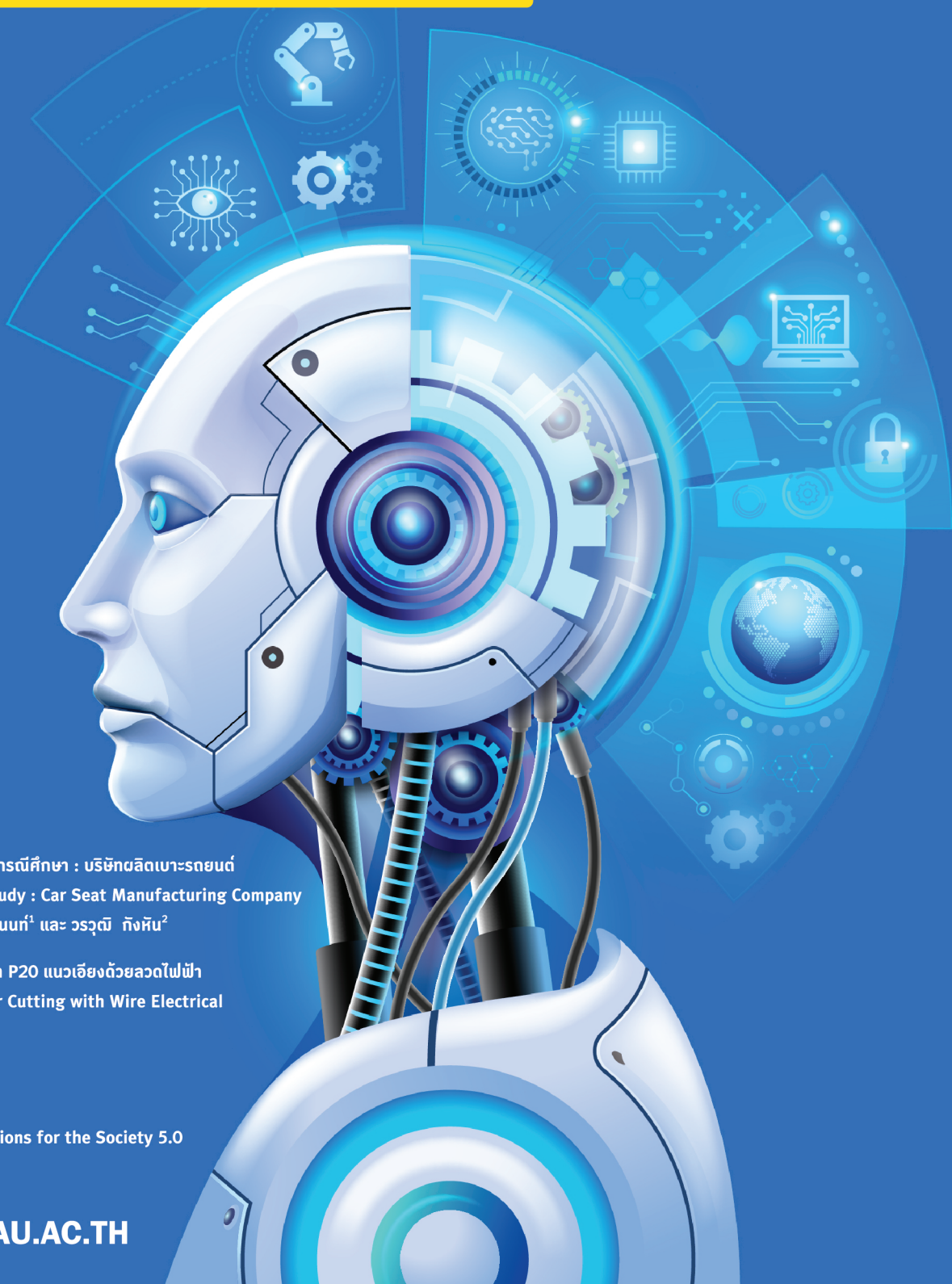
ISSN : 2408-235X

SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY

Volume 7 | Number 1 | January – June 2021



บทความวิจัย

การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน กรณีศึกษา : บริษัทผลิตเบาะรถยนต์
Preventive Maintenance Case Study : Car Seat Manufacturing Company
บัณฑิต อินทรีย์มีศักดิ์[1*], ภูมิ จาตุนิตานนท์[1] และ วรวุฒิ กังหัน[2]

สภาวะที่เหมาะสมของการตัดเหล็กกล้า P20 แนวเอียงด้วยลวดไฟฟ้า
Optimization on P20-steel Taper Cutting with Wire Electrical Discharged Machine
มานิตย์ ธิมาทา

บทความวิชาการ

Quantum Computer and Applications for the Society 5.0
Nuth Otanasap

SAUJOURNALST.SAU.AC.TH

SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY

เจ้าของ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

ที่ปรึกษา

ดร.ฉัททวุฒิ พืชผล

บรรณาธิการ

รศ.ดร.วีระพันธ์ ด้วงทองสุข (มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์)

กองบรรณาธิการ

รศ.ดร.วีระพันธ์ ด้วงทองสุข กรรมการ (มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์)
ดร.ภานุวัฒน์ แตระกุล กรรมการ (มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์)
ผศ.จิรัฐิติ์ บรรจงศิริ กรรมการ (มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์)
พันเอก ผศ.ดร.ชวน จันทวาลย์ กรรมการ (ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า)
รศ.ดร.สมบัติ ทีฆทรัพย์ กรรมการ (มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย)
รศ.ดร.จิระศักดิ์ ชาญวุฒิธรรม กรรมการ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ)
รศ.ดร.ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ กรรมการ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี)

กรรมการบริหาร

รศ.ประสิทธิ์ สุขเสริม ผศ.ดร.สมเกียรติ เพียงพรานทอง
ผศ.ดร.ณัฏฐ์ โอธนาทรัพย์ ผศ.วราธร แก้วแสง
ผศ.วีระพงษ์ กาญจนวงศ์กุล ผศ.เสรี ชื่นอารมณ์
ผศ.พรนิภา บริบูรณ์สุขศรี นายวฐา ยงสมิทธ์
นายมานิตย์ ธิมาทา

ฝ่ายพัฒนา ดูแลและปรับปรุงเวปไซต์

นางสาวรุ่งทิวา ลังกาพินธ์ นายระพี วาทะศรีศิลป์
นางสาวจิราภรณ์ ปรากฏ

ฝ่ายเลขานุการ

นางสาวชุมภูนุช แย้มรู้การ นางณัฐภาวี จิระภาพันธ์

จัดพิมพ์โดย มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ถนนเพชรเกษม เขตหนองแขม กรุงเทพฯ 10160

ที่ติดต่อ วารสาร SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
ถนนเพชรเกษม เขตหนองแขม กรุงเทพฯ 10160 โทร 0-2807-4500-27 ต่อ 404
เว็ปไซต์ saujournalst.sau.ac.th อีเมล SAUJournalST@sau.ac.th

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นเอกสารเผยแพร่ผลงานบทความวิจัยและบทความวิชาการ สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอุตสาหการ อาชีวอนามัยและความปลอดภัย วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และวิศวกรรมเกษตร
2. เพื่อเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความรู้ใหม่ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระหว่างนักวิจัย นักศึกษาและผู้สนใจทั่วไป
3. เพื่อเป็นเอกสารรวบรวมรายงานและบทความวิจัยที่น่าสนใจ และมีคุณค่าทางวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดองค์ความรู้ใหม่แก่นักวิจัยของมหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ นักศึกษาและผู้สนใจทั่วไป

ขอบเขต

เป็นเอกสารเผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการ (บทความวิชาการปริทรรศน์ บทความวิชาการเทคนิค บทความวิชาการพิเศษ) ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วาระการเผยแพร่

วารสาร SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY มีกำหนดออกปีละ 2 ฉบับ โดยฉบับที่ 1 จะจัดพิมพ์ระหว่างเดือนมกราคม-มิถุนายน ฉบับที่ 2 จะจัดพิมพ์ระหว่างเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม ของทุกปี

ข้อคิดเห็นในบทความของวารสาร SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY เป็นทรรศนะส่วนตัวของผู้เขียน กองบรรณาธิการไม่จำเป็นต้องเห็นด้วย

Objectives

The main objectives of this journal are:

1. to publish research articles and academic articles in science and technology, Journal focus are Electrical Engineering, Electronics and communication Engineering, Computer Science, Computer Engineering, Civil Engineering, Mechanical Engineering, Industrial Engineering, Occupational Health and Safety, Environment Engineering and Agricultural Engineering;
2. to become a center for exchanging innovations in science and technology among researchers and interested persons;
3. to become a collection of interesting and valuable research papers and articles;
4. to promote and encourage Southeast Asia University researchers and interested persons to develop innovations.

Scope

To publish research articles and academic articles (Review articles, Technical article, Special Articles) in science and technology.

Schedule

SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY is published two issues annually. The first volume is published between January and June and the second is published July and December in each year.

Comments on the article of the SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY is a personal opinion of the author. Editors boards may not necessarily agree.

บทบรรณาธิการ

วารสาร SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2564 ปัจจุบันเป็นวารสารที่ได้รับรองให้อยู่ในฐานข้อมูลของ TCI 2

จากผลการดำเนินงานของวารสารฉบับนี้มีบทความที่น่าสนใจทั้งหมด 3 บทความ เป็นบทความวิจัย ที่น่าสนใจจำนวน 2 เรื่อง ได้แก่ เรื่อง “การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน กรณีศึกษา : บริษัทผลิตเบาะรถยนต์” และ เรื่อง “สภาวะที่เหมาะสมของการตัดเหล็กกล้า P20 แนวเอียงด้วยลวดไฟฟ้า” เป็นบทความวิชาการ ที่น่าสนใจจำนวน 1 เรื่อง ได้แก่ เรื่อง “Quantum Computer and Applications for the Society 5.0” ซึ่งกองบรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผู้อ่านจะได้รับความรู้จากงานวิจัยต่าง ๆ ในวารสารเล่มนี้เป็นอย่างมาก

และในนามของ กองบรรณาธิการวารสาร ต้องขอขอบพระคุณ ผู้ประเมินบทความทุกท่าน ที่ยอมเสียสละเวลาอันมีค่าช่วยกลั่นกรองงานวิจัยให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น รวมถึงคณาจารย์ นักศึกษา บุคคลทั่ว ๆ ไปทุกท่าน ที่ให้ความสนใจส่งบทความเพื่อเข้าสู่ขบวนการพิจารณาคุณภาพเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ ด้วยเหตุดังกล่าวนี้ทำให้กองบรรณาธิการทุกท่านมีกำลังใจเป็นอย่างมากในการพัฒนาวารสารฯ ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

บรรณาธิการ

สารบัญ

บทความวิจัย **หน้า**

การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน กรณีศึกษา : บริษัทผลิตเบาะรถยนต์ 1

Preventive Maintenance Case Study : Car Seat Manufacturing Company

บัณฑิต อินทรีย์มีศักดิ์[1], ภูมิ จาตุนิตานนท์[1] และ วรวุฒิ กังหัน[2]*

สภาวะที่เหมาะสมของการตัดเหล็กกล้า P20 แนวเอียงด้วยลวดไฟฟ้า 15

Optimization on P20-steel Taper Cutting with Wire Electrical Discharged Machine

มานิตย์ ธิมาทา

บทความวิชาการ

Quantum Computer and Applications for the Society 5.0 22

Nuth Otanasap

การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน กรณีศึกษา : บริษัทผลิตเบาะรถยนต์

Preventive Maintenance Case Study : Car Seat Manufacturing Company

บัณฑิต อินทรีย์มีศักดิ์[1*], ภูมิ จาตุนิตานนท์[1] และ วรวุฒิ กังหัน[2]

Bundit Inseemeesak[1*], Poom Jatunitanon[1] and Worawut kunghun[2]

[1]สาขาวิศวกรรมการผลิตยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

[2]สาขาวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

85/1 หมู่ที่ 2 ถนนแจ้งวัฒนะ ตำบลบางตลาด อำเภอปากเกร็ด นนทบุรี 11120

Bundit086@hotmail.com*

วันที่รับบทความ: 18 มีนาคม 2564 / วันที่แก้ไขบทความ:27 พฤษภาคม 2564 / วันที่ตอบรับการตีพิมพ์: 1 มิถุนายน 2564

บทคัดย่อ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อลดการขัดข้องของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเบาะรถยนต์ เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมมียอดการผลิตมากขึ้น จึงทำให้เครื่องจักรขาดการซ่อมบำรุงและเสียหาย หยุดการผลิต ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เพียงพอกับความต้องการของลูกค้า ผู้วิจัยจึงคิดทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จากการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหา และทำการพยากรณ์เชิงป้องกัน หลังการดำเนินงานสามารถลดระยะเวลาในการซ่อมเครื่องจักรส่งผลให้สายการผลิตมีประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรค่าความพร้อมการใช้งานเครื่องจักร (Machine Availability) เพิ่มจาก 87.86% ต่อเดือน เป็น 96.98% ต่อเดือน ค่าเวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม (Mean Time to Repair: MTTR) ลดลง 121 ชั่วโมงต่อเดือน เป็น 57 ชั่วโมงต่อเดือน ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (Mean Time Between Failures: MTBF) ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 878.6 ชั่วโมงต่อเดือน เป็น 1,920 ชั่วโมงต่อเดือน มูลค่าการสูญเสียรวมค่าเฉลี่ยลดลงจาก 50,670 บาทต่อเดือน เป็น 34,050 บาทต่อเดือน

คำสำคัญ **:** การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน, การพยากรณ์, ประสิทธิภาพของเครื่องจักร

Abstract The objective of this research paper is to reduce the machine failure in car seat production process due to high production rate and lack of maintenance method. Therefore, the researcher proposed the preventive maintenance method for improving the efficiency of the operation machine using obtained data of the machine maintenance period. As a result, the machine availability is increased from 87.86% per month to 96.98% per month and the mean time to repair (MTTR) is decreased from 121 hours per month to 57 hours per month and the mean time between failures (MTBF) is increased from 878.6 hours per month to 1,920 hours per month. The average of damaged value is decreased from 50,670 baht per month to 34,050 baht per month, when applying the preventive maintenance method in the car seat production line.

Keywords**:** Maintenance, Predictions, Machine Performance

1. บทนำ

การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตหรือขยายกำลังการผลิตของบริษัทแต่ละแห่งย่อมมีนโยบายที่แตกต่างกัน โดยแนวทางที่นิยมใช้กันส่วนใหญ่เป็นการซื้อเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูงและทันสมัยมาใช้ในกระบวนการผลิต เมื่อมีการลงทุนซื้อเครื่องจักรใหม่ ผู้บริหารต้องมีการคำนวณถึงจุดคุ้มทุน โดยคำนึงเกี่ยวกับการสึกหรอ หรือเสียหายจนต้องมีการซ่อมแซมเกิดขึ้น [1] จากกรณีศึกษาบริษัทตัวอย่าง ผลิตเบาะรถยนต์เป็นบริษัทที่ดำเนินการทางด้านการผลิต ซึ่งปฏิเสธไม่ได้ว่าเครื่องจักรย่อมเป็นหนึ่งในปัจจัยทางด้านการผลิตที่สำคัญ มีส่วนช่วยในการผลิตสินค้าให้ได้ตรงตามความต้องการของลูกค้าอย่างถูกต้องและรวดเร็ว การบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีความพร้อมในการใช้งานอยู่ตลอดเวลาจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องดำเนินการควบคู่กับการผลิตเป็นอย่างยิ่ง แต่ปัญหาหลักประการหนึ่งที่สำคัญต่องานด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรคือ การไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าเครื่องจักรหรือส่วนประกอบต่างๆ จะมีอายุการใช้งานมากน้อยถึงจะเสื่อมสภาพ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจึงแก้ปัญหานี้โดยทำการเปลี่ยนทดแทนหรือซ่อมแซมชิ้นส่วนต่างๆ ตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ในคู่มือการใช้งานของเครื่องจักร [2] แต่เมื่อเครื่องจักรหรือส่วนประกอบต่างๆ ถูกใช้งานมาเป็นเวลานานแผนการบำรุงรักษาตามคู่มืออาจไม่ส่งผลต่อการทำงานของเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังอาจส่งผลต่อความเสียหายของเครื่องจักรตามมาอีกด้วย ผู้วิจัยพิจารณาเห็นปัญหาดังกล่าวจึงจัดทำมาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance : PM) ของเครื่องจักร [3] จากนั้นทำการวิเคราะห์สภาพปัญหาและแนวทางแก้ไขอย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อปรับปรุงเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน โดยเพิ่มค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง (MTBF) และลดค่าค่าเฉลี่ยของการซ่อม (MTTR) และเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรให้สูงขึ้น [4]

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

การดำเนินการกิจกรรมซ่อมบำรุงตามกำหนดเวลาก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดชำรุดเสียหาย ป้องกันการหยุดของเครื่องจักรโดยเหตุฉุกเฉิน สามารถทำได้ด้วยการตรวจสภาพเครื่องจักร การทำความสะอาดและหล่อลื่นโดยถูกวิธี การปรับแต่งให้เครื่องจักรที่จุดทำงานตามคำแนะนำของคู่มือรวมทั้งการบำรุงและเปลี่ยนชิ้นอะไหล่ตามกำหนดเวลา เช่น การเปลี่ยนลูกปืน ถ่ายน้ำมันเครื่อง อัดจารบี เป็นต้น

การบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน (Preventive Maintenance : PM) เป็นการวางแผนโดยกำหนดระยะเวลาในการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่หรือการโอเวอร์ฮอลเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น โดยไม่ต้องหยุดการใช้งานแบบฉุกเฉิน สามารถทำการวางแผนการบำรุงรักษาและใช้งานสินทรัพย์ได้มากกว่าการบำรุงรักษาแบบแก้ไข ข้อสังเกต โดยทั่วไปไม่สามารถทราบล่วงหน้าและขาดข้อมูลที่จะประมาณอายุการใช้งานสินทรัพย์ เพิ่มความเสี่ยงต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นหลังงานบำรุงรักษา ทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผลของแผนการบำรุงรักษาตามคู่มือผู้ผลิต

2.2 การวัดประสิทธิผลการซ่อมบำรุง

การคำนวณเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (Mean Time Between Failures, MTBF)

$$MTBF = \frac{\text{เวลาที่เดินเครื่อง}}{\text{จำนวนครั้งที่เครื่องหยุดซ่อม}} \quad (1)$$

