รหัสบทความ SEITS 36

การลดของเสียจากกระบวนการผลิต Coil core cal. 5000.054 โดยใช้ ซิกซ์ ซิกม่า : กรณีศึกษากระบวนการผลิตชิ้นส่วนนาฬิกาข้อมือ

Reduce waste process coil core 5000.054 By using six-sigma : Case study watch parts manufacturing process

สุริยันต์ เหล่าวอ[1*], เกียรติศักดิ์ ผลุนผลัน[1], เทียนชัย ประทุมไทย[1]
ชานนท์ มูลวรรณ[2], สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ[3]

[1] นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
[2] อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ; ie.engineer@kbu.ac.th
[3] สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหการเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต Coil core ให้ต่ำกว่าร้อยละ 0.65 และลดเวลาการผลิต โดยประยุกต์ใช้หลักการซิกซ์ ซิกม่า และ DMAIC เพื่อตรวจสอบและพัฒนาเกี่ยวกับอุณหภูมิและตำแหน่งของท่อความร้อนที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน จึงปรับขนาดของท่อความร้อนจากเดิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.00 มิลลิเมตร อุณหภูมิของท่อความร้อนเท่ากับ 100±30 องศาเซลเซียส ที่แรงดันลม 25-40 mbar. ปรับปรุงเป็นท่อความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.00 มิลลิเมตร ให้อุณหภูมิของท่อความร้อนเท่ากับ 120±30 องศาเซลเซียส ที่แรงดันลม 25-40 mbar. ดำเนินการตรวจสอบการคลายตัวของสกรูที่ยึดท่อความร้อนให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องด้วยการจัดทำแบบฟอร์มการตรวจสอบประจำสัปดาห์ประจำเดือน โดยการเพิ่มหัวข้อในการตรวจสอบสกรูยึดท่อความร้อน ตรวจสอบตำแหน่งท่อความร้อน ติดตามผลหลังปรับปรุง พบว่า ปริมาณของเสียต่อเดือนโดยเฉลี่ยลดลงจาก 1,030 ชิ้น เป็น 365 ชิ้น ร้อยละของเสียต่อเดือนโดยเฉลี่ยลดลงจากร้อยละ 1.36 เป็นร้อยละ 0.47 เวลาการดำเนินงานแก้ไขชิ้นงานต่อเดือนจาก 3 ชั่วโมง 26 นาที เป็น 1 ชั่วโมง 30 นาที มีค่า DPMO ต่อเดือนเท่ากับ 13,587 ชิ้น เป็น 4,692 ชิ้น และระดับ σ เดิมอยู่ที่ 3.745 เป็น 3.896 เมื่อเปรียบเทียบระดับ Sigma level มีผลปรับปรุงจากระดับ 3.7 σ เป็นระดับที่ 4.1 σ ต่อเดือน จากผลของการดำเนินงานแก้ไขนี้สามารถนำไปปรับใช้เพื่อแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิต Coil core รุ่นอื่นๆ เพื่อให้มีประสิทธิมากขึ้น

คำสำคัญ : การลดของเสีย การลดเวลา กระบวนการผลิต Coil core

Abstract

The objective of this research aims to reduce waste in the coil core production process to less than 0.65% and reduce production time. It applies Six Sigma and DMAIC principles to investigate and develop non-standard heat pipe temperature and location. Therefore, the size of the heat pipe is adjusted from the original diameter of 4.00 mm. The temperature of the heat pipe is 100±30 ° C at the pressure of 25-40 mbar. It is a heat pipe with a diameter of 5.00 mm. The temperature of the heat pipe is 120±. 30 °C at an air pressure of 25-40 mbar. Process to check the loosening of the screws holding the heat pipe in the correct position by creating a weekly and monthly inspection form by adding a section to the Check the heat pipe mounting screws. Check the location of the heat pipes. After the improvement follow-up, it was found that the average monthly waste volume decreased from 1,030 pieces to 365 pieces. The average monthly waste percentage decreased from 1.36% to 0.47%. The monthly part remediation time from 3. hours 26 minutes to 1 hour 30 minutes, the monthly DPMO value was 13,587 pieces to 4692 pieces, and the original **σ** level was 3.745 to 3.896. Sigma level comparison was improved from 3.7 **σ** to 4.1 **σ** per month as a result of This remedial action can be adapted to address issues in other coil core manufacturing processes for greater efficiency.

KEYWORDS : Reduce waste. Reduce the rework time production. Process of Coil core.

1. บทนำ (Introduction)

