รหัสบทความ SEITS 30

การศึกษาการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตกิ๊ปจับลวด T14 โดยใช้แนวทาง ซิกซ์ ซิกมา กรณีศึกษา : กระบวนการผลิตกิ๊ปจับลวด

Study of Productivity for Anchor Grips Type14 Production by Six Sigma Approach : A Case Study of Anchor Grips Production Process

สันทัด พรหมสร[1*], ศุภชัย ดำด้วง[1], ฐาปกรณ์ คำใส[1], ชานนท์ มูลวรรณ[2], สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ[3]

[1*]นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
[2] อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
[3] สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต เพื่อลดของเสียประเภทความยาวกิ๊ปจับลวด T14 ที่สถานีงานที่ 1 ซึ่งพบปริมาณของเสีย 13,791.74 DPPM (defect part per million) มูลค่าความสูญเสียของกระบวนการ 259,378.5 บาทต่อการผลิต 1 ล้านชิ้น โดยประยุกต์ใช้ ซิกซ์ ซิกมา และหลักการ DMAIC ในการปรับปรุง ด้วยแบบทดลองฟูลแฟคทอเรียลแบบ 2^k ปรากฏว่าพบระดับปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมสำหรับแก้ไขสาเหตุ คือ การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมพื้นที่การส่งกำลังของบาร์ฟีด เพื่อป้องกันแกนบาร์ฟีดไม่ร่วมศูนย์กับวัสดุ หลังปรับปรุงจำนวนของเสียลดลงอยู่ที่ 353.86 DPPM ลดมูลค่าความสูญเสียลงได้ 252,723.53 บาทต่อการผลิต 1 ล้านชิ้น คิดเป็นสัดส่วนของเสียที่ลดลงร้อยละ 97.43

คำสำคัญ : ลดของเสีย ; ซิกซ์ ซิกมา ; DMAIC ; วิเคราะห์ระบบการวัด ; แฟคทอเรียลแบบ 2^k

Abstract

This project aimed at studying and analyzing the causes of production errors to reduce the waste like Anchor Grips Type14 at work station 1, found with the waste of 13,791.74 DPPM (defect part per million), and the loss value equivalent to 259,378.5 baht per the production of one million pieces. By applying Six Sigma and DMAIC approaches to use for the development of 2-Level Full factorial design (2^k), it has shown that the proper degrees of input factors for solving the problems was the equipment setting controlling the power areas of bar feeds for protecting the bar feeds from the materials. After the improvement, the amount of waste went down to 353.86 DPPM, cutting down the loss value to 252,723.53 baht per the production of one million pieces, equivalent to 97.43 percent of the waste reduction.

Keywords : waste reduction ; six sigma ; DMAIC ; MSA ; 2-Level Full factorial (2^k)

1. บทนำ (Introduction)

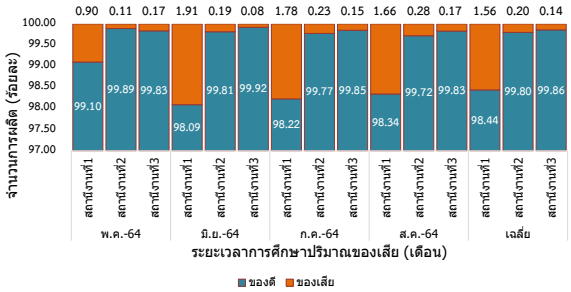
กระบวนการผลิตกิ๊ปจับลวด (Anchor Grips) เผชิญต้นทุนวัสดุที่ปรับตัวสูงขึ้น มีการใช้กลยุทธ์ทางด้านราคาในการแข่งขัน ทำให้ราคาสินค้ามีความผันผวน หากบริษัทใดที่สามารถควบคุมต้นทุนการผลิตได้ต่ำที่สุด ก็จะสามารถเติบโตทางธุรกิจได้ ผู้ผลิตจำเป็นต้องปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยการลดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มจากการเกิดของเสีย จากข้อมูลการผลิตเดือน พฤษภาคม 2564 – สิงหาคม 2564 พบของเสียในกระบวนการร้อยละ 1.87 หรือปริมาณของเสียอยู่ที่ 19,070.87 DPPM โดยมูลค่าความสูญเสียเฉลี่ย 358,662.08 บาทต่อการผลิต 1 ล้านชิ้น ดังนั้นสิ่งสำคัญที่สุด คือ การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต เพื่อลดข้อบกพร่องซึ่งจะช่วยควบคุมต้นทุนการผลิตให้ต่ำลงได้

