Received: Febuary 10, 2020 **Revised:** May 20, 2020 **Accepted:** Jun 7, 2020

การวิเคราะห์ระบบการวัดสำหรับป้องกันความผิดพลาดการตรวจชิ้นงานวาล์วลม : กรณีศึกษา บริษัทวีรับเบอร์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด

MEASUREMENT SYSTEM ANALYSIS FOR THE PREVENTION OF INSPECTION ERRORS : CASE STUDY VEE RUBBER COMPANY LIMITED FACTORY

ธีระพงษ์ ทับพร[1] เอกพล ทับพร[2]
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยธนบุรี[1,2]
Teerapong Tubpond[1] Ekkapol Tubpond[2]
Department Of Industrial Engineering, Thonburi University[1,2]
E-mail: teerapong_meipt10@hotmail.com, Pew_ek@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ระบบการวัดเชิงคุณลักษณะเป็นเครื่องมือการควบคุมกระบวนการการตัดสินใจแบบข้อมูลนับ เพื่อกำหนดเกณฑ์การยอมรับที่มีมาตรฐานใช้เป็นขั้นตอนการตัดสินใจอนุมัติชิ้นงานดีของระบบตรวจสอบวาล์วลมในอุตสาหกรรมการผลิตยางใน รถจักรยานและรถจักรยานยนต์ ที่มีปัญหาเกี่ยวกับขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงานที่ผิดพลาดของพนักงานตรวจสอบ ส่งผลให้ต้นทุนในการจัดซื้อชิ้นงานวาล์วลมเพิ่มสูงขึ้น การกำหนดแผนการทดลองโดยเลือกกลุ่มทดสอบได้แก่ กลุ่มพนักงานโรงงานกรณีศึกษา โดยตั้งข้อสมมุติฐานการศึกษาว่า ความสามารถในการให้ผลซ้ำและให้ผลซ้ำอย่างถูกต้องไม่แตกต่างกัน และปัญหาของชิ้นงานวาล์วลมนั้นไม่สามารถวัดคุณลักษณะที่แท้จริงได้ โดยเครื่องมือวัดแบบผันแปร ดังนั้นจึงทำให้ผู้เชี่ยวชาญตัดสินชิ้นงานตัวอย่างให้เบื้องต้น ว่าเป็นชิ้นงานดี หรือชิ้นงานเสีย การทดลองใช้ผู้วัด 3 คน โดยผู้วัดแต่ละคนทำการตัดสินใจ 3 ครั้งในแต่ละชิ้นงาน จากนั้นใช้ตัวชี้วัดทางสถิติ kappa ในการระบุระดับความสอดคล้องกันระหว่างการประเมินของผู้ประเมิน เมื่อทำการวิเคราะห์ พบว่า พนักงานตรวจสอบมีระดับความสอดคล้องกันทางด้านการวัดต่ำ ดังนั้นจึงทำการฝึกอบรมให้พนักงานวัดค่างานใหม่ให้ถูกต้องตามมาตรฐานกำหนด ผลการดำเนินงานพบว่า พนักงานมีประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 70 เป็นร้อยละ 90 และประสิทธิผลด้านความเอนเอียงเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 70 เป็นร้อยละ 90 ส่งผลให้การตรวจสอบที่ผิดพลาดลดลงจากเดิมร้อยละ 2.31 เหลือร้อยละ 1.06

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ระบบการวัด คุณลักษณะ ความสามารถในการทำซ้ำ

Abstract

The research used measurement system analysis attributive technique as a data decision tool to set standard acceptance criteria for approval of the good predict of air valve stem inspection system in tires industrial manufacturing, which has problem on error investigation of inspection, caused the effect of production and lead to cost increased. The experiment was designed by selecting test group, included factory staff from company of case study, then setting the hypothesis repeatability and reproducibility was not significantly different and the problem of air valve stem cannot be measured with a variable inversely gauge. The expert assessors judge the sample work-piece was good piece of work or broken pieces from 3 expert assessors, the assessors make decision on each part, the determine the level of this agreement using Kappa statistic theory which measure the agreement between the evaluations. This analyzed indicated that all the appraisers show low agreement between each other, then the training course is arranged for employees training to evaluate unit standard is acceptable. The result shows that repeatability increased from 70 % to 90 % and bias increased from 70 % to 90 % which resulting in a false inspection decreased from 2.31 % to 1.0%.

Keywords: Measurement System Analysis, Attributes, Repeatability

บทนำ

บริษัท วีรับเบอร์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด เป็นผู้ผลิต จัดจำหน่าย และส่งออกยางใน ยางนอก รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถบรรทุก ทางโรงงานมีการจัดการผลิตเพื่อสนองความต้องการของลูกค้าทั่วไป โดยมีการผลิตสินค้าให้กับแบรนด์ต่างๆ หรือให้ลูกค้าเป็นผู้กำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ซึ่งปัจจุบันกำลังประสบปัญหาจากกระบวนการการตรวจสอบชิ้นงานวาล์วลม ซึ่งแผนกคัดเลือกวาล์วลมยางใน ที่มีพนักงานประจำสถานีงาน 3 คนเป็นผู้ปฏิบัติงานดังแสดงในภาพที่ 1 จากการเก็บข้อมูลการคัดเลือกในแผนกคัดเลือกวาล์วลมยางในเป็นระยะเวลา 3 เดือน ทำให้ทราบจำนวนการตรวจสอบที่ผิดพลาดของการตรวจสอบของพนักงานแต่ละคน ซึ่งพนักงาน A มีการตรวจสอบที่ผิดพลาดน้อยกว่าพนักงาน B และ C แต่พนักงานงาน C มีการตรวจสอบที่ผิดพลาดเป็นจำนวนมาก ลักษณะของความผิดพลาดที่เกิดขึ้น คือ ปฏิเสธผิดพลาด (ชิ้นงานดีที่หลุดไปยังเตาเผา) และ ยอมรับผิดพลาด (ชิ้นงานเสียที่หลุดไปยังแผนกฝนวาล์วลมยางใน) โดยมีข้อมูลการตรวจสอบผิดพลาดของพนักงานทั้ง 3 คน ตั้งแต่เดือน กรกฎาคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 ดังตารางที่ 1 2 และ 3

ตารางที่ 1 มูลค่าจากการตรวจสอบผิดพลาดของพนักงาน A

ข้อมูลการตรวจสอบระบบการวัด				
พนักงาน A				
เดือน / รายการ	**กรกฎาคม**	**สิงหาคม**	**กันยายน**	**รวม**
ยอดตรวจสอบ (ชิ้น)	14,945	15,908	15,894	46,747
ตรวจสอบผิดพลาด (ชิ้น)	315	316	318	949
ต้นทุนต่อหน่วย (บาท)	45			
ร้อยละการตรวจสอบผิดพลาด	2.11	1.99	2.00	ค่าเฉลี่ย = 2.03
มูลค่าจากการตรวจสอบผิดพลาด (บาท)	14,175	14,220	14,310	42,705