ในกระบวนการผลิตนาฬิกาข้อมือที่ทำงานด้วย Coil core และแผงไฟฟ้าที่ใช้คริสตัลควอตซ์ คลื่นไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ให้ผลึกควอตซ์ภายในสั่นเป็นจังหวะที่ความถี่สม่ำเสมอ และความถี่นี้ก็จะไหลผ่านไปที่วงจรไฟฟ้าที่จะทำให้มอเตอร์ทำงาน จึงทำให้ Coil core มีความสำคัญต่อการทำงานของระบบนาฬิกา จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณของเสียที่กระบวนการพันเส้นลวดด้วยเครื่อง Winding machine ทั้ง 4 เครื่อง โดยจำแนกข้อมูลในแต่ละเครื่องของปี พ.ศ. 2563 ตั้งแต่เดือนมกราคม – เดือนธันวาคม ในระยะเวลา 1 ปี พบว่า มีปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตมากถึง 47,921 ชิ้น จากการผลิตชิ้นงานปริมาณ 3,634,073 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 1.15 ของปริมาณ Coil core ที่ผลิตได้ทั้งปี มีค่า DPMO (Defects Per Million Opportunity) เท่ากับ 11,536 ชิ้น ในระดับที่ 3.753 **σ** และหากเฉลี่ยเป็นรายเดือน พบว่า ปริมาณของเสียในแต่ละเดือนของแต่ละเครื่องจักร มีปริมาณมากกว่าร้อยละ 1 ของปริมาณการผลิตทั้งเดือน ซึ่งเป็นปริมาณของเสียที่มาก รวมถึงส่งผลกระทบทำให้เสียเวลาในกระบวนการผลิต เนื่องจากต้องแก้ไขชิ้นงานที่เสีย (Rework) เป็นเวลารวม 139 ชั่วโมง 44 นาที 12 วินาที ในการแก้ไขชิ้นงานของจำนวนของเสียในหนึ่งปี หรือใช้เวลาเฉลี่ยของแต่ละเครื่องจักรมากกว่า 2 ชั่วโมง ทำให้เกิดการสูญเปล่าในการผลิตที่เกิดจากการผลิตของเสีย คือ เสียเวลาในการแก้ไขชิ้นงาน และเป็นการเพิ่มงานในกระบวนการผลิต

การผลิต Coil core นั้นมีขั้นตอนในการผลิต 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การพันเทปโดยการใช้เครื่อง Taping machine ขั้นตอนที่ 2 การพันเส้นลวดทองแดงโดยการใช้เครื่อง Winding machine ขั้นตอนสุดท้าย การประกอบ Coil core กับ Print โดยใช้เครื่อง Sealing machine และจากปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น พบว่า เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตในขั้นตอนที่ 2 คือ การพันเส้นลวดทองแดงโดยการใช้เครื่อง Winding machine ของเสียที่พบมีลักษณะของการพันลวดที่หลวม (Loose wire) คือ มีเส้นลวดหลุดออกมาจากชิ้นงาน จากการศึกษางานวิจัย [1] การลดของเสียในกระบวนการผลิตกรณีศึกษาในโรงงานถุงมือยางในกระบวนการผลิตถุงมือไม่ให้เกินร้อยละ 1.5 ผู้วิจัยศึกษาสภาพปัญหาและกำหนดปัญหา ของเสียที่เกิดขึ้นใน

กระบวนการผลิตสูงสุด 3 อันดับแรก ประกอบด้วย ปัญหาถุงมือฉีกขาด ปัญหาถุงมือขอบม้วนไม่สมบูรณ์ และปัญหาถุงมือบวมเสียรูป จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการวัดสภาพปัญหา โดยศึกษากระบวนการผลิตทั้งหมด 20 ขั้นตอน พบว่ามี 11 ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และดำเนินการเพื่อวิเคราะห์ปัญหา จากนั้นประเมินหาความรุนแรงและโอกาสการเกิดขึ้นของแต่ละสาเหตุ พบว่าสาเหตุหลักในการเกิดปัญหาฉีกขาด คือ ตัวปรับความแรงลมของเครื่องถอดถุงมือผ่านการใช้งานมานาน สาเหตุหลักในการเกิดปัญหาขอบม้วนไม่สมบูรณ์ คือ คอยล์ร้อนของตู้อบ 3 ผ่านการใช้งานมานาน และลูกกลิ้งม้วนขอบ (Roller) ขาดการตรวจเช็คและบำรุงรักษา และปัญหาสุดท้ายบวมเสียรูป สาเหตุหลักในการเกิดปัญหา คือ คอยล์ร้อนของตู้อบวัลคาไนซ์ผ่านการใช้งานมานาน จากการวิเคราะห์สาเหตุหลักแล้วได้มีการปรับปรุงแก้ไขดังนี้ 1) เปลี่ยนตัวปรับแรงดันลม คอยล์ร้อนของตู้อบที่ 3 และคอยล์ร้อนของตู้อบวัลคาไนซ์ 2) จัดทำใบตรวจสอบของเครื่องถอดถุงมือ เครื่องม้วนขอบและตู้อบ 3) จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบเครื่องถอดถุงมือ เครื่องม้วนขอบและตู้อบ 4) จัดทำมาตรฐานการบ่มน้ำยางคอมปาวด์ 5) กำหนดระยะเวลาการบ่มน้ำยางกรณีผลิตเร่งด่วนต่ำสุดที่ 16 ชั่วโมง โดยเพิ่มปริมาณสารตัวเร่งเพิ่ม 20% ของสูตรปกติ จากการติดตามผลการปรับปรุงในระยะเวลา 3 เดือน พบว่าสัดส่วนของเสียจากกระบวนการผลิตถุงมือมีค่าลดลงจากร้อยละ 1.698 เป็นร้อยละ 1.463 เมื่อเทียบระดับ Sigma level สามารถปรับปรุงจากระดับ 3.626 σ ไปที่ระดับ 3.682 σ

