# การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตหางเสือเรือ กรณีศึกษา กลุ่มบริษัท บีดีไอ

# Production Time Loss Reduction in Boat Rudder Production Process: A Case Study of Bangkok Diecasting and Injection Co., Ltd

**ภาคภูมิ ใจชมภู และปริดา จิ๋วปัญญา***

**Pakpoom Jaichomphu and Parida Jewpanya***

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

Industrial Engineering Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Lanna Tak

**บทคัดย่อ**

ในกระบวนการผลิตหางเสือเรือด้วยวิธีการฉีดขึ้นรูปอะลูมิเนียม พบปัญหาที่เกิดจากชิ้นงานอะลูมิเนียมติดแม่พิมพ์บ่อย ทำให้เกิดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตและมีค่าต้นทุนที่สูงขึ้น เมื่อทำการเก็บข้อมูล 3 เดือน (เมษายน-มิถุนายน 2562) พบว่าเกิดเวลาสูญเสียมากที่สุดเฉลี่ยอยู่ที่ 625 นาที/เดือน ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยแผนภูมิก้างปลาพบว่า ระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยากับแม่พิมพ์ ในบางจุดไม่เหมาะสม ทำให้จุดพ่นน้ำยาไม่ตรงตำแหน่ง เมื่อทำการลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS ทำการติดตั้งทดลองชุดหัวพ่นน้ำยาที่สร้างขึ้นมาใหม่และดำเนินการปรับระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยากับแม่พิมพ์ พร้อมกับเก็บผลการทดลองชุดหัวพ่นน้ำยาถอดแบบเป็นระยะเวลา 3 เดือน (กันยายน-พฤศจิกายน 2562) จากผลการเก็บข้อมูลในการตั้งระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยากับแม่พิมพ์ พบว่าระยะเฉลี่ย 75 – 80 มิลลิเมตร เป็นระยะที่ดีที่สุดเพราะไม่พบเวลาสูญเสียของชิ้นงานหางเสือเรือ ส่งผลให้สามารถลดเวลาสูญเสียชิ้นงานอะลูมิเนียมติดพิมพ์เฉลี่ย อยู่ที่ 625 นาที คิดเป็นจำนวนชิ้นงาน 408 ชิ้นต่อเดือน หรือเป็นจำนวนเงิน 260,000 บาทต่อเดือนโดยประมาณ

**คำสำคัญ**: เวลาสูญเสีย การฉีดขึ้นรูปอะลูมิเนียม อะลูมิเนียมติดพิมพ์

**Abstract**

In the rudder manufacturing process by aluminum injection molding, the problem found is that aluminum workpieces frequently get stuck in the mold, causing loss time the manufacturing process and higher cost. After 3 months of data collection (April - June 2019), it was found that the maximum loss time took 625 minutes/month. The researcher analyzed such problem by a fishbone diagram. It was found that some spots of the distance between the ejector and the mold were inappropriate, causing mismatched ejecting spots. When reducing the loss by ECRS, with an installation of the newly developed ejecting head set, distance adjustment between the ejector and the mold, and recording the experimental results of the mold release agent for

*Corresponding author : parida.jewpanya@gmail.com

Received: 4 มิ.ย. 64; Revised: 2 พ.ย. 64; Accepted: 11 พ.ย. 64

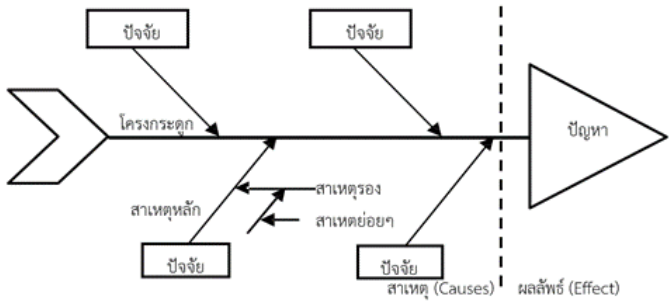
3 months (September - November 2019); it was found that the distance between the ejector and the mold of 75 – 80 mm was the best distance on average because of no loss time of rudder workpieces any longer. As a consequence, loss time of aluminum workpieces stuck in the mold reduced down to 625 minutes on average, equivalent to 408 workpieces/month or the amount of 260,000 baht/month on average.

