วารสารพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม ปีที่ 4, ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2567
Journal of Business and Industrial Development. Vol.4, No.3, Sep. – Dec. 2024

บทความวิจัย

การลดต้นทุนในกระบวนการฉีดพลาสติกชิ้นส่วนเครื่องปริ้นเตอร์โดยประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง

วุฒิเชษฐ หวังมาน และ พรเทพ แก้วเชื้อ*
คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 08 4880 0068 อีเมล: pornthep.k@rmutsb.ac.th
DOI: 10.14416/j.bid.2024.12.007
รับเมื่อ 13 สิงหาคม 2567 แก้ไขเมื่อ 20 กันยายน 2567 ตอบรับเมื่อ 26 พฤศจิกายน 2567 เผยแพร่ออนไลน์ 27 ธันวาคม 2567
© 2024 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนบริษัท AAA จำกัด เป็นโรงงานผลิตปริ้นเตอร์และสแกนเนอร์ที่มีคุณภาพสูงแห่งหนึ่ง ปัจจุบันบริษัทมีปัญหาของเสียในกระบวนการฉีดชิ้นงานพลาสติกเป็นจำนวนมากเฉลี่ยร้อยละ 3 จากการวิเคราะห์ลักษณะของเสียแบ่งได้ 7 ลักษณะได้แก่ ชิ้นงานเกิดครีบ ชิ้นงานมีรอยดำ ชิ้นงานมีรอยไหม้ ชิ้นงานมีจุดยุบ ชิ้นงานโก่งงอ ชิ้นงานเกิดรอยร้าว ชิ้นงานมีรอยประสาน มีปัจจัยที่สำคัญ 4 ปัจจัยได้แก่ อายุของแม่พิมพ์ โครงสร้างแม่พิมพ์ ประสิทธิภาพของเครื่องจักร อุณหภูมิในการหลอมพลาสติก ผู้วิจัยนำปัจจัยมาออกแบบการทดลองแฟกทอเรียล 2^4 ได้การทดลองทั้งหมด 16 แบบ ผลจากการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ พบว่า ปัจจัยที่มีส่งผลกระทบให้เกิดของเสียมีจำนวน 3 ปัจจัย คือ 1. อายุของแม่พิมพ์ 2. ประสิทธิภาพของเครื่องฉีดพลาสติก 3. อุณหภูมิในการหลอมพลาสติก และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันมีทั้งหมด 2 คู่ คือ 1.อายุแม่พิมพ์กับประสิทธิภาพของเครื่องจักร 2. อายุแม่พิมพ์กับอุณหภูมิในการหลอมพลาสติก โดยการทดลองที่ดีที่สุด คือ อายุแม่พิมพ์ 3 ปี โครงสร้างของแม่พิมพ์แบบ 2 ชิ้น ประสิทธิภาพของเครื่องจักรร้อยละ 95 และอุณหภูมิในการหลอมเหลวที่ 300 องศาเซลเซียส หลังจากทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตมียอดการสั่งผลิตชิ้นงานในไตรมาสแรกของปี 2567 จำนวน 49,800 ชิ้น มีปริมาณของเสียที่เกิดจากปัญหาชิ้นงานเกิดจุดดำและชิ้นงานเกิดครีบจำนวน 653 ชิ้น คิดเป็นมูลค่าของเสียรวมทั้งสิ้น 18,284 บาท คิดเป็นร้อยละ 1.3 จากการเปรียบเทียบข้อมูล พบว่าหลังจากการปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติกสามารถลดปริมาณของเสียลงได้คิดเป็นร้อยละ 56.67 บริษัทสามารถลดต้นทุนของเสียจากปัญหาชิ้นงานเกิดจุดดำและชิ้นงานเกิดครีบลงได้ปีละ 168,775 บาท

คำสำคัญ: การลดต้นทุน การลดของเสีย พลาสติก การออกแบบการทดลอง

การอ้างอิงบทความ: วุฒิเชษฐ หวังมาน และ พรเทพ แก้วเชื้อ. (2567). การลดต้นทุนในกระบวนการฉีดพลาสติกชิ้นส่วนเครื่องปริ้นเตอร์โดยประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง. *วารสารพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม, 4(3),* 102-112.

Research Article

Reduction Cost in The Plastic Injection Molding for Printer Machine Part by Appling Design of Experiment

Wuthichet Wungmarn and Pornthep Kaewchur*
Faculty of Business Administration and Information Technology Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Phra Nakhon Sri Ayutthaya, Thailand.

*Corresponding Author, Tel. 08 4880 0068, E-mail: pornthep.k@rmutsb.ac.th DOI: 10.14416/j.bid.2024.12.007
Received 13 August 2024; Revised 20 September 2024; Accepted 26 November 2024; Published online: 27 December 2024
© 2024 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

This research aims to reduce costs at AAA Company Limited, a printer factory producing high-quality printers and scanners. Currently, the company face a problem of waste in the plastic injection molding process, an average of 3 per cent. From the analysis of the waste characteristics, it can divided into seven types: flashing, black dot, burn marks, collapse point, bent, cracks, and weld marks. There are four critical factors: mold age, mold structure, machine performance, and temperature for melting plastic. The researcher used the factors to design an experiment of 2^4 factorials for 16 experiments. Results from statistical packages showed that three factors affect waste generation, including 1. mold age, 2. machine performance, and 3. temperature for melting plastic. In addition, there are two pairs of correlated variables, including 1. mold ageing and machine performance, and 2. mold ageing and melting temperature. At the same time, the best results were a mold ageing of three years, a two-piece mold structure, a machine performance of 95 percent, and a melting temperature of 300 degrees Celsius. After improving the production process, 49,800 pieces were ordered in the first quarter of 2024, with 653 pieces of waste, a total waste value of 18,284 baht, or 1.3 percent. By comparing data, it was found that after improving the plastic injection process, the amount of waste could be reduced by 56.67 percent. The company can reduce waste costs from problems with black dot and flashing by 168,775 baht per year.