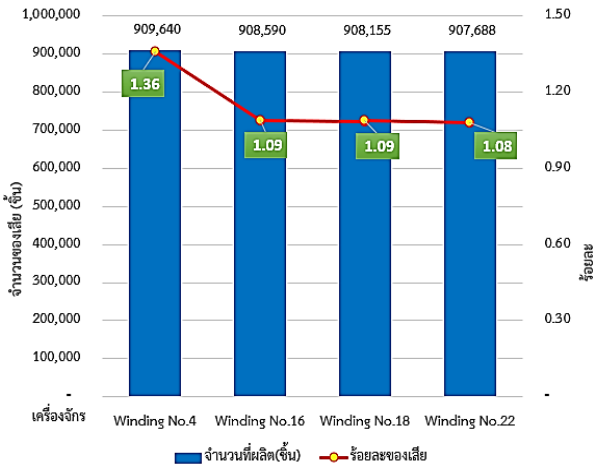
จากข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นและจากการศึกษางานวิจัยที่มีผลสำเร็จแล้ว พบว่าหลักการซิกซ์ ซิกมา (Six Sigma) เป็นหลักการในการแก้ไขปัญหาเรื่องการลดปริมาณของเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเราได้นำหลักการ DMAIC ได้แก่ การกำหนดหัวข้อปัญหา (Define) การวัดสาเหตุของปัญหา (Measure) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis) การปรับปรุงกระบวนการ (Improve) และการควบคุม (Control) มาเป็นวิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาอุณภูมิของท่อความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.00 มิลลิเมตร อุณหภูมิเท่ากับ 100±30 องศาเซลเซียส แรงดันลม 25-40 mbar. ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหา Loose wire ในกระบวนการผลิต Coil core cal.5000.054 จากการรวบรวมบันทึกข้อมูลปัจจัยนำเข้าแล้วดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้หลักการซิกซ์ซิกม่า นำไปสู่การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเป็นท่อความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.00 มิลลิเมตร อุณหภูมิเท่ากับ 120±30 องศาเซลเซียส แรงดันลม 25-40 mbar.ซึ่งมีอุณหภูมิความร้อนมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับท่อความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.00 มิลลิเมตร ลดปริมาณ Loose wire ที่เกิดในกระบวนการผลิต Coil core cal.5000.054 ได้

2. วิธีการวิจัย (Methodology)

การดำเนินโครงการเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต Coil core cal.5000.054 ได้ทำการประยุกต์ใช้หลักการ DMAIC ในการแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นร่วมกับการใช้เครื่องมือคุณภาพอื่นๆ ซึ่งมีวิธีดำเนินการดังนี้

2.1 การกำหนดปัญหา (Define Phase)



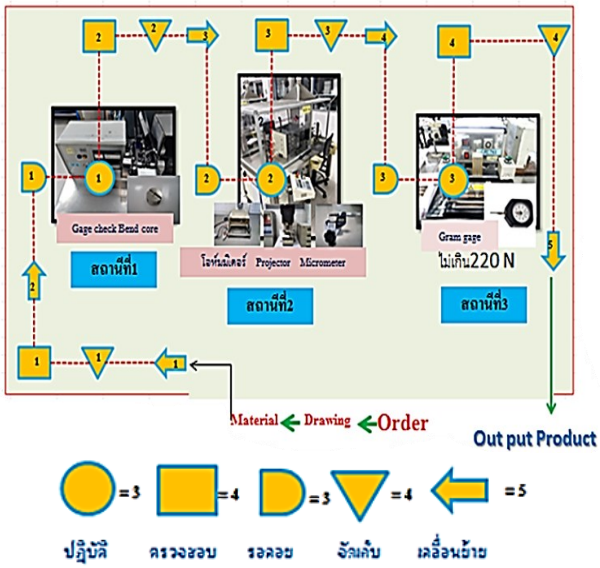
ภาพที่ 1 จำนวนการผลิตปี พ.ศ. 2563 ของแต่ละเครื่องจักร

จากภาพที่ 1 เครื่อง Winding No. 4 มีอัตราการผลิตที่สูงกว่าเครื่องอื่นๆ และมีอัตราของเสียที่สูงกว่าเครื่องอื่นเช่นกัน ซึ่งในส่วนของเครื่อง Winding No. 16, Winding No. 18 และ Winding No. 22 มีอัตราการผลิตและอัตราของเสียที่ใกล้เคียงกัน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดปัญหา พบว่าปริมาณของเสียและเวลาที่เสียไปในการแก้ไขชิ้นงานเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต Coil core ซึ่งเกิดจากกระบวนการพันเส้นลวดทองแดง ซึ่งกลุ่มผู้วิจัยจะมุ่งเน้นไปที่เครื่อง Winding

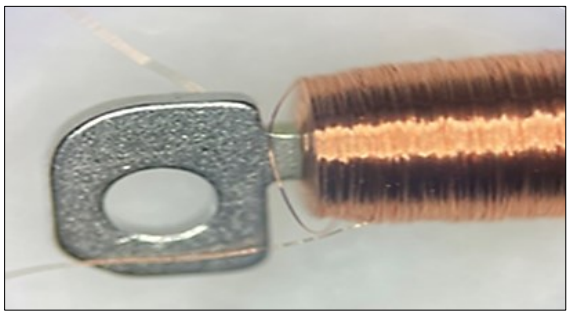
No. 4 ที่มีอัตราการผลิตและอัตราของเสียสูงที่สุดเพื่อการศึกษาวิจัยและปรับปรุงกระบวนการผลิต

2.2 การวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา (Measure Phase)



