

การลดต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ด้วยการประยุกต์ใช้มาตรฐานการสุ่มตัวอย่าง

Cost Reduction in Automotive Parts Production by Applying Sampling Standards

พงษ์ศักดิ์ รุนกระโทก¹ ฐิติ หมอรักษา² กนกวรรณ เกริกสูงเนิน³ ภูมิบุญ พลต่าง³

จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร³ วรณนิตา นุชคุ้ม⁴ และ สุภัทรา หมูป่ารัง^{5*}

¹วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

77 หมู่ 7 ตำบลหนองระเวียง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000

²สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์บูรณาการและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

วิทยาเขตจันทบุรี

131 หมู่ 10 ถนนบาราศนราดรุ ตำบลพลวง อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี 22210

³สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

744 ถ. สุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา นครราชสีมา 30000

⁴สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

744 ถ. สุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา นครราชสีมา 30000

⁵สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

43 หมู่ 6 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ตำบล บางพระ อำเภอศรีราชา ชลบุรี 20110

Phongsak Runkratok¹ Thiti Mhoraksa² Kanokwan Kroeksungnoen³ Bhoomboon Phonthang³

Jittiwat Nithikarnjanatharn³ Wannisa Nutkhum⁴ and Supattra Muparang^{5*}

¹College of Innovation Skills, Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of

Technology Isan, Nakhonratchasima

77 Moo 7, Nong Raveang Subdistrict, Muang Nakhon Ratchasima District, Nakhon Ratchasima, 30000

²Department of Industrial Engineering, Faculty of Integrated Engineering and Technology, Rajamangala

University of Technology Tawan–Ok, Chanthaburi Campus

131 Moo 10, Bamrasnaradura Road, Phluang Sub–district, Khao Khitchakut District, Chanthaburi, 22210

³Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Technology,

Rajamangala University of Technology Isan

744 Suranarai Road, Nai Mueang Sub–district, Mueang Nakhon Ratchasima District, Nakhon Ratchasima, 30000

⁴Department of Production Engineering, Faculty of Engineering and Technology,

Rajamangala University of Technology Isan

744 Suranarai Road, Nai Mueang Sub–district, Mueang Nakhon Ratchasima District, Nakhon Ratchasima, 30000

⁵Department of Industrial Engineering and Logistics, School of Engineering and Innovation, Rajamangala

University of Technology Tawan–ok

43 Moo 6 Bangpra Sub–district, Sriracha District, Chonburi, 20110

*Corresponding author E–mail: supattra_mu@rmutto.ac.th

(Received: June 21, 2025; Revise: June 29, 2025; Accepted: June 29, 2025)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการสุ่มตรวจสอบรอยเชื่อมในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ โดยเฉพาะชิ้นส่วนรถยนต์ รุ่น ทีเอโอ ด้วยการประยุกต์ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างตามมาตราฐาน MIL-STD-105E แทนวิธีการสุ่มตรวจสอบแบบเดิมที่ไม่มีมาตรฐานชัดเจน ซึ่งมาตรฐาน MIL-STD-105E เป็นมาตรฐานที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายและยังคงมีการอ้างอิงในภาคอุตสาหกรรมแม้ว่าจะถูกแทนที่ด้วยมาตรฐานอื่น จากเดิมใช้การสุ่มตรวจสอบสินค้าอยู่ที่ 3 ชิ้นต่อล็อต ส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายสูงในการตรวจสอบเนื่องจากการตรวจสอบสินค้าแบบทำลาย ทำให้มีค่าใช้จ่าย 167,040 บาทต่อปี การปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจสอบด้วยมาตรฐานการสุ่มตรวจสอบ MIL-STD-105E ประกอบด้วยการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง การใช้แผนภูมิควบคุม และการปรับเปลี่ยนแผนการสุ่มตัวอย่าง พบว่า จากผลการใช้แผนภูมิควบคุมในการติดตามความแปรผันข้อมูลการวัดของกระบวนการผลิตแสดงให้เห็นว่ามีข้อมูลการผลิตอยู่ในค่าควบคุม และการยอมรับสินค้าอยู่ในเงื่อนไขของกฎการสับเปลี่ยนการสุ่มตรวจสอบ ในการตรวจสอบแบบปกติไปอ่อนคลาย ทำให้สามารถใช้แผนการสุ่มตัวอย่าง MIL-STD-105E เพื่อกำหนดชิ้นงานในการสุ่มตัวอย่าง โดยทำข้อตกลงร่วมกับลูกค้าในการยอมรับความเสี่ยงของสินค้า จึงทำให้สามารถลดจำนวนการตรวจสอบสินค้าจาก 3 ชิ้นต่อล็อต ลดลงเหลือ 2 ชิ้นต่อล็อต ส่งผลให้จำนวนการตรวจสอบจาก 1,392 ชิ้นต่อปี ลดลงเหลือ 1,008 ชิ้นต่อปี และมีมูลค่าการตรวจสอบ 120,960 บาทต่อปี ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 77,310 บาทต่อปี โดยที่ความแปรผันข้อมูลการวัดของกระบวนการอยู่ในค่าควบคุม ซึ่งการปรับปรุงนี้แสดงให้เห็นถึงการลดต้นทุนการตรวจสอบในกระบวนการผลิต

คำสำคัญ: แผนการสุ่มตัวอย่าง MIL-STD-105E การตรวจสอบชิ้นส่วนยานยนต์ และการลดต้นทุน

Abstract

This study aims to improving the weld seam inspection sampling process in an automotive parts manufacturing facility, particularly for TAO model components. The improvement involves implementing the MIL-STD-105E sampling plan to replace the previous non-standard inspection method. Initially, three samples per lot were inspected, leading to high inspection costs due to the destructive testing nature, totaling 167,040 baht annually. The improvement strategy included historical data analysis, control chart implementation, and adjustment of the sampling plan. Results from the control charts indicated that the production process remained within control limits, allowing the application of switching rules from normal to reduced inspection. By adopting the MIL-STD-105E plan and negotiating acceptable risk levels with customers, the number of samples per lot was reduced from three to two. Consequently, annual inspections decreased from 1,392 to 1,008 pieces, cutting inspection costs to 120,960 baht—resulting in savings of 77,310 baht per year. These findings confirm that the process remains under statistical control while significantly reducing inspection costs in quality control.