Keywords: Reduction Costs, Reduction Waste, Plastic, Design of Experiment

Please cite this article: Wungmarn, W., & Kaewchur, P. (2024). Reduction Cost in The Plastic Injection Molding for Printer Machine Part by Appling Design of Experiment. *Journal of Business and Industrial Development, 4(3),* 102-112

1. บทนำ

เครื่องปริ้นเตอร์ (Printing Machine) เป็นเครื่องพิมพ์เอกสารที่รับข้อมูลจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เพื่อแสดงข้อมูลรูปภาพต่าง ๆ ตามต้องการ ดังนั้นปริ้นเตอร์จึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญในทุกสำนักงาน ทำให้การแข่งขันในการผลิตปริ้นเตอร์ที่มีคุณภาพมีการแข่งขันกันอย่างรุนแรง ทั้งด้านความคงทน ความสามารถในการพิมพ์งาน ความสวยงามและความสะดวกสบาย ดังนั้นการผลิตปริ้นเตอร์ให้มีคุณภาพต้องมีชิ้นส่วนที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของบริษัทผู้ผลิต บริษัท AAA จำกัด เป็นบริษัทผลิตชิ้นส่วนเครื่องปริ้นเตอร์ที่ทำจากพลาสติก โดยใช้การฉีดพลาสติก (Injection Molding) ในการขึ้นรูปชิ้นงาน ปัจจุบันบริษัทได้ประสบปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการฉีดพลาสติกเพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากต้องเพิ่มขั้นตอนในการผลิตชิ้นงาน เช่น เพิ่มขั้นตอนในการตรวจสอบชิ้นงานซ้ำ เพิ่มขั้นตอนในการแก้ไขชิ้นงาน (Re-Work and Repair) และ ขั้นตอนในการทำลายชิ้นงานทิ้งในกรณีที่ไม่สามารถแก้ไขชิ้นงานได้ ทำให้ใช้เวลาในการผลิตเพิ่มขึ้น และสูญเสียกำลังคนหรือแรงงานโดยที่ไม่เกิดมูลค่า

จากกรณีศึกษากระบวนการฉีดพลาสติกของบริษัท AAA จำกัด โดยผู้วิจัยได้ลงปฏิบัติงานจริงในบริษัทในส่วนงานฉีดชิ้นงานพลาสติก และได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดพลาสติกย้อนหลัง 5 ปี พบว่าการฉีดพลาสติกเฉลี่ยต่อปีจำนวน 562,957 ชิ้น และมีจำนวนของเสียเฉลี่ยต่อปีจำนวน 16,841 ชิ้นต่อปี หรือเฉลี่ยของเสียประมาณร้อยละ 3 คิดเป็นมูลค่าความเสียหายเฉลี่ยรวมทั้งสิ้นจำนวน 2,357,712 บาท จากข้อมูลของเสียดังกล่าวผู้วิจัยเห็นว่าควรแก้ปัญหาการลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกเพื่อเป็นการลดต้นทุนของบริษัท

1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อลดต้นทุนในกระบวนการฉีดพลาสติกโดยการออกแบบและทดลอง (Design of Experiment: DOE) ลดลงร้อยละ 20

1.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบการทดลองเป็นเครื่องมือการออกแบบกระบวนการทดลอง โดยมีการเปลี่ยนแปลงค่าปัจจัย เพื่อหาค่าตัวแปรการตอบสนองว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร การเปลี่ยนแปลงแต่ละปัจจัยสามารถปรับเปลี่ยนระดับได้ตามความเหมาะสม [1] การออกแบบการทดลองเป็นการทดลองที่สามารถทดลองปัจจัยในหลาย ๆ ปัจจัยได้พร้อมกัน เช่น การศึกษาปัจจัย A กับปัจจัย B ที่ส่งผลต่อของเสียในการฉีดพลาสติก ในการศึกษาสามารถหาผลกระทบหลัก คือ ปัจจัย A ส่งผลต่อของเสียในการฉีดพลาสติก และปัจจัย B ส่งผลต่อของเสียในการฉีดพลาสติก และสามารถหาผลกระทบร่วมของปัจจัย A ปัจจัย B ที่ส่งผลต่อของเสียในการฉีดพลาสติก [2] การออกแบบการทดลอง 2^k Factorial Design อย่างง่าย โดยการกำหนดปัจจัย 2 ระดับ และมีปัจจัย k ปัจจัย จะทำให้ได้จำนวนการทดลอง 2^k การทดลอง

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) [3] หรือแผนผังแสดงเหตุและผล แผนผังแสดงเหตุและผล เป็นหนึ่งเครื่องมือใน 7 เครื่องมือคุณภาพ ที่ใช้ค้นหาสาเหตุ วิเคราะห์สาเหตุ ของปัญหาต่าง ๆ ซึ่งการกำหนดหัวปลาเป็นปัญหาหรือวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และก้างปลาหลักจะเป็นการกำหนดสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหา และก้างปลาย่อยจะกำหนดสาเหตุย่อยที่ทำให้เกิดสาเหตุหลัก

การฉีดพลาสติกเป็นการขึ้นรูปพลาสติกที่ได้รับความนิยมอย่างมาก เนื่องจากเป็นการผลิตที่ใช้ระยะเวลาน้อย มีความแม่นยำสูง และนิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งมีหลักการการทำงานในการฉีดพลาสติก คือ การนำเม็ด