ภาพที่ 2 กระบวนการผลิต Coil core cal. 5000.054

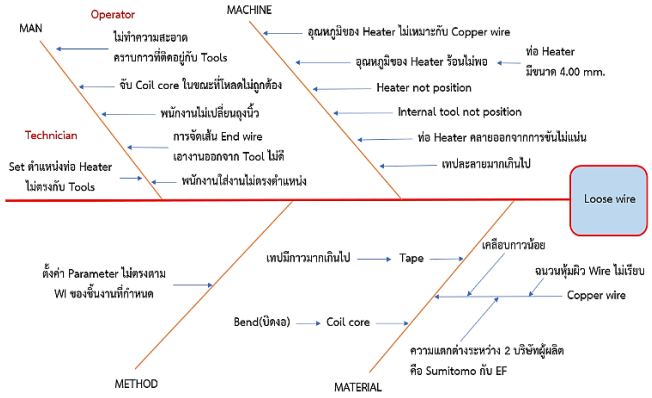
จากภาพที่ 2 แสดงกระบวนการผลิต Coil core cal. 5000.054 มีทั้งหมด 3 สถานีงาน คือ สถานีงานที่ 1 Taping machine สถานีงานที่ 2 Winding machine สถานีงานที่ 3 Sealing machine ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการพันเส้นลวดทองแดง โดยการใช้เครื่อง Winding machine มีลักษณะของเสียประเภทเดียวเท่านั้น



ภาพที่ 3 ชิ้นงานที่พันลวดทองแดงหลวม (Loose wire)

จากภาพที่ 3 แสดงชิ้นงานที่พันเส้นลวดทองแดงที่หลวมเกิดจากสถานีงานที่ 2 Winding machine ซึ่งมีลักษณะของลวดส่วนปลายหลุดออกมาจากการพัน

2.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)



ภาพที่ 4 แผนภูมิก้างปลา Loose wire

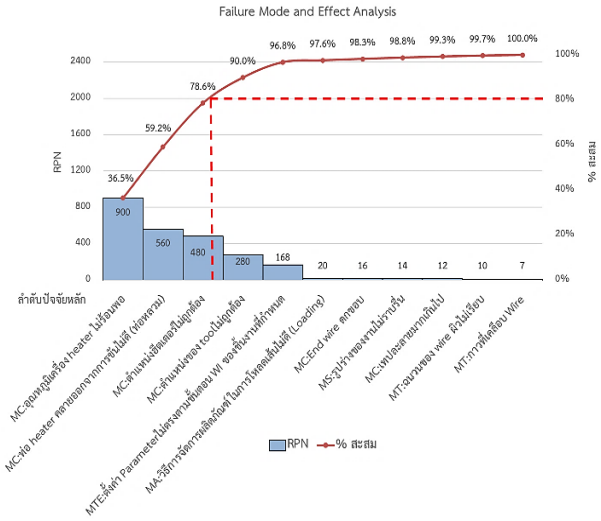
จากภาพที่ 4 แผนภูมิก้างปลาแสดงการหาสาเหตุของการเกิด Loose wire พบว่ามีทั้งหมด 4 สาเหตุหลัก คือ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ วิธีการ มี 16 สาเหตุรอง และ 6 สาเหตุย่อย จากนำเสนอข้อมูลของทีมงานที่เกี่ยวข้อง

2.4 การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve Phase)

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะผลกระทบและข้อบกพร่องหาผลคะแนน RPN

Failure Mode and Effect Analysis			
ลำดับปัญหา	RPN	%	% สะสม
MC: อุณหภูมิเครื่อง heater ไม่ร้อนพอ	900	36.48%	36.48%
MC: ท่อ heater คลายออกจากการขันไม่ดี (ท่อหลวม)	560	22.70%	59.18%
MC: ตำแหน่งฮีตเตอร์ไม่ถูกต้อง	480	19.46%	78.64%
MC: ตำแหน่งของ toolไม่ถูกต้อง	280	11.35%	89.99%
MTE: ตั้งค่า Parameterไม่ตรงตามขั้นตอน WI ของขั้นงานที่กำหนด	168	6.81%	96.80%
MA: วิธีการจัดการผลิตภัณฑ์ ในการโหลดเส้นไม่ดี (Loading)	20	0.81%	97.61%
MC: End wire ตกขอบ	16	0.65%	98.26%
MS: รูปร่างของงานไม่ราบรื่น	14	0.57%	98.82%
MC: เทปละลายมากเกินไป	12	0.49%	99.31%
MT: ฉนวนของ wire ผิวไม่เรียบ	10	0.41%	99.72%
MT: กาวที่เคลือบ Wire	7	0.28%	100.00%

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะผลกระทบและข้อบกพร่อง (FMEA) นำผลคะแนน RPN (Risk Priority Number) มาจัดเรียงในแผนภาพพาเรโต ดังภาพที่ 5 เพื่อพิจารณาลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหา Loose wire ในกระบวนการผลิต Coil core cal.5000.054