การคำนวณเวลาเฉลี่ยในการซ่อมบำรุง (Mean Time to Repair, MTTR)

$$MTTR = \frac{\text{เวลาที่หยุดซ่อม}}{\text{จำนวนครั้งที่เครื่องหยุดซ่อม}} \quad (2)$$

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วสันต์ จันทร์นวล และศุภรัชชัย วรรัตน์ [5] ได้ทำการลดอัตราชำรุดของเครื่องจักร กรณีศึกษางานซ่อมบำรุงในสายการผลิตเครื่องประดับและอัญมณี โดยมุ่งเน้นศึกษาวิธีบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงในอุตสาหกรรมการผลิตอัญมณีหรือเครื่องประดับที่เป็นชิ้นงานเครื่องเงินและเพื่อลดการชารุดของเครื่องจักรและเพิ่มค่าเวลาเฉลี่ยก่อนการชำรุดของเครื่องจักร (Mean Time Between Failure, MTBF) โดยมุ่งเน้นเครื่องจักรที่ส่งผลโดยตรงต่อกระบวนการผลิต

ระเบียบวิธีดำเนินงานวิจัยมีขั้นตอนดังนี้คือ รวบรวมข้อมูลเครื่องจักร โดยใช้แนวทางของ 7QC Tools และประยุกต์ใช้หลักการของระบบการซ่อมบำรุงแบบทวีผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance , TPM) รวมถึงมีการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้วิธีการแบบ Why Why Analysis เพื่อช่วยในการหาวิธีแก้ไขปัญหาของเครื่องจักร

ผลการศึกษาจากการคำนวณประสิทธิผลของเครื่องจักรในงานวิจัยนี้ได้ทำการวัดผลความพร้อมใช้ของเครื่องจักรจากวิธีการ MTBF และ MTTR ซึ่งผลจากการคำนวณพบว่าอัตราการชำรุดของเครื่องจักรน้อยลงมีค่า MTBF โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 87 นาที เมื่อคำนวณเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้น 142.4%, MTTR โดยเฉลี่ยลดลง 21 นาที, มีค่าความพร้อมใช้งานจากเดิมก่อนปรับปรุง 68.9% และหลังปรับปรุง 84% เพิ่มขึ้น 15.1% เมื่อเทียบกับค่าความพร้อมใช้งานปี 2560 มีอัตราเพิ่มขึ้น 121.9% และพบว่าอัตราการชำรุดเครื่องจักรลดลง 0.00155 ครั้งต่อนาที

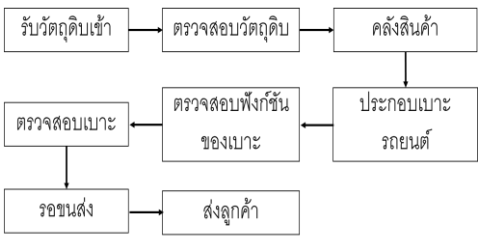
วิศรุต สุวรรณไตรย์ และนุชสรา เกรียงกรกฎ [6] การพัฒนาระบบการซ่อมบำรุงของโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์ทางการแพทย์ในจังหวัดฉะเชิงเทรา งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบการซ่อมบำรุงของโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์ทางการแพทย์ในจังหวัดฉะเชิงเทรา จากการศึกษาพบว่า เวลาซ่อมเครื่องจักรจากการชำรุดกะทันหันในหน่วยงานเป้าของแผนกพลาสติกใช้เวลานานส่งผลกระทบต่อการผลิต นอกจากนี้ยังไม่มีการจัดการควบคุมอะไหล่สำรองทำให้เกิดการรอคอยอะไหล่ในการซ่อมเครื่องจักร และไม่มีแผนงานการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน โดยให้ทำการปรับปรุงและพัฒนาระบบการซ่อมบารุงเครื่องจักรในหน่วยงานเป้าของแผนกพลาสติก จำนวน 5 เครื่อง ได้แก่เครื่อง PB3000/2A, PB3000/1, PB1000/2A, PB1000/2B และ PB1000/1 ตามลำดับ นำหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อคำนวณเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง และคำนวณเวลาเฉลี่ยในการซ่อมบำรุง สำหรับวางแผนการเปลี่ยนอะไหล่ก่อนการเกิดเหตุขัดข้อง เพื่อให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ผลการวิจัยพบว่า ค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้องเพิ่มขึ้นจาก 1,483.92 ชั่วโมง เป็น 2,522.16 ชั่วโมง และระยะเวลาเฉลี่ย ในการซ่อมบำรุงลดลงจาก 26.63 ชั่วโมง เป็น 0 ชั่วโมง และเวลาในการซ่อมเครื่องเป่าขวดพลาสติกลดลงจาก 411.67 ชั่วโมง เป็น 61.33 ชั่วโมง โดยสามารถเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรจากเดิมร้อยละ 66.52 เป็น 82.46

เกษม รุ่งเรือง (2552) [7] การวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรในอุตสาหกรรมรีเลย์ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันในอุตสาหกรรมรีเลย์ที่ผลิตในประเทศไทย จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าโรงงานตัวอย่างยังไม่มีระบบการจัดการการซ่อมบำรุงโดยจะทำการซ่อมบำรุงรักษาก็ต่อเมื่อมีเครื่องจักรหยุดทำงานในหน้างานเท่านั้น และได้เสนอระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และนำระบบไปปฏิบัติเปรียบเทียบผลก่อนการดำเนินการ และหลังดำเนินการพบว่า ค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้องเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยเป็น 215.42 เปอร์เซ็นต์จากเดิม ค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมบำรุงลดลงโดยเฉลี่ยเป็น 73.91 เปอร์เซ็นต์จากเดิม ค่าความพร้อมใช้ของเครื่อง 18.67 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการชำรุดลดลง 35.89 เปอร์เซ็นต์

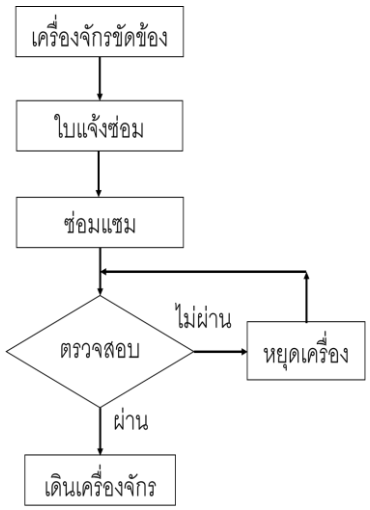
3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กระบวนการทำงานของเครื่องจักรตัวอย่าง

การศึกษาวิธีการดำเนินงานกระบวนการผลิตเบาะในบริษัทที่ใช้เป็นกรณีศึกษา และศึกษาขั้นตอนการทำงานตั้งแต่รับวัตถุดิบจนถึงผลิตชิ้นงานเสร็จ เพื่อความเข้าใจก่อนทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่ทำให้เกิดปัญหา [8] ตามขั้นตอนกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 1 และ Flow Chart กระบวนการซ่อมบำรุงก่อนปรับปรุง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 ขั้นตอนกระบวนการผลิตเบาะรถยนต์



รูปที่ 2 ขั้นตอนกระบวนการซ่อมบำรุงก่อนปรับปรุง

การประกอบเบาะจะใช้เครื่องประกอบเบาะรถยนต์ (Car Seat) ซึ่งทำหน้าที่ประกอบโครงเหล็กของเบาะตัวพนักพิงเข้ากับแผ่นโฟม โดยการขันโบลต์ด้วยเครื่อง M/C FR4P00 เพื่อตั้งค่าการขันอัตโนมัติ เป็นของบริษัท THAI TECHNOLOGY AND SOLUTIONS จำกัด ได้ออกแบบและผลิตเครื่องจักร M/C FR4P00 SAB Assembly Fixture RH1 ให้ทำงานได้ 2 ระบบ คือ ระบบ อัตโนมัติ และระบบธรรมดา ในการทำงานของเครื่องจักร M/C FR4P00 SAB Assembly Fixture RH1 นั้นจะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V เป็นแหล่งจ่ายพลังงานทั้งหมดภายในเครื่องและจะมีไฟฟ้ากระแสตรง 24 V เป็นแหล่งจ่ายให้กับระบบควบคุมภายในเครื่องจักร M/C FR4P00 SAB Assembly Fixture RH1 ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 เครื่องจักร M/C FR4P00 SAB Assembly Fixture RH1

3.2 สภาพปัจจุบันการทำกิจกรรมการบำรุงรักษา

จากการศึกษาข้อมูลสามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการเกิดเวลาสูญเสียการผลิตของเครื่องจักรและสาเหตุของการเกิดความเสียหายของเครื่องจักรโดยใช้แผนภูมิก้างปลา และข้อมูลการหยุดทำงานของเครื่องจักร ผู้วิจัยได้พัฒนาเฉพาะการหยุดทำงานของเครื่องจักรกรณีที่เครื่องจักรเกิดการเสียหายเท่านั้น ประวัติการซ่อมเครื่องจักรก่อนการใช้ระบบการบำรุงรักษาแบบตามสภาพสำรวจปัญหาของโรงงานก่อนการทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันประกอบไปด้วยข้อมูลจำนวนครั้งในการเกิดความเสียหายของเครื่องจักร เวลาที่ต้องสูญเสียเนื่องจากเกิดการขัดข้องและเสียหายของเครื่องจักรในระหว่างการผลิต (Breakdown Time) ค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการชำรุดเสียหาย (MTBF) และอัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม–กันยายน พ.ศ. 2560

จากกรณีศึกษาโรงงานผลิตเบาะรถยนต์ระหว่างเดือนกรกฎาคม – กันยายน 2560 พบว่า ที่กระบวนการผลิตเบาะรถยนต์มีปัญหาของค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (M/C FR4P00 SAB Assembly Fixture RH1) นั้นค่อนข้างต่ำกว่าเป้าหมายโดยที่เป้าหมายของบริษัทนั้นเฉลี่ยอยู่ที่ 96.98% ต่อเดือน แต่ปัจจุบันค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (M/C FR4P00 SAB Assembly Fixture RH1) อยู่ที่ 87.86% ต่อเดือน เพราะเกิดจากการขัดข้องของเครื่องจักรบ่อยครั้ง

ตารางที่ 1 Check Sheet การเก็บข้อมูลพื้นฐาน

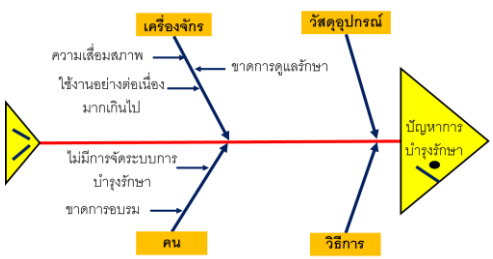
หัวข้อ	การตรวจสอบ	การตรวจเช็คประจำสัปาห์				
ตรวจเช็คโซ่และจุดต่อ	ปกติ/ไม่ชำรุด	จ	อ	พ	พฤ	ศ
Main drive moter & gear box เสียงไม่ดัง	เสียงไม่ดัง	✓	✓	✓	✓	✓
อุปกรณ์ไฟฟ้าหน้าตู้ Controller & Tower light sys	ปกติ/ไม่ชำรุด	✓	✓	✓	✓	✓
ทำความสะอาดตู้ควบคุมและพัดลมระบายอากาศ	สะอาด	✓	✓	✓	✓	✓
ตรวจสอบความแน่นของ Terminal	แน่นทุกตัว	✓	✓	✓	✓	✓
เปลี่ยนแบตเตอรี่สำรอง PLC	-	✓	✓	✓	✓	✓
ตรวจเช็คจุดต่อเกลียวต่างๆ และเปลี่ยนตัวที่รั่วหรือชำรุด	ปกติ/ไม่ชำรุด	✓	✓	✓	✓	✓
เปลี่ยนท่ออากาศ	-	✓	✓	✓	✓	✓
ทำความสะอาด Conveyor beam	สะอาด	✓	✓	✓	✓	✓
ปรับตั้งโช้คอัพ	ปกติ	✓	✓	✓	✓	✓

จากตารางที่ 1 แสดงกิจกรรมการบำรุงรักษาแผนการปฏิบัติงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่จะเป็นการระบุรายละเอียดของการปฏิบัติงานทั้งหมดโดยแบ่งงานของเครื่องจักรทุกประเภทกิจกรรมการบำรุงรักษาในแต่ละประเภทงานแบ่งออกเป็นการทำความสะอาดการทำงานของเครื่องจักรปกติ ตรวจสภาพ และการปรับแต่งและเปลี่ยนชิ้นส่วนซึ่งมีอยู่ 10 กิจกรรมที่จะต้องปฏิบัติซึ่งในแต่ละกิจกรรมนั้นก็จะมีหลักการปฏิบัติเพื่อบำรุงรักษาเครื่องจักรในเบื้องต้นที่สามารถที่จะนำไปสู่การซ่อมบำรุงได้ทันเวลา ก่อนที่เครื่องจักรจะชำรุดมากกว่าเดิม โดยพนักงานที่ประจำเครื่องจะรู้ว่าเครื่องจักรอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์และชำรุดสามารถแจ้งช่างซ่อมบำรุงมาซ่อมได้

ตารางที่ 2 Why Why Analysis ของเครื่องจักร

NO	ปัญหา/อาการ			มาตรการป้องกัน
	ทำไม	ทำไม	ทำไม	
1	อุปกรณ์ควบคุมไม่ทำงาน	ปุ่มกดค้างและชำรุด	ทำการซ่อมแซมและเปลี่ยนใหม่	ตรวจเช็คสวิตช์ลูกเฉิน และปุ่มกดทุกตัว
2	อุปกรณ์ล็อกชิ้นงานมีปัญหา	ตัวล็อกชิ้นงานหลุด	ทำการซ่อมแซมและต่อเข้าใหม่	เช็คสภาพความแน่นของ Bolt Nuts และ Pin
3	สายลมและกระบอกสูบมีปัญหา	แรงลมต่ำ	ทำการตรวจเช็คใหม่	ตรวจเช็คอุปกรณ์ลม สายลม และกระบอกสูบว่าชำรุดหรือผิดปกติ
4	เครื่องใส่ Bolt ประกอบชิ้นงานมีปัญหา	เครื่องขัน Bolt ไม่ทำงาน	ทำการตรวจเช็คและซ่อมแซม	ตรวจเช็คตัวขัน Bolt ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน
5	ตัวสแกนบาร์โค้ดมีปัญหา	สายเซ็นเซอร์ขาด	ทำการเปลี่ยนใหม่	ตรวจเช็คการทำงานของโซลินอยด์วาล์วทุกตัว

จากตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ Why Why Analysis [8] จะเป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยหากเราสามารถค้นพบสาเหตุและปัญหาเดิมเกิดบ่อยครั้ง แสดงว่าการวิเคราะห์ของเรานั้นมาผิดทางหรืออาจมีบางสาเหตุตกหล่นไปอาจจะต้องทำการวิเคราะห์ใหม่ เครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงมากการวิเคราะห์ มีความเข้าใจ และมีความชำนาญรวมถึงความรู้ด้านวิศวกรรมถูกใช้เป็นเครื่องมือหลักในการวิเคราะห์ปัญหา และพบว่าส่วนใหญ่การใช้หลักการ Why Why Analysis นั้นเป็นเพียงแต่ปัญหาเดิมยังคงเกิดซ้ำบ่อยครั้ง อาศัยเพียงการตรวจสอบความถี่ขึ้นซึ่งก่อให้เกิดความสูญเปล่าตามมา การทำให้ปัญหานั้นหมดไปจึงจำเป็นจะต้องประยุกต์หลักการอื่นๆ เข้ามาประกอบเพิ่มเติม



รูปที่ 4 การวิเคราะห์จากแผนภูมิด้วยก้างปลา

จากการวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิก้างปลา [11] ในรูปที่ 4 พบว่า เครื่องจักรมีปัญหาที่สำคัญจากปัจจัยของความเสื่อม สภาพของอุปกรณ์ การใช้งานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา นาน และขาดการดูแลรักษา พนักงานขาดการอบรม ไม่มีการจัดระบบการบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง และโรงงานกรณีศึกษายังไม่มีการจัดประเภทของอะไหล่เป็นระเบียบ ไม่ทราบปริมาณของอะไหล่ที่เหลืออยู่ จึงทำให้เครื่องจักรเสียหายบ่อยครั้ง [12]

3.3 กำหนดแผนการบำรุงรักษา [10]

จากสภาพของปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิตของสายงานการซ่อมบำรุงของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบการผลิตของโรงงานจากต้นเหตุของปัญหาที่ได้กล่าวไปแล้ว สามารถสรุปปัญหาได้ว่าขาดการวางแผนการจัดการด้านการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมมารองรับจึงทำให้เครื่องจักรในสายการผลิตไม่อยู่ในสภาพที่สามารถทำงานที่ประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นจึงวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรโดยจะประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

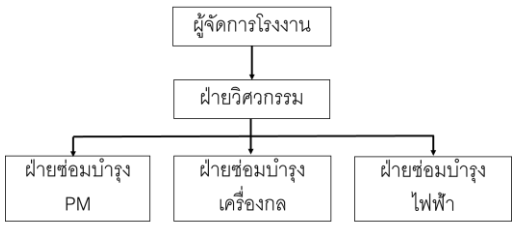
3.4 การจัดเตรียมโครงสร้างของระบบงาน

ฝ่ายวิศวกรรมมีหน้าที่หลักการวางแผนควบคุมและปฏิบัติงานทางด้านการซ่อมบำรุงโดยตรง [9] ทั้งในด้านการซ่อมบำรุงตามกำหนดการ และฉุกเฉินการตรวจสอบสภาพเครื่องจักร นอกจากนี้ยังรวมถึงการออกแบบ และเลือกวัสดุที่ง่ายต่อการซ่อมบำรุง ซึ่งสามารถแสดงการกำหนดลักษณะงาน (Job Description) ของแต่ละบุคคล ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเตรียมการเพื่อการสร้างระบบปฏิบัติงานขึ้นมาประกอบด้วยงานหลักคือ

1. การจัดรูปองค์กรการซ่อมบำรุง เป็นงานที่มีความสำคัญอันดับแรก เพื่อให้เกิดหน่วยงานขึ้นมา

