

การประเมินความสามารถพนักงานตรวจสอบคุณภาพ
ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
Application of Measurement System Analysis in Electronic Plants

นัตดารัตน์ ศรีสวัสดิ์¹, วิชัย รุ่งเรืองอนันต์², เวชยันต์ ช่วยชูวงศ์³, ชัยพร วงศ์พิศาล⁴ และ ไพฑูรย์ ศิริโอหาร⁵
Nuddarat Srisawat¹, Vichai Rungreunganun², Vechayan Choychoowong³,
Chaiporn Vongpissal⁴ and Paitoon Siri-o-ran⁵

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ^{1,2}

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย³

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิตอัจฉริยะ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ วิทยาเขต อีอีซี⁴

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิตอัจฉริยะ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์⁵

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,

King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand^{1,2}

Business School, University of the Thai Chamber of Commerce, Thailand³

Program in Industrial Engineering and Intelligent Manufacturing, Faculty of Engineering and Technology,

Punyapiwat Institute of Management EEC Campus, Thailand⁴

Faculty of Engineering and Technology, Punyapiwat Institute of Management, Thailand⁵

Corresponding Author, Email: nuddarat.srisawat@hotmail.com¹

Received: 2024-7-22; Revised: 2024-12-28; Accepted: 2024-12-29

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อช่วยลดจำนวนข้อร้องเรียนของลูกค้าที่โรงงานได้รับ โรงงานดังกล่าวถูก
ร้องเรียนจากลูกค้าโดยเฉลี่ย 11.2 รายต่อเดือนเกี่ยวกับงานที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อหาแนวทางแก้ไข
ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการศึกษาข้อมูลข้อร้องเรียนในอดีต จากการวิเคราะห์นี้ ผู้วิจัยค้นพบว่าของเสียที่เกิดจากรอย
ขีดข่วนเป็นสาเหตุหลักของการร้องเรียนส่วนใหญ่จากลูกค้า จากนั้น ผู้วิจัยได้ประเมินความสามารถของ
เจ้าหน้าที่ตรวจสอบในการจัดการของเสียนี้โดยใช้หลักการวิเคราะห์ระบบการวัด และเนื่องจากข้อมูลเป็น
ข้อมูลในการทดลองนี้เป็นข้อมูลแบบนับ ทางผู้วิจัยเลือกให้เครื่องมือการวิเคราะห์การเห็นพ้องของข้อมูลแบบ
นับ จากนั้นให้พนักงานตรวจสอบชิ้นงานจำนวน 3 คน คนละ 30 ครั้ง ๆ ละ 2 ชิ้น และบันทึกผลลงในใบ
ตรวจสอบ ใช้โปรแกรม Minitab 19 ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ พบว่าสถิติค่าป้าของพนักงานตรวจสอบต่ำกว่า
0.75 ซึ่งเป็นมาตรฐานการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงโดย
ใช้การวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิแก๊งปลา เพื่อระบุสาเหตุหลักของปัญหา จากการวิเคราะห์พบว่าเอกสารขั้นตอน
การปฏิบัติงาน ไม่ครบถ้วนและไม่ชัดเจน ทำให้พนักงานไม่เข้าใจลักษณะของของเสีย ทำให้ของเสียหลุดไปยัง
ลูกค้าและมีการร้องเรียนเกิดขึ้น จากนั้นผู้วิจัยได้ปรับปรุงเอกสารเหล่านี้และฝึกอบรมพนักงานตรวจสอบใหม่

ก่อนที่จะทำการทดสอบอีกครั้ง พบว่าพนักงานก็ผ่านเกณฑ์การทดสอบ โดยมีสถิติค้ำปามากกว่า 0.85 หลังจากการทดสอบ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าโรงงานสามารถลดการร้องเรียนของลูกค้าโดยการปรับปรุงเอกสารคำแนะนำการทำงานและฝึกอบรมพนักงานให้ตระหนักถึงลักษณะของเสียที่เป็นรอยขีดข่วน

คำสำคัญ: ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์, การตรวจสอบคุณภาพ, ศักยภาพการผลิต

Abstract

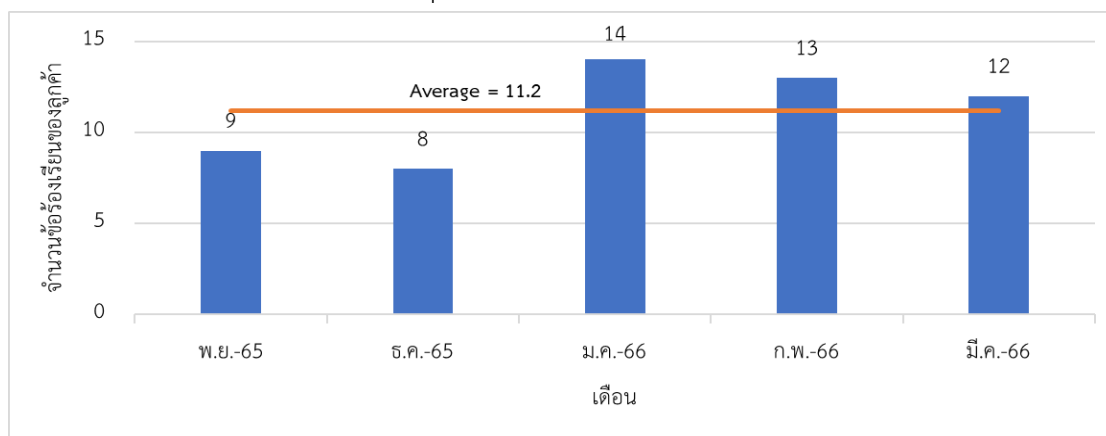
This research aims to reduce the number of customer complaints a factory receives. The factory in question has been plagued by an average of 11.2 monthly customer complaints regarding work that doesn't meet their standards. The researcher began by pouring past complaint data to find a solution. Through this analysis, the researchers discovered that scratch waste was the principal cause of most customer complaints. The researcher then evaluated the ability of the inspection staff to handle this waste using Principles of Measurement System Analysis (MSA) and Attribute Agreement Analysis (AAA). Then have 3 employees inspect the workpieces, 30 pieces each, repeating this 2 times each, and record their results on an inspection sheet. The Minitab 19 program was used to analyze the results, and it was found that the kappa statistic of the inspection staff was below 0.75, which is the standard for the inspection of automotive products. A root cause analysis was then conducted using a cause-and-effect diagram (Fishbone) analysis to identify the root cause of the issue. The analysis revealed that the work instruction documents were incomplete and unclear, causing employees to misunderstand the nature of the defect, which led to it escaping to customers and causing complaints. The researcher then updated these documents and retrained the employees before performing another test. The updated documents proved successful, and the employees passed the test criteria. After re-testing, it was found that the employees also passed the test criteria with a Kappa statistic greater than 0.85 after improvement. This research has shown that the factory can reduce customer complaints by updating work instruction documents and retraining employees to recognize the nature of scratch defects.