**Keywords:** Loss Time, Aluminum Injection Molding, Aluminum Stuck in the Mold

**1. บทนำ**

บริษัท B.D.I. Alloy Enterprise เป็นบริษัทที่ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ส่งออกทั้งในประเทศ และต่างประเทศ โดยชิ้นส่วนที่ผลิตมีหลายผลิตภัณฑ์ เช่น ดุมล้อ พักเท้า เสื้อสูบ หางเสือเรือ เป็นต้น ซึ่งบางผลิตภัณฑ์มีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนหลายขั้นตอนส่งผลให้มีราคาที่สูงและมียอดการสั่งผลิตในแต่ละเดือนมีจำนวนมาก จึงต้องมีการวางแผนควบคุมการผลิต การควบคุมคุณภาพ และควบคุมต้นทุนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตให้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนด

การผลิตชิ้นงานหางเสือเรือถือเป็นผลิตภัณฑ์ 1 ใน 5 ของชิ้นงานที่มีการผลิตต่อเดือนสูง แต่พบปัญหาในกระบวนการผลิตมากที่สุดคือ อะลูมิเนียมที่ฉีดเข้าแม่พิมพ์เกิดการติดพิมพ์ เนื่องจากขนาดของแม่พิมพ์หางเสือเรือมีขนาดใหญ่และมีจุดที่ซับซ้อนมาก โดยปัญหาดังกล่าวอาจเกิดจากปัจจัยและสาเหตุหลาย ๆ อย่าง เช่น อุณหภูมิของแม่พิมพ์ร้อนเกินไป การปรับจุดหัวพ่นน้ำยาไม่ตรงตำแหน่ง เครื่องจักรขาดการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง เป็นต้น ผู้วิจัยจึงทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้น โดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ ได้แก่ หลักการ ECRS (เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, 2557) ซึ่งเป็นหลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่าย ๆ ที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่าหรือ MUDA ได้เป็นอย่างดี และใช้แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) หรือแผนผังอิชิคะวะ (Ishikawa Diagram) (วันชัย ริจิรวนิช, 2548) ซึ่งเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) จึงมีผู้เรียกแผนผังกางปลานี้ว่า แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลาย ๆ สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา ดังภาพที่ 1




**ภาพที่ 1** ตัวอย่างโครงสร้างของแผนผังก้างปลา

ซึ่งผู้วิจัยใช้ 2 หลักการนี้มาใช้วิเคราะห์หาสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดชิ้นงานติดแม่พิมพ์บ่อย จากนั้นได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของอะลูมิเนียม (บริษัท วี แอนด์ พี เอ็กซแพนด์ เมททัล จำกัด, 2563) โดยอะลูมิเนียมมีจุดหลอมละลายที่ 660 องศาเซลเซียส เป็นโลหะที่มีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบา รับภาระน้ำหนักได้สูง สามารถขึ้นรูปได้ง่าย ไม่เสี่ยงต่อรอยร้าว และการแตกหัก ทนต่อการกัดกร่อน และไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ โดยเฉพาะการนำมาผสมกับโลหะอื่น ๆ แล้วจะทำให้คุณสมบัติต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น เช่น จุดหลอมเหลวของอะลูมิเนียมผสมจะอยู่ที่ 1,140-1,205 องศาเซลเซียส นิยมนำมาผลิตเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ รวมถึงวัสดุหรือภาชนะที่เกี่ยวข้องกับอาหาร นอกจากนั้น ยังมีคุณสมบัติทางเคมีของอะลูมิเนียมในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งชิ้นส่วนหางเสือเรือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจะผลิตจากอะลูมิเนียมเกรด ADC12 มีธาตุผสม คือ Si =10.5-12.0, Cu =1.5-3.5, Fe =1.3, Zn =1.0, Mn = 0.5 มีสมบัติเชิงกลที่ดีเยี่ยมทนทานต่อการกัดกร่อนและการหล่อลื่นได้ดี