รองรับระบบการซ่อมบำรุง ถึงแม้ว่าสภาพการณ์ที่เป็นอยู่จะมีการจัดสรรบุคลากรมาปฏิบัติงานอยู่แล้ว แต่ในเชิงการจัดการแล้วยังไม่มีการจัดตั้งระบบองค์กรที่ชัดเจนในด้านการควบคุมการรายงานที่เป็นแบบแผนชัดเจน และเพื่อเป็นการให้ความสำคัญงานด้านการซ่อมบำรุง หน่วยงานที่ตั้งขึ้นเพื่อรับผิดชอบงานทางด้านนี้จึงควรมีฐานะเป็นหน่วยงานระดับฝ่าย มีหัวหน้าฝ่ายรายงานตรงต่อผู้จัดการโรงงาน โดยฝ่ายวิศวกรรมนี้จะแบ่งออกเป็น 3 แผนก คือ แผนกวางแผนซ่อมบำรุง (Planned Maintenance) รับผิดชอบงานด้านการจัดทำและปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จัดทำตารางการตรวจสอบสภาพเครื่องจักร จัดทำข้อมูลประวัติเครื่องจักรและควบคุมระบบคลังพัสดุอะไหล่ของฝ่ายซ่อมบำรุง แผนกซ่อมบำรุงเครื่องกล รับผิดชอบทางด้านการปฏิบัติการตรวจสภาพเครื่องจักรการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเครื่องกล และแผนกซ่อมบำรุงไฟฟ้า รับผิดชอบทางด้านการปฏิบัติการตรวจสภาพเครื่องจักรการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงไฟฟ้า [8] ดังรูปที่ 5

2. การควบคุมการบำรุงรักษาการจัดระบบเอกสารที่ใช้ในการบำรุงรักษา



รูปที่ 5 การจัดรูปองค์กรทางด้านการซ่อมบำรุง

จากตารางที่ 3 แสดงกิจกรรมการบำรุงรักษา แผนการปฏิบัติงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นการระบุรายละเอียดของการปฏิบัติงานทั้งหมด โดยแบ่งงานของเครื่องจักรเป็นประเภทกิจกรรมการบำรุงรักษา ในแต่ละประเภทงานแบ่งออกเป็นการทำความสะอาด การหล่อลื่น ตรวจสภาพ การปรับแต่ง และเปลี่ยนชิ้นส่วน ซึ่งมีอยู่ 9 กิจกรรม ที่จะต้องปฏิบัติ ซึ่งในแต่ละกิจกรรมนั้นก็จะมีหลักการปฏิบัติเพื่อบำรุงรักษาเครื่องจักรในเบื้องต้น ที่สามารถนำไปสู่การซ่อมบำรุงได้ทันเวลาก่อนที่เครื่องจักรจะชำรุดมากกว่าเดิม กล่าวคือ พนักงานที่ประจำเครื่องจะรู้ว่าเครื่องจักรอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์หรือชำรุดสามารถแจ้งช่างซ่อมบำรุงมาซ่อมได้ [10]

ตารางที่ 3 กิจกรรมการบำรุงรักษา

หัวข้อกิจกรรม	กิจกรรม		ตัวย่อ
การทำความสะอาด	การทำความสะอาด	Cleaning	C
การหล่อลื่น	การเติมสารหล่อลื่น/น้ำมัน	Lubricanat Fill-Up	Lf
	การเปลี่ยนสารหล่อลื่น/น้ำมัน	Lubricanat Replacement	Lr
การตรวจสภาพ	การตรวจสภาพ	Inspection	I
	การตรวจสอบหน้าที่การทำงาน	Function Check	F
การปรับแต่งและเปลี่ยนชิ้นส่วน	การปรับแต่งชิ้นส่วนอุปกรณ์	Adjustment	A
	การซ่อมแซมชิ้นส่วนอุปกรณ์	Repair	R
	การเปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์	Replacement	Re
	การปรับปรุงเครื่องใหม่ทั้งระบบ	Overhaul	O

ตารางที่ 4 กิจกรรมและความถี่ในการบำรุงรักษา

ลำดับที่	รายการชิ้นส่วน/	ความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้น	วิธีการปฏิบัติงาน	กิจกรรมการบำรุงรักษา	ความถี่
1	FR 4P400 SAB Fixture RH1	อุปกรณ์ควบคุมไม่ทำงาน	ตรวจเช็คสวิตช์ดูดเงิน	F,I	D
		อุปกรณ์ล็อกชิ้นงานมีปัญหา	เช็คสภาพความแน่นของ Bolt Nuts และ Pin	I,Lf,R,Re	D
		สายลมและกระบอกสูบมีปัญหา	ตรวจเช็คอุปกรณ์ลม สายลมและกระบอกสูบ ว่ามีการชำรุดหรือผิดปกติ	I,F	D
		เครื่องใส่ Bolt ประกอบชิ้นงานมีปัญหา	ตรวจเช็คตัวจับ Bolt ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน	I,R,A	W
		ตัวสแกนบาร์โค้ดมีปัญหา	ตรวจเช็คไฟสำรอง PLC	I,F,O	W
		เซ็นเซอร์เช็คตำแหน่งของตัวจับ Bolt มีปัญหา	ตรวจเช็คการทำงานของโซลินอยด์วาล์วทุกตัว	I,F,A	D
		สวิตช์เท้ามีปัญหา	ตรวจเช็คระบบวงจรไฟฟ้า	I,A,R	W

C: การทำความสะอาด A: การปรับแต่งชิ้นส่วนอุปกรณ์ I: การตรวจสภาพ D: ประจำวัน
Lf: การเติมสารหล่อลื่น R: การซ่อมแซมชิ้นส่วนอุปกรณ์ F: ตรวจสอบหน้าที่การทำงาน W: ประจำสัปดาห์
Lr: การเปลี่ยนสารหล่อลื่น Re: การเปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์ O: ปรับปรุงเครื่องใหม่ทั้งระบบ M: ประจำเดือน

จากตารางที่ 4 แสดงกิจกรรมและความถี่ในการบำรุงรักษา เป็นการสร้างโปรแกรมการปฏิบัติงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จะใช้รายละเอียดจากประวัติเครื่องจักรซึ่งสามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงานหรือเกิดเหตุขัดข้องต่างๆ รายละเอียดวัสดุที่ใช้จากเอกสารการตรวจสภาพเครื่องจักรและใบสั่งงานซ่อม นอกจากนี้แล้วจำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์จากช่างประจำเครื่องจักร คู่มือการใช้เครื่องจักรรวมทั้งข้อควรระวังของเครื่องจักรที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยหลักในการสร้างโปรแกรมการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันมีดังนี้ 1. กำหนดจุดที่จะตรวจเช็คให้ชิ้นส่วนเครื่องจักรอุปกรณ์ทั้งหมดได้รับ 2. กำหนดความถี่ของการตรวจสอบโดยการนำข้อมูลในอดีตมาเป็นตัวกำหนด 3. การกำหนดช่วงเวลาการบำรุงรักษาจะยึดถือเวลาเดินเครื่องของโรงงาน ปริมาณผลผลิตที่ออกมาเป็นแนวทางในการกำหนด 4. ทำการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาในการบำรุงรักษาโดยจะยืดหยุ่นภายใต้ระบบการทำงานและเงื่อนไขสภาพแวดล้อมของโรงงานขั้นสุดท้ายจะทำการปฏิบัติตามแผน

ตารางที่ 5 แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร

แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรประจำเดือน						
รหัส	เครื่องจักร	ประจำเดือน/ปี : ….....				
		วันที่				
		1	8	15	22	29
RH 1	FR4P00 ASE Assembly RH1	M				
RH 1	FR4P00 ASE Assembly RH1		W		W	
RH 1	FR4P00 ASE Assembly RH1		W		W	
RH 1	FR4P00 ASE Assembly RH1			W		W
RH 1	FR4P00 ASE Assembly RH1			W		W
I: วันหยุด W: ประจำสัปดาห์ M: ประจำเดือน Y: ประจำปี						
ผู้จัดทำ..... (หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง PM) ผู้ตรวจสอบ ..... (หัวหน้าฝ่ายวิศวกรรม)						

จากตารางที่ 5 แสดงแผนการบำรุงรักษาในแต่ละเดือน ซึ่งผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่องต้องให้ช่างซ่อมบำรุงเข้าทำการบำรุงรักษาเครื่องจักร ตามวันและเวลาที่ถูกกำหนด เพื่อให้เครื่องจักรนั้นมีความพร้อมในการทำงานได้ตลอด ไม่เกิดการชำรุดเสียหายในระหว่างการทำงาน [8] และในการตรวจเช็คหรือซ่อมบำรุงแต่ละครั้งจะมีเอกสารให้กรอกรายละเอียดของงานดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การจัดทำเอกสารขึ้นใหม่ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

รหัสเครื่องจักร	วันที่บังคับใช้	เอกสารเลขที่	
ระเบียบปฏิบัติ (Procedure)	การบำรุงรักาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)	แก้ไขครั้งที่ :	
		หน้าที่	
ประวัติการเปลี่ยนแปลง			
แก้ไขครั้งที่ :	วัน/เดือน/ปี	หน้า	รายละเอียดการแก้ไข
ผู้ถือสำเสา			
อนุมัติโดย	ทบทวนโดย	จัดเตรียมโดย	วัน/เดือน/ปี

3.5 การจัดอบรมพนักงานและการปฏิบัติและจัดเก็บข้อมูล

การบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม เป็นการบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม เป็นการกำหนดเป้าหมายให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่มีประสิทธิภาพสูงสุด (การปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวม) ตามแผนที่กำหนดไว้ เป็นลักษณะของการสร้างระบบโดยมีเป้าหมายการสร้างความร่วมมือระหว่างทุกฝ่ายไม่ว่าจะเป็น ฝ่ายบริหาร ฝ่ายผลิตและฝ่ายซ่อมบำรุง จะมีการจัดให้พนักงานในทุกระดับมีส่วนร่วมและมีการบริการโดยก่อให้เกิดแรงจูงใจส่งเสริมกิจกรรมกลุ่มย่อยในการทำการป้องกันการบำรุงรักษา เป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญต่อการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและการรักษาสภาพการเดินเครื่องที่เหมาะสมก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดการขัดข้อง

โดยมีการจัดทำแผนงานตามช่วงเวลาเพื่อลดโอกาสการชำรุดให้เครื่องจักรมีค่าความน่าเชื่อถือที่สูงขึ้นดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การจัดอบรมความรู้แก่พนักงาน

จากการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแล้ว นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการเก็บข้อมูลเพื่อทำการรวบรวมปัญหาข้อบกพร่อง ที่พบจากกระบวนการสูญเสียของเครื่องจักร การวัดผล และคำนวณผลนั้นมาใส่ข้อมูลในตารางเพื่อทำการคิดเฉพาะการหยุดของเครื่องจักร กรณีที่เครื่องจักรเกิดการเสียหาย กรณีที่เกิดจากการหยุดเครื่องจักรเพื่อทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันจะทำการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงต่อไป

4. ผลการทดลองและอภิปรายผล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาของเครื่องจักรที่ขัดข้อง ในสายการผลิต Front 4P00 จากระบบการทำงานแบบเดิมก่อนการปรับปรุง ซึ่งใช้เวลาในการเก็บข้อมูล เดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน 2560 รวบรวมปัญหาเครื่องจักรขัดข้องที่เกิดขึ้น โดยเป็นการรวบรวมปัญหาเครื่องจักรขัดข้องและความเสียหายของเครื่องจักรที่พบในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน 2560 และจากตารางที่ 7 พบว่าปัญหาเรื่องเครื่องจักรขัดข้องถูกพบมากที่สุด

ตารางที่ 7 สถานะภาพการทำงานของเครื่องจักรก่อนการปรับปรุง

สถานะภาพการทำงาน	ปี 2560		
	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
เวลาเครื่องจักรทำงานการผลิต (นาที)	18,900	18,450	18,790
เวลาเครื่องจักรเสีย (นาที)	2,670	2,490	2,590
จำนวนครั้งที่เครื่องจักรหยุด (ครั้ง)	22	18	25
ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง MTBF (นาที/ครั้ง)	859	1,025	752
ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่เกิดการเสียหายจนใช้งานได้แต่ละครั้ง MTTR (นาที/ครั้ง)	121	138	104
ความพร้อมการใช้งานของเครื่องจักร % Machin Availability (ครั้ง)	87.62	88.1	87.88

ในเดือนกันยายนเป็นการรวบรวมปัญหาขัดข้องและความเสียหายของเครื่องจักร จากตารางที่ 7 พบว่าปัญญาเรื่องเครื่องจักรขัดข้องพบมากที่สุดถึง 25 ครั้ง เมื่อเปรียบเทียบค่า MTBF ของแต่ละเดือน และเดือนกันยายนมีค่า MTBF ต่ำที่สุดเท่ากับ 752 นาทีต่อครั้ง จากการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหา พบว่า มีการหยุดผลิตจากปัญหาเครื่องจักรขัดข้อง ของอุปกรณ์ชุดควบคุม ต้องทำตรวจเช็คสวิตช์หยุดฉุกเฉิน (Emergency Switch) ทุกตัว เมื่อเปรียบเทียบค่า MTTR ของแต่ละเดือน พบว่าเดือนสิงหาคมมีค่า MTTR สูงที่สุดเท่ากับ 138 นาทีต่อครั้ง ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหาพบว่ามีการหยุดผลิตจากปัญหาเครื่องจักรขัดข้องของเช็คสภาพความแน่นของ โบลต์นัต และลิ่ม และทำการเปลี่ยนใหม่ ในทำนองเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ความพร้อมการทำงานของเครื่องจักร (% Machine Availability) ของแต่ละเดือน

พบว่าเดือนกรกฎาคมมีค่าเปอร์เซ็นต์ความพร้อมการทำงานของเครื่องจักรต่ำที่สุดเท่ากับ 87.62% ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหาพบว่าต้องหยุดทำการผลิตจากปัญหาเครื่องจักร ตรวจเช็คอุปกรณ์ระบบลม สายลม และกระบอกสูบว่ามีการชำรุดหรือผิดปกติ

4.1 ผลการดำเนินงานหลังการปรับปรุง

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาของเครื่องจักรที่ขัดข้อง ในสายการผลิต Front 4P00 จากระบบการทำงานแบบเดิมก่อนที่จะทำการปรับปรุง ซึ่งใช้เวลาในการเก็บข้อมูลเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2560 สามารถรวบรวมปัญหาเครื่องจักรขัดข้องที่เกิดขึ้นดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สถานะภาพการทำงานของเครื่องจักรหลังการปรับปรุง

สถานะภาพการทำงาน	ปี 2560		
	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
เวลาเครื่องจักรทำงานการผลิต (นาที)	18,400	20,330	19,755
เวลาเครื่องจักรเสีย (นาที)	780	620	405
จำนวนครั้งที่เครื่องจักรหยุด (ครั้ง)	12	10	9
ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง MTBF (นาที/ครั้ง)	1,533	2,033	2,195
ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่เกิดการเสียหายจนใช้งานได้แต่ละครั้ง MTTR (นาที/ครั้ง)	65	62	45
ความพร้อมการใช้งานของเครื่องจักร % Machin Availability (ครั้ง)	95.93	97.04	97.99

จากตารางที่ 8 แสดงการรวบรวมปัญหาเครื่องจักรขัดข้องและความเสียหายของเครื่องจักรที่พบในเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2560 ซึ่งจากตารางเครื่องจักรขัดข้องมากที่สุดในเดือนตุลาคม จำนวน 12 ครั้ง เมื่อเปรียบเทียบค่า MTBF ของแต่ละเดือน พบว่าเดือนตุลาคมมีค่า MTBF ต่ำที่สุดเท่ากับ 1,533 นาทีต่อครั้ง ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหา พบว่ามีการหยุดผลิตจากปัญหาเครื่องจักรขัดข้องของอุปกรณ์ชุดควบคุม ต้องทำการตรวจเช็คสวิตช์หยุดฉุกเฉิน และปุ่มกดทุกตัว เมื่อเปรียบเทียบค่า MTTR ของแต่ละเดือน พบว่าเดือนตุลาคมมีค่า MTTR สูงที่สุดเท่ากับ 65 นาทีต่อครั้ง ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหา พบว่ามีการหยุดผลิตจากปัญหาเครื่องจักรขัดข้อง เช็คสภาพความแน่นของโบลต์และนัท หรือทำการเปลี่ยนใหม่ ในทำนองเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ความพร้อมการทำงานของเครื่องจักรของแต่ละเดือน พบว่าเดือนตุลาคมมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 95.93% ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหาพบว่าต้องหยุดทำการผลิตจากปัญหาเครื่องจักร ตรวจเช็คอุปกรณ์ลม สายลม และกระบอกสูบว่ามีการชำรุดหรือผิดปกติ

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบสถานะภาพการทำงานของเครื่องจักรก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

สถานะภาพการทำงาน	ปี 2560			ปี 2560		
	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
เวลาเครื่องจักรทำงานการผลิต (นาที)	18,900	18,450	18,790	18,400	20,330	19,755
เวลาเครื่องจักรเสีย (นาที)	2,670	2,490	2,590	780	620	405
จำนวนครั้งที่เครื่องจักรหยุด (ครั้ง)	22	18	25	12	10	9
ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง MTBF (นาที/ครั้ง)	859	1,025	752	1,533	2,033	2,195
ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่เกิดการเสียหายจนใช้งานได้แต่ละครั้ง MTTR (นาที/ครั้ง)	121	138	104	65	62	45
ความพร้อมการใช้งานของเครื่องจักร % Machin Availability (ครั้ง)	87.62	88.1	87.88	95.93	97.04	97.99

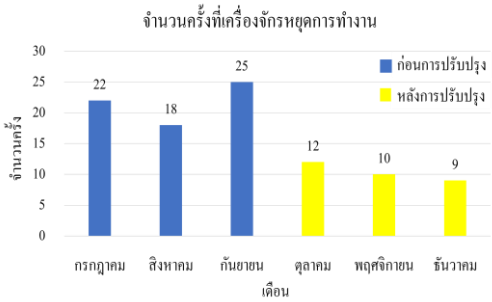
4.2 ผลการดำเนินงานก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

ข้อมูลจำนวนเครื่องจักรขัดข้องที่เกิดในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน 2560 (ก่อนปรับปรุง) พบว่ามีจำนวนเครื่องจักรขัดข้องเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในเดือนกรกฎาคม 22 ครั้ง เดือนสิงหาคม 18 ครั้ง และ

