การเพิ่มผลิตภาพของกระบวนการเคลือบผิวของแผงวงจรไฟฟ้า

ณิชาณัช เกศมุกดา[1*] และ ธีรวัฒน์ สุวรรณวัจณ์[2]

Received: 21 November 2023; Revised: 25 March 2024; Accepted: 20 April 2024

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ประเภทแผงวงจรไฟฟ้าเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมสำคัญที่ประเทศไทยมีการส่งออกเป็นมูลค่าสูง พร้อมทั้งมีบริษัทชั้นนำต่างๆ มากมายที่มีฐานการผลิตเพื่อการส่งออกอยู่ในประเทศไทย ทั้งนี้โจทย์ของการวิจัยเริ่มจากแผงวรจรไฟฟ้าบางรุ่นจะต้องมีการเคลือบผิวให้มีความหนาตามข้อกำหนดของลูกค้าคือ 20 ถึง 30 ไมครอน ปัญหาในปัจจุบันซึ่งพบว่าเครื่องเคลือบผิวแผงวงจรไฟฟ้าของโรงงานกรณีศึกษาเป็นกระบวนการคอขวด ซึ่งต้องการเพิ่มผลผลิตโดยไม่ต้องการลงทุนเครื่องจักรเพิ่ม จากการนำข้อมูลการผลิตมาวิเคราะห์พบว่า การวัดค่าความหนาก่อนการเริ่มทำงานในแต่ละกะใช้เวลามากที่สุดและต้องวัดจำนวน 3 ครั้งต่อวันคือ กะเช้า กะบ่าย และกะดึก ในการวัดแต่ละครั้งต้องทำการพ่นเคลือบบนแผ่นเหล็กที่กำหนดแล้วทำการอบจากนั้นจึงทำการวัดค่าความหนา โดยเวลาที่ใช้ทั้งหมดคือ 76 นาที จากการนำข้อมูลมาวิเคราะห์พบว่า มีความเป็นไปได้ที่จะลดจำนวนครั้งการวัดความหนาจากวันละ 3 ครั้งเหลือวันละ 1 ครั้ง จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้วพบว่า ค่าความหนาของทั้ง 3 กะไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นโรงงานกรณีศึกษาจึงมีแนวทางในการเพิ่มผลผลิตได้ โดยการลดจำนวนครั้งการวัดค่าความหนาจาก 3 ครั้งต่อวันเป็น 1 ครั้งต่อวัน ทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตจากเดิม 103.20 หน่วยต่อวัน เป็น 118.40 หน่วยต่อวัน และเพิ่มผลิตภาพจาก 8.60 หน่วยต่อคน เป็น 9.87 หน่วยต่อคน จากที่กล่าวมาสามารถเพิ่มผลิตภาพได้คิดเป็น 14.77 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: แผงวงจรไฟฟ้า, ผลิตภาพ, การเคลือบผิว

[*] *Corresponding Author: Nichanach.kat@rmutr.ac.th*

[1, 2] *สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์*

Productivity Improvement on the PCBA Coating Process

Nichanach Katemukda[1*] and Teerawat Suwannawat[2]

Received: 21 November 2023; Revised: 25 March 2024; Accepted: 20 April 2024

Abstract

The printed circuit board assembly (PCBA) industry is important for Thailand because it is a high-value export product. Many manufacturers, such as the world-class company, have plants located in Thailand. The research established that the output of the coating process needed to be increased by maintaining the resources. The manufacturer case study needs the printed circuit board to be coated per customer requirement, which is 20–30 microns. The coating machine process is a bottleneck, and only one machine is in place. The data analysis of the production database identifies that the thickness measurement consumed more time per day (76 minutes of performing the coupon and thickness measurement). Three times per day, the thickness is confirmed by a coupon (stainless plate) measurement at the beginning of the shift (morning, afternoon, and night shift). The research aims to prove the coating machine's performance is still maintained all day and can reduce the number of thickness measurements per day. The statistical approach involved applying analysis of variance and concluding that the thickness requirements are still maintained all day and there is no need to measure the thickness for the afternoon and night shifts. The thickness is not different for all three shifts, with 95% confidence. The coating still meets the customer requirements, and the output increased from 103.20 to 118.40 units per day, and productivity improved from 8.60 to 9.87 units per operator, which is 14.77% increasing.

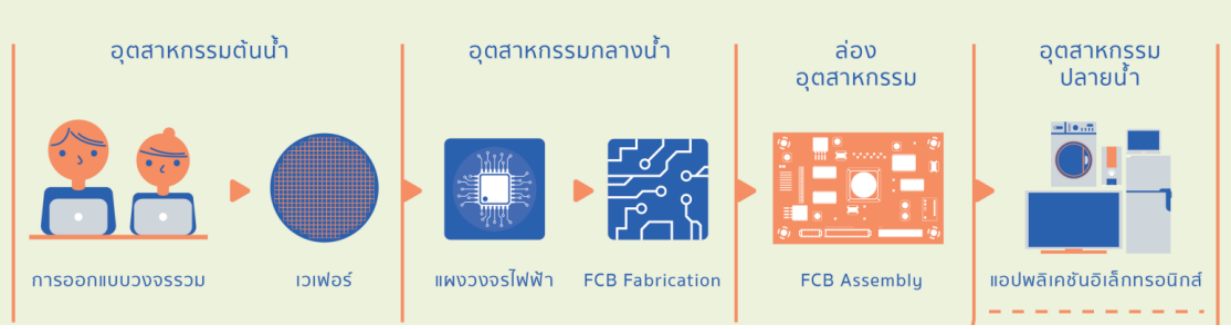
Keywords: Printed Circuit Board Assembly (PCBA), Productivity, Coating

[*] *Corresponding Author: Nichanach.kat@rmutr.ac.th*

[1, 2] *Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Rattanakosin*

1. บทนำ

ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ล้วนมีส่วนประกอบที่สำคัญคือแผงวงจรไฟฟ้าหรือที่เรียกกันในชื่อภาษาอังกฤษว่า Printed Circuit Board Assembly หรือ PCBA ชิ้นส่วนดังกล่าวมีการผลิตเป็นจำนวนมากในประเทศไทยและมีมูลค่าการส่งออกที่สูงมากอยู่ใน 10 อันดับแรกของประเทศ (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า, 2566) โดยมีโรงงานผลิตแผงวงจรทั้งที่เป็นบริษัทของประเทศไทยและบริษัทของต่างชาติ ผลิตภัณฑ์แผงวงจรดังกล่าวจะถูกนำไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนสุดท้ายที่ใช้ในหลายๆ อุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมยานยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า การบินและอวกาศยาน ไปจนถึงอุปรณ์ทางการแพทย์ (Chatterjee & Gamota, 2020) หากมองในภาพของห่วงโซ่อุปทานแล้วผลิตภัณฑ์แผงวงจรมีความสำคัญเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะการเข้าสู่ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ไปจนถึงอินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IoT) ซึ่งประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับภาคอุตสาหกรรมดังกล่าวดังที่เรียกกันในปัจจุบันว่า อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ เพื่อเพิ่มความสามารถการแข่งขันในเวทีโลกปัจจุบัน (ภูวดิษฐ์ นันทสกุลสิทธิ์ และ ตรีเนตร ตันตระกูล, 2566)



รูปภาพที่ 1 ห่วงโซ่อุปทานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ที่มา: สถาบันทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2560) เข้าถึงได้จาก https://www.ipthailand.go.th/images/3534/web_01052018/Report_CHU/7_Smart_electronics_06.12.2017_CHU.pdf

จากรายงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนพบว่าอุตสาหกรรมแผงวงจรไฟฟ้าได้รับการส่งเสริมด้านการลงทุนอย่างต่อเนื่อง คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, 2566) โดยในช่วงครึ่งปีแรกของปี 2566 พบว่า มีการขอรับการส่งเสริมทั้งหมดจำนวน 106 โครงการ และมีมูลค่าเงินลงทุนสูงที่สุดเป็นจำนวนกว่า 1.6 แสนล้านบาท ซึ่งเพิ่มขึ้นกว่า 7 เท่าตัวเมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปีก่อน ทั้งยังมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องอันเนื่องมาจากกระแสการย้ายฐานการผลิตของกลุ่มชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เนื่องมาจากสงครามทางการค้าและกำแพงภาษี ประกอบกับนักลงทุนเชื่อมั่นในศักยภาพของประเทศไทยจึงเลือกขยายและย้ายฐานการผลิตมายังประเทศไทย โดยเฉพาะโครงการขนาดใหญ่ในกลุ่มแผ่นวงจรพิมพ์ (Print Circuit Borad: PCB) เซมิคอนดัคเตอร์ การทดสอบแผงวงจรรวม เซลล์แสงอาทิตย์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ ดังนั้นการผลิตแผงวงจรไฟฟ้าจึงมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก การแก้ปัญหาในอุตสาหกรรมดังกล่าวจึงเป็นหนึ่งในการแสดงศักยภาพและความพร้อมของบุคลากรของประเทศ ทั้งนี้โรงงานกรณีศึกษาพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคือปริมาณการสั่งซื้อในช่วงที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันมีจำนวนมาก เนื่องจากชิ้นส่วนถูกส่งมาพร้อม ๆ กันและลูกค้ามีความต้องการแผงวงจรในลักษณะเดียวกันค่อนข้างสูงและผลิตในช่วงเวลาเดียว โดยผลิตภัณฑ์ดังกล่าวต้องการการพ่นเคลือบหลังจากผ่านกระบวนการวางชิ้นงานและอบเสร็จแล้ว ทำให้เครื่องพ่นเคลือบแผงวงจรไม่สามารถผลิตได้ทัน เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตชั่วคราว จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและวิจัยเพื่อให้สามารถเพิ่มผลิตภาพให้สอดคล้องกับความต้องการโดยที่ยังคงทรัพยากรเท่าเดิม จากข้อมูลการผลิตพบว่ากระบวนการเคลือบจะใช้เคลือบผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้ความหนาที่

ระดับ 20 - 30 ไมครอน และทุก ๆ การเริ่มต้นทำงานของแต่ละกะก็จะต้องทำการพ่นเคลือบบนแผ่นเหล็กตัวอย่างแล้วทำการวัดค่าความหนา 5 จุด เพื่อตรวจสอบว่าค่าความหนาได้ตามความต้องการหรือไม่ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะต้องหยุดการผลิต และจะต้องทำการวัดใหม่ทุกครั้งที่เริ่มต้นการทำงานในแต่ละกะ ได้แก่ กะเช้า กะบ่าย และกะดึก เมื่อพิจารณาจากข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ค่าความหนาที่วัดได้ในแต่ละกะมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้นหากนำข้อมูลการวัดค่าความหนาในแต่ละกะที่มีมาทำการวิเคราะห์และพิสูจน์ด้วยเครื่องมือทางสถิติ โดยหากข้อมูลทั้ง 3 กะที่วัดได้นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ก็อาจจะสามารถลดจำนวนครั้งของการวัดความหนาให้เหลือวันละ 1 ครั้งได้ สำหรับเวลารวมทั้งหมดที่ใช้ในการพ่นเคลือบแผ่นเหล็ก การนำไปอบ และทำการวัดค่าความหนาจะใช้เวลารวมทั้งสิ้นคือ 76 นาที ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบความหนาในแต่ละกะในงานวิจัยครั้งนี้ โดยประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับคือการแนะนำเครื่องมือทางสถิติที่เหมาะสมและนำมาใช้ได้กับปัญหาของโรงงานกรณีศึกษาอื่น ๆ รวมถึงเป็นตัวอย่างเพื่อที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับสถานการณ์อื่นที่คล้ายคลึงกันในโรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าวหรือที่เกี่ยวข้องเพื่อสามารถเพิ่มผลิตภาพหรือกำลังการผลิตได้ โดยอาศัยการวิเคราะห์ทางข้อมูลโดยใช้สถิติ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาความแตกต่างของค่าความหนาจากการเคลือบผิวของการทำงาน 3 กะ

2.2 เพื่อศึกษาการเพิ่มผลิตภาพของกระบวนการเคลือบผิวของแผงวงจรไฟฟ้า

3. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.1 แผงวงจรไฟฟ้า

แผงวงจรไฟฟ้าประกอบไปด้วย 3 ส่วนประกอบหลักคือ (ชลิดา สารใจ, 2557) ส่วนหลักที่ (1) แผ่นวงจรไฟฟ้าหรือที่เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Print Circuit Board (PCB) ส่วนหลักที่ (2) ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตัวต้านทาน ไดโอด ตัวเก็บประจุ เป็นต้น และส่วนหลักที่ (3) ตะกั่วเหลว ซึ่งมีหน้าที่หลักในการเชื่อมวงจรเข้าด้วยกันระหว่างแผ่นวงจรไฟฟ้ากับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เมื่อทั้ง 3 ส่วนดังกล่าวประกอบเข้าด้วยกันจะถูกเรียกว่า แผงวงจรไฟฟ้า โดยกระบวนการผลิตมีดังต่อไปนี้ (Anitha & Rao, 2019)

1) การปาดตะกั่วเหลวลงบนแผ่นวงจรไฟฟ้า เพื่อให้ตะกั่วเหลวไหลลงไปตามช่องบนแผ่นวงจรไฟฟ้าที่ถูกออกแบบไว้

2) ทำการวางชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นวงจรไฟฟ้าด้วยเครื่องจักรที่ใช้ในการหยิบชิ้นงานออกจากม้วน และทำการวางตามจุดต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบไว้ โดยลำดับในการหยิบของชิ้นส่วนก็เป็นไปตามการวางโปรแกรมไว้

3) ทำการให้ความร้อนเพื่อหลอมตะกั่วให้เชื่อมติดกันระหว่างชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และแผ่นวงจรไฟฟ้า เสร็จแล้วทำการตรวจสอบจำนวนชิ้นส่วนว่าวางครบตามจำนวนหรือไม่ด้วยเครื่องตรวจสอบแบบอัตโนมัติ

4) ทำการเคลือบแผงวงจรไฟฟ้าโดยใช้เครื่องจักรพ่นสารเคมีเพื่อให้ได้ความหนาตามที่ต้องการ จากนั้นนำไปทำการอบเพื่อให้สารเคมีดังกล่าวเกิดการแข็งตัวตามเวลาที่กำหนด

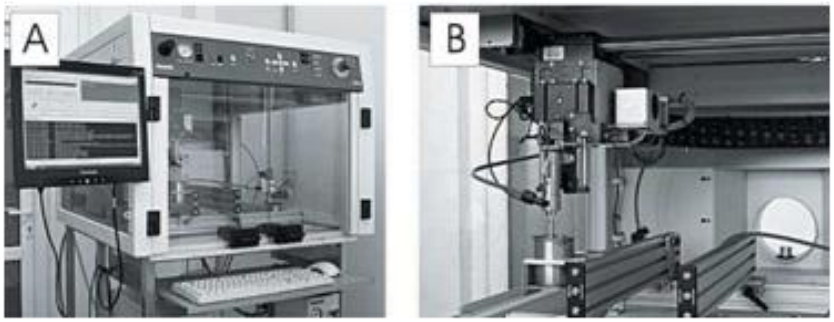
5) พนักงานทำงานตรวจสอบชิ้นงานในลำดับสุดท้าย แล้วทำการห่อชิ้นงานด้วยถุงกันไฟฟ้าสถิตย์ แล้วบรรจุลงในถาดบรรจุภัณฑ์ เสร็จแล้วทำการนำบรรจุภัณฑ์ลงกล่องกระดาษเพื่อจัดส่งให้กับลูกค้าในลำดับสุดท้าย