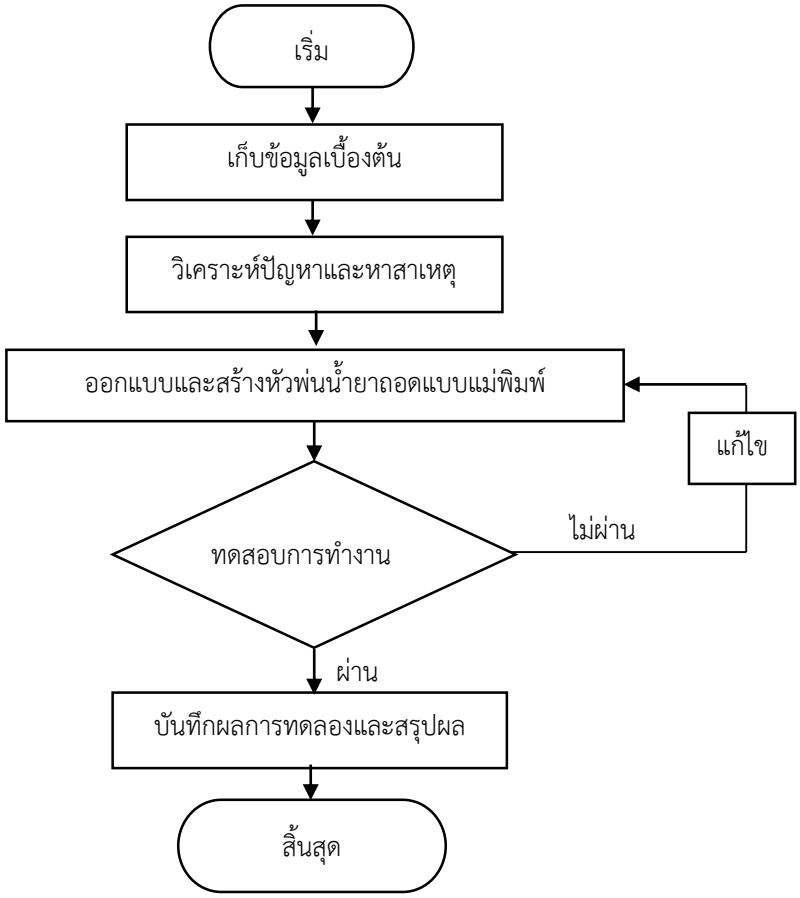
จากสภาพปัญหา ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะลดเวลาสูญเสียการผลิตหางเสือเรือที่เกิดจากอะลูมิเนียมติดพิมพ์ ที่ส่งผลให้เกิดปัญหาการสูญเสียเวลาในการผลิตชิ้นงาน เนื่องจากต้องถอดชุดแม่พิมพ์ออกจากเครื่องฉีดอะลูมิเนียมที่ใช้เวลาในการปฏิบัติงานมาก และการผลิตชิ้นงานต้องหยุดลง แนวคิดเบื้องต้นผู้วิจัยจะใช้หลักการทำให้ง่าย (Simplify) ในการปรับปรุงชุดหัวพ่นน้ำยาถอดแบบ เพื่อให้หัวพ่นน้ำยาถอดแบบใช้งานสะดวกและแม่นยำมากขึ้น มีระยะที่เหมาะสมกับขนาดแม่พิมพ์หางเสือเรือ สามารถลดเวลาสูญเสียการผลิต ซึ่งพบว่าหัวพ่นน้ำยาถอดแบบที่ใช้อยู่มีระยะท่อพ่นยาวไม่ถึงจุดที่ซับซ้อนกับขนาดแม่พิมพ์หางเสือเรือ ทำให้น้ำยาสเปรย์เข้าไปไม่ถึงจุดที่ต้องการพ่นน้ำยา และจัดทำข้อมูลหาจุดคุ้มทุน (Break – Even – Point) (จีระนันท์ เหลาพร และกรวิทย์ ชาภักดี, 2555) เพื่อเป็นข้อมูลให้กับบริษัทในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรหรือชิ้นงานที่เกิดปัญหาแบบเดียวกันนี้

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตหางเสือเรือ กรณีศึกษา กลุ่มบริษัท บีดีไอ
2. เพื่อหาระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยากับแม่พิมพ์ ในการผลิตหางเสือเรือ

