

**การปรับปรุงวิธีการทำงานในการตอกก้อนอินเสิร์ต
สำหรับชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์: กรณีศึกษาในบริษัทฉีดขึ้นรูปอะลูมิเนียม
METHOD IMPROVEMENT IN PUNCH INSERT FOR PART CASE GEAR:
A CASE STUDY IN AN ALUMINIUM DIE CASTING COMPANY**

จิรวัดน์ วรวิชัย¹ กิตติ วิโรจรัตนภาพิศา² อุทกฐฎฐ ฐนทรพัญ์ทวิ³ และ อารุณี วงษ์ขาว⁴
^{1,2,3}อาจารย์, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ล้านนา ตาก, 41/1 ถนนพหลโยธิน ตำบลไม้้งาม อำเภอมือง จังหวัดตาก 63000,
¹chirawat-w@hotmail.com, ²kibuya@gmail.com, ³t.ukrit@edu.rmutl.ac.th
⁴อาจารย์, สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลล้านนา ตาก, 41/1 ถนนพหลโยธิน ตำบลไม้้งาม อำเภอมือง จังหวัดตาก 63000,
r_poo@rmutl.ac.th

Chirawat Woarawichai¹, Kitti Wirotrattanaphaphisan², Ukrit Thanasuptawee³,
and Arunee Wongkhao⁴
^{1,2,3}Lecturer, Department of Industrial Engineering, Rajamangala University of Technology
Lanna Tak, 41/1 Moo 7 Paholayothin Road, Tambon Mai Ngam, Amphur Muang,
Tak, Thailand 63000,
¹chirawat-w@hotmail.com, ²kibuya@gmail.com, ³t.ukrit@edu.rmutl.ac.th
⁴Lecturer, Department of Science, Rajamangala University of Technology Lanna Tak,
41/1 Moo 7 Paholayothin Road, Tambon Mai Ngam, Amphur Muang, Tak, Thailand 63000,
r_poo@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานในการตอกก้อนอินเสิร์ต สำหรับชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์หลังการฉีดขึ้นรูปอะลูมิเนียม โดยการใช้แผนผังแสดงเหตุและผล ช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาชิ้นงานที่มีก้อนอินเสิร์ตไม่ได้ถูกตอกออกมา พบว่าสาเหตุหลักเกิดจากวิธีการตอกก้อนอินเสิร์ต แบบเดิมเกิดความผิดพลาดมีชิ้นงานที่ไม่ได้ถูกตอกก้อนอินเสิร์ตออก มีผลทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่องมือของบริษัทของลูกค้าที่ทำการกัดชิ้นงานต่อ ดังนั้นงานวิจัยจึงมุ่งเน้นที่จะทำการปรับปรุงวิธีการทำงานใหม่ โดยการออกแบบและสร้างเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ตออกจากชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์ รวมทั้งสามารถตรวจสอบชิ้นงานไปพร้อมกัน ซึ่งสามารถทำให้ชิ้นงานที่มี

ก่อนอินเสิร์ตอยู่ได้ถูกเอาออกหมดทุกชิ้น และลดขั้นตอนการทำงานจากเดิม ก่อนการปรับปรุงทั้งหมด 9 ขั้นตอน โดยหลังการปรับปรุงเหลือขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 8 ขั้นตอน ทำให้สามารถลดขั้นตอนการทำงานได้ 1 ขั้นตอน และเวลาในการทำงานจากเดิม ก่อนการปรับปรุงใช้เวลา 68.4 วินาทีต่อชิ้น หลังการปรับปรุงใช้เวลา 58.3 วินาทีต่อชิ้น ทำให้สามารถลดเวลาในการทำงานลงได้ 10.1 วินาทีต่อชิ้น คิดเป็น 14.76%

คำสำคัญ: การตอกก่อนอินเสิร์ต, การฉีดขึ้นรูปอะลูมิเนียม, การปรับปรุงวิธีการทำงาน

ABSTRACT

The objective of this research is to improve working methods of punch insert for part case gear after aluminum molding injection. The cause and effect diagram were used to define root cause of the proposed problems. It was found that the sub-cause was caused by the original method of knocking out the insert. There was a workpiece that had not been knocked out resulting in damage to the customer's tools if continue to machine the workpiece. Therefore, the new improved method of working was done by designing and setting up a method to punch the insert from the workpiece in the propeller assembly process as well as being able to check the workpiece simultaneously. These allow all workpieces with punch inserts to be removed. This can reduce a working step from 9 steps to 8 steps. Working time before improvement was 68.4 seconds per piece, after improvement was 58.3 seconds per piece, which is reduced to 10.1 seconds per piece, accounted for 14.76%.

KEYWORDS: Punch Insert, Aluminum Die Casting, Method Improvement

1. บทนำ

การผลิตชิ้นงานจากวัสดุอะลูมิเนียม (Aluminum) เป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญทางระบบเศรษฐกิจของประเทศ ข้อดีของการผลิตชิ้นส่วนด้วยวัสดุอะลูมิเนียมเนื่องจากสามารถกำหนดรูปทรงที่มีความสลับซับซ้อนได้มีความเที่ยงตรงทางด้านรูปร่างสูง และความแข็งแรงสูง กระบวนการฉีดขึ้นรูปอะลูมิเนียมด้วยเครื่องจักรแรงดันสูง (High Pressure Die Casting: HPDC) [1] คือกระบวนการที่โลหะหลอมละลายถูกอัดฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ด้วยแรงดันสูง ได้มีการพัฒนาจากกระบวนการหล่อโลหะของไทยสมัยก่อนมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เทคโนโลยีที่มีความทันสมัยมีประสิทธิภาพ การผลิตจึงมีความสะดวกรวดเร็วได้ปริมาณมากใช้เวลาน้อยลงและได้ชิ้นงานตรงตามมาตรฐาน