ทั้งนี้กระบวนการหลักดังกล่าวตั้งแต่กระบวนการที่ 1) ถึง 3) ทางโรงงานมีการใช้เครื่องจักรทั้งหมด ซึ่งเป็นการใช้ในอุตสาหกรรมดังกล่าวอย่างแพร่หลาย

รูปภาพที่ 2 สายการประกอบแผงวงจรไฟฟ้า
ที่มา: Yevsieiev et al. (2023)

3.2 กระบวนการเคลือบแผงวงจรไฟฟ้า

จุดประสงค์หลักของการเคลือบแผงวงจรไฟฟ้าเพื่อป้องกันการเกิดสนิม (Jellesen et al., 2014) และช่วยยึดชิ้นส่วนบนแผ่นแผงวงจรหรือเพิ่มความแข็งแรงไม่ให้ชิ้นส่วนหลุดออกจากตะกั่วได้ง่าย (Abbas et al., 2020) ทั้งนี้ความหนาก็ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าประกอบกับต้นทุนที่เหมาะสมเป็นหลัก โดยกระบวนการเคลือบจะใช้เครื่องพ่นสารลงบนแผงวงจรไฟฟ้าตามรอบที่กำหนดตามแกนระนาบจนได้ค่าความหนาตามที่ต้องการ



รูปภาพที่ 3 เครื่องพ่นสาร (a) และหัวพ่นสาร (b)
ที่มา: Witek et al. (2008)

โรงงานกรณีศึกษาจะต้องทำการพ่นสารลงบนแผ่นเหล็กที่มีขนาดเท่ากับแผงวงจรตามโปรแกรมที่กำหนดหลังจากนั้นจึงนำไปอบ เมื่ออบเสร็จแล้วจึงทำการวัดความหนาโดยใช้เครื่องวัดความหนาสารเคลือบผิว (Coating Thickness Gauge ยี่ห้อ KEPLER รุ่น KC-2603FN) โดยวัดไปที่มุมทั้ง 4 มุมและจุดกึ่งกลาง แล้วนำค่าที่ได้มาทำการเทียบกับความหนาที่ต้องการ โดยค่าความหนาที่ลูกค้ากำหนดคือ 20 – 30 ไมครอน โดยกระบวนการดังกล่าวจะถูกทำทุกต้นกะแต่ละกะก่อนการผลิต ส่วนเวลาที่ใช้ต่อครั้งซึ่งนับตั้งแต่การเริ่มพ่น การอบ การวัดความหนา และการลงข้อมูลรวมแล้วเป็นระยะเวลา 76 นาที โดยกระบวนการเคลือบแผงวงจรไฟฟ้าของโรงงานกรณีศึกษามีเครื่องจักรอยู่ 1 เครื่อง และใช้พนักงานจำนวน 4 คนต่อกะ พนักงานแต่ละคนมีหน้าที่ดังนี้ คนที่ 1 พนักงานเตรียมงานและลำเลียงงาน คนที่ 2 พนักงานนำงานเข้าพ่นและนำออก คนที่ 3 พนักงานตรวจสอบและแก้ไขงาน และคนที่ 4 พนักงานนำเอางานเข้าอบ ในการพ่นงานจะใช้เวลานานที่สุดคือ 10 นาทีต่อชิ้นหรือได้ชั่วโมงละ 6 ชิ้น (Unit Per Hour: UPH = 6) แต่กระบวนการที่เหลือใช้เวลาน้อยกว่า แม้การอบจะใช้เวลา 60 นาที แต่เครื่องอบมีจำนวน 4 เครื่องและใส่ได้ครั้งละ 6 ชิ้นต่อเครื่อง ประกอบกับจำนวนชั่วโมงทำงานของแต่ละกะคือ 7 ชั่วโมง ดังนั้นในระยะเวลา 1 วันจะใช้เวลาในการผลิต 21 ชั่วโมง

หรือ 1,260 นาที แต่เนื่องจากต้องทำการวัดค่าความหนาในตอนต้นกะ จึงทำให้ต้องหักเวลาออก 76 นาทีต่อกะ ซึ่งคิดเป็น 228 นาทีต่อวัน ดังนั้นชั่วโมงทำงานสุทธิต่อวันหาได้จากสมการที่ (1)

$$\text{ชั่วโมงทำงานสุทธิต่อวัน} = \text{เวลาในการผลิต} - \text{เวลาการวัดค่าความหนา} \quad (1)$$

เมื่อแทนค่าจะได้ ชั่วโมงทำงานสุทธิต่อวัน = 1,260 - 228 = 1,032 นาที หรือคิดเป็น 17.20 ชั่วโมง ดังนั้นผลผลิตต่อวันสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2)

$$\text{ผลผลิตต่อวัน} = \text{ชั่วโมงทำงานต่อวัน} \times \text{UPH} \quad (2)$$

เมื่อแทนค่าจะได้ ผลผลิตต่อวัน = 17.20 x 6 = 103.20 ชิ้นต่อวัน ซึ่งสามารถคิดเป็นผลิตภาพของกระบวนการเคลือบแผงวงจรไฟฟ้าได้ดังสมการที่ (3)

$$\text{ผลิตภาพของกระบวนการเคลือบแผงวงจรไฟฟ้า} = \frac{\text{ผลผลิตต่อวัน}}{\text{จำนวนพนักงานในกระบวนการเคลือบแผงวงจรไฟฟ้า}} \quad (3)$$

เมื่อแทนค่าจะได้ ผลิตภาพของกระบวนการเคลือบแผงวงจรไฟฟ้า = $\frac{103.20}{12}$ = 8.60 ชิ้นต่อคนต่อวัน โดยข้อมูลผลิตภาพดังกล่าวเป็นข้อมูลตั้งต้นของการวิจัยนี้

3.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรที่มีตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป โดยข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนมีดังต่อไปนี้คือ (1) ตัวอย่างแต่ละกลุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธี Anderson-Darling Test (2) ความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มจะต้องเท่ากัน โดยใช้วิธี Bartlett's Test และ (3) ตัวอย่างแต่ละกลุ่มต้องเป็นอิสระจากกัน (Montgomery et al., 2006) โดยการวิจัยจะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานที่เกี่ยวกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยประชากรที่มีมากกว่าสองกลุ่ม แต่ประชากรมีความแตกต่างกันเพียงลักษณะเดียว หรือสามารถกล่าวได้ว่าเป็นการทดลองที่มีเพียงปัจจัยเดียว ซึ่งในการวิจัยก็มีเพียงปัจจัยเดียวคือความหนาของการเคลือบผิว สำหรับขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานมีดังนี้ (Quirk, 2012)

