

การลดของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อน

Waste Reduction in the Production Process of Thermal Conductive Silicone Sheets

เอกพล ทับพร¹, จิรศักดิ์ ส่งบุญแก้ว¹, จามรวุฒิ ดำนานจิตร์¹, วรารณ สุ่มมาตย์², ปิยดา โพธิ์ศรี^{3*}
Ekkapol Tubpond¹, Jirasak Songbunkaew¹, Chamonwut Tamnanchit¹,
Waraporn Summart², Piyada Phosri^{3*}

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี, ²สำนักศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยธนบุรี

³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

¹Faculty of Engineering, Thonburi University, ²General Education Affair, Thonburi University

³Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University

*Corresponding author E-mail: piyada.p@lawasri.tru.ac.th

(Received: February 3, 2025; Revised: June 16, 2025; Accepted: June 19, 2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการลดปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อนสำหรับงานอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเกิดจากปัญหาความชื้นของชิ้นงาน ซึ่งส่งผลให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก และยังมีผลกระทบต่อบริษัทด้านต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น การดำเนินงานเริ่มจากศึกษาแผนภูมิควบคุมการผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อน จากนั้นวิเคราะห์สภาพของปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิตด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7QC Tools พบว่าการเกิดของเสียส่วนมากเกิดจากควบคุมเครื่องจักร โดยเมื่อความเร็วหัวสกรูเปลี่ยน การควบคุมความกว้างของงานจึงไม่เสถียร ดังนั้นจึงแก้ไขปัญหาด้วยการติดตั้งเซนเซอร์กล้องดิจิทัลสำหรับตรวจจับขนาดชิ้นงาน และส่งสัญญาณเข้าสู่ส่วนกลางระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการสั่งให้เครื่องอัตโนมัติทำงาน ในการปรับขนาดชิ้นงานตามขนาดที่กำหนดด้วยระบบอัตโนมัติ ผลการทดลองพบว่าปริมาณของเสียลดลงจาก 2,800 กิโลกรัมต่อเดือน เหลือ 1,437.70 กิโลกรัมต่อเดือน คิดเป็นมูลค่าของเสียลดลงจาก 280,000 บาทต่อเดือน เหลือ 143,769.60 บาทต่อเดือน ลดลงร้อยละ 51.35

คำสำคัญ: ลดของเสีย แผ่นซิลิโคนระบายความร้อน เซนเซอร์กล้อง

Abstract

This research aimed to reduce waste in the production process of thermal conductive silicone sheets used in electronic applications, which is caused by the problem of moisture in the workpiece, resulting in a large amount of waste in the production process and also affects the company in terms of higher production costs. The study began by examining the control charts of the silicone sheets production process. Then, the problem conditions that occurred in the production line were analyzed using the 7QC Tools. The result indicated that most of the waste was due to unstable machine control. Specifically, changes in screw head speed caused inconsistent sheet width. To resolved this issue, a digital camera sensor was installed to detect the sheet size and send signals to a central computer system. This system then automatically instructed the extrusion machine to adjust the sheet dimensions in real-time. The result showed that waste was reduced from 2,800 kilograms per month to 1,437.70 kilograms per month. In terms of cost, waste value decreased from 280,000 THB to 143,769.60 THB per month, a reduction of 51.35 percent.

Keywords: Waste reduction, Silicone Thermal Pad, Camera Sensor

ปัจจุบันหลาย ๆ อุตสาหกรรมในประเทศไทย กำลังมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มีการประยุกต์ใช้ระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มศักยภาพในโรงงานและช่วยในการลดต้นทุนการผลิต [1] ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รายใหญ่ของโลก โดยนับเป็นสัดส่วนร้อยละ 30 ของตลาดโลก ด้วยความสามารถทางการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ไทยเป็นที่ยอมรับและอยู่ในระดับแนวหน้าของโลกมีผลให้การแข่งขันในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับสูงและมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย [2]

จีนเป็นผู้นำระดับโลกในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มายาวนาน โดยมีฐานการผลิตที่มั่นคงบวกกับแหล่งแรงงานที่มีทักษะจำนวนมาก บริษัทข้ามชาติหลายแห่งได้ตั้งโรงงานผลิตในประเทศจีน เนื่องจากความได้เปรียบด้านต้นทุนและโครงสร้างพื้นฐาน [3] ประเทศไทยได้ส่งเสริมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อย่างแข็งขันในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมารัฐบาลไทยได้ริเริ่มโครงการต่าง ๆ เพื่อดึงดูดการลงทุนจากต่างประเทศ และส่งเสริมการผลิตในประเทศ ทั้งนี้ประเทศไทยยังได้พัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษและขยายฐานนิคมอุตสาหกรรม สำหรับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะ ในขณะที่จีนยังคงครองตำแหน่งที่โดดเด่นในด้านกำลังการผลิตและเทคโนโลยี แต่ประเทศไทยมีข้อได้เปรียบ เช่น ที่ตั้งทางยุทธศาสตร์ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แรงงานที่มีทักษะ และตลาดในประเทศที่กำลังเติบโต ความใกล้ชิดของไทยกับตลาดหลักอื่น ๆ ในภูมิภาคยังเปิดโอกาสให้มีการส่งออก [4] อย่างไรก็ตามการแข่งขันของตลาดโลกมีการแข่งขันที่สูงมาก เห็นได้จากปัจจุบัน

โดยเฉพาะประเทศจีน มีการปรับตัวที่รวดเร็วและเป็นผู้นำทางด้านการประยุกต์ใช้ระบบอัตโนมัติ (Automation system) ทำให้ต้นทุนการผลิตในประเทศจีนมีต้นทุนต่ำ ทำกำไรในการตลาดเป็นลำดับต้น ๆ ของโลก ซึ่งมีผลต่อความมั่นคงของฐานการผลิตในไทย การแข่งขันทางอิเล็กทรอนิกส์ระหว่างจีนกับไทยมีความซับซ้อนและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามประเทศไทยมุ่งเน้นไปที่การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานและสภาพแวดล้อมทางธุรกิจเพื่อดึงดูดบริษัทต่างชาติ รวมถึงบริษัทที่อยู่ในภาคส่วนอิเล็กทรอนิกส์และนวัตกรรมทางเทคโนโลยี [5]