พลาสติกหลอมละลายตามอุณหภูมิที่กำหนด เมื่อได้พลาสติกที่หลอมละลายตามต้องการและฉีดเข้าสู่แม่พิมพ์ รอเวลาพลาสติกเซตตัวแล้วปลดแม่พิมพ์ออกจะได้ชิ้นงานตามต้องการ [4] โดยปัจจัยที่สำคัญในการตั้งค่าปัจจัยในการฉีดพลาสติก ได้แก่ ความเร็ว ความดัน อุณหภูมิ และเวลา รวมไปถึงปัจจัยด้านพนักงาน ด้านเครื่องจักร ด้านแม่พิมพ์ วัตถุดิบ [5] การออกแบบการทดลองเป็นการทดลองปัจจัยในระดับต่าง ๆ เช่น การออกแบบการทดลอง 2^k Factorial Design เป็นการออกแบบการทดลองที่มี k ปัจจัย ปัจจัยละ 2 ระดับ [6] งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดของเสียในการฉีดพลาสติกได้แก่งานวิจัยของปฐมพงษ์ หมอศรี และจักรพรรณ คงธนะ [2] การวิจัยเป็นการใช้การออกแบบการทดลอง 2^k Factorial Design โดยมีปัจจัยที่ทดลองได้แก่ แรงดันย้ำ อุณหภูมิแม่พิมพ์ และรอบการทำงาน ผลการทดลองหลังปรับปัจจัยทั้ง 3 ตัว คือ สามารถลดปริมาณของเสียจากเดิมร้อยละ 39.05 ลดลงมาเป็นร้อยละ 2.78 สอดคล้องกับงานวิจัยของสุรศักดิ์ ชุบไธสง และระพี กาญจนะ [7] พบว่าปัจจัยมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการฉีดพลาสติก 4 ปัจจัยที่ส่งผลให้สามารถลดของเสียจากเดิม 33,748 ppm ลดลงเหลือ 6,778 ppm และการออกแบบการทดลองยังสามารถลดต้นทุนได้สอดคล้องกับงานวิจัยของฉัตรชัย ฉายะรถี และคณะ [1] ที่ใช้การออกแบบการทดลองในการลดของเสียในกระบวนการชุบโครเมียมผลการทดลองสามารถลดปัญหาเม็ดชุบได้ร้อยละ 10 และสามารถลดต้นทุนได้ 1,410,541 บาท

2. วิธีการวิจัย

1) ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของบริษัท AAA จำกัด ปริมาณของเสียในการฉีดพลาสติกย้อนหลัง ศึกษาปัญหาของเสียในการฉีดพลาสติกและหาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนภูมิก้างปลา [8], [9] ในปัจจุบัน

2) ศึกษาปัจจัยเบื้องต้นของการฉีดพลาสติก กำหนดปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์แผนภูมิก้างปลา และปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ เพื่อไปออกแบบการทดลอง และผลจากการทดลองจะแสดงปัจจัยที่มีผลกระทบหลัก ผลกระทบร่วม และปัจจัยที่ไม่มีผล

3) กำหนดการออกแบบการทดลองด้วยการออกแบบการทดลอง 2^k Factorial Design เนื่องจากเป็นการทดลองเบื้องต้นในปัจจัยที่ควบคุมได้ 2 ระดับ [1], [7]

4) ทดลองการฉีดพลาสติกตามการออกแบบการทดลอง การทดลองละ 100 ครั้ง เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมในการฉีดพลาสติก

5) ปรับปรุงการฉีดพลาสติกตามแบบการทดลองที่เหมาะสมจำนวน 3 เดือน

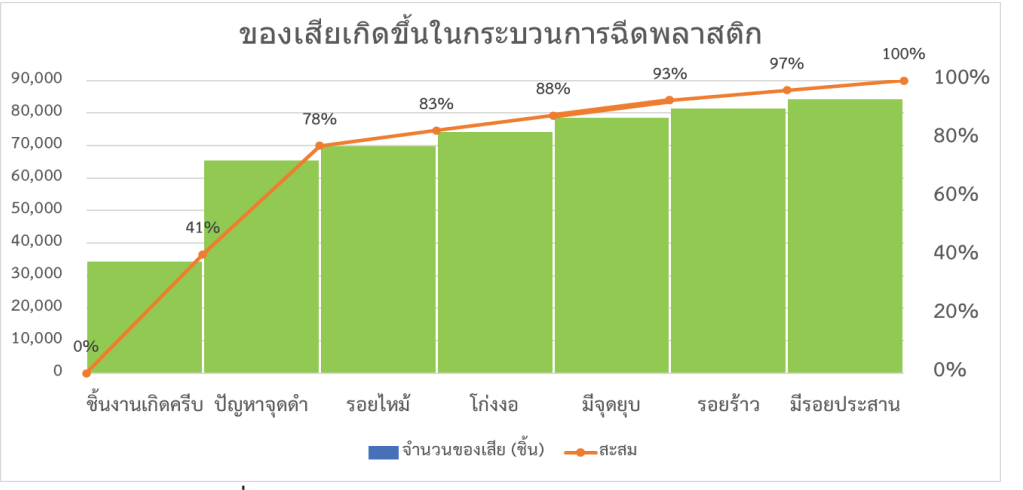
6) สรุปผลก่อนการทดลองและหลังการทดลองการฉีดพลาสติก