Keywords: Electronic Components, Quality Inspection, Production Potential

บทนำ

ในกระบวนการผลิตในระดับอุตสาหกรรม การควบคุมคุณภาพการผลิตนั้น มีความสำคัญเป็นอย่างมากเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานที่ลูกค้ากำหนดทั้งด้านกายภาพ (Appearance) หรือขนาดของผลิตภัณฑ์ (Dimension) ทั้งสองคุณสมบัติมีผลต่อการประเมินคุณภาพการผลิตและมีผลต่อการตัดสินใจในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตโดยทางโรงงานเลือกที่จะใช้ข้อมูลของการตรวจสอบด้านกายภาพเป็นหลัก เพราะเป็นข้อมูลที่สามารถรู้ผลได้ทันทีหลังจากมีการตรวจสอบโดยพนักงานตรวจสอบที่หน้ากระบวนการผลิต ซึ่งนั่นเป็นเหตุผลที่จะต้องทำให้ผลการตรวจสอบด้านกายภาพจากพนักงานตรวจสอบเป็นผลที่มีความถูกต้องและมีความแม่นยำสูงสุด และสาเหตุสำคัญที่ทำให้คุณภาพของข้อมูลด้านคุณภาพต่ำนั้นก็มีความผิดพลาดในการตรวจสอบสูงอาจเนื่องมาจากความแม่นยำของพนักงานในการตรวจสอบหรือรวมทั้งประสบการณ์ของพนักงานตรวจสอบคนนั้นๆ การตรวจสอบที่มีความผิดพลาดมากจะเป็นความเสี่ยงของผู้ผลิต หรือ ความเสี่ยงของลูกค้า และความผิดพลาดจากการตรวจสอบที่ไม่ถูกต้องจะส่งผลให้จำนวนของเสียในปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนของการผลิตในแต่ละล็อตการผลิตเช่นกัน อีกทั้งยังกระทบค่าใช้จ่ายของโรงงานและของเสียหลุดรอดไปยังลูกค้าเป็นเหตุให้ลูกค้าร้องเรียนเนื่องจากสินค้าไม่ได้ตามมาตรฐานตามที่ได้ลูกค้าได้กำหนดไว้และทำให้ลูกค้าไม่สามารถใช้สินค้าชิ้นนั้นได้เนื่องจากเกิดของเสียลักษณะด้านกายภาพไม่ตรงตามที่กำหนดไว้ เสียค่าใช้จ่ายในการส่งงานทดแทนไปยังลูกค้า เสียค่าใช้จ่ายจากการเกิดการหยุดสายการผลิต (Line Stop) ของลูกค้า หรือหยุดทำการตรวจสอบใหม่ แก้ไขงาน (Recheck/Rework) หรือระงับการขนส่ง (Stop Shipping) เป็นต้น (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2553)

กรณีศึกษาเป็นโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เครื่องใช้ไฟฟ้า โทรศัพท์ รถยนต์ เรือและเครื่องมือแพทย์ ซึ่งตอนนี้ประสบปัญหาด้านคุณภาพเนื่องจากมีลูกค้าร้องเรียนในเดือน พฤศจิกายน 2022 ถึง เดือน มีนาคม 2023 จำนวน 56 ครั้ง (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551) แสดงดังภาพที่ 1 จากกราฟ



ภาพที่ 1 จำนวนข้อร้องเรียนในเดือนพฤศจิกายน 2565 - มีนาคม 2566

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis, MSA) เพื่อลดความผิดพลาดในการตรวจสอบชิ้นงานและลดต้นทุนการส่งงานทดแทนไปยังลูกค้าที่เกิดขึ้นเนื่องจากการตัดสินใจที่ผิดพลาดของพนักงานในกระบวนการผลิต

การทบทวนวรรณกรรม

การวิเคราะห์ระบบการตรวจวัดข้อมูลแบบนับเป็นกระบวนการทางสถิติที่ใช้ในการประเมินและวิเคราะห์คุณภาพของกระบวนการตรวจวัดหรือการวัดข้อมูลที่เป็นแบบนับ โดยมุ่งเน้นที่การตรวจสอบความถูกต้องและความเสี่ยงของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด การวิเคราะห์ระบบการตรวจวัดข้อมูลแบบนับทำให้เข้าใจถึงประสิทธิภาพของระบบการวัดในการให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่ผู้ตัดสินใจ โดยการใช้เครื่องมือทางสถิติ เช่น การคำนวณความแปรปรวน (variance) และการประเมินความถูกต้องของการวัด (measurement accuracy) เพื่อตรวจสอบว่าระบบการวัดทำงานอย่างถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ ทั้งนี้การวิเคราะห์ระบบการตรวจวัดข้อมูลแบบนับยังช่วยในการปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือบริการ เพื่อลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการตรวจวัด และช่วยให้การตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพสินค้าหรือบริการเป็นไปอย่างมีเชื่อถือได้

และในงานวิจัยนี้จะใช้การตรวจวัดข้อมูลแบบนับคือจะให้พนักงานของแผนกตรวจสอบคุณภาพมาทำการตรวจสอบชิ้นงานในระดับดี เสีย และกึ่งกลาง ว่าผ่านหรือไม่ผ่านหลังจากนั้นผู้ประเมินจะพิจารณาว่าผลการตรวจสอบนั้นถูกต้องหรือไม่ วิธีการดังกล่าวจะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องในการตรวจสอบของพนักงาน

เอราวิล ถาวร(2561) การวิเคราะห์ระบบการวัดสำหรับป้องกันความผิดพลาดการตรวจชิ้นงานวิชาปฏิบัติการทางวิศวกรรมโดยประยุกต์ใช้ MSA เพื่อระบุความผันแปรที่อาจจะส่งผลกระทบต่อความผิดพลาดของระบบการวัด ค้นหาสาเหตุ กำหนดมาตรฐานการแก้ไขปรับปรุง และสามารถลดความผันแปรและนำไปสู่การสร้างขั้นตอนมาตรฐาน นำไปประยุกต์ใช้เป็นวิธีการป้องกันความผิดพลาดการตรวจชิ้นงานในการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

สาวิตรี แสนสุริย์รังสิกุล (2560) ศึกษาการปรับปรุงระบบการวัดโดยใช้การวิเคราะห์ระบบการวัดและวิธีการทางสถิติขั้นพื้นฐานของโรงงานแห่งหนึ่งจากการทำการประเมินจากเครื่องมือ 3 ชนิดได้แก่ เวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ ไมโครมิเตอร์ และโปรไฟล์โปรเจกเตอร์ด้วยการอาศัยหลักการทางสถิติ ทำการทดสอบสมมติฐานเพื่อหาสาเหตุความแปรปรวนและได้ทำการปรับปรุงระบบการวัดและประเมินผลอีกครั้งหลังการปรับปรุงจนได้ผลที่ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน

ศิริวรรณ องปราบปาม (2560) ได้ศึกษาและกำหนดมาตรฐานสำหรับการตัดสินใจสี่ลิปสติกด้วย Attribute Gauge R&R โดยการตั้งสมมติฐานศึกษาความสามารถในการให้ผลซ้ำ (Repeatability) และให้ผลซ้ำอย่างถูกต้อง (Reproducibility) โดยประยุกต์ใช้วิธีการออกแบบการทดลองและใช้ ANOVA วิเคราะห์ความ

