

การลดของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์
กรณีศึกษา ผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในประเทศไทย

REDUCING WASTE IN THE PRINTED CIRCUIT BOARD MANUFACTURING PROCESS
CASE STUDY OF AN ELECTRONICS PART MANUFACTURER IN THAILAND

ณัฐวดี มหานิล¹ และ ศรัณย์นภัทร สมเทศ²

Nattavadee Mahanil¹ and Sarunnapat Somthes²

¹สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

²บริษัท ซีเลस्टิกา (ประเทศไทย) จำกัด

¹Industrial Engineering Technology Department,

Faculty of Science and Technology, Southeast Bangkok College

²Celestica (Thailand) Limited

*Corresponding author: email: ¹nattavadee.m@gmail.com, ²sarunnapat.somthes@michelin.com

Received: April 12, 2022

Revised: May 29, 2022

Accepted: June 14, 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ จากปัญหาความสูญเสียประเภทของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ โดยของเสียมีลักษณะคือ แผ่นรองที่เป็นชิ้นส่วนประกอบเข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์มีรอยขีดข่วน จึงวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยแผนภูมิแสดงเหตุและผล ร่วมกับการวิเคราะห์รากเหง้าของปัญหาด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม “ทำไม” พบสาเหตุหลักที่สามารถนำมาแก้ไขได้ทันที คือ สาเหตุที่เกิดจากเครื่องจักรที่แผ่นรองวงจรพิมพ์ได้รับการสัมผัสกับเครื่องโปรแกรมขณะทดสอบการใช้งานของแผ่นวงจรพิมพ์ เพราะมีการใส่แผ่นวงจรพิมพ์เข้าไปพร้อมกันหลายแผ่นพร้อมกัน จึงทำให้แผ่นรองเกิดรอยขีดข่วน ดังนั้นจึงได้ทำการแก้ไขโดยออกแบบและสร้างแผ่นรองเพื่อนำมารองป้องกันรอยขีดข่วน และสามารถใช้งานร่วมกับเครื่องโปรแกรมทดสอบการใช้งานของแผ่นวงจรพิมพ์ได้อย่างเหมาะสม หลังการแก้ไขปรับปรุงพบว่าของเสียเดิมจากร้อยละ 13.45 ของจำนวนการผลิตลดเหลือร้อยละ 0.18 ของจำนวนที่ผลิต

คำสำคัญ: ของเสีย, แผ่นวงจรพิมพ์, ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์, เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ

Abstract

This research aims to reduce waste in the printed circuit board manufacturing process by applying seven quality tools. Due to problems with the waste in the printed circuit board manufacturing process. The waste is characterized by the carrier assembled with the printed circuit board being scratched.

Therefore, the cause of the problem is analyzed with a cause-and-effect diagram and analyzed the root cause of the problem with the “Why Why analysis” questioning technique. The main cause that can be solved immediately is the cause of the machine that the printed circuit board was exposed to the programmer while testing the board printed circuit. Because many printed circuit boards is inserted at the same time, causing the carrier to scratch. Therefore, it has been modified by designing and building the back hips sheet to prevent scratches and can be used with the program to test the use of printed circuit boards appropriately. After the improvements, it was found that the original waste was 13.45% of the amount produced, reduced to 0.18 percent of the amount produced.

Keyword: Waste, Printed Circuit Boards, Electronic Part, 7 Quality Tools

บทนำ

แนวโน้มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของไทยในปี 2564-2566 คาดว่าจะกลับมาขยายตัว เนื่องจากการพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อรองรับเทคโนโลยี 5G รวมทั้งยานยนต์อัจฉริยะที่นำไปสู่การเปลี่ยนผ่านเทคโนโลยีสินค้าไฮเทคเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือ Internet of Things (IoT) ทำให้ความต้องการแผงวงจรไฟฟ้า (Integrated Circuit: IC) เติบโตดี รวมถึงความต้องการสินค้า อาทิ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) กลุ่มสมาร์ทโฟน (Smartphones) เป็นต้น โดยมีปัจจัยสนับสนุนจากความจำเป็นที่ต้องทำงาน และศึกษาในระยะทางไกลท่ามกลางภาวะโรคระบาดโควิด-19 [1] และในขณะเดียวกันก็พบว่าอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของไทยในไตรมาสที่ 4 ของปี 2564 ค่าดัชนีผลผลิตได้ปรับตัวลดลง เนื่องจากการขาดแคลนของวัตถุดิบในการผลิต จึงทำให้ไม่สามารถผลิตสินค้าได้เต็มกำลังการผลิต แต่มูลค่าการส่งออกก็ยังขยายตัวได้ต่อเนื่อง ตามการขยายตัวของตลาดโลก และตลาดผู้บริโภคหลักของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีเศรษฐกิจที่เริ่มฟื้นตัว เช่น ประเทศจีน สหรัฐอเมริกา และยุโรป เป็นต้น ดังนั้น ประเทศไทยน่าจะมีการผลิตและการส่งออกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้นในระยะยาวตามการขยายตัวของตลาดโลกตามไปด้วย [2]

จากการศึกษาไปยังผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี พบว่ากำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับการขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิต เพราะเกิดความไม่คล่องตัวในการนำเข้าวัตถุดิบบางส่วนจากต่างประเทศได้ในช่วงภาวะโรคระบาดโควิด-19 อีกทั้งในกระบวนการผลิตยังมีจำนวนของเสียเป็นจำนวนมาก เทียบได้กับมูลค่าความเสียหายที่มหาศาล และเกิดปัญหาการส่งมอบไม่ตรงตามความต้องการของลูกค้าในเรื่องด้านคุณภาพและเวลาในการส่งมอบ ซึ่งจากการเก็บข้อมูลบางส่วนในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน 2564 ดังตารางที่ 1 พบว่าในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ หรือพีซีบี (Printed Circuit Board) ในส่วนของแผ่นรอง ซึ่งเรียกว่า Carrier ซึ่งเป็นวัสดุสำเร็จรูปที่นำมาประกอบเพื่อรองแผ่นวงจรพิมพ์นั้นมียอดขีดข่วน (Scratch) ซึ่งจัดว่าเป็นความสูญเสีย (Wastes) ประเภทของเสีย (Defect)

ตารางที่ 1 จำนวนและมูลค่าของเสียของในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ของเดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน 2564

จำนวน (ชิ้น)/ มูลค่า (ล้านบาท)	เดือน (ปี 2564)						รวม	เฉลี่ย/เดือน
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.		
จำนวนที่ผลิต	350	400	440	400	390	450	2,430	405
มูลค่าขาย	38.5	44	48.4	44	42.9	49.5	267.3	44.55
จำนวนของเสีย	51	45	60	64	55	52	327	54.5

จากตารางที่ 1 จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ เกิดของเสียจำนวน 54.5 ชิ้นต่อเดือน และคิดเป็นมูลค่าทั้งสิ้นเท่ากับ 44.55 ล้านบาทต่อเดือน ถือได้ว่าเกิดต้นทุนการผลิตที่สูงเกินไป ประกอบการภาวการขาดแคลนวัตถุดิบในช่วงเวลานี้ ก็ยิ่งส่งผลกระทบต่อภาระดำเนินงานของโรงงาน ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในการนำปัญหานี้มาหาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง และมุ่งเน้นการลดของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในการลูกค้า และส่งมอบชิ้นส่วนได้ตามเงื่อนไขที่ลูกค้ากำหนด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ของเสีย (Defect)

ของเสีย เป็นส่วนหนึ่งของความสูญเสียตามหลักการของความสูญเสีย 7 ประการ หรือ 7 Wastes [3] ซึ่งหมายถึง ความสูญเสียที่เกิดจากการผลิตงานแล้วเกิดความผิดพลาดในการผลิต ส่งผลให้งานนั้นไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด สาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย ได้แก่ วัตถุดิบที่นำเข้าสู่กระบวนการผลิตมีความเสียหาย ความไม่เข้าใจในวิธีการทำงานของพนักงาน การประกอบงานที่ผิดวิธี หรืออาจเกิดความผิดปกติของเครื่องจักร หรือสิ่งที่สนับสนุนการผลิต [4] เมื่อสินค้าผลิตออกมาผิดจนทำให้กลายเป็นของเสีย สินค้าเหล่านั้นก็จะโดนนำไปแก้ไขใหม่ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง นั้นทำให้เกิดการสูญเสีย จึงเกิดการสูญเสียต้นทุนวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน ไปโดยเปล่าประโยชน์ แล้วยังเสียพื้นที่ในการจัดเก็บ เสียเวลาจากการทำงานซ้ำเพื่อแก้ไขงานอีกด้วย [5]

2. เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ประการ (7 QC Tools)

เครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพในกระบวนการทำงาน ซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา การเลือกปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่แท้จริงเพื่อการแก้ไขได้ถูกต้อง ตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐานและควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมี 7 อย่าง ดังนี้ [6]

1. ใบตรวจสอบ (Check Sheet)
2. ฮิสโตแกรม (Histogram)
3. แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)
4. แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)
5. แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)
6. กราฟ (Graph)
7. แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

3. การวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้าของปัญหาด้วยหลักการตั้งคำถาม “ทำไม” (Why Why Analysis)

การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม “ทำไม” (Why – Why Analysis) คือ “การวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุที่แท้จริง (Root Cause) ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบหรือปรากฏการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ขึ้น (Effect) ด้วยวิธีการอย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอน โดยไม่เกิดสภาพการถกเถียงและข้อขัดแย้ง และไม่จินตนาการเอง” ดังนั้น Why – Why Analysis เปรียบเสมือนการมองเห็น “ผลกระทบ” และ “สาเหตุ” ในบางประเด็น แต่ยังไม่ด่วนสรุปทันทีที่เกิดจากสาเหตุใด แต่พยายามค้นหาข้อเท็จจริงที่ถูกต้องและสอดคล้องเพื่อค้นหาว่า “สาเหตุที่แท้จริงคืออะไร” [7]