สภาพปัญหาในกระบวนการผลิต คือ ปริมาณของเสียที่มีอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลเดือน พฤษภาคม 2564 – สิงหาคม 2564 พบสัดส่วนของเสียเฉลี่ยในกระบวนการของสถานีงานที่ 1 มีของเสียมากที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 1.56 และมีของเสียทั้งหมด 3 ประเภท นำข้อมูลของเสียมาลำดับความสำคัญที่จำเป็นต้องแก้ไขก่อน โดยใช้หลักการพาเรโต เพื่อหาปัจจัยนำเข้าร้อยละ 20 ที่มีความสำคัญร้อยละ 80 พบปัญหาที่จำเป็นแก้ไขอันดับแรกคือ ความยาวสั้นกว่าแบบสั่งงาน ซึ่งมีของเสียมากที่สุดถึงร้อยละ 87.82 จากผลวิเคราะห์ตามหลักการ DMAIC พบสาเหตุมาจากบาร์ฟีดมีระยะการส่งวัสดุไกลเกิน ทำให้พุชเชอร์สูญเสียการส่งกำลัง จึงจำเป็นต้องปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรเพื่อลดปริมาณของเสีย ดังงานวิจัยของ ทิชาแสนสม,2551. [1] ที่ศึกษาพบว่าการใช้แนวทาง ซิกซ์ ซิกมา ตามหลักการ DMAIC คือการกำหนดปัญหาสำคัญ วิเคราะห์ระบบวัด วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ปรับปรุงกระบวนการ และควบคุมกระบวนการ สามารถสรุปผลที่เป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต นำไปสู่การกำหนดระดับหรือพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ที่สามารถลดของเสียจากเดิมถึงร้อยละ 69

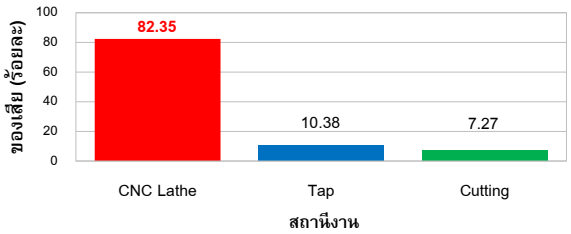
โครงงานวิจัยนี้มีเป้าหมายลดของเสียในกระบวนการผลิตกิ๊ปจับลวด T14 ที่สถานีงานที่ 1 ให้ของเสียลดลงไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 หรือไม่เกิน 4,137.52 DPPM โดยการทดสอบสมมติฐานเพื่อยืนยันความบกพร่องของกระบวนการผลิต ทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบ 2^k เพื่อกำหนดปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดของเสีย นำปัจจัยหลักมาทำการปรับปรุงและทดสอบซ้ำเพื่อยืนยันถึง แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยความยาวชิ้นงานอยู่ในขีดจำกัด ความสามารถกระบวนการไม่ต่ำกว่า 1.33 ผลทดสอบสมมติฐานยอมรับความยาวชิ้นงานอยู่ในเกณฑ์กำหนด เปรียบเทียบข้อมูลก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงของ พาเรโต, ปริมาณ DPPM [2] และ มูลค่าความสูญเสีย ผลจากการประยุกต์ใช้ ซิกซ์ ซิกมา [3] พบว่าการปรับปรุงพื้นที่ส่งกำลังบาร์ฟีด สามารถลดของเสียและทำให้สถานีงานที่ 1 ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. วิธีการวิจัย (Methodology)

2.1 กำหนดปัญหา (Define Phase) จากภาพที่ 1 ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตกิ๊ปจับลวด T14 เพื่อระบุปัญหาสำคัญ โดยข้อมูลเดือนพฤษภาคม - สิงหาคม พ.ศ. 2564 พบสถานีงานที่ 1 มีสัดส่วนของเสียอยู่ที่ร้อยละ 1.56 และมีอัตราการเกิดของเสียมากที่สุดต่อทุกสถานีงานอยู่ที่ร้อยละ 82.35 ดังภาพที่ 2

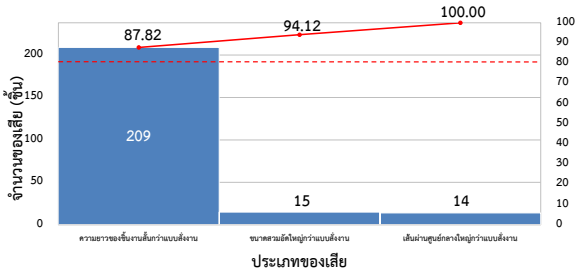


ภาพที่ 1 ข้อมูลการผลิตเดือน พ.ค. 64- ส.ค. 64



ภาพที่ 2 สัดส่วนของเสียต่อสถานีงานทั้งหมด

จากภาพที่ 3 พบสถานีงานที่ 1 มีของเสียอยู่ 3 ประเภท ทำการคัดกรองปัญหาโดยหลักการพาเรโต พบปัญหาการเกิดของเสียที่จำเป็นต้องแก้ไขคือ ประเภทความยาวสั้นกว่าแบบสั่งงาน สัดส่วนของเสียเท่ากับร้อยละ 87.82 คิดเป็นของเสียมากที่สุดในกระบวนการของสถานีงานที่ 1 โดยปริมาณของเสียอยู่ที่ 13,791.74 DPPM และปริมาณการเกิดของเสียมีแนวโน้มมากขึ้น จึงกำหนดเป็นปัญหาสำคัญที่จะนำมาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุ



ภาพที่ 3 พาเรโตแสดงของเสียที่สถานีงานที่ 1

2.2 การตรวจวัดปัญหา (Measure Phase) ทำการทดสอบตามการออกแบบระบบการวัดเพื่อวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด [4] จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบเกณฑ์ความแม่นยำคลาดเคลื่อนของข้อกำหนดเท่ากับร้อยละ 6.01 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด โดยเกณฑ์กำหนด [5] ให้ค่าความแม่นยำคลาดเคลื่อนน้อยกว่าร้อยละ 10 หมายความว่าระบบการวัดนี้สามารถแยกแยะผลิตภัณฑ์ ดี เสีย และเกณฑ์ความสามารถในการควบคุมผลิตภัณฑ์เท่ากับร้อยละ 12.99 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยเกณฑ์กำหนดให้น้อยกว่าร้อยละ 30 หมายความว่าระบบการวัดนี้มีความสามารถในการตรวจจับความผันแปรสำหรับการควบคุมกระบวนการ

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด

Equipment Variation ; EV	จำนวนซ้ำ	K_1	Total Variation ; TV
	2	4.56	
$EV = K_1(\bar{R})$	3	3.05	$TV = \sqrt{GR\&R^2+PV^2}$
= 0.012			= 0.093
Appraiser Variation ; AV	จำนวนพนักงาน	K_2	% EV = (EV/TV)100
	2	3.65	= 12.84 %
$AV = \sqrt{(\bar{x}_{diff} K_2)^2 - \frac{EV^2}{nr}}$	3	2.7	% AV = (AV/TV)100
= 0.0018			= 1.92 %
GR&R	จำนวนชิ้นงาน	K_3	ค่าความแม่นยำคลาดเคลื่อน (P/T)
ความคลาดเคลื่อนของระบบการวัด	9	1.6743	% P/T = (GR&R/(USL-LSL))100
$GR\&R = \sqrt{EV^2+AV^2}$	10	1.6205	= 6.01 %
= 0.012	11	1.5759	ความสามารถในการควบคุม (P/TV)
ความแตกต่างของชิ้นงาน (PV)	12	1.5382	
$PV = R_p(K_3)$	13	1.5045	% P/TV= (GR&R/TV)100
= 0.092	14	1.4756	= 12.99 %
	15	1.4499	

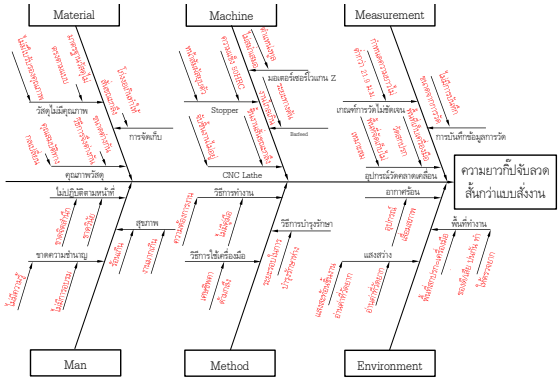
จึงสรุปได้ว่าความสามารถของกระบวนการวัดแบบข้อมูลวัดในการทดสอบครั้งนี้มีความแม่นยำและอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ สามารถนำไปวัดผลจากกระบวนการที่ทำการศึกษาเพื่อใช้วิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

2.3 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze Phase) วิเคราะห์แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบบางจุดอยู่นอกเส้นควบคุมล่าง 21.86 มิลลิเมตร ซึ่งห่างจากขนาดที่กำหนดตามแบบสั่งงานที่ 22.00 มิลลิเมตร จากผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการควบคุมความยาวกิ๊ปจับลวด T14 พบว่าค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 21.9185 มิลลิเมตร มีความห่างจากข้อกำหนดอยู่มากที่ 22.00 มิลลิเมตร โดยดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการหรือ C_{pk} ประเภทกระบวนการทั่วไปที่ใช้งานอยู่ เท่ากับ 0.17 ซึ่งต่ำกว่าค่าเกณฑ์กำหนดอยู่มาก [6] ดังตารางที่ 2 อธิบายได้ว่ากระบวนการผลิตนี้มีความบกพร่องที่ทำให้เกิดของเสีย จึงจำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีค่าความสามารถที่ดีขึ้น

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ

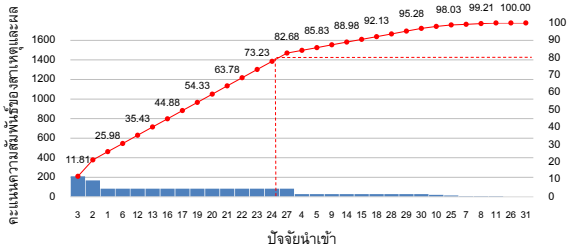
ประเภทของกระบวนการ	ค่าดัชนีที่ต่ำที่สุดสำหรับ Cpk	
	ข้อกำหนดแบบพิกัดด้านเดียว	ข้อกำหนดแบบพิกัดสองด้าน
กระบวนการทั่วไป (ใช้งานอยู่)	1.25	1.33
กระบวนการทั่วไป(ใหม่)	1.45	1.5
กระบวนการที่เกี่ยวกับความปลอดภัย หรือพารามิเตอร์วิกฤต(ใช้งานอยู่)	1.45	1.5
กระบวนการที่เกี่ยวกับความปลอดภัย หรือพารามิเตอร์วิกฤต(ใหม่)	1.6	1.67