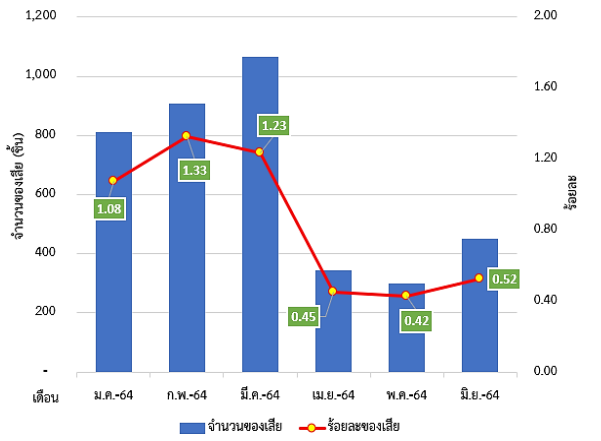


ภาพที่ 5 แผนภาพพาเรโตแสดงลำดับความสำคัญ

จากภาพที่ 5 พบว่าปัจจัยนำเข้ามีผลต่อตัวแปรตอบสนองมีทั้งหมด 11 ปัจจัย จากนั้นนำปัจจัยเหล่านั้นไปทำการวิเคราะห์ลักษณะผลกระทบและข้อบกพร่อง โดยเลือกแนวทางการแก้ไขมี ความสำคัญ 3 อันดับแรกได้แก่ 1) MC : อุณหภูมิเครื่อง heater ไม่เหมาะสม 2) MC : ท่อความร้อนคลายออกจากการยึดสกรูไม่แน่น (ท่อหลวม) 3) MC: ตำแหน่งท่อความร้อนไม่ถูกต้อง

2.5 การควบคุมกระบวนการ (Control Phase)

การปรับปรุง 3 ขั้นตอน คือ 1) การปรับขนาดของท่อความร้อน จากเดิมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.00 มิลลิเมตร เป็นขนาด 5.00 มิลลิเมตร 2) การยึดท่อความร้อนด้วยสกรูเพื่อให้มีการจับยึดท่อที่แน่น 3) การปรับตำแหน่งตัวท่อความร้อน เพื่อให้ท่ออยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง



ภาพที่ 6 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบการปรับปรุง

จากภาพที่ 6 หลังจากการปรับปรุงแก้ไขในระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือน เมษายน ถึง เดือนมิถุนายน พบว่ามีอัตราของเสียน้อยกว่าร้อยละ 0.65 เมื่อเทียบกับเดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม ที่ยังไม่มีการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ

3. ผลการวิจัย (Results)

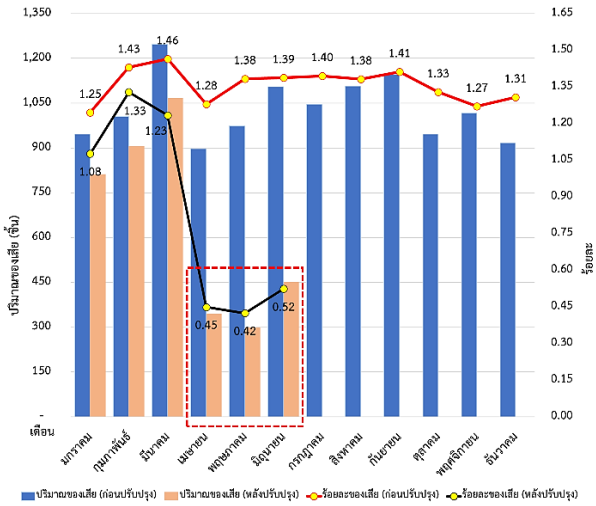
3.1 เปรียบเทียบปริมาณของเสียก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง หลังจากดำเนินการศึกษาเพื่อแก้ไขปัญหาตามหลักการ DMAIC เป็นระยะเวลา 3 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม ทำให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียขึ้นและได้ทำการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิตในส่วนของเครื่อง Winding 4 เท่านั้น และจากที่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการปรับปรุงเป็นระยะเวลาอีก 3 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่การผลิต Coil core cal.5000.054 ที่เครื่อง Winding 4 ในเดือนเมษายน ถึงเดือนมิถุนายน ดังตารางที่ 2 ที่แสดงข้อมูลของเสียเปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ในปี 2563 คือข้อมูลก่อนการแก้ไขปรับปรุงกับข้อมูลในปี 2564 ในช่วงระหว่างการศึกษาดำเนินการแก้ไขในช่วง 3 เดือนแรกของปี และแสดงข้อมูลหลังจากได้แก้ไขปรับปรุงตั้งแต่เดือนเมษายนเป็นต้นไป รวมเป็นระยะเวลา 3 เดือนในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณข้อมูลของเสีย

Process Winding Cal.5000.054 (Winding No.4)													
	ปี พ.ศ. 2563	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	ค่าเฉลี่ย
ก่อนปรับปรุง	จำนวน (ชิ้น)	76,042	70,369	85,140	70,105	70,400	79,650	75,048	80,116	81,240	71,260	80,146	70,124	75,803
	ปริมาณของเสีย (ชิ้น)	947	1,006	1,247	897	974	1,105	1,047	1,107	1,147	947	1,018	917	1,030
	ร้อยละ	1.25	1.43	1.46	1.28	1.38	1.39	1.40	1.38	1.41	1.33	1.27	1.31	1.36
	เวลาในการแก้ไขชิ้นงาน (ชั่วโมง : นาที : วินาที)	3:9:24	3:21:12	4:9:24	2:59:24	3:14:48	3:41:2	3:29:24	3:41:24	3:49:24	3:9:24	3:23:36	3:3:24	3:26:00
	DPMO	12,454	14,296	14,646	12,795	13,835	13,873	13,951	13,817	14,119	13,289	12,702	13,077	13,587
	ระดับ σ	3.749	3.742	3.633	3.748	3.744	3.744	3.743	3.744	3.743	3.746	3.748	3.747	3.745
	ปี พ.ศ. 2564	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	ค่าเฉลี่ย
หลังปรับปรุง	จำนวน (ชิ้น)	75,420	68,264	86,472	76,780	70,214	86,158							77,717
	ปริมาณของเสีย (ชิ้น)	812	907	1,067	345	298	451							365
	ร้อยละ	1.08	1.33	1.23	0.45	0.42	0.52							0.47
	เวลาในการแก้ไขชิ้นงาน (ชั่วโมง : นาที : วินาที)	2:42:24	3:1:24	3:33:24	1:9:0	0:59:36	1:30:12							1:13:00
	DPMO	10,766	13,287	12,339	4,493	4,244	5,235							4,692
	ระดับ σ	3.755	3.746	3.749	4.124	4.125	4.121							3.896