**3. วิธีดำเนินงานวิจัย**

มีขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 2 ดังนี้



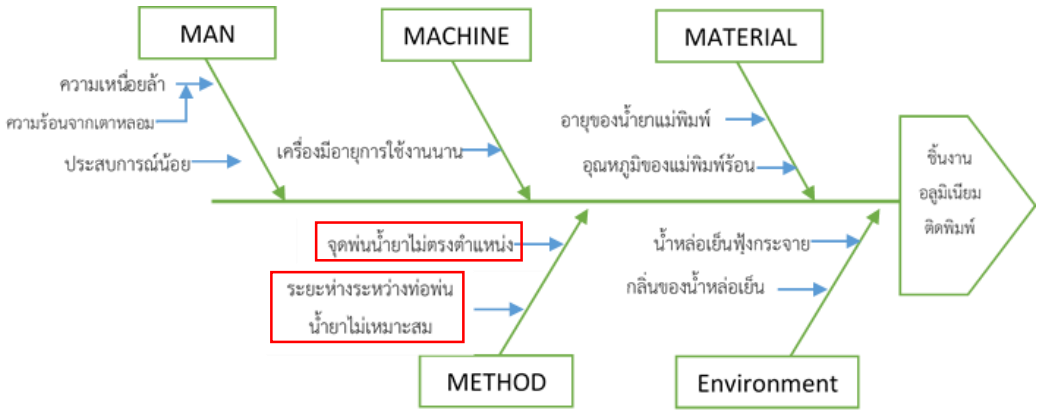

**ภาพที่ 2** ขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เก็บข้อมูลเบื้องต้น

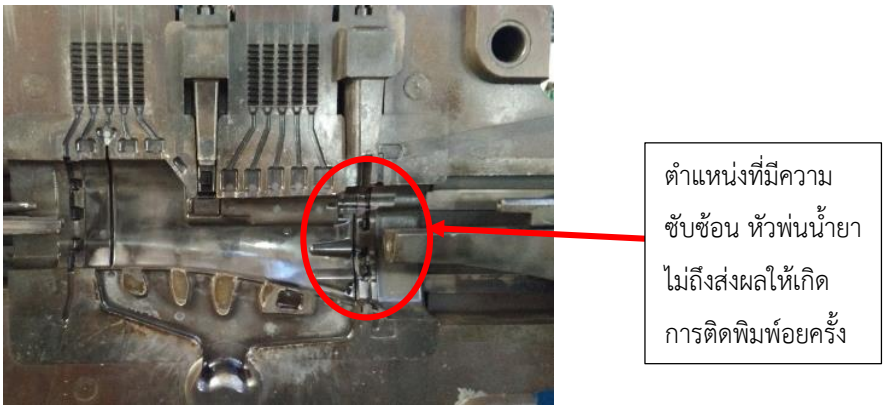
คณะผู้วิจัยได้เลือกชิ้นงานหางเสือเรือเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ 1 ใน 5 ของชิ้นงานที่มีการผลิตต่อเดือนสูง แต่พบปัญหาในกระบวนการผลิตมากที่สุดคือ อะลูมิเนียมที่ฉีดเข้าแม่พิมพ์เกิดการติดพิมพ์ เนื่องจากขนาดของแม่พิมพ์หางเสือเรือมีขนาดใหญ่และมีจุดที่ซับซ้อนมาก โดยได้เก็บข้อมูลที่ทำให้เกิดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิต 3 เดือน คือ เมษายน-มิถุนายน 2562 เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาต่อไป

3.2 วิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุ

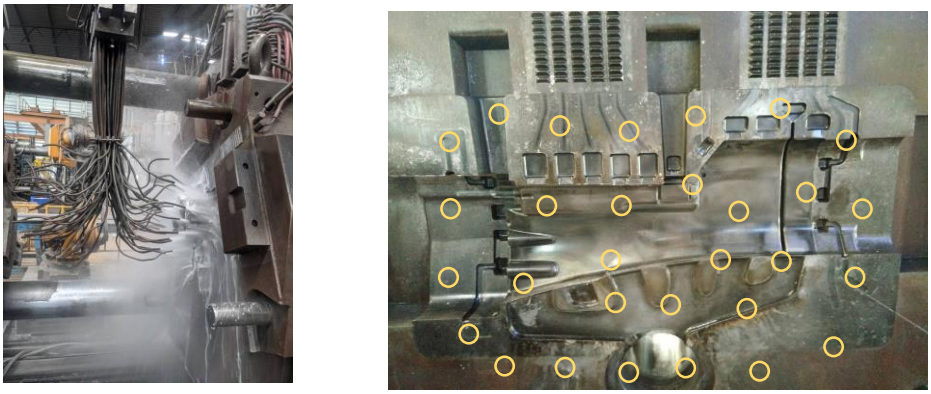
เมื่อดำเนินการเก็บข้อมูลเบื้องต้นของการปฏิบัติงาน คณะผู้วิจัยและพนักงานของทางบริษัทได้ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุเวลาสูญเสียในกระบวนการฉีดขึ้นรูปหางเสือเรือ โดยแผนผังก้างปลาพบว่าปัญหาเกิดขึ้นจากสาเหตุ 5 ประการ คือ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ วิธีการและสิ่งแวดล้อม ที่ทำให้เกิดเวลาสูญเสีย มี ความเห็นว่าเป็นเรื่องวิธีการที่ระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยาไม่เหมาะสม และจุดพ่นน้ำยาไม่ตรงตำแหน่งที่ต้องการ จึงส่งผลให้เกิดอะลูมิเนียมติดพิมพ์ ดังแสดงในภาพที่ 3 ภาพที่ 4 และภาพที่ 5