จากภาพที่ 4 ระดมสมองเพื่อวิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล [7] พบปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปัญหาความยาวกิ๊ปจับลวด T14 สั้นกว่าแบบสั่งงานทั้งหมด 31 ปัจจัย



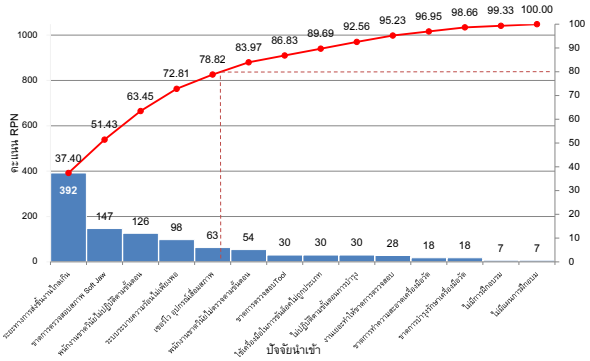
ภาพที่ 4 วิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล

จากภาพที่ 5 นำทั้ง 31 ปัจจัยมาคัดกรองโดยใช้เทคนิคการหาความสัมพันธ์สาเหตุและผล [2] ลำดับความสำคัญโดยแผนภาพพาเรโต พบปัจจัยนำเข้าที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองทั้งหมด 14 ปัจจัย



ภาพที่ 5 พาเรโตของความสัมพันธ์สาเหตุและผล

จากภาพที่ 6 วิเคราะห์ลักษณะผลกระทบและข้อบกพร่อง [8] นำคะแนนแต่ละปัจจัยมาคำนวณค่า RPN พิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียเป็นแผนภาพพาเรโต พบปัจจัยนำเข้าสำคัญ 5 ปัจจัย ได้แก่ ระยะการส่งชิ้นงานด้วยบาร์ฟีดไกล,ขาดการตรวจสอบสภาพ Soft Jaw,พนักงานไม่ทำตามขั้นตอน,ระบบไฮดรอลิกร้อน,เซอร์โวเสื่อมสภาพ



ภาพที่ 6 พาเรโตแสดงคะแนนความเสี่ยง

3. ผลการวิจัย (Results)

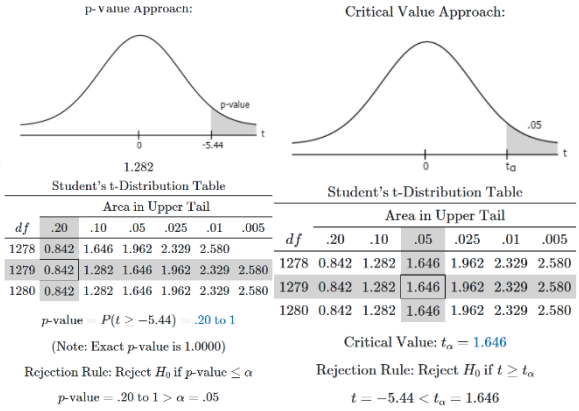
3.1 การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve Phase) ทดสอบความมีนัยสำคัญของปัจจัยนำเข้าจากขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาทั้ง 5 ปัจจัย ทำการทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบ 2^k ที่มีการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง รวม 64 การทดลอง จากตารางที่ 3 กำหนดปัจจัยนำเข้าที่สำคัญในแต่ละระดับของการทดลองตามข้อกำหนดและมาตรฐานการผลิตที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยกำหนดระดับของแต่ละปัจจัยเป็น 2 ระดับ คือ ระดับต่ำ (-1) และระดับสูง (1)

ตารางที่ 3 ระดับของปัจจัยนำเข้าสำหรับการทดลอง

สัญลักษณ์	ปัจจัยนำเข้า	ชนิดปัจจัย	ระดับต่ำ (-1)	ระดับสูง (1)	หน่วย
A	ระยะทางการส่งชิ้นงานด้วย	ปัจจัยคุณลักษณะ	ใช้ระบบเดิม	ติดตั้งอุปกรณ์บังคับแนวแบบ	-
B	ขาดการตรวจสอบสภาพ Soft Jaw	ปัจจัยคุณลักษณะ	ไม่สม่ำเสมอ	สม่ำเสมอ	-
C	พนักงานขาดวินัยไม่ปฏิบัติตาม	ปัจจัยคุณลักษณะ	ไม่สม่ำเสมอ	สม่ำเสมอ	-
D	ระบบระบายความร้อนไฮดรอลิกไม่	ปัจจัยผันแปร	> 50	≤ 50	องศาเซลเซียส
E	เซอร์โวอุปกรณ์ทำงานผิดพลาด	ปัจจัยผันแปร	> 50	≤ 50	องศาเซลเซียส