จากตารางที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณข้อมูลของเสีย พบว่าข้อมูลในปี 2563 ในการผลิตตลอดระยะเวลา 1 ปี มีปริมาณการผลิตต่อเดือนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 75,803 ชิ้น และมีของเสียต่อเดือนโดยเฉลี่ย 1,030 ชิ้น หรือเฉลี่ยมีของเสียเท่ากับร้อยละ 1.36 ต่อเดือน มีค่า DPMO โดยเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 13,587 ชิ้น และระดับ σ อยู่ที่ 3.745 และหากเปรียบเทียบ

กับข้อมูลของเสียหลังปรับปรุงในเดือนเมษายน 2564 ถึงเดือนมิถุนายน 2564 ในระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ปริมาณการผลิตต่อเดือนโดยเฉลี่ย 77,717 ชิ้น มีปริมาณของเสียต่อเดือนโดยเฉลี่ย 365 ชิ้น หรือเฉลี่ยมีของเสียเท่ากับร้อยละ 0.47 ต่อเดือน และใช้เวลาในการแก้ไขชิ้นงานโดยเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 1 ชั่วโมง 13 นาที มีค่า DPMO โดยเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 4,692 ชิ้น และระดับ σ อยู่ที่ 3.896



ภาพที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณของเสีย

จากภาพที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณของเสีย จะเห็นได้ว่ากราฟแท่งสีฟ้าที่แสดงปริมาณของเสียในแต่ละเดือนของปี 2563 และกราฟแท่งสีส้มในปี 2564 ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม ซึ่งอยู่ในช่วงก่อนปรับปรุงมีลักษณะที่สูงแสดงถึงปริมาณของเสียที่มีจำนวนมากในแต่ละเดือน รวมถึงลักษณะของกราฟเส้นสีแดงที่แสดงถึงอัตราร้อยละของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนก็สูงขึ้นเช่นเดียวกัน มีเพียงกราฟแท่งสีส้มในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน (ในกรอบสีแดง) ที่มีลักษณะของกราฟแท่ง และกราฟเส้นที่มีปริมาณลดลง ซึ่งเป็นช่วงหลังการปรับปรุงมีแนวโน้มของปริมาณของเสียรวมถึงร้อยละของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนที่ลดลงเป็นอย่างมาก สรุปผลการปรียบเทียบปริมาณของเสียจากค่าเฉลี่ยต่อเดือนได้ดังนี้ ปริมาณของเสียต่อเดือนเฉลี่ยลดลงจาก 1,030 ชิ้น เป็น 365 ชิ้น ร้อยละของเสียต่อเดือนเฉลี่ยลดลงจากร้อยละ 1.36 เป็นร้อยละ 0.47 มีค่า DPMO ต่อเดือนเท่ากับ 13,587 ชิ้น เป็น 4,692 ชิ้น และอยู่ในระดับ σ ที่ 3.745 เป็น 3.896 หรือโดยรวมมีของเสียลดลงโดยประมาณร้อยละ 60 ต่อเดือน และสามารถเพิ่มระดับ σ จาก 3.7 เป็น 4.1 ต่อเดือน

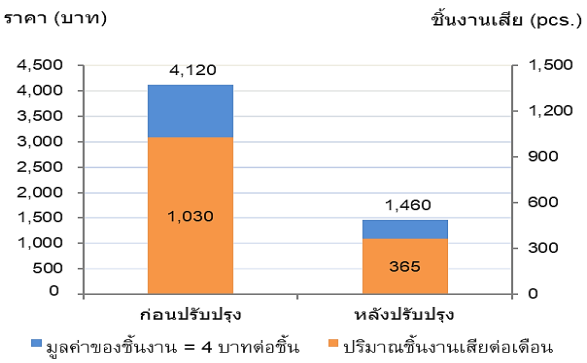
3.2 เปรียบเทียบเวลาในการแก้ไขชิ้นงานมีผลมาจากปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น กล่าวได้ว่า ปริมาณของเสีย คือ ตัวแปรต้น ส่วนเวลาในการแก้ไขชิ้นงาน คือ ตัวแปรตาม หากปริมาณของเสียในแต่ละเดือนมีจำนวนมาก จะทำให้ใช้เวลาในการแก้ไขชิ้นงานมาก แต่หากสามารถลดปริมาณของเสียลงได้ จะทำให้ใช้เวลาในการแก้ไขชิ้นงานลดน้อยลงเช่นกัน เวลาในการแก้ไขชิ้นงานมีมาตรฐานเวลา คือสามารถแก้ไขชิ้นงานได้ 300 ชิ้นต่อนาที จากข้อมูลจริงที่เก็บรวบรวมมาทั้งในช่วงก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบข้อมูลเวลาในการแก้ไขชิ้นงาน