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีดิจิทัลทำให้เกิดการแข่งขันในทุกอุตสาหกรรม ส่งผลให้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม (Smart Factory) กลายเป็นสิ่งที่ทุกโรงงานขาดไม่ได้ โดยเฉพาะในประเทศไทยที่กำลังจะเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระบบดิจิทัลของโรงงานในระดับสากล ส่งผลให้มีการแข่งขันทางการผลิตที่สูงขึ้นทั่วโลก ทั้งปริมาณ ความเร็ว และคุณภาพในการผลิต ซึ่งการใช้บุคลากรและเครื่องจักรอย่างเหมาะสม สามารถลดความสูญเสียได้ [6]

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาในส่วนของกรณีศึกษาการลดปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตแผ่นซิลิคอนที่ทำหน้าที่ในการระบายความร้อนให้กับอุปกรณ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีปัญหาในเรื่องของขนาดชิ้นงานที่สร้างขึ้นมีค่าความกว้างเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ การแก้ปัญหาทำได้ด้วยการนำเครื่องมือควบคุมคุณภาพและวิเคราะห์ปัญหา ได้แก่ แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) แผนผังแสดงเหตุและผล (Why-Why Analysis) เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ (7 QC Tools) และวงจรบริหารงานคุณภาพ (PDCA) เข้ามาประยุกต์ในการแก้ปัญหา รวมถึงการนำเทคโนโลยีอย่าง Camera Sensor รุ่น CV-X ซีรี่ส์ เข้ามาช่วยควบคุมขนาดและภาพร่างของชิ้นงาน ทำให้มีความแม่นยำมากขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณของเสีย ลดต้นทุนการผลิตของเสีย และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในกระบวนการผลิต

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. แผ่นซิลิโคนระบายความร้อน (Thermal Pad)

แผ่นซิลิโคนระบายความร้อน (Thermal Pad) เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการระบายความร้อนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่ประสานกับสารตัวเติม โดยสารตัวเติมที่เลือกใช้จะเป็นเขม่าดำ (Carbon Black) ซึ่งทำหน้าที่ลดอุณหภูมิขณะทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยการเพิ่มพื้นที่สัมผัสอากาศ ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนด้วยวิธีพาความร้อน จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไปสู่อากาศโดยรอบ ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างแผ่นซิลิโคนระบายความร้อนที่ใช้ในการระบายความร้อนออกจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างรวดเร็วมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแผ่นซิลิโคนระบายความร้อน

(ที่มา: <https://golink.icu/kZX5hTR>)

ลูกค้าต้องการให้บริษัทรับจ้างผลิตชิ้นส่วนเสริมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อน ให้มีความหนา 0.8 มิลลิเมตร หลังผ่านการอัดรีดแล้วให้ตัดขนาด 500 x 500 มิลลิเมตร มีน้ำหนักรวม 240 กรัม/ชิ้น ทางวิศวกรของบริษัทจึงได้ทำการทดลองผลิตแผ่นแผ่นซิลิโคนระบายความร้อน โดยตั้งเป้าหมายผลิตเดือนละ 55,000 แผ่น ซึ่งจะบรรจุแพคได้ 1,100 แพค/เดือน แต่หลังจากทดลองผลิตแล้ว พบว่าชิ้นงานไม่ได้ขนาดตามที่ลูกค้าต้องการ ส่งผลให้เกิดมูลค่าของเสียจากกระบวนการผลิตประมาณ 2,800 กิโลกรัม/เดือน

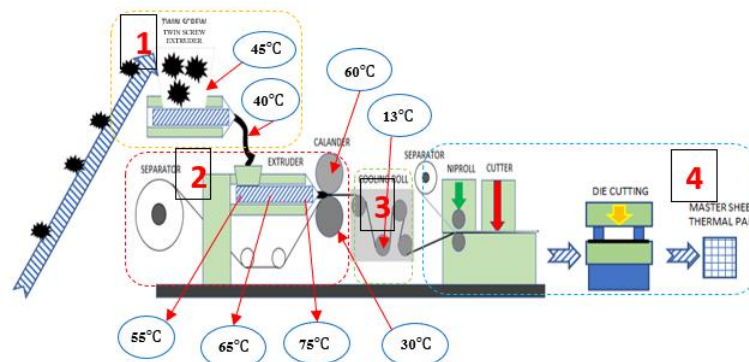
ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้วางแผนดำเนินการด้วยวิธีการนำเครื่องมือควบคุมคุณภาพและวิเคราะห์ปัญหา ได้แก่ แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) แผนผังแสดงเหตุและผล (Why-Why Analysis) เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ (7 QC Tools) และวงจรบริหารงานคุณภาพ (PDCA) เข้ามาประยุกต์ใช้ รวมถึงการนำเทคโนโลยีอย่าง Camera Sensor รุ่น CV - X ซีรีส์ เข้ามาช่วยควบคุมขนาดและภาพร่างของชิ้นงาน ให้มีความแม่นยำมากขึ้น โดยมีเป้าหมายเพื่อลดปริมาณของเสีย ลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในกระบวนการผลิตให้ได้มากที่สุด

2. กระบวนการผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อน

กรณีศึกษาบริษัทแห่งหนึ่ง รับจ้างผลิตชิ้นส่วนเสริมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ได้เปิดสายการผลิตใหม่เพื่อผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อนมีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมมีหน้าที่เชื่อมประสานฝั่งซีพียูที่ติดกับระบบระบายความร้อน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบระบายความร้อน ยิ่งแผ่นซิลิโคนระบายความร้อนมีประสิทธิภาพมาก ก็ยิ่งทำให้ซีพียูหรือการดจ่อที่นำแผ่นซิลิโคนไปติดตั้ง มีอุณหภูมิลดลง