ตารางที่ 2 มูลค่าจากการตรวจสอบผิดพลาดของพนักงาน B

ข้อมูลการตรวจสอบระบบการวัด				
พนักงาน B				
เดือน / รายการ	**กรกฎาคม**	**สิงหาคม**	**กันยายน**	**รวม**
ยอดตรวจสอบ (ชิ้น)	15,890	15,734	15,456	47,080
ตรวจสอบผิดพลาด (ชิ้น)	311	322	326	959
ต้นทุนต่อหน่วย (บาท)	45			
ร้อยละการตรวจสอบผิดพลาด	1.96	2.05	2.11	ค่าเฉลี่ย = 2.04
มูลค่าจากการตรวจสอบผิดพลาด (บาท)	13,995	14,490	14,670	43,155

ตารางที่ 3 มูลค่าจากการตรวจสอบผิดพลาดของพนักงาน C

ข้อมูลการตรวจสอบระบบการวัด				
พนักงาน C				
เดือน / รายการ	**กรกฎาคม**	**สิงหาคม**	**กันยายน**	**รวม**
ยอดตรวจสอบ (ชิ้น)	16,170	16,042	15,620	47,832
ตรวจสอบผิดพลาด (ชิ้น)	462	476	430	1,368
ต้นทุนต่อหน่วย (บาท)	45			
ร้อยละการตรวจสอบผิดพลาด	2.86	2.97	2.75	ค่าเฉลี่ย =2.86
มูลค่าจากการตรวจสอบผิดพลาด (บาท)	20,790	21,420	19,350	61,560

ภาพที่ 1 การคัดแยกวาล์วลมยางใน (ธีระพงษ์ ทับพร, 2562)

จากข้อมูลในตารางที่ 1 2 และ 3 แสดงให้เห็นว่าพนักงานทั้งสามคน คัดเลือกชิ้นงานผิดพลาด 3,276 ชิ้นภายในระยะเวลา 3 เดือน ทำให้เกิดมูลค่าจากการตรวจสอบผิดพลาดนี้คิดเป็นมูลค่า 147,420 บาท ทางโรงงานต้องการลดค่าใช้จ่ายจากการตรวจสอบผิดพลาดจากพนักงานทั้ง 3 ที่มีการทำงานที่บกพร่องไม่ว่าจะเป็นการยอมรับชิ้นงานอย่างผิดพลาดหรือการปฏิเสธชิ้นงานอย่างผิดพลาด อีกทั้งยังเล็งเห็นส่วนที่ยังมีประโยชน์ของชิ้นงานและสามารถนำชิ้นส่วนดังกล่าวกลับมาใช้งานได้อีกครั้ง งานวิจัยนี้จึงได้หาวิธีการป้องกันการตรวจชิ้นงานผิดพลาด เมื่อพิจารณาการตรวจสอบที่อาศัยวิสัยของพนักงานในการตรวจหาจุดข้อบกพร่องที่มีจุดประสงค์เพียงแต่สามารถให้การยอมรับได้หรือไม่นั้นเป็นระบบการวัดข้อมูลแบบคุณลักษณะ (Attribute) ผู้วิจัยจึงใช้การวิเคราะห์ระบบการวัด เพื่อเป็นแนวทางในการลดการตรวจสอบที่ผิดพลาดของการตรวจวัดให้กับโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้ โดยการประเมินความความถูกต้อง ความสม่ำเสมอของระบบการวัด ซึ่งในการประเมินความสามารถของระบบการวัดนี้ผู้วิจัยได้กล่าวถึงแนวคิด หลักการ ตลอดจนวิธีการในการประเมิน และวิเคราะห์ระบบการวัด เพื่อความเข้าใจถึงแหล่งผันแปรจากระบบการวัด และเพื่อให้ระบบการวัดมีความสามารถในการแยกแยะความผันแปรของผลิตภัณฑ์และกระบวนการได้ โดยการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการจำลองระบบการวัด ตามหลักวิชาของ การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis : MSA) ประกอบกับศาสตร์ความรู้ในเรื่องของ การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) เพื่อมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้หลักความรู้เข้ามาศึกษา และปรับปรุงแก้ไขปัญหาในเรื่องคุณภาพระบบการวัดและการตรวจสอบได้อย่างถูกต้องทั้งในอุตสาหกรรมยานยนต์ชิ้นส่วนยานยนต์ และอุตสาหกรรมอื่นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องสำอางของประเทศไทยมีพัฒนาการ การเติบโต ขยายการผลิตอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องโดยในปี 2559 ตัวเลขส่งออกสูงถึง 1.12 แสนล้านบาท ส่วนที่ขายภายในประเทศอยู่ที่ 1.68 แสนล้านบาท เฉลี่ยเป็นการส่งออกประมาณ 40% และใช้ในประเทศ 60% รวมถึงมีเครื่องสำอางนำเข้าอยู่ที่ 3 หมื่นล้านบาท จาก

ตัวเลขจะเห็นว่า ประเทศไทยไม่เสียดุลเพราะเราสามารถส่งออกได้มากกว่า ได้ข้อสรุปว่าตลาดเครื่องสำอางในปัจจุบันมีมูลค่าสูงถึง 2.8 แสนล้านบาท (อ้างอิง ความรู้เกี่ยวกับธุรกิจ https://sme.ktb.co.th) เช่น การผลิต การตลาด การจัดส่ง บริหารจัดการบุคคล ทรัพยากรต่าง ๆให้มีประสิทธิภาพ คุ้มค่ามากที่สุด ดังนั้นจำเป็นต้องมีการพัฒนา ปรับปรุงเปลี่ยน แปลงระบบการการผลิตให้สามารถทำการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ทันสมัยตลอดเวลาเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าทั้งในด้านคุณภาพ ราคาโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดต้นทุน เพิ่มผลกำไร และการพัฒนาเครื่องมือเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสม มีความปลอดภัยในการทำงาน ทำให้ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า (อ้างอิง สมาคมผู้ผลิตเครื่องสำอางไทย https://www.thaicosmetic.org/) ก็เป็นแนวทางอีกด้านหนึ่งที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลการดำเนินงานในส่วนการผลิตแป้งทาหน้าของโรงงานผลิตเครื่องสำอางแห่งหนึ่งในการบรรจุแป้งขนาดบรรจุแป้ง 50 กรัม โดยใช้เครื่องบรรจุแป้งแบบเกลียว เก็บตัวอย่าง 90 ชิ้น มาชั่งน้ำหนักพบว่า มีน้ำหนักบรรจุค่าต่ำอยู่ที่ 50.98 กรัม ค่าสูงสุดอยู่ที่ 55.00 กรัม ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 53.21 กรัม ค่าความแตกต่างน้ำหนักต่ำสุดกับสูงสุดอยู่ที่ 4.02 กรัม มีค่าความแตกต่างสูง การกระจายน้ำหนักค่อนข้างกว้างมาก ทำให้เกิดการสูญเสียในการบรรจุสูง โดยจากข้อมูลการผลิตปี 2561 พบว่ามีจำนวน 24,404,360 ชิ้น ส่งผลให้ใช้ผงแป้งในการบรรจุประมาณ 1,298,312 กิโลกรัม หากสามารถลดค่าในการบรรจุให้แคบลงหรือลดน้ำหนักการบรรจุลงขวดละ 1 กรัมจะลดผงแป้งลง 24,404,360 กรัม หรือเท่ากับ 24,404 กิโลกรัม สามารถนำไปผลิตแป้งทาหน้าเพิ่มอีก 464,838 ชิ้นและลดปริมาณการสูญเสียที่เกิดจากการบรรจุน้ำหนักลงได้ทันทีซึ่งเป็นการลดการใช้วัตถุดิบ ลดการใช้ทรัพยากร ลดค่าใช้จ่าย ลดต้นทุนในการผลิต