บริษัทกรณีศึกษา เป็นบริษัทผู้ผลิตชิ้นงานโดยใช้เทคโนโลยีการหล่อฉีดอะลูมิเนียม (Die Casting Aluminum) เช่น ชิ้นส่วนยานยนต์และชิ้นส่วนเครื่องจักรกลต่าง ๆ นับว่าเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีมูลค่าทางการผลิตและการตลาดสูง ดังนั้นในการผลิตจะต้องมีการควบคุมระบบการผลิต เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพตามมาตรฐานหรือข้อกำหนดของลูกค้า โดยผู้ประกอบการจะต้องอาศัยเทคโนโลยีที่ทันสมัย รวมถึงนวัตกรรมต่าง ๆ ที่สามารถนำมาปรับปรุงประยุกต์ใช้กับวิธีการทำงานในปัจจุบัน โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ให้ตรงต่อความต้องการของลูกค้าและมีคุณภาพที่สูงกว่าคู่แข่งอื่น โดยในปัจจุบันทางบริษัทได้ทำการผลิตชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์ (Case Gear) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ติดตั้งอยู่บริเวณทางเรือและใบพัดให้กับทางบริษัทของลูกค้าแห่งหนึ่ง

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น พบว่าในกระบวนการผลิตการหล่อฉีดอะลูมิเนียมชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์ พบปัญหาชิ้นงานที่มีก้อนอินเสิร์ต (Insert) ไม่ได้ถูกตอกออกมา จำนวน 1 ชิ้น หลุดรอดไปยังบริษัทของลูกค้าที่ทำการกัด (Milling) ชิ้นงานต่อ มีผลทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่องมือตัด (Cutting Tools) เนื่องจากเกิดการกระทบกันของก้อนอินเสิร์ต ทำให้เครื่องมือตัดเกิดความเสียหาย 3 ชิ้น คือ 1) เครื่องมือคว้านหยาบ (Rough Boring Tool) 2) เครื่องมือคว้านละเอียด (Fine Boring Tool) และ 3) มีดปาดหน้า (Back Face) โดยมีการเรียกเก็บค่าเสียหายกับทางบริษัทกรณีศึกษาเป็นเงินจำนวนมากถึง 300,000 บาทต่อครั้ง อีกทั้งยังทำให้กระบวนการผลิตเกิดความล่าช้าตามมา

ด้วยเหตุนี้จึงเป็นมูลเหตุจูงใจให้ทางคณะผู้วิจัย ดำเนินการศึกษาวิธีการทำงานในการตอกก้อนอินเสิร์ตของชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์ เพื่อป้องกันความผิดพลาดของชิ้นงานที่ไม่ได้ถูกตอกก้อนอินเสิร์ตออกหลุดรอดไปยังบริษัทของลูกค้า และลดเวลาในกระบวนการผลิต โดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ ได้แก่ แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) และหลักการ ECRS มาใช้วิเคราะห์แก้ปัญหา

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานในการตอกก้อนอินเสิร์ตสำหรับชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์
- 2.2 เพื่อป้องกันความผิดพลาดชิ้นงานที่ไม่ได้ถูกตอกก้อนอินเสิร์ตออก
- 2.3 เพื่อลดเวลาในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์

3. ขอบเขตของการวิจัย

- 3.1 เก็บข้อมูลในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์
- 3.2 ศึกษาหาวิธีการปรับปรุงวิธีการทำงานในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์ โดยทำการเปรียบเทียบผลก่อน และหลังการปรับปรุง

4. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ได้นำเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานเพื่อวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา รวมทั้งศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

4.1 ทฤษฎี

4.1.1 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)

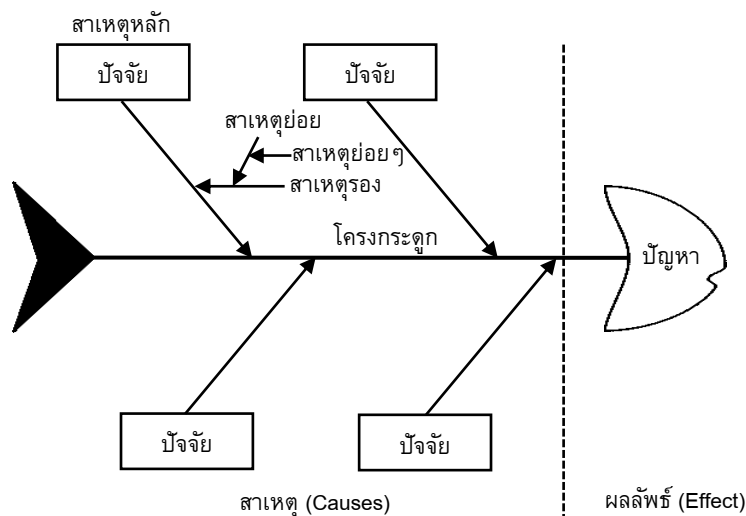
แผนภูมิกระบวนการไหล เป็นแผนภูมิที่ใช้บันทึกวิเคราะห์ขั้นตอนการไหล (Flow) ของคน วัสดุและเครื่องจักร โดยแสดงเป็นสัญลักษณ์มาตรฐาน 5 ตัว [2] ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์ที่ใช้บันทึกและคำจำกัดความโดยย่อ ของแผนภูมิกระบวนการไหล