แปรปรวนระหว่างกลุ่มและได้นำผลความแปรปรวนที่ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มมาตั้งเป็นเกณฑ์มาตรฐานที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ธีระพงษ์ ทับพร (2564) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ระบบการวัดเชิงคุณลักษณะเพื่อมาปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบชิ้นงานที่ผลิตของพนักงานตรวจสอบระบบวาล์วลมในอุตสาหกรรมผลิตยางแท่งหนึ่งโดยมีการใช้ผู้ทดลองทั้งหมด 3 คนโดยผู้วัดแต่ละคนทำการตัดสินใจ 3 ครั้งในแต่ละชิ้นงานจากนั้นใช้ตัวทางสถิติ kappa ในการระบุระดับความสอดคล้องกันทางด้านการวัดต่ำ ดังนั้นจึงทำการฝึกอบรมให้พนักงานวัดค่างานใหม่ให้ถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนด ผลการดำเนินการพบว่าพนักงานมีประสิทธิภาพด้านความสามารถในการทำซ้ำเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 70 เป็นร้อยละ 90 และประสิทธิภาพด้านความเอนเอียงเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 70 เป็นร้อยละ 90 ส่งผลให้การตรวจสอบผิดพลาดลดลงจากเดิมร้อยละ 2.31 เหลือร้อยละ 1.06

เฉลิมศักดิ์ ถาวรวัตร และ ก้าวหน้า จงวัฒนารักษ์ (2565) ศึกษาการวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis : MSA) เป็นพื้นฐานของกลยุทธ์การปรับปรุงกระบวนการใด ๆ โดยเครื่องมือ QC ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งผ่านการทดลองในกระบวนการผลิตแบบเรียลไทม์ กับผลิตภัณฑ์ A ในบริษัทผลิตชุดสายไฟกรณีศึกษา ที่ดำเนินธุรกิจในสภาวะการแข่งขันที่สูงขึ้น ซึ่งมีผลิตภัณฑ์เป็นชุดสายไฟในรถยนต์ที่มีลักษณะที่สามารถยืดหยุ่นได้มาก ซึ่งมีโอกาสการผิดพลาดจากระบบการวัดค่อนข้างสูง งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาสาเหตุของปัจจัยที่มีผลกับระบบของการวัด ที่มีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง พารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น ความเที่ยงตรง ความแม่นยำ และความเสถียร ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนด้านคุณภาพทำให้ความเชื่อมั่นของลูกค้าต่อบริษัท โดยการศึกษาใช้ระบบการวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis : MSA) แบบ Gage R&R ซึ่งบริษัทดังกล่าวนั้นก็จะถูกกดดัน ให้ผลิตสินค้าที่มีคุณภาพที่สูง ในต้นทุนที่ต่ำที่สุดจากผลการวิเคราะห์ผู้วิจัยจึงทำการเสนอแนวทางการปรับปรุงโดยการจัดทำบอร์ดการวัดชุดสายไฟรถยนต์ทดแทนการวัดด้วยอุปกรณ์การวัดแบบเดิม ทำให้พบว่า ค่า %P/T (Precision to Tolerance) หรือ %Tolerance (SV/Toler) จากมีค่าเท่ากับ 55.84% ลดลงเหลือ 28.54% แสดงว่าระบบการวัดมีความสามารถในการตรวจจับความผันแปรของกระบวนการได้ ช่วยในทำให้เกิดประสิทธิภาพของระบบการวัดที่ดีขึ้น

Gilberto (2018) มีการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA) มาใช้ในการประเมินความแม่นยำในการตรวจสอบของเครื่องตรวจสอบและพนักงานตรวจสอบ เนื่องจากเครื่องตรวจสอบจะต้องทำการตรวจสอบและตัดสินใจชิ้นงานนั้นเป็นของดีหรือของเสียก่อนที่จะชิ้นงานนั้นจะผ่านมาถึงพนักงาน ซึ่งถ้าเครื่องตรวจสอบมีการตรวจสอบที่ผิดพลาดอาจจะทำให้ของเสียมีการหลุดรอดออกไปยังกระบวนการถัดไป ซึ่งในการทดลองที่ออกแบบจะมีทั้งการออกแบบการตรวจสอบซ้ำเพื่อประเมินว่าทั้งพนักงานและเครื่องตรวจสอบมีการตัดสินใจเหมือนกัน หลังจากมีการออกแบบการทดลองและดำเนินการพบว่าไม่มีของเสียที่หลุดไปยังกระบวนการถัดไป

Anshuman (2022) ต้องการแก้ปัญหาพนักงานวัดค่าพลังงานของแบตเตอรี่ได้ไม่เท่ากัน โดยวิธีการดำเนินการได้มีการใช้เครื่องมือ DMAIC มาใช้สำหรับการวิเคราะห์สาเหตุหาวิธีการแก้ปัญหาและได้ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ระบบการวัดเพื่อนำประเมินพนักงานในเบื้องต้นพบว่าพนักงานไม่ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงมีการระบบวิเคราะห์การวัดหรือ MSA มาช่วยในการออกแบบการทดลองและได้มีการจัด



อบรมพนักงานที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ไม่ว่าจะเป็นการทำเอกสารคู่มือหรือการอบรมภาคปฏิบัติหลังจากนั้นได้มีการทำการประเมินอีกครั้ง พบว่าผลการตรวจสอบของพนักงานมีผลในทิศทางที่ดีขึ้นมากถึง 75%

Carmen (2019) งานวิจัยนี้การใช้หลักการวิเคราะห์ระบบการวัดมาใช้ในการประเมินความสามารถของพนักงานตรวจสอบเพื่อจำนวนของเสียภายในกระบวนการผลิต โดยขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหามีการใช้เครื่องมือคุณภาพ คือ แผนภูมิแก๊งปลา มาช่วยในการวิเคราะห์ปัญหา แล้วเมื่อพบปัญหาก็มีการออกแบบการทดลองโดยใช้ระบบวิเคราะห์การวัดหรือ MSA มาช่วยและมีการตัดสินใจด้วยโปรแกรม Minitab ซึ่งหลังจากมีการทดลองและประยุกต์ใช้พบว่าจำนวน ของเสียที่เกิดจากการตัดสินใจที่ผิดพลาดลดลงมากกว่า 27% สามารถคิดเป็นมูลค่าได้ถึง 306 เหรียญ ต่อเดือน