1) ตั้งสมมติฐาน โดยกำหนดสมมติฐานหลักและสมมติฐานทางเลือกคือ

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_2 = \ldots = \mu_k$

H_1 : มีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ ที่แตกต่างกัน

2) ตั้งค่าระดับนัยสำคัญในการทดสอบ โดยการวิจัยใช้ α = 0.05

3) คำนวณค่า F โดยการใช้ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

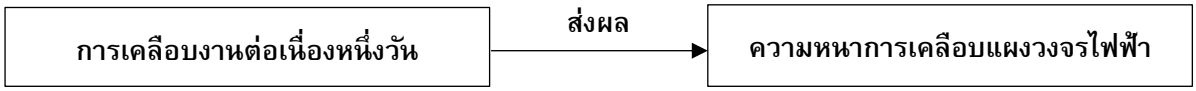
4) ทำการหาค่าวิกฤต แต่การวิจัยใช้โปรแกรมในการประมวลผล จึงใช้ค่า p-value ในการตัดสินใจ

5) ทำการตัดสินใจและสรุปผล โดยหากค่า p-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก แต่ถ้าหากค่า p-value มีค่ามากกว่า 0.05 จะไม่สามารถที่จะปฏิเสธสมมติฐานหลักได้

การวิจัยในครั้งนี้ใช้โปรแกรม Minitab Version 19 ในการทำการวิเคราะห์และประมวลผลทางสถิติ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่โรงงานกรณีมีใช้อยู่แล้วภายในองค์กรสำหรับหน่วยงานทางด้านวิศวกรรมและการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต

4. กรอบแนวความคิดของงานวิจัยและสมมติฐาน

การวิจัยสืบเนื่องมาจากปัญหาของภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการลดจำนวนครั้งการวัดค่าความหนาของการเคลือบแผงวงจรไฟฟ้าในแต่ละวัน เพื่อเพิ่มผลิตภาพของการผลิตในกระบวนการเคลือบแผงวงจรไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันจะทำการวัด 3 ครั้งตามจำนวนกะทำงาน ดังนั้นการวิจัยจึงต้องการศึกษาความแตกต่างของความหนาที่วัดได้ในแต่ละครั้งว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ ถ้ากระบวนการเคลือบมีสามารถคงความสามารถของการเคลือบได้ดี ดังนั้นก็จะสามารถทำการลดรอบในการวัดค่าความหนาได้ โดยการวิเคราะห์ทางสถิติจะใช้ข้อมูลความหนาที่วัดมาอย่างต่อเนื่องจำนวน 30 ค่าของแต่ละกะ และทำการเปรียบเทียบว่าการวัดค่าความหนาเพียง 1 ครั้งต่อวันเพียงพอหรือไม่ ดังนั้นกรอบแนวคิดงานวิจัย จึงสามารถเขียนได้ดังรูปภาพที่ 4



รูปภาพที่ 4 กรอบแนวความคิดของงานวิจัยและสมมติฐาน

จากรูปภาพที่ 4 สามารถเขียนสมมติฐานการวิจัยได้คือ

H_0: ค่าเฉลี่ยความหนาจากการเคลือบผิวของกะเช้า กะบ่าย และกะดึกมีค่าเท่ากัน

H_1: มีอย่างน้อยหนึ่งค่าความหนาจากการเคลือบผิวของกะใดกะหนึ่งมีค่าแตกต่างจากกะอื่น ๆ

หากนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ และสามารถสรุปได้ว่ามีการยอมรับสมมติฐานหลัก ก็จะทำให้มีการพิจารณาปรับลดการวัดค่าให้เหลือเพียงวันละ 1 ครั้ง จากเดิมที่ต้องทำการวัดค่าความหนาถึงวันละ 3 ครั้ง ซึ่งจะช่วยเพิ่มเวลาในการผลิตต่อวัน ทำให้ได้จำนวนผลผลิตต่อวันเพิ่มขึ้นโดยที่ยังคงใช้ทรัพยากรมนุษย์และเครื่องจักรเท่าเดิม

5. ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยขั้นตอนหลักของการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1) ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง มีการตั้งสมมติฐาน และเลือกใช้สถิติทดสอบให้ตรงตามสมมติฐานและปัญหาของการวิจัย ซึ่งการวิจัยนี้เลือกใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)

2) ขอบเขตของการศึกษาเป็นผลิตภัณฑ์แผงวงจรไฟฟ้าในโรงงานกรณีศึกษาและมุ่งเน้นกระบวนการเคลือบแผงวงจรไฟฟ้าเป็นหลัก

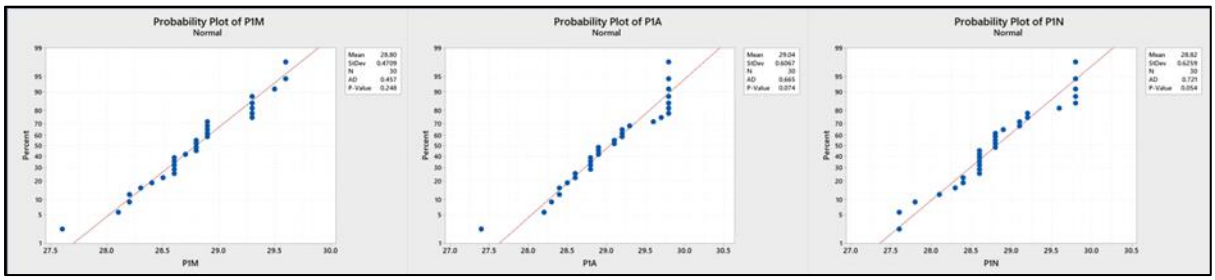
3) ทำการรวบรวมข้อมูลค่าความหนาของการเคลือบแผ่นเหล็กของทั้ง 3 กะการทำงาน โดยบันทึกค่าสังเกต 30 ค่าต่อกะ ทั้งนี้ข้อมูลดังกล่าวแสดงในภาคผนวก

4) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Minitab Version 19 โดยเป็นลิขสิทธิ์ของโรงงานกรณีศึกษา

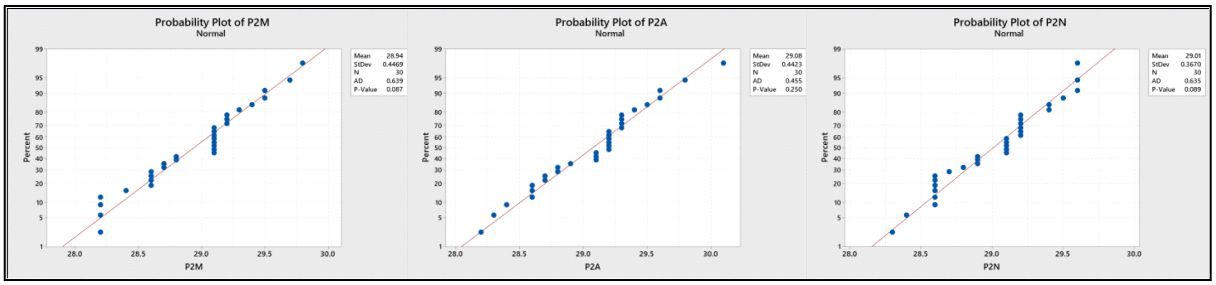
5) สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติและผลการวิจัย เพื่อนำไปสู่การใช้ประโยชน์ในขั้นตอนสุดท้าย

