบบแนวทางแก้ปัญหาโดยการออกแบบเครื่องส่งฟืนไฟ แล้วทำการทดลองใช้จริงเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างการใช้พนักงาน กับใช้เครื่อง

สรุปผลการวิจัย ดังนี้ ผลการทดลองประสิทธิภาพการทำงานและผลวิเคราะห์อัตราการใช้เชื้อเพลิงหลังการใช้เครื่องส่งเครื่องฟืนไฟ พบว่าสามารถใช้งานได้จริงตามที่ออกแบบไว้ และสรุปผลการทดสอบพบว่า ผลการเปรียบเทียบการใช้น้ำมันเตาจากการทดลองของเครื่องฟืนไฟในงานอุตสาหกรรม ก่อนปรับปรุง ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมด 30,500 ลิตร อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 534 องศาเซลเซียส ชุบเหล็กได้ 280-336 ตัน หลังปรับปรุง ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมด 29,700 ลิตร อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 534 องศาเซลเซียส ชุบเหล็กได้ 280-336 ตัน การทดลองเครื่องฟืนไฟในงานอุตสาหกรรมด้วยวิธีการทำงานอัตโนมัติแบบกำหนดเวลาจะให้ผลที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้บุคลากรในการทำงาน และผลการทดสอบการใช้เชื้อเพลิง พบว่า หลังปรับปรุงอัตราการใช้เชื้อเพลิงลดลงร้อยละ 2.62 แต่สามารถชุบเหล็กได้ 280-336 ตันเท่าเดิม จะสามารถลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงได้ประมาณ 800 ลิตรหรือประมาณ 10,400 บาท (คำนวณจาก 15 วันทำการ) และสรุปผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนจากน้ำมันที่ลดลงวันละ 693 บาท จะต้องใช้งานประมาณ 3 เดือนกับ 14 วัน ถึงจะคุ้มต้นทุนในการทำเครื่องฟืนไฟในงานอุตสาหกรรม และ

พบว่าสามารถลดระยะเวลาในการทำงานลงได้ 10 นาที และยังช่วยลดความเสี่ยงอันตรายจากการสัมผัสหรือเข้าใกล้ความร้อนของผู้ปฏิบัติงานได้อีกด้วย ตลอดจนช่วยให้กระบวนการทำงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

คำสำคัญ: การปรับปรุงประสิทธิภาพ กระบวนการผลิต อุปกรณ์เครื่องพ่นไฟ เตาชุบสังกะสี

Abstract

This research is to improve the efficiency of work to increase. and reduce the loss of the workpiece save fuel in production and reduce the work process The research team has designed a flamethrower that controls the on-off time to be the working time and can send the flamethrower in industrial applications in and out automatically in the work of the galvanizing pond to design and build the development of the machine. Flamethrower in industry by studying the theory and related research as well as collecting the results of testing the performance of the machine from the actual operation in the process. research method collect relevant information Study the theory and principles of analysis and design a solution to the problem by designing a flamethrower. Then do a real trial to compare the results between the use of employees. with using the machine

The results of the research were summarized as follows: the results of the work efficiency experiment and the results of the analysis of the consumption rate after using the flamethrower transmitter. Found that it can actually be used as designed. And summarizing the results of the test found that the comparison results of the use of fuel oil from the experiment of the flamethrower in industrial applications before improvement, used 30,500 liters of fuel, the average temperature was 534 degrees Celsius, can be plated with 280-336 tons of steel, after the improvement, use fuel. A total of 29,700 liters, average temperature is 534 degrees Celsius, quenching 280-336 tons of steel. Experimenting with flame retardants in industrial applications with timed automation methods will yield higher efficiency than manual work. And the results of the fuel utilization test found that after improving the fuel consumption rate decreased by 2.62%, but can plating steel 280-336 tons the same, will be able to reduce the cost of fuel by about 800 liters or about 10,400 baht (calculated from 15 days do) and

summarize the results of the analysis of the break-even point from oil that has decreased 693 baht per day. It will take about 3 months and 14 days to be worth the cost of making a flamethrower in industrial applications and it is found that it can reduce the distance. The working time can be reduced by 10 minutes and also reduces the risk of danger from touching or approaching the worker's heat. as well as helping the work process to be more efficient

Keywords: efficiency improvement, production process, flame retardant equipment, galvanizing furnace

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความเป็นมาของบริษัทกรณศึกษาโรงงานแห่งหนึ่งซึ่งทำการผลิตเหล็กชุบสังกะสี ในแต่ละปีจะมีงานชุบจำนวนมากทำให้การทำงานแบ่งออกเป็น 2 กะ เพื่อการผลิตอย่างต่อเนื่องและต้องผลิตให้ทันตามกำหนดเวลาของลูกค้า เนื่องจากการนำเหล็กไปชุบสังกะสี จะต้องทำการเตรียมเหล็กใส่โครงลักษณะก้างปลา ส่งไปที่บ่อล้างต่างร้อนเพื่อการกำจัดสิ่งปนเปื้อนบนผิวชิ้นงาน เช่น ผุ่นผง คราบสกปรก คราบสี คราบจาระบี และคราบน้ำมัน จากนั้นนำชิ้นงานไปแช่กรดไฮโดรคลอไรเจือจาง 18% โดยปริมาตรเพื่อล้างคราบสนิมที่พื้นผิวชิ้นงาน หลังจากนั้นเคลือบฟลักซ์เพื่อกำจัดและป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกไซด์บนผิวชิ้นงานและส่งชิ้นงานมาแช่ในบ่อสังกะสีจนมีอุณหภูมิในระดับเดียวกับบ่อสังกะสีจะทำปฏิกิริยากับผิวโลหะและก่อให้เกิดโลหะผสมขึ้นที่ผิวชิ้นงาน จากนั้นนำชิ้นงานที่ได้จากการชุบสังกะสีที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาขัดเก็บขอบสังกะสีพร้อมทำความสะอาด บรรจุสินค้าใส่กล่องไม่ให้เรียบร้อยเตรียมส่งมอบให้เป็นการเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต จากกระบวนการผลิตต่าง ๆ ทำให้ไม่สามารถเร่งผลิตได้ตามต้องการและสาเหตุหลัก เกิดจากความร้อนที่มีกำหนดเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับเตาเผา ปกติเครื่องพ่นไฟที่ใช้อยู่ในอุตสาหกรรม เป็นระบบน้ำมันเตาและเปิดใช้งานเป็นเวลา ช่วงเวลาเช้า เวลากะที่ 1 คือ 07:00-11:00 น. กะที่ 2 คือ 12:00-15:00 น. และกะที่ 3 คือ 17:00-19:00 น. ช่วงเวลากลางคืน เวลากะที่ 1 คือ 20:00 - 22:00 น. กะที่ 2 คือ 00:00 - 03:00 น. และกะที่ 3 คือ 05:00-06:00 น. ใช้การเปิด-ปิดโดยพนักงานและต้องดึงเครื่องพ่นไฟออกจากเตาประมาณ 1-2 เมตร ทำให้เกิดปัญหาในการลิ้ม เปิด-ปิด ในบางครั้ง ปิดแล้วไม่ดึงเครื่องพ่นไฟออกจากเตาชุบสังกะสี ทำให้เกิดความเสียหายต่อเตาชุบสังกะสี อาจทำให้เตาชุบสังกะสีรั่วได้จากความร้อนที่สูงเกินกำหนดและเกิดความเสียหายที่เครื่องพ่นไฟ อาจทำให้ความร้อนที่เตาเผาย้อนกลับเข้ามาในตัวเครื่องพ่นไฟ ทำให้ใบพัดและยางต่อระหว่างบ่มละลายได้ ทั้งยังมีผลกระทบต่อบริษัทโดยตรง เนื่องจากการปล่อยให้เครื่องพ่นไฟทำงานไปเรื่อย ๆ อุณหภูมิจะสูงเกินกำหนดและจะทำให้เสียเวลาในการผลิตเพราะเหล็กบางขนาดไม่สามารถใช้อุณหภูมิที่

สูงเกินไปซบได้ อุณหภูมิในการซบเหล็กโดยปกติแล้วจะใช้อุณหภูมิ 450-550 องศาเซลเซียส ถ้าเปิด-ปิด ไม่ตรงตามเวลาจะทำให้อุณหภูมิที่เตาอาจจะต่ำกว่า 450 องศาเซลเซียส หรืออาจจะสูงเกิน 550 องศาเซลเซียส

จากที่คณะผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลปัญหาเบื้องต้นจากบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง ในเขตร่มเกล้า ทำงานเกี่ยวกับงานซบสังกะสี และพบเห็นปัญหาที่เกิดจากการทำงานของพนักงาน และเครื่องพ่นไฟที่ ก่อให้เกิดความสิ้นเปลืองน้ำมัน จึงสนใจที่จะศึกษาเพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องพ่นไฟให้สามารถทำงาน ได้มีประสิทธิภาพดีขึ้นและส่งผลดีต่อขั้นตอนในการทำงาน รวมไปถึงการเพิ่มความสามารถในการควบคุม ต้นทุนและลดความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อมหรือแฝงอยู่ในกระบวนการผลิต



ภาพที่ 1 เครื่องพ่นไฟที่ใช้อยู่ในโรงงานอุตสาหกรรม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องพ่นไฟในกระบวนการผลิตบสังกะสี
2. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตซบสังกะสี

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การลดความสูญเสียเปล่าด้วยหลักการ ECRS

พรรรณี หอมทอง (2556) ได้อธิบายว่า กระบวนการบริหารเพื่อลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการ ทางธุรกิจ และกระบวนการผลิต คือ การทำความเข้าใจอะไรคือคุณค่า และความสูญเสียเปล่าทั้งในและนอก องค์กร ที่มีความสัมพันธ์ต่อระบบ การผลิต สิ่งที่เป็นคุณค่า คือ สิ่งที่จะเป็น ต้องถูกสร้างให้เกิดขึ้นใน สายตาของลูกค้า และตามที่ลูกค้ากำหนด และมีกระบวนการที่ดำเนินไปอย่างถูกต้องการสร้างคุณค่าต้อง ใช้เวลา และความพยายามที่จะกำจัดการสูญเสียเปล่าออกจากกระบวนการ การลดความสูญเสียเปล่าด้วย หลักการ E-C-R-S หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นในกระบวนการดำเนินงาน แต่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับ สินค้า

หรือบริการ เป็นหลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด การรวมกัน การจัดใหม่และการทำให้ง่าย ซึ่งเป็นหลักการที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่าได้ง่ายจากสิ่งที่อยู่รอบตัวจากการทำงาน

1. E: Eliminate คือการกำจัดออกเป็นการตัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นในกระบวนการออกไป กล่าวคือผลิตมากเกินไปความต้องการการเก็บสินค้ามากเกินไป เกิดการรอคอยในการเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็นการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์

2. C: Combine คือการรวมขั้นตอนการทำงานเข้าด้วยกัน เพื่อประหยัดเวลาหรือแรงงานในการทำงาน กล่าวคือ สืบค้นขั้นตอนการทำงานว่า ส่วนใดสามารถรวมขั้นตอนให้ลดลงจากที่ทำอยู่ได้เช่น จากเดิมเคยทำ 7 ขั้นตอนก็รวบบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน เพื่อให้กระบวนการ 34 ที่ดำเนินการลดลงจากเดิมส่งผลให้การดำเนินงานเร็วขึ้น และลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลง

3. R: Rearrange คือ การจัดลำดับงานใหม่ให้เหมาะสม กล่าวคือการจัดขั้นตอนการผลิตใหม่ลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นไม่ว่าเกิดจากระยะทางในการหยิบสิ่งของต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียนั้น เช่นในกระบวนการผลิต หากทำการสลับขั้น ตอนที่ 2 กับ 3 โดยทำขั้นตอนที่ 3 ก่อน 2 จะทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่ลดลง

4. S: Simplify คือ การปรับปรุงวิธีการทำงาน หรือสร้างอุปกรณ์ช่วยให้ทำงานได้ง่ายขึ้น

การศึกษาการทำงาน

วัชรินทร์ สิทธิเจริญ (2547) กล่าวว่า การศึกษาการทำงาน (Work Study) เป็นคำที่ใช้แทนวิธีการต่าง ๆ จากการศึกษาวิธีการทำงาน และการวัดผลงาน ซึ่งใช้ในการศึกษาวิธีการทำงานของคนอย่างมีแบบแผน และพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพและเศรษฐกิจของการทำงานเพื่อปรับปรุงการทำงานนั้นให้ดีขึ้นการศึกษางานจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเพิ่มผลผลิตเราจึงใช้การศึกษางานนี้มาช่วยในการเพิ่มผลผลิตจากทรัพยากรที่มีอยู่ ทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำลง ซึ่งการศึกษางานประกอบด้วยเทคนิค 2 อย่าง ดังนี้

1. การศึกษาวิธี (Method Study) เป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการทำงานที่ง่ายที่สุดสะดวก รวดเร็ว ประหยัด และมีประสิทธิภาพสูงกว่ามาใช้แทนวิธีการทำงานเดิม

2. การวัดผลงาน (Work Measurement) เป็นการศึกษาเพื่อกำหนดหาเวลามาตรฐาน ซึ่งเป็นประโยชน์ในแง่ต่าง ๆ เช่น การวางแผนการผลิต การปรับปรุงคุณภาพของสายการผลิต เป็นข้อมูลในการจ่ายค่าแรงจูงใจหรือกำหนดมาตรฐานการผลิต (Production Standard)

- ศึกษาวัฏจักรของการทำงานให้เข้าใจก่อนลงมือบันทึกข้อมูล
- บันทึกการทำงานของมือข้างใดข้างหนึ่งก่อน แล้วจึงบันทึกการทำงานของอีกข้าง
- อย่าใช้สัญลักษณ์สองตัวในเวลาเดียวกัน
- เริ่มจดบันทึกเมื่อเริ่มหยิบชิ้นงานใหม่

- บันทึกการกระทำของมือทั้งสองในแถวหรือระดับ เมื่อมีการทำงานของสองมือเกิดในเวลาเดียวกัน

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2555: 278) ในกระบวนการแก้ไขปัญหาคุณภาพนั้น เมื่อทำการจำแนกประเภทข้อมูลแล้วจะทำให้ทราบประเด็นในการแก้ปัญหา จึงควรมีการทำความเข้าใจถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าว โดยจะเรียกแผนภูมิที่แสดงถึงลำดับของกิจกรรมตลอดจนความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ นี้ว่า แผนภูมิการไหลของกระบวนการ

ประเภทของเครื่องฟั่นไฟ

หัวฟั่นไฟมีความจำเป็นในงานที่เกี่ยวกับการเผาไหม้เป็นอย่างมาก เช่น ในงานเกี่ยวกับ เตาลอหมหรือแม้กระทั่งเตาเผาศพตามวัดก็จะมีเครื่องนี้อยู่ด้วยเช่นกัน ในวันนี้เราจะพามารู้จักกับประเภทของหัวฟั่นไฟ เพื่อเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้งานให้ตรงกับประเภทของเครื่องฟั่นไฟ ได้แก่ หัวฟั่นแบบพ่นแก๊ส และ หัวฟั่นไฟแบบน้ำมัน

หัวฟั่นแก๊ส มีความง่ายต่อการออกแบบอีกด้วยซึ่งหม้อไอน้ำที่มีขนาดเล็กจะใช้ หัวฟั่นแก๊ส ที่มีความดันอากาศแบบไม่มาก ซึ่งอากาศและแก๊สโดยรอบจะถูกดูดเข้าเตาเผาตัวเอง แต่หากปริมาณอากาศและแก๊สไม่สมดุลกันอาจทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ได้และเมื่ออากาศส่วนเกินดังกล่าวร้อนขึ้น ก็จะทำให้พาความร้อนผ่านออกไปทางปล่อง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำลดลง การเผาไหม้ของหม้อไอน้ำขนาดใหญ่ ห้องเผาไหม้จำเป็นต้องหัวเผาที่เหมาะสม และควบคุมอากาศและแก๊สที่ผสมกันได้ เพื่อที่สามารถควบคุมความยาวและรูปร่างของเปลวไฟและยังสามารถควบคุมปริมาณของอากาศที่เผาไหม้ ทำให้การเผาไหม้มีประสิทธิภาพสูงสุด การใช้งานหัวฟั่นไฟแบบน้ำมันจะมีความยุ่งยากและซับซ้อนเนื่องจากเชื้อเพลิงต้องอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเผาไหม้ที่สะอาดและรวดเร็ว และด้วยข้อกำหนดเช่นนี้ จำเป็นต้องเปลี่ยนรูปน้ำมันให้เป็นฝอยหรือละอองละเอียด เพื่อให้ น้ำมันกลายเป็นฝอยเล็ก ๆ มีขนาดตามที่ต้องการ สามารถทำได้ถ้าน้ำมันอยู่ในอุณหภูมิที่เหมาะสม และมีความหนืดที่ถูกต้อง ถ้าวุณหภูมิต่ำเกินไปหยดน้ำมันก็จะใหญ่ การเผาไหม้ก็จะไม่ดีและก่อให้เกิดเขม่าและควัน แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไป หยดน้ำมันก็จะเล็กเกินไป ทำให้ผ่านเปลวไฟเร็วเกินกว่าที่จะเผาไหม้ได้ ไม่ว่าจะเกิดในกรณีใดก็ตาม เชื้อเพลิงก็ถูกนำไปใช้อย่างเต็มที่และยิ่งไปกว่านั้น พื้นผิวถ่ายเทความร้อนก็จะเสื่อมสภาพลง นอกเหนือจากข้อกำหนดด้านความปลอดภัยหัวฟั่นแก๊ส ยังง่ายต่อการออกแบบอีกด้วยซึ่งหม้อไอน้ำที่มีขนาดเล็กจะใช้ หัวฟั่นแก๊สที่มีความดันอากาศแบบไม่ต้องเยอะ ซึ่งอากาศและแก๊สโดยรอบจะถูกดูดเข้าเตาเผาเอง แต่หากปริมาณอากาศและแก๊สไม่สมดุลกันอาจทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ได้ และเมื่ออากาศส่วนเกินดังกล่าวร้อนขึ้น ก็จะทำให้พาความร้อนผ่านออกไปทางปล่อง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำลดลง การเผาไหม้ของหม้อไอน้ำขนาดใหญ่ ห้องเผาไหม้จำเป็นต้องหัวเผาที่

เหมาะสมและควบคุมอากาศและแก๊สที่ผสมกันได้ เพื่อที่สามารถควบคุมความยาวและรูปร่างของเปลวไฟ และยังสามารถควบคุมปริมาณของอากาศที่เผาไหม้ทำให้การเผาไหม้มีประสิทธิภาพสูงสุด

หัวพ่นไฟแบบหัวเผา น้ำมัน การใช้งานเครื่องพ่นไฟแบบหัวเผา น้ำมันค่อนข้างซับซ้อน เพราะว่าเชื้อเพลิงต้องอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเผาไหม้ที่สะอาดและรวดเร็ว และด้วยข้อกำหนดเช่นนี้ จำเป็นต้องเปลี่ยนรูปน้ำมันให้อยู่ในสภาวะที่เป็นฝอยละอองละเอียด เพื่อให้ น้ำมันกลายเป็นฝอยเล็ก ๆ มีขนาดตามที่ต้องการ สามารถทำได้ถ้า น้ำมันอยู่ในอุณหภูมิที่เหมาะสมและมีความหนืดที่พอเหมาะ ถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปหยดน้ำมันก็จะใหญ่ การเผาไหม้ก็จะไม่ดีและก่อให้เกิดเขม่าและควันดำ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไป หยดน้ำมันก็จะเล็กเกินไปทำให้เกิดการเผาไหม้ที่เร็วเกินไปทำให้การเผาไหม้และก่อให้เกิดควันขาว เครื่องพ่นไฟหัวเผา น้ำมันแบ่งออกเป็น 3 อย่าง แบบที่ใช้งานง่ายที่สุดและมีการใช้อย่างกว้างขวางที่สุดก็คือ หัวเผา น้ำมันแบบพ่นด้วยความดัน คือน้ำมันจะถูกสูบขึ้นมาด้วยความดันผ่านหัวฉีด แบบที่ 2 คือหัวเผา น้ำมันแบบเป่าด้วยอากาศหรือไอน้ำ จะใช้ความดันอากาศหรือไอน้ำเพื่อพ่นน้ำมันให้กลายเป็นฝอยน้ำมัน ในขณะที่หัวเผา น้ำมันแบบโรตารีคัพ จะใช้การบังคับด้วยแรงเหวี่ยงเพื่อทำให้น้ำมันกลายเป็นฝอยน้ำมัน หัวเผา แต่ละประเภทก็จะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป (อ้างอิงข้อมูลจากบริษัทกรณีศึกษา)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สรันญา ศิลาอาสน์ (2551) ได้วิจัยการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรโดยอาศัยหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรมาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มอัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร โดยมีค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักรยาวนานขึ้น หลังจากที่ได้นำระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันมาใช้งานในโรงงานตัวอย่าง พบว่าสามารถจัดเก็บข้อมูลของเครื่องจักรที่ใช้ในการวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรได้เป็นระบบมากขึ้น พบว่าอัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร และมีค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นนอกจากนี้ยังมีจำนวนความถี่ในการเกิดความเสียหายลดลง และจำนวนชั่วโมงที่เกิดความเสียหายลดลง