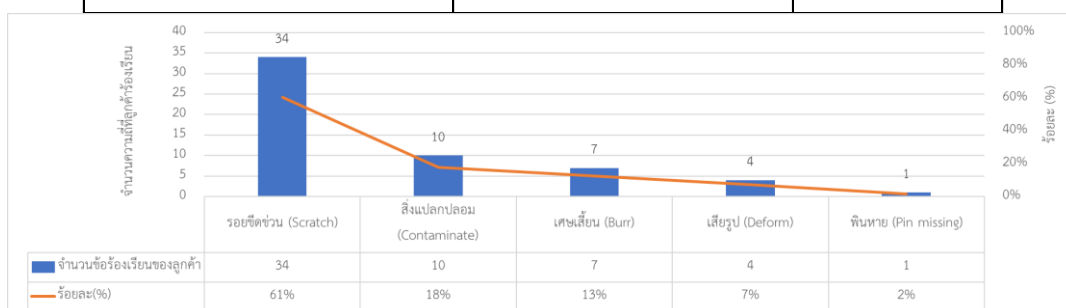
วิธีการดำเนินการวิจัย

ศึกษาสภาพปัญหาของโรงงาน

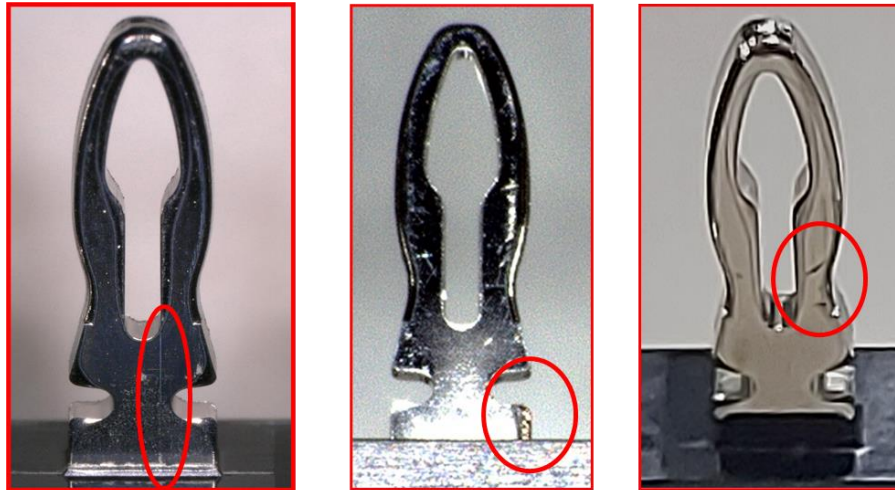
ข้อมูลเบื้องต้นจากการบันทึกการตรวจสอบคุณภาพของแผนกประกันคุณภาพระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2565-ถึง เดือนมีนาคม 2566 พบว่า 61% จากจำนวนข้อร้องเรียนลูกค้าทั้งหมด เป็นของเสียประเภทรอยขีดข่วน ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 2,3 ซึ่งทำให้เห็นได้ว่าถ้ากระบวนการตรวจสอบมีปัญหาสามารถส่งผลให้เกิดข้อร้องเรียนของลูกค้าได้เช่นกัน เพราะเนื่องจากเราจะต้องทำการตรวจสอบ 100% ก่อนที่จะส่งงานไปยังลูกค้า

ตารางที่ 1 จำนวนและเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ทำให้เกิดข้อร้องเรียนของลูกค้า

ประเภทของเสีย (Defect)	จำนวนข้อร้องเรียนของลูกค้า	ร้อยละ (%)
รอยขีดข่วน (Scratch)	34	61%
สิ่งแปลกปลอม (Contaminate)	10	18%
เศษเสี้ยน (Burr)	7	13%
เสียรูป (Deform)	4	7%
พินหาย (Pin missing)	1	2%
รวม	56	100%



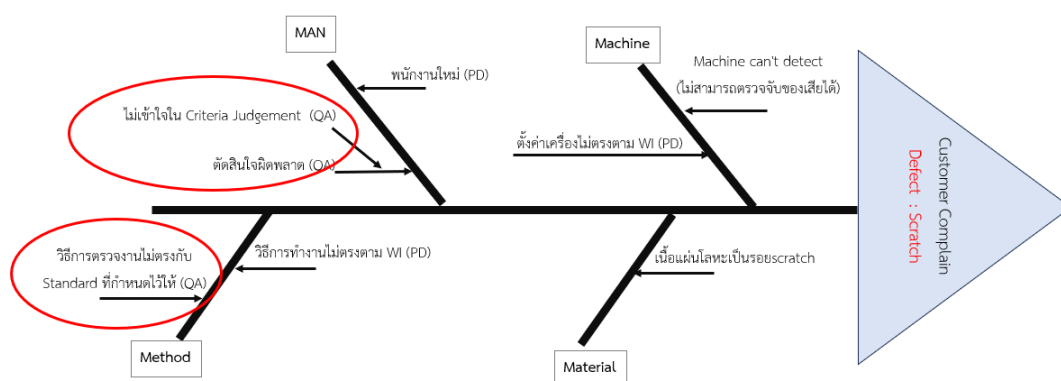
ภาพที่ 2 จำนวนและเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ทำให้เกิดข้อร้องเรียนของลูกค้า



ภาพที่ 3 ตัวอย่างของเสียรอยขีดข่วนบนชิ้นงาน

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

เนื่องจากทางโรงงานได้รับข้อร้องเรียนจากลูกค้า จะมีการประชุมเพื่อหาสาเหตุของปัญหาและหาแนวทางการแก้ไขร่วมกัน ซึ่งทางฝ่ายควบคุมคุณภาพได้นำเสนอประเภทของเสียที่ทำให้เกิดข้อร้องเรียนจากการใช้เครื่องมือพาเรโตเพื่อทำให้ทราบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมีอะไรบ้างและควรแก้ไขปัญหานั้นก่อน ซึ่งปัญหาที่มีจำนวนมากเป็นอันดับ 1 คือ ปัญหาของเสียประเภทรอยขีดข่วน (Scratch) ซึ่งจากการศึกษาสาเหตุโดยใช้เครื่องมือแผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เพื่อหาสาเหตุหลักและสาเหตุย่อย ๆ ที่ทำให้เกิดปัญหาของเสียประเภทรอยขีดข่วน ดังแสดงในภาพที่ 3 จะพบว่ามีสาเหตุหลักได้แก่ คน วัตถุดิบ เครื่องจักร วิธีการ โดยการแก้ปัญหาเพื่อที่จะลดข้อร้องเรียนของลูกค้า เรื่องการเพิ่มความสามารถในการตรวจสอบของพนักงานตรวจสอบจะสามารถช่วยลดจำนวนของเสียที่หลุดรอดไปหาลูกค้า ทำให้สามารถลดข้อร้องเรียนของลูกค้าได้ และอีกทั้งยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการส่งงานทดแทนไปให้ลูกค้าได้ในกรณีที่มีของเสียหลุดออกไป



ภาพที่ 3 แผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อร้องเรียนลูกค้าในของเสียประเภท รอยขีดข่วน(Scratch)

การออกแบบการทดลอง

ในการออกแบบการทดลองทางผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองตามขั้นตอนมาตรฐานของหลักการวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement Agreement Analysis : MSA) ด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์ความเห็น

พ้องของข้อมูลแบบนับ (Attribute Agreement Analysis : AAA) ในการทำการทดลองจะใช้ผู้ทดสอบทั้งหมด 3 คน ซึ่งทั้งหมดจะเป็นพนักงานในส่วนของการตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ (Appearance Inspector) อยู่แล้ว จะมีการเตรียมชิ้นงานโดยการเอาชิ้นงานใส่ถาดหลุมพลาสติกใส ช่องละ 1 ชิ้น จำนวนทั้งหมด 30 ชิ้นงาน ในส่วนของจะเป็นการเตรียมชิ้นงานดี ชิ้นงานของเสียประเภทอื่น ๆ และชิ้นงานจะเป็นของเสียประเภทรอยขีดข่วนในระดับต่าง ๆ และในการทดลองพนักงานจะต้องบันทึกผลการตรวจสอบลงในแบบประเมินที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นเพื่อเป็นการบันทึกข้อมูล