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาเพื่อการปรับปรุงการบรรจุแป้งทาหน้าด้วยเครื่องบรรจุแบบเกลียวเพื่อลดความผันแปรของน้ำหนักบรรจุและนำผลการวิจัยมาใช้ในการวางแผน ควบคุมการดำเนินการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินระบบการวัดที่เกิดจากวิธีการวัดด้วยสายตา
2. เพื่อลดจำนวนงานที่ตรวจสอบผิดพลาดและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในสายการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานด้วยสายตา

ขอบเขตของงาน

1. การกำหนดจำนวนชิ้นงานมาตรฐานในการประเมินความสามารถของระบบการตรวจสอบของคณะผู้จัดทำ ปฏิบัติตามคำแนะนำการชักสิ่งตัวอย่างตามกลุ่มปฏิบัติการอุตสาหกรรมยานยนต์ (Automotive Industry Action Group : AIAG)
2. ใช้ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานวาล์วลมยางในรถจักรยานยนต์ของโรงงานวีรับเบอร์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis : MSA)

ระบบการวัด หมายถึง สิ่งที่รวบรวมไว้ซึ่งอุปกรณ์วัดคุมหรือเกจวัด มาตรฐาน การปฏิบัติงาน วิธีการ อุปกรณ์ยึดจับงาน ซอฟต์แวร์ บุคลากร สิ่งแวดล้อมและข้อมูลสมมุติต่าง ๆ ที่ใช้ในการกำหนดปริมาณของหน่วยวัดหรือประเมินคุณลักษณะที่ได้รับการวัด หรืออาจจะกล่าวว่า คือ กระบวนการอย่างสมบูรณ์ที่ใช้ในการวัด เมื่อพิจารณาการวัดให้อยู่ในรูปของกระบวนการนี้ ทำให้การกำหนดเครื่องมือวัด หรือเกจวัดเป็นเพียงส่วนหนึ่งของกระบวนการวัดเท่านั้น และค่าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากสาเหตุต่างๆ โดยเฉพาะปัจจัยแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้นั้นมีความจำเป็นต้องมีการประเมินผลผ่านคุณสมบัติเชิงสถิติของค่าวัด โดยมีคุณสมบัติที่สำคัญอยู่ 2 ประการ คือ ค่าของความเอนเอียง (Bias) และความแปรปรวน (Variance) ซึ่งระบบการวัดที่ดีสุดในจิตภาพ คือ ระบบการวัดที่ไม่มีความเอนเอียง (Zero Bias) และไม่มีความแปรปรวน (Zero Varian) ซึ่งทำให้ไม่มีโอกาสที่จะตัดสินใจผิดพลาดเลยในการควบคุมผลิตภัณฑ์ ระบบการวัดที่ดีจะทำให้ได้ข้อมูลจากการวัดที่สามารถอธิบายถึงความผันแปรของสิ่งที่ทำการวัดได้ [1]

การประเมินความผันแปรของความกว้างของระบบการวัด (ข้อมูลแบบคุณลักษณะ)

ระบบการวัดข้อมูลแบบคุณลักษณะ โดยการตรวจสอบที่อาศัยวิสัยของพนักงาน เช่น การตรวจสี การตรวจกลิ่นความเรียบร้อย การตรวจหาจุดข้อบกพร่อง ฯลฯ ที่มีจุดประสงค์เพียงแต่สามารถให้การยอมรับได้หรือไม่ หรือในบางกรณี

อาจจะสามารถวัดค่าพารามิเตอร์ที่แสดงถึงคุณลักษณะด้วยคุณภาพได้ แต่ด้วยเวลาและค่าใช้จ่ายในการวัดอาจจะทำการกำหนดคุณภาพในรูปแบบของ “ผ่าน (GOOD) หรือ ไม่ผ่าน (NO GOOD)” เท่านั้น และในการประเมินความสามารถของระบบการวัดหรือการตรวจสอบ (ระยะสั้น) นี้ สามารถดำเนินการได้ด้วยการคัดเลือกชิ้นงาน 15 - 30 ชิ้น ที่ควรจะเป็นงานแบบก้ำกึ่ง ทั้งงานดีแบบกำกึ่ง (Marginal conformity) และ งานบกพร่องแบบก้ำกึ่ง (Marginal no conformity) แล้วจึงสุ่มพนักงานที่ผ่านการประเมินผลด้านทักษะแล้ว จำนวน 2 - 4 คน มาทำการวัดหรือการตรวจสอบอย่างสุ่ม โดย Fasser and Brettner [2] ได้ให้คำแนะนำต่อขนาดที่สะสม ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ขนาดสิ่งตัวอย่างที่แนะนำในการประเมินผลระบบการตรวจสอบ

จำนวนพนักงานตรวจสอบ	**จำนวนชิ้นงาน**	**จำนวนซ้ำของการตรวจ**
1	24	5
2	≥ 18	4
≥ 3	≥ 12	3

เมื่อผลการทดลองสิ้นสุดแล้วให้ทำการประเมินด้วยผลดัชนีต่าง ๆ ตามสมการดังนี้

$$\text{\% รีพีททะบิลิตี้ของพนักงานตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} \quad (1)$$

$$\text{\% ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกันและถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} \quad (2)$$

$$\text{\% ประสิทธิผลด้านรีพีททะบิลิตี} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่พนักงานทุกคนตรวจสอบได้เหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} \quad (3)$$

$$\text{\% ประสิทธิผลด้านไบอัส} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่พนักงานทุกคนตรวจได้เหมือนกันอย่างถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} \quad (4)$$