Process Winding Cal.5000.054 (Winding No.4)													
	ปี พ.ศ. 2563	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	ค่าเฉลี่ย
ก่อนปรับปรุง	ปริมาณของเสีย (ชิ้น)	947	1,006	1,247	897	974	1,105	1,047	1,107	1,147	947	1,018	917	1,030
	เวลาในการแก้ไขชิ้นงาน	3:9:24	3:21:12	4:9:24	2:59:24	3:14:48	3:41:2	3:29:24	3:41:24	3:49:24	3:9:24	3:23:36	3:3:24	3:26:00
	ปี พ.ศ. 2564	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	ค่าเฉลี่ย
หลังปรับปรุง	ปริมาณของเสีย (ชิ้น)	812	907	1,067	345	298	451							365
	เวลาในการแก้ไขชิ้นงาน	2:42:24	3:1:24	3:33:24	1:9:0	0:59:36	1:30:12							1:12:56
	เวลาที่ลดลงได้ในแต่ละเดือน	0:27:00	0:19:48	0:36:00	1:50:24	2:15:12	2:10:50							2:13:04

จากตารางที่ 3 พบว่าเวลาในการแก้ไขชิ้นงานมีการลดลงอย่างมากในช่วงหลังปรับปรุง หากคิดจากค่าเฉลี่ยต่อเดือน พบว่าจากเดิมจะต้องใช้เวลาในการแก้ไขชิ้นงานโดยเฉลี่ยต่อเดือน ประมาณ 3 ชั่วโมง 26 นาที แต่หลังปรับปรุงแล้วเหลือเวลาในการแก้ไขชิ้นงานโดยประมาณ 1 ชั่วโมง 12 นาที 56 วินาที ทำให้สามารถลดเวลาในแต่ละเดือนลงได้ 2 ชั่วโมง 13 นาทีต่อเดือน โดยประมาณ

3.3 มูลค่าของความสูญเสียที่เกิดขึ้น ดังในข้อมูลภาพที่ 8



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบมูลค่าของชิ้นงาน

จากภาพที่ 8 มูลค่าของชิ้นงานก่อนปรับปรุง คือ 4,120 บาท จากปริมาณชิ้นงานเสีย 1,030 ชิ้นต่อเดือน หลังการปรับปรุงลดลงเท่ากับ 1,460 บาท จากชิ้นงานเสีย 365 ชิ้น

4. การอภิปราย (Discussion)

4.1 เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต Coil core cal.5000.054 ให้ต่ำกว่าร้อยละ 0.65 ของปริมาณการผลิตต่อเดือน หลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน DMAIC ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบทำให้เกิดของเสียและทำการหาวิธีการแก้ไขอย่างตรงจุด ผลที่ได้หลังจากการปรับปรุงแก้ไขเป็นไปตามที่ตั้งเป้าหมายไว้คือ ในแต่ละเดือนของชิ้นงานที่ผลิตด้วยเครื่อง Winding machine No.4 มีอัตราของเสียที่เกิดขึ้นต่ำกว่า 0.65 จริง สัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตลดลงจาก 11,536 DPMO เป็น 4,692 DPMO หรือเมื่อเปรียบเทียบในระดับ sigma สามารถปรับปรุงจากระดับ 3.753 เป็นที่ระดับ 3.896 [2] การลดการสูญเสียจากกระบวนการผลิตกระป๋อง จากการดำเนินงานในระยะเวลา 4 เดือน พบว่า สัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตกระป๋องลดลงจาก 4,400 DPM เป็น 2,849 DPM หรือเมื่อเปรียบเทียบในระดับ sigma สามารถปรับปรุงจากระดับ 2.85 เป็นที่ระดับ 2.986 ทั้งนี้ในแต่ละวันจะมีของเสียที่เกิดจากการตรวจสอบเฉลี่ย 1200 DPM ซึ่งหากลดการตรวจสอบที่ไม่จำเป็นลง จะส่งผลให้ของเสียลดลงได้อีก 50% โดยการประมาณการจะสามารถลดลงเหลือประมาณ 2000 DPM หรือ ระดับ sigma อยู่ที่ 3.092

4.2 เพื่อลดเวลาในการแก้ไขชิ้นงาน (Rework) ในกระบวนการผลิต Coil core cal.5000.054 น้อยกว่า 2 ชั่วโมงต่อเดือน จากผลการวิจัยพบว่าหลังการปรับปรุงแก้ไขเวลาในการแก้ไขชิ้นงานในแต่ละเดือนที่ผลิตด้วยเครื่อง Winding machine No.4 มีเวลาลดลงน้อยกว่า 2 ชั่วโมงต่อเดือน [3] การลดของเสียจากการแล่นประสานไม่สมบูรณ์ระหว่างท่อส่งสารทำความเย็นกับครีบในกระบวนการผลิตคอยล์เย็นโดยเลือกลดประเภทของเสียที่เกิดขึ้นสูงที่สุด คือ ของเสียประเภทการแล่นประสานไม่สมบูรณ์ระหว่างท่อส่งสารทำความเย็นกับครีบ รวบรวมปัจจัยที่มีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดของเสีย ผลลัพธ์คือสามารถกำจัดของเสียลักษณะแล่นประสานไม่สมบูรณ์ระหว่างท่อส่งสารทำความเย็นกับครีบได้ มีผลทำให้สัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตคอยล์เย็นลดลงจาก 1.43% เป็น 0.35% ต่อเดือน และสามารถลดต้นทุนการผลิตคอยล์เย็น ได้ประมาณ 980,000 บาทต่อเดือน จากผลการศึกษาจากกระบวนการผลิต Coil core cal.5000.054 ของเครื่องจักร Winding machine No.4 เพียงเครื่องเดียว มีผลการศึกษาที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ทำให้พิสูจน์ได้ว่า วิธีการที่ใช้ในการศึกษาวิจัยได้ผลดีเป็นอย่างมากใน Winding machine No.4 เราจึงสามารถนำวิธีการในการแก้ไขปัญหาด้วยหลักการซิกซ์ ซิกม่า นำไปใช้ในเครื่อง Winding machine อีก 3 เครื่อง ที่ใช้ในกระบวนการผลิต Coil core cal.5000.054 คือ Winding machine No.16, Winding machine No.18 และ Winding machine No.22