ในการทดลองนี้จะต้องมีตารางการออกแบบการทดลองเพื่อให้ทราบว่าควรจะเริ่มจากชิ้นงานใดก่อน และจากนั้นจะนำผลที่ได้จากการทดลองมาใส่ในตารางที่ได้ออกแบบไว้ เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลในลำดับถัดไป ซึ่งการออกแบบการทดลองนี้จะใช้โปรแกรมมินิแทบ 19 ในการออกแบบตารางการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง ซึ่งในการทดลองนี้ทางผู้วิจัยจะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ค้ำปามาช่วยในการตัดสินใจประสิทธิภาพการตรวจสอบของพนักงานตรวจสอบ ถ้าพนักงานคนใดมีค่าสัมประสิทธิ์ค้ำปามากกว่า 0.85 จะถือว่าผ่านการทดสอบนั้น ๆ

การประเมินการทดลอง

หลังจากทำการวิเคราะห์ผลการทดลองแล้ว เราจะนำผลที่แสดงมาทำการวิเคราะห์และประเมินผลการทดลอง โดยการประเมินผลจะแบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. ความสามารถในการทำซ้ำของแต่ละบุคคล (Within Appraisers) ใช้อธิบายว่าในการทดสอบ 2 ครั้งนั้น ผู้ทดสอบให้คำตอบที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร ถ้าในการทำซ้ำทั้ง 2 ครั้งผู้ทดสอบคนใดที่ตอบเหมือนกันมากที่สุด แสดงว่ามีความสามารถในการทำซ้ำได้ดีที่สุด โดยไม่สนใจความถูกต้องของการตรวจสอบ
2. ความถูกต้องแต่ละบุคคล (Each appraiser vs. standard) ใช้อธิบายว่าแต่ละคนมีความสามารถในการตรวจสอบได้ถูกต้องหรือไม่เมื่อเทียบกับชิ้นงานมาตรฐานที่ทางผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ให้
3. ความเห็นพ้องกันระหว่างบุคคล (Between Appraisers) ใช้เพื่ออธิบายว่าผู้ทำการทดสอบแต่ละคนตอบไปในแนวทางเดียวกันมากน้อยเพียงใด
4. ความถูกต้องในภาพรวม (All Appraisers vs. standard) ใช้เพื่ออธิบายว่าพนักงานที่เลือกมาทำการทดสอบนั้น มีความสามารถในการตรวจสอบมากหรือน้อยเพียงใด

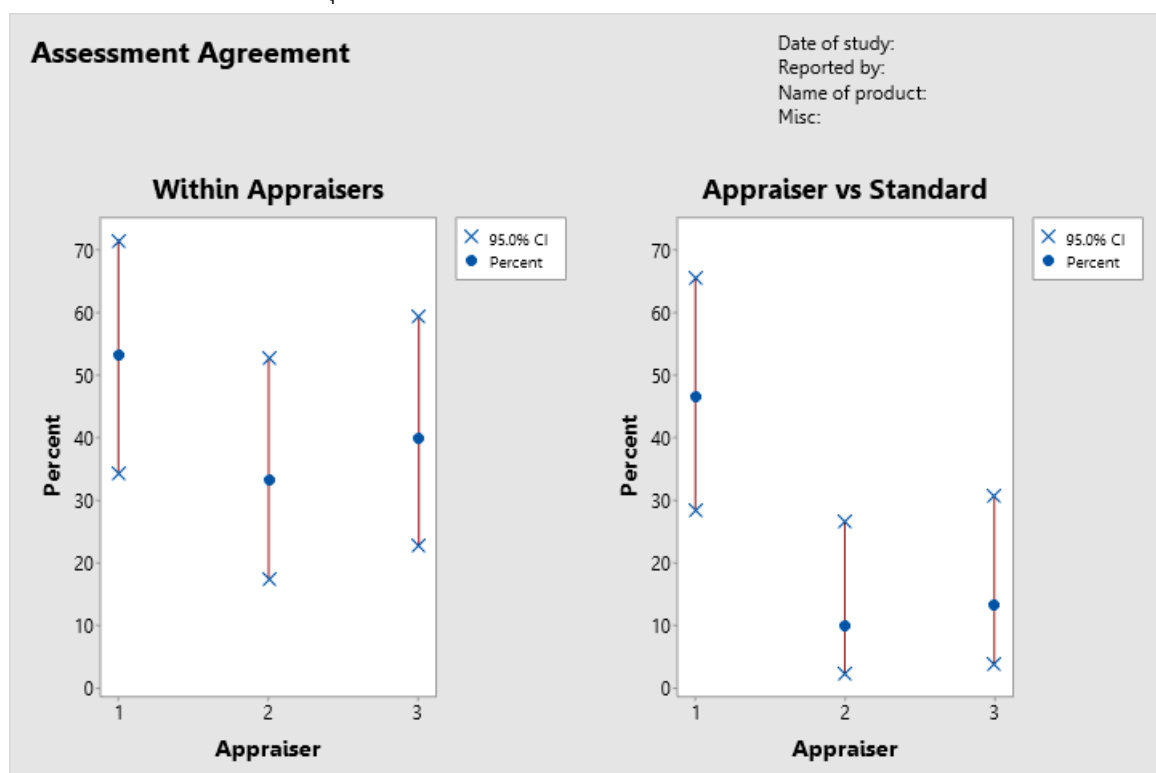
ผลการวิจัย

ผู้วิจัยมีการเก็บข้อมูลการทดลองทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ค้ำปาเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจผู้ทำการทดสอบผ่านการทดสอบหรือไม่ โดยทางผู้วิจัยกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ค้ำปาไว้ที่ 0.85 อ้างอิงตามมาตรฐานความสามารถการตรวจสอบของโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ สามารถสรุปผลการวิจัยก่อนการปรับปรุง แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวัดระบบวัดสถานภาพของการตรวจสอบคุณภาพของพนักงานตรวจสอบก่อนการปรับปรุง

ดัชนี	ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบ (Kappa)		
	พนักงาน 1	พนักงาน 2	พนักงาน 3
ความสามารถในการทำซ้ำของแต่ละบุคคล (Within Appraisers)	0.7998	0.6571	0.9314
ความถูกต้องรายบุคคล (Each appraiser vs. standard)	0.6977	0.4965	0.9657
ความเห็นพ้องกันระหว่างบุคคล (Between Appraisers)	0.6666		
ความถูกต้องในภาพรวม (All Appraisers vs. standard)	0.7200		

ในงานวิจัยนี้สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ภาพรวมเป็นกราฟได้ดังภาพที่ 4 ดังต่อไปนี้