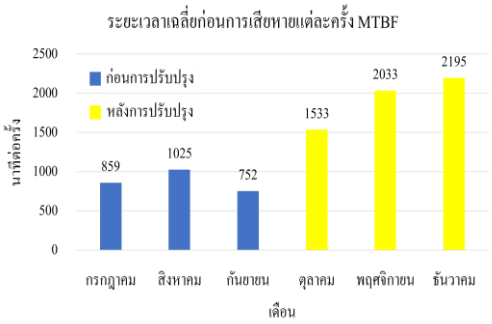
เดือนกันยายน 25 ครั้ง เนื่องจากเกิดปัญหาเครื่องจักรขัดข้องหลังจากทำการปรับปรุงทำให้พบปัญหาเครื่องจักรขัดข้องลดน้อยลงจากเดิม พบว่า ในเดือนตุลาคมเครื่องจักรขัดข้อง 12 ครั้ง เดือนพฤศจิกายน 10 ครั้ง และเดือนธันวาคม 9 ครั้ง ทำการเปรียบเทียบดังตารางที่ 9

4.3 วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

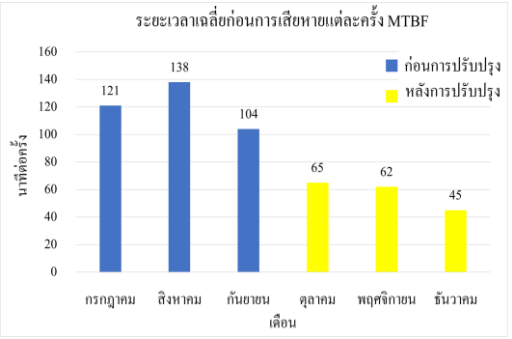
จากการบำรุงรักษามาปฏิบัติหลังจากที่ได้จัดทำมาตรฐานระบบเอกสารและสร้างแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการปรับปรุงแก้ไข ขั้นตอนต่อไปคือ การนำไปปฏิบัติใช้ซึ่งจะต้องเตรียมความพร้อมโดยการให้ความรู้และประชาสัมพันธ์ระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยหัวหน้าแผนกทำการฝึกอบรมพนักงานประจำเครื่อง และช่างบำรุงรักษาถึงขั้นตอนการทำงานการใช้เอกสาร และระบบการบำรุงรักษาอย่างละเอียดของเครื่องจักร เพื่อให้มีความเข้าใจเป็นมาตรฐานเดียวกัน และสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องโดยเริ่มจากการบำรุงรักษาประจำวัน โดยให้พนักงานปฏิบัติตามใบตรวจสอบเมื่อเริ่มปฏิบัติงานทุกครั้ง หลังจากนั้นจึงดำเนินการบำรุงรักษาเครื่องจักรตามรายสัปดาห์ รายเดือนตามกำหนดเวลาตามลำดับ โดยมีลำดับขั้นตอนทำการประชาสัมพันธ์และจัดให้มีการประชุมพนักงานที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง เพื่อทำการชี้แจงเกี่ยวกับแผนงานการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษา อธิบายถึงปัญหาการบำรุงรักษาที่เหมาะสม ต้องเป็นดำเนินการนำแผนงานบำรุงรักษาดังกล่าวไปใช้งานจริงกับเครื่องจักร และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลการดำเนินงานหลังทำการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา ในหัวข้อ จำนวนครั้งที่เสียหาย เวลาในการหยุดเครื่องจักร เวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม อัตราการพร้อมใช้งานซึ่งผลที่ได้ ดังรูปที่ 7-10



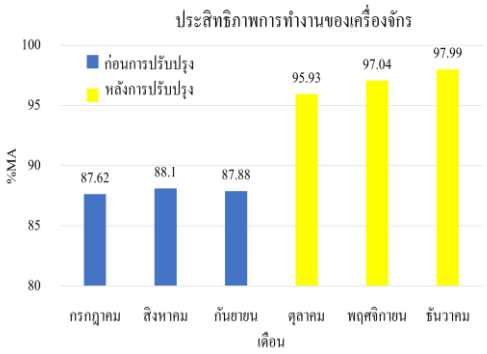
รูปที่ 7 เปรียบเทียบก่อนและหลังจำนวนครั้งที่เครื่องจักรหยุดการทำงาน



รูปที่ 8 ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง MTBF ของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง

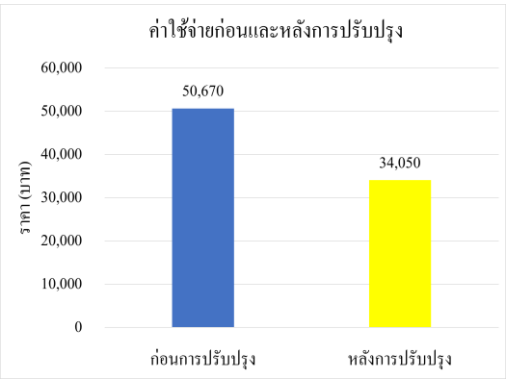


รูปที่ 9 ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่เกิดการเสียจนใช้งานได้แต่ละครั้ง MTTR ของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง



รูปที่ 10 ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง

จากรูปที่ 7-10 ผลการเก็บข้อมูลของเครื่องจักรขัดข้อง ปี 2560 ทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง การบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่นามาใช้กับเครื่องจักรที่เป็นตัววัดผลในเชิงปริมาณ ในการเปรียบเทียบการดำเนินงานให้ค่าเปรียบเทียบสำหรับช่วงเวลาก่อนและหลังการดำเนินการ พบว่า ที่ผ่านมาเครื่องจักรยังไม่มีการวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันอย่างเป็นรูปธรรม มีเพียงการทำความสะอาด การหล่อลื่น และการตรวจเช็คสภาพเป็นครั้งคราว ทำให้เครื่องจักรเกิดการขัดข้องบ่อยหรือใช้เวลานานในการซ่อมแต่ละครั้ง ดังนั้น เพื่อให้เครื่องจักรมีสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ จึงได้กำหนดแนวทางในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับเครื่องจักรเพื่อเน้นไปที่การป้องกันการขัดข้องของเครื่องจักรด้วยปัญหาเดิม และลดเวลาในการซ่อมแต่ละครั้งทำให้เครื่องจักรทำการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ค่าใช้จ่ายก่อนและหลังการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เห็นได้ว่าหลังการปรับปรุงมีค่าใช้จ่ายที่ลดลง 32.8% เนื่องจากมุ่งเน้นการบำรุงรักษาอย่างมีระบบแบบแผน ต้องซ่อมหรือเปลี่ยนอะไหล่ตามระยะเวลาที่กำหนด และต้องบริหารจัดการอย่างรอบคอบ กรณีเครื่องจักรเกิดชำรุดหรือเสียหายและมีการซ่อมบำรุงเครื่องจักรน้อยลง และปัญหาของชิ้นส่วนเครื่องจักรเสียหายก็ลดลงตามไปด้วยโดย การคำนวณค่าใช้จ่ายก่อนและหลังการปรังปรุง ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายก่อนและหลังการปรับปรุง

5. สรุปผล

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันนำมาทดสอบใช้กับเครื่องจักรประกอบเบาะรถยนต์ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้ดัชนีต่างๆ เป็นตัววัดผลในเชิงปริมาณในการเปรียบเทียบการดำเนินงาน โดยดัชนีได้ให้ค่าเปรียบเทียบสำหรับช่วงเวลาก่อนและหลังการดำเนินงาน โดยมีค่าความพร้อมการใช้งานเครื่องจักร (Machine Availability) เพิ่มจาก 87.86% ต่อเดือน เป็น 96.98% ต่อเดือน ค่าเวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม (Mean Time to Repair: MTTR) ลดลง 121 ชั่วโมงต่อเดือน เป็น 57 ชั่วโมงต่อเดือน ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (Mean Time Between Failures: MTBF) ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 878.6 ชั่วโมงต่อเดือน เป็น 1,920 ชั่วโมงต่อเดือน มูลค่าการสูญเสียรวมค่าเฉลี่ยลดลงจาก 50,670 บาทต่อเดือน เป็น 34,050 บาทต่อเดือน หรือลดลง 32.8% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสามารถนำมาใช้กับระบบการซ่อมบำรุงของเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ทางผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท แอเดียนท์ (ประเทศไทย) จำกัด ผู้ผลิตเบาะรถยนต์ ที่ให้ความอนุเคราะห์นางสาวคุณศิรินภา อุทาวงศ์ เก็บรวมข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ช่วยสนับสนุนงบประมาณการเผยแพร่ผลงานวิจัยไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Witthaya Inthornphairot, Pairote Duangnakhon and Pattama Pornthoru. Understand the Concept of Productivity Increase, Industrial Technology Review, pp. 278. 2016 (in Thai).

[2] Kosol deeseentam, Credibility engineering for maintenance work Electrical techniques Mechanical Industry 28, pp. 102-109. 2011 (in Thai).

[3] Atiwat Kiratiamonlak. The Setting of Preventive Maintenance System for Improving the Efficiency of Blow Moulding Machinery of Plastic Gallon and Plastic Bottle. *The 7th National Conference on Technical Education,* Thailand, 6-7 Nov 2014 (in Thai).

[4] Modern Manufacturing, How to Reduce Downtime E-Book, 12 May 2017.

[5] Suparachai Worarat and Suparachai Worarat. Reducing the defective rate of machinery Case studies of in-line maintenance work Manufacturing of jewelry and gems. *Journal of Graduate Studies Dhurakij Pundit University 8*, 1 pp. 1476- 1491. Aug-Nov 2019 (in Thai).

[6] Wissarut Suwannatrai and Nuchsara Kriengkorakot. Development of a maintenance system for a medical packaging factory in Chachoengsao province. *Academic Journal Engineering*, PSU, Year 7, Issue 2, pp. 23-33, July - December 2014 (in Thai).

[7] Kasem rungruang and Suparachai Worarat, Planning for preventive maintenance of machinery in relay industry, Thailand, Dhurakij Pundit University, 2009 (in Thai).

[8] Nattakron Wisedsirikul, Yongyuth Lovanit and Weerasak Wongchan, “Plan total productive maintenace case each of Packsys Global (Thailand) Ltd,” Department of Industrial Management Technology Burapha University., 2011 (in Thai).

[9] Jardaine, Andrew K.S, and Albert H.C. Tsang, Maintenance Replacement and Reliability Theory and Application, Boca Raton Florida: Taylor & Francis Group, 2006.

[10] Danuphon Nana, “Reliability Centered Maintenance : a Case Study of Spray Dried Food Factory,” Department of Industrial Engineering and Management Silpakorn University, 2016 (in Thai).

[11] Adisorn Saengchai, “Quality Improvement of the Counter Weight Production Process Case Study : Steeler Steel Works Co., Ltd,” Faculty of Business Administration Rajamangala University of Technology Thanyaburi, 2012 (in Thai).

[12] G.A. Klutke; P.C. Kiessler; M.A. Wortman, A critical look at the bathtub curve. IEEE

Transactions on Reliability. vol. 52 no.1, pp. 125–129, March 2003.

ประวัติผู้ประพันธ์ :

บัณฑิต อินทรีย์มีศักดิ์

- อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตยานยนต์ คณะวิศวกรรม-ศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
- งานวิจัยที่สนใจ แปลรูปชีวมวล
- ออกแบบเครื่องจักรการเกษตร





ภูมิ จาตุนิตานนท์

- อาจารย์สาขาวิศวกรรมการผลิตยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
- งานวิจัยที่สนใจ: การควบคุมระบบอัตโนมัติ



วรวุฒิ กังหัน

- อาจารย์สาขาวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์และทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
- งานวิจัยที่สนใจ: การควบคุมระบบอัตโนมัติ

สภาวะที่เหมาะสมของการตัดเหล็กกล้า P20 แนวเอียงด้วยลวดไฟฟ้า

Optimization on P20-steel Taper Cutting with Wire Electrical Discharged Machine

มานิตย์ ธิมาทา

Manit Timata

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

19/1 ถนนเพชรเกษม แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม กรุงเทพ 10160 ประเทศไทย

manitt@sau.ac.th

วันที่รับบทความ: 17 มีนาคม 2564 / วันที่แก้ไขบทความ: 17 มิถุนายน 2564 / วันที่ตอบรับการตีพิมพ์: 26 มิถุนายน 2564

บทคัดย่อ ปัจจุบันคุณภาพของชิ้นงานจากกระบวนการตัดเฉือนในอุตสาหกรรมการผลิตแม่พิมพ์ชนิดต่างๆ ด้วยเหล็กกล้า P20 มีความสำคัญอย่างมาก โดยเฉพาะคุณภาพผิวหลังการตัดเฉือนและกระบวนการตัดเฉือนด้วยลวดไฟฟ้า (WEDM) วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการตัดเหล็กกล้า P20 แนวเอียงด้วยลวดไฟฟ้า เพื่อค้นหาสภาวะที่เหมาะสมด้วยหลักการเชิงสถิติประยุกต์ โดยมีพารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ มุมเอียงในการตัดชิ้นงาน เวลาปิดกระแสไฟฟ้า และเวลาการหยุดสปาร์ค ผลตอบสนองสำหรับการวิเคราะห์เชิงสถิติด้วยเทคนิคการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล คือ ค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (Ra) พบว่า สภาวะที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ในการตัดเฉือนเหล็กกล้า P20 ด้วยลวดไฟฟ้า คือ เวลาปิดกระแสไฟฟ้า 14 μs เวลาการหยุด สปาร์ค 50 μs และแนวเอียงช่วงมุม 10 องศา

คำสำคัญ **:** การตัดเฉือนด้วยลวดไฟฟ้า (WEDM), เหล็กกล้า P20, ค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (Ra), การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล

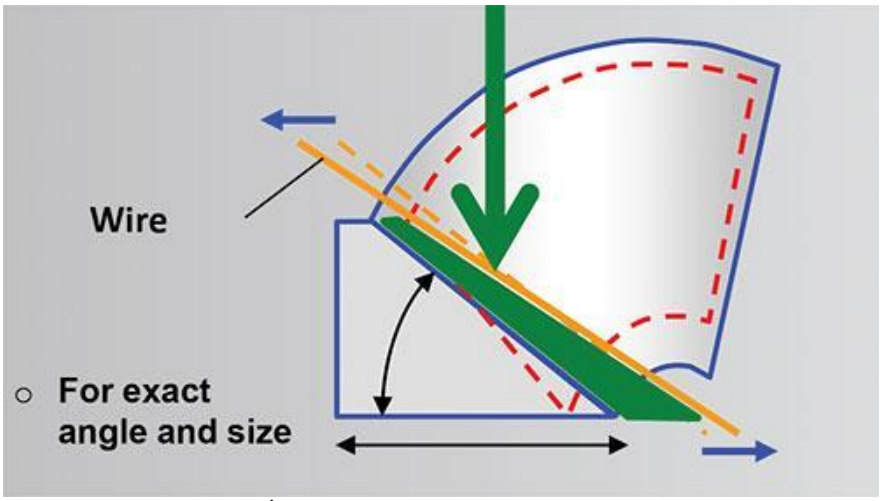
Abstract Currently, the P20 steel machining quality of molding industrial is importance very much such as finished surface passed WEDM machining. This objective of research was to study the optimization of P20-steel taper cutting with WEDM by statistical applicability methodology. The parameters were taper angle, pulse-off time and arc-off time. The response value of statistical analysis was surface roughness average (Ra). Summary, the research optimization of P20-steel taper cutting with WEDM were the arc-off time of 14 μs, pulse-off time of 50 μs and taper angle of 10.

Keywords**:** Wire Electrical Discharged Machine (WEDM), P20-steel, Surface Roughness Average (Ra), Factorial Experiment.