Keywords: Sampling plan, MIL-STD-105E, Inspection of Automotive Parts, and Cost Reduction

1. บทนำ

อุตสาหกรรมรถยนต์ไทยเติบโตจากการสนับสนุนของรัฐ เช่น การลดภาษีและส่งเสริมการลงทุน ทำให้การส่งออกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยส่งเสริมการใช้ชิ้นส่วนในประเทศส่งผลให้ไทยเป็นฐานการผลิตยานยนต์ระดับโลกและชิ้นส่วนยานยนต์กลายเป็นสินค้าส่งออกหลัก มูลค่ากว่า 5.41 แสนล้านบาทในปี พ.ศ. 2565 [1–3] ภาวะเศรษฐกิจที่มีการแข่งขันสูงทั้งด้านคุณภาพและราคา ซึ่งถือเป็นปัจจัยหลักที่ผู้ประกอบการใช้ในการตัดสินใจในการเลือกซื้อ ดังนั้นอุตสาหกรรมการผลิตต้องวิเคราะห์และควบคุมความสามารถของกระบวนการผลิตเพื่อลดความผันแปรของผลิตภัณฑ์ซึ่งหากความผันแปรมีมาก จะส่งผลให้คุณภาพสินค้าไม่คงที่และอาจกลายเป็นของเสียที่ไม่เป็นที่ยอมรับของลูกค้า การควบคุมคุณภาพเป็นสิ่งสำคัญของการผลิตชิ้นส่วนแต่การตรวจสอบทุกรายการอาจไม่คุ้มค่าในด้านต้นทุน โดยเฉพาะในการผลิตจำนวนมาก จึงต้องมีวิธีการหรือแผนการสุ่มตัวอย่างสินค้าเพื่อใช้ในการตัดสินใจที่จะยอมรับหรือปฏิเสธของสินค้า โดยมีการนำแผนการสุ่มตัวอย่างมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าเฉพาะบางส่วนเพื่อเป็นตัวแทนของสินค้าทั้งหมด การกำหนดจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากไม่ได้มีการตรวจสอบสินค้าทุกชิ้น [4–5] โดยการใช้แผนการสุ่มตัวอย่าง MIL-STD-105E เป็นมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลในด้านการสุ่มตัวอย่างและการควบคุมคุณภาพ ปัจจุบันมาตรฐานนี้ถูกยกเลิกการใช้งานอย่างเป็นทางการในปี พ.ศ. 2538 และถูกแทนที่ด้วยมาตรฐานอื่น เช่น ANSI/ASQ Z1.4 อย่างไรก็ตามการดำเนินงานตามมาตรฐานดังกล่าวมีหลักการคล้ายคลึงกับมาตรฐานที่ใช้ในปัจจุบันเป็นอย่างมากและยังคงมีการอ้างอิงและใช้งานกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ โดยเฉพาะในกระบวนการผลิตที่มีขนาดใหญ่หรือการผลิตหลายล็อตที่ไม่สามารถตรวจสอบทุกชิ้นได้ โดยมาตรฐาน MIL-STD-105E ถูกพัฒนาโดยกระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกาและใช้ในหลายอุตสาหกรรมทั่วโลกในการประเมินคุณภาพของสินค้าผ่านการสุ่มตัวอย่างที่มีการควบคุมตามเกณฑ์ที่กำหนด [6–7] จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสุ่มตัวอย่างพบว่า การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการสุ่มผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุแบบอ่อนตัวโดยนำมาตราฐาน MIL-STD-105E และกฎการสับเปลี่ยนมาใช้ ผลลัพธ์ที่ได้ช่วยให้กระบวนการสุ่มมีประสิทธิภาพมากขึ้นลดต้นทุน ลดการสูญเสีย และเพิ่มโอกาสทางธุรกิจของบริษัท [8] การใช้ MIL-STD-105E ซึ่งเป็นมาตรฐานการสุ่มตัวอย่างแบบการตรวจรับเพื่อปรับปรุงกระบวนการควบคุมคุณภาพ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดข้อผิดพลาดในการตรวจสอบเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการตรวจรับและลดต้นทุนที่เกิดจากการตรวจสอบที่ไม่จำเป็น [9] พบว่าการใช้มาตรฐานแผนการสุ่มตัวอย่าง MIL-STD-105E เป็นแนวทางที่ช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพในการควบคุมคุณภาพ ลดต้นทุน และเพิ่มความแม่นยำในการตรวจรับผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้ในกระบวนการผลิตที่ต้องการรักษาคุณภาพมาตรฐานสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการประยุกต์ใช้มาตรฐานการสุ่มตัวอย่างเพื่อลดต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งจากเดิมไม่มีมาตรฐานการสุ่มตัวอย่างสินค้าทำให้มีการตรวจสอบสินค้า 3 ชิ้นต่อล็อต และมีผลการวัดชิ้นงานที่อยู่ในข้อกำหนดของลูกค้า ทำให้มีค่าใช้จ่ายที่สูงในการสุ่มตัวอย่างเนื่องจากการตรวจสอบแบบทำลาย มีมูลค่าในการสุ่มตัวอย่างสูงถึง 167,040 บาทต่อปี ทางผู้จัดทำได้ใช้แผนการสุ่มตัวอย่าง MIL-STD-105E กำหนดมาตรฐานของการสุ่มตัวอย่างภายในกระบวนการตรวจสอบสินค้าเพื่อให้มีมาตรฐานของการสุ่มตัวอย่างในการตรวจสอบสินค้าและลดต้นทุนในการตรวจสอบ