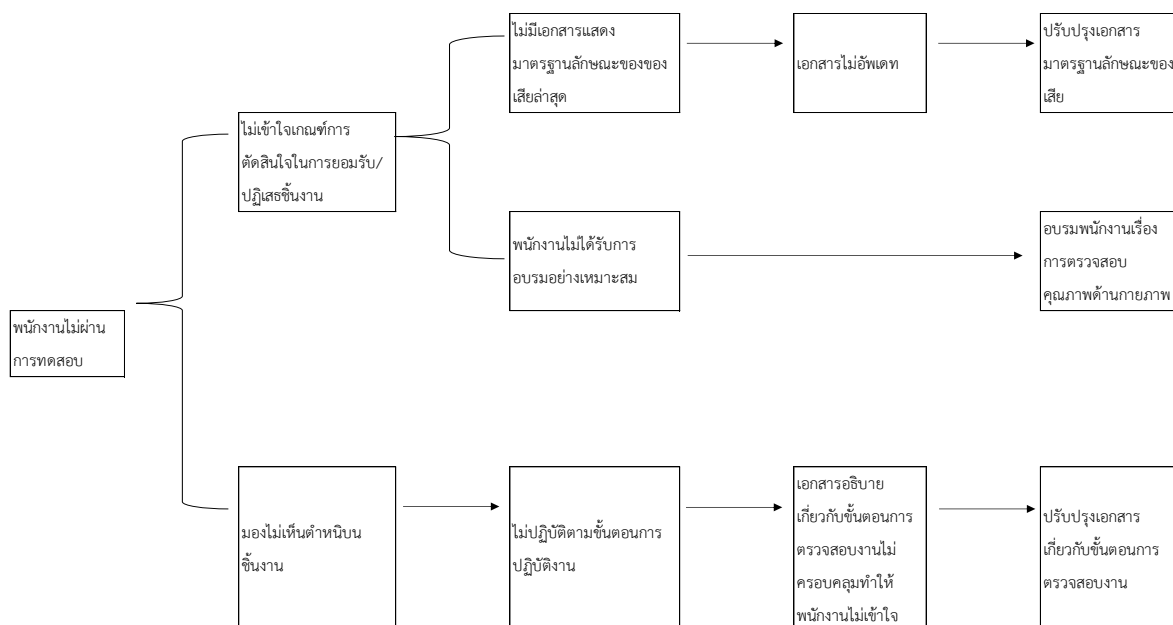


ภาพที่ 4 ภาพรวมระบบการวิเคราะห์การตรวจสอบของพนักงานก่อนการปรับปรุง

จากการวิเคราะห์ผลแต่ละดัชนีสามารถสรุปได้ว่าพนักงานที่มีความสามารถในการทำซ้ำและตรวจสอบผลได้อย่างถูกต้องตรงกับมาตรฐานได้ดีที่สุดมีเพียง 2 คนเท่านั้นคือพนักงาน 1,3 ซึ่งข้อมูลผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังตารางดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์ปัญหาของพนักงานตรวจสอบไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ

หลังจากที่ได้วิเคราะห์ผลการทดสอบและรู้ถึงปัญหาว่าพนักงานมักตรวจสอบผิดพลาดที่ชิ้นงานแบบใด เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงระบบการตรวจสอบที่เกิดจากปัญหาของพนักงาน ผู้วิจัยมีการวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้หลักการทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis) ดังภาพที่ 5 ทำให้ได้ข้อสรุปแนวทางการปรับปรุงระบบการตรวจสอบของพนักงานแผนกตรวจสอบคุณภาพ ดังต่อไปนี้



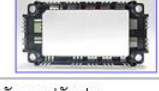
ภาพที่ 5 การวิเคราะห์ปัญหาพนักงานไม่ผ่านการทดสอบโดยการใช้หลักการทำไม-ทำไม
ขั้นตอนในการดำเนินการปรับปรุงระบบการตรวจสอบ

หลังจากทำการวิเคราะห์ปัญหาของพนักงานที่ไม่ผ่านการทดสอบแล้วจึงนำแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นได้มามาดำเนินการปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง

ปรับปรุงเอกสารมาตรฐานลักษณะของของเสีย หลังจากทำการสำรวจว่าชิ้นงานชิ้นใดที่ทำให้พนักงานตัดสินใจผิดพลาดบ่อยครั้งและชิ้นงานที่ลูกค้าเคยร้องเรียนกลับมาไม่ได้มีการระบุในเอกสารลักษณะของของเสียที่ใช้ในปัจจุบัน ทางผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงเอกสารโดยมีการให้ หัวหน้างานมีการเก็บของเสียทั้งที่เจอในโรงงานและของเสียที่ลูกค้าส่งมาให้และทำการถ่ายรูป หลังจากนั้นทำวงกลมหรือบ่งชี้จุดที่เป็นของเสียและอธิบายลักษณะอาการเสีย ระดับการคัดแยกงานเสียในเอกสาร

Step	Side	Picture	Inspection Item
1	Air Blow & Appearance	 	By Air blow - Refer MOOH-FM-001 - Fiber If found fiber contaminant inspector must be blow fiber with Air blow Remark : Do not air blow 100% By Rework - Refer MOOH-FM-001 - Contaminant If found contaminant can be removable inspector must be clean by N-Hexane 1. Housing - Break , Burr , Weld line , Short mold Crack , Scratch , Hit mark - Contaminant , Stain , Discolor

เอกสารก่อนการปรับปรุง

Defect Sample		Product : FM-MPD-XX-XXXX	
No.	Defect Case	Picture	
1	Contact Scratch NG ขดลวดเป็นรอยขีดข่วน		
2	Contact Scratch NG ขดลวดเป็นรอยขีดข่วน		
10	OK ดี		

เอกสารหลังการปรับปรุง

ภาพที่ 6 เอกสารการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังการปรับปรุง

จัดทำเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานหลังจากที่ทำการสำรวจพบว่าเอกสารที่อธิบายลักษณะการตรวจสอบงานแบบขั้นตอนที่ทำให้พนักงานมีความเข้าใจในการทำงานไม่มีบอกข้อบกพร่องที่ชัดเจน ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการจัดทำเอกสารเพื่อบอกขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงานขึ้นมา โดยมีเนื้อหาคือขั้นตอนการตรวจสอบ ข้อควรระวังในการตรวจสอบพร้อมรูปภาพประกอบ

STEP	SIDE	PICTURE
1	Top View	
2	Front View	
3	Bottom View	

เอกสารก่อนการปรับปรุง

STEP	SIDE	PICTURE	INSPECTION ITEM
1	Top View		หน้าจอสัมผัส 1. Back 2. Back 3. 100% match
2	Front View		หน้าจอสัมผัส 1. Back 2. Contact
3	Bottom View		หน้าจอสัมผัส 1. Contact 2. Back 3. Back 4. Contact 5. 100% match 6. 100% match

เอกสารหลังการปรับปรุง

ภาพที่ 7 เอกสารที่อธิบายลักษณะการตรวจสอบงานแบบขั้นตอนก่อนและหลังปรับปรุง

หลังจากที่ผู้วิจัยมีการดำเนินการแก้ไขปัญหาระเบียบเรียบร้อยแล้ว ได้มีการอบรมพนักงานตรวจสอบเกี่ยวกับขั้นตอนการปฏิบัติงานและเกณฑ์การตัดสินใจ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