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมพร วงษ์เพ็ง และอัญญรัตน์ ประสันใจ (2562) ศึกษาการประยุกต์วิธีการทาทุชิ เพื่อลดชิ้นงานเสียในกระบวนการประกอบแผ่นวงจรพิมพ์พีซีบี กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ จากปัญหาของเสียร้อยละ 4.39 โดยนำแผนภูมิพาเรโตมาจัดลำดับความสำคัญของปัญหา และวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิแสดงเหตุและผล และทำการออกแบบทดลองด้วยวิธีทาทุชิ เพื่อให้ค่าระดับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการ ซึ่งได้แก่ ความเร็ว, ความแรง, และความสูง จากนั้นทำการทดลองพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดดังนี้ คือ ความเร็ว เท่ากับ 30 มิลลิเมตรต่อวินาที ความแรงเท่ากับ 20 นิวตัน และความสูงเท่ากับ 1.0 มิลลิเมตร หลังจากนั้นก็ได้ทำการแก้ไขปรับปรุงปัจจัยที่มีอิทธิพลที่ทำให้เกิดของเสียดังกล่าว โดยการปรับค่าพารามิเตอร์ของเครื่องพิมพ์ตะกั่ว ผลการศึกษาพบว่าของเสียต่อเดือนลดเหลือร้อยละ 2.58 หรือลดลงจากเดิมร้อยละ 40 [8]

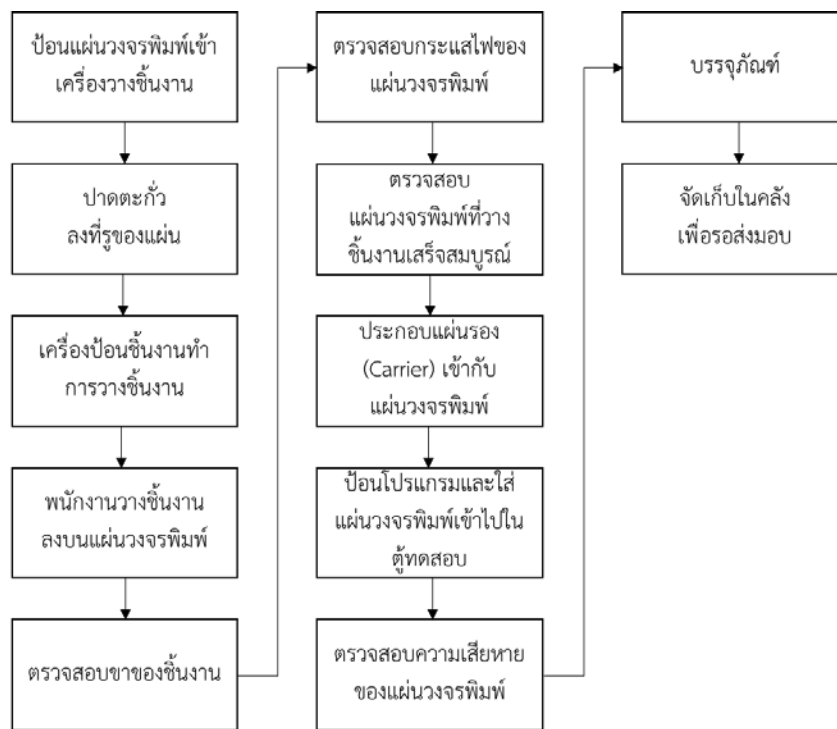
มินา ล่อซุนนี้ (2561) ศึกษาการเพิ่มผลผลิตภาพในโรงงานแปรรูปพลาสติกเพื่อเพิ่มผลิตภาพในโรงงานแปรรูปพลาสติก เนื่องจากโรงงานมีความต้องการที่จะเพิ่มกำลังการผลิตจาก 160 เป็น 180 ตันต่อวัน แต่พบปัญหาคือจำนวนตู้ขึ้นปลา และพื้นที่ในการผลิตมีจำกัด และยังพบว่าไม่มีข้อกำหนดในเรื่องเวลาและจำนวนปลาในการขึ้นแต่ละรอบด้วย จึงวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้เทคนิคทำไม (Why-Why Analysis) และกำหนดวิธีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลิตภาพ คือ 1) ตัดหัวปลาออกเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการใส่ปลาต่อรอบให้มากขึ้น 2) เปลี่ยนรูปแบบการวางตัวปลาลงบนตะแกรง และ 3) จัดการสายการผลิตในส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อปรับปรุงให้ได้กำลังการผลิตตามเป้าหมายที่กำหนด ผลการศึกษาพบว่าสามารถเพิ่มกำลังการผลิตจาก 160 เป็น 180 ตันต่อวัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.5 ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลงจาก 62.18 เหลือ 61.40 บาทต่อกิโลกรัม หรือลดลงร้อยละ 1.25 และผลผลิตต่อคนเพิ่มขึ้นจาก 145 เป็น 163 กิโลกรัม/คน/วัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.41 ซึ่งคิดเป็นมูลค่าผลผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นประมาณ 4 ล้านบาทต่อ [9]

ศุภวิทย์ อุทะพิรุณลักษณ์ (2561) ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานต้นแบบจากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ เพื่อลดของเสียจากการผลิตชิ้นงานต้นแบบของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ จากปัญหาของเสียในกระบวนการผลิต ทำให้ใช้วัตถุดิบเส้นพลาสติกในการผลิตมาก ถึงร้อยละ 20.28 ของยอดขายต่อเดือน จึงได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 หรือ 7 QC Tools เน้นการใช้แผนภูมิแสดงเหตุและผลในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น พบสาเหตุหลักๆ ที่ทำให้เกิดของเสีย คือ 1) หัวฉีดตัน 2) การโค้งงอของตัวงาน และ 3) เส้นพลาสติกหมดระหว่างพิมพ์ จึงมีการระดมสมองในทีมผู้เกี่ยวข้องหาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง โดยมีการแก้ไขปรับปรุงคือ เลือกใช้เส้นพลาสติกจากผู้ผลิตที่มีคุณภาพ ต้องมีการตั้งคาระยะห่างหัวฉีด-ฐานเครื่องพิมพ์ให้ได้ระยะที่กำหนด และหมั่นตรวจสอบเส้นพลาสติกอย่างสม่ำเสมอทุก 15 นาที หลังการแก้ไขปรับปรุง พบว่าของเสียในกระบวนการผลิตลดเหลือร้อยละ 13.59 หรือลดลงจากเดิมร้อยละ 32.99 [10]

ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ หรือพีซีบี (Printed Circuit Board)

จากการศึกษากระบวนการผลิตของผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี ที่ได้ผลิตชิ้นส่วนประเภทแผ่นวงจรพิมพ์ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนในการทำงานหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการขยายข้อมูล และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อีกทั้งเป็นตัวช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการส่งสัญญาณในระบบเครือข่ายความเร็วของอินเทอร์เน็ต ซึ่งในกระบวนการผลิตมีสถานีงาน (Work station) ดังรูปที่ 1



รูปภาพที่ 1 แสดงสถานะงานของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประเภทแผ่นวงจรพิมพ์

จากรูปที่ 1 ที่ได้แสดงสถานะงานของกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ มีรายละเอียดการทำงานของแต่ละสถานียังดังนี้

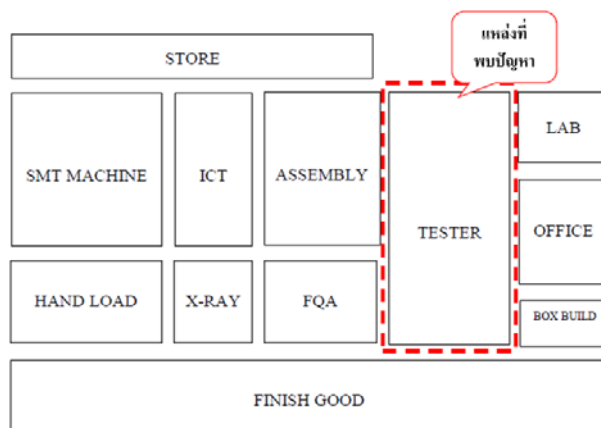
1. พนักงานทำการป้อนแผ่นวงจรพิมพ์เข้าเครื่องวางชิ้นงานอิเล็กทรอนิกส์
 2. เครื่องทำการปาดตะกั่วบนแผ่นวงจรพิมพ์ลงที่รูของแผ่น
 3. เครื่องป้อนชิ้นงาน (Feeder) จะทำการวางชิ้นงานลงบนแผ่นวงจรพิมพ์
 4. พนักงานวางชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์
 5. พนักงานฝ่ายคุณภาพ (QC) ตรวจสอบขาของชิ้นงานที่วางบนแผ่นวงจรพิมพ์
 6. พนักงานตรวจสอบกระแสไฟของแผ่นวงจรพิมพ์
 7. พนักงานฝ่ายคุณภาพ (QA) ตรวจสอบแผ่นวงจรพิมพ์ที่วางชิ้นงานเสร็จสมบูรณ์
 8. พนักงานประกอบแผ่นรอง (Carrier) เข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์
 9. ป้อนโปรแกรมลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ที่วางชิ้นงานเสร็จสมบูรณ์แล้ว จากนั้นนำแผ่นวงจรพิมพ์ใส่เข้าไปในตู้ทดสอบที่มีหลายช่อง และทดสอบพร้อมกันทีละหลายๆ แผ่น
 10. ตรวจสอบความเสียหายของแผ่นวงจรพิมพ์
 11. นำแผ่นวงจรพิมพ์ที่ผ่านการตรวจสอบเรียบร้อยแล้วลงบรรจุภัณฑ์
 12. จัดเก็บในคลังสินค้าสำเร็จรูป เพื่อรอส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า
2. เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลปริมาณของเสีย จากการศึกษาข้อมูลในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน 2564 พบว่ามีจำนวนที่ผลิตทั้งสิ้น 2,430 ชิ้น และจำนวนของเสียทั้งสิ้น 327 ชิ้น หรือเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 54.5 ชิ้น หรือร้อยละ 13.52 ของจำนวนการผลิต ดังข้อมูลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงจำนวน (ชิ้น) และร้อยละของเสียในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน 2563

จำนวน (ชิ้น) และร้อยละ	เดือน (ปี 2564)						รวม	เฉลี่ย/ เดือน
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.		
จำนวนที่ผลิต	350	400	440	400	390	450	2,430	405
จำนวนของเสีย	51	45	60	64	55	52	327	54.5
ร้อยละ (ของเสีย)	14.57	11.25	13.64	16.00	14.10	11.56	81.12	13.52

2.2 ข้อมูลสถานีนงานที่เกิดของเสีย หลังจากที่ได้พบจำนวนข้อมูลจากข้อมูลที่ได้ศึกษาแล้ว จึงทำการลงพื้นที่จริง เพื่อตรวจสอบสถานีนงานทั้งหมดในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ พบว่าแหล่งกำหนดของเสียมาจากสถานีนงานทดสอบ (Tester) ซึ่งเป็นสถานีนงานที่ทำการป้อนโปรแกรมลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ที่วางชิ้นงานเสร็จสมบูรณ์แล้ว จากนั้นนำแผ่นวงจรพิมพ์ ใส่เข้าไปในตู้ทดสอบที่มีหลายช่องพร้อมกันทีละหลายๆ แผ่น เพื่อทำการทดสอบแผ่นวงจรพิมพ์ ดังรูปที่ 2



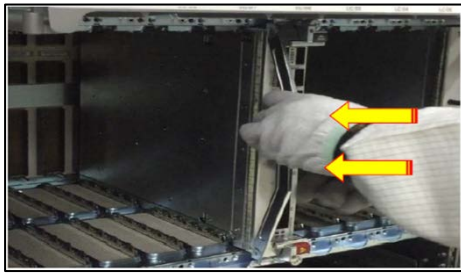
รูปภาพที่ 2 แสดงสถานีนงานที่พบปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ ที่สถานีนงาน Tester

จากรูปที่ 2 เป็นสถานีนงานที่พบว่ามีของเสีย ซึ่งหลักจากที่พนักงานทำการประกอบแผ่นรอง (Carrier) เข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการทดสอบด้วยโปรแกรมในตู้ทดสอบที่มีช่องเสียบแผ่น จึงพบว่าของเสียเกิดขึ้นในลักษณะที่แผ่นรองมีรอยขีดข่วน ซึ่งแผ่นรองดังกล่าวนี้เป็นวัสดุสำเร็จรูปที่ติดประกอบไปกับชิ้นงานให้กับลูกค้า และอยู่ภายใต้มาตรฐานข้อกำหนดของลูกค้าเช่นเดียวกับตัวผลิตภัณฑ์หลัก ซึ่งสามารถอธิบายวิธีการทดสอบของสถานีนงาน Tester ได้ดังนี้

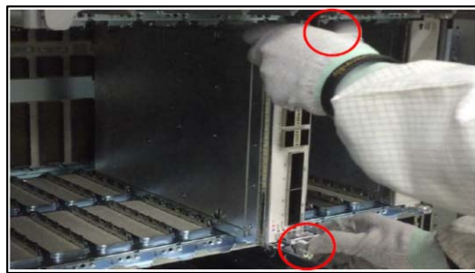
ขั้นตอนที่ 1 คือ พนักงานจะทำการนำแผ่นวงจรพิมพ์ใส่เข้าไปในเครื่องโปรแกรม (Tester) โดยค่อยๆ เลื่อนแผ่นวงจรพิมพ์เข้าไปข้างในทางออกในลักษณะรูปที่ 3

ขั้นตอนที่ 2 คือ พนักงานจะทำการกดปุ่มทั้ง 2 ปุ่ม เพื่อทำการปลดล๊อคปุ่มกด (Ejector) โดยให้ปุ่มกด (Ejector) ทางออกในลักษณะรูปที่ 4

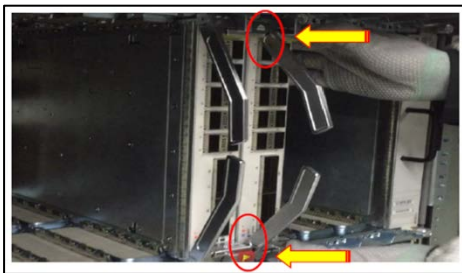
ขั้นตอนที่ 3 คือ ทำการกดลงที่ขาของปุ่มกด (Ejector) เพื่อให้แผ่นวงจรพิมพ์เข้าไปอยู่ในตัวล๊อคของเครื่องในลักษณะรูปที่ 5



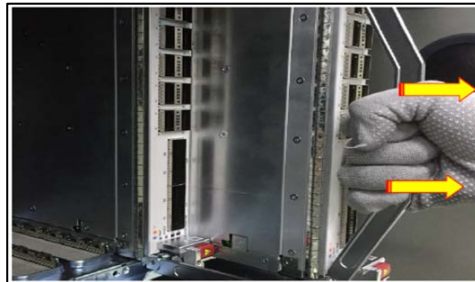
รูปภาพที่ 3 แสดงการนำแผ่นวงจรพิมพ์ใส่เข้าไป



รูปภาพที่ 4 แสดงการปลดล๊อคเพื่อนำแผ่นเข้า



รูปภาพที่ 5 แสดงการกดลงที่ขาของปุ่มกด



รูปภาพที่ 6 แสดงการปลดล๊อคเพื่อนำแผ่นออก

ขั้นตอนที่ 4 คือ เมื่อป้อนข้อมูลหรือทำการโปรแกรมแผ่นวงจรพิมพ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว พนักงานจะทำการนำแผ่นออกจากเครื่อง โดยการกดปุ่มกด (Ejector) ทั้ง 2 ปุ่ม เพื่อให้ปุ่มกด (Ejector) ปลดล๊อค ในลักษณะรูปที่ 6

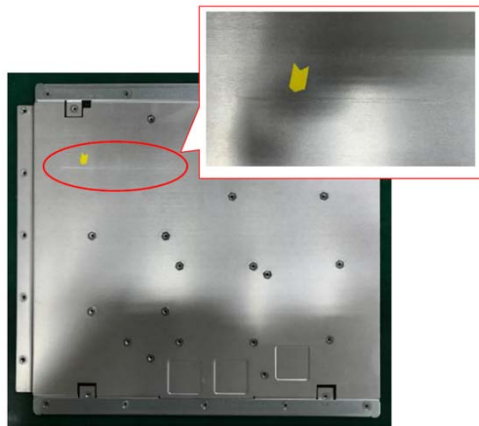
ขั้นตอนที่ 5 คือ ทำการดึงแผ่นวงจรพิมพ์ออกจากเครื่องโปรแกรม ในลักษณะรูปที่ 7



รูปภาพที่ 7 แสดงการดึงแผ่นวงจรพิมพ์ออกจากเครื่อง

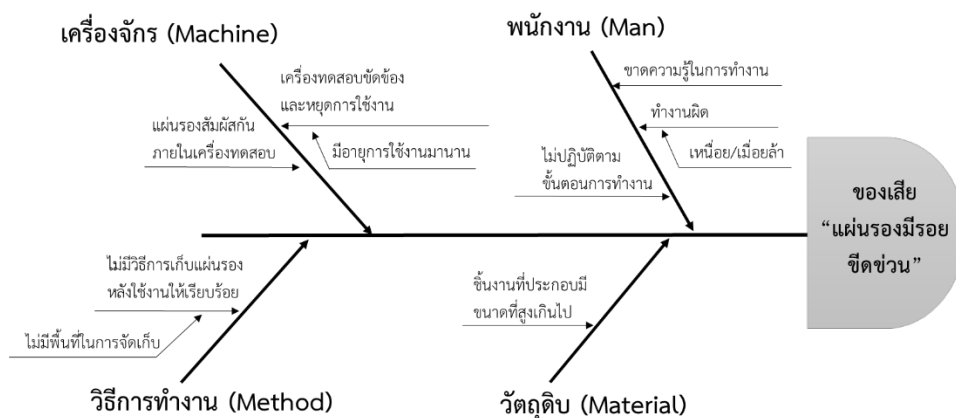
3. ศึกษาปัญหา และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากที่พบว่าแหล่งกำหนดของเสียมาจากสถานีงานทดสอบ (Tester) คือ พบว่าของเสียเกิดขึ้นในลักษณะที่แผ่นรองมีรอยขีดข่วน ดังรูปที่ 8 และทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาดังนี้



รูปที่ 8 แสดงลักษณะที่แผ่นรองมีรอยขีดข่วน

3.1 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนภูมิแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) [11] เพื่อหาสาเหตุที่สัมพันธ์กับการเกิดปัญหา ดังรูปที่ 9 เพื่อนำมาสู่การหาแนวทางแก้ไขปรับปรุงในขั้นตอนต่อไป



รูปภาพที่ 9 แสดงการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนภูมิแสดงเหตุและผล

จากรูปที่ 10 เมื่อได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนภูมิแสดงเหตุและผล จึงได้ทำการประชุมกับผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องด้วยวิธีการระดมสมอง ก็สามารถสรุปได้ว่ามีสาเหตุของปัญหาที่ควรรีบแก้ไขด่วน คือ สาเหตุย่อยที่แผ่นรองสัมผัสกันภายในเครื่องทดสอบ เนื่องจากเมื่อใส่แผ่นวงจรพิมพ์เข้าไปในเครื่องทดสอบ (Tester) ครั้งละหลายๆ แผ่น เพื่อทำการทดสอบพร้อมกัน จึงทำให้แผ่นรองนั้นสัมผัสกัน จึงทำให้แผ่นรองที่ประกอบกับแผ่นวงจรพิมพ์นั้นเกิดรอยขีดข่วน บางจุดเป็นรอยคล้ายรอยร้าว มีลักษณะเป็นเส้นตรง มีขนาดประมาณ 7-9 เซนติเมตร สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ทำให้ไม่สามารถนำแผ่นวงจรพิมพ์ลักษณะนี้ส่งให้ลูกค้าได้ เนื่องจากผิดมาตรฐานข้อกำหนดด้านคุณภาพของลูกค้า

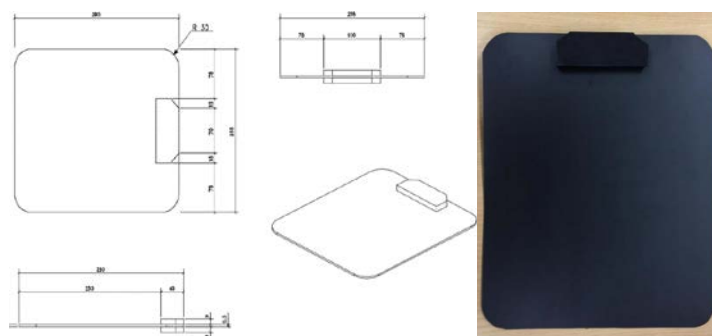
3.2 วิเคราะห์หารากเหง้าของปัญหา (Root Causes) หลังจากที่ได้ข้อสรุปจากการระดมสมองจากผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง จึงนำสาเหตุที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดมาทำการวิเคราะห์ต่อเพื่อให้ได้รากเหง้าของปัญหาด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม “ทำไม” (Why Why Analysis) [7] ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์หาค่าของปัญหา (Root Causes) แผ่นรองมีรอยขีดข่วน

WHAT	WHY 1	WHY 2	WHY 3	WHY 4
ปัญหาของเสีย “แผ่นรองมีรอยขีด ข่วน”	สาเหตุหลักจาก เครื่องจักร:แผ่นรอง สัมผัสกันภายในเครื่อง ทดสอบ	ใส่แผ่นวงจรพิมพ์ จำนวนหลายแผ่น พร้อมกันในเครื่อง ทดสอบ	จำเป็นต้องใส่ แผ่นวงจรพิมพ์ให้เต็ม ช่องเสียบ จึงจะสามารถ เริ่มการทดสอบได้	เครื่องทดสอบมี ข้อจำกัด และเป็น เงื่อนไขของลูกค้า

4. การแก้ไขปรับปรุง

ในการแก้ไขปรับปรุง ได้มีเลือกการออกแบบ และจัดท้าววัสดุที่เหมาะสมเพื่อสร้างแผ่น Black Hips Sheet เพื่อป้องกันรอยขีดข่วนบนแผ่นรอง และมีการทดลองใช้งานแผ่น Black Hips Sheet ก่อนที่จะนำมาใช้ในกระบวนการจริง ซึ่งลักษณะของแผ่น Black Hips Sheet มีการออกแบบให้เหมาะสมกับขนาดของชิ้นงาน และเหมาะสมกับเครื่องจักรที่ต้องทำงานร่วมกัน ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงลักษณะการออกแบบ และแผ่น Black Hips Sheet พร้อมใช้งาน

5. ทดลองใช้งานจริง และบันทึกผลข้อมูลหลังการทดลอง

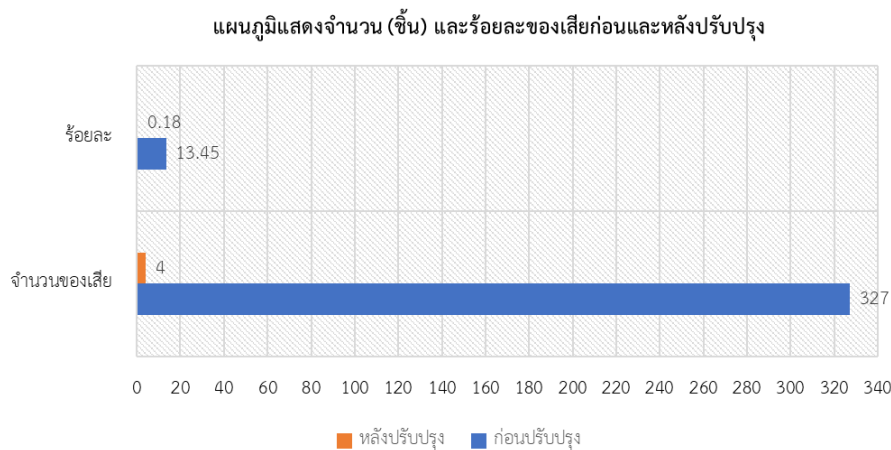
หลังจากมีการออกแบบ และสร้างแผ่น Black Hips Sheet เรียบร้อยแล้ว จึงนำไปทดลองใช้งานจริง และทำการบันทึกผลการใช้งานช่วงเดือนกันยายน 2564 ถึงเดือนมกราคม 2565 ดังผลการวิจัยในหัวข้อถัดไป อีกทั้งนำวิธีการทำงานใหม่จัดทำเอกสารการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานดังรูปที่ 11



รูปภาพที่ 11 แสดงเอกสารการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานหลังการปรับปรุง

ผลการวิจัย

จากข้อมูลในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน 2564 พบว่ามีจำนวนที่ผลิตทั้งสิ้น 2,430 ชิ้น และจำนวนของเสียทั้งสิ้น 327 หรือร้อยละ 13.45 ของยอดการผลิต หลังจากการแก้ไขปรับปรุง ทำการทดลองใช้งาน และบันทึกข้อมูลของเสียจากการผลิตช่วงเดือนกันยายน 2564 ถึงเดือนมกราคม 2565 พบว่าจำนวนที่ผลิตทั้งสิ้น 2,140 ชิ้น และเกิดจำนวนของเสียจำนวนทั้งสิ้น 4 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 0.18 ของจำนวนที่ผลิต ตามการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงดังรูปที่ 12