ในกรณีที่เปอร์เซ็นต์รีพีททะบิลิตี้ของพนักงานตรวจสอบไม่ผ่านเกณฑ์กำหนดแล้วมีความจำเป็นต้องค้นหาสาเหตุเกี่ยวกับความผิดพลาดของพนักงานดังกล่าวแล้วดำเนินการอบรมใหม่ แต่ถ้าหากเปอร์เซ็นต์ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบไม่ผ่านเกณฑ์กำหนด แล้วมีความจำเป็นต้องค้นหาสาเหตุจากระบบการตรวจสอบเดิม จึงทำการปรับปรุงระบบการตรวจสอบให้ดีขึ้นสำหรับเปอร์เซ็นต์ความมีประสิทธิผลนั้น ถ้าหากไม่ผ่านเกณฑ์กำหนดและมีความจำเป็นต้องค้นหาสาเหตุจากระบบแล้วดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดความผันแปร ในการวิเคราะห์การตรวจสอบนี้อาจมีการวิเคราะห์ถึงความสามารถของพนักงานตรวจสอบแต่ละคนได้ โดยการพิจารณาถึงดัชนีประสิทธิผลของพนักงานแต่ละคน (Operator effectiveness index – O_E) ดัชนีด้านการตรวจสอบที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด (False alarm index – I_{FA}) และดัชนีการตรวจสอบที่ยอมรับอย่างผิดพลาด (Index of a miss – I_{MISS}) โดยมีการนิยามสมการดังนี้

$$O_E = \frac{\text{จำนวนครั้งที่บ่งชี้ได้อย่างถูกต้อง}}{\text{โอกาสทั้งหมดที่จะถูกต้อง}} \quad (5)$$

$$I_{FA} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด}}{\text{โอกาสทั้งหมดที่จะปฏิเสธอย่างผิดพลาด}} \quad (6)$$

$$I_{MISS} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ยอมรับอย่างผิดพลาด}}{\text{โอกาสทั้งหมดที่จะยอมรับอย่างผิดพลาด}} \quad (7)$$

โดย ให้ใช้เกณฑ์การยอมรับดัชนีทั้งสามนี้ จาก AIAG [3] ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินความสามารถของพนักงานแต่ละคน

การตัดสินใจ	O_E	I_{FA}	I_{MISS}
พนักงานมีความสามารถดี (สามารถยอมรับได้)	≥ 90 %	≤ 5 %	≤ 2 %
พนักงานมีความสามารถแบบมีเงื่อนไข (ควรมีการปรับปรุง)	≥ 80 %	≤ 10 %	≤ 5 %
พนักงานไม่มีความสามารถ (ต้องได้รับการปรับปรุง)	< 80 %	> 10 %	> 5 %

สถิติ Kappa สำหรับกรณีมีพนักงาน 3 คนขึ้นไป โดยที่ r แทนจำนวนของวัตถุประสงค์ที่ประเมิน m แทนจำนวนพนักงาน (m ≥ 3) และ q แทนจำนวนประเภทที่ประเมิน แต่โดยทั่วไปแล้วมักนิยมใช้สูตรสัมประสิทธิ์ Kappa ตามสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Kappa} = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e} \quad (8)$$

โดยที่ P_0 คือ ผลบวกตามแนวทแยงของ “ผลการตัดสินใจที่ถูกต้อง (คือ ผิดบอกผิด และถูกบอกถูก)” หารด้วยจำนวนชิ้นงานคูณจำนวนครั้งการวัดซ้ำของแต่ละชิ้นงาน P_e คือ ผลบวกตามแนวทแยงของ “ผลที่คาดว่าการตัดสินใจจะถูกต้อง (คือ คาดว่าผิดบอกผิด และคาดว่าถูกบอกถูก) หารด้วยจำนวนชิ้นงาน คูณจำนวนครั้งการวัดซ้ำของแต่ละชิ้นงาน และมีเกณฑ์การพิจารณาระดับความสอดคล้องของสถิติ Kappa ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ระดับความสอดคล้องของสถิติ Kappa

ค่าสถิติ Kappa	**ระดับความสอดคล้องระหว่างพนักงาน**
00.75 – 1.00	มีความสอดคล้องดีมาก
0.40 – 0.74	มีความสอดคล้องดี
0.00 – 0.39	มีความสอดคล้องต่ำ

ระเบียบการวิจัย

การศึกษากระบวนการผลิตและ การตรวจสอบผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนการทำงานในกระบวนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์

มีขั้นตอนการดำเนินการทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การผสมยาง (Banbury Mixing) เครื่องผสมยางเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการผลิต ยางดิบ (ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์) และสารเคมีจะถูกนำไปบดผสมกัน ภายในห้องผสมที่มีการควบคุม อุณหภูมิ ความดัน

2. การบดยาง (Milling) ยางที่ได้จากขั้นตอนการผสมยาง (Banbury Mixing) จะถูกนำมาผ่านเครื่องบ เพื่อให้ได้ยางที่เป็นแผ่นยาวๆ โดยอาศัยแรงกดของการหมุนลูกกลิ้ง 2 ตัว ที่มีทิศทางการหมุนและความเร็วที่แตกต่างกัน

3. การขึ้นรูปยาง (Component Assembly)

4. การอบยาง และขบวนการวัลคาไนซ์ (Curing and Vulcanizing) ในขั้นตอนนี้คนงานจะเป็นผู้นำโครงยางดิบ (Green Tyre) เข้าสู่เครื่องอบยาง (Curing Press) ซึ่งการอบยาง และขบวนการวัลคาไนซ์ จะทำให้ยางที่เหนียวและมีความยืดหยุ่นมากเกินไป เปลี่ยนเป็นยางที่มีความแข็ง ลดความยืดหยุ่นให้น้อยลง และให้มีความทนทานมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ในการอบยางจะต้องมีการควบคุมเวลา อุณหภูมิ ความดัน และการไหลของน้ำร้อนให้พอเหมาะที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ที่สมบูรณ์

5. การใส่ศร และเติมลมเพื่อตรวจสอบเป็นแผนกใส่ศรวาล์วลมยางใน เติมลม และทำการพักยางที่เติมลม เป็นเวลา 3 สัปดาห์ เพื่อตรวจสอบว่ายางมีรอยรั่วหรือไม่