3. ผลการวิจัย

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของบริษัท AAA จำกัด

บริษัท AAA จำกัด เป็นโรงงานผลิตปริ้นเตอร์แห่งหนึ่งที่ผลิตเครื่องปริ้นเตอร์และสแกนเนอร์ที่มีคุณภาพสูง เครื่องปริ้นเตอร์ที่ทางโรงงานผลิตร้อยละ 90 ผลิตจากพลาสติก โดยใช้แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกในการขึ้นรูปเนื่องจากสามารถผลิตชิ้นงานได้ปริมาณที่มากและมีคุณภาพคงที่ ทำให้สามารถผลิตเครื่องปริ้นเตอร์ที่มีคุณภาพและสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการผลิตและขั้นตอนในการฉีดพลาสติกของบริษัท จะเริ่มตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการฉีดหรือเม็ดพลาสติกที่ต้องทำการผสมสีตามมาตรฐานที่กำหนดและนำมาอบเพื่อไล่ความชื้น การเตรียมแม่พิมพ์ที่

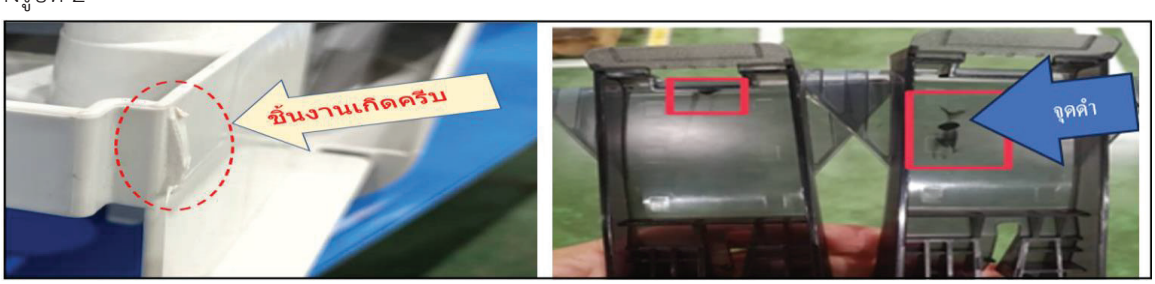
ใช้ในการฉีดชิ้นงาน การติดตั้งแม่พิมพ์ที่เครื่องฉีดตลอดจนการฉีดชิ้นงานเพื่อส่งมอบให้แผนกประกอบชิ้นงาน ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของเสียในกระบวนการฉีดชิ้นงานพลาสติกย้อนหลังโดยเริ่มต้นตั้งแต่ มกราคม พ.ศ 2562 จนถึงเดือน เมษายน พ.ศ 2566 พบจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด 84,205 ชิ้น ซึ่งได้ทำการแบ่งปัญหาของเสียได้ 7 ปัญหา ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงปริมาณของเสียสะสมในกระบวนการฉีดพลาสติก

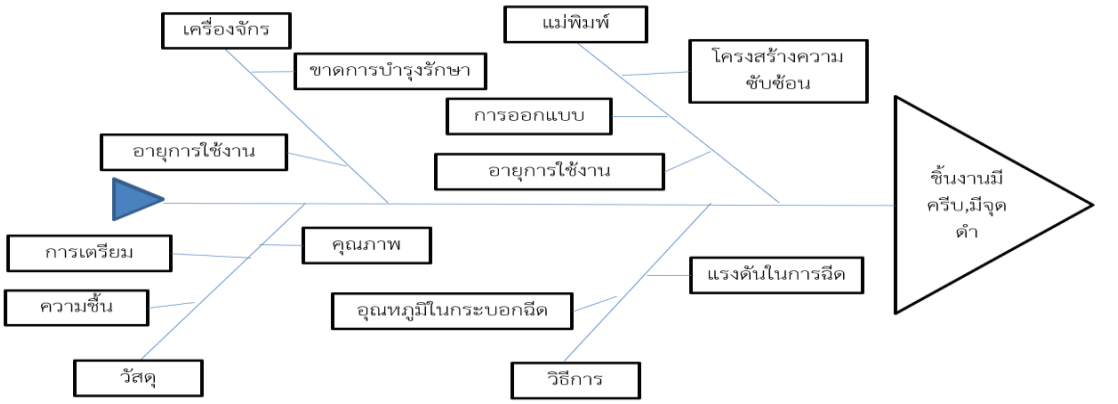
3.2 ศึกษาปัจจัยเบื้องต้นของการฉีดพลาสติกในปัจจุบัน

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติปัญหาของเสียมีทั้งหมด 7 ลักษณะ รวมทั้งสิ้นจำนวน 84,205 ชิ้น ปัญหาที่เกิดขึ้นมากที่สุดมีด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ ปัญหาชิ้นงานเกิดครีบ (Flashing) มีจำนวน 34,194 ชิ้น เป็นแผ่นพลาสติกบางตามขอบรอยต่อของชิ้นหรือเรียกว่า Plating line ชิ้นงานที่เกิดครีบมักจะมีผลกระทบต่อการประกอบชิ้นงานร่วมจนไม่สามารถประกอบชิ้นงานได้ หรืออาจทำให้ชิ้นงานร่วมเกิดการเสียหาย เช่น จุดประกอบสายไฟครีบที่ชิ้นงานอาจทำให้สายไฟขาดได้ หรือด้านความปลอดภัยอาจโดนครีบบาดได้ และปัญหาจุดดำ (Black Dot) มีจำนวน 31,198 ชิ้น เป็นจุดดำปะปนใต้ผิวชิ้นงานและกระจายตัวทั่วชิ้นงานจะเห็นได้ชัดเจนกับชิ้นงานที่เป็นสีขาว ชิ้นงานที่เกิดปัญหาจุดดำจะไม่สามารถนำไปใช้งานได้ในกลุ่มชิ้นงานที่ต้องโชว์ผิว เช่น กรอบโทรทัศน์ กรอบวิทยุ คอนโซลหน้ารถยนต์ กรอบเครื่องปริ้นเตอร์ เป็นต้น ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ภาพปัญหาที่เกิดครีบ (Flashing) และภาพปัญหาที่เกิดจุดดำ (Black Dot)