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	คำจำกัดความโดยย่อ
	การปฏิบัติงาน (Operation)	- การเปลี่ยนคุณสมบัติทางเคมี หรือฟิสิกส์ของวัตถุ - การประกอบชิ้นส่วน หรือการถอดส่วนประกอบออก
	การตรวจสอบ (Inspection)	- ตรวจสอบคุณลักษณะของวัตถุ - ตรวจสอบคุณภาพหรือปริมาณ
	การเคลื่อนย้าย (Transportation)	- การเคลื่อนวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง - พนักงานกำลังเดิน
	การรอคอย (Delay)	- การเก็บวัสดุชั่วคราวระหว่างการปฏิบัติงาน - การคอยเพื่องานขั้นตอนต่อไปเริ่มต้น
	การเก็บ (Storage)	การเก็บวัสดุ ชิ้นส่วน หรือผลิตภัณฑ์ไว้ในสถานที่ถาวรซึ่งต้องอาศัยคำสั่งในการเคลื่อนย้าย

4.1.2 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

แผนผังแสดงเหตุและผล หรือแผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) จะแสดงถึงความสัมพันธ์ของสาเหตุ (Causes) ที่ทำให้เกิดผล (Effect) โครงสร้างประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนโครงกระดูก ซึ่งรวบรวมปัจจัยอันเป็นสาเหตุหลัก สาเหตุรอง สาเหตุย่อย และสาเหตุย่อย ๆ ของปัญหา โดยส่วนหัวปลาที่เป็นที่สรุปของสาเหตุที่กลายเป็นปัญหา [3] ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตัวอย่างแผนผังแสดงเหตุและผล

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Woarawichai et al [4] ทำการปรับปรุงวิธีการทำงานในการบรรจุชิ้นงานขึ้นรูปพลาสติก โดยใช้ฝังกังปลาในการค้นหาสาเหตุและวิเคราะห์ปัญหาจากการศึกษา พบว่าปัญหาในการผลิตเกิดขึ้นในขั้นตอนการบรรจุชิ้นงานที่ใช้เวลานานในการผลิตมีผลทำให้ผลผลิตต่ำ โดยสาเหตุหลักที่นำมาแก้ไข คือพนักงานไม่มีวิธีการทำงานใหม่ และอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงวิธีการทำงานใหม่ โดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหล และใช้หลักการปรับปรุงงานด้วยการทำให้ง่ายขึ้น โดยการทดลองออกแบบและสร้างโต๊ะบรรจุชิ้นงานช่วยในการทำงานของพนักงาน ผลการทดลองของการใช้โต๊ะบรรจุชิ้นงาน พบว่าก่อนการปรับปรุงเวลาเฉลี่ย 67.7 วินาที/กล่อง หลังการปรับปรุงเวลาเฉลี่ย 46.0 วินาที/กล่อง ลดลง 21.7 วินาที/กล่อง คิดเป็น 32%

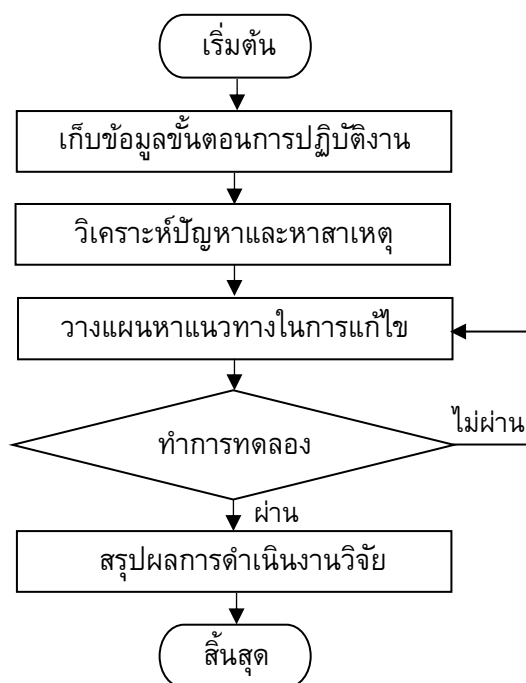
Jaichomphu and Jewpanya [5] ทำการลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตทางเสื่อเรือด้วยวิธีการจัดขึ้นรูปอะลูมิเนียม พบปัญหาที่เกิดขึ้นงานอะลูมิเนียมติดแม่พิมพ์บ่อย ทำให้เกิดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตและมีค่าต้นทุนที่สูงขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยแผนภูมิแก๊งปลาพบว่า ระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยากับแม่พิมพ์ในบางจุดไม่เหมาะสม ทำให้จุดพ่นน้ำยาไม่ตรงตำแหน่ง จากนั้นทำการลดความสูญเสียไปด้วยหลักการ ECRS ทำการติดตั้งท่อลดชุดหัวพ่นน้ำยาที่สร้างขึ้นใหม่ และดำเนินการปรับระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยากับแม่พิมพ์ จากผลการเก็บข้อมูลในการตั้งระยะห่างระหว่างท่อพ่นน้ำยากับแม่พิมพ์ พบว่าระยะเฉลี่ย 75-80 มิลลิเมตรเป็นระยะที่ดีที่สุดเพราะไม่พบเวลาสูญเสียของชิ้นงานทางเสื่อเรือ ส่งผลให้สามารถลดเวลาสูญเสีย

ชิ้นงานอะลูมิเนียมตีพิมพ์เฉลี่ย อยู่ที่ 625 นาที/เดือน คิดเป็นจำนวนชิ้นงาน 408 ชิ้น/เดือน หรือเป็นจำนวนเงิน 260,000 บาท/เดือน