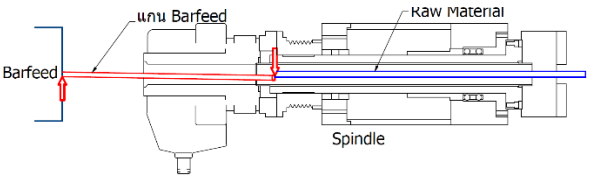
กำหนดสมมติฐาน โดยให้ μ เป็นขนาดความยาวเฉลี่ยของชิ้นงาน คือ $H_0 : \mu \leq 21.95$ $H_1 : \mu > 21.95$

จากภาพที่ 7 นำผลการทดลองมาทดสอบสมมติฐาน ผลการทดสอบสมมติฐานยอมรับ H_0 สัดส่วนของเสีย (P-value) เท่ากับ 0.2 มากกว่าระดับนัยสำคัญ (α) ซึ่งกำหนดที่ 0.05 หรือ ค่า T-test เท่ากับ -5.44 น้อยกว่าขอบเขตวิกฤติ ($T\alpha$) ซึ่งเท่ากับ 1.646 อธิบายได้ว่า ชิ้นงานที่กลึงขึ้นรูปที่สถานีงานที่ 1 มีความยาวเฉลี่ยน้อยกว่า 21.95 มิลลิเมตร ส่งผลให้ตัวชิ้นงานเปลี่ยนสภาพเป็นของเสีย



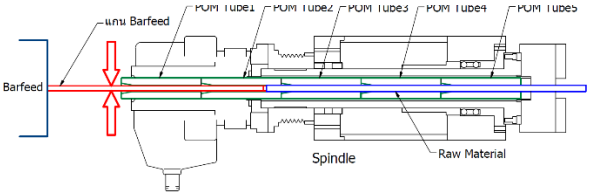
ภาพที่ 7 ทดสอบสมมติฐาน ระยะปรับปรุงกระบวนการ

จากภาพที่ 8 วิเคราะห์ผลการทดลอง พบปัจจัยนำเข้าที่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อความยาวก๊ิปจับลวด T14 เกิดจากปัจจัย A1 หรือ ระยะการส่งชิ้นงานด้วยบาร์ฟีดไกลเกิน ทำให้ปลายแกนดันวัสดุตก



ภาพที่ 8 ระยะส่งวัสดุก่อนปรับปรุง

จากภาพที่ 9 แก้ไขสาเหตุโดยการสร้างอุปกรณ์ควบคุมพื้นที่การส่งกำลัง (pom tube) เพื่อป้องกันแกนบาร์ฟีดดันวัสดุไปไม่ถึง stopper ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย วัสดุที่ใช้คือพลาสติกวิศวกรรมเกรด Polyacetal ที่มีน้ำหนักเบา ความหนาแน่นอยู่ที่ 1.39 g/cm^3 ทนต่ออุณหภูมิได้ถึง 100 องศาเซลเซียส มีความแข็งและความยืดหยุ่นเพียงพอ

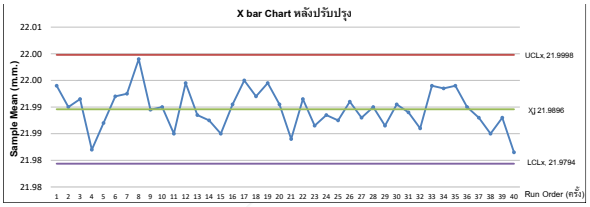


ภาพที่ 9 ระยะส่งชิ้นงานหลังปรับปรุง

3.2 ควบคุมกระบวนการหลังการปรับปรุง (Control Phase) เป็นขั้นตอนการนำปัจจัยที่เหมาะสม คือการนำอุปกรณ์ควบคุมพื้นที่ส่งกำลังแกนบาร์ฟีดมาทำการทดสอบเพื่อยืนยันผล จึงกำหนดขนาดตัวอย่าง [9] จากสมการที่ (1) ได้ 400 กลุ่มตัวอย่าง และทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง

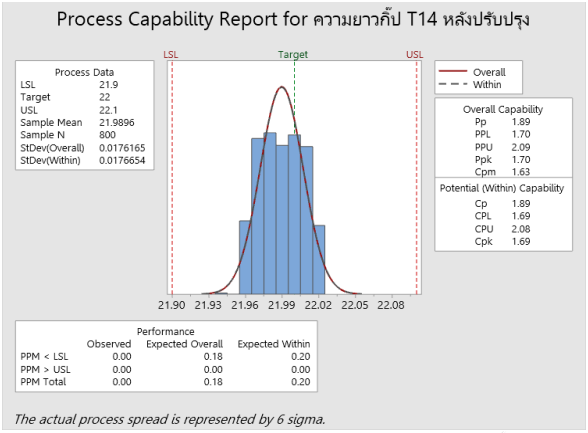
$$n = \frac{p\,(1-p)\,z^2}{e^2} \qquad (1)$$

จากภาพที่ 10 วิเคราะห์ผลการทดสอบพบแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยความยาวชิ้นงาน มีความคงที่ คือ ไม่เกินขีดจำกัดบน 21.99 มิลลิเมตร และไม่ต่ำกว่าขีดจำกัดล่าง 21.97 มิลลิเมตร ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขในการผลิตให้มีขนาดความยาวตรงตามแบบสั่งงาน