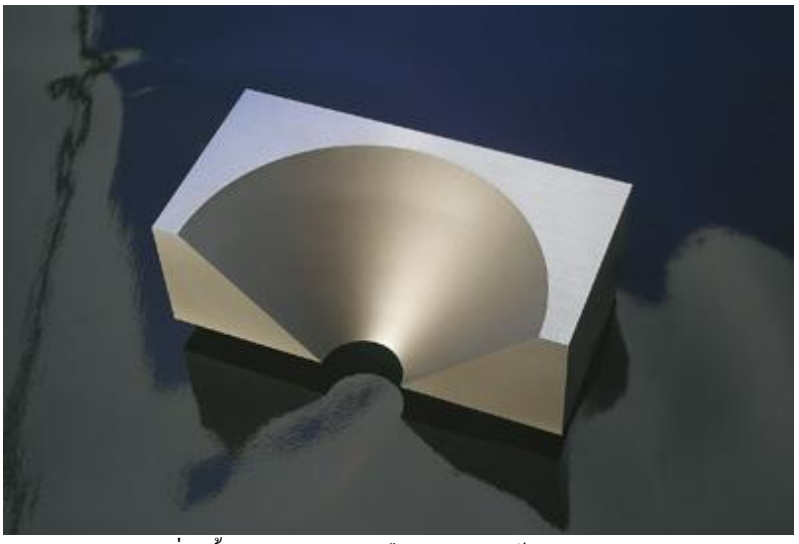
1. บทนำ

คุณภาพความเรียบผิวของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ (Mold parts) จากกระบวนการตัดเฉือนของอุตสาหกรรมการผลิตแม่พิมพ์ถือเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งกระบวนการตัดเฉือนด้วยลวดไฟฟ้า (Wire Electrical Discharge Machining: WEDM) ถือเป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการผลิตแม่พิมพ์ โดยการตัดเฉือนด้วย WEDM ใช้หลักการสปาร์ค (Spark) ทางไฟฟ้าภายใต้ของเหลวประเภทไม่เป็นสื่อนำทางไฟฟ้า (Dielectric) ด้วยการเพิ่มอุณหภูมิขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ผิวชิ้นงานเกิดการหลอมตัว และการสลายตัวของกลุ่ม พลาสม่า (Plasma) เกิดขึ้นเหนือชิ้นงานที่หลอมตัว ทำให้เกิดคลื่นกระตุกเป็นช่วง (Shock Wave) ส่งผลให้เกิดการเอาเนื้อวัสดุออก และการพัดพาเอาผงวัสดุบริเวณผิวหน้าชิ้นงานออก ภายหลังจากนั้นทำการจ่ายประจุไฟฟ้าให้กับเส้นลวดเป็นตัวตัดเฉือนชิ้นงานให้เกิดรูปร่างตามคำสั่งโปรแกรมซีเอ็นซี (Computer Numerical Control: CNC) ซึ่งคุณภาพเกี่ยวกับความเรียบผิวของชิ้นงานที่เกิดขึ้นจากการตัดเฉือนในแนวเอียง (Taper Cutting) ที่ได้จากกระบวนการ WEDM นั้น จะขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ของเครื่องจักร WEDM เป็นหลัก [1] ตัวอย่างเช่น วิธีการควบคุมช่วงคลื่นซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ก่อให้เกิดการควบคุมสัญญาณความถี่สูงและช่วงคลื่นที่สั้น [2] นอกจากนี้ พารามิเตอร์เกี่ยวกับมุมเอียงตัดของชิ้นงานในกระบวนการ WEDM ก็มีผลต่อความแม่นยำในการตัดเฉือนวัสดุที่มีความแข็งสูง [3]

คุณภาพผิวที่ดีของชิ้นงานภายหลังจากผ่านกระบวนการ WEDM ถือเป็นสิ่งสำคัญ ผลจากการปรับตำแหน่งของหัวจับเส้นลวดด้านบน-ล่างให้เกิดการเยื้องศูนย์กลางต่อกันตามความต้องการรูปร่างของชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 1 และรูปที่ 2 จะเป็นตัวอย่างชิ้นงานที่จำเป็นต้องดำเนินการตัดในแนวเอียง ดังนั้น การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของกระบวนการ WEDM จึงจำเป็นต้องมีความเหมาะสม เพื่อให้ได้มาซึ่งคุณภาพผิวชิ้นงานที่ดี จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น นำมาซึ่งวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับสภาวะที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ต่างๆ ในการตัดเฉือนแนวเอียงด้วยกระบวนการ WEDM



รูปที่ 1 การตัดเฉือนแนวเอียงด้วย WEDM [4]



รูปที่ 2 ชิ้นงานหลังการตัดเฉือนแนวเอียงด้วย WEDM [5]

2. การดำเนินงานวิจัย

การศึกษากระบวนการตัดเฉือนแนวเอียงด้วย WEDM (ยี่ห้อ ARISTECH รุ่น CW-30) กับเหล็กกล้า P20 ขนาด 80x80x25 mm เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับคุณภาพความหยาบผิวเฉลี่ย (Surface Roughness Average: Ra) ต่ำสุดโดยมีการกำหนดพารามิเตอร์ที่ควบคุมได้ (Controllable) และพารามิเตอร์ที่ควบคุมไม่ได้ (Un-controllable) ต่างๆ และโดยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้เครื่องฯ ต้องทำการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ 3 ค่าได้แก่ เวลาปิดกระแสไฟฟ้า (Off Time) ระยะเวลาการหยุด สปาร์ค (Arc Off Time) และมุมเอียงในการตัดเฉือน (Angle) ซึ่งเป็นพารามิเตอร์สำคัญที่อาจจะมีอิทธิพลต่อค่าความหยาบผิวเฉลี่ยได้ และจากงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีต พบว่า ทั้ง 3 พารามิเตอร์ถือเป็นพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญกับกระบวนการนี้

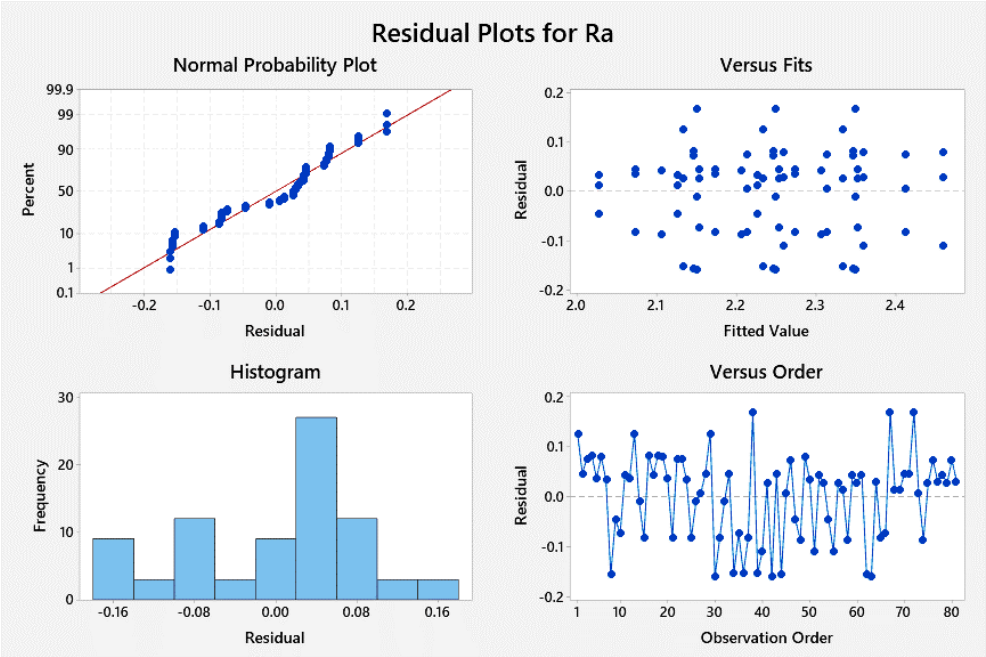
การวิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมนั้น จะเป็นการประยุกต์ใช้หลักการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE) ด้วยเทคนิควิธีการทดลองเชิงแฟคทอเรียล (3^k Factorial Experiment) โดยมีพารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา 3 พารามิเตอร์ ได้แก่ เวลาปิดกระแสไฟฟ้า ระยะเวลาการหยุดสปาร์ค และมุมเอียงในการตัดเฉือน ซึ่งการกำหนดค่าระดับพารามิเตอร์ได้จากการ Pre-test เบื้องต้นร่วมกันกับการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาในอดีต ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยใช้ผลตอบสนองเป็นค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (Ra)

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ในการตัดเหล็กกล้า P20 แนวเอียงด้วยกระบวนการ WEDM

พารามิเตอร์ (Parameters)	ระดับของพารามิเตอร์ (Level of Parameter)		
เวลาปิดกระแสไฟฟ้า (Off Time : OT)	9	14	19
ระยะเวลาการหยุดสปาร์ค (Arc Off Time : AOT)	8	28	50
มุมเอียงในการตัดเฉือน (Angle : A)	10^o	20^o	30^o

3. ผลลัพธ์งานวิจัย

ในส่วนแรกจะเป็นการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เชิงสถิติ โดยสามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 3 ซึ่งพบว่าข้อมูลมีการแจกแจงรูปแบบปกติ (Normal Distribution) เนื่องจากข้อมูลมีแนวโน้มการเรียงตัวเป็นเส้นตรง (Linear) ดังแสดงในรูปกราฟมุมซ้ายมือด้านบน ข้อมูลมีแนวโน้มการเรียงตัวเป็นระฆังคว่ำ (Histogram) ดังแสดงในรูปกราฟมุมซ้ายมือด้านล่าง ข้อมูลมีแนวโน้มการกระจายตัวเท่าๆ กันระหว่างเส้นอ้างอิงในแนวนอนดังแสดงในรูปกราฟมุมขวามือด้านบน และข้อมูลมีลักษณะเป็นการสุ่มตัวอย่าง (Sampling) ในการทดลองดังแสดงในรูปกราฟมุมขวามือด้านล่าง



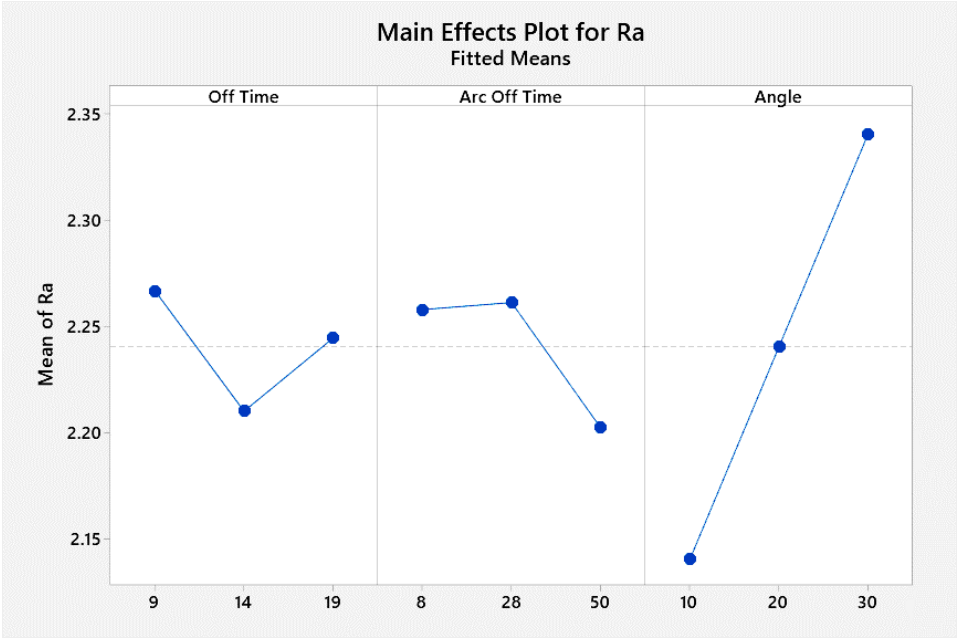
รูปที่ 3 การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เชิงสถิติ

ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์เชิงสถิติเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance : ANOVA) ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า พารามิเตอร์มุมเอียงในการตัดเฉือน (Angle : A) มีอิทธิพลหลัก (Main Effect) ต่อค่าความหยาบผิวเฉลี่ย Ra การตัดเหล็กกล้า P20 แนวเอียงด้วยกระบวนการ WEDM อย่างมีนัยสำคัญ (Significant) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยพิจารณาจากค่า P-value < ค่า α กล่าวคือ 0.001 < 0.05 แต่ไม่สามารถตัดพารามิเตอร์เวลาปิดกระแสไฟฟ้า (Off Time : OT) กับพารามิเตอร์ระยะเวลาการหยุดสปาร์ค (Arc Off Time : AOT) ออกได้ เนื่องจากเมื่อทำการพิจารณาเกี่ยวกับอิทธิพลร่วมกันระหว่างพารามิเตอร์ (Interaction) จะเห็นได้ว่ามีอิทธิพลต่อค่าความหยาบผิวเฉลี่ย Ra การตัดเหล็กกล้า P20 แนวเอียงด้วยกระบวนการ WEDM

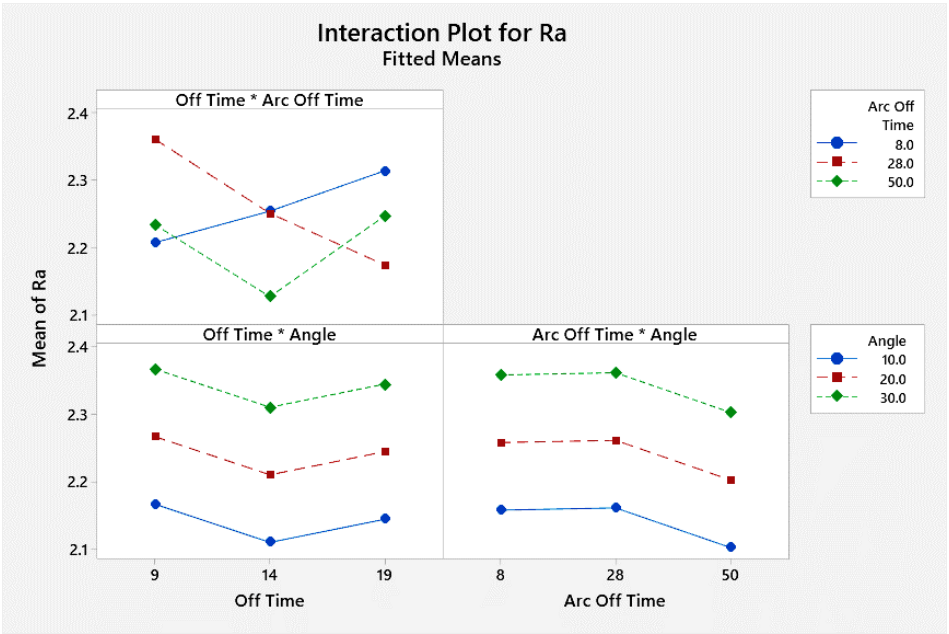
ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ ANOVA ในการตัดเหล็กกล้า P20 แนวเอียงด้วยกระบวนการ WEDM

Source	DF	SS	MS	F	P
OT	2	0.0440	0.0220	2.01	0.144
AOT	2	0.0591	0.0295	2.69	0.077
A	2	0.5400	0.2700	24.61	< 0.001
OT*AOT	4	0.2438	0.0609	5.56	0.001
OT*A	4	0.0001	0.0001	0.01	1.000
AOT*A	4	0.0001	0.0001	0.01	1.000
OT*AOT*A	8	0.0001	0.0001	0.01	1.000
Error	54	0.5924	0.0110		
Total	80	1.4793			

เมื่อทำการพิจารณากราฟแสดงผลของอิทธิพลหลัก (Main Effect Plot) ดังแสดงในรูปที่ 4 พบว่าเส้นกราฟของพารามิเตอร์ทั้ง 3 พารามิเตอร์ จะไม่ขนานกับเส้นอ้างอิง (Reference Line) นั่นหมายความว่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 พารามิเตอร์ มีอิทธิพลต่อค่า Ra ภายหลังการตัดเฉือนเหล็กกล้า P20 ด้วยกระบวนการ WEDM เช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์กราฟแสดงผลของอิทธิพลร่วมกันระหว่างพารามิเตอร์ (Interaction Plot) สำหรับการตัดเฉือนด้วย WEDM ดังแสดงในรูปที่ 5 พบว่าเส้นกราฟของเทอมระหว่างพารามิเตอร์ 2 พารามิเตอร์ คือ เวลาปิดกระแสไฟฟ้า กับมุมเอียงในการตัดเฉือน และเทอมระหว่างพารามิเตอร์ 2 พารามิเตอร์ คือ ระยะเวลาในการหยุดสปาร์ค กับมุมเอียงในการตัดเฉือน มีอิทธิพลต่อความเรียบในการตัดเฉือนเหล็กด้วยลวดไฟฟ้า นอกจากนี้เมื่อทำการพิจารณาอิทธิพลร่วมกันระหว่างพารามิเตอร์ทั้ง 3 คือ พารามิเตอร์เวลาปิดกระแสไฟฟ้า ระยะเวลาในการหยุด สปาร์คและ มุมเอียงในการตัดเฉือนมีอิทธิพลต่อความความหยาบผิวเฉลี่ย ภายหลังการตัดเฉือนเหล็กกล้า P20 ด้วยกระบวนการ WEDM ทั้งนี้จาการพิจารณาการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับพารามิเตอร์ที่มีผลต่อ y ด้วยพารามิเตอร์หลักและพารามิเตอร์ร่วม 2 พารามิเตอร์ และพารามิเตอร์ร่วม 3 พารามิเตอร์แล้ว

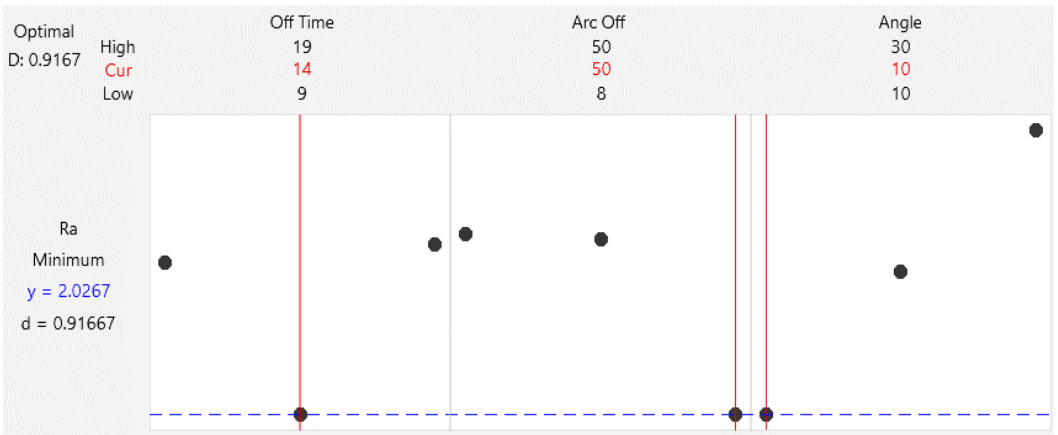


รูปที่ 4 อิทธิพลหลักของพารามิเตอร์ต่อค่า Ra



รูปที่ 5 อิทธิพลร่วมกันระหว่างพารามิเตอร์ต่อ Ra

ในส่วนสุดท้ายจะเป็นผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชัน Response Optimization สำหรับการตัดเฉือนเหล็กกล้า P20 ในแนวมุมเอียงด้วย WEDM ดังแสดงในรูปที่ 6 พบว่า สภาวะที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ทำให้เกิดความเรียบผิวเฉลี่ย (Ra) ภายหลังการตัดเฉือนเหล็กกล้า P20 ด้วยกระบวนการ WEDM คือ เวลาปิดกระแสไฟฟ้า 14 µs เวลาการหยุด สปาร์ค 50 µs และแนวเอียงช่วงมุม 10 องศา



รูปที่ 6 สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการตัดเฉือนเหล็กกล้า P20 ในแนวมุมเอียงด้วย WEDM

4. สรุปผลงานวิจัย

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อคุณภาพของผิวที่ตัดเฉือนเหล็กกล้า P20 นี้ มีการกำหนดสมมติฐานในการศึกษาเกี่ยวกับพารามิเตอร์ที่สำคัญคือ เวลาปิดกระแสไฟฟ้า (Off Time) เวลาในการหยุด สปาร์ค (Arc Off Time) และมุมเอียงในการตัดเฉือน (Angle) นั้น มีอิทธิพลต่อความหยาบผิวเฉลี่ย (Ra) โดยอาศัยเทคนิควิธีการทดลองเชิงแฟคทอเรียลในการวิเคราะห์เชิงสถิติเพื่อหาค่าที่เหมาะสมสำหรับค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (Ra) ผลลัพธ์จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า เวลาปิดกระแสไฟฟ้า เวลาในการหยุด สปาร์ค และมุมเอียงในการตัดเฉือน มีอิทธิพลต่อความหยาบผิวเฉลี่ย (Ra) ภายหลังการตัดเฉือนเหล็กกล้า P20 ด้วยกระบวนการ WEDM ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมของการปรับระดับพารามิเตอร์ที่ทำให้เกิดความหยาบผิวเฉลี่ยต่ำที่สุดภายหลังการตัดเฉือนเหล็กกล้า P20 ด้วยกระบวนการ WEDM คือ การตัดเฉือนเหล็กกล้า P20 ในแนวมุมเอียงด้วย WEDM โดยสภาวะที่เหมาะสมดังกล่าวนี้ จะทำให้ได้ค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (Ra) เท่ากับ 2.0267 ซึ่งเมื่อเปียบเทียบเป็นค่าความพึงพอใจ (Desirability : D) ต่อสภาวะที่เหมาะสมนี้ มีค่าสูงมากถึง 91.67%

เอกสารอ้างอิง

[1] M. Aminollah, F.T. Alireza, E. Ehsan and K. Davoud, “A new approach to surface roughness and roundness improvement in wire electrical discharge turning based on statistical analyses,” *Springer-Verlag London Limited*, 2007.