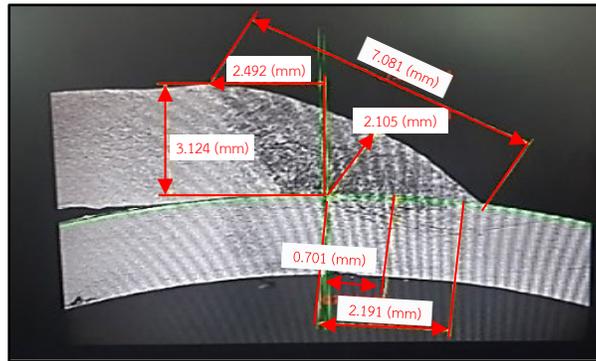
2. วิธีดำเนินงาน

การดำเนินการศึกษากระบวนการตรวจสอบรอยเชื่อมในสายการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ในปัจจุบันเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงการสุ่มตัวอย่างชิ้นงานเชื่อมเพื่อลดต้นทุนการตรวจสอบรอยเชื่อม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การดำเนินการสุ่มตรวจสอบรอยเชื่อม

จากการสุ่มชิ้นงานของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนโดยเริ่มจากการสุ่มตัวแรก ตัวกลาง และตัวท้ายล็อต จำนวน 3 ชิ้นเพื่อ

ตรวจสอบความยาวรอยเชื่อม (L) ให้อยู่ในช่วง 15–43 มม. หากผ่านเกณฑ์ถือว่าเป็นงานดี หากไม่ผ่านต้องปรับเครื่องจักรและส้อมตรวจใหม่ จากนั้นกำหนดจุดตัดโดยขีดกึ่งกลางรอยเชื่อม 4 จุด และตัดระหว่างตัวค้ำกับท่อ นำชิ้นงานที่ตัดขีดผิวด้วยกระดาษทรายเบอร์ 400 และ 1,200 แล้วทาด้วยไนทอล 1–2 เปอร์เซ็นต์ ให้อรอยเชื่อมชัดขึ้น จากนั้นนำชิ้นงานเข้าไปส่องกล้องวัดรอยเชื่อม โดยจะตรวจสอบรอยเชื่อมโดยการวัดค่าการซึมลึก ขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงของรอยเชื่อมของฝั่งท่อและตัวค้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ลูกค้ากำหนดไว้ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การตรวจสอบชิ้นงานด้วยกล้องวัดชิ้นงาน

จากรูปที่ 1 จะตรวจสอบชิ้นงานด้วยกล้องวัดชิ้นงานทั้งหมด 4 จุดตรวจสอบ ได้แก่ จุดที่ 1. วัดความกว้างของแนวเชื่อม (a) ซึ่งกำหนดไว้ให้ไม่ต่ำกว่า 3.45 มม. จุดที่ 2. วัดความกว้างของการซึมลึก (b) กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 1.84 มม. จุดที่ 3. วัดการซึมลึกจากท่อถึงตัวค้ำ (c) กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 1.15 มม. จุดที่ 4. ระยะการซึมลึกของท่อ (d) กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 0.3 มม. ตามข้อกำหนดลูกค้า

2.2 การศึกษาข้อมูลรายปีก่อนปรับใช้แผนการส้อมตัวอย่าง

ข้อมูลการส้อมตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ สถานีงานเชื่อมชิ้นงานด้วยโรบอทเชื่อมทั้ง 2 เครื่อง แต่ละเครื่องมีจำนวนการผลิตอยู่ในช่วง 51–90 ชิ้นต่อลอต ซึ่งมีการตัดชิ้นงานต่อหนึ่งลอต 3 ชิ้น และมูลค่าการตั้งงานตรวจสอบของเครื่องเชื่อมที่ 1 และ 2 ตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 12 จากการใช้วิธีการส้อมตรวจสอบแบบเดิมตามแผนการส้อมตรวจสอบตามแบบแผนการผลิตจากลูกค้า ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการตัดชิ้นงานก่อนการปรับใช้แผนการส้อม

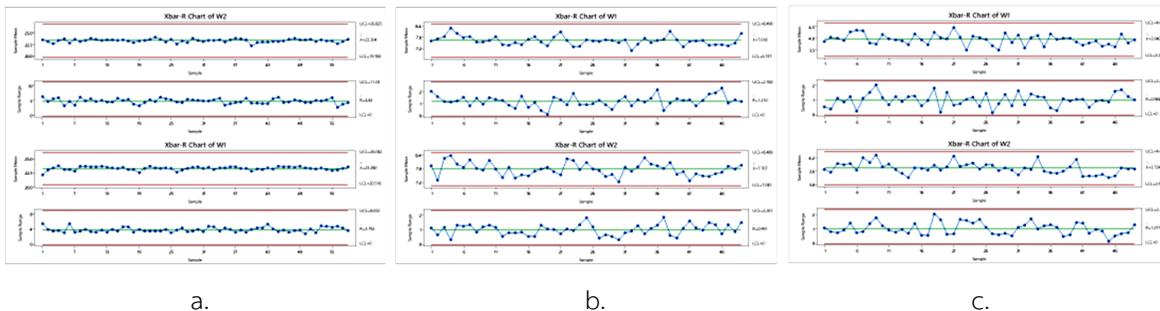
เดือนที่	จำนวน (ชิ้น)		มูลค่าการตั้งงานตรวจสอบ (บาท)	
	เครื่องเชื่อมที่ 1	เครื่องเชื่อมที่ 2	เครื่องเชื่อมที่ 1	เครื่องเชื่อมที่ 2
	1	2	1	2
1	58	58	6,960	6,960
2	58	58	6,960	6,960
3	58	58	6,960	6,960
4	58	58	6,960	6,960
5	58	58	6,960	6,960