Pinchaimoon and Luechai [6] ทำการปรับปรุงวิธีการทำงานและลดเวลาสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ไรซ์แครกเกอร์ จากการศึกษาปัญหาเบื้องต้นพบว่า มีกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ในขั้นตอนการบรรจุและขั้นตอนการชั่งน้ำหนัก คือ ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหวมากเกินไป การรอคอยระหว่างกระบวนการ และการขนย้าย จึงทำการประยุกต์ใช้แนวคิดไคเซ็นเพื่อลดความสูญเสียโดยพยายามขจัด และลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยใช้เทคนิค Why-Why Analysis จากนั้นทำการปรับปรุงวิธีการทำงานโดยใช้หลักการ ECRS ผลจากการปรับปรุงพบว่า ความสูญเสียต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้นลดลง รอบเวลาในการทำงานของขั้นตอนการบรรจุและขั้นตอนการชั่งน้ำหนักจากเดิม 30.23 นาที/ตะกร้า ลดลงเหลือ 23.27 นาที/ตะกร้า คิดเป็นประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 23.02 และกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 400 กล่อง/วัน เป็น 450 กล่อง/วัน

5. วิธีการดำเนินงาน

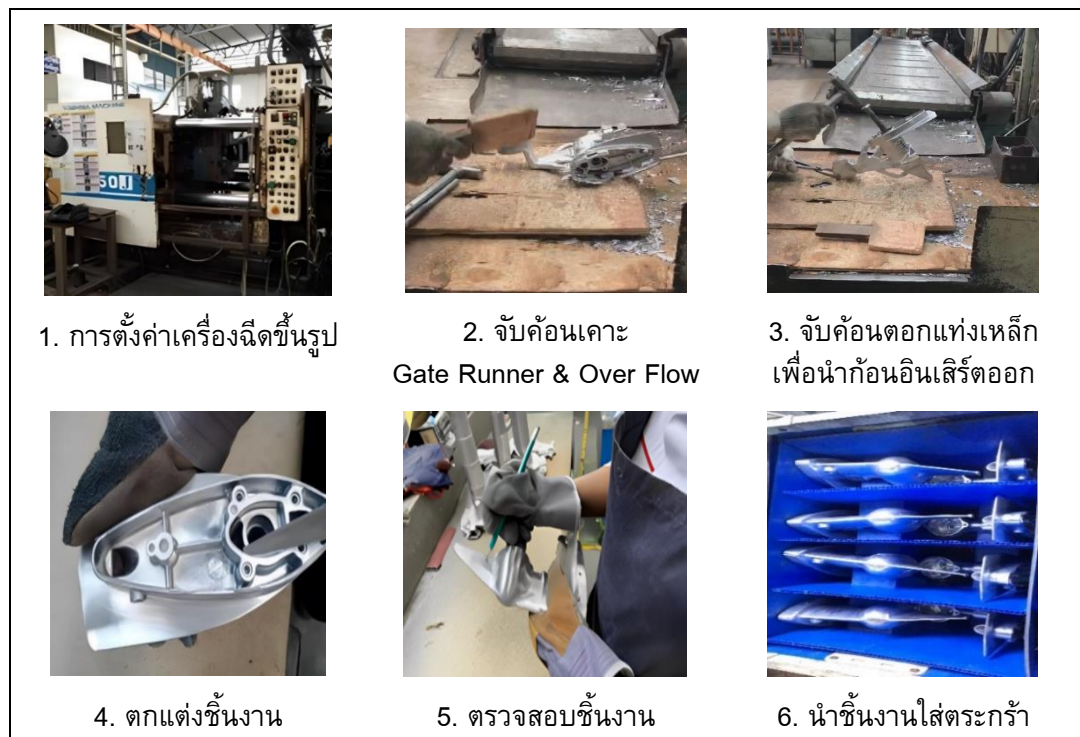
วิธีการดำเนินงานในครั้งนี้ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 2 ดังนี้



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

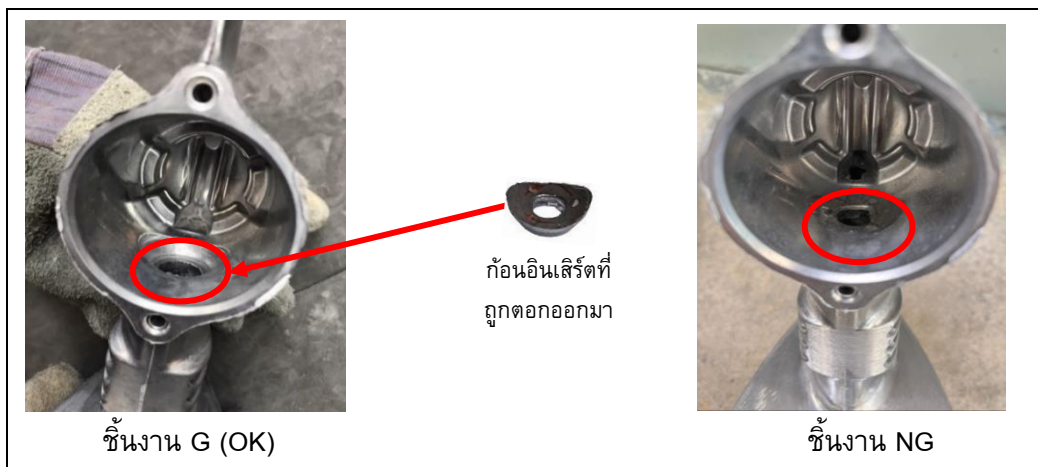
5.1 เก็บข้อมูลขั้นตอนการปฏิบัติงาน

คณะผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลกระบวนการผลิตการหล่อฉีดอะลูมิเนียมของชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ติดตั้งอยู่บริเวณหางเรือและใบพัด โดยมีขั้นตอนการผลิตตั้งแต่ การตั้งค่าเครื่องฉีดขึ้นรูป จับค้อนเคาะระบายน้ำล้นโลหะส่วนเกินออกและทางเข้าของน้ำโลหะออกจากชิ้นงาน (Gate Runner & Over Flow) จับค้อนตอกแท่งเหล็กเพื่อนำก้อนอินเสิร์ตตอก ตกแต่งชิ้นงาน ตรวจสอบชิ้นงาน และนำชิ้นงานใส่ตระกร้า ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนการหล่อฉีดอะลูมิเนียมของชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์