6. การตรวจสอบ (Inspection and Finishing) ยางที่อบเสร็จแล้วทุกชนิดจะต้องผ่านการตรวจสอบทุกเส้น ก่อนที่จะส่งเข้าคลังสินค้า (Warehouse) และลูกค้าต่อไป การตรวจสอบจะครอบคลุมถึงรูปลักษณ์ (Appearance) และตำหนิต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับตัวยาง รวมทั้งทำการคัดแยกส่วนที่เป็นยางเสียออกไป

การศึกษาจากการสำรวจข้อมูลเชิงสถิติสถานีการตรวจสอบ

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลการคัดเลือกในแผนกคัดเลือกวาล์วลมยางในเป็นระยะเวลา 3 เดือน จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นทำให้ทราบจำนวนการตรวจสอบที่ผิดพลาดของการตรวจสอบของพนักงานแต่ละคน ซึ่งพนักงาน A มีการตรวจสอบที่ผิดพลาดน้อยกว่าพนักงาน B และ C แต่พนักงาน C มีการตรวจสอบที่ผิดพลาดเป็นจำนวนมาก โดยมีรายละเอียดจากการเก็บข้อมูลปริมาณชิ้นงานที่ตรวจสอบของพนักงานทั้ง 3 คน ตั้งแต่เดือน กรกฎาคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 ดังตารางที่ 7 และ 8 โดยกำหนดให้

นายเรืองศักดิ์ พาลี แทนด้วย A
นางล่อง สุขสมัย แทนด้วย B
นายสมบุญ แนมไธสง แทนด้วย C

ตารางที่ 7 ปริมาณชิ้นงานที่ตรวจสอบของพนักงาน A ,B ,C ในช่วง กรกฎาคม - กันยายน ปี พ.ศ. 2562

บันทึกจำนวนการตรวจสอบ วาล์วลมยางในรถจักรยานยนต์, จักรยาน (ชิ้น)				
พนักงาน	**เดือน**			
	กรกฎาคม	**สิงหาคม**	**กันยายน**	**รวม**
A	14,945	15,908	15,894	46,747
B	15,890	15,734	15,456	47,080
C	16,170	16,042	15,620	47,832
รวม	47,005	47,684	46,970	141,659

ตารางที่ 8 ปริมาณชิ้นงานดี และชิ้นงานเสียที่พนักงาน A,B,C ตรวจสอบได้ในช่วงเดือน กรกฎาคม - กันยายน ปี พ.ศ. 2562

บันทึกจำนวนตรวจสอบ							
วาล์วลมยางในรถจักรยานยนต์, จักรยาน (ชิ้น)							
พนักงาน	**เดือน**						
	กรกฎาคม		**สิงหาคม**		**กันยายน**		**รวม**
	ดี	**เสีย**	**ดี**	**เสีย**	**ดี**	**เสีย**	
A	14,450	495	15,216	692	15,114	780	46,747
B	15,020	870	14,791	943	14,719	737	47,080
C	15,180	990	15,131	911	14,793	827	47,832
รวม	44,650	2,355	45,138	2,546	44,626	2,344	141,659

การวิเคราะห์ระบบการวัดก่อนการปรับปรุง

การวิเคราะห์ความผันแปรในระบบการวัดจากข้อมูลเชิงคุณลักษณะ หรือข้อมูลนับก่อนจากการปรับปรุงโดยสุ่มชิ้นงานตัวอย่างจำนวน 30 ชิ้น ซึ่งเป็นทั้งชิ้นงานที่มีคุณภาพดี (Good - G) และไม่ดี (No Good - NG) ซึ่งชิ้นงานแต่ละชิ้นต้องได้รับการกำหนดคุณลักษณะจากผู้เชี่ยวชาญว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดี หรือไม่ดี ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานจะใช้พนักงานตรวจสอบจำนวนสามคน คือ พนักงาน A, B และ C ซึ่งพนักงานแต่ละคนจะทำการตรวจวัดชิ้นงานตัวอย่างแต่ละชิ้นให้ครบทั้ง 30 ชิ้น ทำเช่นนี้จนครบทั้ง 3 คน และทุกคนจะทำการตรวจสอบชิ้นงานแต่ละชิ้นจำนวน 3 ครั้ง ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานตัวอย่างโดยพนักงาน A, B และ C

ภาพที่ 2 การทดสอบการวิเคราะห์ระบบวัด (ธีระพงษ์ ทับพร, 2562)

ตารางที่ 9 ผลดัชนีการทดสอบการวิเคราะห์ระบบวัดของพนักงาน

	พนักงาน		
ดัชนี	A	B	C
เปอร์เซ็นต์รีพีททะบิลิตี้ของพนักงาน	93 %	93 %	90 %
เปอร์เซ็นต์ความไม่ไบอัสของพนักงาน	93 %	90 %	73 %
เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านรีพีททะบิลิตี้	70 %		
เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านไบอัส	70 %		

จากตารางที่ 9 เกณฑ์ในการยอมรับเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพด้านรีพีททะบิลิตี้ของการตรวจสอบ และเปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านไบอัสของการตรวจสอบจะต้องมีค่า ≥ 90 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ตารางที่ 10 ผลสัมประสิทธิ์ kappa ของพนักงานกับพนักงานก่อนการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัด

Kappa	**พนักงาน A**	**พนักงาน B**	**พนักงาน C**
พนักงาน A		77.76 %	57.43 %
พนักงาน B	77.76 %		72.46 %
พนักงาน C	57.43 %	72.46 %	
ค่าอ้างอิง	87.39 %	84.75 %	53.45 %

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าพนักงานทั้ง 3 คนนั้น มีเปอร์เซ็นต์ความเห็นพ้องในระดับที่ดี (สอดคล้องบางส่วน) แต่จะพบว่า พนักงาน C มีค่าความเห็นพ้องที่ค่อนข้างต่ำ

ตารางที่ 11 ความเห็นพ้องระหว่างพนักงานกับค่าอ้างอิง

พนักงาน	**บ่งชี้G ถูกต้อง**	**บ่งชี้NG ถูกต้อง**	**บ่งชี้G และ NG ถูกต้อง(O_E)**	**จำนวนการปฏิเสธผิด (I_{FA})**	**จำนวนการยอมรับที่ผิดพลาด (I_{Miss})**	**รวม**
A	57	30	87	3	0	90
B	58	26	84	2	4	90
C	53	18	71	7	12	90