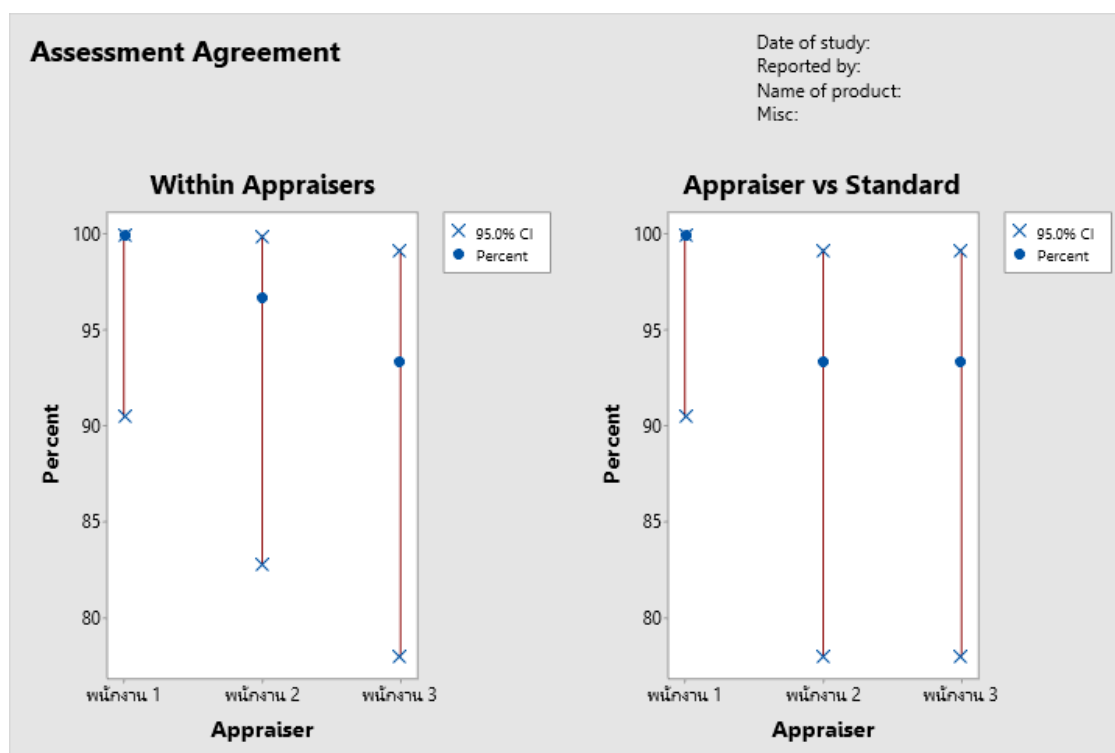
- อธิบายเกี่ยวกับเอกสารขั้นตอนการทำงาน ข้อควรระวัง และอธิบายเกี่ยวกับเอกสารลักษณะของเสียหลังการปรับปรุงเอกสารแล้ว
- ให้หัวหน้างานสาธิตการตรวจสอบงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในเอกสาร พร้อมทั้งอธิบายข้อควรระวังอย่างละเอียด
- ทบทวนความเข้าใจของพนักงานโดยมีการเปิดโอกาสให้พนักงานมีการซักถามข้อสงสัยในการปฏิบัติงาน

หลังจากได้มีการปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบทางผู้วิจัยได้มีการทดสอบหลังการปรับปรุงและเก็บผลการทดสอบ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3

ตาราง 3 การวัดระบบวัดสถานภาพของการตรวจสอบคุณภาพของพนักงานตรวจสอบหลังการปรับปรุง

ดัชนี	ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบ (Kappa)		
	พนักงาน 1	พนักงาน 2	พนักงาน 3
ความสามารถในการทำซ้ำของแต่ละบุคคล (Within Appraisers)	0.8611	0.9322	1.0000
ความถูกต้องรายบุคคล (Each appraiser vs. standard)	0.9305	0.8978	1.0000
ความเห็นพ้องกันระหว่างบุคคล (Between Appraisers)	0.8949		
ความถูกต้องในภาพรวม (All Appraisers vs. standard)	0.9428		

และสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ภาพรวมได้กราฟได้ดังภาพที่ 8



จากตารางที่ 3 และภาพที่ 8 หลังการปรับปรุงจะเห็นได้ว่าค่าสถิติค้ำปาของดัชนีทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นกว่า 0.85 ที่ทางผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ไว้ ทำให้ผู้ทดสอบทั้งสามคนผ่านการทดสอบและสามารถยืนยันได้ว่าการปรับปรุงที่ได้ทำไปมีประสิทธิภาพมากพอที่จะทำให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงานและตัดสินใจงานได้ดีมากยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

เนื่องจากแผนกตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพเป็นกระบวนการสุดท้ายของสายการผลิตก่อนที่จะสินค้าจะถูกนำส่งให้ทางลูกค้าซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้พนักงานตรวจสอบในแผนกนี้จะต้องทำงานให้มีประสิทธิภาพและคุณภาพที่ดีที่สุดเพื่อลดความเสี่ยงในด้านของเสียหลุดรอดออกไปยังลูกค้า และที่ผ่านมาโรงงานได้รับข้อร้องเรียนลูกค้าเป็นจำนวนมากทำให้ผู้วิจัยเลือกที่ทำการวิจัยในเรื่องเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจสอบของพนักงานตรวจสอบ และลดข้อร้องเรียนของลูกค้า

ผู้วิจัยได้มีการออกแบบการทดลองโดยกำหนดให้มีพนักงานตรวจสอบเป็นผู้ทดสอบทั้งหมด 3 คนเข้าทำการตรวจสอบชิ้นงานจำนวน 30 ชิ้นที่เป็นของเสียชนิดต่าง ๆ ปะปนกับของดีเพื่อทดสอบ เมื่อผู้ทดสอบแต่ละคนเข้าทำการทดสอบตัวอย่างทั้งหมด และทำทั้งหมด 2 ครั้ง ผลที่ได้ทำการทดลองจะถูกนำไปวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมมินิแท็บ 16 ซึ่งจะแสดงการประเมินด้านสถิติค้ำปา

ในส่วนของการประเมินก่อนจะมีการปรับปรุง ผลการวิเคราะห์ด้านความสามารถในการทำซ้ำ พบว่ามีเพียงพนักงาน 2 คนคือ พนักงานคนที่ 1 และพนักงานคนที่ 3 ที่ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติค้ำปา มากกว่า 0.85 ที่ทางผู้วิจัยได้กำหนดไว้ส่วนพนักงานอีก 1 คนมีค่าการประเมินต่ำกว่าเกณฑ์ ส่วนการประเมินในด้านอื่น ๆ ในการทดสอบตรวจชิ้นงานได้แก่ความถูกต้องรายบุคคล จะพบว่ายังคงเป็นพนักงาน 1 ที่มีความสามารถในการตรวจสอบได้ดีที่สุดและมีค่าสถิติค้ำปามากกว่าเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ ส่วนพนักงานคนอื่น ๆ ยังคงมีค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้คือ 0.85 ในส่วนของการประเมินแบบภาพรวมไม่ว่าจะเป็นความเห็นพ้องระหว่างบุคคลและความ