**ภาพที่ 3** แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุอะลูมิเนียมติดพิมพ์




**ภาพที่ 4** ตำแหน่งที่เกิดการติดพิมพ์บ่อยครั้ง



(ก) (ข)

**ภาพที่ 5** หัวพ่นน้ำยาถอดแบบก่อนการปรับปรุง
(ก) ระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยา กับแม่พิมพ์ที่ห่างเกินไป
(ข) ตำแหน่งท่อพ่นน้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์ที่กระจายตัวไม่สม่ำเสมอ

จากภาพที่ 5 แสดงถึงระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยา กับแม่พิมพ์ห่างเกินไป และการดัดท่อพ่นน้ำยาให้ตรงตำแหน่งทำได้ยากส่งผลให้การระบายความร้อนของแม่พิมพ์ไม่สม่ำเสมอกัน มีการกระจายตัวเมื่อพ่นน้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์อยู่ที่ ร้อยละ 90 แรงดันน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 1.96 Bar ส่งผลให้เมื่อฉีดน้ำอะลูมิเนียมไประยะเวลาหนึ่งจะเกิดการติดพิมพ์ได้

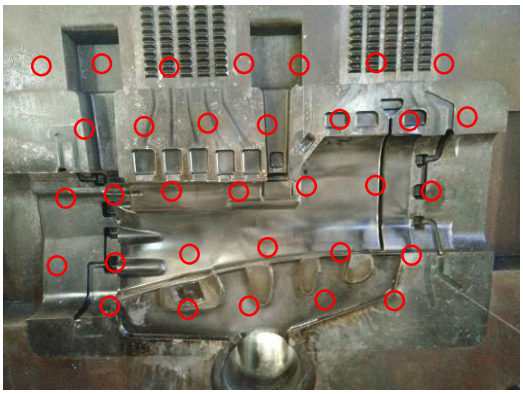
3.3 ออกแบบและสร้างหัวพ่นน้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์

จากการวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุร่วมกันถึงระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยาไม่เหมาะสม และจุดพ่นน้ำยาไม่ตรงตำแหน่งที่ต้องการ ได้ศึกษาทฤษฎีการลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS และเลือกใช้วิธีทำให้ง่าย (Simplify) จึงได้สร้างหัวพ่นน้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์ขึ้นมาใหม่ ประกอบด้วยหัวพ่นน้ำยาจำนวน 4 หัว มีท่อพ่นน้ำยาจำนวน 9 ท่อ รวมทั้งสิ้น 32 ท่อ ซึ่งสามารถปรับระดับสูงต่ำและสามารถดัดได้ง่าย ดังภาพที่ 6

**ภาพที่ 6** หัวพ่นน้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์ที่สร้างขึ้น

3.4 ตำแหน่งการดัดท่อพ่นน้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์

เมื่อดำเนินการสร้างหัวพ่นน้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์แล้ว ต้องกำหนดตำแหน่งท่อพ่นน้ำยาแม่พิมพ์ให้สามารถดัดโค้งไปยังตำแหน่งที่ต้องการและสามารถปรับระยะห่างได้เพื่อให้น้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์เข้าถึงจุดที่มีความสลับซับซ้อนของแม่พิมพ์ได้ โดยมีแรงดันน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 2.04 Bar ดังภาพที่ 7



**ภาพที่ 7** ตำแหน่งท่อพ่นน้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์กระจายตัวสม่ำเสมอ

3.5 ทดสอบการทำงาน

หลักจากการติดตั้งชุดหัวพ่นน้ำยาแม่พิมพ์ได้ทำการทดสอบและกำหนดระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยากับแม่พิมพ์ เพื่อหาระยะห่างที่เหมาะสมที่สุดในการกำหนดเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน ดังภาพที่ 8