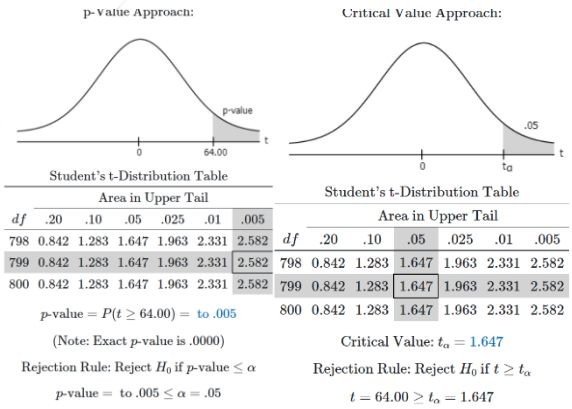
ภาพที่ 10 แผนภูมิค่าเฉลี่ยความยาวกิ๊ปจับลวดแบบ

จากภาพที่ 11 ผลวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการหลังปรับปรุง หรือ C_{pk} เท่ากับ 1.69 ซึ่งผ่านเกณฑ์กำหนด [8] ที่ดัชนีชี้วัดที่ต้องไม่ต่ำกว่า 1.33 แสดงถึงความสามารถกระบวนการมีสูง กระบวนการมีเสถียรภาพ และโอกาสออกนอกค่าที่กำหนดน้อย



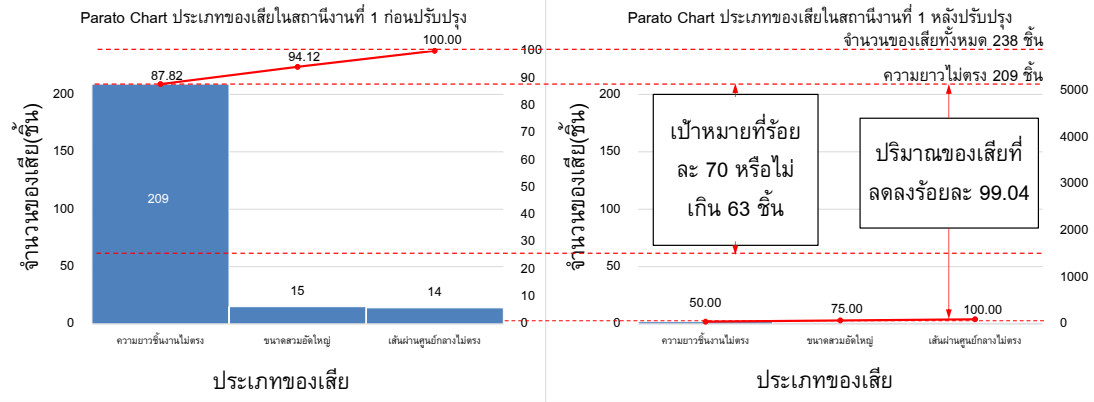
ภาพที่ 11 วิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ

จากภาพที่ 12 ผลทดสอบสมติฐานระยะยืนยันผล ยอมรับ H_1 สัดส่วนของเสียเท่ากับ 0.005 น้อยกว่า ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 หรือค่า T-test เท่ากับ 64.00 มากกว่าขอบเขตวิกฤติที่เท่ากับ 1.647 อธิบายได้ว่า ชิ้นงานผลิตที่สถานีงานที่ 1 มีความยาวเฉลี่ยมากกว่า 21.95 มิลลิเมตร สามารถควบคุมกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามข้อกำหนดของแบบสั่งผลิต

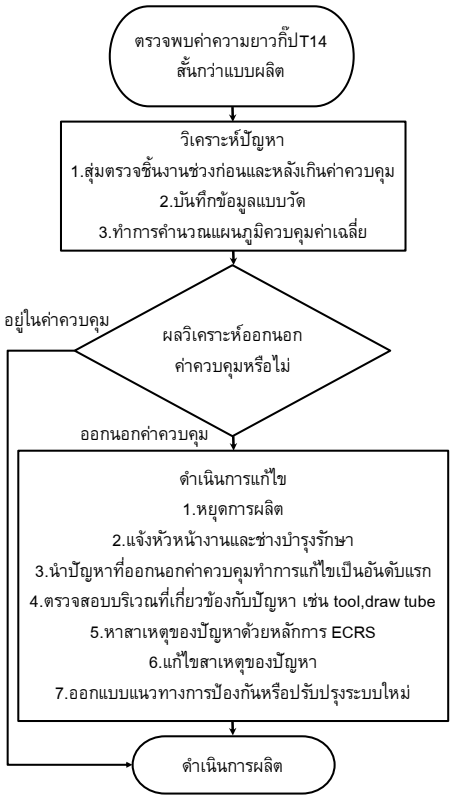


ภาพที่ 12 ทดสอบสมมติฐาน ระยะทดสอบยืนยันผล

จากภาพที่ 13 จากเป้าหมายลดของเสียในกระบวนการผลิตกิ๊ปจับลวด T14 ที่สถานีงานที่ 1 ให้มีปริมาณของเสียลดลงไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 แสดงเป็นแผนภูมิพาเรโตก่อนปรับปรุงซึ่งมีของเสียรวม 238 ชิ้น เป็นของเสียประเภทความยาวสั้นกว่าแบบสั่งงาน 209 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 87.82 หลังปรับปรุงมีของเสียรวม 4 ชิ้น เป็นของเสียประเภทความยาวสั้นกว่าแบบสั่งงาน 2 ชิ้น โดยปริมาณของเสียลดลงร้อยละ 98.09 มากกว่าที่เป้าหมายกำหนดคือไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 หรือไม่เกิน 63 ชิ้น