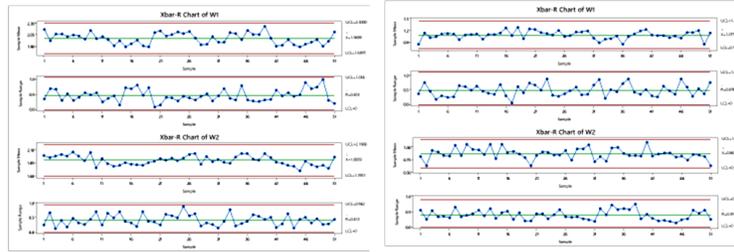
เดือนที่	จำนวน (ชิ้น)		มูลค่าการตั้งงานตรวจสอบ (บาท)	
	เครื่องเชื่อมที่	เครื่องเชื่อมที่	เครื่องเชื่อมที่	เครื่องเชื่อมที่
	1	2	1	2
66	58	58	6,960	6,960
7	58	58	6,960	6,960
8	58	58	6,960	6,960
9	58	58	6,960	6,960
10	58	58	6,960	6,960
11	58	58	6,960	6,960
12	58	58	6,960	6,960
รวม	696	696	83,520	83,520
	1,352		167,040	

จากตารางที่ 1 พบว่ามีจำนวนการสุ่มตรวจสอบชิ้นงานของเครื่องเชื่อมทั้ง 2 เครื่อง อยู่ที่ 1,392 ชิ้นต่อปี และมีต้นทุนในการตรวจสอบที่ 167,040 บาทต่อปี

2.3 การวิเคราะห์ความผันแปรข้อมูลการวัด

จากผลการวัดที่อยู่ในค่าควบคุมตามที่ลูกค้าได้กำหนด นำมาวิเคราะห์ความผันแปรของการวัดจากจุดตรวจสอบรอยเชื่อมของเครื่องเชื่อมที่ 1 และ เครื่องเชื่อมที่ 2 ดำเนินการโดยใช้ แผนภูมิควบคุมชนิด X-Bar R Chart เพื่อประเมินความผันแปรของกระบวนการผลิต แผนภูมิที่ใช้แสดงผลในรูปแบบ กราฟคู่ โดยกราฟด้านบนแสดงข้อมูลจาก เครื่องเชื่อมที่ 1 และกราฟด้านล่างแสดงข้อมูลจาก เครื่องเชื่อมที่ 2 กราฟด้านบนจะแสดงค่าเฉลี่ย (X-Bar) ของกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นการวัดระดับโดยรวมของการผลิตในแต่ละช่วง ส่วนกราฟด้านล่างจะแสดง ความผันแปร (R-Chart) ของกระบวนการ ซึ่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงภายในกระบวนการที่อาจเกิดขึ้นระหว่างแต่ละตัวอย่างการใช้ X-Bar R Chart จะช่วยในการ ติดตาม และ ประเมินเสถียรภาพของกระบวนการผลิต เพื่อให้มั่นใจว่ากระบวนการนั้นสามารถ ควบคุมได้ และ คาดการณ์ได้ อย่างแม่นยำตาม ขอบเขตที่กำหนด ซึ่งช่วยให้สามารถตัดสินใจได้ว่า กระบวนการนั้นอยู่ในขอบเขตควบคุมหรือไม่ [10] โดยลักษณะของการวัดแบ่งออกเป็น 5 ลักษณะ ดังรูปที่ 2





d.

e.

รูปที่ 2 ความผันแปรข้อมูลการวัดของกระบวนการผลิต

จากรูปที่ 2 แสดงผลความผันแปรข้อมูลการวัดของกระบวนการผลิตโดยจะแสดงผลการวัดชิ้นงานจากเครื่องเชื่อมที่ 1 และเครื่องเชื่อมที่ 2 เป็นผลการวัดความยาวของแนวเชื่อม (a) ผลการวัดความกว้างของแนวเชื่อม (b) การซึ่มลึกจากตัวค้ำถึงท่อ (c) ความกว้างของการซึ่มลึก (d) ระยะการซึ่มลึกของท่อ (e) ซึ่งพบว่าผลของข้อมูลในกราฟแสดงถึงค่าเฉลี่ยและความผันแปรข้อมูลการวัดของกระบวนการผลิตอยู่ในค่าควบคุมบนและล่างในเส้นขอบเขตควบคุม 10 ลอตต่อเนื่อง

2.4 การกำหนดมาตรฐานในการสุ่มตรวจสอบ

การกำหนดแผนการสุ่มตัวอย่างในการตรวจสอบด้วยการใช้มาตรฐาน MIL-STD105E ถึงแม้ในปี พ.ศ. 2538 มาตรฐานดังกล่าวถูกยกเลิกอย่างเป็นทางการและถูกแทนที่ด้วยมาตรฐานอื่น เช่น ANSI/ASQ Z1.4 เนื่องจากหลักการของมาตรฐานนี้ยังคงคล้ายคลึงกับมาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันอย่างมากและยังมีการอ้างอิงและใช้งานอย่างแพร่หลายในภาคอุตสาหกรรมที่ศึกษา ผู้วิจัยจึงเลือกมาตรฐานดังกล่าวเป็นเครื่องมือในการศึกษานี้ โดยแบ่งแผนการตรวจสอบออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ แบบปกติ แบบผ่อนคลาย และแบบเข้มงวด การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับผลการตรวจลอตก่อนหน้าและข้อกำหนดในการเปลี่ยนแผนหากกระบวนการผลิตมีคุณภาพสม่ำเสมอและไม่พบข้อบกพร่องเกิน AQL (Acceptable Quality Level) หรือระดับข้อบกพร่องที่ยอมรับได้ต่อลอตต่อเนื่อง 10 ลอต สามารถเปลี่ยนไปใช้แผนแบบผ่อนคลายเพื่อลดจำนวนตัวอย่างที่ต้องตรวจ การเลือกจำนวนตัวอย่างจะพิจารณาตามขนาดลอตและระดับการตรวจ ซึ่งมีทั้งแบบทั่วไปและแบบพิเศษที่ใช้ในกรณีที่ต้องการลดภาระการตรวจสอบการใช้ MIL-STD-105E ช่วยลดต้นทุนในการตรวจสอบโดยยังรักษาระดับความเชื่อมั่นต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ หากพบข้อบกพร่องเกิน AQL ลอตจะถูกปฏิเสธ และหากพบปัญหาซ้ำ แผนการตรวจจะเปลี่ยนเป็นแบบเข้มงวด เพื่อเพิ่มความถี่ในการควบคุมและลดความเสี่ยงของการส่งมอบสินค้าที่ไม่ผ่านข้อกำหนดของลูกค้า แผนการสุ่มตรวจสอบ MIL-STD-105E สามารถเปิดตารางเพื่อหาจำนวนการสุ่มตัวอย่างได้ ดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4 [11]