การรวบรวมปัจจัยที่ก่อให้เกิดของเสียใช้หลัก 4M สำหรับการฉีดพลาสติก คือ แม่พิมพ์(Mold) วัตถุดิบ(Material) วิธีการ(Method) เครื่องจักร (Machine) ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุและปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหา โดยผู้วิจัยได้ทำการระดมความคิดจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละแผนก เช่น วิศวกรแม่พิมพ์ วิศวกรการผลิต วิศวกรประกันคุณภาพ ช่างเทคนิค และฝ่ายผลิต เพื่อช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุและปัจจัยที่ทำให้เกิดของเสีย และร่วมมือกันในการตรวจสอบขบวนการผลิตและตรวจสอบอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต เช่น เครื่องจักร แม่พิมพ์ และวัตถุดิบที่ใช้ในการฉีด และตรวจสอบเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน เช่น การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ในการฉีดชิ้นงานพลาสติกที่จำเป็น และผู้วิจัยยังได้นำเครื่องมือคุณภาพแผนภูมิก้างปลา [8], [9] มาช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์หาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3 การออกแบบการทดลองด้วยการออกแบบการทดลอง 2^k Factorial Design [1], [7]

จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อของเสียในการฉีดพลาสติกพบว่ามีปัจจัยทั้งหมด 10 ปัจจัยได้แก่ 1. ปัจจัยด้านอายุของแม่พิมพ์ 2. ปัจจัยด้านโครงสร้างของแม่พิมพ์ 3. ปัจจัยด้านการออกแบบแม่พิมพ์ 4. ปัจจัยด้านอายุเครื่องจักรซึ่งมีอายุที่แตกต่างกัน 5. ปัจจัยด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักร 6. ปัจจัยด้านการเตรียมวัตถุดิบ 7. ปัจจัยด้านความชื้นของวัตถุดิบ 8. ปัจจัยด้านคุณภาพของวัตถุดิบ 9. ปัจจัยด้านอุณหภูมิในกระบอกฉีด 10. ปัจจัยด้านแรงดันในกระบอกฉีด จากการระดมสมองระหว่างผู้วิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องจากทางโรงงานพบว่าปัจจัยที่สามารถควบคุมได้และสามารถนำมาทดลองเบื้องต้นได้มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 4 ปัจจัย ได้แก่ 1. อายุการใช้งานของแม่พิมพ์เนื่องจากอายุการใช้งานในแต่ละแม่พิมพ์ไม่เท่ากันอาจจะมีการเสื่อม การสึกหรอตามการใช้งาน ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนปริ้นเตอร์จะมีแม่พิมพ์เป็น 2 รุ่น คือ แม่พิมพ์ที่มีอายุการใช้งาน 3 ปี และแม่พิมพ์ที่มีอายุการใช้งาน 5 ปี ซึ่งทางผู้วิจัยสามารถควบคุมในการทดลองได้ 2. โครงสร้างแม่พิมพ์เนื่องจากในบริษัทส่วนใหญ่เป็นแม่พิมพ์ 2 ชิ้นและ 3 ชิ้น ซึ่งทางผู้วิจัยสามารถควบคุมในการทดลองได้ 3. ประสิทธิภาพของเครื่องจักรเนื่องจากเครื่องจักรส่วนใหญ่มีการใช้งานตลอดเวลาทำให้ความสามารถของเครื่องจักรในการผลิตมีความคลาดเคลื่อนจากกำลังการผลิตจริง เช่น เครื่องจักรมีกำลังในการฉีดพลาสติกได้ 100 ชิ้นต่อชั่วโมง แต่ในการผลิตจริงสามารถฉีดพลาสติกได้ 90 ชิ้นต่อชั่วโมง คือ เครื่องจักรมีประสิทธิภาพร้อยละ 90 เป็นต้น ซึ่งทางผู้วิจัยทราบประสิทธิภาพ

ของเครื่องจักรและสามารถควบคุมในการทดลองได้ 4. อุณหภูมิในการหลอมพลาสติกซึ่งทางผู้วิจัยสามารถควบคุมในการทดลองได้ จากปัจจัยดังกล่าวสามารถออกแบบการทดลองแบบ 2^4 Factorial Design [1], [7] ดังนี้

ปัจจัยที่ 1. อายุของแม่พิมพ์ 2 ระดับ แม่พิมพ์อายุ 3 ปี , แม่พิมพ์อายุ 5 ปี

ปัจจัยที่ 2. โครงสร้างแม่พิมพ์ 2 ระดับ แม่พิมพ์แบบ 2 ชิ้น , แม่พิมพ์แบบ 3 ชิ้น

ปัจจัยที่ 3. ประสิทธิภาพของเครื่องจักร 2 ระดับ ประสิทธิภาพร้อยละ 90 , ประสิทธิภาพร้อยละ 95

ปัจจัยที่ 4. อุณหภูมิในการหลอมพลาสติก 2 ระดับ 200 องศาเซลเซียส , 300 องศาเซลเซียส