ถูกต้องแบบภาพรวมยังพบว่าค่าค้ำปาดต่ำกว่าเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ทำให้ทางผู้วิจัยจะต้องทำการปรับปรุงวิธีการทำงานและการตรวจสอบของพนักงานตรวจสอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้ผ่านเกณฑ์การทดสอบ และเมื่อพบปัญหาที่พนักงานไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบทางผู้วิจัยมีการวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้พนักงานผ่านเกณฑ์การทดสอบ ซึ่งสามารถสรุปสาเหตุที่ทำให้พนักงานไม่ผ่านเกณฑ์ก็คือ พบว่าของเสียที่ระบุในเอกสารไม่มีครบถ้วนเพราะไม่มีการอัปเดตข้อมูลให้ถึงจนปัจจุบัน, พนักงานไม่ทำตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน เหตุเพราะไม่มีเอกสารระบุขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงาน และสาเหตุสุดท้ายคือพนักงานได้รับการอบรมไม่เพียงพอทำให้ไม่เข้าใจเกณฑ์การตัดสินใจในการตรวจสอบชิ้นงาน เมื่อพบสาเหตุดังกล่าวทางผู้วิจัยได้มีการดำเนินการทำการปรับปรุงโดยวิธีตามที่กล่าวไปในบทที่แล้ว และมาทำการประเมินอีกครั้งพบว่าความสามารถของพนักงานทุกคนในทุกหัวข้อการประเมินไม่ว่าจะเป็น ความสามารถในการทำซ้ำของแต่ละบุคคล, ความถูกต้องรายบุคคล, ความเห็นพ้องกันระหว่างบุคคล และ ความถูกต้องในภาพรวม มีค่าสถิติค้ำปามากกว่าเดิม และผ่านเกณฑ์ตามที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้นั้นก็คือ 0.85 นั้นทำให้ทราบว่า วิธีการปรับปรุงสามารถเพิ่มความสามารถและประสิทธิภาพของพนักงานให้ดีขึ้นมากกว่าก่อนการปรับปรุงโดยอ้างอิงจากค่าค้ำปาด

อภิปรายผล

ผลจากการวิจัยตามวัตถุประสงค์ พบว่า หลังจากที่ได้ศึกษาข้อมูลข้อร้องเรียนในอดีต จากการวิเคราะห์นี้ ผู้วิจัยค้นพบว่าของเสียที่เกิดจากรอยขีดข่วนเป็นสาเหตุหลักของการร้องเรียนจากลูกค้า และเมื่อผู้วิจัยได้ประเมินความสามารถของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบในการจัดการของเสียนี้โดยใช้หลักการวิเคราะห์ระบบการวัด และเนื่องจากข้อมูลเป็นข้อมูลในการทดลองนี้เป็นข้อมูลแบบนับ ทางผู้วิจัยเลือกให้เครื่องมือการวิเคราะห์การเห็นพ้องของข้อมูลแบบนับ จากนั้นให้พนักงานตรวจสอบชิ้นงานจำนวน 3 คน คนละ 30 ครั้ง ๆ ละ 2 ชิ้น และบันทึกผลลงในใบตรวจสอบ โดยได้ใช้โปรแกรม Minitab 19 ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ พบว่าสถิติค้ำปาดของพนักงานตรวจสอบต่ำกว่า 0.75 ซึ่งเป็นมาตรฐานการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงโดยใช้การวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิแก๊งปลา เพื่อระบุสาเหตุหลักของปัญหา จากการวิเคราะห์พบว่าเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน ไม่ครบถ้วนและไม่ชัดเจน ทำให้พนักงานไม่เข้าใจลักษณะของของเสีย ทำให้ของเสียหลุดไปยังลูกค้าและมีการร้องเรียนเกิดขึ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงเอกสารเหล่านี้และฝึกอบรมพนักงานตรวจสอบใหม่ก่อนที่จะทำการทดสอบอีกครั้ง พบว่าพนักงานก็ผ่านเกณฑ์การทดสอบ โดยมีสถิติค้ำปามากกว่า 0.85 หลังจากการทดสอบ ดังนั้น โรงงานสามารถลดการร้องเรียนของลูกค้าโดยการปรับปรุงเอกสารคำแนะนำการทำงานและฝึกอบรมพนักงานให้ตระหนักถึงลักษณะของเสียที่เป็นรอยขีดข่วนจะเป็นประโยชน์และเป็นผลดีต่อการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อไปซึ่งสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ ของ สมชาย ดวงดี (2564) กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2553) และ เณิมศักดิ์ ถาวรวัตร (2565) ที่ศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาศักยภาพและปรับปรุงคุณภาพในสินค้าด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และการที่พนักงานเข้าใจในงานที่ทำงานจะช่วยให้อายุการใช้งานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และลดปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้าได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ข้อเสนอแนะ

- 1) การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการในการทดสอบชิ้นงานของสินค้าชนิดเดียวเท่านั้น หากทำการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะเป็นการศึกษาการทดสอบในสินค้าชนิดอื่น ๆ เพื่อให้ครอบคลุมสินค้าทุกชนิดที่โรงงานผลิต
- 2) จำนวนชิ้นงานที่ผู้วิจัยในการทดสอบอาจจะไม่ตรงตามมาตรฐานที่ถูกต้องทั้งหมดเนื่องจากปัญหาทางด้านราคาในการจัดเก็บและจำนวนของเสียที่ถูกค่าส่งกลับมาให้มีจำนวนจำกัด ทำให้จำนวนชิ้นงานในการทดสอบน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานคือ 50 ชิ้น หากทำการทดสอบครั้งต่อไปจะต้องควบคุมทุกปัจจัยให้ถูกต้องตามหลักวิชาการมากที่สุด
- 3) ควรใช้เอกสารที่จัดทำใหม่เพื่อใช้ในการอบรมก่อนเข้าทำงานจริงของพนักงานตรวจสอบใหม่และควรจัดการอบรมทุก ๆ 6 เดือน เพื่อเน้นย้ำความเข้าใจของพนักงานตรวจสอบ

เอกสารอ้างอิง

- ศุภชัย นาทะพันธ์. (2551). *การควบคุมคุณภาพ Quality Control*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2553). *การวิเคราะห์ระบบการวัด*. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น).
- เฉลิมศักดิ์ ถาวรวัตร และ ก้าวหน้า จงวัฒนารักษ์. (2565). การพัฒนาอุปกรณ์วัดชุดสายไฟ กรณีศึกษา โรงงานผลิตชุดสายไฟในรถยนต์. *Journal of Engineering, RMUTT (JERMUTT)*, 20(1), 25-35.
- เอราวิล ถาวร. (2561). การวิเคราะห์ระบบการวัดสำหรับป้องกันความผิดพลาด การตรวจชิ้นงานวิชา ปฏิบัติการทางวิศวกรรม. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต*, 7(1), 140-153.
- ศิริวรรณ องปราบปาม. (2560). *การกำหนดมาตรฐานสำหรับการตัดสินใจสี่สิบสถิติด้วย Attribute Gauge R&R* (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- สาวิตรี แสนสุรีย์รังสีกุล. (2560). *การปรับปรุงระบบการวัดโดยใช้การวิเคราะห์ระบบการวัดและวิธีการทางสถิติพื้นฐาน* (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ธีระพงษ์ ทับพร. (2564). *การวิเคราะห์ระบบการวัดสำหรับป้องกันความผิดพลาดการตรวจชิ้นงานวาล์วลม: กรณีศึกษาบริษัทวีบีเบอร์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด* (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธนบุรี.
- Adam S. (2020). *Measurement System Analysis For Battery Production* (Industrial and Management Engineering, master's level). Luleå University of Technology.
- Anshuman, M.V. (2022). *A DMAIC based framework to conduct Measurement System Analysis: A case study at Northvolt AB*.
- Carmen, S. (2019). *Assessing student capability to visually inspect welded joints using attributive MSA technique*.
- Gilberto. (2018). *Improving operator evaluation skills for defect classification using training strategy supported by attribute agreement analysis*.

Nathaniel S. (2021). **Measurement system analysis by attribute, an effective tool to ensure the quality of the visual inspection process.**