6. ผลการวิจัย

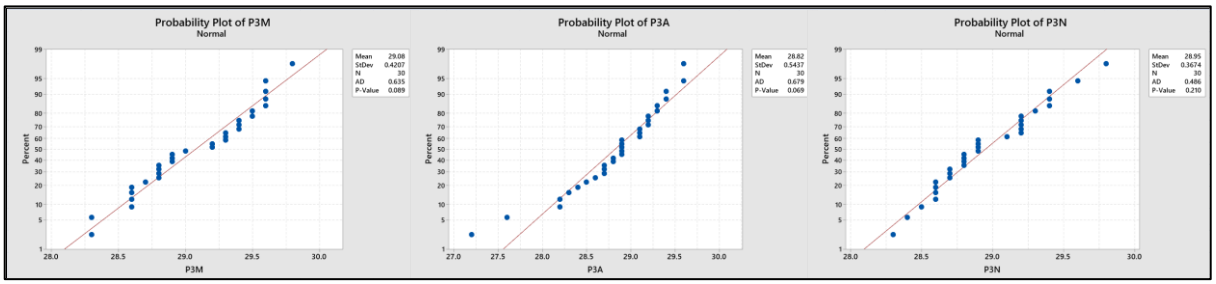
ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน ขั้นตอนแรกผู้วิจัยได้ทำการทดสอบว่าข้อมูลตัวแปรมีการกระจายตัวเป็นแบบปรกติหรือไม่ โดยทำการทดสอบการแจกแจงปรกติ (Normality test) ผลของการทดสอบแสดงดังรูปภาพที่ 5 - 9



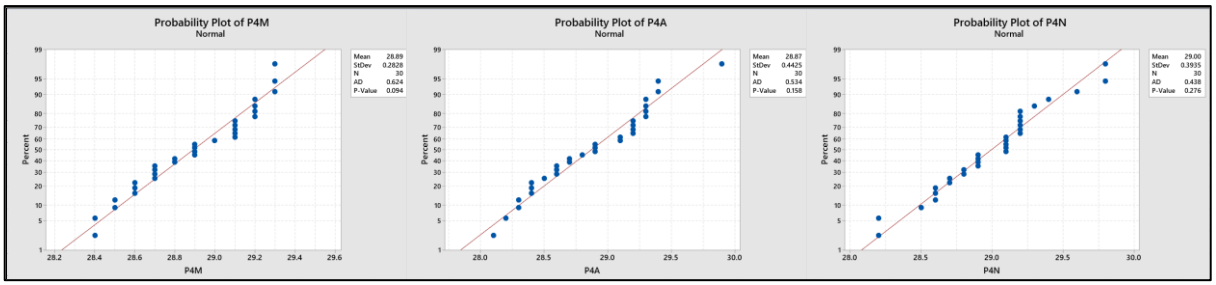
รูปภาพที่ 5 กราฟผลการทดสอบการแจกแจงปรกติของจุดวัดที่ 1 ของกะเช้า กะบ่ายและกะดึก



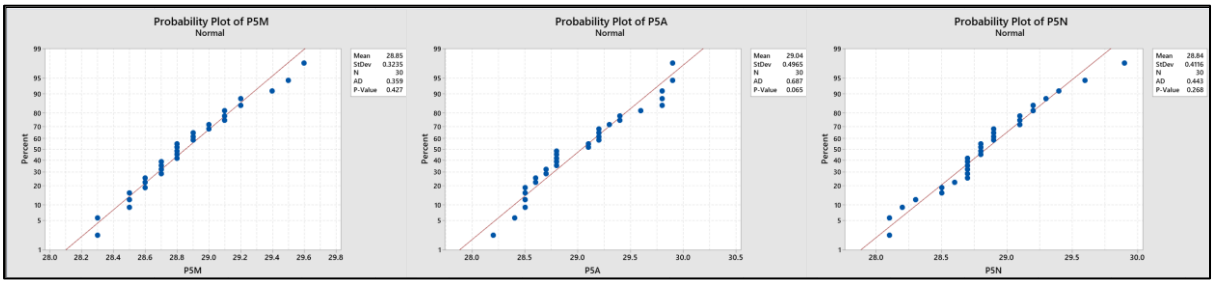
รูปภาพที่ 6 กราฟผลการทดสอบการแจกแจงปรกติของจุดวัดที่ 2 ของกะเช้า กะบ่ายและกะดึก



รูปภาพที่ 7 กราฟผลการทดสอบการแจกแจงปรกติของจุดวัดที่ 3 ของกะเช้า กะบ่ายและกะดึก



รูปภาพที่ 8 กราฟผลการทดสอบการแจกแจงปรกติของจุดวัดที่ 4 ของกะเช้า กะบ่ายและกะดึก



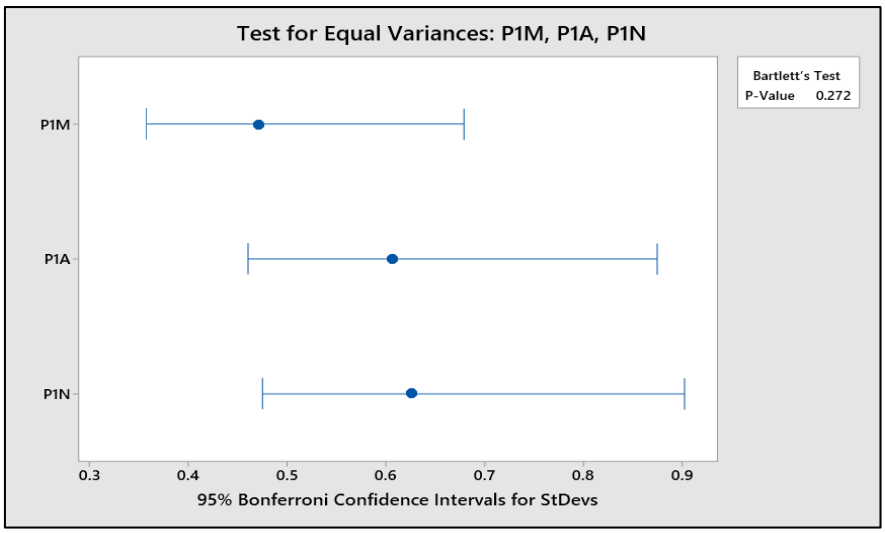
รูปภาพที่ 9 กราฟผลการทดสอบการแจกแจงปรกติของจุดวัดที่ 5 ของกะเช้า กะบ่ายและกะดึก

จากรูปที่ 5 – 9 จะพบว่าข้อมูลตัวแปรมีการกระจายตัวเป็นแบบปรกติทั้งหมด ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการแจกแจงปรกติของการวัดค่าความหนาของแต่ละกะเป็นจำนวน 5 จุด ซึ่งแสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 1

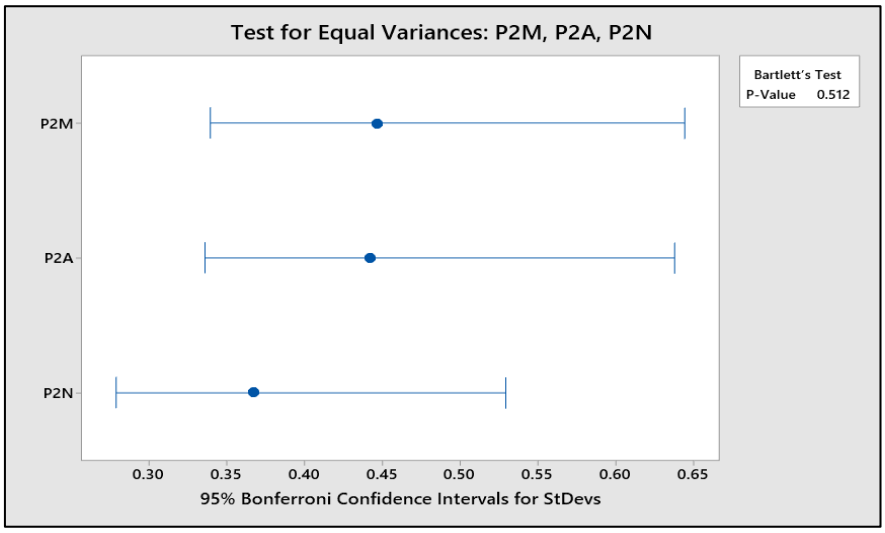
ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการแจกแจงปรกติของแต่ละตัวแปร

จุดที่ทำการวัด	กะการทำงาน	ค่า p-value	ผลการทดสอบ
จุดที่ 1	เช้า	0.248	การแจกแจงปรกติ
	บ่าย	0.074	การแจกแจงปรกติ
	ดึก	0.054	การแจกแจงปรกติ
จุดที่ 2	เช้า	0.087	การแจกแจงปรกติ
	บ่าย	0.238	การแจกแจงปรกติ
	ดึก	0.089	การแจกแจงปรกติ
จุดที่ 3	เช้า	0.089	การแจกแจงปรกติ
	บ่าย	0.069	การแจกแจงปรกติ
	ดึก	0.210	การแจกแจงปรกติ
จุดที่ 4	เช้า	0.094	การแจกแจงปรกติ
	บ่าย	0.158	การแจกแจงปรกติ
	ดึก	0.276	การแจกแจงปรกติ
จุดที่ 5	เช้า	0.427	การแจกแจงปรกติ
	บ่าย	0.065	การแจกแจงปรกติ
	ดึก	0.268	การแจกแจงปรกติ

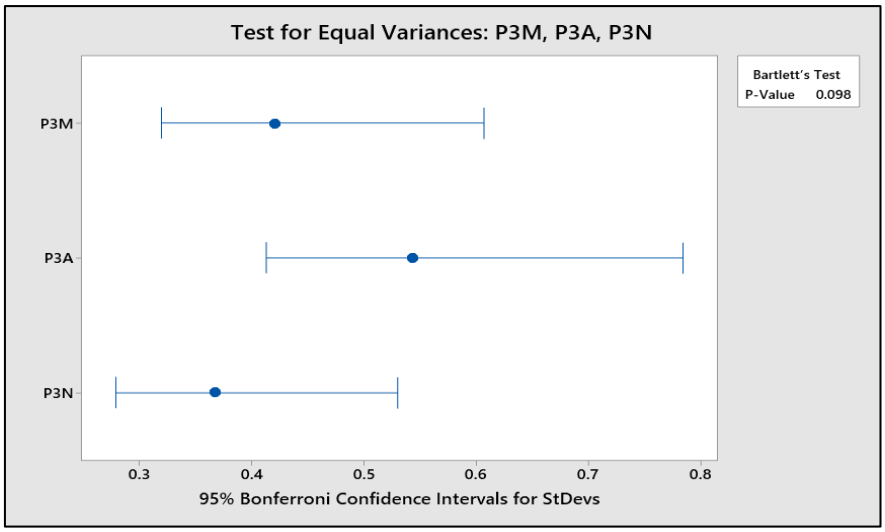
ในขั้นตอนของการทดสอบความแปรปรวน พบว่าค่าความแปรปรวนของแต่ละกลุ่มตามจุดการวัดมีค่าเท่ากัน ดังแสดงในรูปภาพที่ 10 - 14



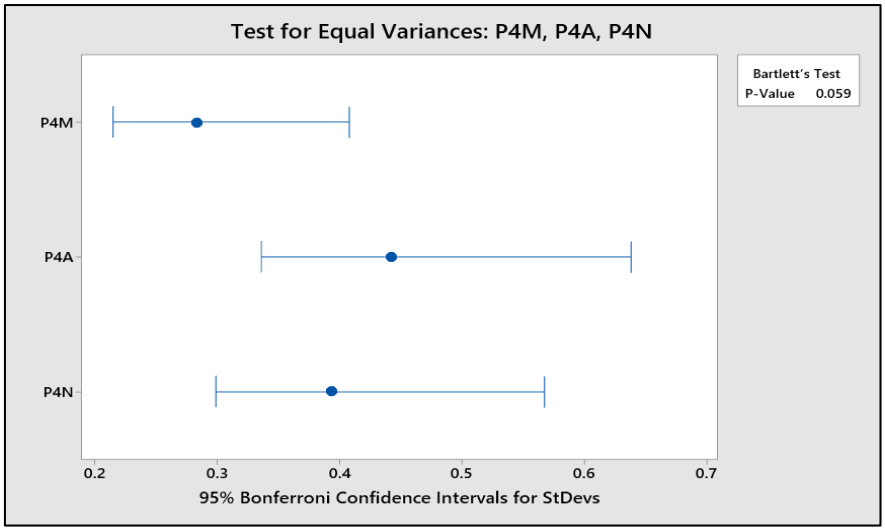
รูปภาพที่ 10 กราฟผลการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนจุดวัดที่ 1 ของกะเช้า กะบ่าย และกะดึก



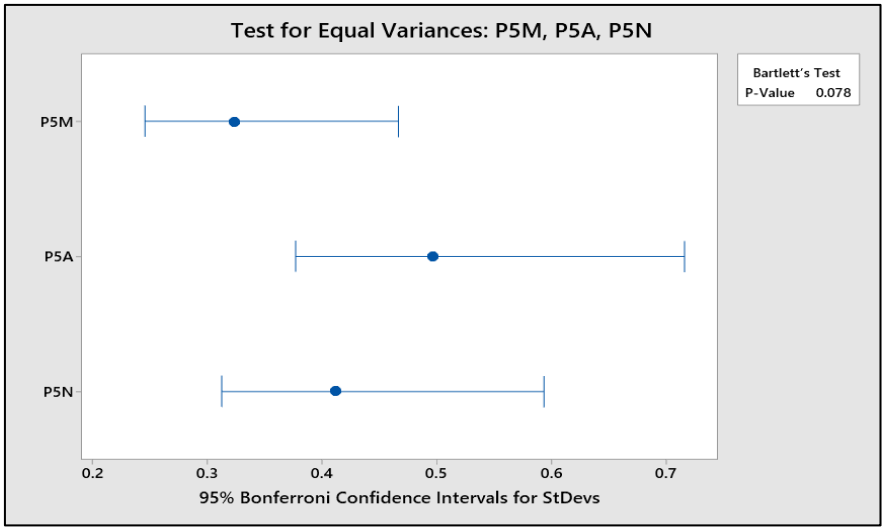
รูปภาพที่ 11 กราฟผลการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนจุดวัดที่ 2 ของกะเช้า กะบ่าย และกะดึก



รูปภาพที่ 12 กราฟผลการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนจุดวัดที่ 3 ของกะเช้า กะบ่าย และกะดึก



รูปภาพที่ 13 กราฟผลการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนจุดวัดที่ 4 ของกะเช้า กะบ่าย และกะดึก



รูปภาพที่ 14 กราฟผลการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนจุดวัดที่ 5 ของกะเช้า กะบ่าย และกะดึก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน ทำให้ได้ผลทางด้านสถิติแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจุดวัดที่ 1

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	2	1.126	0.5631	1.72	0.185
Error	87	28.465	0.3272		
Total	89	29.591			

จากตารางที่ 2 ค่า p-value เท่ากับ 0.185 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงทำให้สามารถสรุปได้ว่าไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นค่าความหนาจากการเคลือบผิวในจุดที่ 1 ของทั้งกะเช้า กะบ่าย และ

กะดึกนั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจุดที่ 1 ถูกนำมาแสดงเป็นตัวอย่าง และมีการสรุปค่า p-value ของทั้ง 5 จุด ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปผลค่า p-value ของทุกจุด

จุดที่ทำการวัด	ค่า p-value	สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน
จุดที่ 1	0.185	ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ที่ความเชื่อมั่น 95%
จุดที่ 2	0.464	ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ที่ความเชื่อมั่น 95%
จุดที่ 3	0.099	ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ที่ความเชื่อมั่น 95%
จุดที่ 4	0.404	ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ที่ความเชื่อมั่น 95%
จุดที่ 5	0.130	ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ที่ความเชื่อมั่น 95%

อ้างอิงจากค่า p-value ของทุกจุดซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 จึงทำให้สามารถสรุปได้ว่า ค่าความหนาจากการเคลือบผิวของกะเช้า กะบ่าย และกะดึก นั้นมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ของจุดวัดทั้ง 5 จุดดังกล่าว จากผลการศึกษาความแตกต่างความหนาของการเคลือบผิวดังกล่าว ทำให้โรงงานกรณีศึกษาสามารถลดการวัดค่าความหนาได้ จากการวัดค่าความหนาทุกๆ ต้นกะการทำงาน เหลือเพียงวันละ 1 ครั้ง ดังนั้นเวลาการทำงานสามารถสามารถเพิ่มขึ้นได้จากการลดจำนวนครั้งในการวัดค่าความหนา

เวลาทำงานปัจจุบันคือ 21 ชั่วโมง หักด้วยเวลาในการวัดค่าความหนาการเคลือบผิวคือครั้งละ 76 นาที หรือ 1.27 ชั่วโมงต่อครั้ง ซึ่งในแต่ละวันจะทำการวัดค่าความหนาวัดทั้งหมด 3 ครั้ง จึงทำให้เหลือเวลาในการทำงานสุทธิคือ 17.20 ชั่วโมง และจำนวนหน่วยที่สามารถผลิตได้ต่อชั่วโมง (UPH) คือ 6 หน่วย ดังนั้นผลผลิตต่อวันจึงเท่ากับ 103.20 หน่วย ทั้งนี้จำนวนพนักงานที่ใช้ในการทำงานต่อวันคือ 12 คน ดังนั้นผลิตภาพตั้งต้นก่อนทำการปรับปรุงจึงมีค่าเท่ากับ $\frac{103.20}{12}$ = 8.60 หน่วยต่อคนต่อวัน

เวลาทำงานหลังจากลดเวลาการวัดค่าความหนาลงเหลือเพียง 1 ครั้งต่อวัน จึงได้เท่ากับเวลาทำงาน 21 ชั่วโมง หักด้วยเวลาในการวัดค่าความหนาการเคลือบผิวจำนวน 1 ครั้งคือ 76 นาที หรือ 1.27 ชั่วโมง จึงทำให้เวลาในการทำงานสุทธิหลังจากทำการลดจำนวนครั้งในการวัดค่าความหนาแล้ว คือ 21 – 1.27 = 19.73 ชั่วโมง ดังนั้นผลผลิตต่อวันจึงเพิ่มขึ้นเป็น 118.40 หน่วยต่อวัน และผลิตภาพหลังทำการปรับปรุงหรือเพิ่มเวลาการผลิตแล้วได้เท่ากับ $\frac{118.40}{12}$ = 9.87 หน่วยต่อคนต่อวัน

ดังนั้นผลิตภาพเพิ่มขึ้นคิดเป็น 14.77% และได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเท่ากับ 15.20 หน่วยต่อวัน

7. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางสถิติให้กับภาคอุตสาหกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาในการเพิ่มผลผลิตตลอดจนการเพิ่มผลิตภาพ โดยมีผลผลิตต่อพนักงานเพิ่มขึ้น ทั้งนี้การวิจัยดังกล่าวเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของการพ่นเคลือบผิวของแผงวงจรไฟฟ้าว่ายังสามารถคงประสิทธิภาพได้ภายในหนึ่งวัน โดยไม่จำเป็นต้องทำการตรวจสอบในทุก ๆ กะ ซึ่งกรณีที่ว่านี้อาจจะสามารถเป็นตัวอย่างให้กับกระบวนการอื่น ๆ หรือกระบวนการในลักษณะเดียวกันแต่ในอุตสาหกรรมอื่น ที่อาจจะต้องมีการตรวจสอบและมีความเข้มงวดจนเกินไป และหากมีการเก็บข้อมูลและมีการทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรได้ดีพอ ก็อาจจะสามารถลดเวลาในการตรวจสอบดังกล่าวได้ และสามารถเพิ่มผลผลิต โดยใช้ทรัพยากรบางอย่างเท่าเดิม เช่นในการวิจัยในครั้งนี้สามารถลดจำนวนครั้งในในการวัดความหนาในการเคลือบผิวแผงวงจรได้ จากสามครั้งต่อวันเหลือเพียงหนึ่งครั้งต่อวัน โดยคุณภาพของตัวงานยังคงเดิมและสามารถเพิ่มเวลาในการผลิตจาก 17.20 ชั่วโมงต่อวัน เป็น 19.73 ชั่วโมงต่อวัน และเพิ่มผลผลิตจาก 103.20 หน่วยต่อวัน เป็น

118.40 หน่วยต่อวัน นั่นคือการเพิ่มผลิตภาพคิดเป็น 14.77% กล่าวคือผลิตภาพเพิ่มจาก 8.60 หน่วยต่อคนต่อวัน เป็น 9.87 หน่วยต่อคนต่อวัน และสามารถช่วยให้โรงงานกรณีศึกษาแก้ไขปัญหาโดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลและการวิเคราะห์ทางสถิติประกอบกันได้ นอกจากนี้ในงานวิจัยอื่นก็พบว่ามีการศึกษานำการวิเคราะห์ความแปรปรวนมาใช้ในงานวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาให้กับโรงงานอุตสาหกรรม เช่น การใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนในการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการสับย่อยใบไม้ (วราภรณ์ จันทร์เวียง และ ธาริณี มีเจริญ, 2564) รวมถึงงานวิจัยนานาชาติที่มีการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนในการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนผลิตแผ่นแผงวงจร ร่วมกันกับวิธีการทางด้าน Six sigma (Valles et al., 2009) และการปรับปรุงคุณภาพกระบวนการตัดคอนกรีตเสริมใยแก้ว โดยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนในการเลือกชนิดของใบตัด (Davim et al., 2004)

8. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับการอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากโรงงานกรณีศึกษา ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ในการสนับสนุนส่งเสริมให้เกิดงานวิจัยและเผยแพร่การตีพิมพ์ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ชลิดา สารใจ. (2557). การพัฒนาวิธีการสุ่มตรวจสอบสำหรับข้อมูลลักษณะสำหรับโรงงานผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์**. วารสารวิศวกรรมศาสตร์**, 5(2), 63-80.

ภูวดิษฐ์ นันทสกุลสิทธิ์ และ ตรีเนตร ตันตระกูล**.** (2566). นโยบายการพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะเพื่อผู้ประกอบการธุรกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อมในเขตอุตสาหกรรมภาคตะวันออก**. วารสาร มจร พุทธปัญญาปริทรรศน์**, 8(2), 224-236.

วราภรณ์ จันทร์เวียง และ ธาริณี มีเจริญ. (2564). การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของปัจจัยความเร็วรอบของ ใบมีดที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องสับใบไม้จากการปรับขนาดมูเล่ย์ตาม. **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์**, 6(1), 17-27.

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน. (2566). **บีโอไอเผยยอดส่งเสริมลงทุน 6 เดือน กว่า 3.6 แสนล้าน ต่างชาติเดินหน้าลงทุนไทย ย้ำฐานผลิตชั้นนำระดับโลก (ฉบับ 76/2566)**. ค้นเมื่อ 24 กันยายน 2566 จาก https://www.boi.go.th/upload/content/PR76_2566TH.pdf.

สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. (2566). **ภาวะการค้าระหว่างประเทศของไทยประจำเดือนเมษายนปี 2566**. ค้นเมื่อ 24 กันยายน 2566 จาก http://www.tpso.moc.go.th/sites/default/files/inter_trade_monthly/2566/004_APR_66/ppt_sngk_em.y_66_rwm_final.pdf

สถาบันทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2560). **รายงานฉบับสมบูรณ์การวิเคราะห์แนวโน้มเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ**. ค้นเมื่อ 24 กันยายน 2566 จาก https://www.ipthailand.go.th/images/3534/web_01052018/Report_CHU/7_Smart_electronics_06.12.2017_CHU.pdf.

Abbas, A. A. F., Pandiarajan, G., Iyer, S., Greene, C. M., Santos, D., & Srihari, K. (2020). Impact of conformal coating material on the long-term reliability of ball grid array solder joints. **IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology**, 10(11), 1861-1867.

Anitha, D. B., & Rao, M. (2019). SMT component inspection in PCBA's using image processing techniques. **International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering**, 8(12), 541-547.

Chatterjee, R., & Gamota, D. (2020). **The Convergence of Technologies and Standards Across the Electronic Products Manufacturing Industry (SEMI, OSAT, and PCBA) to Realize Smart Manufacturing**. In 2020 Pan Pacific Microelectronics Symposium (Pan Pacific*)*, 1-6. Hawaii. doi: 10.23919/PanPacific48324.2020.9059459

Davim, J. P., Reis, P., & Antonio, C. C. (2004). A study on milling of glass fiber reinforced plastics manufactured by hand-lay up using statistical analysis (ANOVA). **Composite structures**, 64(3-4), 493-500.

Jellesen, M. S., Verdingovas, V., Conseil, H., Piotrowska, K., & Ambat, R. (2014). **Corrosion in electronics: Overview of failures and countermeasures**. In EUROCORR 2014, Pisa, Italy. URL: https://backend.orbit.dtu.dk/ws/files/100370544/Corrosion_in_electronics.pdf

Montgomery D. C., Peck E. A., & Vining G. G. (2006). **Introduction to Regression Analysis**. (5th ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.

Quirk, T. J. (2012). **Excel 2007 for educational and psychological statistics: a guide to solving practical problems**. New York: Springer.

Valles, A., Sanchez, J., Noriega, S., & Nuñez, B. G. (2009). Implementation of six sigma in a manufacturing process: a case study. **International Journal of Industrial Engineering**, 16(3), 171-181.

Witek, K., Skwarek, A., Grzesiak, W., & Gara, R. (2008). Technological aspects of automated selective systems application in conformal coating processing. **Materiaty Elektroniczne**, 36(3), 101-109.

Yevsieiev, V., Maksymova, S., & Starodubcev, N. (2023). An automatic assembly SMT production line operation technological process simulation model development. **International Science Journal of Engineering & Agriculture**, 2(2), 1-9.

ภาคผนวก

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลค่าความหนาของ 5 จุดวัดในแต่ละกะการทำงาน (หน่วยเป็นไมครอน)

Point 1			Point 2			Point 3			Point 4			Point 5		
M	A	N	M	A	N	M	A	N	M	A	N	M	A	N
28.2	28.8	28.6	29.8	29.5	29.1	28.6	28.9	28.7	28.9	28.4	29.2	29.2	28.6	28.8
28.9	28.6	28.8	28.2	29.2	29.2	29.4	28.8	28.6	28.6	29.1	29.1	29.1	28.7	28.7
29.3	27.4	28.8	29.5	29.2	29.1	28.6	28.6	28.9	28.9	28.7	29.2	29.2	29.9	28.7
28.6	29.7	28.8	29.7	28.8	29.1	28.3	29.2	28.6	29.2	28.6	28.9	28.8	28.2	28.7
28.8	29.2	28.9	29.2	28.6	29.6	28.6	28.9	28.8	29.1	29.3	29.2	28.7	28.8	28.8
28.1	29.3	28.6	28.7	28.8	29.1	29.4	29.2	28.8	28.8	28.6	29.2	28.3	29.1	28.7
28.3	28.9	28.6	28.6	28.7	29.2	29.3	29.1	28.7	28.4	29.2	29.1	29.5	28.5	28.5
27.6	29.8	28.6	29.2	28.2	29.4	29.8	28.3	29.2	28.4	29.9	28.9	29.6	28.8	29.1
29.3	29.1	28.6	28.2	28.6	29.1	29.6	28.9	28.8	28.5	28.4	29.2	28.8	29.8	28.7
29.6	28.3	29.1	28.8	29.6	29.6	29.4	28.5	29.6	28.7	28.4	28.2	28.6	28.8	28.7
29.3	29.8	29.2	28.7	28.6	28.6	29.6	29.3	28.9	28.7	29.2	29.3	28.9	28.7	28.5
28.8	28.6	29.8	29.4	29.2	28.3	29.5	29.4	29.8	28.9	29.1	28.5	28.7	29.8	29.6
29.3	28.8	28.8	29.1	29.3	29.5	28.6	28.9	29.4	29.0	28.6	28.2	28.9	29.1	28.9
28.8	29.2	28.8	29.1	28.4	29.2	28.8	29.4	28.6	29.3	28.8	28.7	28.6	29.2	29.9
28.9	29.8	29.6	28.2	28.3	28.9	29.5	28.9	29.1	29.1	28.2	29.6	28.6	29.6	28.2
28.6	29.2	29.8	29.1	30.1	28.6	28.8	29.6	28.3	28.8	28.7	29.1	28.5	29.4	28.9
29.5	29.8	27.6	28.2	28.9	28.7	29.6	29.2	28.9	29.1	28.3	29.1	28.5	29.3	29.2
28.6	29.6	28.6	29.1	29.8	29.4	28.8	29.1	29.2	28.9	28.9	29.8	28.7	29.2	28.1
28.7	29.1	28.4	29.5	29.2	28.9	29.2	28.4	29.2	29.3	28.9	29.8	29.1	29.2	28.1
28.5	29.8	27.8	29.3	29.3	29.2	28.3	28.8	28.6	29.1	28.3	28.9	28.3	28.4	29.3
28.9	28.2	27.6	29.1	29.6	29.2	29.3	29.3	28.4	28.7	28.1	28.6	29.0	29.9	29.1
28.6	28.9	28.1	29.1	29.3	28.4	28.7	28.2	28.9	29.2	29.4	28.8	28.8	29.8	29.2
28.9	29.8	28.3	28.6	29.3	29.6	29.3	27.2	28.5	28.6	29.3	29.2	29.0	28.5	28.8
28.9	28.4	29.8	28.8	29.1	28.6	28.9	27.6	28.8	29.3	29.3	29.4	29.1	28.5	29.4
28.6	29.8	28.4	29.1	29.4	28.9	28.8	28.2	29.2	29.2	28.9	28.7	28.8	29.2	28.8
28.8	28.8	29.1	29.2	29.1	29.2	28.9	28.7	28.7	28.7	29.2	28.6	28.5	28.5	28.9
28.2	28.4	29.2	29.1	29.2	28.6	29.2	28.7	29.4	28.5	29.3	29.1	29.4	28.8	28.3
28.4	28.5	29.8	28.6	29.2	28.6	29.6	29.6	29.4	29.2	28.5	28.6	28.9	29.4	28.9
29.3	28.9	29.8	28.6	28.7	28.6	29.0	29.1	29.2	28.6	29.4	28.8	28.8	28.8	29.1
29.6	28.8	28.6	28.4	29.1	28.8	28.9	28.7	29.3	29.1	29.2	28.9	28.7	28.6	28.6

หมายเหตุ ตัวอักษร M คือ กะเช้า (Morning shift)

A คือ กะบ่าย (Afternoon shift)

N คือ กะดึก (Night shift)