เทิดศักดิ์ เพ็ชรสะหัย (2555) ได้เพิ่มผลิตผลด้วยโดยใช้วิธีการปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) และอัตราการขัดข้องของเครื่องจักร เป็นตัวชี้วัด โดยประยุกต์ใช้ 4 จาก 7 ขั้นตอนของหลักการของเสากการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance)พร้อมกำหนดมาตรการ และดำเนินการแก้ไขจุดที่ก่อให้เกิดความสกปรก และตำแหน่งที่ยากลำบากในการปฏิบัติงาน ผลการวิจัยพบว่าสามารถเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรลดลง

มานิช ทองเจือ และคณะ (2555) งานวิจัยนี้นำค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร(OEE) มาเป็นตัวชี้วัดสมรรถนะ (KPI) ของกระบวนการผลิต โดยใช้หลักการวิเคราะห์ PM (P-Manalysis) ซึ่งเป็นเครื่องมือตัวหนึ่งของ Quality Maintenance (QM) ใช้ในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาและใช้ QM Matrix ในการสร้างมาตรฐานป้องกันปัญหา เพื่อเพิ่มค่าการปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)

ภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมนั้นสูงขึ้นตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ อีกทั้งยังสร้างความร่วมมือของพนักงานโดยสามารถควบคุมดูแลระบบได้อย่างดีและแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

วิธีการวิจัย

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

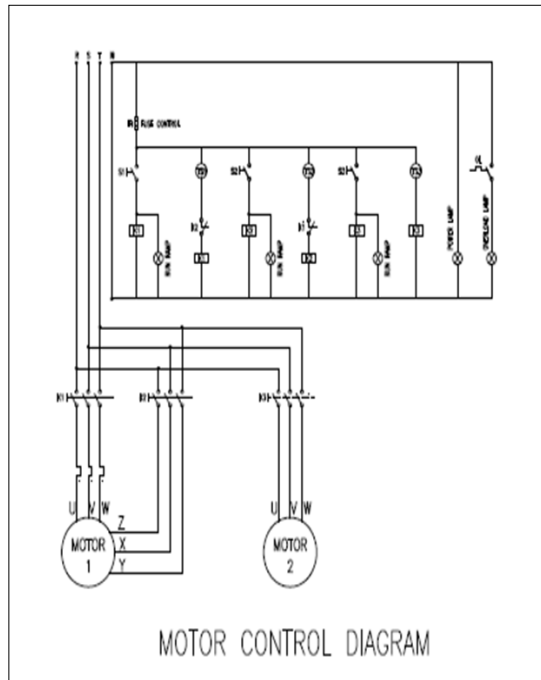
1. ศึกษาด้านพลังงานในลักษณะต่างๆ
2. ศึกษาวิธีการทำงานของอุณหภูมิความร้อนที่กระทำต่อวัตถุ
3. ศึกษาคุณลักษณะของวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาเครื่อง
4. ศึกษาระเบียบวิธีวิจัยตลอดจนวิธีการเก็บข้อมูลวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร ตำรา และจากผู้เชี่ยวชาญ

ปัญหาและผลกระทบในการทำงาน

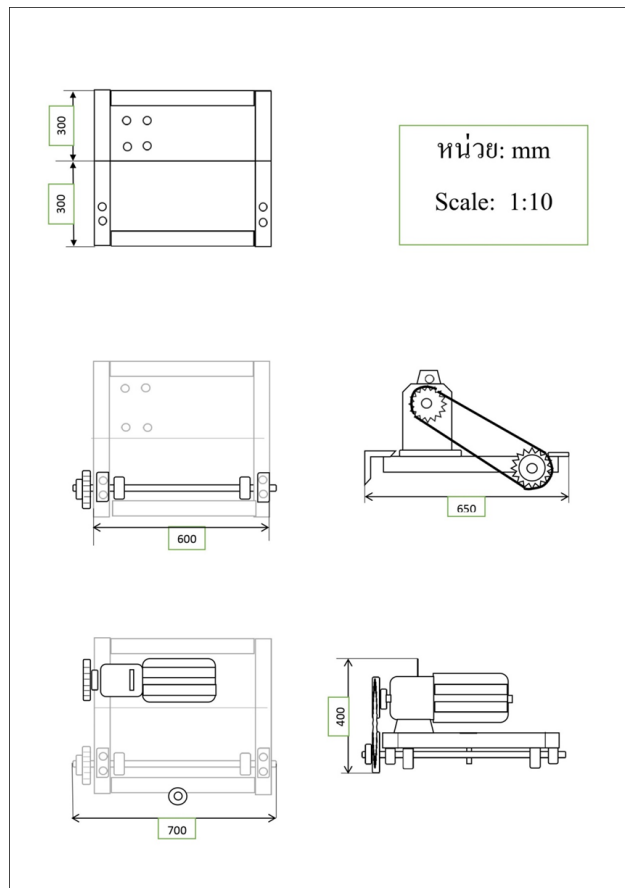
เนื่องจากบุคลากรในการดูแลเครื่องฟ่นไฟในงานอุตสาหกรรม ไม่เพียงพอต่อการทำหน้าที่จึงใช้วิธีในการสลับกันดูแล ทำให้การดูแลของแต่ละบุคคลแตกต่างกันออกไป หน้าที่ต้องทำประจำก็ค่อนข้างมากบางครั้งปิดเครื่องฟ่นไฟในงานอุตสาหกรรม ไม่ตรงตามเวลาที่กำหนด ทำให้ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการชุบสังกะสีและสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นจำนวนมาก คณะผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหา เบื้องต้นคือหน้าที่ความรับผิดชอบไม่สอดคล้องกับจำนวนบุคลากร แต่เนื่องจากทางโรงงานอุตสาหกรรมไม่มีนโยบายในการรับบุคลากรเพิ่ม จึงไม่สามารถแก้ไขปัญหabeื้องต้นได้ ผู้จัดทำจึงหาวิธีแก้ไขปัญหาโดยการออกแบบและพัฒนาเครื่องส่งเครื่องฟ่นไฟในงานอุตสาหกรรมมาเพื่อแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานอย่างเป็นระบบ

ขอบเขตในการออกแบบและสรุปรายการวัสดุ

การศึกษาข้อมูลในกระบวนการทำงานของเครื่องส่งเครื่องฟ่นไฟในงานอุตสาหกรรม เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการทำงานให้เพิ่มมากขึ้น และลดความสูญเสียของชิ้นงาน ประหยัดเชื้อเพลิงในการผลิต และลดขั้นตอนการทำงาน โดยทางคณะผู้วิจัยออกแบบระบบควบคุมเวลา เปิด-ปิด เป็นเวลาในการทำงานและสามารถส่งเครื่องฟ่นไฟในงานอุตสาหกรรม เข้า-ออก ได้โดยอัตโนมัติอย่างถูกต้องและแม่นยำกับการทำงานของบ่อชุบสังกะสีทำการออกแบบและสร้างการพัฒนาเครื่องฟ่นไฟในงานอุตสาหกรรมโดยมีขนาดและส่วนประกอบ ดังนี้



ภาพที่ 2 วงจรการควบคุม



ภาพที่ 3 แบบโครงสร้างเครื่องส่งเครื่องพ่นไฟในงานอุตสาหกรรม

แนวทางการสร้างและการพัฒนาเครื่องพ่นไฟในงานอุตสาหกรรม

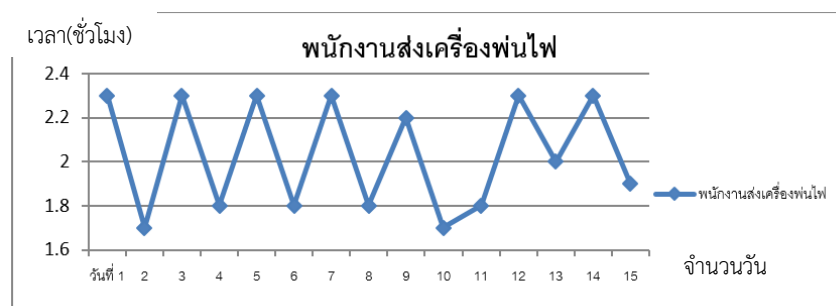
ทำการศึกษาข้อมูล ออกแบบชุดคอนโทรลเพื่อควบคุมระยะเวลาการทำงาน ควบคุมการจ่ายไฟฟ้าเข้ามอเตอร์ 3 เฟสและทำงานอัตโนมัติของเครื่องพ่นไฟในงานอุตสาหกรรมเพื่อลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและลดขั้นตอนการทำงานของบุคลากร

การออกแบบตารางการเก็บบันทึกผล

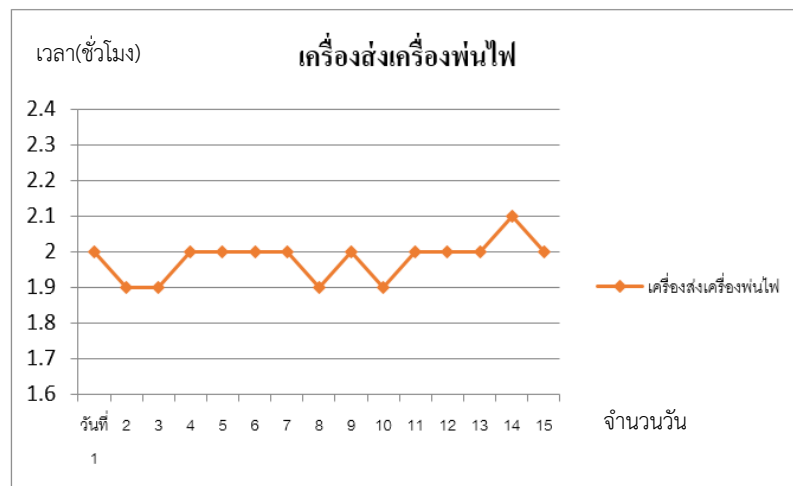
- ออกแบบตารางการทดสอบระบบ การทำงานของเครื่องส่งเครื่องพ่นไฟในงานอุตสาหกรรมสามารถทดสอบได้ทันทีหลังจากการสร้างเครื่องส่งเครื่องพ่นไฟในงานอุตสาหกรรมสมบูรณ์
- ออกแบบตารางทดลองประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องส่งเครื่องพ่นไฟในงานอุตสาหกรรมด้วยวิธีการเปิดทำงานโดยใช้ตัวคอนโทรลเป็นตัวกำหนดระยะเวลาและตัดต่อการทำงานแบบอัตโนมัติ ตามช่วงเวลาที่กำหนด
- ออกแบบตารางการเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ที่ได้มาจากการทำงานของเครื่องพ่นไฟในงานอุตสาหกรรม และที่ได้จากการส่งเครื่องพ่นไฟในงานอุตสาหกรรมด้วยบุคลากร รวมระยะเวลาในการทดลองทั้งสิ้น 30 วัน จากนั้นจึงเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการทำงานของอุปกรณ์ส่งเครื่องพ่นไฟในงานอุตสาหกรรม กับการส่งเครื่องพ่นไฟในงานอุตสาหกรรมด้วยพนักงาน ว่าวิธีการใด ให้ผลไปในทางที่ดีที่สุด

สรุปผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบการทำงานโดยใช้พนักงาน กับการใช้อุปกรณ์ส่งเครื่องพ่นไฟ ดังมีรายละเอียดในภาพที่ 4 และ ภาพที่ 5



ภาพที่ 4 ผลการทำงานโดยใช้พนักงาน



ภาพที่ 5 ผลการทำงานโดยใช้อุปกรณ์ส่งเครื่องพ่นไฟ

จากภาพที่ 4 และภาพที่ 5 ผลการดำเนินการทดสอบอุณหภูมิภายในบ่อชุบสังกะสี เมื่อเปิดใช้งานอุปกรณ์ส่งเครื่องพ่นไฟในงานอุตสาหกรรม อุณหภูมิภายในบ่อชุบสังกะสี 510-545 องศาเซลเซียส และเมื่อทดสอบอุณหภูมิภายในบ่อชุบสังกะสี ให้พนักงานส่งเครื่องพ่นไฟในงานอุตสาหกรรม อุณหภูมิภายในบ่อชุบสังกะสี 470-550 องศาเซลเซียสขึ้นไป ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการชุบเหล็กอยู่ที่ 500-550 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและปริมาณของเหล็ก ซึ่งการทำงานโดยใช้พนักงานจะมีโอกาสเกิดภาวะอุณหภูมิไม่เหมาะสมตามมาตรฐาน ซึ่งอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปจะทำให้การชุบเหล็กไม่ได้คุณภาพ และจะต้องเสียเวลาในการนำไปล้างออกแล้วเริ่มต้นขั้นตอนเตรียมชุบใหม่ทั้งหมด ทำให้เกิดต้นทุนที่สูงขึ้นในการชุบแต่ละครั้ง และในขณะที่อุณหภูมิสูงเกินไปอาจเกิดอันตรายต่อบ่อชุบสังกะสี ส่งผลเสียต่อชิ้นงานและเป็นความเสี่ยงอันตรายต่อตัวพนักงานด้วย จากภาพสรุปได้ว่าการทำงานโดยใช้ อุปกรณ์ส่งเครื่องพ่นไฟในจำนวนเวลาทำงาน 15 วัน และในระดับปริมาณการผลิตเท่าๆกัน ระยะเวลาในการทำงานของการใช้อุปกรณ์มีค่าเฉลี่ยชั่วโมงการทำงานอยู่ในช่วง 1.9-2.1 ชั่วโมง ซึ่งค่าใกล้เคียงกัน แต่พบว่าการทำงานโดยใช้พนักงาน ค่าเฉลี่ยชั่วโมงการทำงานอยู่ในช่วง 1.6-2.35 ชั่วโมง ซึ่งค่ามีช่วงเวลาค่อนข้างมาก

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์ผลการทดลองการลดเชื้อเพลิงหลังจากการใช้อุปกรณ์ส่งเครื่องพ่นไฟ

วันที่	ก่อนปรับปรุง เครื่องพ่นไฟ (ลิตร)	หลังปรับปรุง เครื่องพ่นไฟ (ลิตร)	เปอร์เซ็นต์การลดน้ำมัน เชื้อเพลิงต่อสัปดาห์
1-8	16,300	15,700	3.68%
9-15	14,200	14,000	1.40%
รวม	30,500	29,700	2.62%

จากตารางที่ 1 พบว่าการทำงานของเครื่องส่งเครื่องพ่นไฟในงานอุตสาหกรรม สามารถลดการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยร้อยละ 2.62 และสามารถลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงได้ประมาณ 800 ลิตรหรือประมาณ 10,400 บาท และสามารถลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงได้ประมาณ วันละ 53.33 ลิตร เท่ากับ 693 บาท หรือ สัปดาห์ละ 373.31 ลิตร เท่ากับ 4,853 บาท หรือเดือนละ 1,599.9 ลิตร เท่ากับ 20,799 บาท หรือ ปีละ 19,465.45 ลิตร เท่ากับ 253,050 บาท โดยสามารถขุดเหล็กได้ 280-336 ตัน

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบใช้อุปกรณ์ส่งเครื่องพ่นไฟ

วันที่	อัตราการใช้น้ำมัน (พนักงาน)	อัตราการใช้น้ำมัน (เครื่องส่ง)	สามารถลดการใช้น้ำมันได้ (ลิตร)	หมายเหตุ
1/12/62-1/01/63	2,300	2,000	300	การใช้เครื่องส่งเครื่องพ่นไฟในงานอุตสาหกรรมมีค่าไฟฟ้า
4/12/62-4/01/63	5,800	5,800	0	
8/12/62-8/01/63	8,200	7,900	300	
15/12/62-15/01/63	14,200	14,000	200	
รวม	30,500	29,700	800	

จากตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายค่าน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนและหลังปรับปรุงก่อนใช้เครื่องส่งเครื่องพ่นไฟ - หลังใช้เครื่องส่งเครื่องพ่นไฟ X ราคาน้ำมันเตา

$$30,500 - 29,700 = 800 \text{ ลิตร } 800 \times 13 = 10,400 \text{ บาท}$$

จะสามารถลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงได้ประมาณ วันละ 693 บาท (53.33 ลิตร) สัปดาห์ละ 4,853 บาท (373.31 ลิตร) เดือนละ 20,799 บาท (1,599.9 ลิตร) ปีละ 253,050 บาท (19,465.45 ลิตร)

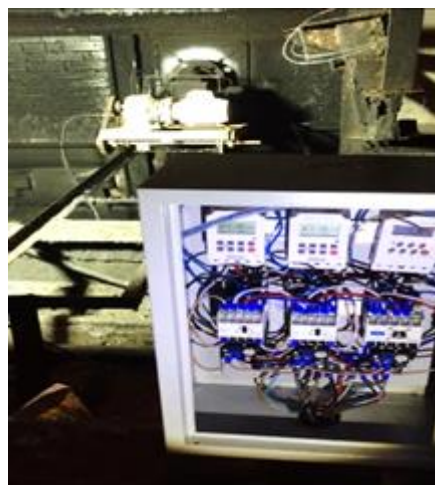
- ส่วนของเครื่องส่งเครื่องพ่นไฟในงานอุตสาหกรรมจะมีค่าไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้าหาจาก กำลังไฟฟ้า (w) x จำนวน(เครื่อง) ÷ 1,000 x เวลา(นาทิต) = หน่วยต่อวัน

$$1500w \times 6 \div 1,000 \times 4 = 0.603 \text{ ต่อวัน}$$



ภาพที่ 6 การใช้พนักงานทำงานส่งเครื่องพันไฟ



ภาพที่ 7 การใช้ตู้คอนโทรลกำหนดเวลาการทำงานของเครื่องส่งเครื่องพันไฟในงานอุตสาหกรรม

สรุปผลการเปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานก่อนปรับปรุง-หลังปรับปรุง พบว่า

- ขั้นตอนการทำงาน 11 ขั้นตอนหลัก เท่าเดิม แต่รายละเอียดในการทำงานในขั้นตอนย่อยเปลี่ยนแปลงให้ใช้อุปกรณ์ทำงานแทนในส่วนส่งเคื่องพันไฟ
- จำนวนพนักงาน ลดลงได้ 1 คน ก่อนปรับปรุง 18 คน หลังปรับปรุง 17 คน
- ระยะเวลารวมในการทำงาน ลดลงได้ 10 นาที ก่อนปรับปรุง 92 นาที หลังปรับปรุง 82 นาที
- ลดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงลงได้ 800 ลิตร ก่อนปรับปรุง 30,500 ลิตร หลังปรับปรุง 29,700 ลิตร โดยสามารถซบเหล็กได้ 280-336 ตัน
- สามารถลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงได้ประมาณ 800 ลิตรหรือประมาณ 10,400 บาท
- ลดความเสี่ยงอันตรายของพนักงานในการทำงานจากความร้อนและสารเคมี