จากการศึกษาข้อมูลขั้นตอนการหล่อฉีดอะลูมิเนียมของชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์ ในขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงานจะมีลักษณะของชิ้นงานที่ดี (Good: G) คือชิ้นงานที่ตอกก้อนอินเสิร์ตออกแล้วสาเหตุที่ต้องทำการตอกก้อนอินเสิร์ตออกจากชิ้นงาน เพราะจุดนี้แม่พิมพ์ฉีดอะลูมิเนียม (Mold) ไม่มีตัวแทรก (Insert) ภายในชิ้นงาน เลยต้องใช้ก้อนอินเสิร์ตนี้เป็นตัวแทรก (Insert) เพื่อให้ชิ้นงานได้รูปร่างตามที่ต้องการ กับชิ้นงานที่ไม่ดี (No Good: NG) คือชิ้นงานที่ยังไม่ได้ตอกก้อนอินเสิร์ตออก ที่พบในขั้นตอนตรวจสอบชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 4



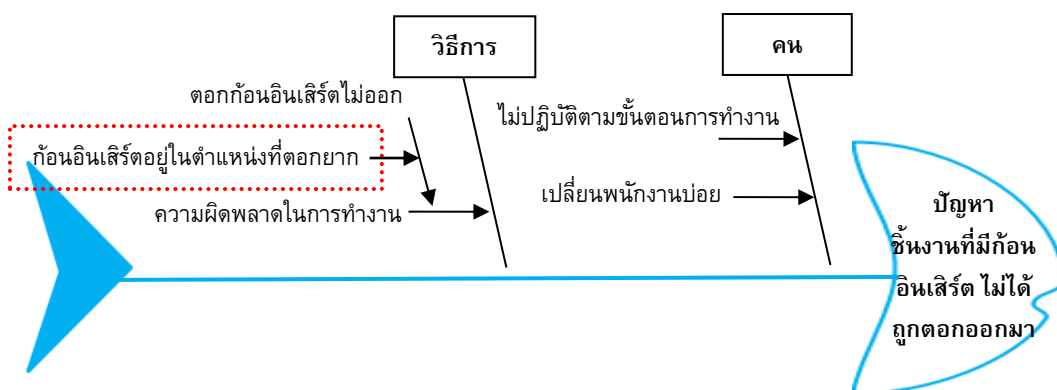
รูปที่ 4 ชั้นส่วนชุดเฟืองเกียร์ ของชั้นงาน G (OK) กับ NG

5.2 วิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุ

เมื่อดำเนินการเก็บข้อมูลขั้นตอนกระบวนการผลิตชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์ (Case Gear) จากนั้นทำการวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุดังนี้

5.2.1 วิเคราะห์ปัญหาโดยแผนผังแสดงเหตุและผล

จากการวิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการผลิตของชั้นงาน Case Gear โดยแผนผังแสดงเหตุและผล ซึ่งพบว่าปัญหาเกิดขึ้นจากสาเหตุ 2 ประการ คือ คน กับวิธีการ ที่ทำให้เกิดปัญหาชั้นงานที่มีก่อนอินเลิร์ตไม่ได้ถูกตอกออกมา ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 การวิเคราะห์ด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล

จากการศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล ใต้ระดมสมอง (Brainstorming) เพื่อทำการค้นหาสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมด โดยเลือกแก้ปัญหาที่วิธีการ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่สามารถนำมาแก้ไขปัญหาได้ โดยสาเหตุรองคือความผิดพลาดในการทำงาน มีสาเหตุย่อยเกิดจากการตอกก้อนอินเลอร์ไม่ออก และสาเหตุย่อย ๆ เกิดจากก้อนอินเลอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตอกยาก

5.2.2 วิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหล

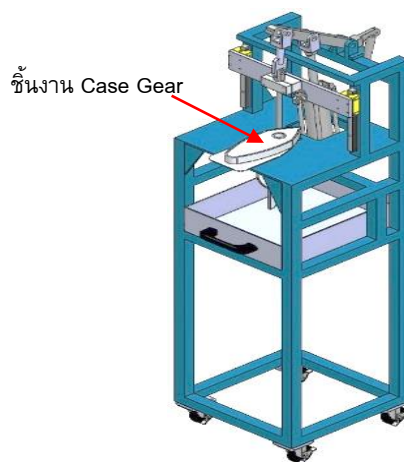
จากการวิเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการผลิตการหล่อฉีดอะลูมิเนียมของชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์ (ก่อนปรับปรุง) พบว่ามีขั้นตอนการทำงานหลายขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 6