ภาพที่ 13 แผนภูมิพาเรโตก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง



ภาพที่ 14 แผนแก้ไขเมื่อกระบวนการออกนอกค่าควบคุม

จากภาพที่ 14 ในขั้นตอนควบคุมกระบวนการนี้หมายถึงการควบคุมปริมาณของเสียให้อยู่ในระดับน้อยต่อไป โดยจัดทำแผนควบคุมเพื่อให้ควบคุมปริมาณของเสียได้

จากตารางที่ 4 ปริมาณของเสียก่อนปรับปรุง เดือนพฤษภาคม 2564 ถึง เดือนสิงหาคม 2564 เท่ากับ 13,791.74 DPPM และสัดส่วนของเสียหลังปรับปรุง เดือนมกราคม 2565 ถึง มีนาคม 2565 เท่ากับ 353.86 DPPM สามารถลดของเสียจาก 1.38 เหลือเพียงร้อยละ 0.04 คิดเป็นสัดส่วนของเสียที่ลดลงมีค่าเท่ากับร้อยละ 97.43 มูลค่าความสูญเสียก่อนปรับปรุงเท่ากับ 259,378.5 บาทต่อการผลิต 1 ล้านชิ้น และมูลค่าความสูญเสียหลังปรับปรุงเท่ากับ 6,654.97 บาทต่อการผลิต 1 ล้านชิ้น ทำให้มูลค่าความสูญเสียลดลง 252,723.53 บาทต่อการผลิต 1 ล้านชิ้น

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบสัดส่วนของเสีย

ระยะ	เดือน	ปี	จำนวนการผลิต	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย	DPPM
ก่อนปรับปรุง	พฤษภาคม	2564	3660	29	0.79	7923.50
	มิถุนายน	2564	3820	67	1.75	17539.27
	กรกฎาคม	2564	4056	64	1.58	15779.09
	สิงหาคม	2564	3618	49	1.35	13543.39
	รวม		15154	209	1.38	13791.74
ทดสอบสมติ	พฤศจิกายน	2564	1280	58	4.53	45312.50
ทดสอบ	ธันวาคม	2564	800	1	0.13	1250.00
หลังปรับปรุง	มกราคม	2565	3595	2	0.06	556.33
	กุมภาพันธ์	2565	3621	1	0.03	276.17
	มีนาคม	2565	4088	1	0.02	244.62
	รวม		11304	4	0.04	353.86

4. การอภิปราย (Discussion)

จากวัตถุประสงค์ที่ทำการศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในกระบวนการผลิตกิ๊ปจับลวด T14 เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการกลึงชิ้นงานที่สถานีงานที่ 1 จากสมมติฐาน $H_1 : \mu > 21.95$ คือ ความยาวเฉลี่ยของชิ้นงานที่อยู่ในเกณฑ์กำหนดตามแบบสั่งงาน

ผลการทดสอบสมติฐานพบว่า หลังปรับปรุงสามารถควบคุมขนาดความยาวชิ้นงานให้เป็นไปตามแบบสั่งงานอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ผลการดำเนินงานพบปัจจัยหลักที่เหมาะสมจากการทดลองเชิงแฟคทอเรียล 2^k คือ การใช้อุปกรณ์บังคับแนววัสดุไม่ให้ปลายวัสดุตก สามารถลดของเสียได้ โดยผลการทดสอบสมมติฐาน ยอมรับ H_1 สัดส่วนของเสีย

เท่ากับ 0.005 น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 อธิบายได้ว่าชิ้นงานที่กลึงขึ้นรูปที่สถานีงานที่ 1 มีความยาวเฉลี่ยมากกว่า 21.95 มิลลิเมตร สามารถควบคุมคุณภาพให้เป็นไปตามข้อกำหนด และลดของเสียได้ถึงร้อยละ 97.43 ซึ่งผลการดำเนินงานสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ [1] ที่ศึกษาพบว่าการทดลองเชิงแฟคทอเรียล 2^k ที่มีการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง สามารถสรุปผลที่เป็นปัจจัยหลักได้ 3 ปัจจัย ที่มีอิทธิพลต่อการเกิดของเสียในกระบวนการอย่างมีนัยสำคัญ โดยสัดส่วนของเสียทั้ง 3 ปัจจัย น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 นำไปสู่การกำหนดระดับหรือพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยที่สามารถลดของเสียจากเดิมถึงร้อยละ 69

