

การหาค่าเหมาะสมที่สุดในการเคลือบผิวเซ็นเซอร์เทอร์มิสเตอร์โดยใช้หลักการ DMAIC

Optimization in the Coating Thermistor Sensors Using the Principle DMAIC

บรรพจน์ มีสา¹ และวีระพล ทับทิมดี¹

Banpot Meesa¹ and Weerapol Taptimdee¹

Received: September 25, 2023; Revised: November 30, 2023; Accepted: December 20, 2023

บทคัดย่อ

การหาค่าเหมาะสมที่สุดในการเคลือบผิวเซ็นเซอร์เทอร์มิสเตอร์โดยใช้หลักการ DMAIC มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าเหมาะสมที่สุดในการเคลือบผิวเซ็นเซอร์เทอร์มิสเตอร์โดยใช้หลักการ DMAIC โดยปรับปรุงวิธีการทำงานตามหลักการของ DMAIC พบว่าปริมาณการใช้น้ำยาเคลือบผิวมีการเหลือทิ้งมากเกินไปจากสถานะที่ใช้ใส่น้ำยาจุ่ม จึงทำการออกแบบใหม่พบว่า ถาดใหม่ที่มีขนาดปริมาตร 170,100 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวที่ใช้ 200.20 กรัม จากการเปลี่ยนขนาดภาชนะทำให้น้ำยาเคลือบผิวลดลงร้อยละ 30 การใช้น้ำยาเคลือบผิว 73.63 กรัมต่อ 1,000 ชิ้น การออกแบบจำลองหาค่าเหมาะสมที่สุดจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 3,600 ชิ้น จุ่ม 30 ครั้ง ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวที่ใช้ 465.40 กรัม ร้อยละน้ำยาเคลือบผิวที่ใช้ 56.98 ผลการใช้น้ำยาเคลือบผิวจำนวน 93,427 ชิ้น ใช้น้ำยาเคลือบผิวไป 8,335.13 กรัม โดยใช้เคลือบผิว 5,732.53 กรัม คิดเป็นร้อยละการใช้ น้ำเคลือบผิวร้อยละ 68.71 การเปรียบเทียบกับการทำงานที่ได้ใช้น้ำยาเคลือบผิวร้อยละ 47.67 ความแตกต่างอยู่ที่ร้อยละ 21.04 สูตรการหาค่าเหมาะสมคือ $Z_{min} = 200.20 + 8.84X$

คำสำคัญ : ค่าเหมาะสมที่สุด; หลักการ DMAIC; เซ็นเซอร์เทอร์มิสเตอร์

¹ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จະเซียงเทรา

¹ Faculty of Industrial Technology, Rajabhat Rajanagarindra University, Chachoengsao

* Corresponding Author, Tel. 08 9558 7782, E - mail: banpotmeesa@gmail.com

Abstract

An Optimization in the coating thermistor sensors using the principle DMAIC. have objective In order to Optimization the coating of the thermistor sensor surface using the principle DMAIC. By improving the working method according to the DMAIC principle, it was found that the amount of coating solution used was too much left over from the container used to hold the dipping solution. So a new design was made. The research found that A new tray with a volume of 170,100 cubic millimeters. 200.20 grams of coating solution. The change of container size caused the coating to decrease by 30 % usage 73.63 grams of coating per 1,000 pieces. Design Simulate find Optimization value the break-even point is 3,600 pieces, 30 times. The amount of coating used is 465.40 grams coating 56.98 %. The use of 93,427 coatings was 8,335.13 grams using coatings of 5,732.53 grams or 68.71 % of coatings compared with 47.67 % of coatings. The difference was 21.04 %. The optimal formulation was $Z \min = 200.20 + 8.84X$.

Keywords: Optimization Value; DMAIC Process; Thermistor Sensors

บทนำ

อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นอุตสาหกรรมที่เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจไทย ตลอดหลายสิบปีที่ผ่านมา เนื่องจากช่วยสร้างรายได้จากการส่งออกและการจ้างงานเป็นจำนวนมาก โดยไทยถือเป็นหนึ่งในประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์อยู่สูงมาก โดยเฉพาะด้านทรัพยากรมนุษย์และภูมิศาสตร์ อุตสาหกรรมจึงมีการเติบโตมาอย่างต่อเนื่อง โดยปัจจุบันไทยเป็นผู้ส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำคัญของโลกในหลายผลิตภัณฑ์ อาทิ เครื่องปรับอากาศ (อันดับที่ 2) เครื่องซักผ้า (อันดับที่ 2) คอมพิวเตอร์ (อันดับที่ 6) ตู้เย็น (อันดับที่ 8) และฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์: HDD (อันดับที่ 2 ของโลก) [1] ดังนั้นผู้ประกอบการจึงต้องหาแนวทางในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ของตนให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ โดยคำนึงถึงคุณภาพของสินค้า ต้นทุนที่ต่ำ และการส่งมอบสินค้าที่ตรงเวลาซึ่งจำเป็นจะต้องปรับปรุงกระบวนการผลิตและอาศัยการบริหารจัดการที่ดี งานวิจัยนี้ จึงมุ่งเน้นที่จะปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยลดความสูญเปล่าที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มในการผลิต เพื่อลดต้นทุนในการผลิตและยังคงรักษาระดับคุณภาพของสินค้าให้คงเดิม ซึ่งความสูญเปล่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่เกิดต้นทุนการผลิตที่สูงและประสิทธิภาพการทำงานที่ไม่ดี ดังนั้น จึงควรทำการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นต่อไป [2]

สำหรับภาพรวมสถานการณ์อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ปี พ.ศ. 2562 ขยายตัวร้อยละ 1.0 (%yoy) โดยดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรมกลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้าจะอยู่ในภาวะหดตัวต่อเนื่องที่ร้อยละ -0.22 (%yoy) เนื่องจากความต้องการจากทั้งในและต่างประเทศอยู่ในภาวะอืดว้าง หลังเติบโตสูงในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา โดยสินค้าหลักที่ปรับตัวลดลง ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น และมอเตอร์ไฟฟ้า ประกอบกับแนวโน้มการเติบโตของเศรษฐกิจโลกเริ่มกลับเข้าสู่ช่วงชะลอตัวอีกครั้งเป็นปัจจัยกดดันอุตสาหกรรมกลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้าให้อยู่ในภาวะหดตัวต่อไป [3]

กลุ่มอิเล็กทรอนิกส์จะมีอัตราการเติบโตชะลอตัวลงเหลือเพียงร้อยละ 1.62 (%yoy) จากสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ เช่น วงจรรวม (IC) เซมิคอนดักเตอร์ และฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDD) ทั้งนี้กลุ่มอิเล็กทรอนิกส์จะได้รับผลกระทบโดยตรงจากการเติบโตของเศรษฐกิจโลกมีแนวโน้มชะลอตัว โดยสินค้ากลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ที่จะได้รับผลกระทบ

โดยตรง เช่น ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์, แผงวงจรไฟฟ้า และวงจรพิมพ์ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลให้อัตราการเติบโตของอุตสาหกรรมกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์อยู่ในภาวะชะลอตัว [3]

จากข้อมูลเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 มีผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีจำนวน 2,587 ราย ประกอบด้วยผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนไฟฟ้าจำนวน 717 ราย อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 618 ราย อุตสาหกรรมไฟฟ้าจำนวน 468 ราย และอื่น ๆ จำนวน 784 ราย หากจำแนกตามขนาดธุรกิจพบว่า มีผู้ประกอบการขนาดเล็กจำนวน 1,552 ราย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการสัญชาติไทย ผู้ประกอบการขนาดกลางจำนวน 560 ราย และผู้ประกอบการขนาดใหญ่จำนวน 475 รายส่วนจำนวนแรงงานในอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีจำนวน 754,802 ราย จำแนกเป็นแรงงาน ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 371,340 อุตสาหกรรมชิ้นส่วนไฟฟ้าจำนวน 187,497 ราย อุตสาหกรรมไฟฟ้าจำนวน 98,058 ราย และอื่น ๆ จำนวน 97,907 ราย [4]

มีมูลค่าการส่งออก 5,700.87 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ปรับตัวเพิ่มขึ้นจากเดือนก่อนร้อยละ 8.94 และเมื่อเทียบกับเดือนเดียวกันของปีก่อนปรับตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.54 ในทุกตลาดส่งออกหลัก โดยสินค้าที่ปรับตัวเพิ่มขึ้น ได้แก่ อุปกรณ์ประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์รวมและไมโครแอสเซมบลี (Integrated Circuits) และเครื่องปรับอากาศ เป็นต้นสถานการณ์การส่งออกของสินค้าไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ปี พ.ศ. 2563 มีมูลค่าการส่งออก 59,490.20 ล้านดอลลาร์สหรัฐ มีการปรับตัวลดลงร้อยละ 0.51 เมื่อเทียบกับปีก่อน โดยปรับตัวลดลงในตลาดส่งออกหลัก ได้แก่ ตลาดเม็กซิโก ตลาดอาเซียน ตลาดสหภาพยุโรป ตลาดญี่ปุ่น และตลาดฮ่องกง สินค้าที่ปรับตัวลดลง ได้แก่ อุปกรณ์ประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์รวมและไมโครแอสเซมบลี (Integrated Circuits) และเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น [4]

จากบริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งที่พบปัญหาอย่างมากกับการผลิตในกระบวนการเคลือบผิวชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (เช่น เซอร์ เทอร์มิสเตอร์) จากการรวบรวมข้อมูลจากกรณีศึกษา กระบวนการผลิตระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2563 (Resin) เหลือทั้งเป็นปริมาณมากที่สุด และเป็นสาเหตุเดียวที่ไม่สามารถนำ (Resin) ที่เกิดขึ้นกลับมาเข้าสู่กระบวนการทำซ้ำ (Rework) ได้จากปัญหา (Resin) เหลือทั้งปริมาณมากที่สุดที่เกิดขึ้นดังกล่าว คณะผู้วิจัยมีความสนใจที่จะลดปริมาณ (Resin) ที่ทิ้ง ทิ้งให้น้อยลงกว่าเดิมในกระบวนการเคลือบผิว เซอร์ เทอร์มิสเตอร์โดยนำขั้นตอน DMAIC [5] มาช่วยในการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิต และแนวคิดเกี่ยวกับวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมนำมาใช้ปรับปรุงกระบวนการผลิต [6] เพื่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มในด้านการผลิต [7] ลดค่าใช้จ่ายสูญเสียเปล่า ลดของเสียในกระบวนการผลิต [8] - [10] เพื่อที่จะให้อุตสาหกรรมมีการแข่งขันในปัจจุบันและอนาคต [11] ที่จะมาถึง โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อหาค่าเหมาะสมที่สุดในการเคลือบผิวเซอร์เทอร์มิสเตอร์โดยใช้หลักการ DMAIC

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอน Define

ในขั้นตอน Define เป็นการกำหนดสถานที่ในการทำงาน การระดมสมองร่วมกับผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นกับการหาค่าเหมาะสมที่สุดในการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (เช่น เซอร์ เทอร์มิสเตอร์) จากการระดมสมองเพื่อพิจารณาหาปริมาณน้ำยาที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต เกิดขึ้นจากผลการผลิตที่ได้ออกมาทำให้ทราบว่า การใช้น้ำยาเคลือบผิวไม่เกินร้อยละ 46.32 ของน้ำยาเคลือบผิวส่งผลให้น้ำยาเคลือบผิวที่ใช้ไม่สอดคล้องกับการเคลือบ [12] ดังนั้นจึงมีการระดมสมองว่าสามารถที่จะลดน้ำยาเคลือบผิวในการทิ้งให้น้อยลงกว่าเดิมซึ่งถึงร้อยละ 53.68 สาเหตุเดียวที่ทำให้เกิดปริมาณน้ำยามากเกินไปในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (เช่น เซอร์ เทอร์มิสเตอร์) โดยไม่สามารถนำกลับเข้าสู่กระบวนการทำซ้ำ (Rework) ได้ คือ น้ำยาหมดอายุการใช้งาน และคิดหาวิธีการที่จะทำการเคลือบให้ได้มากที่สุด หรือเหมาะสมที่สุด การวิจัยครั้งนี้เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือให้เกิดขึ้น และไม่ส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงานด้วย

2. ขั้นตอน Measure

ในกระบวนการ Measure เป็นการวัดข้อมูลที่เกิดขึ้นรวบรวมข้อมูลในการทำการวิจัย เพราะว่า ถ้าการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นมีความผิดพลาดก็จะส่งผลให้จุดประสงค์ที่ตั้งไว้ในงานวิจัยไม่ตรงตามที่กำหนดไว้ตั้งแต่ต้น โดยมีระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบตรวจสอบกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นข้อมูลจากแผนกประกันคุณภาพ และแผนกวางแผนของบริษัท ก่อนทำการปรับปรุงแก้ไขช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2563 ดังตารางที่ 1 และช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2564 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ช่วง กรกฎาคม พ.ศ. 2563 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2564

เดือน	ชิ้นงานที่ผลิต(ชิ้น)	ชิ้นงานได้คุณภาพ(ชิ้น)	ร้อยละ
กรกฎาคม	93,354	93,236	99.87
สิงหาคม	85,235	85,235	100.00
กันยายน	111,542	111,542	100.00
ตุลาคม	198,087	198,087	100.00
พฤศจิกายน	89,061	89,061	100.00
ธันวาคม	120,840	120,840	100.00
มกราคม	67,938	67,938	100.00
กุมภาพันธ์	105,592	105,592	100.00
มีนาคม	102,984	102,088	99.13
รวม	974,633	973,619	99.88
ค่าเฉลี่ย	108,293	108,180	99.88

จากตารางที่ 1 พบว่า ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (เซ็นเซอร์ เทอร์มิสเตอร์) ที่ผลิตเดือนกรกฎาคม ชิ้นงานผลิตทั้งหมด 93,354 ชิ้น ชิ้นงานได้คุณภาพ 93,236 ชิ้น ร้อยละงานดี 99.87 เดือนสิงหาคมชิ้นงานผลิตทั้งหมด 85,235 ชิ้น ชิ้นงานได้คุณภาพ 85,235 ชิ้น ร้อยละงานดี 100.00 เดือนกันยายนชิ้นงานผลิตทั้งหมด 111,542 ชิ้น ชิ้นงานได้คุณภาพ 111,542 ชิ้น ร้อยละงานดี 100.00 เดือนตุลาคมชิ้นงานผลิตทั้งหมด 198,087 ชิ้น ชิ้นงานได้คุณภาพ 198,087 ชิ้น ร้อยละงานดี 100.00 เดือนพฤศจิกายนชิ้นงานผลิตทั้งหมด 89,061 ชิ้น ชิ้นงานได้คุณภาพ 89,061 ชิ้น ร้อยละงานดี 100.00 เดือนธันวาคมชิ้นงานผลิตทั้งหมด 120,840 ชิ้น ชิ้นงานได้คุณภาพ 120,840 ชิ้น ร้อยละงานดี 100.00 เดือนมกราคมชิ้นงานผลิตทั้งหมด 67,938 ชิ้น ชิ้นงานได้คุณภาพ 67,938 ชิ้น ร้อยละงานดี 100.00 เดือนกุมภาพันธ์ชิ้นงานผลิตทั้งหมด 105,592 ชิ้น ชิ้นงานได้คุณภาพ 105,592 ชิ้น ร้อยละงานดี 100.00 เดือนมีนาคมชิ้นงานผลิตทั้งหมด 102,984 ชิ้น ชิ้นงานได้คุณภาพ 102,088 ชิ้น ร้อยละงานดี 99.13 ที่ผลิตทั้งหมดในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 ถึงมีนาคม พ.ศ. 2564 พบว่า ชิ้นงานผลิตทั้งหมด 974,633 ชิ้น ชิ้นงานได้คุณภาพ 973,619 ชิ้น ร้อยละของงานดี 99.88

3. ขั้นตอน Analyze

ในกระบวนการ Analyze เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น และการค้นหาต้นตอของสาเหตุที่ทำให้เกิดการใช้น้ำยาที่มากไม่เหมาะสมในกระบวนการทำงาน วิเคราะห์สาเหตุปัญหาตามหลักทฤษฎี และระบุปัญหาที่แท้จริงได้ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไข โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นได้รับมาจากกระบวนการเชื่อม โดยคิดจากการเก็บข้อมูลการใช้ปริมาณน้ำยาที่ใช้เคลือบ โดยเลือกเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ที่มีผลการผลิตได้ชิ้นงานทั้งหมด 89,061 ชิ้น ชิ้นงานได้คุณภาพ 89,061 ชิ้น ร้อยละงานดี 100.00

ตารางที่ 2 ข้อมูลคุณภาพชิ้นงานที่ไม่เปลี่ยนแปลงต่อน้ำยาเคลือบในช่วงพฤศจิกายน พ.ศ. 2563

ครั้งที่	ชิ้นงานที่ผลิต	ปริมาณน้ำยาเคลือบ (ชิ้น)	น้ำยาเคลือบใช้ไป (กรัม)	น้ำยาเคลือบเหลือ (กรัม)	ร้อยละน้ำยาที่ใช้ (กรัม)
1	5,885	1,020	458	562	44.90
2	8,033	1,080	578	502	53.52
3	5,588	960	403	557	41.98
4	6,921	1,080	567	513	52.50
5	7,057	1,140	605	535	53.07
6	6,996	1,080	522	558	48.33
7	5,684	1,020	416	604	40.78
8	6,859	1,040	507	533	48.75
9	6,671	1,020	475	454	46.57
10	8,094	1,200	611	589	50.92
11	5,602	1,080	424	656	39.26
12	8,079	1,320	646	674	48.94
13	7,592	1,200	577	623	48.08
รวม	89,061	14,240	6,789	7,360	47.67
ค่าเฉลี่ย	6,851	1,095.38	522.23	566.15	47.67

จากตารางที่ 2 แสดงจำนวนการวิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บข้อมูลเพื่อหาปริมาณน้ำยาที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (เช่น เซอร์ เทอร์มิสเตอร์) ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 จำนวน 89,061 ชิ้น ใช้ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวไป 14,240 กรัม โดยใช้เคลือบ 6,789 กรัม เหลือทิ้ง 7,360 กรัม คิดเป็นร้อยละการใช้น้ำยาเคลือบผิว ร้อยละ 47.67 เมื่อทำการค่าเฉลี่ยจำนวนชิ้นงาน 6,850.85 ชิ้น ใช้ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวไป 1,095.38 กรัม โดยใช้ไป 522.23 กรัม เหลือทิ้ง 566.15 กรัม คิดเป็นร้อยละน้ำยาเคลือบผิวเหลือทิ้งร้อยละ 52.33 จากตารางมีการใช้น้ำยาเคลือบผิวต่ำกว่าร้อยละ 50 อยู่ 9 ครั้ง

4. ขั้นตอน Improve

ในขั้นตอน Improve เป็นการปรับปรุงแก้ไขสาเหตุและกระบวนการทำงาน [13] ที่การใช้น้ำยาในการเคลือบผิวไม่ถึงร้อยละ 50 ของน้ำยาเคลือบผิวในแต่ละครั้งในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (เช่น เซอร์ เทอร์มิสเตอร์) ที่ได้หลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูล และทำการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำยาเคลือบผิวที่ได้ เดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2563 แล้วทำการทดลองในการลดปริมาณน้ำยา เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2564 ก็จะเป็นการปรับปรุงทำการแก้ไข ดังนี้

4.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้การลดปริมาณน้ำยาในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (เช่น เซอร์ เทอร์มิสเตอร์) ในการลดน้ำยาในการเคลือบเพื่อให้ได้น้ำยาที่เหมาะสมในการเคลือบชิ้นงานทั้งหมด โดยใช้สูตรการหากลุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่ายของทาโรยามาเน่ [14] ในการคำนวณเพื่อกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง และมีระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยยอมให้คลาดเคลื่อนร้อยละ 5 โดยที่ชิ้นงานเดือนมกราคม 67,938 ชิ้น ได้กลุ่มตัวอย่าง 397.65 ชิ้น ชิ้นงานเดือนกุมภาพันธ์ 105,592 ชิ้น ได้กลุ่มตัวอย่าง 398.49 ชิ้น ชิ้นงานเดือนมีนาคม 102,984 ชิ้น ได้กลุ่มตัวอย่าง 398.45 ชิ้น ดังนั้นจึงปรับชิ้นงานตัวอย่างเป็น 400 ชิ้นเท่ากันทั้งหมด

ตารางที่ 3 ข้อมูลจำนวนชิ้นงานตัวอย่างช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2564

เดือน	ชิ้นงานทั้งหมด (ชิ้น)	จำนวนชิ้นงานตัวอย่าง (ชิ้น)	จำนวนชิ้นงานเสียจากตัวอย่าง (ชิ้น)
มกราคม	67,938	400	0
กุมภาพันธ์	105,592	400	0
มีนาคม	102,984	400	0
รวม	276,514	1,200	0

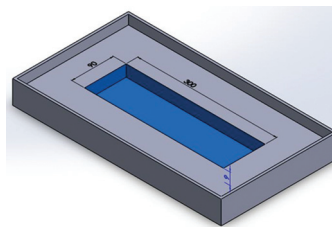
จากตารางที่ 3 พบว่า จำนวนชิ้นงานตัวอย่างที่จะใช้ในการเคลือบผิว เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 จำนวนชิ้นงานที่ทำการผลิตทั้งหมด 276,514 ชิ้น จำนวนชิ้นงานตัวอย่างที่ได้คือ 400 ชิ้น ต่อ 1 เดือน จากทั้งหมด 3 เดือน จะได้ชิ้นงานทั้งหมด 1,200 ชิ้น ในการเคลือบ

4.2 การทดลองการเคลือบผิวในถาด

จากการระดมสมองเพื่อพิจารณาหาปริมาณน้ำยาที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต เกิดขึ้นจากผลการผลิตที่ได้ออกมา ทำให้ทราบว่า การใช้น้ำยาเคลือบผิวไม่เกินร้อยละ 46.32 ของน้ำยาเคลือบผิว ส่งผลให้น้ำยาเคลือบผิวที่ใช้ไม่สอดคล้องกับการเคลือบ ดังนั้นจึงมีการระดมสมองว่าสามารถที่จะลดน้ำยาเคลือบผิวในการทิ้งให้น้อยลงกว่าเดิมซึ่งถึงร้อยละ 53.68 สาเหตุเดียวที่ทำให้เกิดปริมาณน้ำยามากเกินไปในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (เซ็นเซอร์ เทอร์มิสเตอร์) โดยไม่สามารถนำกลับเข้าสู่กระบวนการทำซ้ำ (Rework) ได้ คือ น้ำยาหมดอายุการใช้งาน และคิดหาวิธีการที่จะทำการเคลือบให้ได้มากที่สุดหรือเหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาที่ถาดในการเคลือบผิวว่าสามารถลดปริมาณการเติมน้ำยาลงไป [15] เพื่อไม่ส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน

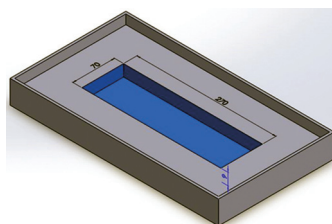
4.2.1 การออกแบบถาดใหม่

จากเดิมใช้ภาชนะที่มีขนาด กว้าง×ยาว×สูง = 90×300×9 mm. ได้ปริมาตร 243,000 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ใช้ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวที่ 286.00 กรัม ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ถาดก่อนปรับปรุง

ได้ทำการเปลี่ยนภาชนะที่มีขนาด กว้าง×ยาว×สูง = 70×270×9 mm. ได้ปริมาตร 170,100 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวที่ใช้ 200.20 กรัม ดังรูปที่ 2

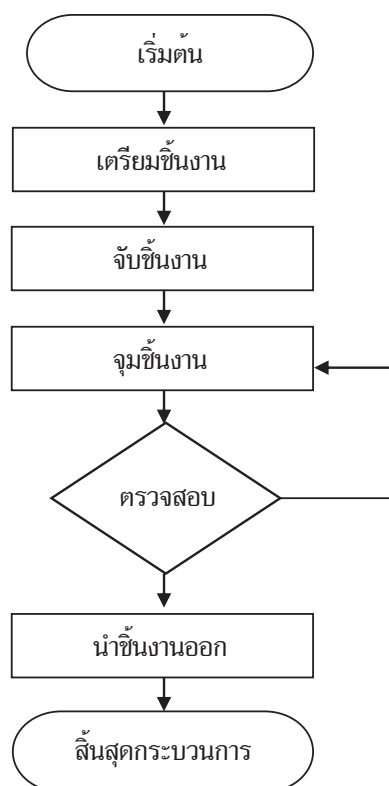


รูปที่ 2 ถาดหลังปรับปรุง

จากการเปลี่ยนขนาดถาดทำให้น้ำยาเคลือบผิวลดลงร้อยละ 30 เมื่อคำนวณมาแล้วทราบว่า การใช้น้ำยาเคลือบผิว 73.63 กรัมต่อ 1,000 ชิ้น

4.2.2 การทดลองใช้งาน

เมื่อได้ภาชนะที่ทำการทดลองแล้วจึงนำมาใช้งานโดยการกำหนดรูปแบบการใช้งานตามกระบวนการทำงานดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนภูมิการกระบวนการทำงาน

ตารางที่ 4 การทดลองเคลือบผิวโดยภาคใหม่

ครั้งที่	จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)	น้ำยาเคลือบทั้งหมด (กรัม)	น้ำยาที่ใช้ (กรัม)	น้ำยาที่เหลือ (กรัม)
1	120	200.20	8.84	191.36
2	120	200.20	8.85	191.35
3	120	200.20	8.85	191.35
4	120	200.20	8.84	191.36
5	120	200.20	8.85	191.35
6	120	200.20	8.84	191.36
7	120	200.20	8.84	191.36
8	120	200.20	8.84	191.36
9	120	200.20	8.84	191.36
10	120	200.20	8.84	191.36
รวม	1,200	279.79	88.43	191.36
เฉลี่ย	120	200.20	8.84	191.357

จากตารางที่ 4 พบว่า การใช้น้ำยาเคลือบผิวชิ้นงานจำนวน 1,200 ชิ้น ใช้น้ำยาไป 88.43 กรัม ทั้ง 191.36 กรัม คือ การใช้น้ำยาเคลือบผิวครั้งที่ทำให้ทราบว่าการเติมน้ำยาเคลือบผิวแต่ละรอบเท่ากับ 8.84 กรัม จึงนำไปทดลองใช้กับงานจริงได้

การออกแบบจำลองหาค่าเหมาะสมที่สุดในการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (เซ็นเซอร์ เทอร์มิสเตอร์) ในกระบวนการเคลือบผิวโดยการจำลองที่ 12,000 ชิ้นงาน เทียบกับการใช้น้ำยาที่คงที่ได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การออกแบบจำลองหาค่าเหมาะสมที่สุดในการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

ลำดับที่	จำนวนชิ้นงาน	การจุ่ม (ชิ้น)	น้ำยาที่ใช้ทั้งหมด (กรัม)	ร้อยละน้ำยาที่ใช้ (กรัม)
1	120	1	200.20	4.42
2	240	2	209.04	8.46
3	360	3	217.88	12.17
4	480	4	226.72	15.60
5	600	5	235.56	18.76
6	720	6	244.40	21.70
7	840	7	253.24	24.44
8	960	8	262.08	26.98
9	1,080	9	270.92	29.37
10	1,200	10	279.76	31.60
11	2,400	20	368.16	48.02
12	3,600	30	456.56	58.09
13	6,000	50	633.36	69.79
14	12,000	100	1,075.36	82.21
รวม	30,600	255	4,933.24	451.61
ค่าเฉลี่ย	2,186	18	352.37	32.26

จากตารางที่ 5 พบว่าการออกแบบจำลองหาค่าเหมาะสมที่สุดในการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (เซ็นเซอร์ เทอร์มิสเตอร์) ในกระบวนการเคลือบผิวโดยการจำลองที่ 120 ชิ้นงาน จุ่ม 1 ครั้ง ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวที่ใช้ 200.20 กรัม ร้อยละน้ำยาเคลือบผิวที่ใช้ 4.42 เมื่อพิจารณากระบวนการเคลือบผิวโดยการจำลองที่ 12,000 ชิ้นงาน จุ่ม 100 ครั้ง ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวที่ใช้ 1,075.36 กรัม ร้อยละน้ำยาเคลือบผิวที่ใช้ 82.21 นำข้อมูลที่ได้ไปเสนอผู้บริหาร จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 3,600 ชิ้น จุ่ม 30 ครั้ง ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวที่ใช้ 456.56 กรัม ร้อยละน้ำยาเคลือบผิวที่ใช้ร้อยละ 58.09 จึงได้ทำการอนุมัติในการทำงานเดือนเมษายนต่อ

5. ขั้นตอน Control

ในขั้นตอน Control เป็นขั้นตอนการควบคุมดูแลไม่ให้เกิดปัญหาที่ได้รับการแก้ไขนั้นเกิดขึ้นอีก โดยการควบคุมการทำงานในส่วนการคิดค่าเหมาะสมของน้ำยาที่เป็นตัวแปรที่จะสามารถทำให้ได้ค่าเหมาะสมที่สุด โดยการเสียน้ำยาที่น้อยที่สุด ได้ทำการทดลองใช้จริงในเดือนเมษายนพ.ศ. 2564 มีผลการวิจัยดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการใช้น้ำยาเคลือบผิวเดือนเมษายน พ.ศ. 2564

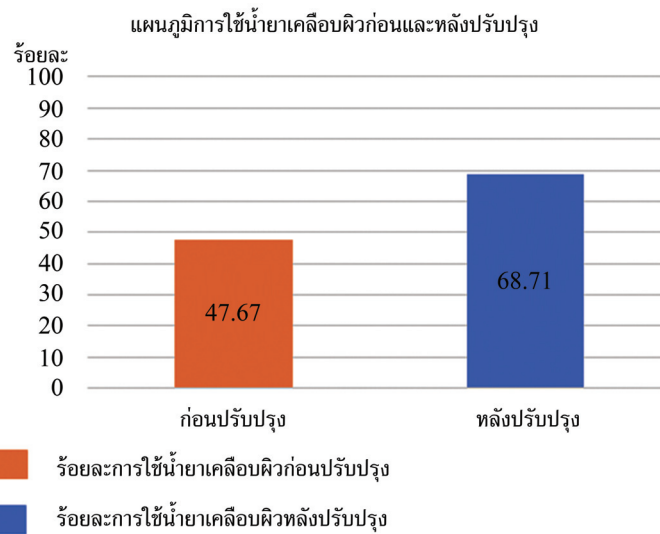
ครั้งที่	ชิ้นงานที่ผลิต	การจุ่ม (ชิ้น)	น้ำยาเคลือบที่ใช้ (ครั้ง)	น้ำยาเคลือบทั้งหมด (กรัม)	ร้อยละน้ำยาที่ใช้ (กรัม)
1	6,913	58	424.17	624.37	67.94
2	7,218	60	442.88	643.08	68.87
3	7,536	63	462.40	662.60	69.79
4	6,921	58	424.66	624.86	67.96
5	7,057	59	433.01	633.21	68.38
6	6,996	58	429.26	629.46	68.20
7	6,819	57	418.40	618.60	67.64
8	6,859	57	420.86	621.06	67.76
9	6,671	56	409.32	609.52	67.15
10	8,094	67	496.63	696.83	71.27
11	6,672	56	409.38	609.58	67.16
12	8,079	67	495.71	695.91	71.23
13	7,592	63	465.83	666.03	69.94
รวม	93,427	779	5,732.53	8,335.13	68.71
ค่าเฉลี่ย	7,187	60	441	641	68.71

จากตารางที่ 6 แสดงจำนวนการวิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บข้อมูลเพื่อหาปริมาณน้ำยาที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (เซ็นเซอร์ เทอร์มิสเตอร์) ได้ผลการใช้น้ำยาเคลือบผิวเดือนเมษายน พ.ศ. 2564 ได้ทำการผลิต 13 ครั้ง จำนวน 93,427 ชิ้น ใช้ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวไป 8,335.13 กรัม โดยใช้เคลือบผิว 5,732.53 กรัม คิดเป็นร้อยละการใช้น้ำยาเคลือบผิวร้อยละ 68.71 เมื่อทำการหาค่าเฉลี่ยแล้วจากจำนวน 13 ครั้ง จำนวนชิ้นงาน 7,187 ชิ้น ใช้ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวทั้งหมดไป 641 กรัม โดยใช้ไป 441 กรัม คิดเป็นร้อยละการใช้น้ำยาเคลือบผิวร้อยละ 68.71

สรุปผลการทดลอง

1. การใช้น้ำยาเคลือบผิว

การใช้น้ำยาเคลือบผิวในการผลิต 13 ครั้ง จำนวน 93,427 ชิ้น ใช้ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวไป 8,335.13 กรัม โดยใช้เคลือบ 5,732.53 กรัม เมื่อทำการหาค่าเฉลี่ยแล้ว ใช้ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวไป 641 กรัม โดยใช้เคลือบผิวไป 441 กรัม คิดเป็นร้อยละการใช้น้ำยาเคลือบผิว ร้อยละ 68.71 เมื่อทำการเทียบกับการทำงานในช่วงพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2563 ที่ได้ใช้น้ำยาเคลือบผิวร้อยละ 47.67 ทำให้การใช้น้ำยาเคลือบผิวเพิ่มขึ้นร้อยละ 68.71 ความแตกต่างอยู่ที่ร้อยละ 21.04 แสดงให้เห็นว่างานวิจัยนี้สามารถหาค่าเหมาะสมที่สุดในการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (เซ็นเซอร์ เทอร์มิสเตอร์) ได้อย่างมีประสิทธิภาพกับงานวิจัยที่ได้นำหลักการ DMAIC [16] ซึ่งสามารถนำไปใช้จริงเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำยาเคลือบผิวในโรงงานอุตสาหกรรมได้ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนภูมิการใช้น้ำยาเคลือบผิวก่อนและหลังปรับปรุง

2. สูตรการหาค่าเหมาะสมที่สุด

การหาค่าเหมาะสมที่สุดในการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (เซ็นเซอร์ เทอร์มิสเตอร์) ในกระบวนการเคลือบผิวโดยใช้หลักการ DMAIC จะได้สูตรการหาค่าเหมาะสมดังนี้

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad Z_{\min} &= 200.20 + 8.84X \\ \text{เมื่อ} \quad Z_{\min} &= \text{ค่าเหมาะสมของน้ำยาที่น้อยที่สุด} \\ 200.20 &= \text{จำนวนน้ำยาคงที่} \\ 8.84 &= \text{ปริมาณน้ำยาเคลือบ/จำนวนชิ้นงาน 120 ชิ้น} \\ X &= \text{จำนวนรอบ} \\ \text{จากชิ้นงาน 3,600 ชิ้น จุ่ม 30 ครั้ง ได้ปริมาณน้ำยาที่ผลิตดังนี้} \\ Z_{\min} &= 200.20 + 8.84(30) \\ &= 200.20 + 265.20 \\ &= 465.40 \end{aligned}$$

ร้อยละน้ำยาที่ใช้ = 56.98 เมื่อเทียบกับการใช้น้ำยาที่ผ่านมาอยู่ที่ร้อยละ 47.67

จากการใช้สูตรสามารถบอกได้ว่า ขั้นตอนที่สุดในการเคลือบผิวชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (เซ็นเซอร์ เทอร์มิสเตอร์) อยู่ที่ 3,600 ชิ้นต่อการจุ่ม 30 ครั้ง จะได้น้ำยาเคลือบที่เกินร้อยละ 50 อยู่ที่ร้อยละ 56.98 เมื่อเทียบกับการใช้น้ำยาที่ผ่านมาอยู่ที่ร้อยละ 47.67

References

- [1] Jamfa, A. (2020). **Industry Electrical Appliances and Electronics Faced with the Economic Crisis**. Access (30 August 2021). Available (<https://shorturl.asia/TJ3jf>)
- [2] Lopsoonthorn, U. (2016). **Reducing Waste in the Process of Assembling Electronic Circuits Onto PCB Boards**. By Application of Experimental Design, Master of Engineering Thesis Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Thanyaburi
- [3] Government Savings Bank. (2019). **Industry Electrical Appliances and Electronics**. Access (30 August 2021). Available (<https://shorturl.asia/5MdmS>)

- [4] M Report Co., Ltd.. (2021). **314-Electronics-Industry**. Access (30 August 2021). Available (<https://shorturl.asia/5D73L>)
- [5] White Rungroj, S., and Kuptansathian, N. (2013). Productivity Improvement of Electronics Part by Using DMAIC Technique A Case Study of Printed Circuit Board Assembly Manufacturing. **Journal of Engineering, RMUTT**. Vol. 11, Issue 1, pp. 23-36
- [6] Nakvachiratrakul, C., Pipatpanyanukul, K., Sukhasem, R., and Chankham, M. (2018). Implementing the DMAIC for Defect Reduction in the Aircraft Parts Manufacturing. In **Industrial Engineering Network Academic Conference 2018**. Department of Industrial Engineering Faculty of Engineering Ubon Ratchathani University 23-26 July 2018 Ubon Ratchathani. pp. 227-231
- [7] Chayut, B. and Jenjira, S. (2018). The Implementation of DMAIC for Shortening Inspection Time of Vehicle Inspection Department: A Case Study of An Automobile Factory in Rayong Province. **Journal of Engineering and Innovation**. Vol. 15, Issue 4, pp. 62-74
- [8] Tirasakon, K. and Roninthon, K. (2016). Reduce Waste from the Manufacture of Sausage with the Application DMAIC Case Study: Food Industry. **Journal of Industrial Technology**. Vol. 11, No. 2, pp. 77-83
- [9] Panoram, A. (2017). **Defect Reduction for Optical Transceivers Manufacturing Process by DMAIC Method**. Master of Engineering Thesis Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering Thammasat University
- [10] Mananuam, P. (2020). **Defect Reduction for Transmitter Optical Sub-Assembly Manufacturing Process by DMAIC Method**. Master of Engineering Thesis Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering Thammasat University
- [11] Phinij, K. and Wichuta, N. (2017). **Operational Management Affecting Operational Efficiency of Production Industry Small and Medium Enterprises in Pathum Thani Province**. Access (30 August 2021). Available (https://app.northbkk.ac.th/research_/?news=research&id=000434)
- [12] Kaewyindee, W. (2019). **Defect Reduction of Dyeing and Finishing Process in the Sample Factory by DMAIC**. Master of Engineering Thesis in Industrial Engineering, Graduate School, Silpakorn University
- [13] Ismail, A. S. S., As'array, A., Sapuan, S. M., and Tarique, J. (2023). Improvement of Plastic Manufacturing Processes by Six Sigma and DMAIC Methods. **Applied Science and Engineering Progress**. Vol. 16, No 3, (Special Issue) pp. 1-12. DOI: 10.14416/j.asep.2023.04.003
- [14] Yamane, T. (1973). **Statistics: An Introductory Analysis**. Tokyo: Harper International Edition
- [15] Sornnarindra, S. (2018). **Reduction of Sewing Thread Stock by DMAIC Concept in Garment Industry**. Master of Engineering Thesis in Industrial and Logistics Engineering Management, Graduate School, Khon Kaen University
- [16] Meesa, B., Pinthong, J., Phalasak, N., and Karatpong, E. (2016) Reducing of Waste in Manufacturing Process of Electronic Sheets (PCB Board) using DMAIC. **Academic Journal Uttaradit Rajabhat University**. Vol. 11, Issue 2, pp. 148-158