แผนภูมิกระบวนการไหล		☒ คน	☐ วัสดุ	☐ เครื่องจักร			
แผนภูมิหมายเลข : 01	สรุปผล						
	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอ	ลดลง			
กรรมวิธี : กระบวนการผลิตชิ้นงาน Case Gear หลังการฉีดขึ้นรูป จำนวน 1 ชิ้น	การปฏิบัติงาน ○	7					
	การเคลื่อนย้าย ➡	-					
	การรอคอย D	-					
☒ วิธีการเดิม ☐ วิธีการใหม่	การตรวจสอบ □	1					
ตำแหน่งที่ตั้ง : Die Casting	การเก็บพัก ▽	1					
ผู้บันทึก : ยุทธพิชัย เมืองวงษ์ษา	เวลา (วินาที)	68.4					
รายการ	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
		○	➡	D	□	▽	
1. ใช้คีมจับชิ้นงาน	5.8	●					
2. วางชิ้นงานบนโต๊ะเคาะงาน	5.3	●					
3. จับค้อนเคาะ Gate Runner & Over Flow	15.8	●					
4. จับชิ้นงานตั้งขึ้นและนำแท่งเหล็กใส่ในชิ้นงาน	6.3	●					
5. จับค้อนตอกแท่งเหล็ก เพื่อนำก้อนอินเลิร์ตออก	10.8	●					
6. ตกแต่งชิ้นงาน	7.8	●					
7. ตรวจสอบชิ้นงาน	5.3				●		
8. นำชิ้นงานวางลงในตะกร้าเก็บชิ้นงาน	5.7	●					
9. จัดเก็บชิ้นงาน	5.6					●	

รูปที่ 6 แผนภูมิกระบวนการไหลกระบวนการผลิตของชิ้นงาน Case Gear (ก่อนปรับปรุง)

5.3 วางแผนหาแนวทางในการแก้ไข

วางแผนหาแนวทางในการแก้ไขทำการปรับปรุงและพัฒนาวิธีการทำงานใหม่ โดยใช้หลักการ ECRS จะใช้ S (Simplify) [7-8] เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ตออกจากชิ้นงาน Case Gear จำนวน 1 ชุด เพื่อช่วยลดความผิดพลาดในการตอกก้อนอินเสิร์ต เนื่องจากพนักงานเข้าใจว่าชิ้นงานได้ถูกตอกก้อนอินเสิร์ตออกแล้ว แต่ที่จริงยังไม่ถูกตอกออก เพราะก้อนอินเสิร์ตอยู่ในตำแหน่งที่ตอกและตรวจสอบยาก โดยในการดำเนินงานได้ออกแบบเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ต ดังแสดงในรูปที่ 7

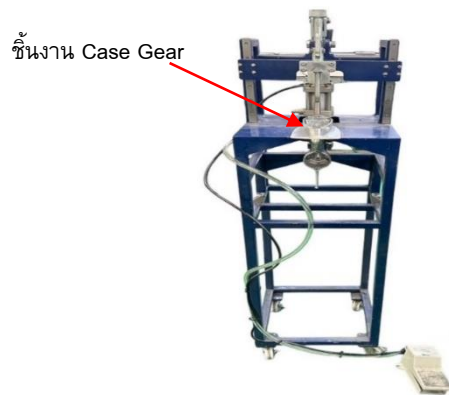


รูปที่ 7 การออกแบบเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ต

หลักการทำงานของเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ตออกจากชิ้นงาน Case Gear จะสามารถทำงานได้นั้น ต้องมีการต่อระบบนิวเมติกส์ (Pneumatics System) โดยจะมีท่อลมสำหรับต่อเข้าเครื่องโดยใช้แรงดันลม 6 บาร์ และแป้นที่เหยียบสำหรับสั่งงานให้เครื่องทำงาน ซึ่งเครื่องจะทำการตอกก้อนอินเสิร์ตโดยใช้กระบอกลมนิวเมติกส์ (Pneumatic Cylinder) มีเส้นผ่าศูนย์กลางกระบอก (Bore Size) 40 มิลลิเมตร ในการส่งกำลังในการตอกทำให้ก้อนอินเสิร์ตหลุดออกจากชิ้นงาน Case Gear หลังจากที่ได้ทำการออกแบบเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ตออกจากชิ้นงาน Case Gear แล้ว ต่อจากนั้นได้ดำเนินการสร้างเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ตออกจากชิ้นงาน Case Gear ดังแสดงในรูปที่ 8

วิธีการใช้งานเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ต มีขั้นตอนหลักดังนี้

- 1) พนักงานหยิบชิ้นงาน Case Gear จำนวน 1 ชิ้น ใส่เครื่องให้ตรงตำแหน่ง
- 2) พนักงานใช้เท้าควบคุมโดยเหยียบ 1 ครั้ง เพื่อให้เครื่องตอกก้อนอินเสิร์ตออกจากชิ้นงาน
- 3) พนักงานหยิบชิ้นงาน Case Gear ที่ตอกก้อนอินเสิร์ตเสร็จแล้วออกจากเครื่อง



รูปที่ 8 เครื่องตอกก้อนอินเสิร์ตที่สร้างเสร็จ

5.4 ทำการทดลอง

เริ่มทำการทดลองเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ต ในการทดลองการทำงานของเครื่อง ดังตารางที่ 2 และทำการหาจำนวนรอบในการจับเวลาที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการเก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ต โดยใช้ชั้นงานจำนวน 10 ชั้น

จำนวน ชั้นงาน	การทำงานของเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ต		จำนวนการตอก (ครั้ง)	เวลาในการตอก (วินาที)
	ตอกไม่ออก	ตอกออก		
1	-	✓	1	6.3
2	-	✓	1	7.4
3	-	✓	1	6.2
4	-	✓	1	7.3
5	-	✓	1	7.4
6	-	✓	1	6.5
7	-	✓	1	7.2
8	-	✓	1	7.4
9	-	✓	1	6.9
10	-	✓	1	7.8
รวม				70.4
เวลาที่ใช้ในการตอกก้อนอินเสิร์ตเฉลี่ย				7.0