3.4 ทดลองการฉีดพลาสติกตามการออกแบบการทดลอง

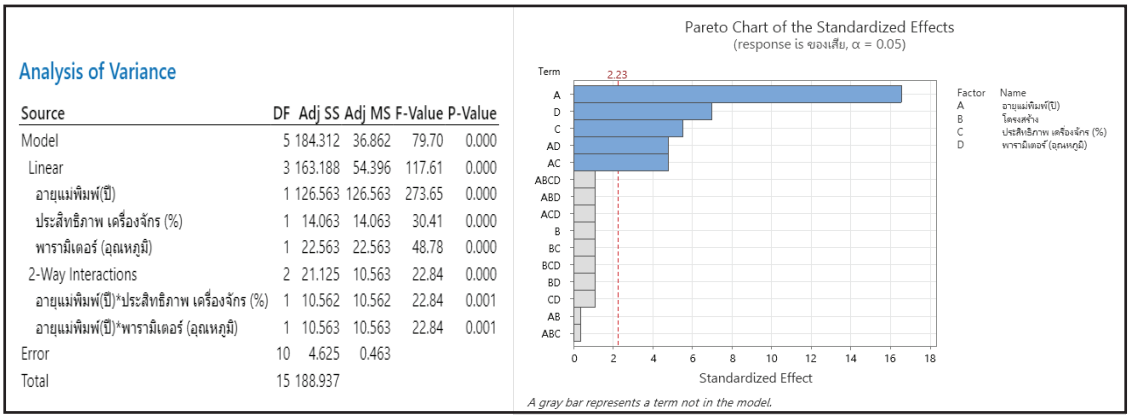
การทดลองแบบ 2^4 Factorial Design จะได้การทดลองทั้งหมด 16 แบบ ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดการทดลองแบบละ 100 ชิ้น เพื่อหาการทดลองที่มีปริมาณของเสียน้อยที่สุด และนำการทดลองที่ดีที่สุดไปดำเนินการฉีดพลาสติกจริง และนำข้อมูลมาเปรียบเทียบก่อนและหลังการออกแบบการทดลอง โดยผลการทดลอง 16 แบบเป็นดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณของเสียผลการทดลองทั้ง 16 แบบ

แบบที่	อายุแม่พิมพ์ (ปี)	โครงสร้างแม่พิมพ์	ประสิทธิภาพเครื่องจักร (%)	พารามิเตอร์ (อุณหภูมิ)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)
1	3	2	90	200	10
2	5	2	90	200	16
3	3	3	90	200	10
4	5	3	90	200	16
5	3	2	95	200	12
6	5	2	95	200	20
7	3	3	95	200	10
8	5	3	95	200	19
9	3	2	90	300	10
10	5	2	90	300	12
11	3	3	90	300	10
12	5	3	90	300	12
13	3	2	95	300	9
14	5	2	95	300	16
15	3	3	95	300	10
16	5	3	95	300	15

จากตารางที่ 1 จากการทดลองฉีดพลาสติกการทดลองละ 100 ชิ้นพบว่า การทดลองที่ 13 ให้พบปริมาณของเสียน้อยที่สุดจำนวน 9 ชิ้น และนำข้อมูลเข้าประมวลผลด้วยโปรแกรม minitab รุ่น 21.0 (รุ่นทดลอง) พบว่าปัจจัยที่มีส่งผลกระทบให้เกิดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกมีจำนวน 3 ปัจจัย คือ 1. อายุของแม่พิมพ์ 2.ประสิทธิภาพของเครื่องฉีดพลาสติก 3.อุณหภูมิในการหลอมพลาสติก และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันมีทั้งหมด 2 คู่ คือ 1.อายุแม่พิมพ์กับ

ประสิทธิภาพของเครื่องจักร 2. อายุแม่พิมพ์กับอุณหภูมิในการหลอมพลาสติก และมีปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อกระบวนการฉีดพลาสติกจำนวน 1 ปัจจัย คือ โครงสร้างแม่พิมพ์ ดังรูปที่ 4



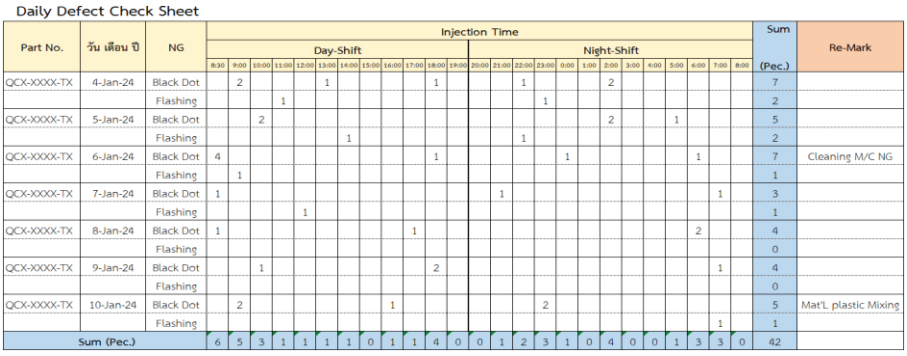
Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	184.312	36.862	79.70	0.000
Linear	3	163.188	54.396	117.61	0.000
อายุแม่พิมพ์(ปี)	1	126.563	126.563	273.65	0.000
ประสิทธิภาพ เครื่องจักร (%)	1	14.063	14.063	30.41	0.000
พารามิเตอร์ (อุณหภูมิ)	1	22.563	22.563	48.78	0.000
2-Way Interactions	2	21.125	10.563	22.84	0.000
อายุแม่พิมพ์(ปี)*ประสิทธิภาพ เครื่องจักร (%)	1	10.562	10.562	22.84	0.001
อายุแม่พิมพ์(ปี)*พารามิเตอร์ (อุณหภูมิ)	1	10.563	10.563	22.84	0.001
Error	10	4.625	0.463		
Total	15	188.937			

รูปที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการฉีดพลาสติก

3.5 ปรับปรุงการฉีดพลาสติกตามแบบการทดลองที่เหมาะสม

จากการทดลองทั้ง 16 แบบ พบว่าการทดลองที่มีปริมาณของเสียน้อยที่สุด คือ ทดลองแบบที่ 13 คือ อายุแม่พิมพ์ 3 ปี โครงสร้างของแม่พิมพ์แบบ 2 ชั้น ประสิทธิภาพของเครื่องจักรร้อยละ 95 และอุณหภูมิในการหลอมพลาสติก 300 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียในแต่ละวันลงในแผ่นตรวจสอบ เพื่อตรวจสอบและยืนยันปัจจัยที่ใช้การฉีดพลาสติก และตัวอย่างการเก็บข้อมูลดังรูปที่ 5