บริษัทกำหนดให้แผ่นซิลิโคนระบายความร้อน มีความหนา 0.8 มิลลิเมตร หลังผ่านการอัดรีด ให้ตัดขนาด 500 × 500 มิลลิเมตร และมีน้ำหนักรวม 240 กรัมต่อแผ่น วิศวกรและฝ่ายผลิตได้ทดลองผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อน โดยมีกระบวนการผลิต 4 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการผสม กระบวนการอัดรีด กระบวนการตัดชิ้นงานให้มีภาพร่างตามที่กำหนด และกระบวนการบรรจุ และจัดส่ง ซึ่งกระบวนการอัดรีดจะใช้เครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว (Single Screw Extruder) ขนาด 75 ลิตร สามารถผลิตได้ 55,000 แผ่นต่อเดือน

ขั้นตอนการผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อนที่เป็นผลิตภัณฑ์ของการวิจัยนี้ จะผ่านเครื่องบดผสมระบบปิด (Internal Mixer) เพื่อผสมเรซินสูตรพิเศษ แล้วส่งต่อไปกระบวนการอัดรีดที่เกี่ยวข้องกับการบังคับวัสดุผ่านแม่พิมพ์ เพื่อสร้างภาพทรงตามที่กำหนด จากนั้นวัสดุจะถูกให้ความร้อน แล้วผลักผ่านแม่พิมพ์ ซึ่งเป็นตัวกำหนดภาพร่างสุดท้ายของการอัดขึ้นภาพ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กระบวนการผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อน

จากกระบวนการทดลองผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อนที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ผลปรากฏว่างานที่ผลิตออกมา มีขนาดความกว้างเกินค่าที่กำหนด ซึ่งบริษัทกำหนดความกว้างไว้ที่ 500 มิลลิเมตร แต่งานที่ผลิตออกมามีขนาดประมาณ 550 มิลลิเมตร นั้นหมายความว่าชิ้นงานมีความกว้างเกินจากค่าที่กำหนด 50 มิลลิเมตร ส่งผลให้มีการสูญเสียวัตถุดิบในกระบวนการผลิตประมาณ 2,800 กิโลกรัมต่อเดือน และทำให้สูญเสียต้นทุนการผลิตเป็นจำนวนเงิน 280,000 บาท ต่อเดือน

3. สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อนทั้ง 16 ขั้นตอนข้างต้น คณะผู้วิจัยได้นำมาแสดงโดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) เพื่อให้สะดวกต่อการวิเคราะห์กระบวนการและความต่อเนื่องของสายการผลิต แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนภูมิกระบวนการไหล

แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อน (Thermal Pad)								
กิจกรรม : การผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อน (Thermal Pad)			วันที่ทำการศึกษา : ก.ค. 66 - ก.ย. 66					
			การทำงาน	ปัจจุบัน	ปรับปรุง	ลดลง		
คน	วัสดุ	เครื่องจักร	Operation ○	12				
หมายเลขแผนภูมิ แผ่นที่ : 1			Transport ⇨	1				
วิธีทำ ปัจจุบัน ก่อนปรับปรุง			Delay D	0				
สถานที่ : บริษัท			Inspection □	2				
			Storage ▽	1				
คนงาน : 3 คน			ระยะทาง (เมตร)	39				
			เวลา (นาที)	47.5				
ผู้บันทึก :			คนงาน	3	3	-		
ผู้ตรวจ : ผู้จัดการฝ่ายสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย			รวม	3	3	-		
ขั้นตอนการทำงาน	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
			○	⇨	D	□	▽	
1. ตรวจสอบเครื่องจักร		2.00						
2. เปิดเครื่องอัดรีด	-	0.16						
3. เตรียมวัตถุดิบ	5	3.00						
4. ป้อนวัตถุดิบเข้าสู่เครื่องอัดรีดโดยใช้ X - Lift	3	1.00						
5. SET UP M/C		2.00						
6. ทำการปรับระยะความคมความกว้างของงาน Manual		3.00						
7. ทำการปรับความเร็วในการ Extruder แบบ Manual		2.53						
8. เริ่มกระบวนการอัดรีดแบบ Manual		30.00						
9. งานออกจากกระบวนการอัดรีด		0.30						
10. ผ่านกระบวนการ Cooling Roll	2	0.20						
11. ผ่านกระบวนการตัดเป็นแผ่น Master Sheet	1	0.15						
12. ย้ายแผ่น Thermal pad ไปที่เครื่อง Die Cutting	5	0.50						
13. ทำการตัดชิ้นภาพเป็นชิ้นด้วย แม่พิมพ์		0.45						
14. แกะแผ่น Thermal pad ออก		0.06						
15. ตรวจสอบ Thermal pad		0.15						
16. นำแผ่น Thermal pad ไปเก็บในคลังสินค้า	23	2.00						
รวม	35	47.5	12	1	0	2	1	

แผนภูมิกระบวนการไหลของการผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อนก่อนปรับปรุงดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าขั้นตอนการผลิตมีทั้งหมด 16 ขั้นตอน ใช้เวลาในการผลิตรวมเท่ากับ 47.5 นาทีต่อรอบการทำงาน ระยะทางรวมที่ใช้ในการปฏิบัติงานเท่ากับ 35 เมตร จากขั้นตอนดังกล่าวการเกิดของเสียนั้นส่วนมากแล้วเกิดจากการควบคุมเครื่องจักร ซึ่งทำได้โดยการควบคุมหัวสกรู เมื่อความเร็วหัวสกรูเปลี่ยน ทำให้มีผลต่อการควบคุมความกว้างของงานที่มีความไม่เสถียร (กว้างเกินไป - แคบเกินไป) และยังมีในส่วนของโรเลอร์ด้านหน้า