- ลดความเสียหายของเครื่องจักรและอุปกรณ์จากความร้อนย้อนกลับเข้าในเครื่องพ่นไฟ ซึ่งทำให้ช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรได้อีกด้วย

หมายเหตุ: อ้างอิง การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการผลิตงานชุบสังกะสี 15 วัน จำนวน 6 เครื่อง ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจำนวน 29,700 ลิตร สามารถลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้ทั้งหมด 800 ลิตร คิดเป็นจำนวนเงิน 10,400 บาท

อภิปรายผล

จากการศึกษาเรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพของอุปกรณ์เครื่องพ่นไฟสำหรับเตาชุบสังกะสี ตลอดจนดำเนินการออกแบบสร้าง และทดลองในสถานที่จริงนั้น พบว่าการทำงานโดยการใช้อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องพ่นไฟให้ทำงานอัตโนมัติ สามารถทำงานได้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนด เนื่องด้วยการทำงานของมอเตอร์และชุดคอนโทรล ได้ออกแบบมาให้สั่งการตามระยะเวลาของความถี่ และใช้วัสดุที่มีคุณภาพ อุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดจนรูปแบบโครงสร้างของเครื่องนั้นถูกออกแบบมาให้มีความเหมาะสมในการเดินส่งเครื่องพ่นไฟได้ดี ในส่วนตู้คอนโทรลยังออกแบบให้ใช้คำสั่งการทำงานเป็นเวลาตามที่กำหนด ยังสามารถเพิ่มหรือเปลี่ยนคำสั่งเปลี่ยนระยะเวลาได้ตามต้องการอีกด้วย โดยการทำงานของตู้คอนโทรลที่สอดคล้องกับช่วงเวลาในการใช้งานของเครื่องพ่นไฟ จึงช่วยลดพนักงานในส่วนการควบคุมเครื่องพ่นไฟ และช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงได้ โดยลดลงได้ร้อยละ 2.62 แต่สามารถชุบเหล็กได้ 280-336 ตันเท่าเดิม แสดงให้เห็นว่ามีระดับอัตราผลิตภาพที่สูงขึ้น และป้องกันความสูญเสียจากความร้อนที่ย้อนกลับเข้ามาสร้างปัญหาให้กับเครื่องพ่นไฟ และสามารถยืดระยะเวลาการใช้งานของบ่อชุบสังกะสีได้อีกด้วย และเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการทำงานได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสรณญา ศิลาอาสน์ (2551) เรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรโดยอาศัยหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรมาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มอัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร พบว่าอัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร และมีค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นนอกจากนี้ยังมีจำนวนความถี่ในการเกิดความเสียหายลดลง และจำนวนชั่วโมงที่เกิดความเสียหายลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของรัฐกร อุดมสุข (2553) เรื่องการเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตอิฐทนไฟ ผลวิจัยพบว่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียของเครื่องจักรได้เพิ่มขึ้น และค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของเทิดศักดิ์ เพ็ชรสะท่าย (2555) เรื่องการเพิ่มผลิตผลด้วยโดยใช้วิธีการปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) และอัตราการขัดข้องของเครื่องจักร เป็นตัวชี้วัด ผลการวิจัยพบว่าสามารถเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรลดลง จากผลสรุปการวิจัยอาจกล่าวได้ว่าการทำงานของกระบวนการในโรงงานอุตสาหกรรม มีปัจจัยที่สำคัญต่อประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตหลายประการ และหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญ คือ เครื่องจักร เครื่องมือ และกระบวนการปฏิบัติงาน โดยในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาปัญหา

ความสูญเปล่าในกระบวนการปฏิบัติงาน ทำให้เกิดการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือและวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยใช้หลักของการศึกษาการทำงาน การลดความสูญเปล่าในการทำงานและการออกแบบเครื่องมือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งจากแนวคิดต่างๆที่ได้นำมาประยุกต์ใช้ทำให้สามารถแก้ปัญหาความสูญเปล่าในกระบวนการงานซบสั้งกะสีได้ และยังช่วยเพิ่มอัตราผลิตภาพให้สูงกว่าเดิมได้อีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. เป็นเครื่องต้นแบบสำหรับแนวคิดในการประยุกต์ ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการสร้าง เกี่ยวกับการใช้งานมอเตอร์ร่วมกับเครื่องจักรในงานลักษณะใกล้เคียงกัน
2. การพัฒนาประสิทธิภาพของงานโดยใช้การควบคุมการทำงานอัตโนมัติ
3. สามารถนำการวิจัยนี้ไปต่อยอดได้ทั้งรูปลักษณะ ขนาด ปริมาณในการลดการใช้งานต่อครั้ง และระบบการทำงาน
4. ได้แนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตซบสั้งกะสี ซึ่งสามารถนำไปศึกษาเพื่อปรับปรุงและพัฒนาส่วนงานอื่นได้

เอกสารอ้างอิง

- กฤตาคม และ ทวีศิลป์ เล็กประดิษฐ์ (2554). *อิทธิพลของวัสดุพูนตัวแม่รังสีต่อการเผาไหม้ของหัวพ่นไฟชนิดวัสดุพูนโดยใช้เชื้อเพลิงเหลว*. วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ, กรกฎาคม-ธันวาคม 2554.
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2555). *หลักการควบคุมคุณภาพ*. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- เทิดศักดิ์ เพ็ชรสะท่าย. (2555). *การประยุกต์ ประสิทธิภาพ ผลโดยรวมของเครื่องจักร(OEE)ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระป๋อง*. สารนิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- นิวัฒน์ เกตุชาติ และคณะ. (2560). *การพัฒนา หัวพ่นไฟวัสดุพูนชนิดเชื้อเพลิงแข็งที่ใช้ตาข่ายสแตนเลสเป็นวัสดุพูน*. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 31, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- บริษัทวานิช กรุ๊ป. (2562). *เครื่องพ่นไฟ*. ค้นเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2562, จาก <https://vanichgroup.com>.
- บัณฑิต กฤตาคม พิพัฒน์ อมตฉายา และ ปญฺวิติ วรามิตร. (2556). *หัวพ่นไฟวัสดุพูนเชื้อเพลิงแก๊สแอลพีจีที่ใช้อะลูมินา-คอร์ดีไรท์เม็ดกลมเป็นวัสดุพูนแบบเม็ดกลมอัดแน่น*. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, 24(1), 42-49.

- พรรณี หอมทอง. (2556). **ความสูญเสีย 7 ประการ**. ค้นเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2562, จาก http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=19136
- มงคล ทองสงคราม. (2555). **การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี. เจ. พรินติ้ง.
- ยีน ภูววรรณ. (2550). **ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- วัชรินทร์ สิทธิเจริญ. (2547). **การศึกษาการทำงาน**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สร้อยญา ศิลาอาสน์. (2551). **การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักร โดยระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน**
กรณีศึกษา: โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม. ค้นเมื่อวันที่ 12 กันยายน 2562, จาก <https://dric.nrct.go.th/Search/SearchDetail/220330>.

การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ กรณีศึกษาธุรกิจสิ่งพิมพ์ประเภท แบบฟอร์มธุรกิจ

Improving Efficiency in the Printing Process Case Study of Business Publications in the Type of Business Forms

ณัฐชญา พิมพ์ภรณ์¹ ชัยยะเนตร ฤาพิณนา² ธิตารัตน์ ทรัพย์สำเร็จ³ อภิรมย์ อุณา⁴

กนกวรรณ มีหนองว่า⁵ ชุตติมา บุญชิต⁶

¹⁻²อาจารย์ประจำสาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ, E-mail acdt7@outlook.co.th

³อาจารย์ประจำสาขาการบัญชี คณะบริหารธุรกิจ

มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ, E-mail acdt7@outlook.co.th

⁴⁻⁶นักศึกษาด้านการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์แบบฟอร์มธุรกิจ เพื่อลดต้นทุนด้านแรงงานและลดต้นทุนด้านของเสียในกระบวนการผลิต ดำเนินการวิจัยโดยศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากบริษัทกรณีศึกษา ขอบเขตในการศึกษาเฉพาะส่วนกระบวนการผลิตแบบฟอร์มธุรกิจ ที่มีขั้นตอนการทำงานปัจจุบัน 13 ขั้นตอน โดยจากการสำรวจปัญหาจากการประชุมร่วมกันของทีมผู้ปฏิบัติงาน พบว่า ใช้เวลาในการปฏิบัติงานในขั้นตอนน้อยมาก และมีปัญหาหรือข้อผิดพลาดจากการปรับตั้งเครื่องจักรมาก ทางคณะผู้วิจัยจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาประสิทธิภาพในกระบวนการตัดด้วยแผ่นผังก้างปลา โดยใช้เครื่องมือในการศึกษาวิจัย ได้แก่ การศึกษางาน แผนภูมิการไหลกระบวนการผลิต และหลักการ ECRS แนวทางแก้ปัญหาโดยออกแบบวิธีการปฏิบัติงานแบบใหม่แล้ว เก็บผลข้อมูลในการปฏิบัติงานจริง จำนวน 12 ชุดข้อมูล

สรุปผลวิจัย ดังนี้ สามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน ก่อนปรับปรุง 36 ขั้นตอน หลังปรับปรุงเหลือ 23 ขั้นตอน ลดลงได้ 13 ขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 36 และสามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่อง ก่อนปรับปรุง 311 นาที หลังปรับปรุงเหลือ 214 นาที ลดลงได้ 97 นาที คิดเป็นร้อยละ 31 สามารถลดต้นทุนค่าแรงต่อเดือนก่อนปรับปรุง 34,210 บาท และ หลังปรับปรุง 16,060 บาท ลดลงเท่ากับ 18,150 บาท ต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 53.05 สามารถลดค่าเฉลี่ยของเสียจากกระบวนการผลิต ก่อนปรับปรุง มีค่าเฉลี่ยของเสียร้อยละ 9.05 หลังปรับปรุง มีค่าเฉลี่ยของเสียร้อยละ 5.17 เท่ากับค่าเฉลี่ยของเสียลดลงได้ร้อยละ 3.9 สามารถลดต้นทุนด้านของเสียจากการผลิต ก่อนปรับปรุงเท่ากับ 58,403.80 บาท และหลังปรับปรุง

เท่ากับ 33,364.38 บาท สรุปว่าต้นทุนกระดาษที่เป็นของเสียลดลงได้ 25,039.42 บาทต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 42.87

คำสำคัญ: การปรับปรุงประสิทธิภาพ กระบวนการผลิต ธุรกิจสิ่งพิมพ์ ประเภทแบบฟอร์มธุรกิจ

Abstract

This study aims to improve efficiency in the production process of printing business forms. To reduce labor costs and reduce waste costs in the production process. Conducting research by studying preliminary data from case study companies The scope of the study of the business form production process only. with a current workflow of 13 steps. From the survey of problems from the meeting of the team of operators, it was found that it took a lot of time to perform the task in small steps. and there are many problems or errors from adjusting the machine The researchers therefore used the data to analyze the cause of the problem of low process efficiency with fishbone diagram. By using research tools such as work studies, process flow charts, and ECRS principles, solutions by designing new operating methods and collecting data in actual practice, totaling 12 data sets.

The results of the research are as follows: 36 steps of pre-improvement can be reduced, after improvement to 23 steps, a reduction of 13 steps, or 36 percent, and the time to set-up the machine before the adjustment is 311 minutes, after the adjustment to 214 minutes. Can be reduced by 97 minutes or 31%, can reduce labor costs per month before renovation 34,210 baht and after improvement 16,060 baht, a decrease of 18,150 baht per month, equivalent to 53.05%, can reduce the average waste from the production process before improvement is worth The average waste was 9.05% after improvement, the average was 5.17%, which was equal to the average waste reduction of 3.9 percent. The cost of waste from production could be reduced. Before the adjustment was 58,403.80 baht and after the adjustment was 33,364.38 baht. It was concluded that the cost of waste paper was reduced by 25,039.42 baht per month, or 42.87%.

Keywords: efficiency improvement, production process, publishing business, business form type

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาในธุรกิจโรงพิมพ์ เป็นธุรกิจหนึ่งที่อยู่มาทุกยุคทุกสมัยแต่ก็ต้องมีการปรับตัวเพื่อให้ทันกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงและต้องสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของบริษัทกรณีศึกษา พบว่า สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงมาจากกระบวนการทำงานในขั้นตอนการพิมพ์แบบฟอร์มธุรกิจด้วยเครื่องพิมพ์ออฟเซต ซึ่งเป็นเครื่องจักรหลักที่ใช้ในการผลิตแบบฟอร์มธุรกิจ นิยมใช้สำหรับสิ่งพิมพ์ที่ต้องการความแม่นยำและต่อต้านการปลอมแปลง ปัจจุบันในหน่วยงานมีเครื่องพิมพ์ออฟเซตทั้งหมด 12 เครื่อง โดยเฉลี่ยมีการปรับตั้งเครื่องเพื่อเปลี่ยนงาน 20 ครั้งต่อวัน และใช้เวลาในการปรับตั้งเครื่องครั้งละประมาณ 4-5 ชั่วโมง ปัญหาที่ตามมาจากการปรับตั้งเครื่องที่ใช้ระยะเวลานาน ทำให้เกิดต้นทุนในการผลิตที่สูงขึ้น เกิดการรอคอยในกระบวนการ เกิดต้นทุนค่าแรงงานที่สูงสูญเสียไป ทำให้องค์กรมีค่าเสียโอกาสจากการไม่สามารถใช้เครื่องพิมพ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังเกิดความเสียหายต่อวัตถุดิบในระหว่างการปรับตั้งเครื่องอีกด้วย ซึ่งจากการบันทึกข้อมูลปัจจุบันค่าเฉลี่ยของวัตถุดิบที่เสียในกระบวนการพิมพ์แบบฟอร์มธุรกิจของโรงงานเท่ากับร้อยละ 9.05 และจากการใช้เวลามากในการปรับตั้งเครื่องนานทำให้ระยะเวลาส่งมอบสินค้าเกิดความล่าช้า เพราะการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ออฟเซตใช้เวลานาน ทางคณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาและแก้ไขปัญหานี้ เพื่อให้เกิดการวางแผนและควบคุมกระบวนการผลิตให้สามารถใช้เครื่องจักรและแรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถควบคุมหรือลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น โดยการศึกษาหาสาเหตุที่แท้จริงของความสูญเปล่าด้านเวลาโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ หาปัญหาที่ทำให้กระบวนการผลิตด้านแรงงานที่ล่าช้า เพื่อนำไปสู่การแก้ไขกระบวนการผลิตให้ดีขึ้น โดยการศึกษาครั้งนี้จะใช้แผนผังก้างปลาในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ใช้แผนภูมิการผลิต แผนภาพที่แสดงขั้นตอนการผลิตทั้งกระบวนการ หลักการศึกษางาน เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดีขึ้น และหลักการ ECRS แนวคิดในการลดความสูญเปล่าในการดำเนินงาน มาร่วมปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดีขึ้น ตัดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความสูญเปล่าหรือซ้ำซ้อนหรือสิ้นเปลืองเวลา ออกไป โดยมีเป้าหมายเพื่อการปรับตั้งเครื่องจักรให้ได้เร็วที่สุดและมีประสิทธิภาพสูงสุด จึงเป็นแนวทางที่จะทำให้อัตราต้นทุนการผลิตและระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตลดลง ช่วยลดของเสียจากกระบวนการผลิต และช่วยทำให้องค์กรมีโอกาสในการแข่งขันมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพด้านขั้นตอนในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทแบบฟอร์มธุรกิจ
2. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพด้านต้นทุนการผลิตในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทแบบฟอร์มธุรกิจ
3. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพด้านการลดของเสียในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทแบบฟอร์มธุรกิจ

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รีนฤติ โยธาคู (2560) ได้กล่าวถึง ความสูญเสีย 7 ประการ (7 WASTES) ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมจะพบว่ามีความสูญเสียต่าง ๆ แฝงอยู่ในกระบวนการในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การรอคอย วัตถุดิบ รอสอนงานพนักงานใหม่ เครื่องจักรขัดข้อง พื้นที่ไม่เพียงพอ ผลิตมากเกินไป ขั้นตอนการทำงานซ้ำซ้อน เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการ หรือของหน่วยงานต่ำ และส่งผลเสียต่อหน่วยงานอีกหลายประการ จึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาและค้นหาความสูญเสียแฝงที่แฝงอยู่ให้พบ เพื่อหาแนวทางแก้ไข โดยการลดความสูญเสียเหล่านี้เกิดขึ้น ความสูญเสีย 7 ประการ ได้แก่

1. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction) การผลิตสินค้าในปริมาณมากเกินความต้องการใช้ หรือผลิตไว้ล่วงหน้าโดยไม่มีแผน
2. ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory) การซื้อวัสดุแต่ละรายการมีค่าใช้จ่าย และเป็นต้นทุนทั้งสิ้น หากมีวัสดุในคลังมากเกินความต้องการใช้ จะเกิดปัญหาต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการดูแลรักษาที่มากโดยไม่จำเป็นตามไปด้วย
3. ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation) กิจกรรมการขนส่งหมายถึงการขนส่งวัสดุ ขึ้นงานระหว่างทำ และสินค้าสำเร็จรูป ให้แก่ลูกค้าภายใน คือ แผนกถัดไป และลูกค้าภายนอก คือ ผู้บริโภค ซึ่งหากมีวิธีการ และเครื่องมือในการขนส่งไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดต้นทุนในกระบวนการสูง เกิดความเสี่ยงขึ้นงานเสียหายจากการขนส่ง
4. ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion) การทำงานในกระบวนการผลิต พนักงานย่อมต้องมีการเคลื่อนไหวตลอดระยะเวลาในการทำงาน ซึ่งหากพบว่า เครื่องมือ อุปกรณ์ จุดปฏิบัติงาน และวิธีการปฏิบัติงาน ไม่เหมาะสม จะให้พนักงานต้องเคลื่อนไหวร่างกาย หรือเคลื่อนที่บ่อยหรือมากเกินไป ความจำเป็น
5. ความสูญเสียเนื่องจากการกระบวนการผลิต (Processing) เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำ ๆ กันในหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็น เพราะไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์
6. ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay) การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักร หรือพนักงานหยุดการทำงานเพราะต้องรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตเช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล การรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น

7. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect) ในการปฏิบัติงานจริง อาจทำให้เกิดของเสียขึ้น ในกระบวนการผลิตทั้งเกิดจากพนักงานทำ หรือเกิดจากเครื่องจักรบกพร่องหรือจากปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งเมื่อของเสียถูกผลิตออกมา ของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ซึ่งจะทำให้เกิดต้นทุนการผลิตที่มากขึ้น และเกิดความสูญเสียด้านเวลาที่ต้องซ่อมงานหรือผลิตใหม่ทดแทน

การศึกษาการทำงาน (Work Study)

ธณัฐชัย ศรีธัญรัตน์ (2552) ได้กล่าวถึง การศึกษาการทำงาน (Work Study) คือ การศึกษาวิธี (Method Study) และการวัดผลงาน (Work Measurement) ซึ่งใช้ในการศึกษากระบวนการทำงาน เพื่อปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้นและพัฒนามาตรฐานการทำงานและรวมไปถึงการนำเครื่องมือไปประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมให้บุคลากรมีประสิทธิภาพในการทำงาน การศึกษางานจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเพิ่มผลผลิตและการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยมี 2 เทคนิค ดังนี้

1. การศึกษาวิธี (Method Study) เป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการทำงานที่ง่ายที่สุด สะดวก รวดเร็ว ประหยัด และมีประสิทธิภาพสูงกว่ามาใช้แทนวิธีการทำงานเดิม

2. การวัดผลงาน (Work Measurement) คือ เทคนิคในการวัดปริมาณงานออกมาเป็นหน่วยเวลาหรือจำนวนแรงงานที่ใช้ในการทำงานหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) ซึ่งเป็นประโยชน์ในแง่ต่าง ๆ เช่น การวางแผนการผลิต การปรับปรุงคุณภาพของสายการผลิต การวัดผลงานเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน

การศึกษาวีธีเป็นการศึกษาเพื่อลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็น ส่วนการวัดผลงานเป็นการศึกษาเพื่อลดเวลาที่ทำให้เกิดความสูญเสียเปล่าในสายการผลิต การวัดผลงาน ในบางครั้งถ้าต้องการทราบเวลาที่ใช้ในการทำงานก็จะทำการศึกษาเวลาโดยตรง ผลที่ได้จากการศึกษางานคือปรับปรุงวิธีการทำงานและการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น

มาโนช ริทินโย (2551: 3-1) ได้กล่าวว่าการศึกษาวีธีการทำงาน คือ การพัฒนาวิธีการทำงานใหม่ที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ต้นทุนต่ำมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการทำงานเดิม โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผลผลิตสูงขึ้น ลดความสูญเสียให้น้อยลง และต้นทุนการผลิตต่างลงเมื่อปี ค.ศ.1911 แฟรงค์ บังเกอร์กิลเบิร์ต ได้กำหนดหลักการเคลื่อนไหวของการทำงาน (Motion Study) หมายถึง เทคนิคการวิเคราะห์การปฏิบัติงานเพื่อจัดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นออกและสรรหาวิธีการทำงานที่ดีที่สุดและเร็วที่สุดในการปฏิบัติงาน รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานของวิธีการทำงาน เครื่องมือต่าง ๆ และการฝึกพนักงานให้ทำงานด้วยวิธีการที่ถูกต้อง จุดประสงค์ของการศึกษาวีธีการทำงาน มีดังนี้

1. เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น

2. เพื่อพัฒนาวิธีการทำงานให้มีความสะดวก ง่าย และสามารถลดความเมื่อยล้า

3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิตให้สูงขึ้นได้แก่ คน เงิน วัสดุ ดิบเครื่องจักร เทคโนโลยี พลังงาน ที่ดิน อาคาร การบริการจัดการและสิ่งจำเป็นอื่น ๆ ที่มีความจำเป็นที่ต้องใช้สำหรับผลิตสินค้าหรือบริการ

4. เพื่อปรับปรุงสถานที่และสภาพแวดล้อมของการทำงานให้เหมาะสมกับลักษณะการทำงาน

5. เพื่อกำหนดวิธีการเคลื่อนย้ายวัสดุในระหว่างการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

6. เพื่อใช้สำหรับการกำหนดมาตรฐานของวิธีการทำงาน

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ

จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน (2563) กล่าวว่า ในกระบวนการแก้ไขปัญหาคุณภาพนั้นเมื่อทำการจำแนกประเภทข้อมูลแล้วจะทำให้ทราบประเด็นในการแก้ปัญหา จึงควรมีการทำความเข้าใจถึงขั้นตอนต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว โดยจะเรียกแผนภูมิที่แสดงถึงลำดับของขั้นตอนตลอดจนความสัมพันธ์ของขั้นตอนต่าง ๆ นี้ว่า

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ								
Flow Process Chart								
เลขที่ / วันที่ / พนักงาน			สรุป					
กิจกรรม :			Activity	ปัจจุบัน	ปรับปรุง	ลด		
วิธีทำงาน : <td>ปฏิบัติงาน <input type="radio"/></td> <td></td> <td></td> <td></td>			ปฏิบัติงาน <input type="radio"/>					
			เคลื่อนย้าย <input type="checkbox"/>					
			สำรวจ <input type="checkbox"/>					
			เก็บ <input type="checkbox"/>					
สถานที่ : <td>ระยะเวลา</td> <td></td> <td></td> <td></td>			ระยะเวลา					
พนักงาน : <td>เวลา</td> <td></td> <td></td> <td></td>			เวลา					
บันทึกโดย : <td>ต้นทุน:</td> <td></td> <td></td> <td></td>			ต้นทุน:					
			ค่าแรง					
			ค่าวัสดุ					
อนุมัติโดย : <td>รวม</td> <td></td> <td></td> <td></td>			รวม					
			รวม					
คำอธิบาย	ปริมาณ	ระยะเวลา (นาที)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์			หมายเหตุ	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

ภาพที่ 1 สัญลักษณ์และแผนภูมิการไหลของกระบวนการ

ทฤษฎี ECRS

ประเสริฐ อัครประณพวงศ์ (2552) ได้กล่าวว่า ทฤษฎี ECRS คือการลดความสูญเปล่า หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นแต่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้า ซึ่งความสูญเปล่านั้นมีอยู่ 7 ประการด้วยกันคือ การผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น ของเสีย หลักการ ECRS ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) การทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่า โดยแนวทางการลดความสูญเปล่า ลงสามารถทำได้โดยใช้หลักการ ECRS ดังนี้

การกำจัด (Eliminate) หมายถึง การพิจารณาการทำงานปัจจุบันและทำการกำจัดความสูญเปล่า ทั้ง 7 ที่พบในการผลิตออกไป คือการผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็นและของเสีย

การรวมกัน (Combine) สามารถลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลงได้ โดยการพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลงได้หรือไม่ เช่น จากเดิมเคยทำ 5 ขั้นตอนก็รวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลงจากเดิม การผลิตก็จะสามารถทำได้เร็วขึ้นและลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลงอีกด้วย เพราะถ้ามีการรวมขั้นตอนกัน การเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนก็ลดลง

การจัดใหม่ (Rearrange) คือ การจัดขั้นตอนการผลิตใหม่เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น หรือการรอคอย เช่นในกระบวนการผลิต หากทำการสลับขั้นตอนที่ 2 กับ 3 โดยทำขั้นตอนที่ 3 ก่อน 2 จะทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่ลดลง เป็นต้น

การทำให้ง่าย (Simplify) หมายถึง การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น โดยอาจจะออกแบบจิ๊กเข้าช่วยในการทำงานเพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถลดของเสียลงได้ จึงเป็นการลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นและลดการทำงานที่ไม่จำเป็น สำหรับส่วนของงานสนับสนุน จะหมายถึง หน่วยงานที่ไม่ได้มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการผลิต แต่จะช่วยสนับสนุนการผลิต งานหลักของส่วนสนับสนุนจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานด้านเอกสาร และข้อมูลเป็นหลัก เพราะจะต้องมีการจัดทำเอกสารหรือการบันทึกต่าง ๆ เพื่อเก็บเป็นข้อมูลในการสอบกลับได้ และเพื่อประโยชน์ในการทำงานตามระบบคุณภาพ แต่ในทางปฏิบัติอาจพบว่า เอกสารที่มีอยู่จำนวนมากที่ใช้งานอาจจะมีเอกสารที่ไม่จำเป็น หรือเป็นเอกสารที่ซ้ำซ้อนกัน ซึ่งส่งผลเสีย คือ หากเอกสารมีมากเกินไป จะทำให้เสียเวลาในการเก็บรักษา สิ้นเปลืองพื้นที่ในการเก็บเอกสาร และสิ้นเปลืองเวลาในการพิจารณาเอกสารและจัดทำเอกสาร นอกจากนี้ยังเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรกระดาษโดยเปล่าประโยชน์ โดยที่ไม่ได้ส่งผลดีต่อคุณภาพหรือประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน

การพิมพ์ออฟเซต (Offset Printing)

นภาพร อ่ำรอด (2546) การพิมพ์ออฟเซตหรือการพิมพ์พื้นราบ หลักการพิมพ์ออฟเซต คือ น้ำกับน้ำมันจะไม่รวมตัวกัน ซึ่งบนแผ่นแม่พิมพ์ (Plate) จะมีทั้งสองส่วนคือ บริเวณที่ไม่มีภาพจะทำหน้าที่ในการรับน้ำหรือความชื้นเพื่อผลักดันหมึกให้ออกนอกบริเวณ ส่วนที่เป็นภาพจะทำหน้าที่รับหมึกและผลักดันน้ำให้ออกนอกบริเวณของตน ซึ่งสองส่วนจะทำหน้าที่ตรงข้ามกัน การถ่ายทอดภาพของการพิมพ์ออฟเซตใช้พื้นฐาน 3 โม คือ โมแม่พิมพ์ โมผ้ายาง โมกดพิมพ์ พร้อมกับระบบทำความสะอาดขึ้นและระบบการจ่ายหมึกให้แก่แม่พิมพ์ ในการพิมพ์เริ่มจาก แม่พิมพ์หมุนไปรับน้ำแล้วหมุนไปรับหมึก เมื่อแม่พิมพ์รับหมึกในบริเวณที่เป็นภาพแล้ว จะหมุนลงไปถ่ายทอดหมึกให้กับโมผ้ายาง และโมผ้ายางจึงถ่ายทอดหมึกลงวัสดุพิมพ์อีกต่อหนึ่ง โดยมีโมกดพิมพ์รองรับอยู่ด้านล่าง การพิมพ์ออฟเซต เป็นการพิมพ์ที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เพราะให้งานพิมพ์ที่สวยงาม จัดรูปแบบการพิมพ์ได้สะดวก และวิธีการพิมพ์ไม่ยุ่งยาก ประกอบกับความก้าวหน้าในการทำแม่พิมพ์ในปัจจุบัน ทำให้ต้นทุนการทำแม่พิมพ์ลดลง จึงสามารถนำมาใช้กับงานพิมพ์ที่มีจำนวนน้อยได้ การพิมพ์ออฟเซต เหมาะสำหรับการพิมพ์หลายสีหรือการพิมพ์ภาพ 4 สี ที่ต้องการความสวยงามและความรวดเร็ว การพิมพ์ออฟเซตสามารถให้งานพิมพ์ที่คุณภาพดีได้เพราะ การพิมพ์ภาพกระทำโดยการถ่ายทอดภาพลงบนผ้ายางก่อนแล้วจึงถ่ายทอดลงบนกระดาษ ทำให้การถ่ายทอดหมึกพิมพ์เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ภาพมีความละเอียดสวยงาม การพิมพ์ภาพหลายสีได้ไม่ยากนัก เนื่องจากสามารถปรับตำแหน่งแม่พิมพ์และกระดาษของแต่ละสีให้ลงในตำแหน่งตรงกันได้ง่าย และการพิมพ์ออฟเซตนี้สามารถพิมพ์ลงบนกระดาษได้เกือบทุกชนิด

แบบฟอร์มธุรกิจ (Business Form)

แบบฟอร์มธุรกิจ คือ แบบฟอร์มหรือเอกสารที่ใช้ในการสื่อสารกันในองค์กรธุรกิจ เช่น สลิปเงินเดือน ใบแจ้งบัญชีเงินฝากธนาคาร หรือ ใบเสร็จรับเงิน แบบฟอร์มธุรกิจ เป็นประเภทของเอกสารที่มีปริมาณการใช้สูง มีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งาน โดยแบ่งเป็นประเภทแบบฟอร์มได้ดังนี้ แบบฟอร์มธุรกิจทั่วไป แบบฟอร์มชนิดม้วน แบบฟอร์มชนิดต่อเนื่อง และ แบบฟอร์มชนิดของต่อเนื่อง โดยกระบวนการผลิตแบบฟอร์มธุรกิจ เป็นการผลิตตามคำสั่งลูกค้า ด้วยรูปแบบและจำนวนตามที่ลูกค้าต้องการ โดยมีกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนก่อนพิมพ์ (Pre-Press) เป็นขั้นตอนการเตรียมงานและเตรียมข้อมูล รวมทั้งการทำแม่พิมพ์ ก่อนจะนำเข้าสู่เครื่องพิมพ์ ได้แก่ การเตรียมข้อมูล การออกแบบ จัดแบบ ตกแต่งภาพ ตรวจสอบปฏิรูป พิสูจน์อักษร รวมถึงการทำแม่พิมพ์ หรือเพลท

- ขั้นตอนพิมพ์ (Press) เป็นขั้นตอนการสั่งพิมพ์ โดยผ่านเครื่องพิมพ์ระบบออฟเซต ซึ่งโรงพิมพ์จะเลือกใช้เครื่องพิมพ์ตามความเหมาะสมของแต่ละงาน

- ขั้นตอนหลังพิมพ์ (Post-Press) เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะทำให้งานออกมาสำเร็จรูป ตามแบบที่ลูกค้าต้องการ เช่น การเข้าชุด การปั๊มหรือไดคัท การตัด การพับ การตีเบอร์ (Running Number) รวมถึงขั้นตอนการบรรจุหีบห่อเพื่อการจัดส่ง (อ้างอิงข้อมูลจากบริษัทกรณิศศึกษา)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธารชуда พันธนิกุล ดวงพร สังขะมณี และ ปรีดาภรณ์ งามสง่า (2557) การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม กรณีศึกษา: โรงงานประกอบรถจักรยาน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำความรู้ทางด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรมมาประยุกต์ใช้จริง เพื่อช่วยในการลดต้นทุนด้าน เวลาและแรงงานให้กับผู้ประกอบการ โดยโรงงานกรณิศศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นโรงงานขนาดย่อมในจังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งมีผลิตภัณฑ์หลักคือจักรยาน และใช้แรงงานคนในการประกอบเป็นหลักหลังจากศึกษาขั้นตอนการทำงานในปัจจุบันแล้วพบว่า การประกอบยังเป็นไปด้วยความล่าช้าและมีการรอคอยของพนักงานซึ่งเป็นการเสียเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์ ในงานวิจัยนี้จึงได้นำเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การศึกษางาน การจับเวลา การใช้ แผนภูมิกระบวนการผลิต แผนผังก้างปลา และเทคนิคการปรับปรุงงาน (ECRS) เป็นต้น โดยพบว่าหลังจากปรับปรุงการทำงานแล้วสามารถลดเวลาสูญเสียเปล่าใน การทำงานลงได้จากเดิม 509 วินาที เหลือเพียง 43 วินาที และในภาพรวมใช้เวลาประกอบจักรยานลดลงจาก 837 วินาทีต่อคัน เหลือเพียง 595 วินาที หรือ ใช้เวลาประกอบจักรยานได้เร็วขึ้นร้อยละ 28.91

ศุภฤกษ์ กลิ่นหม่น.(2559)การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตการกัดเลนส์ขึ้นรูปค่าสายตา งานวิจัยเป็นการลดความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการกัดเลนส์ขึ้นรูปค่าสายตาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต การศึกษาข้อมูลการผลิตพบว่า กระบวนการกัดเลนส์มี ประสิทธิภาพสายการผลิตต่ำกว่าร้อยละ 70 งานวิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้แนวคิดของระบบการผลิตแบบดึง และการไหลของงานแบบ 1 ขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาประสิทธิภาพของสายการผลิตต่ำ หลักการ ECRS ถูกนำมาใช้ในการลดความสูญเสียเปล่าในการผลิต และการตั้งคำถาม 5W1H ถูกนำมาใช้เพื่อกำจัดกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่ากับการผลิตเลนส์ หลังจากวางแผนการและ กำหนดขั้นตอนการทำงานมาตรฐานแบบใหม่ ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 93.6 รอบเวลาการผลิตจากเดิม 68.22 วินาทีลดลงเหลือ 55.66 วินาที คิดเป็นร้อยละ 18.4 จำนวนงานในสายการผลิตจากเดิม 306 งาน ลดลงเหลือ 143 งาน คิดเป็นร้อยละ 53.7 เวลาการผลิตรวมทุกขั้นตอนการผลิตจากเดิม 427.88 วินาที ลดลงเหลือ 364.5 วินาที คิดเป็นร้อยละ 14.8 เวลารอคอยลดลงจากเดิม 6.17 ชั่วโมง เหลือ 4.59 ชั่วโมงขั้นตอนการทำงานลดลงจากเดิม 9 ขั้นตอนเหลือ 7 ขั้นตอน จำนวนพนักงานจากเดิม 12 คนลดลงเหลือ 10 คน

สุภาพร ทองกลาง ศุภศักดิ์ ศรีสุข และวิรุฬห์ นาพิมแสง (2560) การศึกษาวิจัยเรื่อง การลดเวลาปรับตั้งเครื่องถ่วงสมดุลด้วยเทคนิคการเปลี่ยนรุ่นรวดเร็ว (SMED) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสูญเสียเปล่าและปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการเปลี่ยนรุ่นเครื่องถ่วงสมดุล ดำเนินการวิจัยโดยการ

วิเคราะห์หาสาเหตุของความสูญเปล่า และใช้หลักการ ECRS และการศึกษาการวิธีการทำงาน เพื่อออกแบบการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการเปลี่ยนรุ่น ผลสรุปของการวิจัย ได้ดังนี้ สามารถลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นเครื่องถ่วงสมดุล ได้ร้อยละ 20.74 สามารถลดขั้นตอนในการเปลี่ยนรุ่นได้ร้อยละ 27.9 หรือลดลง 36 ขั้นตอน จากเดิม 129 ขั้นตอนเหลือ 93 ขั้นตอน สามารถลดระยะทางในการเดินได้ร้อยละ 72.31 ลดระยะทางในการเดินลง 47 เมตร จากเดิม 65 เมตรเหลือ 18 เมตร และสามารถเพิ่มอัตราประสิทธิภาพในการผลิตผลได้ 0.11 เพลตต่อคนต่อชั่วโมง โดยเพิ่มขึ้นจาก 0.51 เพลตต่อคนต่อชั่วโมงเป็น 0.62 เพลตต่อคนต่อชั่วโมง จากผลการดำเนินการวิจัยเรื่องนี้สามารถลดขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นที่ไม่มีความจำเป็นและไม่เกิดประสิทธิภาพออกไปได้ โดยหลังจากการปรับปรุงกระบวนการแล้ว สามารถลดเวลาที่ใช้ในกระบวนการเปลี่ยนรุ่นลงได้ และช่วยเพิ่มอัตราผลิตภาพ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในกระบวนการโดยรวมดีขึ้น

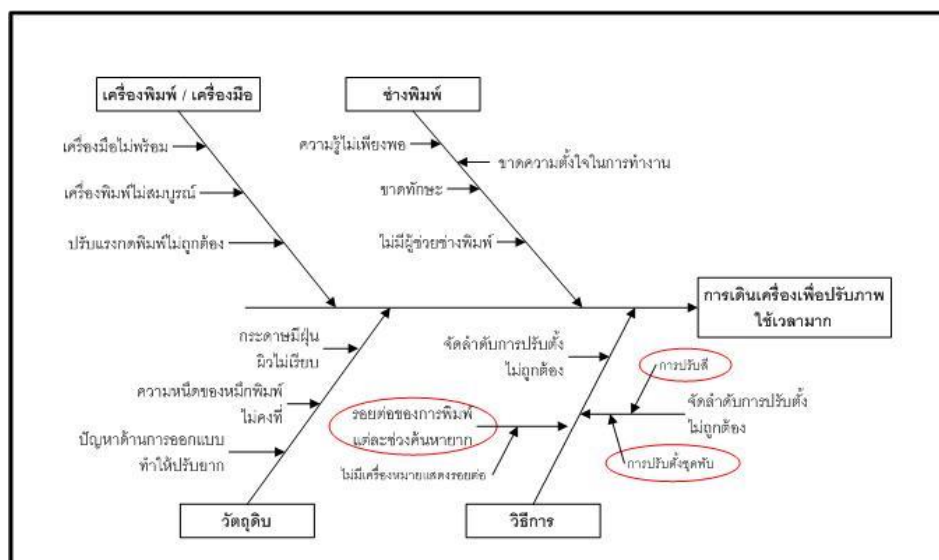
สุกัญญา เชิดชูงาม และ คมพันธ์ ชมสมุทร (2560) การลดของเสียในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันชั้น 3 ของโรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยาง งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการผลิต การศึกษางานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำการปรับปรุงเครื่องจักรให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันชั้น 3 ซึ่งจากการสำรวจพบว่า กระบวนการผลิตของโรงงานมีของเสียเกิดขึ้น ได้แก่ ยางฟอง ยางคัตตึง และเศษยาง ซึ่งเกิดขึ้นจากวิธีการผลิตที่ไม่เหมาะสม ไม่มีมาตรฐานการผลิต ขาดการตรวจสอบในขั้นตอนการผลิต และการบำรุงรักษาเครื่องจักร รวมไปถึงการปรับปรุงเครื่องจักรให้เหมาะสม จากการดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาด้วย แผนภาพสาเหตุและผลของปัญหา ในกระบวนการผลิตพบประเด็นปัญหาที่สำคัญ คือ ยางคัตตึงที่เกิดจากแผ่นยางขาด และแผ่นยางบางส่วนไม่โดนลูกกลิ้งสาย ทำให้เกิดของเสียปริมาณมาก รวมทั้งเสียเวลาในการคัดแยกยาง โดยก่อนการปรับปรุงทางโรงงานมีน้ำหนักยางคัตตึงโดยเฉลี่ย 7,438 กิโลกรัมต่อปี ภายหลังจากการซ่อมแผ่นเสียบและตะกงให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ปกติ เพื่อให้มีระยะห่างของแผ่นเสียบที่เท่ากันและทำการเปลี่ยนลูกป็นและ พอกแกนเพลลาของลูกรีดยาง พร้อมทั้งจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน เพื่อให้สามารถพร้อมใช้งานอยู่ เสมอรวมทั้งจัดทำมาตรฐานการผลิตและทำการตรวจสอบค่า DRG ของน้ำยางในบ่อรวม เพื่อกำหนดปริมาณ กรดน้ำ และน้ำยาง ที่จะใช้ในการผลิตยางแผ่น ทำให้น้ำหนักยางคัตตึงลดลงเหลือ 5,467.51 กิโลกรัมต่อปี หรือลดลง 1,970.49 กิโลกรัมต่อปี คิดเป็นร้อยละ 26.46 จากเดิม ทำให้มีมูลค่ายางคัตตึงที่เพิ่มขึ้นหลังปรับปรุง 84,746.41 บาทต่อปี การดำเนินงานเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตให้ มีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำการปรับปรุงเครื่องจักร ให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพของสหกรณ์กองทุนสวนยาง กรณีศึกษามีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าวัสดุ/ค่าซ่อมจักรรีดยาง 55,000 บาท สำหรับปรับปรุงปัญหายางคัตตึง และต้นทุนดำเนินการ 3,000 บาท สำหรับปรับปรุงมาตรฐานน้ำหนักยางแห้ง 1,000 กรัมต่อแผ่น พบว่าภายหลังจากการดำเนินการ ปรับปรุง สถานประกอบการสามารถลดน้ำหนัก ยางคัตตึงโดยเฉลี่ยจากเดิม 7,438 กิโลกรัม/ปี เป็น 5,467.51 กิโลกรัมต่อปี ลดลง 1,970.49 กิโลกรัมต่อปี

ชาณิดา พิทยานนท์.(2560) การลดเวลาการเปลี่ยนลูกกลิ้งและปรับตั้งเครื่องรีดพลาสติกแผ่นด้วยเทคนิค SMED งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการเปลี่ยนลูกกลิ้งและปรับตั้งเครื่องรีดแผ่นพลาสติกจากการวิเคราะห์ปัญหาพบว่าในโรงงานนี้มีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ขนาดและลวดลายทำให้ต้องมีการตั้งค่าและเปลี่ยนลูกกลิ้งให้มีขนาดตาม กำหนดการผลิตของโรงงาน โดยในหนึ่งวันทำงานซึ่งแบ่งการทำงานเป็น 2 กะ มีการปรับเปลี่ยนการตั้งค่าของเครื่องรีดแผ่นพลาสติกเป็นจำนวน 12 ครั้งต่อวัน ฝ่ายวิจัยได้พบว่าการตั้งค่าเครื่องรีดพลาสติกแผ่นในแต่ละวัน ของกระบวนการนี้ที่มีค่ามากถึงร้อยละ 46 ของเวลาทำงานทั้งหมด ผู้วิจัยจึงทำ การวิเคราะห์สาเหตุของความสูญเสียเปล่าตั้งต้นด้วยแผนภูมิแก๊งปลา เมื่อได้ทราบถึงสาเหตุว่ามาจากกระบวนการทำงานของพนักงาน จึงทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานด้วยแผนภูมิการไหลและทำการจับเวลา การทำงานของพนักงานทั้งสองกะ เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วจึงนำเทคนิค SMED มาเพื่อวิเคราะห์งานและจัดการความสูญเสียเบื้องต้นของงาน โดยการปรับปรุงในครั้งนี้นี้สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องรีดพลาสติกแผ่น จาก 46 นาทีต่อครั้ง เหลือเพียง 38 นาทีต่อครั้งหรือลดลงเท่ากับ ร้อยละ 17.39 ของเวลาทำงานทั้งหมด หรือลดต้นทุนค่าแรงทางตรงของพนักงานได้ เท่ากับ 29,200 บาทต่อปี

วิธีการวิจัย

การศึกษาข้อมูลสภาพปัจจุบันและการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากการรวบรวมข้อมูลของเครื่องต้นแบบพบว่า 3 เดือนก่อนปรับปรุง (ตุลาคม 2561-ธันวาคม 2561)ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ออฟเซต 36 ขั้นตอนใช้เวลาเฉลี่ย 311 นาที จำนวนครั้งที่เปลี่ยนงานพิมพ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69 ครั้งต่อเดือน และมีจำนวนของเสียเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 9.05



ภาพที่ 1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

ตารางที่ 1 แผนภูมิการไหลกระบวนการผลิตก่อนปรับปรุง

แผนภูมิกระบวนการผลิตต่อเนื่อง		<input checked="" type="checkbox"/>	คน	<input type="checkbox"/>	วัสดุ	<input type="checkbox"/>	เครื่องจักร		
ชื่อหน่วยงาน : BF		สรุปผล							
กรรมวิธี : การส่งเครื่องพิมพ์		สัญลักษณ์		ปัจจุบัน	เสนอ	ลดลง			
		การปฏิบัติงาน	<input type="radio"/>	24					
		การเคลื่อนย้าย	<input type="radio"/>	9					
		การรอคอย	<input type="radio"/>	1					
<input checked="" type="checkbox"/> วิธีปัจจุบัน <input type="checkbox"/> วิธีที่เสนอ		การตรวจสอบ	<input type="checkbox"/>	2					
ตำแหน่งที่ตั้ง :		การเก็บพัก	<input type="radio"/>	0					
ผู้บันทึก		เวลา (นาที)		311					
ผู้อนุมัติ		ระยะทาง (เมตร)		155					
ลำดับ	รายการ	จำนวน (Unit)	ระยะทาง (เมตร)	เวลาเฉลี่ย (นาที)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>
1	ตั้งหมึกพิมพ์ออกจากราง	2	0	7	●				
2	ล้างรางหมึกพิมพ์	2	0	8	●				
3	ล้างลูกน้ำ	2	20	10	●				
4	ล้างทำความสะอาดชุด Cassette	2	0	21	●				
5	รับของตัวอย่างงานและคำสั่งผลิต	1	30	4	●				
6	ตรวจสอบรายละเอียดงาน	1	0	3	●				●
7	ตัด Plate	2	0	5	●				
8	หับ Plate	2	20	7	●				
9	ถอดชุด Cassette (กรณีเปลี่ยน Size)	2	0	13	●				
10	ลากชุด Cassette เก่าที่ล้างเรียบร้อยแล้วไปเก็บ	2	15	9	●				
11	เบิกชุด Cassette ของใหม่มาทำการเปลี่ยน	2	15	15	●				
12	ทำการเข้าชุด Cassette	2	0	13	●				
13	เปลี่ยน Blanket + seal กาวทิ้งไว้ 15-20 นาที	2	0	17	●				●
14	ใส่ลูกน้ำ	2	0	7	●				
15	เบิกหมึกพิมพ์	1	10	3	●				
16	ใส่หมึกพิมพ์	2	0	3	●				
17	ใส่กระดาษ	1	0	4	●				
18	ร้อยกระดาษ	2	0	8	●				
19	ใส่ Plate	2	0	8	●				
20	ปรับตั้งการปล่อยสี (ตั้ง Ink Key)	2	0	6	●				
21	ตั้ง NIP Pressure	2	0	7	●				
22	ถอดชุด Cylinder ออก	1	0	6	●				
23	ลากชุด Cylinder เก่าไปเก็บ	1	15	5	●				
24	เบิกชุด Cylinder ของใหม่มาทำการเปลี่ยน	1	15	5	●				
25	ทำการเข้าชุด Cylinder	1	0	7	●				
26	Setting ไบมีด (น็อค 10 ตัว/ 1 ไบมีด)	2	0	27	●				
27	เปลี่ยน Marginal Punching	1	0	12	●				
28	ปรับตั้ง Marginal Punching	1	0	9	●				
29	เว้นตำแหน่งเบรค ตามคำสั่งในฟอร์มงาน	1	0	6	●				
30	วิ่งเครื่องฆ่า เพื่อปรับภาพ & ไบมีด & Marginal	1	0	32	●				
31	ปรับชุดฟัน (ปรับความกว้างชุด Swing)	1	0	5	●				
32	ใช้น้ำยาทำความสะอาด Plate อีกครั้งหนึ่ง	2	0	4	●				
33	เบิกวัตถุดิบที่ใช้ในการพิมพ์ (กระดาษ)	1	15	5	●				
34	นำวัตถุดิบที่ใช้ตั้งเครื่องออกและนำวัตถุดิบจริงเข้า	1	0	3	●				
35	ตรวจสอบและบันทึกกล่องเอกสารให้หัวหน้าอนุมัติ	1	0	4	●				●
36	เริ่มทำการพิมพ์งาน	1	0	3	●				
รวม			155	311	24	9	1	2	

สรุปผลการวิจัย

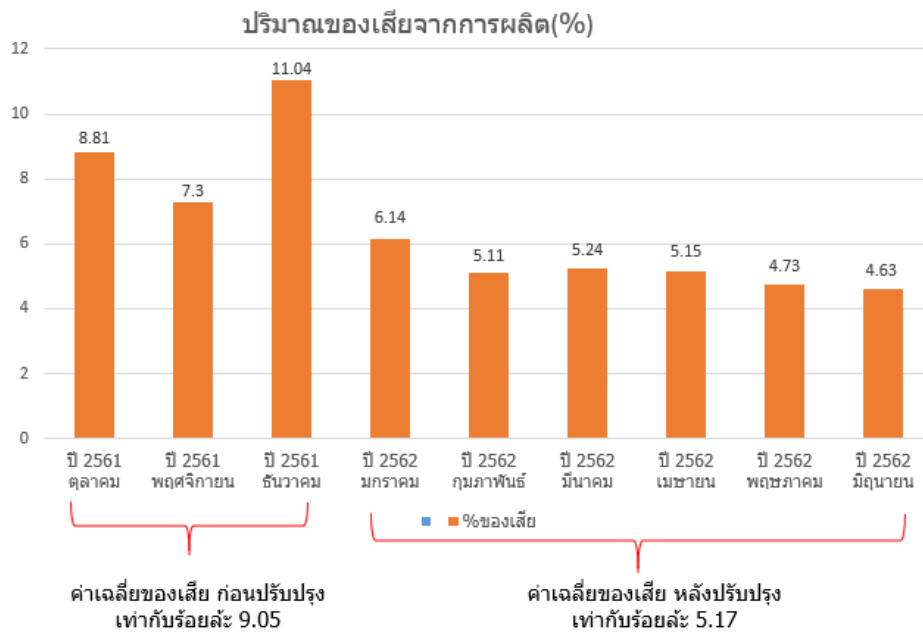
สรุปผลวิจัยด้านขั้นตอนและเวลาในการทำงาน พบว่า สามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน จาก 36 ขั้นตอน เหลือ 23 ขั้นตอน ลดลงได้ 13 ขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 36 และสามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจาก 311 นาที เหลือ 214 นาที ลดลงได้ 97 นาที คิดเป็นร้อยละ 31

- สรุปต้นทุนด้านแรงงาน จากการวิเคราะห์ต้นทุนด้านแรงงานในกระบวนการผลิต โดยการนำเวลาเฉลี่ยที่ได้จากการจับเวลาจำนวน 12 รอบ ก่อนและหลังปรับปรุง ขั้นตอนการผลิตก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุงมาคำนวณต้นทุนด้านแรงงาน ผลจากการวิเคราะห์ต้นทุนด้านแรงงานที่เกิดจากการปรับตั้งเครื่อง เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง พบว่า ต้นทุนค่าแรงต่อเดือนก่อนปรับปรุง 34,210 บาท และต้นทุนค่าแรงต่อเดือนหลังปรับปรุง 16,060 บาท ลดลงเท่ากับ 18,150 บาทต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 53.05

ตารางที่ 3 ต้นทุนด้านแรงงานจากการปรับตั้งเครื่อง เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องต่อครั้ง (นาที)	311	146
จำนวนงานเฉลี่ยต่อเดือน (อ้างอิงจากค่าเฉลี่ยของจำนวนงานที่ทำได้หลังการปรับปรุง)	88	88
รวมเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องต่อเดือน (นาที)	27,368	12,848
ค่าแรงช่างพิมพ์ต่อหน้าที่ (คิดจากพื้นฐาน 18,000 บาทต่อเดือน)	1.25	1.25
ต้นทุนค่าแรงในการปรับตั้งเครื่องต่อเดือน (บาท)	34,210.00	16,060.00
คิดเป็นค่าแรงที่ลดลงต่อเดือน (บาท)		18,150.00
หรือเท่ากับลดลงร้อยละ		53.05

- สรุปผลด้านต้นทุนของเสียจากการผลิต ในส่วนของต้นทุนของเสียจากการผลิต เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับของเสียระหว่างเดือน ตุลาคม-ธันวาคม 2561 ซึ่งเป็นช่วงก่อนปรับปรุง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 9.05 เปรียบเทียบกับของเสียระหว่างเดือน มกราคม-มิถุนายน 2562 หลังปรับปรุง พบว่าค่าเฉลี่ยของเสีย ร้อยละ 5.17 เท่ากับค่าเฉลี่ยของเสียลดลงได้ ร้อยละ 3.9



ภาพที่ 2 อัตราของเสียจากการผลิต ก่อนและหลังปรับปรุง

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ต้นทุนของเสียจากการผลิต เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
อัตราเฉลี่ยของเสียจากการผลิต ร้อยละ	9.05	5.17
จำนวนยอดผลิตเฉลี่ยต่อเดือน (แผ่น)	4,302,305	4,302,305
จำนวนของเสียเฉลี่ยต่อเดือน (แผ่น)	389,359	222,429
คิดเป็นน้ำหนักกระดาษ (กิโลกรัม) (อ้างอิงกระดาษความหนา 80 แกรม มีน้ำหนัก 200 แผ่นต่อกิโลกรัม)	1,946.79	1,112.15
ต้นทุนค่ากระดาษต่อกิโลกรัม (บาท)	30.00	30.00
ค่ากระดาษของเสียจากการผลิตต่อเดือน (บาท)	58,403.80	33,364.38
ค่ากระดาษของเสียที่ลดลงต่อเดือน (บาท)		25,039.42
หรือเท่ากับลดลงร้อยละ		42.87

จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนด้านของเสียจากการผลิต เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง พบว่า หลังการปรับปรุงต้นทุนกระดาษที่เป็นของเสียจากการผลิต ก่อนปรับปรุงเท่ากับ 58,403.80 บาท และ หลังปรับปรุงเท่ากับ 33,364.38 บาท สรุปว่าต้นทุนกระดาษที่เป็นของเสียลดลงได้ 25,039.42 บาทต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 42.87

อภิปรายผล

การศึกษาปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ กรณีศึกษาธุรกิจสิ่งพิมพ์ประเภทแบบฟอร์มธุรกิจ โดยขอบเขตในการศึกษาประสิทธิภาพด้านขั้นตอนการผลิต ด้านต้นทุนการผลิตส่วนค่าแรงงาน และด้านของเสีย สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

- ลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร จากผลการวิจัยสรุปว่าสรุปผลได้ว่า สามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน ลดลงได้ 13 ขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 36 และสามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่อง ลดลงได้ 97 นาที คิดเป็นร้อยละ 31 สอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สุภาพร ทองกลาง ศุภศักดิ์ ศรีสุข และ วิรุฬห์ นาพิมแสง. (2560) การศึกษาวิจัยเรื่อง การลดเวลาปรับตั้งเครื่องถ่วงสมดุลด้วยเทคนิคการเปลี่ยนรุ่นรวดเร็ว (SMED) ผลของการวิจัยสามารถลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นเครื่องถ่วงสมดุล ได้ 20.745 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดขั้นตอนในการเปลี่ยนรุ่นได้ร้อยละ 27.9 หรือลดลง 36 ขั้นตอน จากเดิม 129 ขั้นตอนเหลือ 93 ขั้นตอน สามารถลดระยะทางในการเดินได้ร้อยละ 72.31 สามารถเพิ่มอัตราประสิทธิภาพในการผลิตผลได้ 0.11 เพลตต่อคนต่อชั่วโมง โดยเพิ่มขึ้นจาก 0.51 เพลตต่อคนต่อชั่วโมงเป็น 0.62 เพลตต่อคนต่อชั่วโมง จากผลการดำเนินการวิจัยเรื่องนี้สามารถลดขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นที่ไม่มีความจำเป็นและไม่เกิดประสิทธิภาพออกไปได้ โดยหลังจากการปรับปรุงกระบวนการแล้ว สามารถลดเวลาที่ใช้ในกระบวนการเปลี่ยนรุ่นลงได้ และช่วยเพิ่มอัตราผลิตภาพ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในกระบวนการโดยรวมดีขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของชาณิดา พิชยานนท์.(2560) การลดเวลาการเปลี่ยนลูกกลิ้งและปรับตั้งเครื่องรีดพลาสติกแผ่นด้วยเทคนิค SMED การปรับปรุงในครั้งนี้สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องรีดพลาสติกแผ่นจาก 46 นาทีต่อครั้ง เหลือเพียง 38 นาทีต่อครั้งหรือลดลงเท่ากับร้อยละ 17.39 ของเวลาทำงานทั้งหมดหรือลดต้นทุนค่าแรงทางตรงของพนักงานได้ เท่ากับ 29,200 บาทต่อปี

- ลดต้นทุนด้านแรงงานในการปรับตั้งเครื่องจักร ผลจากการวิเคราะห์ต้นทุนด้านแรงงานที่เกิดจากการปรับตั้งเครื่อง เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง ลดลงเป็นจำนวนเงิน 18,150.00 บาทต่อเดือน คิดเป็นต้นทุนด้านแรงงานที่ลดลงร้อยละ 53.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ เลอศักดิ์ ด้านตระกูล (2560) การลดต้นทุนคุณภาพ กรณีศึกษาโรงงานผู้ผลิตขวดแก้ว งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาต้นทุนคุณภาพภายในโรงงานกรณีศึกษา เพื่อออกแบบระบบ การจัดเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพอันจะนำไปสู่การลดต้นทุนคุณภาพทั้ง กระบวนการให้กับโรงงานกรณีศึกษา งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาในโรงงานผู้ผลิตขวดแก้ว โดยจะ ดำเนินการศึกษาต้นทุนคุณภาพทางตรง ต้นทุนการตรวจสอบ ต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนความบกพร่องภายในและต้นทุนความบกพร่องภายนอก สำหรับการผลิตภัณฑ์ขวดโซดาสิงห์ ขนาด 325 ml (Soda NR 325 ml) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ตัวหลักที่โรงงานกรณีศึกษาทำการผลิต โดยการวิจัยได้เริ่ม จากศึกษาและออกแบบระบบจัดเก็บข้อมูลต้นทุนคุณภาพ แบ่งหมวดหมู่ต้นทุนคุณภาพแต่ละ ประเภท วิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพเพื่อการจัดการมุ่งเน้นการลดต้นทุนคุณภาพโดยรวม นำแนวทางการจัดการคุณภาพที่มุ่งการลดต้นทุนคุณภาพมาดำเนินการ โดยผลการวิจัยที่ได้ แสดงให้เห็น ว่าข้อมูลต้นทุน

คุณภาพจะสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดที่ดี ที่จะใช้ระบุปัญหาวิกฤตที่ใช้ในการปรับปรุง ต้นทุนคุณภาพ โดย ปัจจัยต้นทุนคุณภาพที่ส่งผลต่อต้นทุนคุณภาพโดยรวมมากที่สุดสำหรับงานวิจัย นี้ก็คือต้นทุนความบกพร่องทางคุณภาพภายในกระบวนการ ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสามารถนำมาทำการ ปรับปรุงทำให้สามารถลด ต้นทุนคุณภาพโดยรวมได้ โดยการเพิ่มการป้องกันและทำเพิ่มการตรวจสอบ ที่เหมาะสมในแต่ละช่วงระยะเวลาในการทำการศึกษา 12 สัปดาห์ ซึ่งผลการศึกษาจะแสดงให้เห็นว่า ต้นทุนคุณภาพโดยรวมสามารถลดลงได้อย่างชัดเจนและทำให้สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง กันของต้นทุนคุณภาพแต่ละประเภทได้ โรงงานกรณีศึกษามีเพิ่มการกิจกรรมในระยะเวลา 12 สัปดาห์หรือ 3 เดือน แบ่งเป็นต้นทุนการป้องกันเท่ากับ 5.455 บาทต่อขวดและมีการเพิ่มต้นทุนการตรวจสอบรวมเท่ากับ 1.814 บาทต่อขวด ซึ่งจากการเพิ่มต้นทุนการป้องกันและต้นทุนการตรวจสอบส่งผลให้โรงงาน กรณีศึกษามีต้นทุนความบกพร่องภายในลดลงจาก 1.30 บาทต่อขวดเป็น 0.345 บาทต่อขวด คิด เป็นร้อยละ 73.46 เทียบกับช่วงก่อนปรับปรุงและต้นทุนความบกพร่องภายนอกลดลงจาก 0.33 บาท ต่อขวดเป็น 0.064 บาทต่อขวด คิด เป็นร้อยละ 80.50 เทียบกับช่วงก่อนปรับปรุง

-ลดต้นทุนของเสียในการผลิต ผลการวิจัยสรุปว่า พบว่า ต้นทุนกระดาษที่เป็นของเสียจากการผลิตลดลงเป็นจำนวนเงิน 25,039.42 บาทต่อเดือน หรือคิดเป็นต้นทุนที่ลดลงร้อยละ 42.87 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภัญญา เชิดชูงาม และ คมพันธ์ ชมสมุทร(2560) การลดของเสียในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันชั้น 3 ของโรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยาง โดย ก่อนการปรับปรุงทางโรงงานมีน้ำหนักยางคัตตั้งโดยเฉลี่ย 7,438 กิโลกรัมต่อปี ภายหลังจากการซ่อมแผ่นเสียบและ ตะก่งให้อยู่ในสภาพใช้งาน ได้ปกติ เพื่อให้มีระยะห่างของแผ่นเสียบที่เท่ากันและทำการเปลี่ยนลูกป็นและ พอกแกนเพลลาของลูกรีดยาง พร้อมทั้งจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน เพื่อให้สามารถพร้อมใช้งานอยู่ เสมอ การดำเนินงานเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตให้ มีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำการปรับปรุงเครื่องจักร ให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ของสหกรณ์ กองทุนสวนยาง กรณีศึกษา มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าวัสดุ/ค่าซ่อมจักรรีดยาง 55,000 บาท สำหรับปรับปรุงปัญหายางคัตตั้ง และต้นทุนดำเนินการ 3,000 บาท สำหรับปรับปรุงมาตรฐานน้ำหนักยางแห้ง 1,000 กรัมต่อแผ่น พบว่าภายหลังจากการดำเนินการ ปรับปรุง สถานประกอบการสามารถลดน้ำหนัก ยางคัตตั้งโดยเฉลี่ยจากเดิม 7,438 กิโลกรัมต่อปี เป็น 5,467.51 กิโลกรัมต่อปี ลดลง 1,970.49 กิโลกรัมต่อปี หรือ ลดลงร้อยละ 26.46 จากเดิม คิดเป็นมูลค่ายางคัตตั้งที่ เพิ่มขึ้นหลังปรับปรุง 84,746.41 บาทต่อปี

ข้อเสนอแนะ

1. หลักการศึกษางานและการลดความสูญเปล่า ECRS สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับงานทุกประเภท

2. ศึกษาหลักการอื่น ๆ ในการพัฒนางานหรือปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงาน
3. ศึกษานำแนวทางหรือผลที่ได้จากการปรับปรุง ไปปรับปรุงมาตรฐานหรือคู่มือการปฏิบัติงานให้มีความเหมาะสม เพื่อใช้ในการสอนงานหรือฝึกอบรมแก่พนักงานที่เกี่ยวข้องได้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน. (2563). การเพิ่มประสิทธิภาพสายการประกอบรถของเล่นเด็ก. ค้นเมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2562, จาก <https://research.ku.ac.th/forest/OutputByPerson.aspx?ID=510005>
- ชาณิดา พิทยานนท์. (2560). การลดเวลาการเปลี่ยนลูกกลิ้งและปรับตั้งเครื่องรีดพลาสติกแผ่นด้วยเทคนิค SMED. ค้นเมื่อวันที่ 27 มกราคม 2563, อ้างถึงจาก <https://e-research.siam.edu>.
- ธณัฐชัย ศรีธัญรัตน์. (2552). การศึกษาการทำงาน (Work Study). ค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2563, จาก http://www.research-system.siam.edu/images/independent/The_Reduction_of_Excess_Motorcycle_Tires_Packing_Mater.
- ธารชуда พันธนิกุล ดวงพร สังฆะมณี และ ปรีดาภรณ์ งามสง่า. (2557). การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม กรณีศึกษา: โรงงานประกอบรถจักรยาน. ค้นเมื่อวันที่ 4 มกราคม 2563, จาก <http://app.eng.ubu.ac.th>.
- นภาพร อ่ำรอด. (2546). การพิมพ์ออฟเซต. ค้นเมื่อวันที่ 2 มกราคม 2563, จาก <http://student.nu.ac.th/namo/paat1.html>.
- ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. (2552). หลักการ ECRS. ค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2563, จาก research-system.siam.edu/images/coop/general_management/3-2-5-5-8-aj-somporn/pannatta/07_ch2.pdf.
- มานอช ริทินโย. (2551). การศึกษาวิธีการทำงาน. ค้นเมื่อวันที่ 11 มกราคม 2563, จาก <http://academic.udru.ac.th>
- รินฤดี โยธาคู. (2560). การลดความสูญเสีย 7 ลักษณะ ในโรงงานอุตสาหกรรม (7 waste in the factory). ค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2563, จาก http://sc2.kku.ac.th/stat/statweb/images/Eventpic/60/Seminar/01_15_7waste.pdf.
- เลอศักดิ์ ด้านตระกูล. (2560). การลดต้นทุนคุณภาพ กรณีศึกษาโรงงานผู้ผลิตขวดแก้ว. การค้นคว้าอิสระ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการพัฒนางานอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ศุภฤกษ์ กลิ่นหมั่น. (2559). การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตการกัดเลนส์ขึ้นรูปค่าสายตา. ค้นเมื่อวันที่ 11 มกราคม 2563, จาก http://digital_collect.lib.buu.ac.th.

สุกัญญา เชิดชูงาม และ คมพันธ์ ชมสมุทร. (2560). การลดของเสียในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน
ชั้น 3 ของโรงงานสหกรณ์กองทุนสวนยาง. ค้นเมื่อวันที่ 4 มกราคม 2563, จาก
<https://kaewpanya.rmutl.ac.th>.

สุภาพร ทองกลาง ศุภศักดิ์ ศรีสุข และ วิรุฬห์ นาพิมแสง. (2560). การศึกษาวิจัยเรื่อง การลดเวลา
ปรับตั้งเครื่องถ่วงสมดุลด้วยเทคนิคการเปลี่ยนรุ่นรวดเร็ว (SMED). ปริญญานิพนธ์ วิทยา
ศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ.

อรรถพล เสนาะเสียง. (2559). การลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรในสายการผลิตท่อส่งข้าว. ค้นเมื่อ
วันที่ 8 กันยายน 2562, จาก http://digital_collect.lib.buu.ac.th

การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตท่อกลมคอนกรีตอัดแรง
Improving the Efficiency of the Prestressed Concrete Round Pipe
Production Process

ณัฐชญา พิมพาภรณ์¹ ศุภโชค เสมศิริ² มณฑลทัฬหฬห มีสบาย³
รัตนพร คิมสูง⁴ สุทิน วรรณวงศา⁵

¹⁻²อาจารย์ประจำสาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ, E-mail: acdt7@outlook.co.th

³⁻⁵นักศึกษาด้านสาขาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาความสูญเสียเปล่าในกระบวนการและเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตท่อกลมคอนกรีตอัดแรง โดยการประยุกต์ใช้หลักการ ECRS ดำเนินการวิจัยโดยการศึกษากระบวนการผลิต เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา การเก็บข้อมูล วิเคราะห์ปัญหา การนำเทคนิคมาแก้ไขปัญหาคือ เครื่องมือคิวซี การวิเคราะห์ความสูญเสีย 7 ประการ แผนภูมิกระบวนการปฏิบัติงาน วิเคราะห์สาเหตุ และหาแนวทางแก้ไขปัญหาคือ แล้วเปรียบเทียบประสิทธิภาพกระบวนการผลิตท่อกลมคอนกรีตอัดแรงก่อนและหลังปรับปรุง

ผลการวิจัย พบว่า ด้านการใช้เวลาในการผลิตท่อกลมคอนกรีตอัดแรงต่อชิ้นก่อนปรับปรุง 2.74 นาที หลังปรับปรุง 2.07 นาที ลดลงได้ 0.67 นาที ด้านระยะทางในการเดินที่ใช้ในการผลิตท่อกลมคอนกรีตอัดแรง ก่อนปรับปรุงพนักงานต้องเดินรวมทั้งสิ้น 202.45 เมตร หลังทำการปรับปรุงลดลงเหลือระยะทางเดิน 103.16 เมตร ลดลงได้ 99.29 เมตร ด้านจำนวนการผลิตต่อวันก่อนการปรับปรุงผลิตชิ้นงานได้ 350 ชิ้น หลังการปรับปรุงผลิตได้ 483 ชิ้น เพิ่มขึ้น 133 ชิ้นต่อวัน ด้านการขายท่อคอนกรีตเสริมเหล็กขายในอัตรา 1,500 บาทต่อชิ้น ก่อนการปรับปรุงได้ 350 ชิ้นต่อวัน คิดเป็น 525,000 บาทต่อวัน หลังการปรับปรุงผลิตชิ้นงานได้ 483 ชิ้นต่อวันคิดเป็น 724,500 บาทต่อวัน ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น 199,500 บาทต่อวัน

คำสำคัญ: การปรับปรุงประสิทธิภาพ กระบวนการผลิต ท่อกลมคอนกรีตอัดแรง

Abstract

The purpose of this research was to analyze the waste in the process and to improve the efficiency of the prestressed concrete round pipe production process. By applying the ECRS principle, the research was conducted by studying the production process of the tools used to collect the initial data of the factory case study. data storage analysis the problem Applying techniques to solve problems, such as QC tools 7 Loss Analysis Operation Process Chart analyze the cause and find a solution to the problem Then compare the efficiency of the prestressed concrete round pipe production process before and after improvement.

The results showed that the time used for the production of prestressed concrete circular pipe per piece before improvement was 2.74 minutes, after 2.07 minutes of improvement, it was reduced by 0.67 minutes. Before the improvement, employees had to walk a total of 202.45 meters. After the improvement, the walking distance was reduced to 103.16 meters, a reduction of 99.29 meters. The number of products per day before the improvement was 350 pieces. After the improvement, the production was 483 pieces, an increase of 133. Pieces per day The sale of reinforced concrete pipes are sold at a rate of 1,500 baht per piece before improvement, 350 pieces per day, equivalent to 525,000 baht per day, after improvement, production of 483 pieces per day, equivalent to 724,500 baht per day, resulting in income increased by 199,500 baht per day.

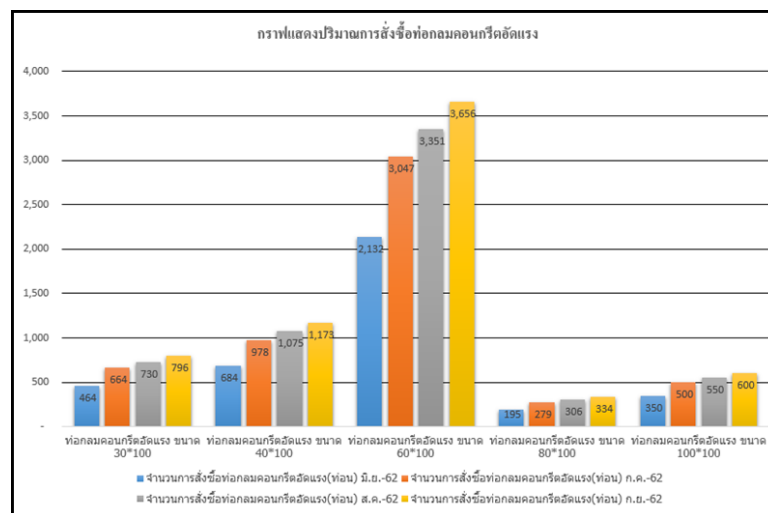
Keywords: improving the efficiency, production process, prestressed concrete round pipe

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ท่อคอนกรีตอัดแรงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในธุรกิจงานก่อสร้างทั้งภาคเอกชน ภาครัฐ เช่น ธุรกิจ อสังหาริมทรัพย์ หน่วยงานราชการกรมทางหลวง เป็นต้น โดยปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตท่อกลม คอนกรีตอัดแรง มีการแข่งขันในตลาดที่สูงขึ้น จึงทำให้เกิดการตัดราคาในการขาย การกตราคา ทำให้การแข่งขันไปเน้นที่ราคาของผลิตภัณฑ์มากกว่าคุณภาพ จึงไม่ทำให้เกิดการส่งเสริมให้มีการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในระยะยาว ในเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ การลดต้นทุน และการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ดังนั้นธุรกิจที่ผลิตท่อกลมคอนกรีตอัดแรง จึงต้องนำเทคโนโลยี นวัตกรรมใหม่ ๆ เข้ามาช่วยใน

กระบวนการผลิตสินค้า เพื่อที่จะสามารถผลิตสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้าและเพิ่มโอกาสในการแข่งขันได้ต่อไป

เนื่องด้วยบริษัทกรณีศึกษาเปิดดำเนินงานธุรกิจผลิตท่อกลมคอนกรีตอัดแรง เป็นระยะเวลาหนึ่งในด้านรูปแบบการปฏิบัติงานที่ยังยึดรูปแบบในการปฏิบัติงานแบบเดิม ๆ ไม่มีการปรับปรุงหรือพัฒนาเปลี่ยนแปลงมากนัก เน้นความสะดวกสบาย และอาศัยประสบการณ์เดิมของพนักงาน ดังนั้นปัญหาของทางบริษัทกรณีศึกษาต้องการหาสาเหตุความสูญเสียเปล่าและปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต จากปัญหาที่พบในปัจจุบัน เช่น ยังไม่มีมาตรฐานการปฏิบัติงานที่ชัดเจน กระบวนการผลิตเกิดการรอคอย ทำให้สูญเสียเวลาในการทำงาน วัตถุดิบที่มาส่งไม่ตรงข้อกำหนดของโรงงาน เครื่องจักร อุปกรณ์ขาดการตรวจสอบ ดูแลอย่างถูกต้อง และมีการใช้พื้นที่ในการดำเนินงาน การจัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์ ที่สูญเสียเปล่า ทำให้ไม่สามารถเพิ่มปริมาณการผลิตท่อกลมคอนกรีตอัดแรงได้ เพราะมีพื้นที่ไม่มีเพียงพอ เป็นต้น ทางคณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษา เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพต่ำ ซึ่งจะนำไปสู่การศึกษาขั้นตอนการทำงานในกระบวนการผลิต เพื่อปรับปรุงและพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตให้สามารถรองรับกับความต้องการของลูกค้าเพิ่มขึ้นได้



ภาพที่ 1 จำนวนยอดสั่งซื้อสินค้า

จากการศึกษาข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษาผู้ผลิตท่อกลมคอนกรีตอัดแรง พบว่า ปริมาณความต้องการสินค้ามีแนวโน้มสูงขึ้น ทางบริษัทกรณีศึกษาจึงมีความต้องการหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตท่อกลมคอนกรีตอัดแรง โดยคณะผู้วิจัยสนใจจะใช้ทฤษฎีความสูญเสีย 7 ประการ (7 WASTES) หลักการลดความสูญเสียเปล่า ECRS ร่วมกับหลักการศึกษการทำงาน เพื่อหาสาเหตุของปัญหาในการทำงาน เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต ลดความสูญเสียเปล่าในด้าน

เวลา ด้านขั้นตอนการทำงาน ด้านพื้นที่ ด้านแรงงาน เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพและเพิ่มปริมาณการผลิตให้ได้ทันตามความต้องการของลูกค้าต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. เพื่อศึกษาความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิต

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสูญเสีย 7 ประการ (7 WASTES)

รีนฤดี โยธาคู (2560) ได้กล่าวว่า ในกระบวนการผลิตมักจะพบความสูญเสียต่าง ๆ แฝงอยู่ ซึ่งเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เช่น ใช้เวลานานในการผลิต สินค้าคุณภาพต่ำ ต้นทุนสูง ดังนั้นจึงมีแนวคิดเพื่อพยายามจะลดความสูญเสียเหล่านี้เกิดขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดความสูญเสีย 7 ประการ ได้แก่

1. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)

การผลิตสินค้าปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการใช้งานในขณะนั้น หรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน มาจากแนวความคิดเดิมที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้ง โดยไม่ได้คำนึงถึงจะทำให้มีงานระหว่างทำ (Work in process, WIP) ในกระบวนการเป็นจำนวนมากและทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น เสียเวลา และแรงงานในการผลิตที่ยังไม่จำเป็น เสียพื้นที่ในการจัดเก็บชิ้นงาน เกิดการขนย้ายหลายครั้ง ต้นทุนจม และปิดบังปัญหาการผลิต เป็นต้น แนวทางปรับปรุง เช่น บำรุงรักษาเครื่องจักรให้พร้อมใช้งาน ลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร ปรับปรุงขั้นตอนที่เป็นคอขวด ควบคุมการผลิตในปริมาณและเวลาที่ต้องการ ฝึกพนักงานให้มีทักษะหลากหลาย

2. ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

การซื้อวัสดุครั้งละมาก ๆ เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิตตลอดเวลา หรือเพื่อให้ได้ส่วนลดจากการสั่งซื้อ จะส่งผลให้วัสดุที่อยู่ในคลังมีปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการใช้งานอยู่เสมอ เป็นภาระในการดูแลและการจัดการ อีกทั้งยังเป็นต้นทุนในการดูแลจัดการอีกด้วย แนวทางการปรับปรุง เช่น วางแผนและกำหนดระดับในการจัดเก็บและการสั่งซื้อที่ชัดเจน ควบคุมปริมาณวัสดุโดยใช้หลักการเซพตี้สต็อกหรือขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด EOQ หรือ การมองเห็น (Visual control) หรือใช้ระบบเข้าก่อนออกก่อน (First in first out)

3. ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)

การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุมและลดระยะทางในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น ปัญหาจากการขนส่ง เช่น เกิดต้นทุนในการขนส่งสูง เสียเวลาในการผลิต และวัสดุเสียหาย หากวิธีการขนส่งไม่เหมาะสม เป็นต้น แนวทางการปรับปรุง เช่น วางผังเครื่องจักรใหม่ จัดลำดับเครื่องจักรตามกระบวนการผลิตให้อยู่ในบริเวณเดียวกันเพื่อลดระยะทางขนส่งในแต่ละขั้นตอน ลดการขนส่งซ้ำซ้อน หรือใช้อุปกรณ์ขนถ่ายที่เหมาะสม เป็นต้น

4. ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

ลักษณะท่าทางและการเคลื่อนไหวร่างกายของผู้ปฏิบัติงานในการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกล ก้มตัวยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น ฯลฯ ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน ทั้งยังเป็นความเสี่ยงในการทำงานอีกด้วย แนวทางการปรับปรุง เช่น ศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion study) เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดและเหมาะสมที่สุดตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomic) จัดสภาพการทำงาน (Working condition) ให้เหมาะสม ปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน และทำอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน (Jig, Fixtures) เพื่อให้ทำงานได้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