TABLE I – Sample Size code letters

(See 4.9.1 and 4.9.2)

Lot or batch size			Special inspection levels				General inspection levels		
			S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2	To	8	A	A	A	A	A	A	B
9	To	15	A	A	A	A	A	B	C
16	To	25	A	A	B	B	B	C	D
26	To	50	A	B	B	C	C	D	E
51	To	90	B	B	C	D	D	F	G
91	To	150	B	B	C	D	D	F	G
151	To	280	B	C	D	E	E	G	H
281	To	500	B	C	D	E	F	H	J
501	To	1200	C	C	E	F	G	J	H
1201	To	3200	C	D	E	G	H	K	L
3201	To	10000	C	D	F	G	J	L	M
10001	To	35000	C	D	F	H	K	M	N
35001	To	150000	D	E	G	J	L	N	P
150001	To	500000	D	E	G	J	M	P	Q
500000	And	Over	D	E	H	K	N	Q	R

CODE LETTERS

รูปที่ 3 แสดงการเลือกใช้แผนการสุ่มตัวอย่างขั้นตอนที่ 1

Table II - C. Single Sampling Plans for Reduced Inspection (Master Table).

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (reduced inspection)*																											
		0.10	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000		
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	
A	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
B	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
C	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
D	3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
E	5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
F	8	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
G	13	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
H	20	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
J	32	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
K	50	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
L	80	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
M	125	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
N	200	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
P	315	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Q	500	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
R	800	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

↓ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equal or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection. Ac = Acceptance number.
 ↑ = Use first sampling plan above arrow. Re = Rejection number.
 * = If the acceptance number has been exceeded but the rejection number has not been reached accept the lot, but reinstate normal inspection.

รูปที่ 4 แสดงการเลือกใช้แผนการสุ่มตัวอย่างขั้นตอนที่ 2

จากรูปที่ 3 และรูปที่ 4 การเปิดตารางแผนการสุ่มตัวอย่างโดยใช้ระดับการตรวจสอบพิเศษ ซึ่งเป็นระดับของการตรวจสอบที่ต้องการลดจำนวนตัวอย่างของการผลิตที่มีคุณภาพตามข้อกำหนดต่อเนื่อง 10 ลอต และมีความผันแปรของข้อมูลการวัดอยู่ในระดับขอบเขตควบคุมในกราฟ X-Bar R-Chart บ่งบอกถึงการวัดที่มีความเสถียรของค่าเฉลี่ยและแนวโน้มการวัดในกระบวนการตรวจสอบของจำนวนการผลิตในช่วง 51 ถึง 90 ชิ้นต่อลอต ซึ่งอยู่ในเงื่อนไขของกฎการสับเปลี่ยนการสุ่มตรวจสอบให้สามารถเปลี่ยนการตรวจสอบจากปกติไปผ่อนคลายเป็นมาตรฐาน MIL-STD-105E โดยใช้มาตรฐานนี้เป็นแนวทางในการกำหนดจำนวนการสุ่มตรวจสอบ จึงปรับเปลี่ยนแผนการสุ่มตรวจสอบเป็นแบบผ่อนคลายเป็นแบบผ่อนคลายเป็นแต่ต้องยอมรับความเสี่ยงเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นระดับที่ใช้ตัวอย่างน้อยลง โดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบครั้งเดียว และกำหนดค่าการยอมรับของเสียไว้ที่ AQL 1.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับในการตรวจสอบที่ใช้ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ต้องการควบคุมคุณภาพอย่างเข้มงวด แต่ยังคงยอมรับความคลาดเคลื่อนได้ [12] ตามที่ได้ระดมความคิดกับทางผู้บริหารและวิศวกรที่เกี่ยวข้อง

จากดังรูปที่ 3 สามารถเลือกใช้ระดับการตรวจสอบแบบผ่อนคลายเป็นระดับการตรวจสอบแบบพิเศษ S2 จากแถวที่มีจำนวนลอตการผลิตอยู่ในช่วง 51 ถึง 90 ชิ้นต่อลอต จะได้รับรหัสตัวอักษร B และนำมาเปิดตารางดังรูปที่ 4 จากรหัสตัวอักษร B จะ

ได้จำนวนการสุ่มตัวอย่างที่ 2 ขึ้นต่อตลอด มีการยอมรับความเสี่ยง 1.0 เปอร์เซ็นต์ ต่อ 100 ชิ้น หรือ AQL 1.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่มีจำนวนการยอมรับของเสียในลอต (Ac 0) เมื่อพบของเสียของลอตการผลิต 1 ครั้ง จะทำการปฏิเสธลอต (Re 1) และหากพบปัญหาซ้ำแผนการตรวจจะเปลี่ยนเป็นแบบเข้มงวด

3. ผลการดำเนินการ

ผลหลังจากการปรับใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบ MIL-STD-105E มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการตัดชิ้นงานหลังจากปรับใช้แผนการสุ่มตัวอย่าง

ผลจากการตัดชิ้นงานหลังการปรับใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบ MIL-STD-105E ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2 ผลการตัดชิ้นงานหลังการปรับใช้แผนการสุ่ม