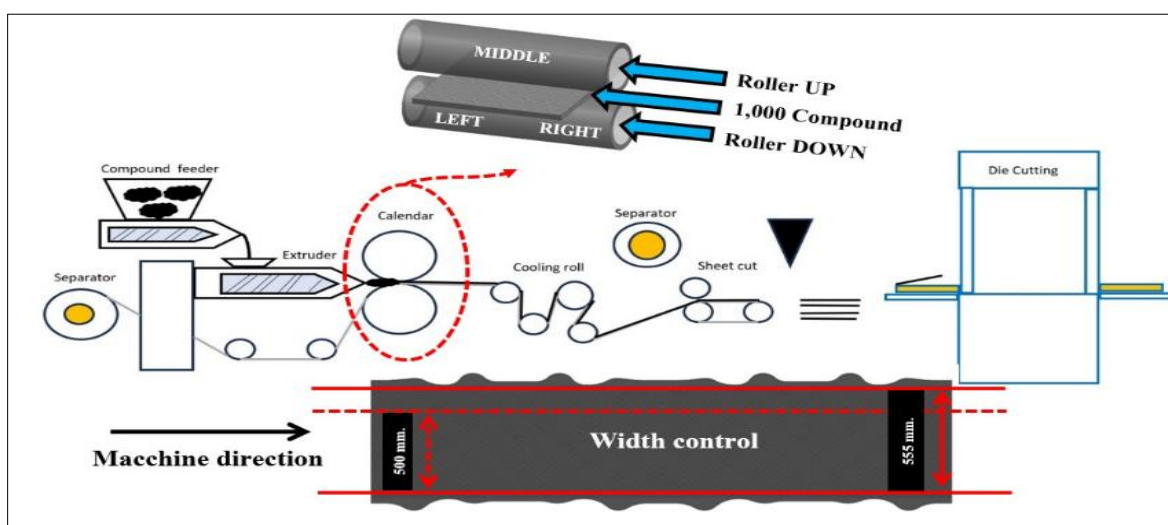
หัวสกรู ที่มีผลต่อการวัดขนาดความหนา (สูง - ต่ำ) ของงาน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการ งานวิจัยนี้ได้มีการศึกษาค้นคว้าแนวทางการพัฒนาสายการผลิต เพื่อลดปัญหาการเกิดของเสียและการสูญเสียเวลาในกระบวนการผลิต ซึ่งการวิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น จะทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตต่อไป



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการใช้ Fiber Optical Sensor อ้างอิงระยะควบคุมความกว้าง

4. การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากการศึกษาทดลอง ผู้วิจัยได้ตรวจสอบการทดลองผลิตพบว่างานที่ผลิตออกมามีขนาดความกว้างมากกว่าค่าที่ตั้งไว้ (ค่าควบคุม) ซึ่งกำหนดให้มีความหนา 0.8 มิลลิเมตร และหลังผ่านกระบวนการอัดรีดแล้ว ชิ้นงานที่ออกมาต้องมีขนาดความกว้าง x ยาว เท่ากับ 500 x 500 มิลลิเมตร แต่หลังการตรวจสอบชิ้นงานที่ผลิตพบว่ามีขนาดกว้างเกินค่าควบคุม ซึ่งส่งผลให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก สาเหตุเกิดจากการควบคุมเครื่องจักรที่ไม่เสถียรของพนักงานที่ใช้การควบคุมมือเป็นหลักและไม่มีความเข้าใจในการปฏิบัติอย่างเพียงพอ รวมถึงอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้ในการควบคุมระยะความกว้างของงานไม่มีความเสถียรและไม่มีความแม่นยำ จากสาเหตุดังกล่าวจึงเป็นที่มาทำให้ผู้วิจัยนำเทคโนโลยีมาช่วยควบคุมเพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติงาน ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการใช้ Fiber Optical Sensor อ้างอิงระยะควบคุมความกว้าง

จากปัญหาที่เกิดขึ้นข้างต้น ผู้วิจัยได้จัดทำแผนผังแสดงเหตุและผล Why Why Analysis เพื่อทำการวิเคราะห์และแก้ไข เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพมาตรฐานตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และคุ้มค่าต่อการลงทุน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แผนผังแสดงเหตุและผล Why-Why Analysis

Problem	Why	Why	Why	Why	Why	Action
ของเสียที่เกิดขึ้นจากความกว้างของชิ้นงานมากเกินไป	เครื่องจักรไม่มีประสิทธิภาพ	1. เซนเซอร์ที่ใช้ในการควบคุมระยะความกว้างของงานไม่มีความเสถียร	เซนเซอร์ไฟเบอร์ออปติกมีความแม่นยำต่ำ	ค่าความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์ (± 20 มิลลิเมตร)		เพิ่มเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการควบคุมเพื่อให้กระบวนการผลิต มีประสิทธิภาพมากขึ้น 1. หาเซนเซอร์ที่แม่นยำมากขึ้น 2. หาเซนเซอร์ ที่ติดตั้งหาง ๆ ได้ 3. ใช้ระบบอัตโนมัติ 4. หา PLC ที่สามารถตอบสนองเร็ว
		2. เซ็นเซอร์หยุดตอบสนอง ในระหว่างการทำงาน	มีคอมพาวไปเบื่อนที่เซ็นเซอร์	ติดตั้งใกล้กับหน้าผิวชิ้นงานเกินไป	เพราะข้อจำกัดระยะของ optical sensor	
		3. คนปรับค่าได้ช้ากว่าเครื่องจักร	ระยะเวลาที่รีดออกมา มีการแกว่งทุกวินาที	คนไม่มีเวลามากพอที่จะปรับค่าตามแบบได้ตลอดเวลา		
		4. การควบคุมความกว้างของงานไม่เสถียร	ความสัมพันธ์ของการทำงานของเครื่องจักรกับเซ็นเซอร์ตอบสนองช้าเกินไป	เทคโนโลยีเก่าตอบสนองช้า		