ผลดำเนินงานค่า DPPM หรือของเสียในกลุ่มประชากรหนึ่งล้านชิ้น หลังปรับปรุงเท่ากับ 353.86 คิดเป็นสัดส่วนของเสียที่ลดลงมีค่าเท่ากับร้อยละ 97.43 ผลการดำเนินโครงงานสอดคล้องกับผลการวิจัยของ [2] ที่แสดงผลการศึกษาถึงปริมาณของเสียมีหน่วยเป็น DPPM หลังการปรับปรุงด้วยหลักการ ซิกซ์ ซิกมา พบสัดส่วนของเสียลดลงอย่างมีนัยสำคัญเท่ากับ 34,610 DPPM เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนของเสียก่อนปรับปรุง สามารถลดของเสียได้ถึงร้อยละ 77

ผลวิเคราะห์ระบบการวัดแบบข้อมูลวัดจากโครงงานนนี้ เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนยินยอมเท่ากับร้อยละ 6.01 คือ ระบบการวัดสามารถแยกแยะผลิตภัณฑ์ ดี เสีย ได้ดี และเกณฑ์ความสามารถในการควบคุมเท่ากับร้อยละ 12.99 คือ ระบบการวัดสามารถตรวจจับความผันแปรในกระบวนการได้ สรุปได้ว่าความสามารถของกระบวนการวัดมีความแม่นยำและอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ ซึ่งผลการดำเนินงานสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ [6] ที่ศึกษาพบว่าผลวิเคราะห์ระบบการวัดแบบข้อมูลวัด ค่า Study Variance อยู่ที่ร้อยละ 11.69 และค่า Tolerance อยู่ที่ร้อยละ 23.74 ความสามารถการวัดมีความผันแปรอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้

5. สรุปผล (Conclusion)

จากวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณของเสียซึ่งมีเป้าหมาย คือ ลดการเกิดของเสียประเภทความยาวสั้นกว่าแบบสั่งงานไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 โดยการประยุกต์ใช้ ซิกซ์ ซิกมา มีผลลัพธ์ดังนี้ C_{pk} ก่อนปรับปรุงอยู่ที่ 0.17 C_{pk} หลังปรับปรุงอยู่ที่ 1.69 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สัดส่วนของเสียก่อนปรับปรุงเดือนพฤษภาคม 2564 - เดือนสิงหาคม 2564 เท่ากับ 13,791.74 DPPM และสัดส่วนของเสียหลังปรับปรุงเดือนมกราคม 2565 - มีนาคม 2565 เท่ากับ 353.86 DPPM สามารถลดของเสียเหลือเพียงร้อยละ 0.04 คิดเป็นสัดส่วนของเสียที่ลดลงมีเท่ากับร้อยละ 97.43 ลดมูลค่าความสูญเสียลงได้ 252,723.53 บาทต่อการผลิต 1 ล้านชิ้น และสถานีงานที่ 1 จากเดิมสามารถใช้วัสดุที่มีขนาดอยู่ที่ 30-46 มิลลิเมตร หลังปรับปรุงสามารถใช้วัสดุขนาด 10-46 มิลลิเมตรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความช่วยเหลือและสนับสนุนจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งเป็นผู้ผลักดัน ชี้แนะ ถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ ที่มีความสำคัญตลอดระยะเวลาที่ได้รับการศึกษา ที่เป็นความรู้รากฐานในการดำเนินโครงงาน ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต คณาจารย์ที่ถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ ที่มีความสำคัญยิ่งต่อการทำโครงงาน และขอบคุณโรงงานกรณีศึกษาที่ให้โอกาสในการทำโครงงาน รวมทั้งการให้การสนับสนุนในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสถานที่ของกระบวนการผลิตกิ๊ปจับลวด และขอบคุณคณะทำงานที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดการทำโครงงานวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] ทิชา แสนสม, 2551. การลดของเสียที่เป็นเม็ดฝุ่นในกระบวนการพ่นสีกันชนหน้าพลาสติกของรถยนต์ โดยใช้แนวทาง ซิกซ์ ซิกมา. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[2] วรรณศิกา ศิริมงคล, 2562. การลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปกระเบื้องดินเผาปูพื้นโดยใช้แนวทาง ซิกซ์ ซิกมา. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[3] Park, S. H., 2003. Six Sigma for quality and productivity promotion: Asian Productivity Organization Tokyo.

[4] กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2553. การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA) สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[5] Measurement Systems Analysis, 2010. MSA Reference Manual Fourth Edition.

[6] พิทักษ์ นามกร, 2558. การควบคุมคุณภาพในกระบวนผลิตชิ้นส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้หลักการซิกซ์ ซิกมา. ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต ภาควิชาการจัดการวิศวกรรมธุรกิจคณะบริหารธุรกิจมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[7] ยศวิน ศรีศักดิ์สรชาติ, 2557. การลดของเสียประเภทจุดสีในกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติก. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[8] วรัญญา สนเผือก, 2555. การปรับปรุงความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์ซีเมนต์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[9] มารยาท โยทองยศ, ผศ.ปราณี สวัสดิสรรพ์, 2551. การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย. ศูนย์บริการวิชาการสถาบันส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา.