Pathumwan Academic Journal, Vol. 10, No. 28, May - August 2020: 1 - 13

การกำหนดค่าปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อลดปัญหาตะกั่วลัดวงจร โดยประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

Optimal Factor Setting to Reduce Problem from Lead Bridging by Using Design of Experiments: A Case Study of Electronics Part Factory

สมพร วงษ์เพ็ง* และ อัญญารัตน์ ประสันใจ

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี, ประเทศไทย

E-mail: somporn_v@rmutt.ac.th

Somporn Vongpeng* and Anyarat Prasunjai

Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathumtani, Thailand

E-mail: somporn_v@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปัญหาตะกั่วลัดวงจรในกระบวนการประกอบแผ่นวงจรพิมพ์พีซีบี โดยประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง เพื่อกำหนดค่าปัจจัยที่เหมาะสม จากการศึกษากระบวนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษามีปริมาณของเสียร้อยละ 2.58 ซึ่งมีปัญหาการลัดวงจรตำแหน่งซีพียูเป็นปัญหาหลักที่ส่งผลให้เกิดปริมาณของเสียร้อยละ 1.85 ของทุกประเภทของเสียทั้งหมดของกระบวนการผลิต ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยประกอบด้วยการนำแผนภูมิพาเรโตมาจัดลำดับปัญหาที่เกิดขึ้นร่วมกับแผนผังแสดงเหตุและผลในการหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบกับปัญหา จากนั้นทำการทดลองและหาค่าของปัจจัยที่เหมาะสมโดยการออกแบบการทดลองกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการ การออกแบบการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย คือ ขนาดของรูพิมพ์บล็อกสกรีน โดยในการทดลองมีการปรับค่าขนาดรูพิมพ์ที่ 0.25 และ 0.30 และระยะของการพิมพ์ตะกั่ว โดยการปรับที่ระยะ 0.50 และ 1.00 มิลลิเมตร ผลวิจัยพบว่าปัจจัยที่เหมาะสมในการพิมพ์ตะกั่ว คือ ปัจจัยบล็อกสกรีนขนาดรูพิมพ์ขนาด 0.25 มิลลิเมตร และปัจจัยระยะของการพิมพ์ตะกั่วที่ 0.50 มิลลิเมตร ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาของงานเสียที่เกิดจากตะกั่วลัดวงจรตำแหน่งซีพียู ลดลงจากเดิมปริมาณของเสียร้อยละ 1.85 จนไม่เกิดปัญหานี้ และทำให้ผลรวมปริมาณของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตลดลงจากเดิมปริมาณของเสียร้อยละ 2.58 เป็นร้อยละ 0.35 เนื่องจากของเสียลดลงในขั้นตอนการผลิตอื่นๆ ทำให้หลังจากปรับปรุงปัจจัยการผลิตปริมาณของเสียรวมเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

คำสำคัญ: การกำหนดค่าที่เหมาะสม; ตะกั่วลัดวงจร; การออกแบบการทดลอง

Research Paper

*Corresponding author

Received 2 March 2020

Revised 8 May 2020

Accepted 18 May 2020

Abstract

This research aimed to reduce lead bridging waste in the PCB assembly process by the optimal factor setting. The total amount of wastes in a production process at a case study company was 2.58 percent including the major problem of the short-circuit of CPU position problem giving the amount of waste of 1.85 percent. The steps of waste reduction were based on the Pareto chart to order the problem causing waste production and also used the cause – effect diagram to analyze the problem and the design of experiments (DOE) method in order to obtain the suitable factors. Two effective factors in the DOE method were the hole size of stencil block factor varying at 0.25 and 0.30 millimeters and the board size height factor varying at 0.50 and 1.0 millimeters. The result of this research showed that the appropriate parameters to set up the machine were the hole size of stencil block factor of 0.25 millimeters and the board size height of 0.50 millimeters. After the experiment, it showed that the lead bridging wastes were eliminated from 1.85 percent to zero resulting in the reduction of the total amount of waste to be 0.35 percent due to a decrease in waste in other production processes. Therefore, after improving the factors of production, the total amount of waste was in line with the target set.

Keywords: Optimal factor; Lead bridging waste; Design of experiment

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีการแข่งขันกันสูง ซึ่งสินค้าอิเล็กทรอนิกส์เกือบทุกประเภทมีต้นทุนที่ปรับตัวเพิ่มขึ้น ดังนั้นความจำเป็นของการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการและเพิ่มผลผลิตด้านอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์จึงยังเป็นสิ่งที่ภาคอุตสาหกรรมประเภทนี้ต้องการ ซึ่งปัญหาและอุปสรรคหนึ่งในกระบวนการผลิตประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผนพีซีบีจะเกิดขึ้นตั้งแต่กระบวนการการพิมพ์ตะกั่วลงบนแผ่นพีซีบี การวางอุปกรณ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นพีซีบี การให้ความร้อนในการหลอมตะกั่วระหว่างตัวอุปกรณ์กับแผ่นพีซีบี ซึ่งจะต้องมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการปรับตั้งอย่างเหมาะสมถูกต้อง จำเป็นต้องมีความรู้และประสบการณ์ในการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์เป็นอย่างดี เพื่อกำหนดวิธีการให้กับกระบวนการได้อย่างถูกต้องเหมาะสมเพื่อลดความสูญเสียให้เหลือน้อยที่สุด [1]

สถานะการณ์ในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา พบปัญหาชิ้นงานเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบของส่วนการพิมพ์ตะกั่ว (Printing Process) จากข้อมูลบันทึกของชิ้นงานเสียของฝ่ายผลิต เมื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและแยกลักษณะงานเสีย พบข้อมูลชิ้นงานเสียคิดเฉลี่ยต่อเดือนเป็นร้อยละ 2.58 ซึ่งสูงกว่าที่บริษัทตั้งเป้าหมายที่เปอร์เซ็นของเสียไม่เกินร้อยละ 1

ดังนั้นจึงได้ทำการระดมสมองร่วมกันหลายฝ่าย ทั้งฝ่ายบริหาร ฝ่ายผลิต ฝ่ายควบคุมคุณภาพ และผู้ที่เกี่ยวข้อง นำสาเหตุหลักที่ได้จากการวิเคราะห์มาทำการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ใช้แนวทางทฤษฎี เครื่องมือการ

ควบคุมคุณภาพ และการออกแบบการทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดค่าที่เหมาะสมในกระบวนการประกอบของส่วนการพิมพ์ตะกั่วและลดงานเสียให้ลดต่ำกว่าร้อยละ 1 ตามที่บริษัทตั้งเป้าหมายไว้

2. การดำเนินงานวิจัย

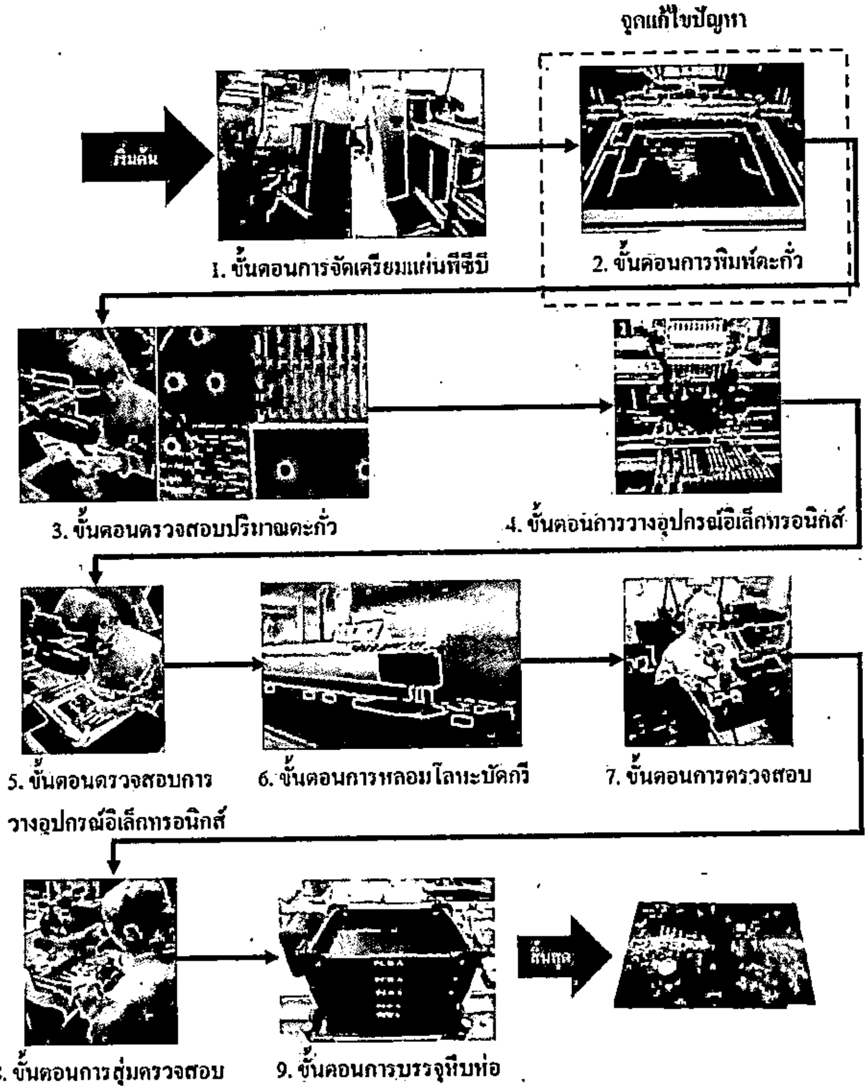
2.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อค้นหาสาเหตุและระบุปัจจัยที่มีผลกระทบทำให้เกิดของเสียในกระบวนการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นพีซีบี โดยคำนึงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้คุณภาพตรงตามมาตรฐาน [2] เริ่มจากการเก็บข้อมูลของเสีย ศึกษากระบวนการผลิตและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องแล้วจึงทำการวิเคราะห์เพื่อนำไปหาวิธีการแก้ไขปัญหาในส่วนการผลิต หลังจากนั้นทำการทดลอง ตรวจสอบ และสรุปผลการวิจัย

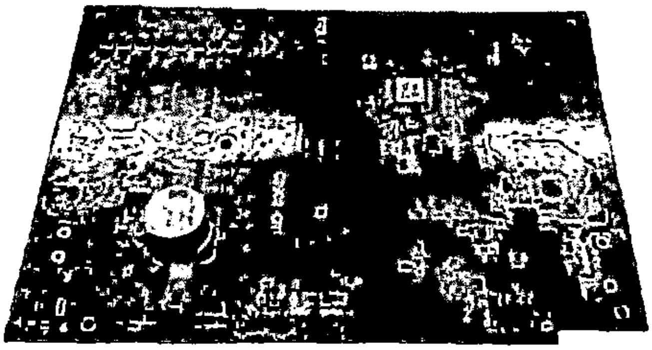
2.2 ศึกษากระบวนการผลิต

การศึกษากระบวนการผลิต เริ่มจากศึกษาการปฏิบัติงานในปัจจุบันร่วมกับทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งเป็นบริษัทประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นพีซีบี การเก็บข้อมูลปัญหาในการประกอบชิ้นงานในรุ่นการผลิตกรณีศึกษา เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ของเสียมากกว่าร้อยละ 1 ซึ่งไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่บริษัทตั้งไว้ โดยศึกษาของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการที่ไม่ตรงตามข้อกำหนดและศึกษาสภาพกระบวนการที่เป็นสาเหตุของปัญหาที่เป็นกระบวนการ จากนั้นจึงทำการประชุมเพื่อหาข้อสรุปกับทีมงานเพื่อทำการวิจัยเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น ในกระบวนการผลิตรุ่นกรณีศึกษา ปริมาณการผลิตจะขึ้นอยู่กับการสั่งซื้อของลูกค้า โดยมีลำดับขั้นตอนการผลิตชิ้นงานตามกระบวนการ ดังแสดงในรูปที่ 1

ผลิตภัณฑ์รุ่นกรณีศึกษา คือแผงวงจรประกอบด้วยลายวงจรที่เกิดจากการนำวงจรไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบจากวงจรไฟฟ้า ในรูปแบบของแบบวงจรไฟฟ้าหรือเรียกด้วยภาษาทางเทคนิคว่า เซอร์กิตไดอะแกรม (Circuit Diagram) มาอยู่ในรูปแบบของชิ้นงานที่สามารถนำมาใช้งานในทางปฏิบัติงานได้จริง โดยส่วนประกอบของแบบวงจรไฟฟ้านั้น จะมาอยู่ในรูปแบบการต่อสายไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จากอุปกรณ์ชิ้นหนึ่งไปสู่ชิ้นหนึ่งตามลำดับสัญญาณขาเข้าเรียกว่าอินพุท และสัญญาณขาออกหรือเอาท์พุทของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิด ซึ่งการประกอบต่อบนลายวงจรจะต้องถูกต้องตามแบบของวงจรที่ได้ถูกออกแบบไว้เท่านั้น หากมีส่วนใดส่วนหนึ่งที่ผิดแตกต่างจะไม่สามารถทำให้วงจรที่ต่อใช้งานนั้นสามารถทำงานได้ ตามที่ถูกออกแบบไว้นั้นได้ครบถ้วน ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์กรณีศึกษา



รูปที่ 2 ลักษณะของพีซีบีที่ทำนำมาศึกษากระบวนการการผลิตรุ่นกรณีศึกษา

จากการรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุงเป็นเวลา 1 เดือน ในกระบวนการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มียอดการผลิต 542 ชิ้น แต่พบว่ามีชิ้นงานที่เป็นไปตามข้อกำหนด 528 ชิ้น จะเห็นได้ว่า 14 ชิ้น ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ซึ่งมีของเสียร้อยละ 2.58 ไม่เป็นไปตามเป้าหมายของบริษัทที่ตั้งไว้

งานที่เกิดปัญหาเหล่านี้จะต้องดำเนินการซ่อมหรือนำกลับมาแก้ไขและบางส่วนต้องทิ้ง โดยมีค่าใช้จ่ายในการกำจัดต่อบอร์ดเป็นมูลค่า 850 บาทต่อบอร์ด โดยลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นได้หลากหลายลักษณะดังรายละเอียดในตารางที่ 1

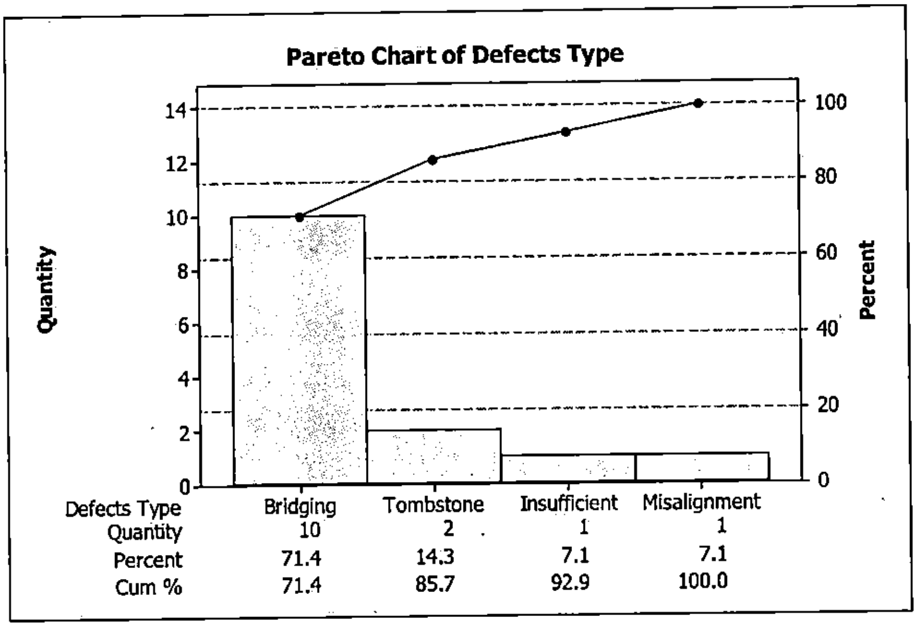
ตารางที่ 1 ลักษณะของเสียและความหมายของเสียในกระบวนการผลิต

ลักษณะของเสีย	ความหมาย	รูป
ตะกั่วลัดวงจร (Bridging)	โลหะบัดกรีที่ขาอุปกรณ์ที่เชื่อมติดกันในจุดที่ไม่ต้องการเป็นสาเหตุให้เกิดการลัดวงจรของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์บนแผ่นพีซีบี	
ตะกั่วไม่เพียงพอ (Insufficient Solder)	ปริมาณโลหะบัดกรีที่เชื่อมต่อขาอุปกรณ์มีปริมาณน้อยไม่เพียงพอกับขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับลายวงจรบนพีซีบี	
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลุด (Missing Part)	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องวางบนตำแหน่งที่กำหนดบนพีซีบีหลุดออกหายไปขณะการประกอบในสายการผลิต	
วางอุปกรณ์ไม่ตรง (Misalignment)	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่วางไม่ตรงตามแนวของการเชื่อมต่อของขาอุปกรณ์กับลายวงจรบนแผ่นพีซีบี	
ขาของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ยกลอย (Floating)	ขาของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ยกลอยจากจุดเชื่อมต่อกับลายวงจรบนแผ่นพีซีบีทำ ให้รูปทรงการประกอบไม่ปกติ	
ตะกั่วหลอมละลายไม่สมบูรณ์ (Non wetting)	ตะกั่วที่ตำแหน่งเชื่อมต่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีการหลอมละลายไม่สมบูรณ์เป็นเนื้อเดียวกัน	
คราบสกปรก (Dirty on Board)	คราบสกปรกแปลกปลอมเช่นเศษฝุ่นผงต่าง คราบกาวเปื้อนอุปกรณ์บนแผ่นพีซีบี	
ตะกั่วไม่เกาะขาอุปกรณ์ (Tombstone)	ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ประเภทชิพที่เกิดการยกขาข้างหนึ่งลอยและตั้งขึ้นจากจุด	
อุปกรณ์แตกร้าว (Damage Component)	ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่แตก บิ่น ร้าว บวมจนกิ่วแยกหรือแตกออกจากกัน	

2.3 การวิเคราะห์ปัญหาของชิ้นงานเสีย

จากการบันทึกข้อมูลการผลิตแผ่นพีซีบี ปัญหาที่พบถูกนำมาแยกเป็นกลุ่มของลักษณะของเสียที่เกิดขึ้น เพื่อหาจำนวนของลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้น โดยนับเป็นจำนวนจุดที่เกิดขึ้นบนแผ่นพีซีบีที่ถูกตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อยืนยันลักษณะปัญหาบนแผ่นพีซีบีที่แน่นอน และจัดลำดับปัญหา

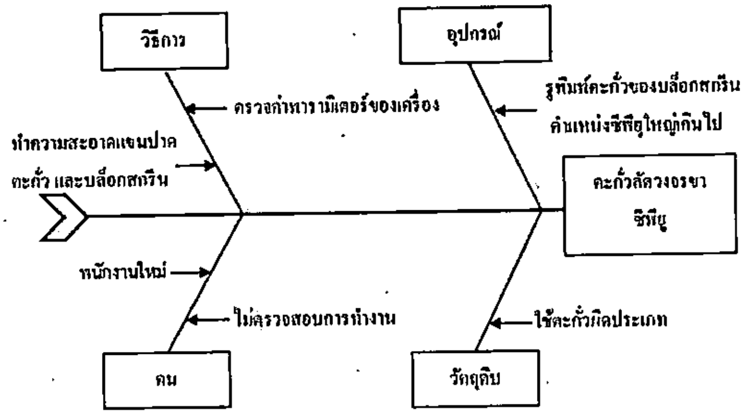
ข้อมูลของเสียแต่ละประเภท ได้นำมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิพาเรโต [3-6] ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจำนวนของลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์บนแผ่นพีซีบีแยกตามลักษณะของหัวข้อปัญหาทั้งหมดที่พบ ในสัดส่วน 80 : 20 ตามหลักการคัดเลือกปัญหาของพาเรโตนั้น ปัญหาหลักคือตะกั่วลัดวงจรซีพียู อยู่ที่ร้อยละ 71.4% ซึ่งเป็นลักษณะของเสียที่พบมากที่สุดในกระบวนการดังแสดงในรูปที่ 3 ปัญหานี้สร้างความเสียหายให้กับผลิตภัณฑ์ ชิ้นส่วน และตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จึงเลือกหัวข้อ ตะกั่วลัดวงจรซีพียู มาพิจารณาในการลดปัญหาที่เกิดขึ้น เพราะเป็นลักษณะปัญหาที่จำเป็นเร่งด่วนที่มีผลกระทบสูงด้านคุณภาพ ต้นทุน ความเชื่อมั่นจากลูกค้า และเป็นปัญหาที่มีของเสียเกิดขึ้นสูงที่สุด จึงนำไปทำการแก้ไขปรับปรุงต่อไป



รูปที่ 3 แผนภูมิพาเรโตแสดงลักษณะของเสียที่พบตามลักษณะปัญหา

2.4 การวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดแนวทางการแก้ไข

การวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิพาเรโต พบว่างานเสียที่เกิดจากตะกั่วลัดวงจรขาซีพียู 71.4% จากนั้นได้นำปัญหาดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ต่อด้วยการใช้แผนภูมิก้างปลาเพื่อช่วยวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยการระดมความคิดทั้งฝ่ายบริหาร ฝ่ายผลิต ฝ่ายควบคุมคุณภาพ และผู้ที่เกี่ยวข้อง สามารถแบ่งเหตุและผลออกเป็นสาเหตุหลักและสามารถแตกเป็นแขนงสาเหตุย่อย ดังแสดงในรูปที่ 4

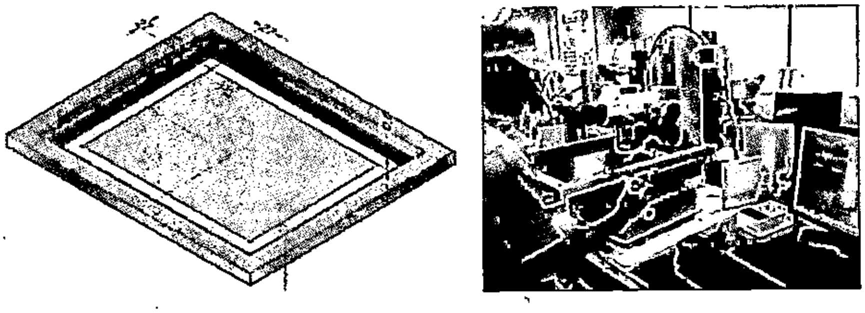


รูปที่ 4 แผนผังแสดงเหตุและผลของชิ้นงานเสียของบริษัทกรณีศึกษา

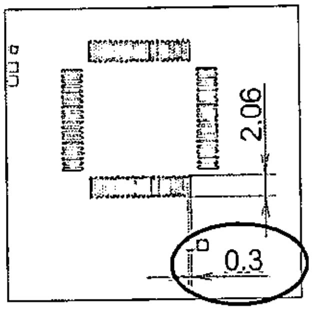
จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาตะกั่วลัดวงจรขาซีพียูในกระบวนการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์รุ่นกรณีศึกษา ด้วยแผนภาพเหตุและผล ดำเนินการจัดกลุ่มไว้ด้วยกัน 4 กลุ่ม คือ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) และวิธีการ (Method) แนวทางการแก้ไขปรับปรุง จากการระดมความคิดทั้งฝ่ายบริหาร ฝ่ายผลิต ฝ่ายควบคุมคุณภาพ และผู้ที่เกี่ยวข้อง สาเหตุหลักของปัญหาที่สรุปคือรูพิมพ์บล็อกสกรีนตะกั่วตำแหน่งของซีพียูใหญ่เกินไปไม่เหมาะสมกับพื้นที่แพทของพีซีบี จึงต้องออกแบบรูพิมพ์บล็อกสกรีนตะกั่วใหม่จากเดิม 0.30 มิลลิเมตร เปลี่ยนเป็น 0.25 มิลลิเมตร และทดลองค่าที่เหมาะสมของค่าพารามิเตอร์เพื่อแก้ไขปัญหาชิ้นงานเสียจากตะกั่วลัดวงจรขาซีพียู

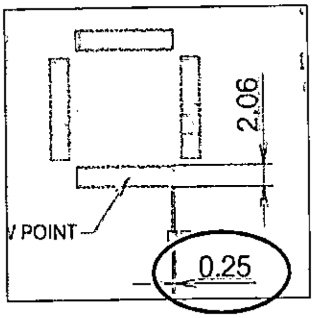
2.5 การออกแบบและสร้างบล็อกสกรีนตะกั่ว

การออกแบบบล็อกสกรีนตะกั่ว ทางคณะผู้วิจัย และวิศวกรออกแบบได้ทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการออกแบบรูบล็อกสกรีนตะกั่ว หลังจากนั้นทำการผลิตบล็อกสกรีนตะกั่วแล้วนำมาตรวจสอบความถูกต้องขนาดเปรียบเทียบกับแบบ (Drawing) ดังแสดงในรูปที่ 5โดยรูพิมพ์บล็อกสกรีนตะกั่ว 0.25 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย 0.254 มิลลิเมตร และรูพิมพ์บล็อกสกรีนตะกั่ว 0.30 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย 0.294 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 6



รูปที่ 5 ออกแบบบล็อกสกรีนตะกั่วและการตรวจสอบ





รูปที่ 6 แบบขนาดรูบล็อกสกรีนตะกั่วก่อนและหลังปรับปรุง

2.6 ปัจจัยและระดับปัจจัย

การกำหนดปัจจัยและระดับปัจจัยที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ พิจารณาเฉพาะปัจจัยหลักที่ควบคุม (Factor) [6-7] โดยปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วย 2 ปัจจัยหลักที่สำคัญ ได้แก่ ขนาดรูพิมพ์บล็อกสกรีนตะกั่ว (Hole Size of Stencil Block) และ ความสูง (Board Size Height) แสดงดังตารางที่ 2 เพื่อประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย [8]

ตารางที่ 2 ปัจจัย และระดับปัจจัย

ปัจจัย	ระดับของปัจจัย		หน่วย
	แบบที่ 1	แบบที่ 2	
ขนาดรูพิมพ์บล็อกสกรีนตะกั่ว (Hole Size of Stencil Block)	0.25	0.30	มม.
ความสูง (Board Size Height)	0.50	1.00	มม.

จากปัจจัยที่กำหนด นำมาออกแบบการทดลองโดยโปรแกรมมินิแทบแบบ 2^k แฟคทอเรียล ด้วยปัจจัย 2 ปัจจัย ระดับของปัจจัย 2 ระดับ การทดลองซ้ำ 4 ครั้ง ได้แบบการทดลองทั้งหมด 16 การทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3 และตรวจสอบขนาดรูพิมพ์บล็อกสกรีนตะกั่ว ดังรูปที่ 7 บันทึกผลการตรวจสอบขนาดรูของตะกั่ว (Average lead width) ดังตารางที่ 3

รูปที่ 7 การตรวจสอบขนาดรูพิมพ์บล็อกสกรีนตะกั่ว

ตารางที่ 3 ปัจจัยการทดลองและผลการตรวจสอบขนาดรูของตะกั่ว (Average lead width)

Std Order	Run Order	Center Pt	Blocks	Hole size of stencil block (mm.)	Board Size height (mm.)	Average lead width (mm.)
12	1	1	1	0.30	1.00	0.297
2	2	1	1	0.30	0.50	0.304
14	3	1	1	0.30	0.50	0.303
3	4	1	1	0.25	1.00	0.252
13	5	1	1	0.25	0.50	0.252
10	6	1	1	0.30	0.50	0.303
6	7	1	1	0.30	0.50	0.304
5	8	1	1	0.25	0.50	0.252
9	9	1	1	0.25	0.50	0.252
16	10	1	1	0.30	1.00	0.296
11	11	1	1	0.25	1.00	0.251
4	12	1	1	0.30	1.00	0.297
1	13	1	1	0.25	0.50	0.251
15	14	1	1	0.25	1.00	0.253
8	15	1	1	0.30	1.00	0.295
7	16	1	1	0.25	1.00	0.252

3. ผลการวิจัย

จากการคำนวณด้วยโปรแกรมมินิแทบโดยใช้เทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าปัจจัยขนาดรูพิมพ์บล็อกสกรีนตะกั่ว ปัจจัยความสูง และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง มีค่า P-Value น้อยกว่าค่าอัลฟ่า 0.05 จึงสรุปว่า ปัจจัยทั้งสองและปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองมีผลต่อความกว้างของตะกั่วที่พิมพ์ลงในแผ่นวงจรที่ทำให้เกิดปัญหาตะกั่วลดวงจรในกระบวนการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 8 และสอดคล้องกับ Normal Plot of the Standardized Effects ที่ปัจจัยขนาดรูพิมพ์บล็อกสกรีนตะกั่ว ปัจจัยความสูง และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองมีผลเท่ากับ Significant แต่ปัจจัยขนาดรูพิมพ์บล็อกสกรีนตะกั่วจะส่งผลมากที่สุด

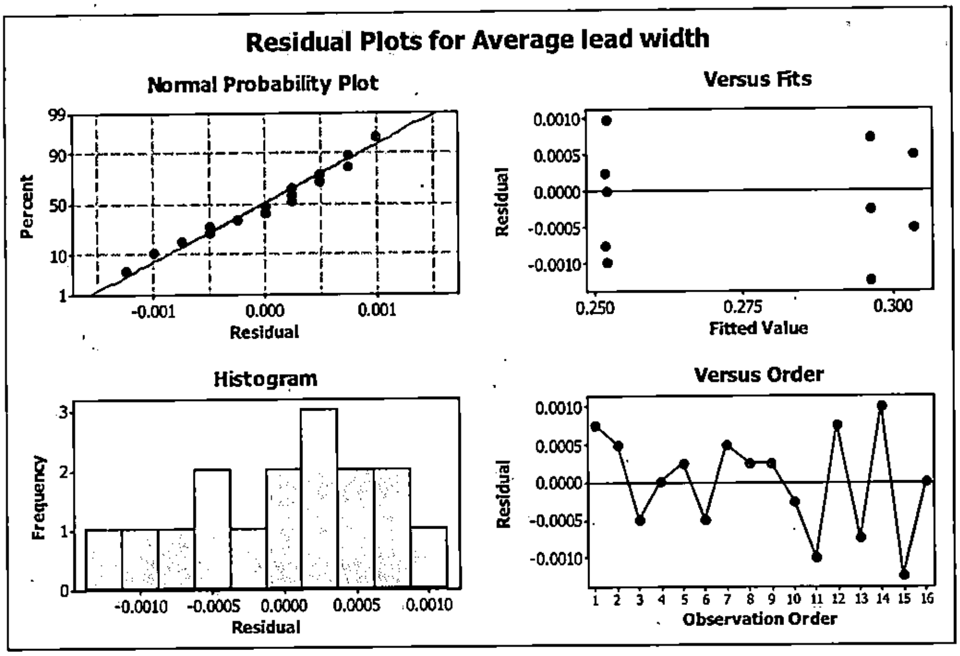
Factorial Fit: Average lead versus Hole size of, Board Size h

```
Estimated Effects and Coefficients for Average lead width (coded units)

Term                          Effect      Coef   SE Coef        T      P
Constant                               0.275875  0.000184  1499.36  0.000
Hole size of stencil block  0.048000   0.024000  0.000184   130.44  0.000
Board Size height          -0.003500  -0.001750  0.000184    -9.51  0.000
Hole size of stencil block*-0.003750  -0.001875  0.000184   -10.19  0.000
  Board Size height


S = 0.000735980   PRESS = 0.0000115556
R-Sq = 99.93%     R-Sq(pred) = 99.88%    R-Sq(adj) = 99.91%
```

รูปที่ 8 ผลวิเคราะห์ ANOVA ด้วยโปรแกรมมินิแทบ

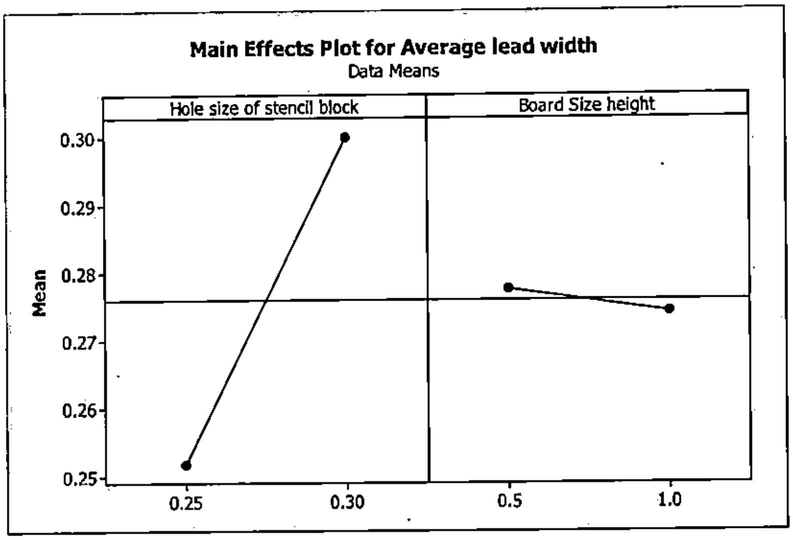
การวิเคราะห์ Residual Plots ของค่าผลตอบค่าY (ค่าเฉลี่ยความกว้างตะกั่วจากการพิมพ์) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลตอบที่เหมาะสม (Response Optimization) สามารถวิเคราะห์รูปแบบความพอเพียงของข้อมูล [9] ดังแสดงในรูปที่ 9 ได้ดังนี้

- กราฟ Normal Probability Plot มีลักษณะเป็นเส้นตรง และข้อมูลจากกราฟ Histogram กราฟมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง คล้ายระฆังคว่ำ หรือ Normal Curve แสดงให้เห็นว่ามีการแจกแจงแบบปกติ
- กราฟ Versus Fitted Value มีลักษณะเรียงตัวของข้อมูลที่ไม่แน่นอนกระจัดกระจาย แสดงให้เห็นว่าเป็นแบบสุ่ม และมีความแปรปรวนเท่าๆ กันของแต่ละกลุ่ม
- กราฟ Versus Order มีลักษณะกระจายตัวของข้อมูลทั้งด้านบนและด้านล่างใกล้เคียงกัน ไม่อยู่ในด้านใดด้านหนึ่ง แสดงให้เห็นว่าข้อมูลแต่ละกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน

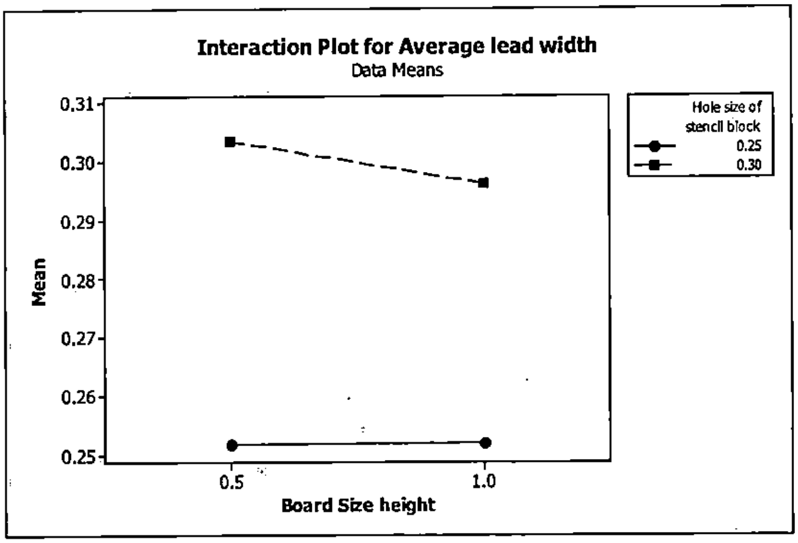


รูปที่ 9 Residual Plots ของค่าผลตอบค่า Y (ค่าเฉลี่ยความกว้างตะกั่วจากการพิมพ์)

การวิเคราะห์ผลกระทบหลักปัจจัยเดี่ยวและปัจจัยร่วม พบว่าปัจจัยขนาดรูพิมพ์บล็อกสกรีนตะกั่ว เมื่อระดับของปัจจัยแตกต่างกันจะส่งผลกระทบต่อค่า Y (ค่าเฉลี่ยความกว้างตะกั่วจากการพิมพ์) มากกว่า ปัจจัยความสูง ซึ่งระดับของปัจจัยแตกต่างกันจะส่งผลกระทบต่อค่า Y (ค่าเฉลี่ยความกว้างตะกั่วจากการพิมพ์) เพียงเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่10 และเมื่อวิเคราะห์ปัจจัยร่วม ระดับของปัจจัยความสูงเปลี่ยนแปลงจะส่งผลต่อค่า Y (ค่าเฉลี่ยความกว้างตะกั่วจากการพิมพ์) มาก เมื่อปัจจัยขนาดรูพิมพ์บล็อกสกรีนตะกั่วมีค่า 0.30 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 11

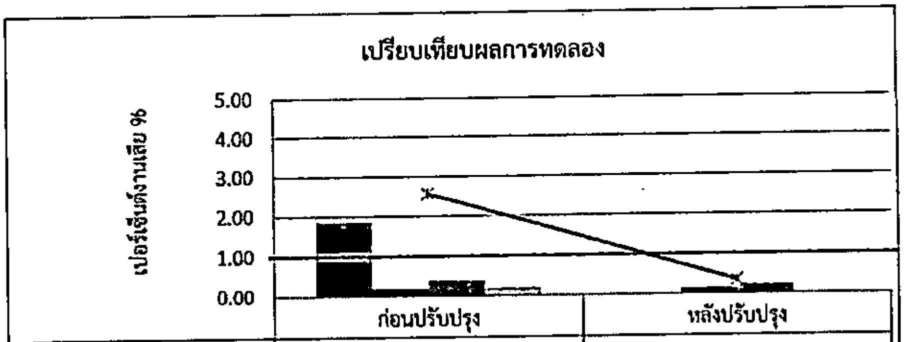


รูปที่ 10 ผลกระทบหลักปัจจัยเดี่ยว



รูปที่ 11 ผลกระทบปัจจัยร่วม

จากการควบคุมการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องพิมพ์ตะกั่ว เป็นระยะเวลา 1 เดือน ด้วยปัจจัยที่เหมาะสมคือปัจจัยขนาดรูพิมพ์บล็อกสกรีนตะกั่ว (Hole Size of Stencil Block) ที่ระดับของปัจจัย 0.25 มิลลิเมตร และ ปัจจัยความสูง (Board Size Height) ที่ระดับของปัจจัย 0.50 มิลลิเมตร พบว่าเปอร์เซ็นต์งานเสียหลังการปรับปรุงลดลง โดยปริมาณของเสียจากตะกั่วลัดวงจรขาซีพียูลดลงจากร้อยละ 1.85 เป็นร้อยละ 0.00 ทำให้สามารถลดปริมาณของเสียรวมจากร้อยละ 2.58 เป็นร้อยละ 0.35 แสดงดังรูปที่ 12



	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
ตะกั่วลัดวงจรขาซีพียู	1.85	0.00
วางอุปกรณ์ไม่ตรง	0.18	0.14
ตะกั่วไม่เกาะขาอุปกรณ์	0.37	0.21
ตะกั่วไม่เพียงพอ	0.18	0.00
งานเสีย (%)	2.58	0.35

รูปที่ 12 กราฟเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการแก้ไขปัญหาในกระบวนการประกอบแผ่นวงจรพิมพ์พีซีบี บริษัทกรณีศึกษามีปริมาณของเสียร้อยละ 2.58 ซึ่งมีปัญหาการลัดวงจรตำแหน่งซีพียูเป็นปัญหาหลักที่ส่งผลให้เกิดปริมาณของเสียร้อยละ 1.85 ของทุกประเภทของเสียทั้งหมด การดำเนินงานด้วยการนำแผนภูมิพาเรโตมาจัดลำดับปัญหาที่เกิดขึ้นร่วมกับแผนผังแสดงเหตุและผลในการหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบกับปัญหา ต่อด้วยการหาค่าของปัจจัยที่เหมาะสมโดยการออกแบบการทดลอง ผลการวิจัยจากการกำหนดปัจจัยที่เหมาะสม คือ ปัจจัยบล็อกสกรีนขนาดรูพิมพ์ขนาด 0.25 มิลลิเมตร และปัจจัยความสูงที่ระยะ 0.50 มิลลิเมตร สามารถแก้ไขปัญหาของงานเสียที่เกิดจากตะกั่วลัดวงจรตำแหน่งซีพียู จากเดิมต่อเดือนร้อยละ 1.85 จนไม่เกิดปัญหานี้ และทำให้ผลรวมปริมาณของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตลดลง [9] จากเดิมร้อยละ 2.58 เป็น ร้อยละ 0.35 เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ สรุปได้ว่าการนำเทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ [10] แผนภูมิพาเรโต และแผนผังแสดงเหตุและผล มาช่วยในวิเคราะห์ปัญหา ทำให้ทราบสาเหตุและแนวทางแก้ไขปัญหา การประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง สามารถหาค่าของปัจจัยที่เหมาะสม ลดของเสีย ต้นทุนในการผลิต ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่คอยสนับสนุนทั้งเครื่องมืออุปกรณ์ ความรู้ เทคนิคต่างๆ และขอขอบพระคุณบริษัทกรณีศึกษาที่ อำนวยความสะดวกและสนับสนุนความร่วมมือเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Vongpeang and A. Prasanjai, "Application of Taguchi method for waste 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, 2019, pp. 26-35.

[2] R. Sangkatip, M. Sriswat, K. Satayotin and W. Prasong, "Improvement of Electric Fan Manufacturing Process by Lean Six Sigma Technique," Pathumwan Academic Journal, Vol. 9, No. 26, 2019, pp. 14-24.

[3] B. Buathuan, "Waste Reduction in Painting of Exterior Wall Panel on Fiber Cement Board," The Journal of Industrial Technology, Vol. 12, No. 1, 2016, pp. 65-77.

[4] S. Vongpeng and A. Prasunjai, "The reduce time of cutting bottom can process: A case study of can manufacturing company," Proceedings of IE Network 2017, Chiang Mai, 2017, pp. 156-162.

[5] S. Vongpeng and A. Prasunjai, "The reduced time on anti slip plate hole punch process," Proceedings of IE Network 2018, Ubon Ratchathani, 2018, pp. 515-518.

[6] S. Vongpeng and A. Prasunjai, "Efficiency enhancement of hexagon nuts requisition in warehouse case study: Mold industry," Proceedings of ARUCON 2018, Phra Nakhon Si Ayutthaya, 2018, pp. 551-554.

[7] P. Tanasanskulwong and U. Purintrapiban, "Application of Lean Six Sigma in Wine Glass Manufacturing Industry," TNI Journal of Engineering and Technology, Vol.7, No.1, 2019, pp. 22-31.

[8] N. Lorjalamsak, P. Sawattaan, N. Chaiwongsakda, P. Anan-uea, K. Sinnarong, W. Watanarawee, C. Putakamnerd and S. Winyangkul, "Logistics Operations Optimization in Case Study to Transport Routing and Production Scheduling," Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal, Vol. 11, No. 2, 2018, pp.14-28.

[9] C. Kalchuk and K. Phunikom, "Design of Experiments for Analyzing Factors Affecting to Napier Grass Cutting Efficiency," Thai Industrial Engineering Network Journal, Vol. 5, No. 2, 2018, pp.20-26.

[10] A. Prasanjai and S. Vongpeang, "Increase of Production Efficiency of Tractor Part by Industrial Engineering Technique:A Case Study of Automotive Part Factory," Pathumwan Academic Journal, Vol. 10, No. 27, 2020, pp. 50-69.

ISSN 2229-163

วารสาร
วิชาการปทุมวัน
Pathumwan Academic Journal
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโ

HOME ABOUT LOGIN REGISTER SEARCH CURRENT ARCHIVES ANNOUNCEMENTS

Home > Archives > **Vol 10, No 28 (2020)**

Vol 10, No 28 (2020)

ปีที่ 10 ฉบับที่ 28 พฤษภาคม-สิงหาคม 2563

Table of Contents

บทความวิจัย

การกำหนดค่าปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อลดปัญหาตะกั่วลัดวงจร โดยประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ — PDF 1-13
สมพร วงษ์เพ็ง, อัญญารัตน์ ประสันใจ

แบบจำลองอัตราการไหลสูงสุดสำหรับการผลิตผ้าเบรกรถยนต์ — PDF 14-26
คเณศ พันธุ์สวาสดิ์, เอกรินทร์ การเก่ง

ผลของปริมาณ NiO ที่มีต่อความว่องไวของตัวเร่งปฏิกิริยา Ni-Al2O3 จากการตกตะกอนร่วมในการเร่งปฏิกิริยาการผลิตกรีนดีเซล — PDF 27-42
กนกวรรณ ง้าวสุวรรณ, ศิวนัท แก้วใจดี, ลักษิกา เภามี, ปัชวาลย์ สุขมั่น, สุรัตน์ บุญพึ่ง, ชาติสยาม ธรรมจินดา

การเปรียบเทียบโครงสร้างรูพรุนอลูมิเนียมออกไซด์ด้วยการอโนไดซ์ในระบบกรดเดี่ยวและกรดผสม — PDF 43-59
สถาพร คำหอม

การวัดและควบคุมค่า pH ของน้ำด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง — PDF 60-78
สิริวิช หัดสวน, ประสิทธิ์ สุขเสริม

การศึกษาอิทธิพลกระแสเชื่อมอาร์กทังสะเตนแก๊สคลุมต่อสมบัติของรอยต่อระหว่างท่อเหล็กกล้าไร้สนิม AISI304 และ AISI316L — PDF 79-88
ชเนรินทร์ รักสัตย์, ระพี กาญจนะ, กิตติพงษ์ กิมะพงศ์, ศักดิ์ชัย จันทศรี

ติดต่อสอบถาม

สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน 833 ถนนพระรามที่ 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทร 02-104-9099

CURRENT ISSUE

ATOM 1.0
RSS 2.0
RSS 1.0

USER

Username
Password
Remember me
Login

NOTIFICATIONS

- View
- Subscribe

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope
All
Search

Browse

- By Issue
- By Author
- By Title

FONT SIZE

INFORMATION

- For Readers
- For Authors
- For Librarians

KEYWORDS

Dual culture Gas tungsten arc welding Growth HHI KDML 105 Leaf area index Rice Tensile strength การจัดการความรู้ การเชื่อมอาร์กทังสะเตนแก๊สคลุม ก๊าซเรือนกระจก ขาวดอกมะลิ 105 ข้าว ความพึงพอใจ ความแข็งแรงดึง ดัชนีพื้นที่ใบ พลังทางสังคม สังคมออนไลน์ เหล็กกล้าไร้สนิม ไนตริกออกไซด์ ไมโครคอนโทรลเลอร์

รายชื่อวารสารทั้งหมด

พบวารสารทั้งหมด 1130 รายการ

*ท่านสามารถดูรายละเอียดของแต่ละวารสารได้โดยคลิกที่ชื่อของวารสาร

2229-1636

ISSN	E-ISSN	ชื่อไทย	ชื่ออังกฤษ	TCI กลุ่มที่	สาขา	เว็บไซต์	หมายเหตุ
2229-1636	-	วารสารวิชาการปทุมวัน	Pathumwan Academic Journal	1	Physical Sciences	http://paj.pit.ac.th/	

รายละเอียดของวารสาร

ชื่อวารสาร: วารสารวิชาการปทุมวัน

Journal Name: Pathumwan Academic Journal

ชื่อบรรณาธิการ: รศ.ดร.ณาวดี ศรีศิริวัฒน์

ชื่อย่อของวารสาร:

Abbreviation Name: PAJ

ISSN: 2229-1636

E-ISSN:

ที่อยู่สำหรับการติดต่อ: สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน 833 ถนนพระรามที่ 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

เจ้าของ: สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน / Pathumwan Institute of Technology

จำนวนฉบับต่อปี: 3

Email: pathumwanacademicjournal@gmail.com

Website: http://paj.pit.ac.th/

TCI กลุ่มที่: 1

สาขาหลักของวารสาร: Physical Sciences

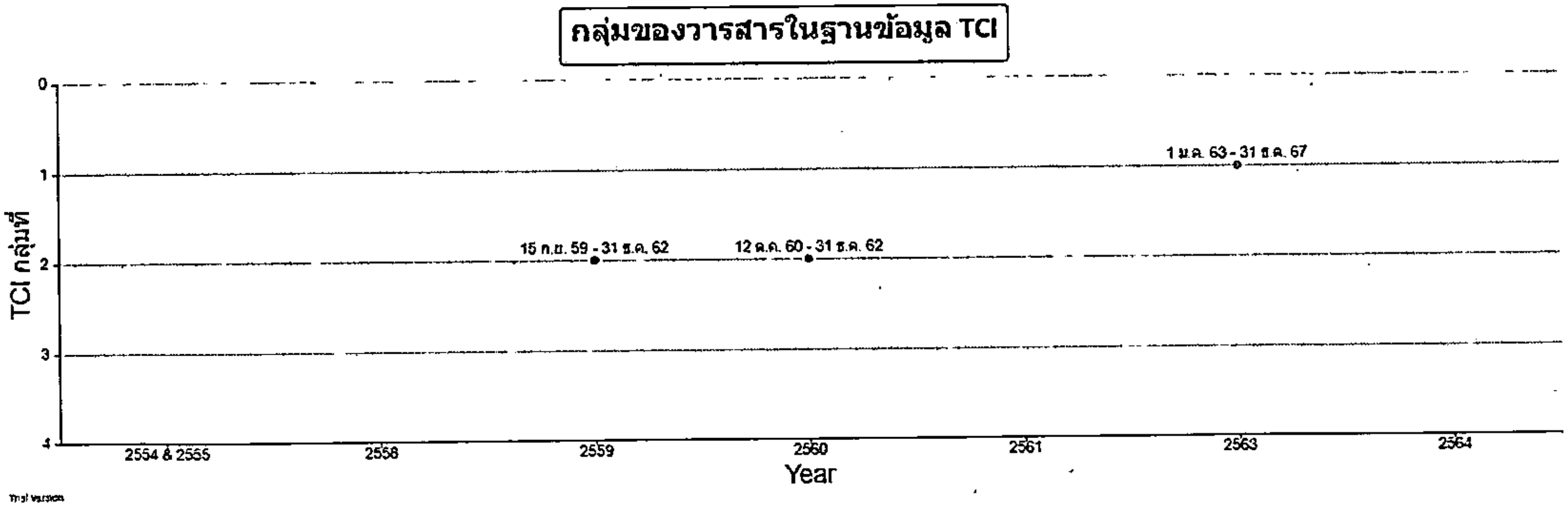
สาขาย่อยของวารสาร: Computer Science / Engineering / Materials Science

หมายเหตุ:

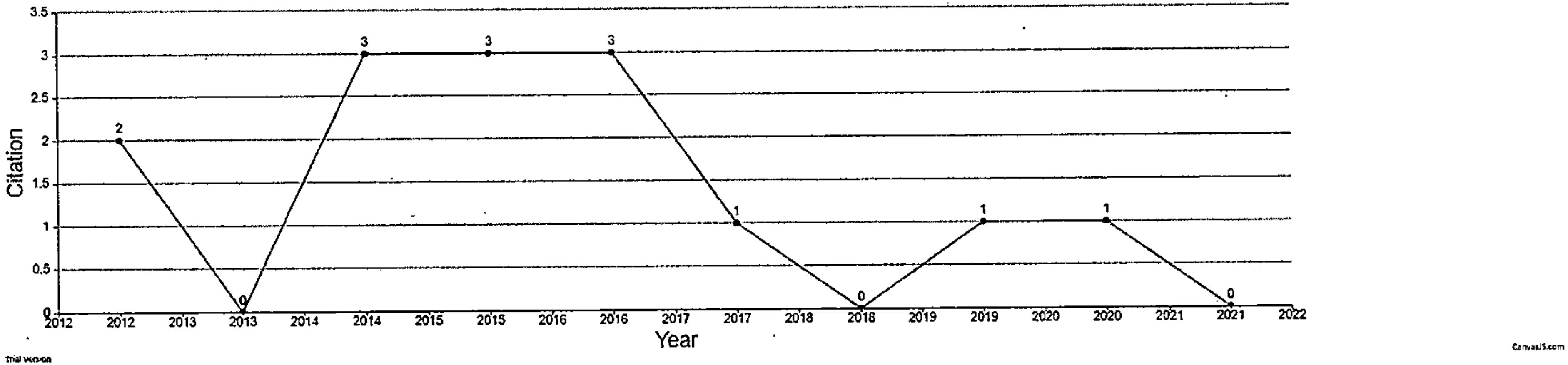
Total Citations : 14
Total Publications : 159

ข้อมูล Citation และ Publication ของวารสาร

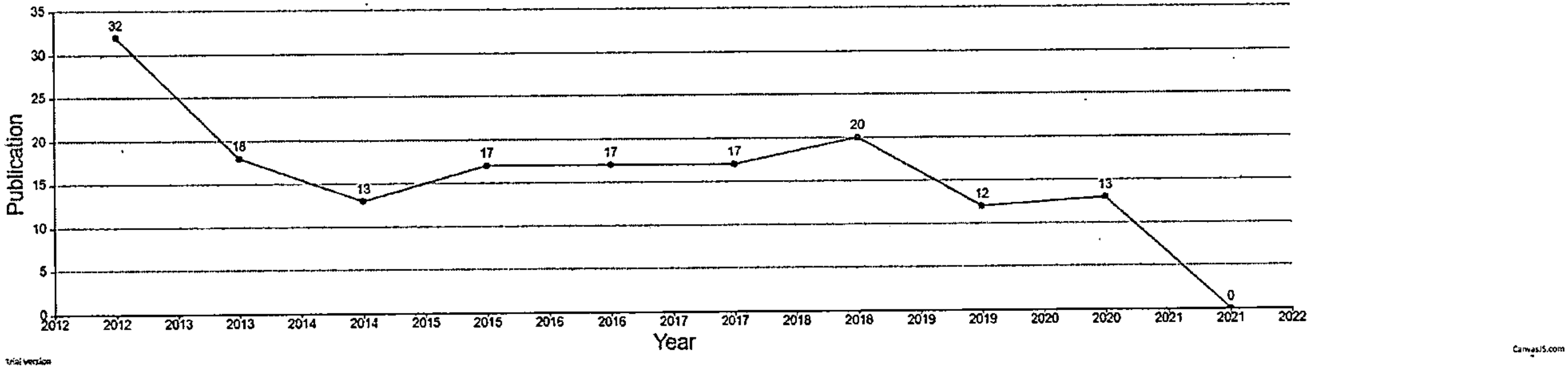
ข้อมูลของวารสาร	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Citation	2	0	3	3	3	1	0	1	1	0
Publication	32	18	13	17	17	17	20	12	13	0
Citation / Publication	0.06	0	0.23	0.18	0.18	0.06	0	0.08	0.08	0



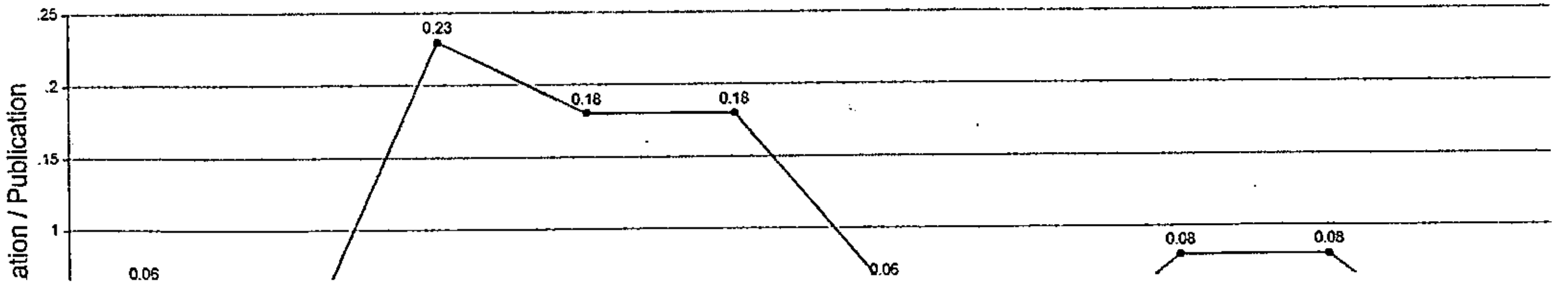
Citation 10 Years

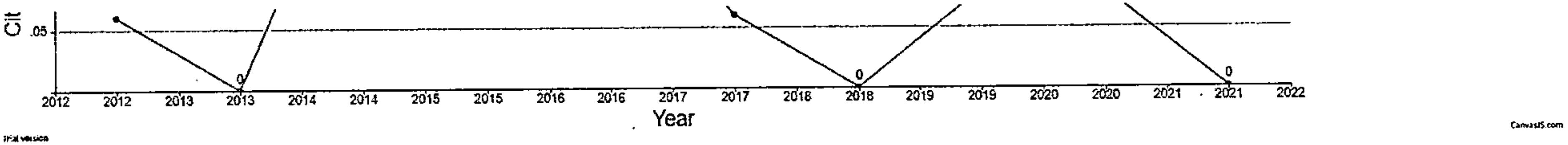


Publication 10 Years



Citation / Publication 10 Years

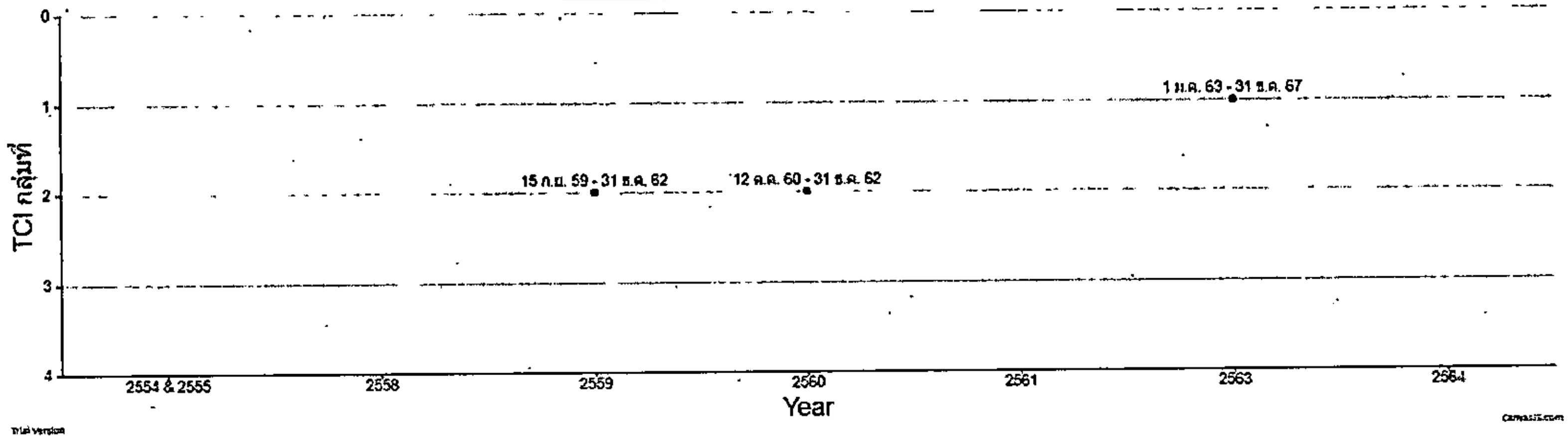



Cit
.05
0
0
0
2012
2012
2013
2013
2014
2014
2015
2015
2016
2016
2017
2017
2018
2018
2019
2019
2020
2020
2021
2021
2022
Year
Trial version
CanvasJS.com

ข้อมูล Citation และ Publication ของวารสาร

ข้อมูลของวารสาร	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Citation	2	0	3	3	3	1	0	1	1	0
Publication	32	18	13	17	17	17	20	12	13	0
Citation / Publication	0.06	0	0.23	0.18	0.18	0.06	0	0.08	0.08	0

กลุ่มของวารสารในฐานข้อมูล TCI



Citation 10 Years