เดือนที่	จำนวน (ชิ้น)		มูลค่าการตัดงานตรวจสอบ (บาท)	
	เครื่องเชื่อมที่	เครื่องเชื่อมที่	เครื่องเชื่อมที่	เครื่องเชื่อมที่
	1	2	1	2
1	42	42	5,040	5,040
2	42	42	5,040	5,040
3	42	42	5,040	5,040
4	42	42	5,040	5,040
5	42	42	5,040	5,040
66	42	42	5,040	5,040
7	42	42	5,040	5,040
8	42	42	5,040	5,040
9	42	42	5,040	5,040
10	42	42	5,040	5,040
11	42	42	5,040	5,040
12	42	42	5,040	5,040
รวม	504	504	60,480	60,480
	1,008		120,960	

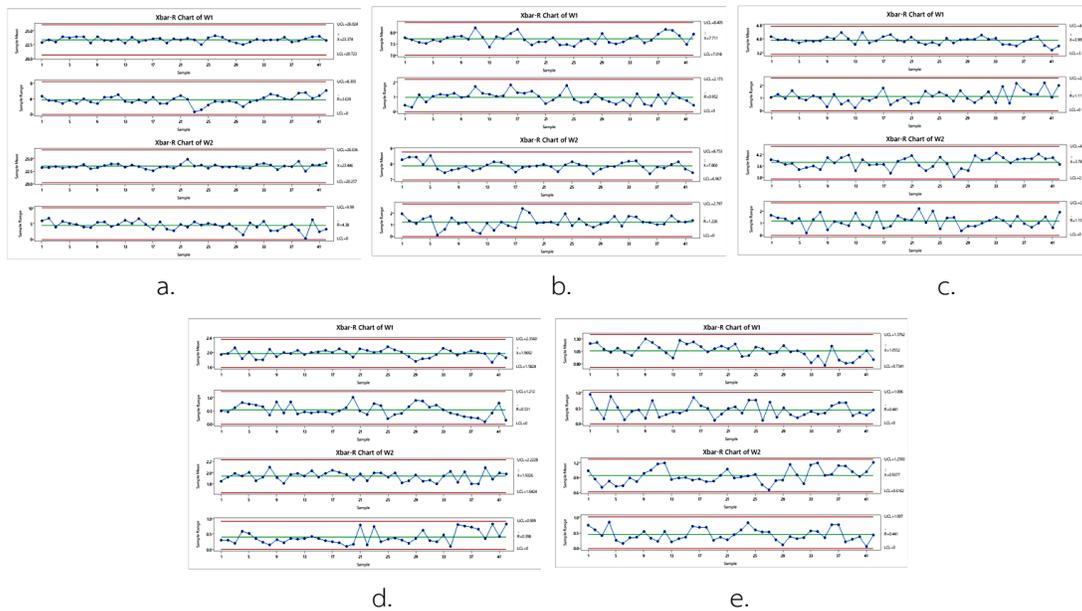
จากตารางที่ 2 เมื่อได้ทำข้อตกลงร่วมกับลูกค้าในการลดจำนวนการสุ่มตรวจสอบพบว่าจำนวนการสุ่มตัดตรวจสอบชิ้นงานของเครื่องเชื่อมที่ 1 และเครื่องเชื่อมที่ 2 อยู่ที่ 1,008 ชิ้นต่อปี ต้นทุนในการสุ่มตัดตรวจสอบ 120,960 บาทต่อปี หลังจากการใช้แผนการสุ่มตัวอย่างตามมาตรฐาน MIL-STD-105E ซึ่งปรับเปลี่ยนจากการสุ่มชิ้นงานตามตัวอย่างเดิม 3 ขึ้นต่อตลอด จากนั้นเปลี่ยนเป็นการสุ่มชิ้นงาน 2 ขึ้นต่อตลอด ซึ่งได้จากการเปิดตารางตามแผนการสุ่มตัวอย่าง MIL-STD-105E

มาตรฐาน MIL-STD-105E มีหลักการคล้ายคลึงกับมาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันคือ ANSI/ASQ Z1.4 และถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในภาคอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ เนื่องจากสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญ ผลการศึกษาพบว่า อัตราชิ้นงานบกพร่องลดลงจาก 4.2 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 2.1 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากกระบวนการถูกตรวจสอบอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นทำให้พบและแก้ไขข้อบกพร่องได้เร็วขึ้น หลังการปรับใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบ AQL (Acceptable Quality

Level) ระดับ 1.0 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Montgomery, D.C., (2014) ที่พบว่าการสุ่มตัวอย่างตามมาตรฐาน ANSI/ASQ Z1.4 ช่วยลดความเสี่ยงของผู้ผลิต (Producer's Risk) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เวลาการตรวจสอบลดลง 15 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากลดจำนวนชิ้นงานที่ต้องตรวจสอบ โดยเทคนิค Single Sampling Plan สอดคล้องกับการศึกษาของ Magar, V.M. and Shinde, V.B., (2014) ซึ่งอธิบายว่า 7 QC Tools รวมถึงเทคนิคการสุ่มตัวอย่างสามารถลดเวลาการตรวจสอบได้โดยไม่กระทบต่อคุณภาพ และต้นทุนการตรวจสอบลดลง 20 เปอร์เซ็นต์ การลดปริมาณการตรวจสอบสอดคล้องกับหลักการทางเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรมที่ว่า การสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมช่วยลดต้นทุนการประกันคุณภาพ [15] อย่างไรก็ตามการสุ่มตัวอย่างอาจไม่เหมาะสมสำหรับกระบวนการที่ต้องการความแม่นยำสูงสุด เนื่องจากยังมีความเสี่ยงที่ยอมรับชุดงานที่มีข้อบกพร่อง (Consumer's Risk) [16]