**ภาพที่ 8** ทดสอบหัวพ่นน้ำยาถอดแบบแม่พิมพ์

3.6 บันทึกผลการทดลองและสรุปผล

หลักจากดำเนินการทดสอบและปรับระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยากับแม่พิมพ์ คณะผู้วิจัยได้บันทึกผลการทดลองหลังการปรับปรุงเป็นระยะเวลา 3 เดือน คือ กันยายน-พฤศจิกายน 2562 โดยมีเครื่องมือในการบันทึกผลการทดลอง คือการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (นงค์นุช สุกใส, 2562) จัดว่าเป็นค่าที่มีความสำคัญมากในวิชาสถิติ เพราะค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นค่ากลางหรือเป็นตัวแทนของข้อมูลที่ดีที่สุด เพราะเป็นค่าที่ไม่เอนเอียง เป็นค่าที่มีความคงเส้นคงวา เป็นค่าที่มีความแปรปรวนต่ำที่สุด และเป็นค่าที่มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตก็มีข้อจำกัดในการใช้ เช่น ถ้าข้อมูลมีการกระจายมาก หรือข้อมูลบางตัวมีค่ามากหรือน้อยจนผิดปกติหรือข้อมูลมีการเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะไม่สามารถเป็นค่ากลางหรือเป็นตัวแทนที่ดีของข้อมูลได้ ในกรณีที่ข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตสามารถหาได้โดยสมการที่ (1)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

เมื่อ $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง
$n$ = จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง n
$x$ = ข้อมูลแต่ละจำนวน

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เพลิศ สายปาระ, 2552). หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) ในทางสถิติศาสตร์และความน่าจะเป็น เป็นการวัดการกระจายแบบหนึ่งของกลุ่มข้อมูล สามารถนำไปใช้กับการแจกแจงความน่าจะเป็น ตัวแปรสุ่ม ประชากรหรือ มัลติเซต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมักเขียนแทนด้วยอักษรกรีกซิกมา ($\sigma$) นิยามขึ้นจากส่วนเบี่ยงเบนแบบ Root Mean Square (RMS) กับค่าเฉลี่ย หรือนิยามขึ้นจากรากที่สองของความแปรปรวนซึ่งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสามารถหาได้โดยสมการที่ (2)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2/n}{n-1}} \quad (2)$$

เมื่อ $\sigma$ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$n$ = จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง
$x$ = ข้อมูลแต่ละจำนวน

**4. ผลการวิจัย**

การลดเวลาสูญเสียจากชิ้นงานอะลูมิเนียมติดพิมพ์ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบจากข้อมูลสถิติการสูญเสียเวลาอะลูมิเนียมติดแม่พิมพ์หางเสือเรือ ก่อน (เมษายน– มิถุนายน 2562) กับ หลัง (กันยายน – พฤศจิกายน 2562) ได้ผลดังนี้

4.1 การเปรียบเทียบจากข้อมูลสถิติการสูญเสียเวลา

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยผลการทดลองเดือนเมษายน – มิถุนายน 2562

| เดือน | อุณหภูมิแม่พิมพ์ (°C) | | ระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยากับแม่พิมพ์ (มิลลิเมตร) | | เวลาสูญเสียชิ้นงานอะลูมิเนียมติดแม่พิมพ์ | แรงดันน้ำยา |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Fix | Move | Fix | Move | (sec) | (Bar) |
| เมษายน | 173.52 | 168.90 | 185 | 244.86 | 1,110 | 1.96 |
| พฤษภาคม | 171.13 | 171.43 | 179.66 | 242 | 1,200 | 1.97 |
| มิถุนายน | 175.6 | 172.8 | 176 | 270 | 1,150 | 1.96 |

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ยผลการทดลองเดือนกันยายน-พฤศจิกายน 2562

| จำนวนครั้ง | อุณหภูมิแม่พิมพ์ (°C) | | ระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยากับแม่พิมพ์ (มิลลิเมตร) | | เวลาสูญเสียชิ้นงานอะลูมิเนียมติดแม่พิมพ์ | แรงดันน้ำยา |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Fix | Move | Fix | Move | (sec) | (Bar) |
| กันยายน | 166.6 | 174 | 174 | 75.1 | 0 | 2.10 |
| ตุลาคม | 177.6 | 168.6 | 178 | 76 | 0 | 2.04 |
| พฤศจิกายน | 171.4 | 169 | 170 | 82 | 0 | 2.04 |