5. สรุปผล (Conclusion)

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เกิดขึ้นจากปัญหาปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต Coil core cal.5000.054 ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณของเสียที่ผ่านกระบวนการพันเส้นลวดด้วยเครื่องพันลวด (Winding machine) ในปี พ.ศ. 2563 ตั้งแต่เดือนมกราคม – เดือนธันวาคม ในระยะเวลา 1 ปี พบว่ามีปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตมากถึง 47,921 ชิ้น จากการผลิตชิ้นงานปริมาณ 3,634,073 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 1.15 ของปริมาณ Coil core ที่ผลิตได้ทั้งปี พบว่าหลักการซิกซ์ ซิกม่าเป็นหลักการในการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการโดยการใช้หลักการทางสถิติ ซึ่งกลุ่มผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการในการวิเคราะห์ของหลักการ DMAIC ซึ่งทำให้ทราบถึง ปัญหา สาเหตุของปัญหา การแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงจุด รวมถึงการควบคุมกระบวนการแก้ไขให้คงอยู่ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำอีก

6. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ขอขอบพระคุณ คณะผู้บริหาร บริษัท รอนด้า (ประเทศไทย) จำกัด รองกรรมการผู้จัดการ, ผู้จัดการแผนก Coil Assembly, ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการอนุญาติให้ทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] อภิญยา หนูพริ้ม. (2563). การลดของเสียในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาในโรงงานถุงมือยางตัวอย่าง (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[2] อัญญาพร วงศ์ตรีสิน, จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์. (2563). การลดของเสียจากการแล่นประสานไม่สมบูรณ์ระหว่างท่อส่งสารทำความเย็นกับครีบในกระบวนการผลิตคอยล์เย็น. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ปีที่ 27 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน-ธันวาคม, หน้า 27-37.

[3] อุษณีย์ ถิ่นเกาะแก้ว. (2522). การลดการสูญเสียจากกระบวนการผลิตกระป๋องโดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ซิกม่า. (วิทยานิพนธ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

[4] จักริน ยิ้มย่อง. (2555). การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียโดยใช้หลักการ ซิกซ์ซิกม่า. สาขาการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[5] เนติ วัชระโชติพิมาย. (2554). การลดของเสียในการผลิตผักแช่แข็งโดยใช้เทคนิคซิกซ์ซิกม่า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[6] ปวีณ์สุดา ปานอำไพ. (2554). การลดของเสียผลิตภัณฑ์คอยเย็นในอุตสาหกรรมยานยนต์โดยการ ประยุกต์ใช้แนวทางของ ซิกซ์ซิกม่า DMAIC. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[7] อภิชาติ สถิตธรรม. (2555). การปรับปรุงคุณภาพในการผลิตตามแนวความคิดของซิกซ์ ซิกม่า : กรณีศึกษา บริษัทชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ โดยหลักการ DMAIC. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทั่วไป คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[8] มนตรี มีชัย. (2559). การลดของเสียในกระบวนการผลิตยางคอมปาวด์โดยการประยุกต์ใช้กระบวนการทางซิกซ์-ซิกม่า กรณีศึกษาบริษัทผลิตคอมปาวด์แห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจสำหรับผู้บริหาร วิทยาลัยพาณิชยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

[9] ตรีทศ เหลาศิริหงษทอง, อัมพวรรณ จิรอาภาวงศ, ทศพล เกียรติเจริญผล. (2551). การประยุกต์ใช้วิธีการ DMAIC สำหรับปรับปรุงกระบวนการผลิตสุขภัณฑเซรามิกส์ วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 19 ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2551, หน้า 36-44.

[10] จักรพันธ์ อึ้งธรรมคุณ. (2552). การปรับปรุงความสามารถของกระบวนการประกอบชุดแขนจับหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ เพื่อลดปริมาณของเสียโดยใช้วิธีซิกซ์ซิกม่า. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาลัยเกษตรศาสตร์.

[11] ทรรศพร สกุลพิพัฒน์. (2551). การประยุกต์ใช้กระบวนการ DMAIC ในอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นวงจรรวม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาลัยธรรมศาสตร์.

[12] ชีวรัตน์ กะฐินทอง. (2551). การลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องในการผลิตแกนหมุนหัวอ่านฮาร์ดดิสก์โดยใช้ซิกซ์ซิกม่า. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[13] กรรณิการ์ เบญจรัฐพงศ์. (2558). การประยุกต์ใช้ซิกซ์ซิกม่าในกระบวนการผลิตไพวอต. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[14] ศุภกฤต หวังสิทธิเดช. (2552). การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยวิธีการทางซิกซ์ซิกม่า กรณีศึกษาโรงงานประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.