3.2 การติดตามความผันแปรข้อมูลการวัดของกระบวนการ

ผลของความผันแปรข้อมูลการวัดของกระบวนการผลิตหลังจากการปรับใช้แผนการสุ่มตัวอย่างตามมาตรฐาน MIL-STD-105E จากข้อมูลการวัดด้วยการใช้แผนภูมิควบคุม X-Bar R-Chart พบว่า ข้อมูลการวัดโดยแบ่งจุดตรวจสอบออกเป็น 5 ลักษณะการวัด ได้แก่ ค่าความยาวของแนวเชื่อม (a) ความกว้างของแนวเชื่อม (b) ความกว้างของการซึ่มลึก (c) การซึ่มลึกจากตัวค้ำถึงท่อ (d) และระยะการซึ่มลึกของท่อ (e) ยังคงอยู่ภายในขอบเขตการควบคุมทั้งหมด ซึ่งบ่งชี้ว่ากระบวนการอยู่ในระดับที่เสถียรและสามารถยอมรับได้ แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ความผันแปรข้อมูลการวัดของกระบวนการหลังปรับปรุง

จากรูที่ 5 แสดงผลความผันแปรข้อมูลการวัดของกระบวนการผลิตโดยแสดงผลการวัดชิ้นงานจากเครื่องเชื่อมที่ 1 และเครื่องเชื่อมที่ 2 เป็นผลการวัดความยาวของแนวเชื่อม (a) ผลการวัดความกว้างของแนวเชื่อม (b) การซึ่มลึกจากตัวค้ำถึงท่อ (c) ความกว้างของการซึ่มลึก (d) ระยะการซึ่มลึกของท่อ (e) พบว่าผลของข้อมูลในกราฟแสดงถึงค่าเฉลี่ยและความผันแปรข้อมูลการวัดของกระบวนการผลิตอยู่ในค่าควบคุมบนและล่างในเส้นขอบเขตควบคุม

3.3 เปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง

ผลการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงและมูลค่าของการตัดหลังการปรับปรุงมาใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบ MIL-STD-105E ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง

	จำนวนการตัดชิ้นงาน (ตัว)	ต้นทุน (บาท)
ก่อนปรับปรุง	1,352	167,040
หลังปรับปรุง	1,008	120,000

จากตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง เนื่องจากการใช้แผนการสุ่มตรวจสอบแบบเดิม ไม่มีแผนการที่แน่ชัด โดยการตรวจสอบใช้ชิ้นงานจำนวน 3 ชิ้นต่อล็อตการผลิต ทำให้จำนวนการตัดชิ้นงานก่อนการปรับปรุงการสุ่มชิ้นงานเท่ากับ 1,392 ตัวต่อปี และส่งผลให้ต้นทุนในการตัดเท่ากับ 167,040 บาทต่อปี ภายหลังจากการปรับปรุงและใช้มาตรฐานการสุ่มตรวจสอบ MIL-STD-105E พบว่าจำนวนการตัดชิ้นงานลดลง 2 ตัวต่อล็อตการผลิต จากการเปิดตารางส่งผลให้มีจำนวนการตัด 1,008 ตัวต่อปี ใช้ต้นทุนการตัด 120,960 บาทต่อปี จำนวนการตัดชิ้นงานลดลงคิดเป็น 25.44 เปอร์เซ็นต์ และต้นทุนลดลงคิดเป็น 27.58 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ ยังได้ประเมินผลกระทบของการลดจำนวนตัวอย่างต่อความถี่ของการตรวจพบข้อบกพร่อง โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดจากข้อมูลย้อนหลัง 12 เดือน พบว่าอัตราข้อบกพร่อง (Defective Rate) ไม่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังลดจำนวนตัวอย่างตรวจสอบ โดยความผิดพลาดยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า AQL 1.0 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับแนวทางการประเมินแบบ Economical Design ที่ระบุไว้ในงานของ Huang (2018) ซึ่งเสนอว่าการลดจำนวนตัวอย่างภายใต้การควบคุมความเสี่ยงสามารถลดต้นทุนโดยไม่เพิ่มความเสี่ยงด้านคุณภาพเกินเกณฑ์ที่ยอมรับได้ [11]

4. อภิปรายผล

จากการนำแผนการสุ่มตัวอย่าง MIL-STD-105E มาใช้ในกระบวนการตรวจสอบชิ้นส่วนยานยนต์ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนการตรวจสอบ โดยการลดจำนวนตัวอย่างที่ต้องตรวจสอบจาก 3 ชิ้นต่อล็อต เหลือ 2 ชิ้นต่อล็อต สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 77,310 บาทต่อปี ในขณะที่เกี่ยวกับการตรวจสอบยังคงสามารถรักษาคุณภาพการผลิตได้ในระดับที่ลูกค้ากำหนด โดยแผนภูมิควบคุม X-Bar R-Chart แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตยังคงเสถียรและอยู่ในขอบเขตควบคุม ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐธิดา โสแสง [8] ที่ใช้ MIL-STD-105E ในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการสุ่มตัวอย่างและลดต้นทุนรวมถึงงานของ Deadila Defiatri [9] ที่พบว่า MIL-STD-105E สามารถปรับปรุงการควบคุมคุณภาพในการสุ่มตัวอย่างและลดข้อผิดพลาดในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่เกินความจำเป็นได้ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีข้อจำกัดในด้านการลดจำนวนตัวอย่างในการตรวจสอบซึ่งอาจเพิ่มความเสี่ยงในการไม่สามารถตรวจพบข้อบกพร่องที่หลุดรอดจากกระบวนการผลิต โดยเฉพาะในกรณีที่กระบวนการผลิตมีความผันผวนสูงหรือเกิดข้อผิดพลาดซ้ำๆ การยอมรับความเสี่ยงจากการลดการตรวจสอบต้องได้รับการพิจารณาและชดเชยร่วมกับลูกค้าอย่างชัดเจนและควรพิจารณาปรับแผนการสุ่มตัวอย่างให้เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท โดยเฉพาะในกรณีที่มีความผันผวนหรือข้อกำหนดพิเศษจากลูกค้า เช่น ชิ้นส่วนที่มีความสำคัญ ควรใช้การสุ่มตัวอย่างที่เข้มงวดขึ้นเพื่อรักษาคุณภาพการผลิตให้ได้มาตรฐาน