Daily Defect Check Sheet

Part No.	วัน เดือน ปี	NG	Injection Time																										Sum	Re-Mark
			Day-Shift												Night-Shift															
			8:30	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00		(Pec.)	
QCX-XXXX-TX	4-Jan-24	Black Dot		2				1					1				1				2								7	
		Flashing				1												1											2	
QCX-XXXX-TX	5-Jan-24	Black Dot			2																2			1					5	
		Flashing							1								1													2	
QCX-XXXX-TX	6-Jan-24	Black Dot	4										1						1						1				7	Cleaning M/C NG
		Flashing		1																									1	
QCX-XXXX-TX	7-Jan-24	Black Dot	1													1										1			3	
		Flashing					1																						1	
QCX-XXXX-TX	8-Jan-24	Black Dot	1									1													2				4	
		Flashing																											0	
QCX-XXXX-TX	9-Jan-24	Black Dot			1								2													1			4	
		Flashing																											0	
QCX-XXXX-TX	10-Jan-24	Black Dot		2							1							2											5	Mat'L plastic Mixing
		Flashing																								1			1	
Sum (Pec.)			6	5	3	1	1	1	1	0	1	1	4	0	0	1	2	3	1	0	4	0	0	1	3	3	0		42	

รูปที่ 5 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลของเสียรายวัน

จากการเก็บข้อมูลของเสียในแต่ละวัน ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดจากปัญหาชิ้นงานเกิดจุดดำ และปัญหาชิ้นงานเกิดครีบ เพื่อนำมาเปรียบเทียบข้อมูลก่อนปรับปรุงและหลังทำการปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติก พบว่าก่อนปรับปรุงเป็นการเก็บข้อมูลย้อนหลังในช่วงปี 2562 - ปี 2566 มียอดการสั่งผลิตจำนวน 562,957 ชิ้น มีจำนวนชิ้นงาน

เสียที่เกิดจากปัญหาชิ้นงานเกิดจุดดำและชิ้นงานเกิดครีบอยู่ที่ 16,841 ชิ้น คิดเป็นมูลค่าความเสียหายรวมทั้งสิ้น 2,357,712 บาท คิดเป็นของเสียร้อยละ 3 หลังจากทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตมียอดการสั่งผลิตชิ้นงานในไตรมาสแรกของปี 2567 จำนวน 49,800 ชิ้น มีปริมาณของเสียที่เกิดจากปัญหาชิ้นงานเกิดจุดดำและชิ้นงานเกิดครีบจำนวน 653 ชิ้น คิดเป็นมูลค่าของเสียรวมทั้งสิ้น 18,284 บาท คิดเป็นร้อยละ 1.3 จากการเปรียบเทียบข้อมูลพบว่าหลังจากการปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติกสามารถลดปริมาณของเสียลงได้คิดเป็นร้อยละ 56.67 บริษัทสามารถลดต้นทุนของเสียจากปัญหาชิ้นงานเกิดจุดดำและชิ้นงานเกิดครีบลงได้ปีละ 168,775 บาท

4. อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนบริษัท AAA จำกัด ซึ่งเป็นโรงงานผลิตปริ้นเตอร์แห่งหนึ่งที่ผลิตเครื่องปริ้นเตอร์และสแกนเนอร์ที่มีคุณภาพสูง ปัจจุบันบริษัทมีปัญหาของเสียในกระบวนการฉีดชิ้นงานพลาสติกเป็นจำนวนมากเฉลี่ยร้อยละ 3 คิดเป็นมูลค่าความเสียหายเฉลี่ยรวมทั้งสิ้นจำนวน 2,357,712 บาท จากการวิเคราะห์ลักษณะของเสียแบ่งได้ 7 ลักษณะได้แก่ ชิ้นงานเกิดครีบ ชิ้นงานมีรอยดำ ชิ้นงานมีรอยไหม้ ชิ้นงานมีจุดยุบ ชิ้นงานโก่งงอ ชิ้นงานเกิดรอยร้าว ชิ้นงานมีรอยประสาน จากปัญหาดังกล่าวพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นร้อยละ 77.65 คือ ชิ้นงานเกิดครีบ ชิ้นงานมีรอยดำ สอดคล้องกับงานวิจัยของศุภโชค เส็งหนองแบน และจิรวัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ [6] ที่ได้วิจัยเรื่องการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงต้นทุนในการลดจุดดำในอุตสาหกรรมฉีดพลาสติกโดยใช้แนวทางซิกซ์ซิกม่า พบว่าปัญหาส่วนใหญ่จากการฉีดพลาสติกคือปัญหาจุดดำ ดังนั้นผู้วิจัยได้หาสาเหตุที่เกิดขึ้นจากชิ้นงานเกิดครีบ ชิ้นงานมีรอยดำ โดยการวิเคราะห์ผังก้างปลาเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อของเสีย จากการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยที่สำคัญ 4 ปัจจัยได้แก่ อายุของแม่พิมพ์ โครงสร้างแม่พิมพ์ ความพร้อมของเครื่องจักร พารามิเตอร์ด้านอุณหภูมิ และนำปัจจัยมาออกแบบการทดลอง 2^4 Factorial Design จะได้การทดลองทั้งหมด 16 แบบ พบว่าปัจจัยที่มีส่งผลกระทบให้เกิดของเสียมีจำนวน 3 ปัจจัย คือ 1. อายุของแม่พิมพ์ 2.ประสิทธิภาพของเครื่องฉีดพลาสติก 3.อุณหภูมิในการหลอมพลาสติก และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันมีทั้งหมด 2 คู่ คือ 1.อายุแม่พิมพ์กับประสิทธิภาพของเครื่องจักร 2.อายุแม่พิมพ์กับอุณหภูมิในการหลอมเหลวพลาสติก โดยการทดลองที่ดีที่สุด คือ อายุแม่พิมพ์ 3 ปี โครงสร้างของแม่พิมพ์แบบ 2 ชิ้น ประสิทธิภาพของเครื่องจักรร้อยละ 95 และอุณหภูมิหลอมเหลวที่ 300 องศาเซลเซียส และผลการทดลองเก็บข้อมูลก่อนทำการปรับปรุงปี 2562 - ปี 2566 มียอดการสั่งผลิตจำนวน 562,957 ชิ้น มีจำนวนชิ้นงานเสียที่เกิดจากปัญหาชิ้นงานเกิดจุดดำและชิ้นงานเกิดครีบอยู่ที่ 16,841 ชิ้น คิดเป็นมูลค่าความเสียหายรวมทั้งสิ้น 2,357,712 บาท คิดเป็นของเสียร้อยละ 3 หลังจากทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตมียอดการสั่งผลิตชิ้นงานในไตรมาสแรกของปี 2567 จำนวน 49,800 ชิ้น มีปริมาณของเสียที่เกิดจากปัญหาชิ้นงานเกิดจุดดำ และชิ้นงานเกิดครีบจำนวน 653 ชิ้น คิดเป็นมูลค่าความเสียหายรวมทั้งสิ้น 18,284 บาท คิดเป็นร้อยละ 1.3 จากการเปรียบเทียบข้อมูล พบว่า หลังจากการปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติกสามารถลดปริมาณของเสียลงได้คิดเป็นร้อยละ 56.67 บริษัทสามารถลดต้นทุนของเสียจากปัญหาชิ้นงานเกิดจุดดำและชิ้นงานเกิดครีบลงได้ปีละ 168,775 บาท สอดคล้องกับงานวิจัยของสุรศักดิ์ ชุบไธสง และระพี กาญจนะ [7] ที่วิจัยเรื่องการลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกของชิ้นส่วนโทรศัพท์ โดยการออกแบบการทดลอง2^k Factorial Design ผลการวิจัยสามารถลดของเสียโดยรวมลงได้ร้อยละ 25.93 และสอดคล้องกับงานวิจัยของปฐมพงษ์ หอมศรี และจักรพรรณ คงธนะ [2] ที่ได้ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกสำหรับชิ้นส่วนยานยนต์โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง โดยสามารถลดของเสียจากเดิมร้อยละ 39.05

ลดลงเหลือร้อยละ 2.78 ซึ่งการใช้หลักการออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยและระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการฉีดพลาสติก ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของฉัตรชัย ฉายะรถีและคณะ [1] ที่ได้วิจัยเรื่องการลดของเสียในกระบวนการชุบโครเมียมด้วยการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม ผลการทดลองพบว่าสามารถลดต้นทุนได้ 1,410,541 บาท

4.1 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

4.1.1 ควรทำการวิจัยเรื่องการบำรุงรักษาแม่พิมพ์มีผลต่ออายุการใช้งานและของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก

4.1.2 ควรศึกษาแยกกันระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อของเสียจุดดำ และของเสียที่เป็นครีบ

เอกสารอ้างอิง

[1] Chayarathi, C., Rakkran, S., & Plongmai, J. (2021). Design of Experiment to Reduce Waste in Plating Process. *Journal of Science and Technology, 1*(1), 29–38. (in Thai)

[2] Homsri, P., & Kongtana, J. (2013). Design of Experiment (DOE) to Reduce Waste in Plastic Injection Process of Automotive Parts. *Kasem Bundit Engineering Journal, 3*(2), 73–95. (in Thai)

[3] Preangprom, S., & Gerdkaew, K. (2022). Optimizing Storage Space and Order Picking in Warehouse Operations: A Case Study of an IT Product Distribution Company. *Journal of Business and Industrial Development, 2*(3), 17–33. (in Thai)

[4] Pumyaem, K., Laotaweesub, W., & Cheevapruk, S. (2021). Management of Plastic Injection Processes: A Case Study of Electric Lamp Manufacturing. *Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi, 20*(1), 145–156. (in Thai)

[5] Sriard, B., Sritong, C., Siriwoharn, T., & Klangphahol, K. (2021). Factors Influencing the Quality of Production in Thermoplastic Injection Molding Factories. *Journal of Business, Economics and Communications, 16*(1), 103–113. (in Thai)

[6] Sengnongban, S., & Ngaoprasertwong, J. (2019). Cost Efficiency Analysis for Black Dot Defect in Plastic Injection Process by Six Sigma Approach. *Engineering Journal Chiang Mai University, 26*(2), 121–130. (in Thai)

[7] Choobthaisong, S., & Kanchana, R. (2020). Reducing Defectives in Plastic Injection Process of Telephone Part by Design of Experiment. *SWU Engineering Journal, 15*(3), 17–31. (in Thai)

[8] Preangprom, S., & Wongchai, R. (2023). Development of Warehouse Management Process: A Case Study of Medical Cosmetic Product Distribution Company Limited. *Journal of Business and Industrial Development, 3*(1), 12–26. (in Thai)

[9] Sookmoy, A., Charoenprasit, S., & Tiantong, C. (2023). Improving Efficiency in the Process of Calibration of Measuring Instruments Within the Company: A Case Study of Alliance Laundry (Thailand) Company Limited. *Journal of Business and Industrial Development, 3*(2), 17–28. (in Thai)