ตารางที่ 12 ดัชนีแสดงประสิทธิผลของพนักงานแต่ละคน

ดัชนี	**คะแนนประสิทธิผลของพนักงาน**		
	พนักงานคน A	**พนักงานคน B**	**พนักงานคน C**
O_E	$\frac{87}{90} \times 100\ \% = 96.67\ \%$	$\frac{84}{90} \times 100\ \% = 93.33\ \%$	$\frac{71}{90} \times 100\ \% = 78.89\ \%$
I_{FA}	$\frac{3}{60} \times 100\ \% = 5\ \%$	$\frac{2}{60} \times 100\ \% = 3.33\ \%$	$\frac{7}{60} \times 100\ \% = 11.67\ \%$
I_{MISS}	$\frac{0}{30} \times 100\ \% = 0\ \%$	$\frac{4}{30} \times 100\ \% = 13.33\ \%$	$\frac{12}{30} \times 100\ \% = 40\ \%$

เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าจากตารางที่ 11 และ ตารางที่ 12 สามารถวิเคราะห์ผลได้ว่า

1. พนักงาน A ดัชนีความมีประสิทธิผล (O_E) สามารถยอมรับได้ ดัชนีการตรวจสอบที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด (I_{FA}) สามารถยอมรับได้ ดัชนีการตรวจสอบที่ยอมรับอย่างผิดพลาด (I_{MISS}) สามารถยอมรับได้ สรุปได้ว่าพนักงาน A มีความสามารถดี

2. พนักงาน B ดัชนีความมีประสิทธิผล (O_E) สามารถยอมรับได้ ดัชนีการตรวจสอบที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด (I_{FA}) สามารถยอมรับได้ ดัชนีการตรวจสอบที่ยอมรับอย่างผิดพลาด (I_{MISS}) ต้องได้รับการปรับปรุง สรุปได้ว่าพนักงาน B พนักงานมีความสามารถแบบมีเงื่อนไข (ควรมีการปรับปรุง)

3. พนักงาน C ดัชนีความมีประสิทธิผล (O_E) ต้องได้รับการปรับปรุง ดัชนีการตรวจสอบที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด (I_{FA}) ต้องได้รับการปรับปรุง ดัชนีการตรวจสอบที่ยอมรับอย่างผิดพลาด (I_{MISS}) ต้องได้รับการปรับปรุง สรุปได้ว่าพนักงาน C พนักงานไม่มีความสามารถ (ต้องได้รับการปรับปรุง)

แนวทางการปรับปรุง และการแก้ไข

1. การอบรมมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัด

ภาพที่ 3 การแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัด (ธีระพงษ์ ทับพร, 2562)

ผู้วิจัยได้ทำการอบรมการจัดทำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัดให้กับพนักงานที่เกี่ยวข้องให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง และสามารถนำความรู้ ความเข้าใจ ไปใช้ในการตรวจวัดชิ้นงานได้ ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยให้ความรู้เรื่องการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน เพื่อให้พนักงานสามารถระบุคุณภาพชิ้นงานได้ถูกต้อง และเป็นมาตรฐานเดียวกัน มีมาตรฐานในการวัดที่ถูกต้องในแต่ละจุดตรวจสอบที่มีการทดสอบเพื่อลดความแปรปรวนดังมีตัวอย่างแสดงในภาพที่ 4 เอกสารมาตรฐาน และรายละเอียดในการตรวจสอบ และความผิดพลาดของผู้ตรวจ โดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ให้พนักงานทำแบบทดสอบก่อนแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัด

1.2 แนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัด และแนะนำขั้นตอนวิธีการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน

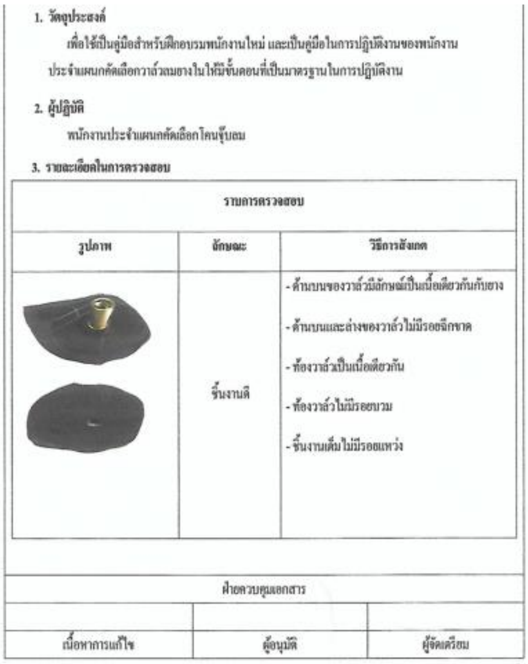
Work Instruction

รายละเอียดในการตรวจสอบ

แผนก: คัดเลือกวาล์วลมยางใน	เอกสารหมายเลข:
ผู้รับผิดชอบ:	แก้ไขครั้งที่ : Rev.0
วันที่เริ่มใช้งาน:	หน้าที่:2/2

รายการตรวจสอบ(ต่อ)		
รูปภาพ	ลักษณะ	วิธีการสังเกต
	ชิ้นงานเสีย ท้องวาล์วฉีกขาด	- ท้องวาล์วมีรอยฉีกขาด
	ชิ้นงานเสีย โคนวาล์วและเนื้อยางไม่เป็นเนื้อเดียวกัน	- โคนวาล์ว และยางไม่เป็นเนื้อเดียวกัน
	ชิ้นงานเสีย ท้องวาล์วบวมไม่เป็นเนื้อเดียวกัน	- ท้องวาล์วมีรอยบวม - ท้องวาล์วมีลักษณะเป็นขุยไม่เรียบเนียน

ฝ่ายควบคุมเอกสาร		
เนื้อหาการแก้ไข	ผู้อนุมัติ	ผู้จัดเตรียม



1. วัตถุประสงค์

เพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับฝึกอบรมพนักงานใหม่ และเป็นคู่มือในการปฏิบัติงานของพนักงานประจำแผนกคัดเลือกวาล์วลมยางในให้มีขั้นตอนที่เป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน

2. ผู้ปฏิบัติ

พนักงานประจำแผนกคัดเลือกโคนจุ๊บลม

3. รายละเอียดในการตรวจสอบ

รายการตรวจสอบ		
รูปภาพ	ลักษณะ	วิธีการสังเกต
	ชิ้นงานดี	- ด้านบนของวาล์วมีลักษณ์เป็นเนื้อเดียวกันกับยาง - ด้านบนและล่างของวาล์วไม่มีรอยฉีกขาด - ท้องวาล์วเป็นเนื้อเดียวกัน - ท้องวาล์วไม่มีรอยบวม - ชิ้นงานเต็มไม่มีรอยแหว่ง

ฝ่ายควบคุมเอกสาร		
เนื้อหาการแก้ไข	ผู้อนุมัติ	ผู้จัดเตรียม

ภาพที่ 4 เอกสารมาตรฐาน และรายละเอียดในการตรวจสอบ (ธีระพงษ์ ทับพร, 2562)