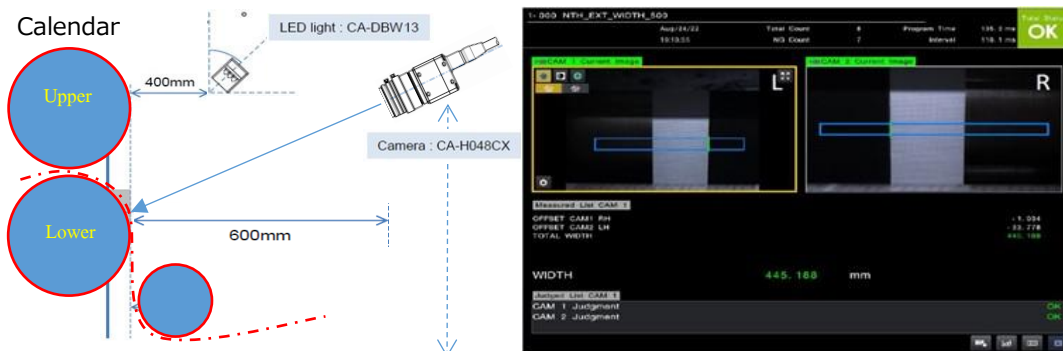
จากการวิเคราะห์แผนผังแสดงเหตุและผลพบว่า

- 1) พนักงานผู้ควบคุมเครื่องจักรขาดความเข้าใจและประสบการณ์การทำงาน จึงควรมีการดำเนินการฝึกอบรมพนักงาน ให้มีความรู้ความเข้าใจในการทำงานมากยิ่งขึ้น
- 2) การทำงานยังเป็นการควบคุมระบบสปีดเครื่องโดยใช้มือหมุน (Manual) ซึ่งทำให้ยากต่อการควบคุมเครื่องจักร ส่งผลให้งานที่ผลิตออกมาไม่ได้ค่าตามที่ต้องการ ดังนั้นจึงทำการค้นคว้าหาวิธีการใหม่ ๆ เช่น การนำระบบอัตโนมัติมาช่วยควบคุมเครื่องจักร เพื่อให้วิธีการทำงานมีความง่ายและแม่นยำมากยิ่งขึ้น
- 3) เครื่องจักรไม่มีความเสถียรในการทำงาน และไม่สามารถทำการวัดขนาดของชิ้นงานได้ในขณะปฏิบัติการ อีกทั้งยังเป็นระบบปรับแบบมือหมุนสกรูควบคุมค่อนข้างลำบาก ทำให้ค่าควบคุมขนาดงานไม่คงที่มีความแปรปรวนค่อนข้างมาก จึงทำให้พนักงานควบคุมลำบาก คณะผู้จัดทำจึงศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาโดยการหาเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาช่วยควบคุมเพื่อให้เครื่องจักรใช้งานง่าย มีความแม่นยำ และเพื่อลดการสูญเสียในกระบวนการ

5. การดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

จากการศึกษาข้อมูลของหลักการทำงานของ Camera Sensor จะใช้วิธีการแก้ไขเครื่องอัดขึ้นภาพและการปรับอัตโนมัติ ซึ่งจะได้ภาพและระยะความกว้างสัมพันธ์กับความเร็วของงานที่ออกมา แล้วนำข้อมูลความกว้างมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ส่งค่ามาประมวลผลที่ PLC เพื่อสั่งควบคุมเครื่องอัดขึ้นภาพในการส่งงานออกมาตามระยะความกว้างที่เราควบคุม โดยกำหนดค่าควบคุมสูงสุดและต่ำสุดอยู่ที่ ± 10 มิลลิเมตร ตามค่า

ตั้งต้น เช่น ตั้งค่าความกว้าง 500 มิลลิเมตร จะมีค่าบวกอยู่ที่ 510 มิลลิเมตร และค่าลบ 490 มิลลิเมตร ซึ่งจะแสดงโครงสร้างของการควบคุมการผลิตด้วย Camera Sensor ดังภาพที่ 5 ดังนี้



ภาพที่ 5 การทำงาน Camera Sensor

หลังจากการนำเสนอแนวทางการแก้ไขปรับปรุง โดยมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3

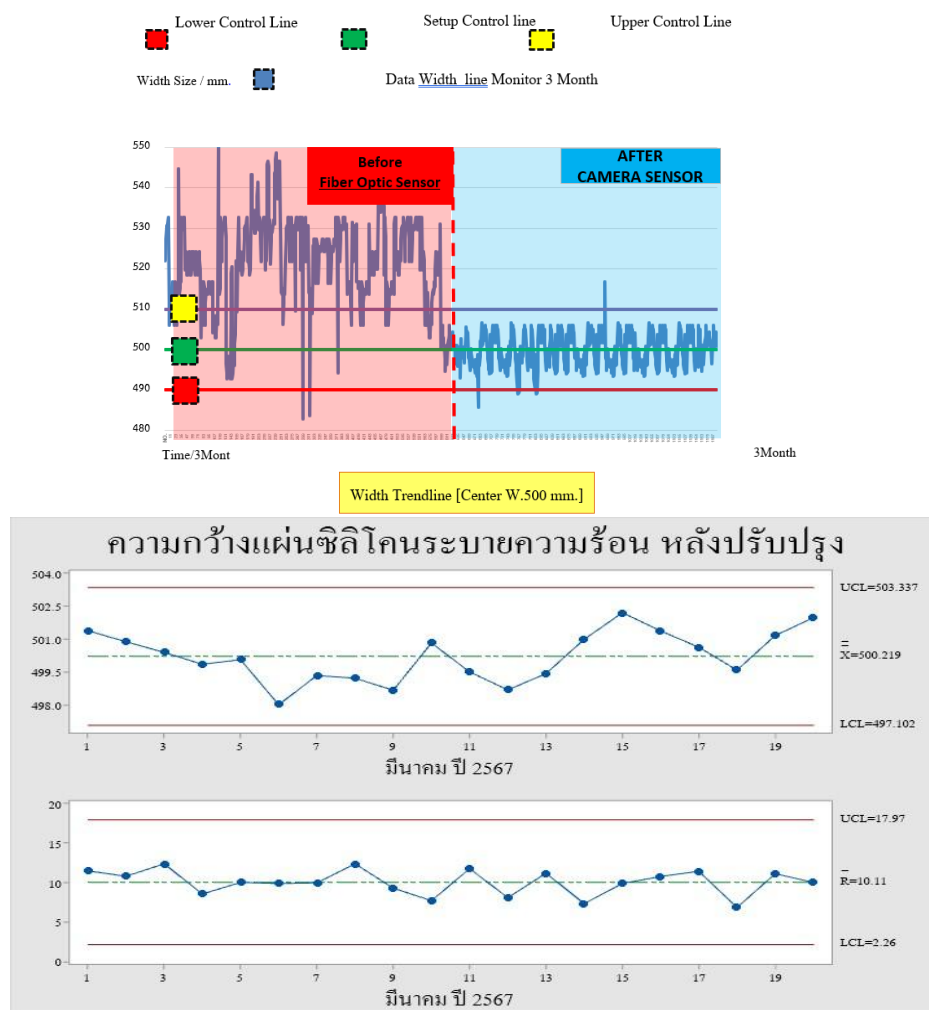
ตารางที่ 3 วิธีการแก้สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