[2] Y. Mu-Tian and L. Yi-Ting, “Design, analysis and experimental study of a high-frequency power supply for finish cut of wire-EDM,” *Journal of Machine Tools & Manufacture*, vol.49, pp.793-796, 2009.

[3] J.A. Sanchez, S. Plaza, N. Ortega, M. Marcos and J. Albizuri, “Experimental and numerical study of angular error in wire-EDM taper-cutting,” *Journal of Machine Tools & Manufacture*, vol.48, pp.1420-1428, 2008.

[4] Modern Machine Shop. (2016, Aug. 28). “More Accurate Taper Cutting with Wire EDM” [Online]. Avialable: http://www.mmsonline.com/articles/more-accurate-taper-cutting-with-wire-edm

[5] Sodick. (2016, Aug. 28). “Wire EDM Technology” [Online]. Avialable: http://www.sodick.org/about-sodick/sodicks-technology/articles/wire-edm-technology.html

ประวัติผู้ประพันธ์ :



มานิตย์ ธิมาทา
การศึกษา :
วศ.ม. วิศวกรรมการผลิต (สจพ.)
ปร.ด. วิศวกรรมอุตสาหการ (มข.)
สถานที่ทำงาน :
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

Quantum Computer and Applications for the Society 5.0

Nuth Otanasap
Computer Engineering Dept., Southeast Asia University
19/1 Pechkasem Rd., NongKhaem, BKK 10160 THA
Corresponding author: nuto@sau.ac.th

วันที่รับบทความ: 12 เมษายน 2564 / วันที่แก้ไขบทความ: 15 มิถุนายน 2564 / วันที่ตอบรับการตีพิมพ์: 26 มิถุนายน 2564

บทคัดย่อ ควอนตัมคอมพิวเตอร์เป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่เราไม่สามารถละเลยได้สำหรับ Society 5.0 ด้วยความสามารถของควอนตัมคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำการประมวลผลในสิ่งที่คอมพิวเตอร์ทั่วไปในปัจจุบันไม่สามารถทำได้ การประยุกต์ใช้ควอนตัมคอมพิวเตอร์ที่หลากหลายเป็นสิ่งที่ท้าทายโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับ Society 5.0 ซึ่งต้องการการพัฒนาที่ยั่งยืน ประเทศที่ไม่สามารถเป็นผู้นำด้านปัญญาประดิษฐ์และแมชชีนเลิร์นนิ่งสามารถก้าวไปสู่การเป็นผู้นำในยุคคอมพิวเตอร์ควอนตัมได้ บทความนี้มุ่งเน้นไปที่ความสำคัญของควอนตัมคอมพิวเตอร์และการประยุกต์ใช้ควอนตัมคอมพิวเตอร์ในแบบต่าง ๆ สำหรับ Society 5.0 เช่น ความก้าวหน้าในด้านวัสดุศาสตร์ การเกษตร การแพทย์ โลจิสติกส์ การผลิต การเงิน พลังงาน ปัญญาประดิษฐ์และแมชชีนเลิร์นนิ่ง นอกจากนี้ยังได้อธิบายถึงอาชีพใหม่ ทั้งทางฮาร์ดแวร์ ฟิสิกส์ วิทยาการคอมพิวเตอร์ และเคมี ที่ควอนตัมคอมพิวเตอร์ทำให้เกิดขึ้นและการนำไปประยุกต์ใช้

คำสำคัญ : Quantum Computing, Quantum Supremacy, Quantum Advantage, Society 5.0

Abstract Quantum computing is one of the technologies that we cannot overlook for Society 5.0. Appreciations to the capabilities of quantum computing, the processing of today's conventional computers are impossible. The wide range of quantum computing applications is challenging, especially for Society 5.0, which requires sustainable development. Countries that could not be leaders of artificial intelligence and machine learning could break through to be the leader in the quantum computing era. This article focuses on the importance of quantum computing and quantum computers with various applications for Society 5.0, such as advancements in material science, agriculture, medicine, logistics, production, finance, energy, artificial intelligence, and machine learning technologies. Furthermore, new jobs in specialized hardware, physics, computer science, and chemistry that a quantum computer will initiate and apply are explained.

Keywords**:** Quantum Computing, Quantum Supremacy, Quantum Advantage, Society 5.0

1. Introduction

Quantum theory is a type of modern physics that describes the nature, behavior of matter, and energy at the atomic level. It also includes the status of subatomic particles, which may also be referred to as quantum physics or quantum mechanics. So, it can be said that it is a theory to explain atoms' microscopic world [33]. First of all, we must understand that the atomic world laws are entirely different from the world we live in because atoms have properties that we could not imagine were possible. Before understanding these, we must refute any prior knowledge from the familiar classical physics theory; for example, things can only travel to the left or the right for a while. Items cannot go left or right at the same time.

In contrast to the microscopic world of atoms, it can travel left, right, top, and bottom simultaneously. So, it can be seen that it is a movement that we are not familiar with and feel that it is impossible, while atoms move like this. It is an important characteristic used in the development of quantum computing. Quantum theory explains the ability of matter to express the properties of waves and particles.

Furthermore, quantum theory explains that apart from atoms can be in multiple locations simultaneously, known as superposition states [11]. The atoms also have another unique and distinctive feature that we didn't think possible in the quantum entanglement property [11]. It means that two atoms distant from each other can be perceived to each one or are incomplete coexistence, without any signaling or information being required. Additionally, superposition, which is one of the fundamental quantum theories, supports quantum computers, enabling them to process things that conventional supercomputers cannot do. Currently, most common computers use a bit system, a system that uses 0 or 1 as a value. For example, when we talk about a 1-megabyte image, it means an eight-million-bit image. Generally, conventional 0 or 1 computing is the same as being able just to be left or right. While quantum computing can be left and right, data can be both 0 and 1 simultaneously [19] and can be stored simultaneously, called a qubit. Therefore, it is necessary to differ across systems, programming languages, and capacity; quantum computing performance increases exponentially as the number of qubits increases [34]. With quantum computers, particles are used to perform calculations known as quantum bits or qubits, indicating superposition and entanglement. A superposition enables the qubit to be multiple states at once [35], while its implication means that atomic particles can interact with other nuclear particles. Consequently, one particle's behavior can be predicted by looking at the other particles involved, even if they are separated and distant.

The superposition and entanglement capabilities that make 2 bits in a typical computer versus two qubits in a quantum computer have the more different processing power. That can be seen quantum computers' potential is very high compared to conventional computers today. The ability to solve problems that most potent conventional computers cannot solve is called Quantum supremacy or the Quantum advantage [31]. Quantum supremacy is an improved version of the quantum computer that outperforms the world's first supercomputer to solve problems that conventional computers cannot solve.

Quantum advantage is the potential for faster problem-solving. For that quantum computing, scientists framed the theory in 1982 by Paul Benioff [5]. Ten years later, Peter Shor of AT&T's Bell Labs discovered an algorithm that permits quantum computers to quickly extract large numbers of integers, bringing the quantum computer into the attention [26].

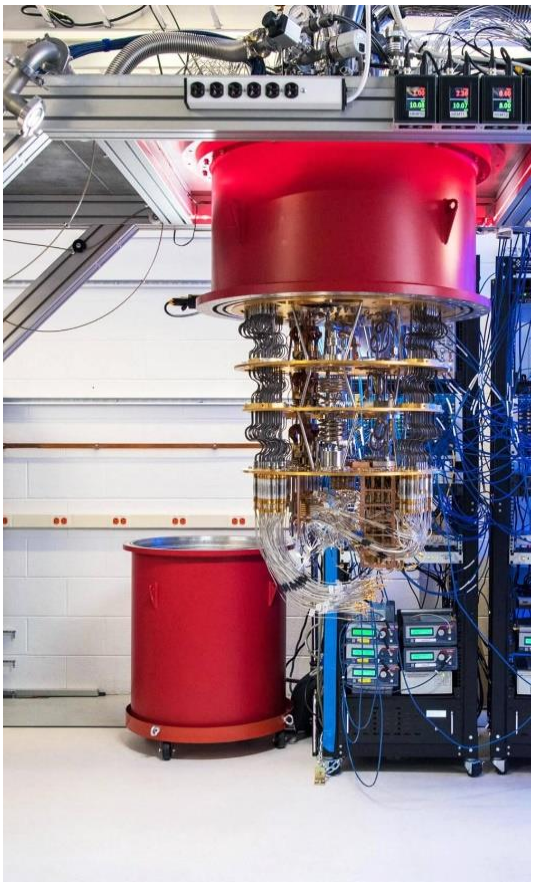


Fig. 1 Google's Quantum chandelier and Quantum Computing Service [12]

Next, the first 16 qubits quantum computer was developed, called Orion, by D-Wave[8]. They are also actively developing quantum computers in collaboration with NASA, Google, and universities. That same year, Microsoft released the free Quantum Development Kit: QDK [4], as well as a programming language and a quantum computing simulator for anyone who wants to get started with writing applications. Furthermore, Intel also released a 49 qubits superconducting quantum chip under Tangle Lake's product name [16]. Google recently released a 72 qubits quantum chip called Bristlecone, a high-speed evolution in the field of quantum computing [36].

2. The Society 5.0

The Society 5.0 is a scheme for personal and social development concerning sustainability being a national design [9]. Additionally, the researchers conclude that the ideas or at least the underlying purposes will be reached to every nation. For the implementation of Society 5.0 to be a political-ideological theory, it also seems to be unavoidable to blend different dimensions, such as alteration plan from the government view, entrepreneurial quality from society view, and entrepreneurial experiences from public society and businesses [38]. It is a concern with the future unrestricted [17] that whether a profound societal change will act, and the resistance of social assent will be burst down is an issue that will be responded to in the future. In this regard, they were performing forecasts would be a western conceit on our part and a great

impression. That is a model we could envision in other portions of society.

3. Trends, Evolutions, and Applications of Quantum Computers for the Society 5.0

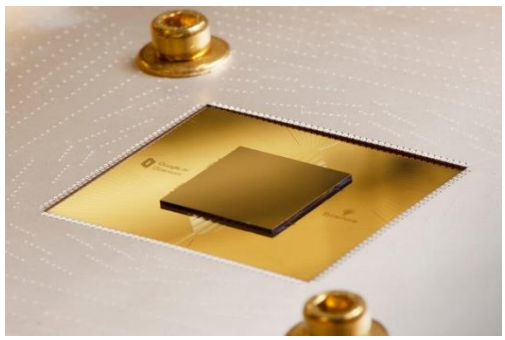


Fig. 2 Google's newest quantum processor, Bristlecone [12]

3.1 Global Quantum Computing Development and Application Trends

Research shows that quantum computers will achieve quantum supremacy, with more than 50 Qubits expected by 2020. Then, as quantum supremacy befalls, within two to five years or 2022 to 2025, the global quantum computing market will grow by more than 50 percent and reach $ 1.3 billion in 2025. The United States' National Quantum Initiative Act of 2018 [14] required $ 1.2 billion to be allocated for the project to achieve Quantum Information Science's goals and its applications in the next ten years. For the key players in this market, a platform for developing quantum algorithms and usage models will benefit in the long run. IBM, the world leader in quantum computing, has released a 20-qubit quantum processor and a simulator capable of simulating up to 49 qubits. In collaboration with the California University of Santa Barbara, Google released a 72 Qubit chip called Bristlecone [36], [28] in 2018; however, the chip is still being tested. Other companies [28], such as Intel, Microsoft, and Yale, also drive quantum technology development.

Quantum simulations is another market that can grow to $ 20 billion, especially in the pharmaceutical field by 2030, with an investment of more than 7 billion dollars. It can also thrive in other industries. In the future, whether it is in chemicals and materials science, research is estimated that the market will grow by 20 billion dollars [32]. The development of applications in discovery and machine learning will eventually replace GPU-based platforms as quantum computing methods. It made this SEO application of interest to both Google and IBM to develop the quantum computing SEO platform [20]. The Quantum Artificial Intelligence Lab, a member of NASA's Ames Research Center [29], collaborates between NASA, Universities Space Research Association (USRA), and Google Research. Its primary focus is research studies to understand possible application models for integrating quantum computing, machine learning, and other computer science advancements to address dilemmas. With quantum computing technology, scientists are expected to lead to a paradigm shift towards the Quantum supremacy state. That all application for new technology to industrial

and other sectors achieve leapfrog development. It will create a recent history, whether it is Google's Quantum AI Lab [13], lead to broad and diverse applications of quantum computers in other fields.

3.2 The Trends and Applications of Quantum Computing for the Society 5.0 [3, 18]

Based on the success in quantum computing that IBM has achieved since the beginning of 2019. The Q System One, the world's first approximated quantum processor, is also launched for scientific and commercial applications. Its components are designed to work together as a single unit, not by assembly, as in previous quantum computers. While traditional, commonly utilized computers use a modular assembly that is designed to work together. IBM also used the same principles to develop the first integrated quantum computing system. IBM Q systems are designed to handle more complex and voluminous problems than traditional computers can manage. There are some examples of future applications for quantum computing, such as finding new ways to simulate financial data, isolate risk factors for better return investments, find the best routes from systems worldwide for the most efficient transportation, and optimize freight management cars, etc.

Over the long term, quantum computers will likely be used to create various new computation and business process models. For solving various processing problems, that cannot be modified at present, including coding and chemical format changes. That makes it possible to drive advancements in material science, agriculture, and medicine, as well as artificial intelligence and machine learning technologies. The technology for society 5.0 is expected to be used in logistics, production, finance, and energy.

3.3 The Vital Role of Quantum Technology in Society 5.0

Quantum computing technology could contribute to society 5.0 [30] in the future, as it will begin to be widely used over the next ten years. It boosts processing speed, enabling solutions to solving many problems, especially in scientific and technological leaps, causing many breakthroughs. Likewise, quantum computing will impact economic growth due to replacing more secure encryption algorithms and being applied in various industries. Therefore, quantum computing technology is a technology that supports other advanced technologies to develop at leaps and bounds and provides excellent solutions to problems in the digital age.

Besides advancing the first quantum computing based on the number of qubits, the next five years of technological development will increase with the development duration, which will improve computing and greater security 100 million times [24].

In the next 15 years, as Quantum supremacy becomes more readily available, applications to leverage the potential of other advanced technologies will take place either using Quantum computing with machine learning or in combination with

cybersecurity [37]. The technology leader will continue to launch Quantum computing products' experimental and future development in the next five years. For example, Google introduced a 72 qubits quantum processor [36]. Meanwhile, Microsoft announced the Quantum Development Kit (QDK) [4] for developers to test quantum programming. In the next ten years, the global quantum computing market will grow more than double before 2030 [34]. Researchers estimate that more than 20 percent of organizations worldwide will invest in quantum computing projects [25]. Furthermore, the global use of AI and machine learning is expected to grow more than 40-60 percent annually. When combined with quantum computing, it delivers dramatically higher efficiency [1].

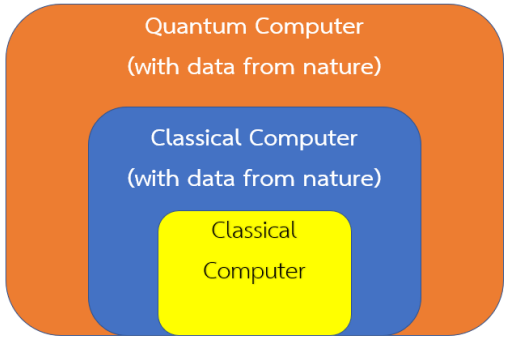


Fig. 3 The advantage of quantum computers in AI problems [12]

Case studies under practical applications involving quantum computing, those large companies offer everyone the opportunity to experiment on the free platform. In the next ten years, smartphones, computers, tablets, and enterprise computing devices will be driven by quantum computing via cloud computing [7]. However, quantum computers must be developed in tandem with cybersecurity systems and research to analyze the molecular behavior of quantum.

4. Importance of Quantum Technology for the Society 5.0

Quantum computing has been selected as one of the names of critical technologies for Society 5.0 by many countries' digital economies. Due to the potential for exponential growth and impact on the country in the future, this technology will have case studies of more applications and its implications for future economies and job markets. Although it is an experimental technology, it is expected to create applications, have a strategic appeal, and significantly impact the population.

By 2030, quantum computing will affect more than 45 percent of people and create dramatic changes across sectors, including coding, chemical development, artificial intelligence, and machine learning [21] [28]. Quantum computing technology will create new jobs in specialized hardware, physics, computer science, and chemistry. On the other hand, it will drop jobs in many fields over the next decade. Personnel selection is an intensive process because it requires in-depth skills, and they need to be trained before the job. Therefore, student's and professionals' training for quantum computing jobs will be in great demand over the next 15 years. Working in quantum computing requires a system developer who can program and have expertise in chemistry and physics [2, 28]. Therefore, it needs government support, both in funding and policy, to help

companies and universities work together to produce personnel in this area. Since it collaborates with IBM and Google, that has opened up access to an open-source quantum computing cloud for the public to test and experience quantum computing, which opens up the opportunity to accumulate knowledge at the beginning.

Before the coronavirus crisis, many students and professionals would like to attend quantum computing training for future job opportunities. That suggests that quantum computing may not directly impact the education sector as a whole but may affect specific courses that require technology to support research, especially in the fields of scientific research [27, 28]. Accordingly, quantum technology will inevitably contribute to education in the future to expand the scope of research in a broader semester and with an increasingly accelerated rate. As for health, the research evaluates whether they can use quantum computers to analyze molecular behavior [32]. This capability will be significant for the healthcare market and will inevitably significantly impact health jobs. Its main effects include creating new medicines, diagnosis and prevention, new treatment methods and response, and comprehensive healthcare services to manage hospitals to provide health care [22]. Therefore, the healthcare business is one of the businesses most affected by quantum computing. Due to more effective medicines, normal medicine development takes 8-10 years to complete. We must test various reactions on the human body with millions of tests through medical research and development. Thanks to quantum computing capabilities, it can significantly reduce the time and costs of research and development. It will consider curing disease by mapping proteins in DNA [15, 28], a key technology for the medical community in treating illness and healthcare.

That can apply quantum computing to a wide range of industrial businesses [23], mainly information technology, telecommunications, aerospace, defense, energy, finance, and investment. That will account for nearly 70 percent of the total market's quantum computing applications [28]. The sensor and manufacturing sector will see a 54 percent growth, was followed by the chemical and materials science industries, with applications growing at 40 percent by 2025. Machine learning jobs will grow exponentially with a 34 percent growth rate in 2027. As an example, it shows the potential of quantum computing due to its application in different sectors. In 2025-2030, quantum computing will be commercialized worldwide at an accelerated rate of more than 50 percent [23]. The aerospace, military, energy, finance, and investment industries and IT and telecommunications are the most affected sectors. The global quantum computing market will reach $ 50 billion by 2030. However, the researchers expect this growth rate to come to its peak approximately in the next 25 years. But it's hard to predict how much the world will change in the next 25 years. However, with quantum computers being used exponentially over the next ten years, the technology may contribute to the future of

Social 5.0 [30]. That will be the era of fully connecting humans to the IoT, creating a high-tech sharing economy [28]. AI, machine learning, cloud computing, AR, VR, and IoT all need quantum computing technology to support their operations. That enables us to raise the level of processing speed and solve various problems of human beings, especially in science, technology, and innovation that will occur worldwide. Quantum computing technology will also work with IoT to analyze the safest paths for everyday use [6]. It also supports the function of Blockchain in the field of cybersecurity [10]. Therefore, quantum computing is a technology that supports the next 10-20 years of entry into the digital quantum era through application to enhance the capabilities of other advanced technologies in the future of society 5.0.

5. Summary

Quantum computing is an emerging technology that can improve the performance of other advanced technologies. Therefore, it is likely to be used in Society 5.0 to increase significantly in the future. In particular, it is expected to continue to be applied to the healthcare industry and other advanced industries with high economic value. Although now only large multinational companies such as Google, Microsoft, and IBM have started developing this technology. However, the technology will also advance by leaps and bounds with increasing numbers of qubits. Therefore, it is concluded that the market for quantum computing technology in Society 5.0 will grow exponentially by 2030.

References

[1] Abohashima, Z., Elhosen, M., Houssein, E. H., & Mohamed, W. M. (2020). Classification with Quantum Machine Learning: A Survey. *arXiv preprint arXiv:2006*.12270.

[2] Aiello, C. D., Awschalom, D. D., Bernien, H., Brower-Thomas, T., Brown, K. R., Brun, T. A., ... & Zwickl, B. M. (2020). Achieving a quantum smart workforce. *arXiv preprint arXiv:2010*.13778.

[3] Are You Ready for the Quantum Computing Revolution? (2020, September 21). *Harvard Business Review*. https://hbr.org/2020/09/are-you-ready-for-the-quantum-computing-revolution

[4] B. (2021a, February 1). Get started with the Quantum Development Kit (QDK) - Azure Quantum. *Microsoft Docs*. https://docs.microsoft.com/en-us/azure/quantum/install-get-started-qdk

[5] Benioff, P. (1982, June 7). Quantum Mechanical Models of Turing Machines That Dissipate No Energy. *Physical Review Letters*. https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.48.1581

[6] Bhatia, M., & Sood, S. K. (2020). Quantum Computing-Inspired Network Optimization for IoT Applications. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(6), 5590-5598.

[7] Dilmegani, C. (2021, January 1). Cloud Quantum Computing & Top cloud QC vendors in 2021. *AIMultiple*. https://research.aimultiple.com/quantum-computing-cloud/

[8] E. (2007, February 9). EETimes - Quantum computer "Orion" debuts. *EETimes*. https://www.eetimes.com/quantum-computer-orion-debuts/#

[9] Federation, K. J. B. (2016). Toward realization of the New Economy and Society—Reform of the Economy and Society by the Deepening of "Society 5.0".

[10] Fedorov, A. K., Kiktenko, E. O., & Lvovsky, A. I. (2018). Quantum computers put blockchain security at risk.

[11] Friedman, J. R., Patel, V., Chen, W., Tolpygo, S. K., & Lukens, J. E. (2000). Quantum superposition of distinct macroscopic states. *nature*, 406(6791), 43-46.

[12] GAMBLE, S. (2019, January). Quantum Computing: What It Is, Why We Want It, and How We're Trying to Get It. *In Frontiers of Engineering*: *Reports on Leading-Edge Engineering from the 2018 Symposium*. National Academies Press.

[13] Google Quantum AI. (n.d.). Quantumai. *Google/*. https://quantumai.google/

[14] H.R.6227 - 115th Congress (2017–2018): National Quantum Initiative Act. (2018). *Congress.Gov | Library of Congress*. https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/6227

[15] Heidari, A., & Gobato, R. (2019). High–resolution mapping of DNA/RNA hypermethylation and hypomethylation process in human cancer cells, tissues and tumors under synchrotron radiation. *Trends in Res*, 2(2), 1-9.

[16] Hsu, J. (2018, January 9). CES 2018: Intel's 49-Qubit Chip Shoots for Quantum Supremacy. *IEEE Spectrum: Technology, Engineering, and Science News*. https://spectrum.ieee.org/tech-talk/computing/hardware/intels-49qubit-chip-aims-for-quantum-supremacy

[17] i-SCOOP. (2021, January 10). Society 5.0: the big societal transformation plan of Japan. https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/society-5-0/

[18] IDTechEx Ltd. (2019, February 8). Quantum Dot Materials and Technologies 2020–2030: Trends, Markets, Players: *IDTechEx*. https://www.idtechex.com/en/research-report/quantum-dot-materials-and-technologies-2020-2030-trends-markets-players/654

[19] Katwala, A. (2021, January 27). Quantum computing and quantum supremacy, explained. *WIRED UK*. https://www.wired.co.uk/article/quantum-computing-explained

[20] Khan, A. (2020, February 25). Quantum supremacy and nine SEO trends that'll flip 2020 on its head. *Search Engine Watch*. https://www.searchenginewatch.com/2020/01/02/quantum-supremacy-and-eight-seo-trends-2020/

[21] Kolakowski, N. (2020, July 1). Quantum Computing: Will It Actually Produce Jobs? *Dice Insights*. https://insights.dice.com/2020/03/17/quantum-computing-will-actually-produce-jobs/

[22] Kumar, S. A., Kumar, A., Dutt, V., & Agrawal, R. (2021, February). Multi Model Implementation on General Medicine Prediction with Quantum Neural Networks. *In 2021 Third International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks (ICICV)* (pp. 1391-1395). IEEE.

[23] Mohseni, M., Read, P., Neven, H., Boixo, S., Denchev, V., Babbush, R., ... & Martinis, J. (2017). Commercialize quantum technologies in five years. *Nature News,* 543(7644), 171.

[24] Nield, D. (2015). Google's Quantum Computer Is 100 Million Times Faster Than Your Laptop. *ScienceAlert.* https://www.sciencealert.com/google-s-quantum-computer-is-100-million-times-faster-than-your-laptop

[25] Panetta, K. (2020, October 19). The CIO's Guide to Quantum Computing - Smarter With Gartner. Copyright (C) 2021 *Gartner, Inc*. All Rights Reserved. https://www.gartner.com/smarterwithgartner/the-cios-guide-to-quantum-computing/

[26] Peter Shor - Home Page. (2004). Www-Math.Mit.Edu. http://www-math.mit.edu/%7Eshor/

[27] Piattini, M., Peterssen, G., & Pérez-Castillo, R. (2020). Quantum Computing: A New Software Engineering Golden Age. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 45(3), 12-14.

[28] PricewaterhouseCoopers. (2019). Quantum Computing, A technology of the future already present. *PwC.* https://www.pwc.fr/fr/publications/data/quantum-computing-une-technologie-du-futur-a-portee-de-main.html

[29] QuAIL. (n.d.). *NASA Official*. https://ti.arc.nasa.gov/tech/dash/groups/quail/

[30] Sakai S. (2018). Technology for Computing Revolution for Society 5.0 | CREST. *Japan Science and Technology Agency.* https://www.jst.go.jp/kisoken/crest/en/research_area/ongoing/areah30-4.html

[31] Staff, S. X. (2021, February 8). The quantum advantage: a novel demonstration. *Phys.Org*. https://phys.org/news/2021-02-quantum-advantage.html

[32] Sugisaki, K., Nakazawa, S., Toyota, K., Sato, K., Shiomi, D., & Takui, T. (2018). Quantum chemistry on quantum computers: a method for preparation of multiconfigurational wave functions on quantum computers without performing post-Hartree–Fock calculations. *ACS central science,* 5(1), 167-175.

[33] Teja, S. (2021, February 8). Quantum Theory – A Theory Which Completely Changed Our Understanding. *AtomsTalk.* https://atomstalk.com/blogs/quantum-theory

[34] V. (2021, February 28). Google's Quantum Computer Is About 158 Million Times Faster Than the World's Fastest Supercomputer. *Medium.* https://medium.com/predict/googles-quantum-computer-is-about-158-million-times-faster-than-the-world-s-fastest-supercomputer-36df56747f7f

[35] Weiner, S. (2017, February 17). The Mind-Bending Mathematics Behind Quantum Computers. *Popular Mechanics.* https://www.popularmechanics.com/technology/a25273/mathematics-quantum-computers/

[36] Wheeler, A. (2018, March 12). Google's Bristlecone Quantum Computing Chip Achieves 72 Qubits. *Www.Engineering.Com/.* https://www.engineering.com/story/googles-bristlecone-quantum-computing-chip-achieves-72-qubits

[37] Yamamoto, Y., Sasaki, M., & Takesue, H. (2019). Quantum information science and technology in Japan. *Quantum Science and Technology*, 4(2), 020502.
[38] Yousefikhah, S. (2017). Sociology of innovation: Social construction of technology perspective. *AD-minister*, (30), 31-43.

Authors' Biography:



Nuth OTANASAP. received the B.Sc. degree in Computer Science, M.Sc. degree in Electronic Business, and Ph.D. degrees in Management of Information Technology. He is an Assistant Professor in the Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Southeast Asia University, Bangkok, Thailand. His research interests include neural and fuzzy techniques in nonlinear signal processing and noise processing.

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความ

SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY

ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2564

ชื่อ-นามสกุล		ต้นสังกัด
รองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ	กล่อมจิตร	มหาวิทยาลัยศิลปากร
รองศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา	สงวนสัตย์	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
รองศาสตราจารย์ ไพฑูรย์	ศิริโอฬาร	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลิดา	ชาญวิจิตร	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดัชกรณ์	ตันเจริญ	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา	เบี้ยวไข่มุก	มาหาวิทยาลัยรังสิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วีระพงษ์	กาญจนวงศ์กุล	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

วารสาร SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY ตีพิมพ์ปีละ 2 ฉบับ โดยมหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ บทความที่พิจารณาตีพิมพ์ในวารสารนี้จะต้องเป็นบทความที่ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน และไม่อยู่ในการพิจารณาของวารสารอื่นๆ เรื่องที่จะตีพิมพ์จะต้องได้รับการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 2 คน กองบรรณาธิการอาจให้ผู้เขียนปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นและทรงไว้ซึ่งสิทธิ์ในการตัดสินตีพิมพ์หรือไม่ก็ได้

ประเภทผลงานที่ตีพิมพ์

1. บทความวิจัย (Research articles) เป็นผลงานที่เตรียมจากข้อมูลที่ผู้เขียน หรือทีมงานผู้เขียนได้ค้นคว้าวิจัยด้วยตนเอง
2. บทความวิชาการ (Academic articles) อาจแยกเป็นบทความปริทรรศน์ (Review articles) บทความเทคนิค (Technical article) เรียบเรียงจากการสืบค้น ตรวจสอบเอกสารวิชาการในสาขานั้นๆ และบทความพิเศษ (Special articles) เสนอความรู้ทั่วๆไปในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การเตรียมต้นฉบับบทความ

บทความหรือผลงานวิจัยที่นำเสนออาจอยู่ในรูปแบบภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ โดยจัดพิมพ์ด้วยโปรแกรมเวิร์ดโปรเซสเซอร์ ภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดว์ สำหรับตาราง แผนภาพและภาพประกอบในส่วนของต้นฉบับจะต้องตามรูปแบบที่กำหนดเพื่อให้พร้อมตีพิมพ์ได้ทันที (Camera ready) ต้นแบบสำหรับบทความสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ saujournalst.sau.ac.th

การส่งบทความ

ส่ง “ต้นฉบับบทความ” โดยไม่ต้องระบุชื่อที่อยู่และประวัติของผู้ประพันธ์และทีมงานและส่ง “ใบรับรองบทความ” ด้วยอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์นามสกุล PDF และ ไฟล์ Doc ส่งผ่านระบบ Thaijo ได้ที่ วารสาร SAUJOURNALST

บทความทุกบทความที่เสนอมายังวารสาร SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY จะได้รับการกลั่นกรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิ หากมีการแก้ไขหรือตอบรับการตีพิมพ์ผู้เขียนต้องส่งต้นฉบับอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์นามสกุล PDF และ DOC ของบทความที่แก้ไข สอบถามข้อมูลเพิ่มได้ที่ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

โทรศัพท์ : 0-2807-4500-27 # 404 โทรสาร: 0-2807-4528

e-mail : SAUJournalST@sau.ac.th

ต้นฉบับสำหรับบทความที่เขียนเป็นภาษาไทยสำหรับวารสาร

SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY

ชื่อบทความ
Title of the Paper

ชื่อ-นามสกุล ผู้ประพันธ์ (ภาษาไทย)

ชื่อ-นามสกุล ผู้ประพันธ์ (ภาษาอังกฤษ)

ภาค/สาขาวิชา สถาบัน/มหาวิทยาลัย

ที่อยู่/ประเทศ

ผู้นิพนธ์ประสานงาน : Your email address

บทคัดย่อ นี่คือต้นแบบสำหรับบทความของคุณเพื่อเสนอพิจารณาตีพิมพ์ในวารสาร SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY จัดพิมพ์ด้วย Microsoft Word for Windows โดยจัดระยะขอบบน 3.0 ซม. ระยะขอบขวา ขอบซ้ายและขอบล่าง 2.5 ซม. โดยมีการตั้งค่าขนาดของกระดาษ Custom size (19 ซม.x26.5 ซม.) หลัง "***คำสำคัญ:***" ให้กำหนดรูปแบบเป็น 2 สดมภ์ ด้วยความกว้าง 6.73 ซม. และระยะห่างสดมภ์ 0.5 ซม. พิมพ์บทความด้วยอักษร Angsana New ขนาด 13pt ความยาวของบทความไม่ควรเกิน 15 หน้า และสำหรับคำ ***บทคัดย่อ คำสำคัญ*** และ***เอกสารอ้างอิง*** ให้กำหนดเป็นตัวเข้ม-เอียงด้วยอักษร Angsana New ขนาด 14pt

คำสำคัญ : เว้น 1 บรรทัดหลังจากบทคัดย่อ แล้วพิมพ์คำสำคัญของบทความ (4-5 คำ)

Abstract This is a template of your full paper for publishing on SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY. Use Microsoft Word for Windows. Leave 3.0 cm. margins from the top, 2.5 cm. from the right side, left side and bottom. Please adjust the page setup to custom size (19 cm.x26.5 cm.) sheet. Use double-column format width of 6.73 cm. with a space of 0.5 cm. between columns after the keywords. Use 11 point Times New Roman font in typing the abstract. The length of paper should not be longer than 15 pages. For the headings, such as ***Abstract***, ***Keywords*** and ***References*** use 12 point Times New Roman bold-Italic.

***Keywords*:** Please leave one blank line after the *Abstract* and write your keywords (4-5 words).

1. บทนำ

ชื่อบทความภาษาไทย (ใช้ตัวอักษร Angsana New ขนาด 20pt ตัวเข้ม กลางหน้ากระดาษ) ตามด้วยชื่อบทความภาษาอังกฤษ (ใช้ตัวอักษร Times New Roman ขนาด 16pt ตัวเข้ม กลางหน้ากระดาษ) จากนั้นเว้น 1 บรรทัด ตามด้วยชื่อผู้ประพันธ์ (ใช้ตัวอักษร Angsana New ขนาด 13pt ตัวเข้มกลางหน้ากระดาษ) ภาค/สาขาวิชา สถาบัน/มหาวิทยาลัย (ใช้ตัวอักษร Angsana New ขนาด 13pt กลางหน้า) และที่อยู่/ประเทศ(ใช้ตัวอักษร Angsana New ขนาด 13pt กลางหน้า) จากนั้นระบุ email address ของผู้นิพนธ์ประสานงาน (ใช้ตัวอักษร Times New Roman ขนาด10pt กลางหน้า) หัวข้อเรื่องแต่ละข้อ (ใช้ตัวอักษร Angsana New ขนาด15pt หนาชิดขอบซ้าย) โดยใช้หมายเลขแบบฮินดูอารบิก (1, 2, 3,…) ไม่ใช้แบบเลขโรมัน (I, II, III, …).

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

สรุปอธิบายถึงขั้นตอนการทดลองและการวิเคราะห์และมีข้อมูลที่เพียงพอสำหรับคนอื่นๆ ที่จะสามารถที่จะทำให้เกิดการทดลองซ้ำได้

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

สำหรับชื่อหัวข้อใหญ่ใช้ตัวอักษร Angsana New ขนาด 15pt, ตัวเข้ม ชิดขอบซ้าย เรียงลำดับหัวข้อด้วย 1, 2, 3,.... (ไม่ใช่ I, II, III,…) การขึ้นหัวข้อใหม่แต่ละครั้งให้เว้น 1 บรรทัด สำหรับสมการคณิตศาสตร์ให้จัดเรียงด้วย (1), (2), (3),...