**หมายเหตุ**

- ในแต่ละเดือนจะเก็บผลการทดลองจำนวน 30 ครั้ง
- ชุดแม่พิมพ์จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ
  ส่วนที่ 1 ด้านที่ติดอยู่กับหน้า Die ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ (Fix Platen)
  ส่วนที่ 2 ด้านที่ติดอยู่กับหน้า Die สามารถเคลื่อนย้ายด้วยระบบไฮดรอลิก (Move Platen)

**ตารางที่ 3** เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยากับแม่พิมพ์ด้าน Move โดยเฉลี่ย

| ก่อนพัฒนา (มิลลิเมตร) | | | หลังพัฒนา (มิลลิเมตร) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| เมษายน | พฤษภาคม | มิถุนายน | กันยายน | ตุลาคม | พฤศจิกายน |
| 248 | 276 | 240 | 75.1 | 76 | 82 |
| | 254.66 | | | 77.7 | |

**ตารางที่ 4** เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาสูญเสียชิ้นงานอะลูมิเนียมติดแม่พิมพ์

| ก่อนพัฒนา (วินาที) | | | หลังพัฒนา (วินาที) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| เมษายน | พฤษภาคม | มิถุนายน | กันยายน | ตุลาคม | พฤศจิกายน |
| 1,110 | 1,200 | 1,150 | 0 | 0 | 0 |
| | 1,153.33 | | | 0 | |

จากการทดลองในตารางที่ 1 ถึง ตารางที่ 4 พบว่าปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดปัญหาคือ ระยะห่างท่อพ่นน้ำยากับแม่พิมพ์ด้าน Move มีระยะห่างที่มากทำให้แม่พิมพ์บางจุดไม่สัมผัสน้ำยาหรือสัมผัสน้อย จึงส่งผลให้เกิดปัญหาชิ้นงานอะลูมิเนียมติดแม่พิมพ์ โดยก่อนที่จะติดตั้งหัวพ่นน้ำยาถอดแบบชุดใหม่ มีระยะห่างท่อกับแม่พิมพ์ด้าน Move เฉลี่ย 254.66 มิลลิเมตร แต่หลังจากที่ใส่ชุดหัวพ่นน้ำยาถอดแบบแล้วมีระยะห่างเฉลี่ย 75.27 มิลลิเมตร ซึ่งผลที่ได้สามารถลดเวลาสูญเสียจากปัญหาชิ้นงานอะลูมิเนียมติดแม่พิมพ์อยู่ที่ 1,153 วินาที และไม่เกิดเวลาสูญเสียจากชิ้นงานอะลูมิเนียมติดแม่พิมพ์

4.2 การคำนวณหาจุดคุ้มทุน

การคำนวณหาค่าไฟฟ้า (การไฟฟ้านครหลวง, 2562) จากการใช้งานเครื่องฉีดขึ้นรูปอะลูมิเนียมนั้น กำหนดการใช้มอเตอร์ทั้งหมด 164.5 แรงม้า ค่าไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง คิดที่หน่วยละ 4.12 บาท คำนวณหาค่าไฟฟ้าได้เท่ากับ 1,666.41 (บาทต่อวัน)

ต้นทุนในการผลิต คิดที่ 1 วัน (ทำงาน 8 ชั่วโมง) ในเวลา 1 วัน สามารถผลิตชิ้นงานหางเสือเรือได้ = 180 ชิ้นต่อวัน ดังนั้นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นต่อวัน คือ

| | | | |
|---|---|---|---|
| ค่าไฟฟ้า | = | 1,666.41 | (บาทต่อวัน) |
| ค่าเสื่อมสภาพ | = | 15.95 | (บาทต่อวัน) |
| ค่าบำรุงรักษา | = | 10 | (บาทต่อวัน) |
| ค่าแรงงาน | = | 300 | (บาทต่อวัน) |
| ค่าวัตถุดิบของชิ้นงานอะลูมิเนียม | = | 26,028 | (บาทต่อวัน) |
| ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ | = | 200 | (บาทต่อวัน) |

รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด = 28,220.36 (บาทต่อวัน)

กำลังการผลิตใน 1 วัน สามารถผลิตได้ 180 ชิ้น คิดเป็นต้นทุนต่อชิ้น

จากต้นทุนค่าใช้จ่าย = 28,220.36

ดังนั้น $= \frac{28,220.36}{180}$

= 156.77 (บาทต่อชิ้น)

ชุดหัวพ่นน้ำยาแม่พิมพ์ราคา 14,358 บาท ราคาขายชิ้นงานหางเสือเรือ โดยประมาณการ 700 บาทต่อชิ้น ต้นทุนชิ้นงานหางเสือเรือต่อชิ้น 156.77 บาทต่อชิ้น

ชุดหัวพ่นน้ำยาแม่พิมพ์ = 14,358 (บาท)

ราคาขายชิ้นงานหางเสือเรือ = 700 (บาทต่อชิ้น)

ต้นทุนชิ้นงานหางเสือเรือ = 156.77 (บาทต่อชิ้น)

คำนวณหาจุดคุ้มทุน

$$Q = \frac{TFC}{(P\text{-}AVC)} \quad (3)$$

$$= \frac{14,385}{(700 - 156.77)}$$

= 26.43 (ชิ้น)

∴ ปริมาณการผลิตชิ้นงานหางเสือเรือ ณ จุดคุ้มทุน 27 ชิ้น

**5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ**

จากการดำเนินงานวิจัย ในกระบวนการฉีดขึ้นรูปอะลูมิเนียมผู้วิจัยพบปัญหาที่เกิดจากชิ้นงานติดแม่พิมพ์บ่อย ทำให้เกิดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตและมีค่าต้นทุนที่สูงขึ้น จากการเก็บข้อมูล 3 เดือน (เมษายน-มิถุนายน 2562) ในแต่ละเดือนจะเก็บข้อมูล 30 ครั้ง พบว่าแม่พิมพ์หางเสือเรือเกิดปัญหาชิ้นงานติดแม่พิมพ์บ่อยที่สุดและเกิดเวลาสูญเสียมากที่สุด เฉลี่ยอยู่ที่ 625 นาที/เดือน จากนั้นได้กำหนดสร้างชุดหัวพ่นน้ำยาถอดแบบขึ้นมาใหม่ และทำการทดลองพร้อมกับการเก็บข้อมูล 3 เดือน (กันยายน-พฤศจิกายน 2562) เพื่อเปรียบเทียบระยะห่างท่อพ่นน้ำยากับแม่พิมพ์ และเวลาสูญเสียที่อะลูมิเนียมติดพิมพ์

จากผลการทดลองตั้งแต่เดือน กันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ.2562 พบว่า ระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยากับแม่พิมพ์ ระยะเฉลี่ย 75 – 80 มิลลิเมตร เป็นระยะที่ดีที่สุดและไม่พบเวลาสูญเสียของชิ้นงานหางเสือเรือติดแม่พิมพ์หรือ เฉลี่ยต่อเดือนเกิดขึ้น 0 นาที ทำให้ลดค่าใช้จ่ายและเวลาสูญเสียเฉลี่ย อยู่ที่ 625 นาที คิดเป็นจำนวนการผลิตชิ้นงานได้ 408 ชิ้น/เดือน หรือคิดเป็นจำนวนเงินโดยประมาณ 260,000 บาท/เดือน และสามารถคืนทุนในการผลิตชิ้นงานที่ 27 ชิ้น

**6. กิตติกรรมประกาศ**

ในการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัทบีดีไอ อัลลอย เอ็นเตอร์ไพรส์ ที่ได้ให้ข้อมูล คำแนะนำและข้อคิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการจัดทำวิจัยในครั้งนี้ ส่งผลให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

**7. เอกสารอ้างอิง**

การไฟฟ้านครหลวง. (2562). *การคำนวณหาค่าไฟฟ้า*. https://www.mea.or.th/search?q=คำนวนค่าไฟฟ้า&csrf_token=cd4f458b86c59f51703dcbbd6f5a1583&submit=submit

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. (2557). *การควบคุมคุณภาพ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ท๊อป.

จีระนันท์ เหลาพร และ กรวิทย์ ชาภักดี. (2555). *การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนการปลูกข้าวหอมมะลิและมันสำปะหลัง: จังหวัดอุดรธานี*. (ปริญญานิพนธ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

นงค์นุช สุกใส. (2562). *ค่าเฉลี่ยเลขคณิต*. https://www.dltv.ac.th/utils/files/download/32901

บริษัท วี แอนด์ พี เอ็กซแพนด์ เมททัล จำกัด. (2563, 16 มีนาคม). *อะลูมิเนียม*. https://www.vpexpand.com/รายละเอียด/อะลูมิเนียม

เพลิน สายปาระ. (2552). *ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*. https://anyflip.com/jweac/icyb/basic/51-100

วันชัย ริจิรวนิช. (2548). *การศึกษาการทำงาน : หลักการและกรณีศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.