รายละเอียดของปัญหา	ภาพประกอบ (ก่อนปรับปรุง)	การปรับปรุงแก้ไขปัญหา / และภาพหลังการปรับปรุง
1) ทำการติดตั้ง camera sensor ที่มีความละเอียด ± 10 มิลลิเมตร		
2) ออกแบบระยะห่างที่เหมาะสม ไม่ให้สารประกอบมาแป้นหัวเซนเซอร์โดยเราจะตั้งให้ห่าง 1 เมตร		
3) ตั้งค่า PLC ให้ทำงานแบบอัตโนมัติ เพื่อไม่ให้คนเข้าไปปรับ	ต้องใช้คนปรับตั้งค่าตามเวลาจริง	การปรับแบบอัตโนมัติ ไม่ต้องใช้คนปรับ
4) ทำการทดลองหาเงื่อนไขที่เหมาะสม เพื่อให้เครื่องจักรกับ เซนเซอร์ทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด	การตอบสนองของเครื่องจักรกับ เซนเซอร์ช้า ทำให้งานที่ออกมา มีขนาดเกินกว่าที่กำหนด เกิดเป็นของเสีย	จากการทดลองผลคือ คอมพิวเตอร์กับเครื่องจักรตอบสนองกันและกันได้อย่างเร็วและแม่นยำ ทำให้ไม่เกิดงานเสีย

การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อนเป็นสิ่งจำเป็นและควรได้รับการให้ความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากความสูญเสียที่เกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่อบริษัท ทั้งในด้านค่าใช้จ่ายของวัตถุดิบที่มีมูลค่าสูงและประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลดลงซึ่งอาจนำไปสู่การสูญเสียโอกาสในการผลิตและผลกระทบต่อความสามารถในการแข่งขันของบริษัท

ผลการวิจัย

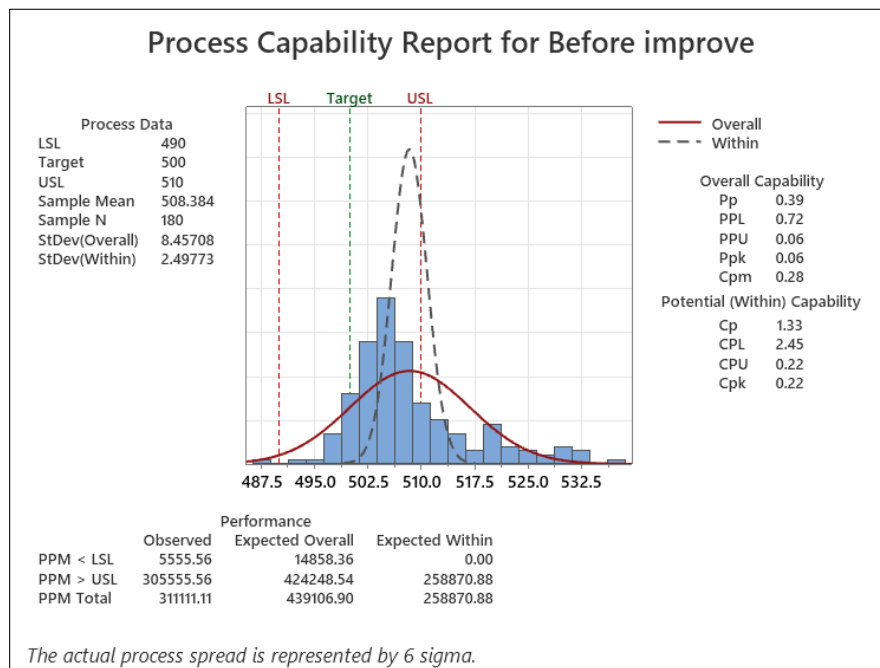
จากการดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อน (Thermal Pad) คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง โดยใช้แผนภูมิควบคุม (Control Chart) เพื่อให้สะดวกต่อการวิเคราะห์กระบวนการ และการเก็บข้อมูลหลังปรับปรุงได้ตั้งแผนภูมิควบคุม ภาพที่ 6 โดยเก็บผลทุก ๆ 1 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยระบบ SCADA Monitoring ที่เก็บข้อมูลจากเครื่องจักรที่อ่านค่าความกว้างของงาน และการส่งค่าจาก Camera Sensor



ภาพที่ 6 แผนภูมิควบคุมของการผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อนหลังปรับปรุง

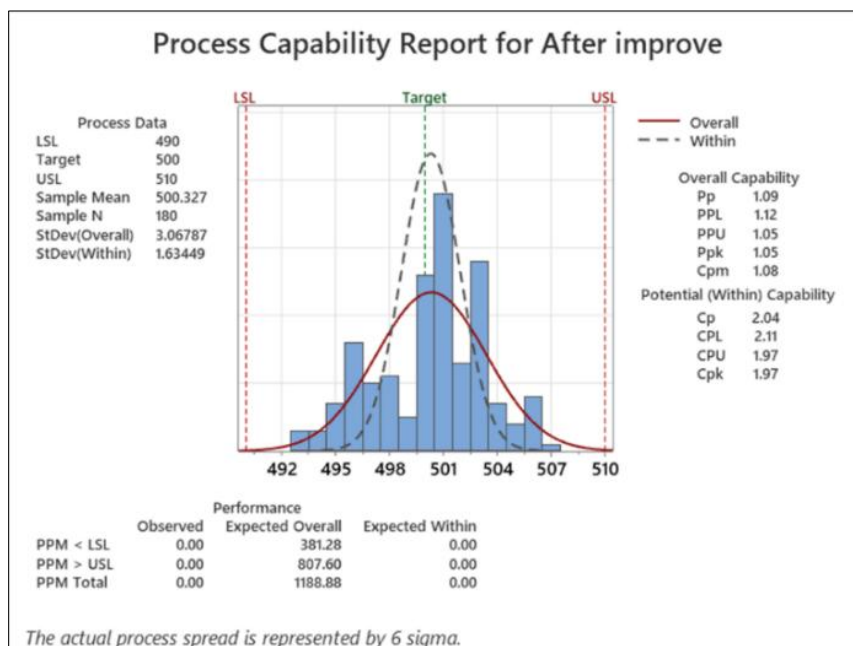
จากการวิเคราะห์แผนภูมิ และแผนภูมิ R หลังการปรับปรุงในเดือนมีนาคม 2567 พบว่าไม่มีจุดใดบนแผนภูมิที่อยู่นอกเส้นควบคุม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไม่มีความผิดปกติใด ๆ ที่สามารถระบุสาเหตุของความผันแปรได้ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่ากระบวนการและความผันแปรของกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมโดย

สามารถใช้แผนภูมิควบคุมนี้ในการควบคุมการผลิตต่อไปได้ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตต่อไปเท่ากับ = 500.22



ภาพที่ 7 ก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิตแผ่นระบายความร้อน

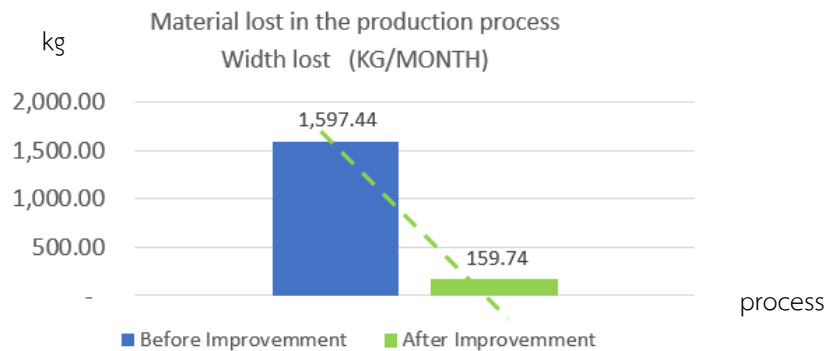
โดยปกติความสามารถของกระบวนการ (Cpk) ที่ยอมรับได้ควรมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1.33 แต่จากภาพจะเห็นได้ว่าค่า Cpk ก่อนการปรับปรุงมีค่าเพียง 0.22 ซึ่งถือว่าต่ำมาก แสดงถึงความสามารถของกระบวนการก่อนการปรับปรุงไม่มีความเพียงพอที่จะผลิตชิ้นงานให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่ตั้งไว้ ± 10 มิลลิเมตร



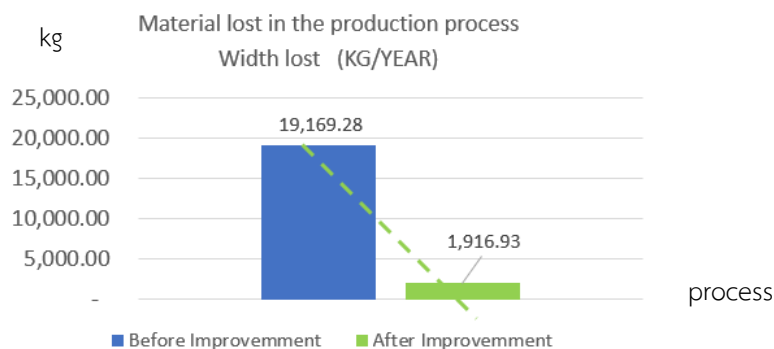
ภาพที่ 8 หลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตแผ่นระบายความร้อน

ค่า Cpk หลังการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 1.97 ซึ่งมีความมากกว่า 1.33 บ่งบอกได้ว่าความสามารถของกระบวนการผลิตสามารถผลิตได้ตามค่าที่กำหนด ± 10 มิลลิเมตร

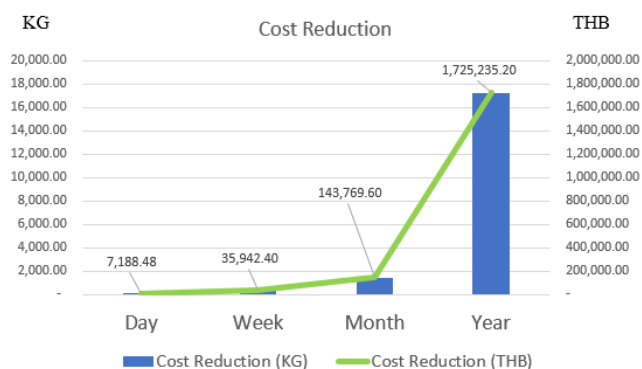
จากการดำเนินการเก็บข้อมูลภายหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยศึกษาจากแผนภูมิควบคุมพบว่าเมื่อใช้ Camera Sensor ในการควบคุมความกว้างของงานโดยการสั่งปรับความเร็วของเครื่องอัดรีดแบบอัตโนมัติ ส่งผลให้การควบคุมความกว้างมีประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น มีความเสถียรในการควบคุม และส่งผลให้ลดปริมาณการเกิดของเสียในกระบวนการได้ ดังแผนภูมิควบคุม ภาพที่ 9 และกราฟแสดงปริมาณของเสียก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุง ภาพที่ 9 – 10 ตามลำดับ



ภาพที่ 9 ปริมาณการเกิดของเสีย ก่อน และ หลัง ปรับปรุงต่อเดือน



ภาพที่ 10 ปริมาณการเกิดของเสีย ก่อน และหลังปรับปรุงต่อปี



ภาพที่ 11 ปริมาณการลดการเกิดของเสีย และมูลค่าที่ลดได้ต่อปี (บาทต่อปี)