อย่างไรก็ตาม จากการประเมินความน่าจะเป็นของการตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่มีของเสียเกิน AQL ด้วยกราฟ OC Curve ตามแนวทางของ Dewi (2022) พบว่าความสามารถของแผน MIL-STD-105E ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ โดยเฉพาะในกรณีที่กระบวนการผลิตมีค่าความเบี่ยงเบนต่ำและควบคุมได้ดี ซึ่งช่วยสนับสนุนการใช้แผนแบบผ่อนคลายในการตรวจสอบ โดยยังสามารถรักษาความน่าเชื่อถือในคุณภาพชิ้นส่วนได้ [12]

5. สรุปผลงานวิจัย

การปรับปรุงกระบวนการสุ่มตรวจสอบด้วยการใช้แผนการสุ่มตัวอย่าง MIL-STD-105E ร่วมกับการศึกษาข้อมูลย้อนหลังด้วยการใช้แผนภูมิควบคุม X-Bar R-Chart ในการติดตามกระบวนการผลิตเพื่อช่วยในการวิเคราะห์และควบคุมความผันแปรของข้อมูลการวัดจากกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลจากการปรับปรุงนี้ทำให้สามารถลดจำนวนการตัดชิ้นงานจาก 1,392 ชิ้นต่อปี เหลือ 1,008 ชิ้นต่อปี ซึ่งลดลง 384 ชิ้นต่อปี และลดต้นทุนจาก 167,040 บาทต่อปี เหลือ 120,960 บาทต่อปี ส่งผลให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบได้ 77,310 บาทต่อปี ในขณะที่ยังคงประสิทธิภาพการตรวจสอบไว้ในระดับที่ลูกค้ากำหนด

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทธนศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและเสียสละเวลาอธิบายกระบวนการทำงานอย่างละเอียด

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] V. Panjakajornsak, “A Structural Model of Thai Consumers’ Value Co-Creation in Purchasing Products in The Internet Retail Business,” *Sripatum Chonburi Interdisciplinary Journal*, vol. 10, no. 3, pp. 154–168, 2024. (in Thai)
- [2] P. Boonkwang, T. Sirisukhantha, and R. Mala, “Opportunity and Challenges for Survival of Small Retail Stores in The Post-Covid-19 Era,” *Journal of MCU Ubon Review*, vol. 8, no. 2, pp. 87–89, 2023. (in Thai)
- [3] T. Trisirichote, “The Holistic Learning of Technician-Level Workers in The Automotive Industry and The Recognition of Organizational Support for Performance and The Recognition of Organizational Support are The Primary Variables Governing,” *Social Science Journal of Prachachuen Research Network*, vol. 6, no. 1, pp. 1–13, 2024. (in Thai)
- [4] M. Intaprasoet, and W. Ngamsa-ard, “Improving The Incoming Inspection Process and Final Inspection Processes of Washing Machine Manufacturer to Reduce Product Defects with Six Sigma Theory, Case Study: Abc Company,” *Journal of Science and Technology, Southeast Bangkok College*, vol. 1, no. 2, pp. 1–11, 2021. (in Thai)
- [5] K. Yimnak, N. Fueangsakun, and S. Choothong, “Group Acceptance Sampling Plan for Sujatha Distribution,” *The Journal of KMUTNB*, vol. 35, no. 3, pp. 1–9, ID. 253–157558, Jul.–Sep. 2025. (in Thai)
- [6] D. Makwana, P. Engineer, A. Dabhi, and H. Chudasama, “Sampling Methods in Research: A Review,” *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)*, vol. 7, no. 3, pp. 762–768, 2023.

- [7] J. Nithikarnjanatham, in *Quality Control*, 3rd ed, Bangkok: O.S. Printing House, 2023, pp. 403–410 (in Thai)
- [8] N. Sosang, C. Phungamngoen, W. Savedboworn, D. Dechampai, K. Numbang, P. Sirawathanakhul, C. Kongphet, and S. Tapklang, “Improving Efficiency in The Random Sampling Process: A Case Study of Pouch Products at Raw Material Receiving and Warehouse,” *The Journal of KMUTNB*, vol. 34, no. 3, pp. 1–12, ID. 243–145335, Jul.–Sep. 2024. (in Thai)
- [9] D. Defiatri and R. Wulan Damayanti, “Acceptance Sampling MIL–STD 105E For Quality Control: A Case Study,” *E3S Web of Conferences*, vol. 465, p. 02043, 2023. doi:10.1051/e3sconf/202346502043
- [10] A. Atalan, “Testing Machine Learning Prediction Data on Xbar–R Chart,” *6th International Conference on Scientific and Academic Research*, pp. 170–176, 2025.
- [11] Y.–C. Huang, and C.–C. Cheng, “The Comparative Study on Expected Total Quality Cost Between Traditional Single Sampling Plan and Economical Design,” *International Journal for Quality Research*, vol. 13, no. 1, pp. 221–234, Mar. 2019. doi:10.24874/ijqr13.01–13
- [12] B. R. Dewi, F. E. Gunawan, and F. Alamsjah, “The Operating Characteristics Curve of The Acceptance Sampling of Type–A Based on Outgoing Percent Defective Lot,” *Jambura Journal of Probability and Statistics*, vol. 3, no. 2, pp. 46–60, Nov. 2022. doi:10.34312/jjps.v3i2.15965
- [13] D. C. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc, 2020.
- [14] V. M. Magar and V. B. Shinde, “Application of 7 Quality Control (7 QC) Tools for Continuous Improvement of Manufacturing Processes,” *International Journal of Engineering Research and General Science*, vol. 2, pp. 364–371, 2014.
- [15] M. Meesangpant, C. Sangthongluan, T. Holomyong, and S. Yodsurang, “Development of Quality Management in The Cosmeceutical Industry,” *Journal of Academic for Public and Private Management*, vol. 4, no. 3, pp. 169–182, 2022. doi:10.14456/jappm.2022.27 (in Thai)
- [16] W. E. Deming, K. E. Cahill, and K. L. Allan, *Out of the Crisis*. Cambridge: The MIT Press, 2022.