ตารางที่ 3 ผลการเก็บข้อมูลของเวลาที่ใช้ในการตอกก้อนอินเสิร์ต

รอบที่	เวลาที่จับได้ (วินาที)	
	X	X ²
1	6.3	39.7
2	7.4	54.8
3	6.2	38.4
4	7.3	53.3
5	7.4	54.8
6	6.5	42.3
7	7.2	51.8
8	7.4	54.8
9	6.9	47.6
10	7.8	60.8
	$\Sigma x = 70.4$	$\Sigma x^2 = 498.2$

จากสมการที่ 1 เป็นการหาค่าจำนวนรอบในการจับเวลา [9]

$$N = \left[\frac{40n}{\Sigma x} \sqrt{\frac{\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2 / n}{n-1}} \right]^2 \quad (1)$$

กำหนดให้ X คือ ค่าเวลาที่อ่านได้

n คือ จำนวนรอบที่ทดลองจับเวลาเบื้องต้น

N คือ จำนวนรอบที่ต้องจับเวลา หรือขนาดของตัวอย่าง

แทนค่าในสมการที่ 1

$$N = \left[\frac{40(10)}{70.4} \sqrt{\frac{498.2 - (70.4)^2 / 10}{10-1}} \right]^2 = 9.41 \approx 9 \text{ รอบ}$$

สรุปได้ว่า จากผลการคำนวณได้ประมาณเท่ากับ 9 รอบ แต่ได้จับเวลาการทดลองไปแล้ว 10 รอบ ทำให้ไม่ต้องไปจับเวลามาเพิ่มอีก เนื่องจากข้อมูลเพียงพอตามเงื่อนไขที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และความผิดพลาดไม่เกิน $\pm 5\%$

6. ผลการทดลอง

6.1 ผลการวิเคราะห์จากแผนภูมิกระบวนการไหล

ผลจากการออกแบบและสร้างเครื่องตอกก่อนอินเสิร์ทวิธีการใหม่ (หลังปรับปรุง) จากการวิเคราะห์จากแผนภูมิกระบวนการไหล พบว่ามีการทำงานที่เร็วขึ้น พนักงานเกิดความเมื่อยล้า น้อยลงเพราะไม่ต้องใช้แรงตอกก่อนอินเสิร์ท โดยสามารถลดขั้นตอนการทำงานและลดเวลาได้ ดังแสดงในรูปที่ 9

จากการปรับปรุงวิธีการทำงานในการตอกก่อนอินเสิร์ทออกจากชิ้นงาน Case Gear สามารถลดเวลาสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และมีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 4

แผนภูมิกระบวนการไหล		☒ คน	☐ วัสดุ	☐ เครื่องจักร			
แผนภูมิหมายเลข : 02	สรุปผล						
	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอ	ลดลง			
กรรมวิธี : กระบวนการผลิตชิ้นงาน Case Gear หลังการฉีดขึ้นรูป จำนวน 1 ชิ้น	การปฏิบัติงาน ○	7	6	1			
	การเคลื่อนย้าย ➡	-	-	-			
	การรอคอย □	-	-	-			
☐ วิธีการเดิม ☒ วิธีการใหม่	การตรวจสอบ □	1	1	-			
ตำแหน่งที่ตั้ง : Die Casting	การเก็บพัก ▽	1	1	-			
ผู้บันทึก : ยุทธพิชัย เมืองวงษ์ษา	เวลา (วินาที)	68.4	58.3	10.1			
รายการ	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
		○	➡	□	▽		
1. ใช้คีมจับชิ้นงาน	5.8	●					
2. วางชิ้นงานบนโต๊ะเคาะงาน	5.3	●					
3. จับค้อนเคาะ Gate Runner & Over Flow	15.8	●					
4. ใส่ชิ้นงานและใช้เท้าควบคุมให้เครื่องตอกก่อนอินเสิร์ททำงาน	7.0	●					
5. ตกดั้งชิ้นงาน	7.8	●					
6. ตรวจสอบชิ้นงาน	5.3			●			
7. นำชิ้นงานวางลงในตะกร้าเก็บชิ้นงาน	5.7	●					
8. จัดเก็บชิ้นงาน	5.6				●		

รูปที่ 9 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการผลิตชิ้นงาน Case Gear (หลังปรับปรุง)

ตารางที่ 4 ผลผลิตของการผลิตชิ้นงาน Case Gear (ก่อนและหลังการปรับปรุง)

รายละเอียด	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ผลต่าง
1. ขั้นตอนการทำงาน	9 ขั้นตอน	8 ขั้นตอน	ลดลง 1 ขั้นตอน
2. เวลาการผลิต	68.4 วินาทีต่อชิ้น	58.3 วินาทีต่อชิ้น	ลดลง 10.1 วินาทีต่อชิ้น
3. ผลผลิตต่อชั่วโมง	3,600 / 68.4 = 53 ชิ้นต่อวัน	3,600 / 58.3 = 62 ชิ้นต่อวัน	เพิ่มขึ้น 9 ชิ้นต่อชั่วโมง
4. ผลผลิตต่อวัน	7.5 x 53 = 398 ชิ้นต่อวัน	7.5 x 62 = 465 ชิ้นต่อวัน	เพิ่มขึ้น 67 ชิ้นต่อวัน

6.2 การหาจุดคุ้มทุน

การหาจุดคุ้มทุนของการสร้างเครื่องตอกก้านอินเลิร์ตออกจากชิ้นงาน Case Gear ในขั้นตอนกระบวนการผลิตการหล่อฉีดอะลูมิเนียมของชิ้นงาน Case Gear (วิธีการใหม่) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจถึงความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของจำนวนการผลิต ดังนี้