สรุปผลการวิจัยและวิจารณ์

จากการดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขกระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อน สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ก่อนการปรับปรุง การควบคุมการปรับความเร็วของเครื่องอัดรีด (Speed Extruder) ใช้การสั่งการโดยอาศัยเซ็นเซอร์ไฟเบอร์ออปติก (Fiber Optical Sensor) ที่แจ้งเตือนพนักงาน ให้ปรับความเร็วของเครื่องอัดรีดตามสัญญาณจากเซ็นเซอร์ดังกล่าว เมื่อตรวจจับพบว่าความกว้างของงานที่ตั้งค่าไว้มีการเปลี่ยนแปลง พนักงานจะปรับความเร็วของเครื่องอัดรีดด้วยตนเอง ซึ่งส่งผลให้เกิดความผันผวนและไม่เสถียรในการควบคุมความกว้างของงาน จึงได้มีการปรับปรุงโดยการนำเทคโนโลยีเซ็นเซอร์กล้อง (Camera Sensor) มาใช้ทดแทนระบบเก่า เซ็นเซอร์กล้องจะส่งสัญญาณดิจิทัลไปยังระบบ PLC ส่วนกลาง เพื่อสั่งการปรับ (ลดหรือเพิ่ม) ความเร็วของเครื่องอัดรีดอัตโนมัติ ให้ตรงตามระยะความกว้างที่ตั้งค่าไว้ในการผลิต ซึ่งทำให้ควบคุมความกว้างได้อย่างเสถียรมากกว่าระบบเก่า ส่งผลให้การเริ่มการผลิตใหม่ทำได้ง่ายขึ้น และปริมาณของเสียลดลง

2. ปริมาณของเสียที่ลดลงจากการควบคุมระยะความกว้างแบบอัตโนมัติด้วยเซ็นเซอร์กล้อง พบว่ามีการลดลง 1,437.70 กิโลกรัมต่อเดือน ซึ่งคิดเป็นมูลค่าเงินประมาณ 143,769.60 บาทต่อเดือน และสามารถลดปริมาณของเสียได้ร้อยละ 51.35 ส่งผลให้สามารถลดปริมาณการเกิดของเสียได้ตามเป้าหมาย

ข้อเสนอแนะ

การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นซิลิโคนระบายความร้อนยังสามารถปรับปรุงและแก้ไขได้เพิ่มเติม หากมีการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มผลผลิต หรือถ้ามีการศึกษาการเคลื่อนไหวของพนักงาน ก็อาจสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตได้มากขึ้น การปรับปรุงดังกล่าวจะช่วยลดต้นทุนและใช้ทรัพยากรภายในองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] DIA. (2567). การประยุกต์ใช้ AI ปัญญาประดิษฐ์ที่เป็นตัวช่วยสำคัญในด้านอุตสาหกรรม. สืบค้นจาก <https://www.dia.co.th/articles/ai-in-industry/>
- [2] บริษัท ซิสเต็มส์สโตน จำกัด, (2567). การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ด้วยหลัก JIT. สืบค้นจาก <https://factorium.tech/article-electronics/>
- [3] Camal Trade & Investment. (2567). Top 10 Manufacturing Regions In China. สืบค้นจาก <https://camaltd.com/china-top-manufacturing-regions/>
- [4] กรุงเทพมหานคร, (2563). สศอ.เปิดแผนอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ดึงลงทุน5หมื่นล้าน. สืบค้นจาก <https://www.bangkokbiznews.com/business/925990>
- [5] Sango Automation. (2021). การแนะนำเทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม. สืบค้นจาก <https://th.linear-rotary.com/info/introduction-of-industrial-control-automation-57207191.html>
- [6] Sumipol Corporation Limited. (2020). Smart Factory การผสมผสานเทคโนโลยีใหม่เข้ากับโรงงานอุตสาหกรรม. สืบค้นจาก <https://www.sumipol.com/knowledge/smart-factory/>
- [7] จุฑาทิพย์ ลีลาธนาพิพัฒน์, ศิลา วงศ์สุนทรพจน์, และอภิชาติ ชัยชลิต. (2567). การลดเวลาในกระบวนการเปลี่ยนรุ่นการผลิตชิ้นงานโมเดล A. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยธนบุรี, 8(2), 18–28.

- [8] ชิตชนุ ภัคดีวานิช และ สุชาชนิษฐ์ ทองพรหม. (2563). การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการตรวจสอบชิ้นส่วนรถยนต์ กรณีศึกษาโครงการรถยนต์. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต*, 2(2), 37–51.
- [9] ทวีพร ขำดี. (2551). ใช้แนวคิดและเครื่องมือของลีนมาปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [10] อีระพงษ์ ทับพร. (2566). การประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีนในการลดปริมาณสินค้าคงคลังและของเสียชิ้นงานตัมน้ำหนักปลายแฮนด์ รุ่น WH - 6400 กรณีศึกษา: อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม*, 8(1), 41–55.
- [11] ประยูร สุรินทร์ และคณะ. (2551). การเพิ่มผลผลิตโดยการปรับปรุงวิธีการทำงาน. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน.
- [12] เมธาวิณ สามสี, นลิน เพียรทอง, และลอง ฝัลดม. (2567). การประยุกต์ใช้เทคนิคลีนในการปรับปรุงกระบวนการทำงานการผลิตไบโอสบ. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม*, 17(2), 95–105.
- [13] เมธัส หีบเงิน. (2549). การศึกษาและการวิเคราะห์เรื่องการจัดการด้านการดำเนินงานและปัญหาคอขวด (Bottleneck). (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [14] สุจิต รัตนปัญญา. (2566). การพัฒนาระบบเบิกจ่ายวัสดุและผลิตภัณฑ์สนับสนุนทางการแพทย์โรงพยาบาลชัยภูมิ. *ชัยภูมิเวชสาร*, 43(พิเศษ), 46–58.
- [15] สุวรรณภูมิ วิเศษภักดี. (2545). การศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิต กรณีศึกษา บริษัท อินเตอร์เนชั่นแนล เลทเธอร์แพชั่น จำกัด. สืบค้นจาก http://www.irpus.org/project_reward.php (สืบค้นเมื่อ 17 พฤศจิกายน 2565).
- [16] สุภานัน สีสะไธล, พิชญา อนันต์ธนโชติ, อนุวัฒน์ จุติลาภถาวร, และนิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์. (2567). การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตประตูเหล็กกันไฟ. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 16, 1–16.
- [17] Surya, A., Kumar, R., & Trehan, R. (2024). Application of lean manufacturing using Kaizen analysis: A case study. *Journal of Graphic Era University*, 12(1), 125–146.