1.3 ให้พนักงานทำแบบทดสอบหลังการแนะนำมาตรฐานวิเคราะห์ระบบการวัด

1.4 ให้พนักงานทำการทดลองตรวจวัดชิ้นงานจริงและกำหนดมาตรฐานเวลาในการตรวจชิ้นงาน 15 นาที เมื่อพนักงานวัดเสร็จให้พนักงานทำการวัดชิ้นงานใหม่อีกสองครั้ง แล้วจึงนำค่าที่ได้เปรียบเทียบค่าก่อนการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัด

2. ทำการออกแบบ และจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงาน และรายการตรวจสอบ

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบชิ้นงานวาล์วลมยางใน พบประเภทงานเสียทั้งสิ้น 3 ประเภท คือ ท้องวาล์วฉีกขาด วาล์วลมยางในไม่เป็นเนื้อเดียวกัน และท้องวาล์วบวมไม่เป็นเนื้อเดียวกัน โดยผู้จัดทำได้ระบุลักษณะ และวิธีการสังเกตชิ้นงานดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ตัวอย่างรายการตรวจสอบชิ้นงาน

รายการตรวจสอบ		
รูปภาพ	**ลักษณะ**	**วิธีการสังเกต**
	ชิ้นงานดี	- ด้านบนของวาล์วมีลักษณ์เป็นเนื้อเดียวกันกับยาง - ด้านบนและล่างของวาล์วไม่มีรอยฉีกขาด - ท้องวาล์วไม่มีรอยบวมเป็นเนื้อเดียวกัน
	ชิ้นงานเสีย	- ท้องวาล์วมีรอยฉีกขาดบริเวณที่โดนตัวฐานของวาล์วลม

ผลการทดลอง

ผลดัชนีประสิทธิผลด้านรีพีททะบิลิตี้ และประสิทธิผลด้านไบอัส

ตารางที่ 14 ดัชนีประสิทธิผลด้านรีพีททะบิลิตี้ และประสิทธิผลด้านไบอัสของพนักงานหลังปรับปรุง

พนักงาน	ดัชนี							
	% รีพีททะบิลิตี้ของพนักงาน		% ความไม่ไบอัสของพนักงาน		% ประสิทธิผลด้านรีพีททะบิลิตี้		% ประสิทธิผลด้านไบอัส	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
A	93 %	100 %	93 %	100 %	70 %	90 %	70 %	90 %
B	93 %	100 %	90 %	97 %				
C	90 %	93 %	73 %	90 %				

เมื่อพิจารณาค่าจากตารางที่ 14 สามารถสรุปได้ว่าหลังจากผ่านการเรื่องแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัด พนักงานแต่ละคนมีดัชนีประสิทธิผลด้านรีพีททะบิลิตี้ และประสิทธิผลด้านไบอัส มีค่า ≥ 90 ถือว่าผ่านเกณฑ์

ผลสัมประสิทธิ์ Kappa

ตารางที่ 15 ผลสัมประสิทธิ์ Kappa ระหว่างพนักงานกับพนักงานหลังการปรับปรุง

Kappa	พนักงาน A	พนักงาน B	พนักงาน C
พนักงาน A		92.31 %	87.93 %
พนักงาน B	92.31 %		94.46 %
พนักงาน C	87.93 %	94.46 %	

จากตารางที่ 15 สรุปผลสัมประสิทธิ์ kappa เมื่อทำการเปรียบเทียบ ก่อนการปรับปรุงและ หลังการปรับปรุงแล้ว สามารถสรุปผลค่าความเห็นพ้องระหว่างพนักงาน แต่ละคู่ ได้ดังนี้

1. พนักงาน A และ B มีความเห็นพ้อง ก่อนการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัด เท่ากับ 77.76 % หลังเท่ากับ 92.31 % มากขึ้น 14.55 %

2. พนักงาน A และ C มีความเห็นพ้อง ก่อนการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัดเท่ากับ 57.43 % หลังเท่ากับ 87.93 % มากขึ้น 30.50 %

3. พนักงาน B และ C มีความเห็นพ้อง ก่อนการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัด เท่ากับ 72.46 % หลังเท่ากับ 94.46 % มากขึ้น 22 %

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าพนักงานทั้ง 3 คนนั้น มีเปอร์เซ็นต์ความเห็นพ้องกันเพิ่มมากขึ้นอยู่ในระดับที่ดี หรือมีเปอร์เซ็นต์การตรวจสอบที่เหมือนกันอยู่ในระดับที่ดี

จากตารางสรุปผลสัมประสิทธิ์ kappa ก่อนและหลังการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัดเป็นการทดสอบพนักงานมีความเห็นพ้องกันระหว่างพนักงานกับค่าอ้างอิง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. พนักงาน A กับ ค่าอ้างอิง มีความเห็นพ้อง ก่อนการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัดเท่ากับ 87.93 % หลังเท่ากับ 100 % มากขึ้น 12.07 %

2. พนักงาน B กับ ค่าอ้างอิง มีความเห็นพ้อง ก่อนการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัดเท่ากับ 84.75 % หลัง เท่ากับ 92.31 % มากขึ้น 7.56 %

3. พนักงาน C กับ ค่าอ้างอิง มีความเห็นพ้อง ก่อนการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัดเท่ากับ 53.45 % หลังเท่ากับ 87.93 % มากขึ้น 34.48 %

ดังนั้นสามารถสรุปผลได้ว่าพนักงานสามารถตรวจสอบได้เหมือนค่าอ้างอิงเพิ่มมากขึ้น หรือพนักงานมีการตรวจสอบได้ถูกต้องมากขึ้น

ดัชนีแสดงประสิทธิผลของพนักงาน

ตารางที่ 16 ดัชนีแสดงประสิทธิผลของพนักงาน

	คะแนนประสิทธิผลของพนักงาน					
	O_E operator effectiveness index **ดัชนีความมีประสิทธิผลของพนักงานแต่ละคน**		I_{FA} false alarm index **ดัชนีการตรวจสอบที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด**		I_{MISS} index of a miss **ดัชนีการตรวจสอบที่ยอบรับอย่างผิดพลาด**	
พนักงาน	**ก่อน**	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**
A	90.67 %	100.00 %	3.00 %	0.00%	0.00 %	0.00 %
B	93.3 %	96.67 %	3.30 %	0.00 %	13.33 %	10.00 %
C	78.80 %	94.44 %	11.67 %	3.33 %	40.00 %	10.00 %

เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าจากตารางที่ 16 สามารถวิเคราะห์ผลได้ว่า

1. พนักงาน A

1.1. ดัชนีความมีประสิทธิผล (O_E) หลังการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบวัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และดีมากขึ้นตามลำดับเนื่องจากมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์