5. ความสูญเสียเนื่องจากระบวนการผลิต (Processing)

เกิดจากระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำ ๆ กันในหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็น เพราะงานนั้น ๆ ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์มีความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นแนวทางการแก้ปัญหา คือ กระบวนการนี้ควรรวมอยู่ในกระบวนการผลิตให้พนักงานหน้างานเป็นผู้ตรวจสอบไปพร้อมกับการทำงาน หรือขณะคอยเครื่องจักรทำงาน

6. ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)

การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักร หรือพนักงานหยุดการทำงานเพราะต้องรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิต เช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล การรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น แนวทางปรับปรุง เช่น จัดวางแผนการผลิตและลำดับการผลิตให้เหมาะสม วางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา จัดสายงานให้มีความสมดุล วางแผนกระบวนการผลิตและจัดสรรกำลังคนให้เหมาะสม

7. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

กรณีที่มีของเสียถูกผลิตออกมา หรือมีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น ปัญหาจากการผลิตของเสีย เช่น ต้นทุนวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน

สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ เกิดความสิ้นเปลืองสถานที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสีย และเกิดต้นทุนค่าแรงงานในกรณีที่ต้องทำงานซ้ำเพื่อแก้ไขงานที่เสียหรือบกพร่อง แนวทางปรับปรุงกำหนดมาตรฐานการผลิตให้ชัดเจน สอนวิธีการทำงานที่ถูกต้องแก่พนักงาน ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ช่วยลดความผิดพลาดในการทำงาน วางแผนการตรวจสอบ

ทฤษฎี ECRS

ทฤษฎี ECRS คือการลดความสูญเปล่า หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นแต่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้า ซึ่งความสูญเปล่านั้นมีอยู่ 7 ประการ คือ การผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น และ ของเสีย ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการนี้เป็นสิ่งที่ไม่มีความจำเป็นและไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์แก่บริษัท ดังนั้นทุกหน่วยงานควรจะทำกรลดความสูญเปล่าเหล่านี้ลง เพื่อเป็นการปรับปรุงการผลิตซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนที่เกิดในบริษัทด้วย (ฐิติพร มุสิกะนันท์, 2558) หลักการ ECRS ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) หมายถึง การพิจารณาการทำงานปัจจุบันและทำการกำจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ที่พบในการผลิตออกไป คือ การผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็นและของเสีย การรวมกัน (Combine) สามารถลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลงได้ โดยการพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลงได้หรือไม่ เช่น จากเดิมเคยทำ 5 ขั้นตอนก็รวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลงจากเดิม การผลิตก็จะสามารถทำได้เร็วขึ้น และลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลงอีกด้วย เพราะถ้ามีการรวมขั้นตอนกัน การเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนก็ลดลง การจัดใหม่ (Rearrange) คือ การจัดขั้นตอนการผลิตใหม่เพื่อให้ลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น หรือการรอคอย เช่นในกระบวนการผลิต หากทำการสลับขั้นตอนที่ 2 กับ 3 โดยทำขั้นตอนที่ 3 ก่อน 2 จะทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่ลดลง เป็นต้น การทำให้ง่าย (Simplify) หมายถึง การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น โดยอาจจะออกแบบจิ๊กเข้าช่วยในการทำงานเพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถลดของเสียลงได้ จึงเป็นการลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นและลดการทำงานที่ไม่จำเป็น สำหรับส่วนของงานสนับสนุน จะหมายถึง หน่วยงานที่ไม่ได้มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการผลิต แต่จะช่วยสนับสนุนการผลิต งานหลักของส่วนสนับสนุนจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานด้านเอกสาร และข้อมูลเป็นหลัก เพราะจะต้องมีการจัดทำเอกสารหรือการบันทึกต่าง ๆ เพื่อเก็บเป็นข้อมูลในการสอบกลับได้ และเพื่อประโยชน์ในการทำงานตามระบบคุณภาพ ISO 9000 หรือ TS 16949 เข้ามาใช้ เพราะในข้อกำหนดของ ISO 9000 และ TS 16949 จะมีข้อบังคับในเรื่องงานการควบคุมเอกสารและข้อมูลด้วย แต่ในทางปฏิบัติอาจพบว่า เอกสารที่มีอยู่จำนวนมากที่ใช้งานอาจจะมีเอกสารที่ไม่จำเป็น หรือเป็นเอกสารที่ซ้ำซ้อนกัน ซึ่งส่งผลเสีย คือ หากเอกสารมีมากเกินไป จะทำให้เสียเวลาในการเก็บรักษา สิ้นเปลืองพื้นที่ในการเก็บเอกสาร และสิ้นเปลืองเวลาในการพิจารณาเอกสารและจัดทำเอกสาร นอกจากนี้ยังเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรกระดาษ

โดยเปล่าประโยชน์ โดยที่ไม่ได้ส่งผลดีต่อคุณภาพหรือประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน (ประเสริฐ อัครประดม พงศ์, 2552)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลัดดา สุวรรณ (2559) การปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานเพื่อลดต้นทุนคลังบรรจุภัณฑ์สินค้า โดยใช้ การกำจัด-การรวมกัน -การจัดใหม่-การทำให้ง่าย เรียกว่า หลักการ ECRS ซึ่งสามารถ ดำเนินการได้ทันทีเน้นการมีส่วนร่วมของคนในองค์กร ด้วยการปรับแนวคิดในการทำงาน ผลการวิจัย แสดงให้เห็นแนวปฏิบัติที่ดี 4 กรณีดังนี้กรณีที่ 1 ปรับคุณภาพของกระดาษทำกล่องส่งผลให้สามารถ ลดต้นทุนลงได้ 120,600 บาท คิดเป็นร้อยละ 16 กรณีที่ 2 จัดกลุ่มมาตรฐานขนาดกล่องเพื่อลด ความหลากหลายของขนาดให้เหลือเพียง 6 กลุ่ม และสามารถเพิ่มปริมาณการสั่งซื้อกล่องแต่ละขนาด ส่งผลให้สามารถต่อรองราคากับผู้ส่งมอบได้ประมาณร้อยละ 15-25 การแก้ไขปัญหาในกรณีนี้จำเป็นต้องมีการจัดกลุ่มมาตรฐานกล่องอ้างอิงตามขนาดแทนรองรับสินค้ามาตรฐานขนาด 100 x 120 เซนติเมตร หรือ 110 x 110 เซนติเมตร ซึ่งขนาดที่กำหนดจะสามารถวางเรียงเป็นหน่วยขนส่งได้บน แทนรองรับสินค้า ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนได้ทั้งสิ้น 88,216 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 12 กรณีที่ 3 การจัดมาตรฐานแทนรองรับสินค้าตามมาตรฐานแบบหมุนเวียน เพื่อลดต้นทุนการสั่งซื้อแทน รองรับสินค้า ส่งผลให้ต้นทุนลดลง 254,275 บาท คิดเป็นร้อยละ 86 และกรณีที่ 4 การใช้พลาสติกกันกระแทก แทนกระดาษกันกระแทก ในการป้องกันสินค้าแตกหักเสียหาย และยังเป็นการประหยัดเวลาในการออกแบบและผลิต ทำให้สามารถลดต้นทุนได้ 375,442.59 บาท คิดเป็นร้อยละ 66

ธารชุตตา พันธุ์นิกุล (2559) การนำเทคนิค ECRS มาทำการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตโรงงานขนาดย่อมในจังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งมีผลิตภัณฑ์หลักคือจักรยาน และใช้แรงงานคนในการประกอบเป็นหลักหลังจากศึกษาขั้นตอนการทำงานในปัจจุบันแล้วพบว่า การประกอบยังเป็นไปด้วยความล่าช้าและมีการรอคอยของพนักงานซึ่งเป็นการเสียเวลาไปโดยเปล่า ประโยชน์ ในงานวิจัยนี้จึงได้นำเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การศึกษางาน การจับเวลา การใช้ แผนภูมิกระบวนการผลิต (Operation Process Chart ; OPC) แผนผังก้างปลา และเทคนิคการปรับปรุงงาน (ECRS) เป็นต้น มาช่วยในการแก้ปัญหาให้กับโรงงาน โดยพบว่าหลังจากปรับปรุงการทำงานแล้วสามารถลดเวลาสูญเสียเปล่าในการทำงานลดลงได้จากเดิม 509 วินาที เหลือเพียง 43 วินาที และในภาพรวมใช้เวลาประกอบจักรยานลดลงจาก 837 วินาทีต่อคัน เหลือเพียง 595 วินาที หรือ ใช้เวลาประกอบจักรยานได้เร็วขึ้นร้อยละ 28.91 หลังจาก การศึกษางาน แผนภูมิกระบวนการผลิต แผนผังก้างปลา เทคนิคการปรับปรุงงาน

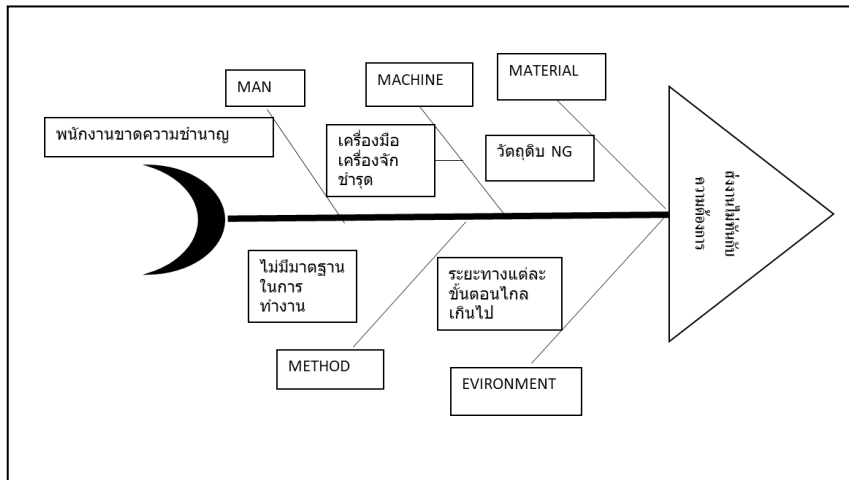
สรณ์ศิริ เรื่องโลก (2560) นำเทคนิค ECRS มาทำการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต โดยศึกษาเกี่ยวกับการจัดสมดุลในแต่ละสถานีการและการลดของเสียในกระบวนการผลิตให้กับบริษัทกรณีศึกษาที่ผลิตสมอลล์เอิร์ทลิสเบรกเกอร์โดยเริ่มจากการหาเวลายามาตราฐานของแต่ละสถานีการทำงาน แล้วทำการวิเคราะห์การทำงานของคนที่ร่วมกับเครื่องจักรโดยใช้แผนภูมิคนและเครื่องจักร ก่อนการ

ปรับปรุงพบว่าเกิดความไม่สมดุลที่สายการผลิตทำให้ประสิทธิภาพของสายการผลิตมีค่าต่ำจากนั้นได้ทำการปรับปรุงสายการผลิตโดยใช้หลักการ ECRS แล้วทำการจัดสมดุลการผลิตใหม่ภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถลดจำนวนพนักงานจาก 13 คน เหลือ 12 คน และประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 64.14 เป็นร้อยละ 87.80 ในการลดของเสียในกระบวนการผลิตก่อนการปรับปรุงพบว่ามูลค่าของของเสียในกระบวนการผลิตเกินเป้าหมายที่บริษัทกำหนดไว้ที่ต่ำกว่า 500 บาทต่อเดือน จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียด้วยแผนภูมิแก๊งปลาหลังจากนั้นได้ทำการปรับปรุงเพื่อลดของเสีย ภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถลดมูลค่าของเสียจาก 1,387 บาทต่อเดือน เหลือ 487 บาทต่อเดือน

วิธีการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการผลิตคอนกรีตเสริมเหล็กในบริษัทกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องของกระบวนการผลิตตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้ายเพื่อทำการศึกษาหาสิ่งที่เป็นปัญหา
2. เก็บรวบรวมข้อมูล จากการศึกษาข้อมูลแต่ละกระบวนการ ทำการเก็บข้อมูลจากเอกสารและหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้อง เช่น จำนวนการผลิต, ขั้นตอนการทำงานก่อนปรับปรุงและประสิทธิภาพในการผลิตชิ้นงาน
3. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา กำหนดขอบเขตของปัญหา แล้วศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิต
4. กำหนดวิธีการแก้ไขปรับปรุง และออกแบบขั้นตอนการทำงานหลังปรับปรุง
5. นำวิธีการทำงานที่ปรับปรุงไปใช้จริงในกระบวนการผลิต แล้วบันทึกผล เช่น แผนภูมิขั้นตอนปฏิบัติงาน เอกสารบันทึกจำนวนการผลิตชิ้นงานในแต่ละวัน และเอกสารบันทึกจำนวนการผลิตชิ้นงานที่เสียในแต่ละวัน
6. สรุปผลและเปรียบเทียบผล ก่อนและหลังปรับปรุง

จากการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิแกงปลา สรุปลสาเหตุของปัญหาที่จะปรับปรุง ดังนี้



ภาพที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิแกงปลา

สรุปลสาเหตุของปัญหาที่จะดำเนินการแก้ไข

สาเหตุจากผู้ปฏิบัติงาน จากการตรวจสอบพบว่าพนักงานไม่ได้ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน แต่พนักงานใช้ความเคยชินในการปฏิบัติงานมากกว่าที่จะทำตามขั้นตอน ซึ่งทางหน่วยงานก็ยังไม่ได้มีการกำหนดมาตรฐานวิธีการทำงานที่ชัดเจนออกมา แนวทางแก้ไขโดยกำหนดมาตรฐานขั้นตอนการทำงานใหม่

สาเหตุจากวิธีการทำงาน ทางบริษัทยังไม่ได้กำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติงานผลิตสินค้าแต่ละรุ่น ส่งผลให้พนักงานแต่ละคนใช้เวลาในการทำงานไม่เท่ากัน ทำให้ได้ปริมาณชิ้นงานไม่แน่นอน ส่งผลต่อการต้องเปิดทำงานล่วงเวลา และส่งผลให้ไม่สามารถส่งมอบงานให้แก่ลูกค้าภายนอกได้ตามกำหนด การกำหนดขั้นตอนภาพรวมของการทำงานตั้งแต่รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า จนถึงระยะเวลาในการส่งมอบสินค้าที่เดิมถูกกำหนดไว้กว้างๆ จึงส่งผลให้ขาดการวางแผนที่ชัดเจนและขาดการควบคุมที่เหมาะสมทั้งช่วงก่อนผลิต ระหว่างผลิตและช่วงส่งมอบสินค้า ทำให้เกิดปัญหาการส่งมอบงานไม่ทันตามกำหนด

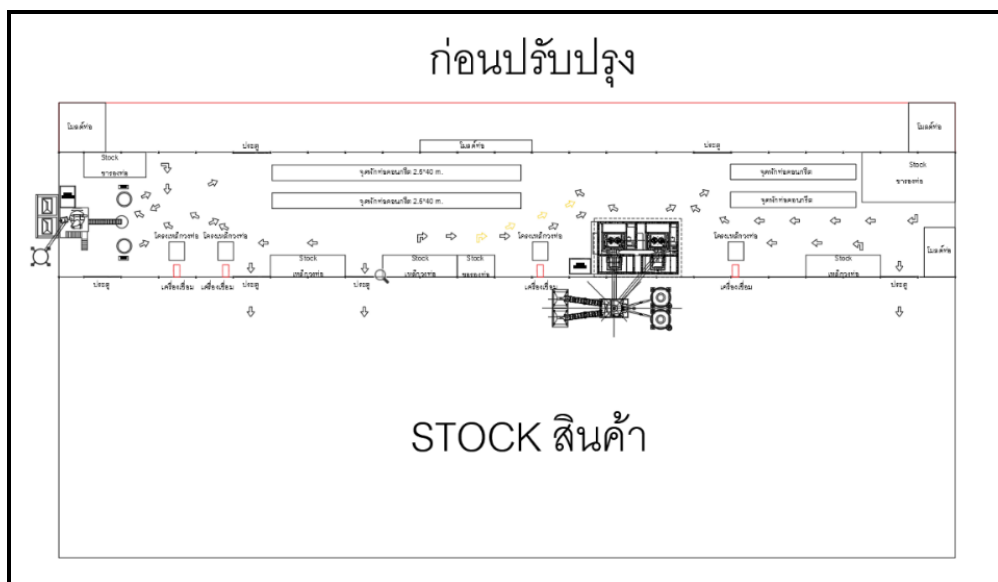
สาเหตุจากสิ่งแวดล้อมในการทำงาน พบว่า ระยะทางระหว่างสถานีในจุดการผลิตต่าง ๆ อยู่ห่างกันและมีการจัดวางวัสดุอุปกรณ์ที่กระจัดกระจาย ทำให้ทำงานไม่ต่อเนื่องและเกิดการรอคอย ซึ่งส่งผลให้พนักงานหรือผู้เกี่ยวข้องต้องเดินในระยะทางที่มากเกิดเวลาสูญเปล่าที่แฝงอยู่ในขั้นตอนการทำงาน

จากการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิแกงปลา ทางผู้วิจัยได้เลือกสาเหตุของปัญหาความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต ดังนี้ ด้านคนงาน ด้านวิธีการ และด้านสิ่งแวดล้อม ที่พบว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต เพื่อนำไปสู่การทบทวนและออกแบบแนวทางแก้ไขต่อไป

การปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิค ECRS

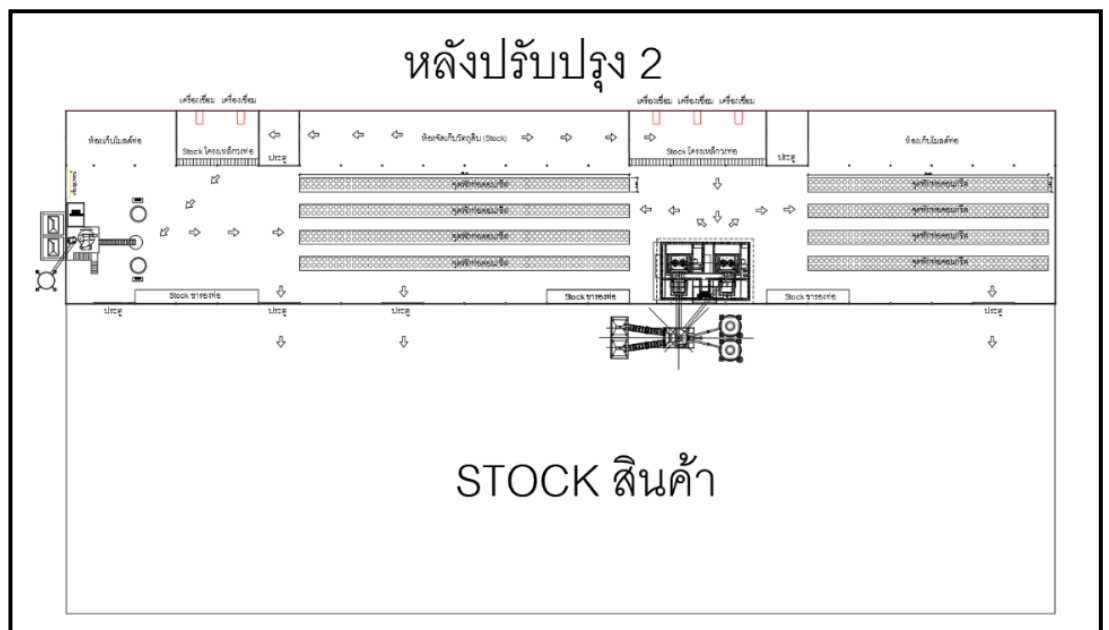
จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาแล้ว คณะผู้วิจัยร่วมกันพิจารณาเลือกใช้ การจัดใหม่ และการทำให้ง่ายขึ้น ซึ่งมีความเหมาะสมและสามารถแก้ไขปรับปรุงได้ทันที มีรายละเอียด ดังนี้