3.1 หัวข้อย่อยลำดับที่ 1

หัวชื่อข้อย่อยลำดับที่ 1 ใช้ตัวอักษร Angsana New ขนาด 13pt ตัวเข้ม ชิดขอบซ้าย

3.1.1 หัวข้อย่อยลำดับที่ 2

หัวชื่อข้อย่อยลำดับที่ 2 ใช้ตัวอักษร Angsana New ขนาด 13pt ตัวเข้ม ชิดขอบซ้าย

3.2 ตาราง รูป และการอ้างอิง

สำหรับรูปภาพตารางและการอ้างอิงตัวเลขควรเป็นเลขดังนี้ รูปที่ 1 รูปที่ 2, ... ฯลฯ (ที่กึ่งกลาง) และตารางควรจะเป็นเลขดังนี้ Table1, Table2 …ฯลฯ (ที่ด้านซ้าย) การอ้างอิงในบทความให้ใช้เครื่องหมายวงเล็บเหลี่ยม เช่น [2] จะต้องเรียงลำดับหมายเลขอ้างอิงจากหมายเลขน้อยไปสู่หมายเลขมากให้ถูกต้อง การอ้างอิงหมายเลขที่มีลำดับติดต่อกัน ตัวอย่างเช่น[1-5]

4. สรุปผล

เพื่อให้ทุกบทความที่ได้รับการพิจารณาตีพิมพ์มีรูปแบบที่ตรงกัน ผู้ประพันธ์จะต้องจัดทำบทความตามต้นแบบ ไม่เช่นนั้นบทความของท่านจะถูกส่งคืนเพื่อปรับปรุงรูปแบบให้ตรงกับต้นแบบนี้ขอขอบคุณท่านสำหรับการให้ความร่วมมือ

5. กิตติกรรมประกาศ

ในส่วนนี้ไม่จำเป็นต้องมี แต่ท่านสามารถใช้ส่วนนี้ในการนำเสนอให้ทราบถึงผู้ที่สนับสนุนการทำงานวิจัยของท่าน เช่น นักศึกษาที่มีส่วนร่วม ผู้ที่มีส่วนร่วมจากภายในหรือภายนอก หรือองค์กรที่ให้ทุนสนับสนุน

6. หลักเกณฑ์ในการเขียนเอกสารอ้างอิง

การเขียนเอกสารอ้างอิงกำหนดให้ใช้ ตัวอักษร Angsana New ขนาด 13pt และเขียนตามตัวอย่างของเอกสารอ้างอิงในแม่แบบนี้ กรณีที่เป็น

เอกสารอ้างอิง [1] หมายถึง “หนังสือ”

เอกสารอ้างอิง [2] หมายถึง “รายงาน”

เอกสารอ้างอิง [3] หมายถึง “วารสาร”
เอกสารอ้างอิง [4] หมายถึง “ประชุมวิชาการ”
เอกสารอ้างอิง [5] หมายถึง “มาตรฐาน”
เอกสารอ้างอิง [6] หมายถึง “เวปไซต์”
เอกสารอ้างอิง [7] หมายถึง “ปริญญานิพนธ์”
เอกสารอ้างอิง [8] หมายถึง “วิทยานิพนธ์”
เอกสารอ้างอิง [9] หมายถึง “ดุษฎีนิพนธ์”

โดยในกรณีที่เอกสารอ้างอิงเป็นภาษาไทยให้แปลเป็นภาษาอังกฤษและใส่คำว่า “(in Thai)” ต่อท้าย

เอกสารอ้างอิง

[1] M. Ned, U. M. Tore and R. P. William, Power Electronic, John Wiley and sons, 1995.

[2] The Federation of Thai Industries, Executive Summary: Eco-industrial development under the cost to develop green industry, 2013(in Thai).

[3] D. Susa and H. Nordman, “A Simple model for calculating transformer hot-spot temperature,” *IEEE Transaction on Power Delivery,* vol. 24, no.3, pp.1257-1264, Jul. 2009.

[4] C. Tangsiriworakul, S. Tadsuan, “A Comparison of iron losses and acoustic noise supplied by pwm inverter of dm and spwm techniques,” in Proc. *International Conference on Mechanical and Electrical Technology (ICMET 2009)*, China, 8-11Aug. 2009, pp. 105-110.

[5] IEEE Guide for loading mineral-oil-immerse overhead and pad-mounted distribution transformers rated 500 kVA and less with 65°C or 55°C average winding rise, ANSI/IEEE C57.91-1981.

[6] Wikipedia. (2010, Jun. 28). “Biodiesel” [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Biodisel

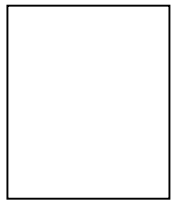
[7] K. Khianjutturut, W. Chaingam, S. Damrong-navavith, S. Nitcumharn, and A. Duangin, “The software implement for electric energy data logger of single-phase kilowatt-hour meter with image signal processing,” Student’s Project, Dep. Elec. Eng., Southeast Asia Univ., 2014 (in Thai).

[8] C. Bundanphrai, “A comparison of electric power and temperature on three-phase induction motor by varying wind flow with damper and pwm inverter supply,” M.S. Thesis, Southeast Asia Univ., 2014 (in Thai).

[9] V. Kinnares, “Measurement, Analysis and prediction of harmonic power losses in pwm feed inductionm otors,” Ph.D. Dissertations, Univ., Nottingham, 1997.

<u>หมายเหตุ</u> กรณีที่เอกสารอ้างอิงเป็นภาษาไทย ให้แปลเป็นภาษาอังกฤษและใส่คำว่า “(in Thai)” ต่อท้าย

ประวัติผู้ประพันธ์ :



ผู้ประพันธ์ระบุประวัติโดยย่อของตนเอง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับประวัติศึกษาตำแหน่ง สถานที่ทำงาน และงานวิจัยที่สนใจ พร้อมรูปถ่าย ขนาด 2 ซม. x 2.4 ซม.

Guidelines for Contributors

SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY is published two-annually by Southeast Asia University. All articles are considered for publication in this journal will have to follow the following conditions, 1) they have not been published elsewhere and 2) they are not currently being submitted for consideration in any other journals. All articles are independently assessed (peer reviewed) by at least two specialists in their relevant fields. The editor board reserves a privilege to ask the authors to improve their articles, and to decide whether submitted articles should be published or not.

Types of work published

1. Research articles by individual or team researchers.
2. Academic articles include review articles, technical articles, and special articles on science and technology.

Manuscripts

Manuscripts must be prepared to meet professional standards using word processors on Windows. The table, diagrams and illustrations in the contributed manuscripts should be in a camera-ready format. For the template article can be downloaded from the website http://saujournalst.sau.ac.th

Submission

The manuscripts of the prospective contributors should be submitted to the editor-in-chief. Authors must submit manuscript (without name, address and authors, biography notifications) with electronic file (PDF) and “Copyright Transfer Form”.

- Directly to the editor-in-chief of SAU JOURNAL OF SCIENCE& TECHNOLOGY, Faculty of Engineering, Southeast Asia University.

- By mail to the editor-in-chief of SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY, Faculty of Engineering, Southeast Asia University, 1 9 / 1 , Nongkhangphlu, Nongkhaem, Bangkok 10160, Thailand.

-By online at Website saujournalst.sau.ac.th

All papers submitted to SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY are subject to peer review. If revised or accepted of article should be submitted the manuscript (PDF and DOC) to the editor-in-chief. You may contact us using the information listed at Southeast Asia University, Tel.#: 0-2807-4500-27 EXT 331, FAX : 0-2807-4528 19/1, Nongkhangphlu, Nongkhaem, Bangkok 10160, Thailand; Email address : SAUJournalST@sau.ac.th

Manuscripts of paper writing as english language for
SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY

Title of the Paper

Author's Names
Department, University
Address, (country)
Corresponding author : e-mail address

บทคัดย่อ นี่คือต้นแบบสำหรับบทความของคุณเพื่อเสนอพิจารณาตีพิมพ์ในวารสาร SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY จัดพิมพ์ด้วย Microsoft Word for Windows โดยจัดระยะขอบบน 3.0 ซม. ระยะขอบขวา ขอบซ้ายและขอบล่าง 2.5 ซม. โดยมีการตั้งค่าขนาดของกระดาษ Custom size (19 ซม.x26.5 ซม.) หลัง "คำสำคัญ :" ให้กำหนดรูปแบบเป็น 2 สดมภ์ ด้วยความกว้าง 6.73 ซม. และระยะห่างสดมภ์ 0.5 ซม. พิมพ์บทความด้วยอักษร Angsana New ขนาด 13pt ความยาวของบทความไม่ควรเกิน 15 หน้า และสำหรับคำบทคัดย่อ คำสำคัญ และ***เอกสารอ้างอิง*** ให้กำหนดเป็นตัวเข้ม-เอียงด้วยอักษร Angsana New ขนาด 14pt

คำสำคัญ : เว้น 1 บรรทัดหลังจากบทคัดย่อ แล้วพิมพ์คำสำคัญของบทความ (4-5 คำ)

Abstract This is a template of your full paper for publishing on SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY. Use Microsoft Word for Windows. Leave 3.0 cm. margins from the top, 2.5 cm. from the right side, left side and bottom. Please adjust the page setup to custom size (19 cm.x26.5 cm.) sheet. Use double-column format width of 6.73 cm. with a space of 0.5 cm. between columns. Use 11 point Times New Roman font in typing the abstract. The length of paper should not be longer than 15 pages. For the headings, such as ***Abstract, Keywords*** and ***References*** use 12 point Times New Roman bold-Italic.

Keywords **:** Please leave one blank line after the Abstract and write your keywords (4-5 words).

1. Introduction

The title of the paper you must use 16 point Times New Roman in Bold at the center of the page. Leave
one blank line and type the authors' names, department and country in capital letters with 11 point Times New Roman in Bold and centered. For the corresponding author, use 11 point Times New Roman centered. The heading of each section should be printed in small 12 point, left justified, bold Times New Roman font. Use Hindu-Arabic number(1, 2, 3,…) for the section's numbering and not the Roman Numerals (I, II, III, …).

2. Materials and Methods

Brief description of the experimental procedure and analysis and sufficient information for others to be able to reproduce the experiments.

3. Results and Discussion

For section heading, use12 point left justified Times New Roman in bold, numbered as follows : 1, 2, 3,… ,(not I, II, III,…). Please leave one blank spaces between successive sections. Mathematical equations must be numbered as follows : (1), (2), (3)…..

3.1 Subsection

For subsection heading, use 11 point left justified Times New Roman in bold.

3.1.1 Sub-subsection

When including a sub-subsection, use 11 point left justified Times New Roman in bold.

3.2 Figures, Tables andReference

Figures should be numbered as follows: Fig.1, Fig.2, … etc.(at center) and Tables should be numbered as follows: Table.1, Table.2, … etc.(at Left). Type the corresponding number of references in square brackets.

4. Conclusion

Please follow our instructions faithfully, otherwise, you have to resubmit your paper. This will enable us to maintain uniformity in the journal. Thank you for your cooperation.

5. Acknowledgement

This section is optional. You can use this section to acknowledge support you have had for your research from your colleagues, student's participation, internal or external partners' contribution or funding organization.

6. Rules for writing reference

The letter, in 11 point Times New Roman, will be used for writing reference and the reference in this template being subject to the condition as below :
Ref. [1] stand for "Book"
Ref. [2] stand for "Report"
Ref. [3] stand for "Journal"
Ref. [4] stand for "Conference"
Ref. [5] stand for "Standard"
Ref. [6] stand for "Website"

Ref. [7]stand for "Student' Project"
Ref. [8] stand for "Thesis"
Ref. [9] stead for "Dissertation"

In case of reference written in Thai being used. It need to be translated to English and put the word "(in Thai)" at the back of reference.

References

[1] M. Ned, U. M. Tore and R. P. William,Power Electronic, John Wiley and sons, 1995.

[2] The Federation of Thai Industries, Executive Summary: Eco-industrial development under the cost to develop green industry, 2013.(in Thai)

[3] D. Susa and H. Nordman, "A Simple model for calculating transformer hot-spot temperature," IEEE Transaction on Power Delivery, vol. 24, no.3, pp. 1257-1264, Jul. 2009.

[4] C. Tangsiriworakul, S. Tadsuan, "A Comparison of iron losses and acoustic noise supplied by pwm inverter of dm and spwm techniques," in Proc. International Conference on Mechanical and Electrical Technology (ICMET 2009), China, 8-11Aug. 2009, pp. 105-110.

[5] IEEE Guide for loading mineral-oil-immerse overhead and pad-mounted distribution transformers rated 500 kVA and less with 65□C or 55□C average winding rise, ANSI/IEEE C57.91-1981.

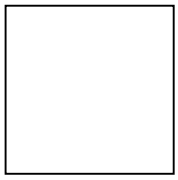
[6] Wikipedia. (2010, Jun. 28). " Biodiesel" [Online]. Available: http://en.wikipedia. org/wiki/Biodisel

[7] K. Khianjutturut, W. Chaingam, S.Damrongnavavith,S. Nitcumharn, and A. Duangin, "The software implement for electric energy data logger of single-phase kilowatt-hour meter with imagesignal processing," Student's Project,Dep. Elec. Eng., Southeast Asia Univ.,2014. (in Thai)

[8] C. Bundanphrai, "A comparison ofelectric power and temperature on three-phase induction motor by varyingwind flow with damper and pwm inverter supply,"M.S. Thesis, Southeast Asia Univ., 2014. (in Thai)

[9] Kinnares, "Measurement, Analysis and prediction of harmonic power losses in pwm feed induction motors," Ph.D. Dissertations, Univ.,Nottingham,1997.

Authors' Biography:



The author should include a brief introduction about his/her interest in the research topic and a scanned 2 cm.x2.4 cm. photo attached the original manuscript.

หมายเลขบทความ ……..
(เฉพาะเจ้าหน้าที่กรอก)

แบบฟอร์มใบรับรองบทความ SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY

1. ประเภทของบทความ

☐ บทความวิจัย ☐ บทความวิชาการปริทรรศน์ ☐ บทความวิชาการเทคนิค ☐ บทความวิชาการพิเศษ

2. สาขาบทความที่ส่ง

☐ Electrical Engineering ☐ Electronic & communication Engineering ☐ Industrial Engineering

☐ Civil Engineering ☐ Computer Science& Engineering ☐ Mechanical Engineering

☐ Agricultural Engineering ☐ Occupational Health & Safety ☐ Environment Engineering

3. ชื่อบทความ

ภาษาไทย……

ภาษาอังกฤษ……

4. ชื่อ-สกุลของผู้นิพนธ์ประสานงาน(Corresponding author)……..……..……..……

5. สถานที่ติดต่อของผู้นิพนธ์ประสานงาน(Corresponding author) ที่อยู่…….....……..…….

……..……...……...……...……

……..……

……โทรศัพท์…….……โทรสาร…… E-mail…….……

6. รายชื่อและที่อยู่ของเจ้าของบทความทั้งหมด

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย ตัวบรรจง)	**ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ ตัวบรรจง)**	**หน่วยงาน**	**โทรศัพท์**	**E-mail**
1.				
2.				
3.				

4.				
5.				

7. เสนอรายชื่อผู้ประเมิน

ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน	โทรศัพท์	E-mail
1.			
2.			

8. การรับรองบทความ

☐ ขอรับรองว่าบทความต้นฉบับนี้ยังไม่เคยได้รับการเผยแพร่และตีพิมพ์ในวารสารอื่นใดมาก่อน

ขอรับรองว่าข้อความดังกล่าวข้างต้นเป็นจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....ผู้นิพนธ์ประสานงาน

( )

วัน..... เดือน..... พ.ศ. .....

<u>หมายเหตุ</u> ส่งแบบฟอร์มนี้มาร่วมกับบทความตามช่องทางในคำแนะนำสำหรับผู้เขียน (การส่งบทความ)

สมาชิกเลขที่

.....

ใบสมัครสมาชิก SAU JOURNAL OF SCIENCE & TECHNOLOGY

วันที่สมัคร .....

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว ..... สกุล ..... อาชีพ .....

ที่อยู่ (สำหรับจัดส่งวารสาร) เลขที่ ..... ถนน ..... แขวง/ตำบล .....

เขต/อำเภอ ..... จังหวัด ..... รหัสไปรษณีย์ .....

โทรศัพท์ ..... โทรสาร ..... E-mail .....

มีความประสงค์สมัครเป็นสมาชิก **อัตราค่าสมาชิก**

❒ ..... ปี (2 ฉบับ/ปี) 500 บาท

พร้อมกันนี้ได้ส่งค่าสมาชิก จำนวน ..... บาท

จำนวนเงิน(ตัวอักษร) .....

โอนเงินเข้าบัญชีธนาคาร ..... ชื่อบัญชี ..... เลขที่บัญชี .....

หมายเหตุ 1. กรุณาส่งสำเนาใบเสร็จการจ่ายเงินมาที่ E-mail Address : saujournalST@sau.ac.th หรือโทรสารมาที่หมายเลข 0-2807-4528 พร้อมเขียนชื่อ-นามสกุล และหมายเลขสมาชิก (ถ้ามี)

ลงชื่อ ..... ผู้สมัคร

(.....)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ 19/1 ถนนเพชรเกษม แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม กรุงเทพฯ 10160

โทรศัพท์ 0-2807-4500-27 ต่อ 331 โทรสาร 0-2807-4528 E-mail Address : SAUJournalST@sau.ac.th

มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
SOUTHEAST ASIA UNIVERSITY

สาขาวิชาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เปิดสอน

ปริญญาเอก
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (ปร.ด.)

ปริญญาโท
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (วศ.ม.)

ปริญญาตร
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม (วศ.บ.)
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (IoT) (วศ.บ.)
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (วศ.บ.)
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (วศ.บ.)
สาขาวิชาดิจิทัลมีเดีย (วท.บ.)
สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย (วศ.บ.)
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา (วศ.บ.)
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ (วศ.บ.)
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (วท.บ.)



ติดต่อศูนย์รับสมัคร

มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
19/1 ถนนเพชรเกษม (ติดซอยเพชรเกษม 106)เขตหนองแขม กรุงเทพ 10160
โทรศัพท์ : 02-8074500 - 27 ต่อ 190,192
WWW.SAU.AC.TH