1.2 ดัชนีการตรวจสอบที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด (I_{FA}) หลังการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และ ดีขึ้นตามลำดับเนื่องจากมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์

1.3 ดัชนีการตรวจสอบที่ยอบรับอย่างผิดพลาด (I_{MISS}) หลังการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบวัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้มีค่าน้อยว่าหรือเท่ากับ 2 เปอร์เซ็นต์

2. พนักงาน B

2.1 ดัชนีความมีประสิทธิผล (O_E) หลังการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบวัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และดีมากขึ้นตามลำดับเนื่องจากมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์

2.2 ดัชนีการตรวจสอบที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด (I_{FA}) หลังการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบวัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และดีขึ้นตามลำดับเนื่องจากมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์

2.3 ดัชนีการตรวจสอบที่ยอบรับอย่างผิดพลาด (I_{MISS}) หลังการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบวัดพนักงานมีการยอมรับอย่างผิดพลาดที่ดีขึ้นแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สามารถยอมรับได้ เนื่องจากพนักงานมีการยอมรับอย่างผิดพลาดเกิน 2 เปอร์เซ็นต์ ตามที่ AIAG ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากชิ้นงานดังกล่าวเป็นชิ้นงานตัดสินใจยากจึงทำให้พนักงานมีการตัดสินใจที่ผิดพลาด

3. พนักงาน C

3.1 ดัชนีความมีประสิทธิผล (O_E) หลังการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบวัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และดีมากขึ้นตามลำดับเนื่องจากมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์

3.2 ดัชนีการตรวจสอบที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด (I_{FA}) หลังการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบวัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้แบบก้ำกึ่ง

3.3 ดัชนีการตรวจสอบที่ยอมรับอย่างผิดพลาด (I_{MISS}) หลังการแนะนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบวัด พนักงานมีการยอมรับอย่างผิดพลาดที่ดีขึ้นแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สามารถยอมรับได้ เนื่องจากพนักงานมีการยอมรับอย่างผิดพลาดเกิน 2 เปอร์เซ็นต์ ที่ AIAG ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากชิ้นงานดั่งกล่าวเป็นชิ้นงานตัดสินใจยากจึงทำให้พนักงานมีการตัดสินใจที่ผิดพลาด

การตรวจสอบหลังการปรับปรุงของพนักงาน

เมื่อทำการเก็บข้อมูลการตรวจสอบโดยเริ่มทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2562 – ธันวาคม พ.ศ. 2562 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 หลังการนำมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบวัดมาใช้ของพนักงานทั้ง 3 คน พบว่าพนักคัดเลือกชิ้นงานผิดพลาดรวมทั้งสิ้น 1,487 ชิ้น คิดเป็นการตรวจสอบผิดพลาดร้อยละ 1.06 ทำให้เกิดมูลค่าจากการตรวจสอบผิดพลาด 66,915 บาท ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 มูลค่าจากการตรวจสอบผิดพลาดของพนักงานทั้ง 3 คน

ข้อมูลการตรวจสอบระบบการวัด				
พนักงาน A B C				
เดือน / รายการ	**พฤศจิกายน**	**ธันวาคม**	**มกราคม**	**รวม**
ยอดตรวจสอบ (ชิ้น)	46,259	47,397	47,100	140,756
ตรวจสอบผิดพลาด (ชิ้น)	520	492	475	1,487
ต้นทุนต่อหน่วย (บาท)	45			
ร้อยละการตรวจสอบผิดพลาด	1.13	1.04	1.01	1.06
มูลค่าจากการตรวจสอบผิดพลาด (บาท)	23,400	22,140	21,375	66,915

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบการตรวจสอบผิดพลาดก่อน - หลังการปรับปรุง

เปรียบเทียบการตรวจสอบผิดพลาดก่อน - หลังการปรับปรุง		
พนักงานทั้งสามคน		
รายการ	**ก่อนการแนะนำ**	**หลังการแนะนำ**
ยอดตรวจสอบ (ชิ้น)	141,659	140,756
ตรวจสอบผิดพลาด (ชิ้น)	3,276	1,487
ต้นทุนต่อหน่วย (บาท)	45	
ร้อยละการตรวจสอบผิดพลาด	2.31	1.06
มูลค่าจากการตรวจสอบผิดพลาด (บาท)	147,420	66,915

จากตารางที่ 18 สามารถอธิบายได้ว่า หลังจากพนักงานผ่านการอบรมเรื่องมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบวัดพนักงานสามารถคัดเลือกชิ้นงานได้ถูกต้องมากขึ้น และสามารถลดมูลค่าจากการตรวจสอบผิดพลาดร้อยละ 54.61

สรุปผล

1. ผลการวิเคราะห์หลังการปรับปรุงมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัด ผลรีพีททะบิลิตี้ของพนักงานทั้ง 3 คน มีค่า 100 %, 100 %, 93 % พนักงานทั้ง 3 คน ผ่านเกณฑ์ ประสิทธิผลด้านรีพีททะบิลิตี้ของพนักงานทั้ง 3 คน เท่ากับ 90 % ผ่านเกณฑ์ ประสิทธิผลด้านความเป็นไบอัสของพนักงานทั้ง 3 คน เท่ากับ 90 % ผ่านเกณฑ์

2. ผลการวิเคราะห์หลังการปรับปรุงมาตรฐานการวิเคราะห์ระบบการวัด ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa (ความเห็นพ้อง) ระหว่างพนักงานกับพนักงาน และระหว่างพนักงานกับค่าอ้างอิง มีค่าอยู่ระหว่าง 80 % - 100 % แสดงว่าพนักงานมีความเห็นพ้องกันอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

3. พนักงาน A มีประสิทธิภาพของการวัด ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ประสิทธิผลการวัด, การปฏิเสธอย่างผิดพลาด, การยอมรับอย่างผิดพลาด อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับรับได้ พนักงาน B และ C มีประสิทธิภาพของการวัด ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ประสิทธิผลการวัด การปฏิเสธอย่างผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับรับได้ และการยอมรับอย่างผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สามารถยอมรับได้ ดังนั้นผู้วิจัยต้องทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ และแนวทางในครั้งถัดไป

เอกสารอ้างอิง

[1] กิติศักดิ์ พลอยวานิชเจริญ. (2550). “การวิเคราะห์ระบบการวัด.” ในหลักการการควบคุมคุณภาพ, กรุงเทพมหานคร : ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[2] Fasser Y. and D. Brettner (1992). Process Improvement in Electronics Industry, Newyork: John Wiley & Sons Inc.

[3] Automative Industry Action Group (AIAG) (2002). Measurement System Analysis (MSA), 3rd edition, Michigan.