1. การจัดใหม่ (Rearrange) เนื่องจากการทำงานในปัจจุบันมีระยะทางระหว่างสถานีการทำงานที่ห่างกันมากเกินไป จนทำให้เสียเวลาในการทำงาน และพบว่า การวางผังโรงงานปัจจุบันมีจุดที่ไม่เหมาะสม คณะผู้วิจัยจึงทำการพิจารณาจัดวางผังโรงงานแบบใหม่ ตามแบบการวางผังตามกระบวนการผลิต (Process Layout) เนื่องจากกระบวนการเชื่อมถูกวางไว้ในพื้นที่แตกต่างกันทำให้วัตถุดิบของกระบวนการเชื่อมถูกวางกระจัดกระจายไปพื้นที่อื่นและการวางชิ้นงานระหว่างทำห่างจากกระบวนการถัดไปมากเกินไป ต้องใช้เวลาในการขนส่งชิ้นงานมากและมีการวางวัตถุดิบในพื้นที่วางชิ้นงาน ทำให้มีพื้นที่ในการวางชิ้นงานใหม่ไม่เพียงพอ ดังแสดงในภาพที่ 3 จึงทำการจัดวางผังโรงงานใหม่ให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตและการทำงานจริง ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 3 ผังโรงงานก่อนปรับปรุง

จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่าสถานีแต่ละกระบวนการนั้นไม่ได้เรียงตามกระบวนการผลิต ซึ่งทำให้การทำงานนั้นเกิดความไม่ต่อเนื่องของแต่ละสถานีต้องเดินใช้ระยะทางมากในการขนย้ายชิ้นงานและเกิดการรอคอยจากการจัดวางที่ไม่เป็นระเบียบและมีการใช้พื้นที่ไม่คุ้มค่า



ภาพที่ 4 แผนผังโรงงานหลังปรับปรุง

2. การทำให้ง่าย (Simplify) ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นปัญหาในการผลิตก่อนการปรับปรุงคือการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบมีความยากลำบากเนื่องจากวัตถุดิบอยู่ห่างกันมากเกินไป จึงนำวัตถุดิบและกระบวนการผลิตมาวางในพื้นที่ที่ใกล้เคียงกันตามความสัมพันธ์ของกิจกรรมในการผลิต เพื่อความสะดวกในการผลิตตามตารางแผนภูมิการไหลของกระบวนการ ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (ก่อนปรับปรุง)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ									
Flow Process Chart									
แผนภูมิหมายเลข 1 แผ่นที่ 1				สรุปผล					
ผลิตภัณฑ์ / วัสดุ / พนักงาน				ปัจจุบัน	ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ลดลง		
ทอกลม คอนกรีตอัดแรง				ปฏิบัติงาน ○	5				
MODEL :-				เคลื่อนย้าย ⇨	8				
กิจกรรม : กระบวนการผลิต				รอคอย □					
ประกอบสถานีที่ -				ตรวจสอบ □					
				เก็บ ▽	1				
วิธีการทำงาน : ปัจจุบัน / ปรับปรุง				ระยะทาง	202.45				
สถานที่ : บริษัทกรมศึกษา				เวลา	2.74				
พนักงาน : ทิว	เวลา	08.30 น.		ต้นทุน					
บันทึกโดย : เด็ก	วันที่	15/10/2019		ค่าแรง					
				ค่าวัสดุ					
อนุมัติโดย : อธิพร	วันที่	15/10/2019		รวม					
ขั้นตอนการทำงาน	Q'ty	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
				○	⇨	□	□	▽	
นำโมลด์ที่ออกมาเปลี่ยนที่เครื่องอัดท้อคอนกรีต	1	47.42	0.32	○	⇨	□	□	▽	
นำเหล็กขาตั้งและเหล็กวางท้อไปที่เครื่องเชื่อม	1	15.98	0.11	○	⇨	□	□	▽	
เชื่อมประกอบโครงท้อ	1	-	0.37	●	⇨	□	□	▽	
นำโครงท้อไปที่เครื่องอัดท้อคอนกรีต	1	16.07	0.11	○	⇨	□	□	▽	
นำขารองท้อไปที่เครื่องผลิต	1	43.61	0.30	○	⇨	□	□	▽	
ทาน้ำมันขารองท้อ	1	-	0.10	●	⇨	□	□	▽	
นำโครงท้อใส่ใน โมลด์อัดท้อคอนกรีต	1	-	0.20	○	⇨	□	□	▽	
เทคอนกรีตลงใน โมลด์ท้อ ทำการหมุนและขึ้นรูป	-	-	0.30	●	⇨	□	□	▽	
เครื่องอัดท้อคอนกรีตทำการยกชิ้นงานออกจาก โมลด์	-	-	0.10	●	⇨	□	□	▽	
นำฝาท้อไปปิดตรงส่วนหัวของท้อคอนกรีต	1	43.61	0.30	○	⇨	□	□	▽	
นำท้อคอนกรีตไปที่จุดตากท้อคอนกรีต	1	15.47	0.10	○	⇨	□	□	▽	
ทำการสั้มท้อ	1		0.30	●	⇨	□	□	▽	
นำท้อคอนกรีตเข้าสต็อก	1	20.29	0.14	○	⇨	□	□	▽	
จัดเก็บท้อคอนกรีต	1	-	-	○	⇨	□	□	▽	

จากตารางที่ 1 แสดงข้อมูลขั้นตอนการทำงานก่อนปรับปรุง ที่มี 13 ขั้นตอน ใช้เวลารวมในการผลิต 2.74 นาทีต่อชิ้น มีระยะทาง 202.45 เมตร และมีการเคลื่อนที่ในการทำงาน 8 ครั้ง

สรุปผลการวิจัย

ตารางที่ 2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (หลังปรับปรุง)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ									
Flow Process Chart									
แผนภูมิหมายเลข 1 แผ่นที่ 1				สรุปผล					
ผลิตภัณฑ์ / วัสดุ / พลังงาน				ปัจจุบัน	ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ลดลง		
ท่อกลม คอนกรีตอัดแรง				ปฏิบัติงาน ○	5	5	-		
MODEL :-				เคลื่อนย้าย ⇨	8	8	-		
กิจกรรม : กระบวนการผลิต				รอคอย D					
ประกอบสถานีที่ -				ตรวจสอบ □					
				เก็บ ▽	1	1	-		
วิธีการทำงาน : ปัจจุบัน / ปรับปรุง				ระยะทาง	202.45	103.16	99.29		
สถานที่ : บริษัทกรมศึกษา				เวลา	2.74	2.06	0.67		
พนักงาน : ทิว	เวลา	08.30 น.	ต้นทุน						
บันทึกโดย : เด็ก	วันที่	10/02/2020	ค่าแรง						
			ค่าวัสดุ						
อนุมัติโดย : อธิพร	วันที่	10/02/2020	รวม						
ขั้นตอนการทำงาน	Q'ty	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
				○	⇨	D	□	▽	
นำโมลด์ที่ออกมาเปลี่ยนที่เครื่องอัดท่อคอนกรีต	1	21.00	0.14	○	⇨	D	□	▽	
นำเหล็กขาตั้งและเหล็กวางท่อไปที่เครื่องเชื่อม	1	3.00	0.02	○	⇨	D	□	▽	
เชื่อมประกอบโครงท่อ	1	-	0.37	●	⇨	D	□	▽	
นำโครงท่อไปที่เครื่องอัดท่อคอนกรีต	1	10.00	0.07	○	⇨	D	□	▽	
นำขารองท่อไปที่เครื่องผลิต	1	16.70	0.11	○	⇨	D	□	▽	
ทาน้ำมันขารองท่อ	1	-	0.10	●	⇨	D	□	▽	
นำโครงท่อใส่ในโมลด์อัดท่อคอนกรีต	1	-	0.20	○	⇨	D	□	▽	
เทคอนกรีตลงในโมลด์ท่อ ทำการหมุนและขึ้นรูป	-	-	0.30	●	⇨	D	□	▽	
เครื่องอัดท่อคอนกรีตทำการยกชิ้นงานออกจากโมลด์	-	-	0.10	●	⇨	D	□	▽	
นำฝาท่อไปปิดตรงส่วนหัวของท่อคอนกรีต	1		0.11	○	⇨	D	□	▽	
นำท่อคอนกรีตไปที่จุดตากท่อคอนกรีต	1	16.70	0.10	○	⇨	D	□	▽	
ทำการสั้มท่อ	1	15.47	0.30	●	⇨	D	□	▽	
นำท่อคอนกรีตเข้าสต็อก	1		0.14	○	⇨	D	□	▽	
จัดเก็บท่อคอนกรีต	1	20.29		○	⇨	D	□	▽	

จากตารางที่ 2 แสดงข้อมูลขั้นตอนการทำงานหลังปรับปรุง ที่มี 13 ขั้นตอน ใช้เวลารวมในการผลิต 2.06 นาทีต่อชิ้น มีระยะทาง 103.16 เมตร และมีการเคลื่อนที่ในการทำงาน 8 ครั้ง ซึ่งหากเปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานก่อนและหลังปรับปรุง สรุปได้ว่าใช้ระยะเวลาในการผลิตลดลง 0.67 นาที และมีระยะทางในการทำงานลดลง 99.29 เมตร

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบผล ก่อนและหลังการปรับปรุง

ลำดับ.	หัวข้อการวัดผล	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	หมายเหตุ
1	จำนวนพนักงานที่ใช้ในการผลิต	4 คน	4 คน	ใช้จำนวนพนักงานเท่าเดิม แต่เคลื่อนที่น้อยลงและทำให้ชิ้นงานมากขึ้น
2	เวลาในการผลิต	2.74 นาทีต่อชิ้น	2.07 นาทีต่อชิ้น	ระยะเวลาลดลง 0.67 นาที
3	ผลผลิตชิ้นงาน ชิ้น/วัน	350 ชิ้นต่อวัน	483 ชิ้นต่อวัน	จำนวนการผลิตเพิ่มขึ้น 133 ชิ้นต่อวัน
4	ระยะทางเดินทางรวมระหว่างกระบวนการ	202.45 เมตร	103.16 เมตร	ระยะการเดินลดลง 99.29 เมตร

สรุปผลการวิจัย

ผลการปรับปรุงโรงงานคอนกรีตเสริมเหล็กสรุปรายละเอียดการปรับปรุงได้ดังนี้

1. ด้านการใช้เวลาในการผลิตชิ้นงานต่อชิ้น ลดลงจากเดิม 2.74 นาที ลดลงเหลือ 2.07 นาที ลดลง 0.67 นาที
2. ด้านระยะทางเดินในการทำงาน ก่อนปรับปรุงใช้ระยะทางเดิน 202.45 เมตร หลังปรับปรุงลดลงเหลือระยะทางเดิน 103.16 เมตร ลดลง 99.29 เมตร
3. ด้านจำนวนการผลิตชิ้นงานต่อวันก่อนการปรับปรุงผลิตชิ้นงานได้ 350 ชิ้นต่อวันหลังการปรับปรุงผลิตได้ 483 ชิ้นต่อวันเพิ่มขึ้น 133 ชิ้นต่อวัน
4. ด้านการขายต่อคอนกรีตเสริมเหล็กขายในอัตรา 1,500 บาทต่อท่อนก่อนการปรับปรุงได้ 350 ชิ้นต่อวัน คิดเป็น 525,000 บาทต่อวัน หลังการปรับปรุงผลิตชิ้นงานได้ 483 ชิ้นต่อวันคิดเป็น 724,500 บาทต่อวัน เพิ่มขึ้น 199,500 บาทต่อวัน ซึ่งชิ้นงานที่ผลิต มีความต้องการซื้อได้สั่งซื้อไว้แล้ว

อภิปรายผล

ผลการวิจัยเรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต ท่อกลมคอนกรีตอัดแรงโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาสาเหตุของเวลาสูญเสียและเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ผลที่ได้รับจากการวิจัยครั้งนี้ ได้พบปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เช่นการผลิตไม่ทันตามกำหนดการส่งมอบ โดยมีสาเหตุย่อยมาจากการรอคอย การปฏิบัติงานที่ซับซ้อน ระยะทางการเดินใน

การทำงาน เป็นต้น โดยคณะผู้วิจัยพบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการที่ใช้เวลานาน คือ ระยะทางในการปฏิบัติงานและแต่ละขั้นตอนใช้เวลานานเกินความจำเป็นดังนั้นผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลปัญหาต่าง ๆ และนำมาปรับปรุงกระบวนการผลิตเนื่องจากการเกิดปัญหาเช่นนี้ขึ้นทำให้ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตและการส่งมอบสินค้าที่ตรงเวลา

จากการวิเคราะห์ความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตและหลักการ ECRS และการวางผังโรงงานเข้ามาช่วยปรับปรุงกระบวนการผลิต ผลการวิจัย พบว่า ด้านเวลาในการผลิต จากเดิม 2.74 นาทีเหลือ 2.07 นาที ด้านระยะทางลดระยะทางในการเดินลง 99.29 เมตร จากเดิม 202.45 เมตรเหลือ 103.16 เมตรและด้านจำนวนการผลิตเดิม 350 ชิ้นต่อวันเพิ่มขึ้นเป็น 483 ชิ้นต่อวัน เพิ่มขึ้น 133 ชิ้นต่อวัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พชรกฤษ ช่อประดับ (2556) ศึกษาการวางผังโรงงานมาเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์แห่งหนึ่ง โดยศึกษาขั้นตอนการผลิต และปรับผังโรงงานใหม่ให้เหมาะสมกับการไหลของกระบวนการผลิต ผลการวิจัยพบว่าผังโรงงานที่เสนอแนะสามารถลดระยะทางการเคลื่อนย้ายงานจากเดิม 255 เมตรต่อวัน เหลือ 141 เมตรต่อวัน คิดเป็นระยะทางลดลงร้อยละ 45 เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานที่เดิมใช้เวลา 244 นาทีต่อวัน หลังการปรับปรุงลดลงเหลือ 115 นาทีต่อวัน คิดเป็นเวลาลดลงร้อยละ 53 ยังสามารถลดค่าจ้างแรงงานเนื่องจากการเคลื่อนย้ายงานที่มีความสูญเสียเปล่าลงได้ปีละมากถึง 56,000 บาทส่งผลให้บริษัทสามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิตและสามารถผลิตชิ้นงานได้มากขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของปริยาวดี ผลอเนก (2560) งานวิจัยนี้เป็นการเสนอวิธีการวิเคราะห์กระบวนการทำงานในสายการผลิตอาหารปลากินเนื้อโดยใช้เครื่องมือของสลิ้น ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตการผลิตได้จาก 370 ต้นเป็น 400 ต้น/วัน คิดเป็น 92.5%ที่เพิ่มขึ้นจากเดิม และสอดคล้องกับงานวิจัยของธารชуда พันธนิกุล (2559) เรื่องการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพในโรงงานผลิตจักรยาน ได้นำเครื่องมือ เช่น การศึกษางาน การจับเวลา การใช้ แผนภูมิกระบวนการผลิต แผนผังก้างปลา และเทคนิคการปรับปรุงงาน (ECRS) เป็นต้น มาช่วยในการแก้ปัญหาให้กับโรงงาน โดยพบว่าหลังจากปรับปรุงการทำงานแล้วสามารถลดเวลาสูญเสียเปล่าใน การทำงานลงได้จากเดิม 509 วินาที เหลือเพียง 43 วินาที และในภาพรวมใช้เวลาประกอบจักรยานลดลงจาก 837 วินาทีต่อกัน เหลือเพียง 595 วินาที หรือ ใช้เวลาประกอบจักรยานได้เร็วขึ้น 28.91% และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรีนทร์รัมย์ เขยโพธิ์ (2559) การปรับปรุงขั้นตอนการทำงานในการจัดส่งสินค้ากรอบแว่นตาไปยัง ร้านค้าปลีกในประเทศอังกฤษ ผลที่ได้คือสามารถลดงานระหว่างลงได้ทั้งหมดและลดพื้นที่เก็บสินค้าซึ่งรวมทั้ง งานระหว่างทำ ได้ร้อยละ 70 และสอดคล้องกับงานวิจัยของกมลพรรณ พยับ (2557) การวางผังโรงงานมาแก้ไขปัญหาในการเพิ่มประสิทธิภาพของบริษัทพลาสติก ผลจากการวิจัยผังโรงงานใหม่สามารถลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายโดยรวมจากกระบวนการการผลิตแบบไม่อัตโนมัติได้ถึงร้อยละ 39.29 ลดเวลาในการไหลของการบวนการทำงานได้เท่ากับ 0.310 นาทีและกระบวนการการผลิตแบบอัตโนมัติร้อยละ 41.61 ลดเวลาในการไหลของกระบวนการทำงานได้เท่ากับ 0.513 นาที จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การนำทฤษฎี ความ

สูญเสีย 7 ประการในด้านการรอคอยและด้านพื้นที่ ซึ่งจากการวิเคราะห์ทำให้ข้อมูลที่ชัดเจนที่นำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการด้วยใช้ร่วมกับการศึกษาการทำงาน ECRS และการวางแผนโรงงานอย่างเป็นระบบมาใช้สามารถทำให้กิจการมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และบรรลุวัตถุประสงค์ที่กล่าวไว้ได้

ข้อเสนอแนะ

1. นำแนวทางในการแก้ปัญหาไปใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพ ในส่วนงานอื่น
2. ศึกษาหลักการอื่น ๆ ในการพัฒนางานหรือปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานในส่วนงานย่อยอื่น ๆ
3. หลักการศึกษางานและการลดความสูญเสียเปล่า ECRS สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับงานทุกประเภท ทุกหน่วยงานในองค์กร และจะช่วยลดความสูญเสียเปล่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพที่ดีให้กับองค์กรได้

เอกสารอ้างอิง

- กมลพรรณ พยับ. (2557). การวางแผนโรงงานมาแก้ไขปัญหาในการเพิ่มประสิทธิภาพของบริษัทพลาสติก AAA อันตัสตรีจำกัด. การค้นคว้าอิสระ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- ธารชุตตา พันธุ์นิกุล. (2559). การประยุกต์ ECRS กับบริษัทขนส่งระบบ Milk Run กรณีศึกษาบริษัท ABC Transport จำกัด. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. (2552). หลักการ ECRS. ค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2563, จาก esearch-system.siam.edu/images/coop/general_management/3-2558/aj.somporn/pannatta/07_ch2.pdf.
- ปรียาวดี ผลอเนก. (2560). การศึกษาการลดความสูญเสียเปล่าในการผลิตอาหารปลากินเนื้อด้วยการวิเคราะห์ด้วย Brown Paper และการจัดสายสมดุลการผลิตของบริษัทผู้ผลิตอาหารสัตว์น้ำ. ค้นเมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2563, จาก <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/fam/article/view/216261>.
- พรกรกฤษ ช่อประดับ. (2556). การปรับปรุงผังโรงงาน เพื่อเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์. ค้นเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2563, จาก <http://sci.bsru.ac.th/sciweb/e-magazine/13-1/chapter-12.pdf>.
- รินฤติ โยธาคุ. (2560). การลดความสูญเสีย 7 ลักษณะ ในโรงงานอุตสาหกรรม (7 waste in the factory). ค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2563, จาก http://sc2.kku.ac.th/stat/statweb/images/Eventpic/60/Seminar/01_15_7waste.pdf.

- ลัดนา สุวรรณา. (2559). **การปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานเพื่อลดต้นทุนคลังบรรจุภัณฑ์สินค้าด้วยหลักการ ECRS กรณีศึกษาผู้ผลิตคอมพิวเตอร์**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- ศรินทร์รัศม์ เซยโพธิ์. (2559). **การนำเครื่องมือ QC 7 Tools : Flow chart มาวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงาน**. งานนิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สรณ์ศิริ เรืองโลก. (2560). **การปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตสมอลล์เอิร์ทลีดเบรกเกอร์**. หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ฐิติพร มุสิกะนันท์. (2558). **ทฤษฎี ECRS**. ค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2563, จาก http://sc2.kku.ac.th/stat/statweb/images/Eventpic/60/Seminar/01_15_7waste.pdf.