รูปภาพที่ 12 แสดงจำนวน (ชิ้น) และร้อยละของเสียก่อนและหลังปรับปรุง

สรุปผล และอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ ที่มุ่งเน้นการลดของเสียแผ่นรองมีรอยขีดข่วน เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในการลูกค้า และส่งมอบชิ้นส่วนได้ตามเงื่อนไขที่ลูกค้ากำหนด โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ (7 QC Tools) ในการวิเคราะห์ข้อมูล และใช้เทคนิคการตั้งคำถาม “ทำไม” (Why Why Analysis) เพื่อหาสาเหตุที่เป็นรากเหง้าของปัญหา พบสาเหตุที่เกิดจากเครื่องจักร คือ แผ่นวงจรพิมพ์ได้รับการสัมผัสกับเครื่องโปรแกรมขณะทดสอบการใช้งานในสถานที่งาน Tester เนื่องจากการใช้แผ่นวงจรพิมพ์เข้าไปพร้อมกันหลายแผ่น จึงทำให้แผ่นรอง ที่เป็นชิ้นส่วนประกอบเข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์เกิดรอยขีดข่วน ดังนั้นจึงได้ทำการแก้ไขโดยออกแบบ และสร้างแผ่น Black Hips Sheet เพื่อนำมารองป้องกันรอยขีดข่วน และสามารถใช้งานร่วมกับเครื่องโปรแกรมทดสอบการใช้งานของแผ่นวงจรพิมพ์ได้อย่างเหมาะสม หลังการแก้ไขปรับปรุงพบว่าของเสียเดิมจากร้อยละ 13.45 ของยอดการผลิต ลดเหลือร้อยละ 0.18 ของจำนวนที่ผลิต ผลการวิจัยดังกล่าวมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของสมพร วงษ์เพ็ง และอัญญารัตน์ ประสันใจ (2562) ที่ได้ศึกษาการประยุกต์วิธีการทาภูเขา เพื่อลดชิ้นงานเสียในกระบวนการประกอบแผ่นวงจรพิมพ์พีซีบี ได้วิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิแสดงเหตุและผล ผลการศึกษาพบว่าของเสียต่อเดือนลดเหลือร้อยละ 2.58 หรือลดลงจากเดิมร้อยละ 40 [8] และสอดคล้องกับงานวิจัยของศุภวิชญ์ อุทัยะพิรุณลักษณ์ (2561) ที่ได้ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานต้นแบบจากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ เพื่อลดของเสียจากการผลิตชิ้นงานต้นแบบของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 หรือ 7 QC Tools เน้นการใช้แผนภูมิแสดงเหตุและผลในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น หลังการแก้ไขปรับปรุง พบว่าของเสียในกระบวนการผลิตลดเหลือร้อยละ 13.59 หรือลดลงจากเดิมร้อยละ 32.99 [10] และสอดคล้องกับงานวิจัยของอลงกต ชุ่มศิริ (2561) ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ (การฉีดขึ้นส่วนยาง) โดยใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ ที่สัมพันธ์กัน พบว่าของเสียลดลงจากร้อยละ 5.88 เป็นร้อยละ 3.06 [12] และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของศุภวัชร เมฆบุรณ

และจิรวัดน์ ปล้องใหม่ (2559) ศึกษาหาแนวทางการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนโลหะ โดยได้ศึกษาสาเหตุและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตที่มีเปอร์เซ็นต์ของเสียสูง พบว่าปัญหาของเสียเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น คน เครื่องจักร อุปกรณ์ วัสดุการผลิต และวิธีปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสมต่างๆ ดังนั้นการแก้ปัญหาเพื่อลดของเสียทำให้สามารถลดเปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการผลิตจาก 0.66% เหลือ 0.25% [13]

เอกสารอ้างอิง

- [1] Krungsri Research Center, "Electronics Industry Trends 2021 - 2023," [Online].. Available: <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/Hi-tech-Industries/Electronics/IO/io-Electronics-21>. [Accessed: March 20, 2022].
- [2] Office of Industrial Economics, "Electronics Industry Q4 2021," [Online]. Available: <https://www.mreport.co.th/news/statistic-and-ranking/310-electronics-industry-2021-Q3-Q4>. [Accessed: March 20, 2022].
- [3] Mary Poppendieck, "7 Wastes," [Online]. Available: <http://www.moro.co.th/the-7-wastes>. [Accessed: March 28, 2022].
- [4] K. Pari, "7 Wastes," [Online]. Available: <https://greedisgoods.com/7-waste>. [Accessed: March 28, 2022].
- [5] FDI, "7 Wastes," [Online]. Available: <https://fdirecruit.co.th/7-waste>. [Accessed: March 31, 2022].
- [6] Thanayutsite, "7 QC Tools," [Online]. Available: <https://thanayutsite.wordpress.com/>. [Accessed: April 1, 2022].
- [7] K. Chantarasenar, "Why Why Analysis," [Online]. Available: <https://leantpm.com/2019/03/02/why-why-analysis>. [Accessed: April 1, 2022].
- [8] S. Vongpeang, A. Prasanjai, "Application of Taguchi Method for Defect Reduce Assembly Process on Printed Circuit Board A Case Study of An Electronics Part Factory," *TNI Journal of Engineering and Technology*, Vol.7 No.2, pp 26-35, July – December, 2019.
- [9] M. Lorsunnee, "Productivity Improvement in a Tuna Factory," Master of Engineering (Engineering Management), Siam University, Bangkok, Thailand, 2018.
- [10] S. Utayapirunrak, "Waste reduction in 3D print manufacturing," Master of Engineering (Engineering Management), Siam University, Bangkok, Thailand, 2018.
- [11] Kaoru Ishikawa., "Cause-and-Effect Diagram," Tokyo University, Tokyo, Japan, 1953.
- [12] A. Chumsiri et al., "Reduction of waste in the production process of automotive parts. (Rubber injection parts)," *The 2nd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society*, Kasem Bundit University, Romklao Campus, December 16, 2018, pp. 69-75.
- [13] S. Mekboon and J. Plongmai, "Defects Reduction in Polymer Solid Capacitor Production Process," *Kasem Bundit Engineering Journal*, Vol.7 No.1, pp.105-103, January-June 2017.