จากสมการที่ 2 เป็นการหาค่าจุดคุ้มทุน [10]

$$N^* = \frac{F}{(p-v)} \quad (2)$$

กำหนดให้ N^* คือ จำนวนการผลิตที่จุดคุ้มทุน

F คือ ต้นทุนคงที่

v คือ ต้นทุนแปรผันต่อชิ้น

p คือ ราคาขายต่อชิ้น

โดยที่

ต้นทุนคงที่ = 30,000 บาท

ต้นทุนแปรผัน = 75 บาทต่อชิ้น

ราคาขาย = 165 บาทต่อชิ้น

แทนค่าในสมการที่ 2

$$N^* = \frac{30,000}{(165 - 75)} = 333 \text{ ชิ้น}$$

ดังนั้น จำนวนการผลิตที่คุ้มทุน เท่ากับ 333 ชิ้น

7. สรุปผลการทดลอง

7.1 จากการดำเนินงานวิจัย การออกแบบและสร้างเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ทชิ้นงาน Case Gear โดยทำการทดลองใช้แรงดันลมที่ 6 บาร์ และจากการสุ่มตัวอย่างชิ้นงานมาจำนวน 10 ชิ้น เพื่อใช้ในการทดลองเพื่อหาเวลาเฉลี่ยของเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ทของชิ้นงาน Case Gear พบว่าเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ทสามารถตอกก้อนอินเสิร์ทออกจากชิ้นงานได้ตรงตำแหน่ง เวลาเฉลี่ยในการตอกก้อนอินเสิร์ท เท่ากับ 7.0 วินาที

7.2 ผลการปรับปรุงวิธีการทำงานด้วยหลักการ ECRS คือ การทำให้ง่ายขึ้น (S: Simplify) โดยการออกแบบและสร้างเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ทออกจากชิ้นงาน Case Gear รวมทั้งสามารถตรวจสอบชิ้นงานไปพร้อมกัน และแผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการผลิตชิ้นงาน Case Gear หลังการฉีดขึ้นรูปก่อนปรับปรุง พบว่ามีขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 9 ขั้นตอน มีเวลาในการทำงาน 68.4 วินาทีต่อชิ้น ผลจากการปรับปรุงวิธีการทำงานหลังปรับปรุงพบว่า มีขั้นตอนการทำงานลดลงเหลือ 8 ขั้นตอน มีเวลาในการทำงาน 58.3 วินาทีต่อชิ้น ลดลง 10.1 วินาทีต่อชิ้น คิดเป็น 14.76% (คิดจากร้อยละที่ลดลง คือ $(68.4 - 58.3) / 68.4 \times 100 = 14.76\%$) ส่งผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 398 ชิ้นต่อวัน เป็น 465 ชิ้นต่อวัน เพิ่มขึ้น 67 ชิ้นต่อวัน คิดเป็น 16.83% (คิดจากร้อยละที่เพิ่มขึ้น คือ $(465 - 398) / 398 \times 100 = 16.83\%$) ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลงานวิจัยเรื่อง Work method improvement in plastic part packaging: a case study of motorcycle part production company พบว่า การทดลองออกแบบและสร้างโต๊ะบรรจุชิ้นงานช่วยในการทำงานของพนักงาน ก่อนการปรับปรุงเวลาเฉลี่ย 67.7 วินาที/กล่อง หลังการปรับปรุงเวลาเฉลี่ย 46.0 วินาที/กล่อง ลดลง 21.7 วินาที/กล่อง คิดเป็น 32% [4]

8. ข้อเสนอแนะ

แนวทางการวิจัยต่อไปในอนาคต เนื่องจากเครื่องตอกก้อนอินเสิร์ทสำหรับชิ้นส่วนชุดเฟืองเกียร์ ที่ได้ทำการออกแบบและพัฒนาสามารถใช้งานได้เฉพาะกับชิ้นงานนี้เท่านั้น ควรพัฒนาขยายผลปรับปรุงให้เครื่องตอกก้อนอินเสิร์ท สามารถใช้ร่วมกับชิ้นงานอื่นได้ด้วย

References

- [1] Sawangwong C, Puajindanetr S. Reduction of defect of shrinkage in high pressure die casting process. IE Network Conference; 2012 Oct 17-19; Phetchaburi, Thailand. p.1159-62. (In Thai)
- [2] Kanjanapanyakorn R. Industrial work study. Bangkok, Thailand: Top Publisher; 2009. (In Thai)

- [3] Pipatpanyanugul K. Quality control. Bangkok, Thailand: Top Publisher; 2014. (In Thai)
- [4] Woarawichai C, Jaichomphu P, Chailungkarn T, Kanchanaruangrong N. Work method improvement in plastic part packaging: a case study of motorcycle part production company. Kasem Bundit Engineering Journal 2020;10(2):148-64. (In Thai)
- [5] Jaichomphu P, Jewpanya P. Production time loss reduction in boat rudder production process: a case study of bangkok diecasting and injection co., ltd. Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University Journal. 2021;13(8):99-110. (In Thai)
- [6] Pinchaimoon P, Lueachai S. Kaizen concept for improvement work method in rice cracker process. Thai Industrial Engineering Network Journal 2020;6(1):1-7. (In Thai)
- [7] Rijiravanich V. Work study principles and case study. Bangkok, Thailand: Chulalongkorn University Publisher; 2010. (In Thai)
- [8] Sitticharoen W. Work study. Bangkok, Thailand: Odeon Store Publisher; 2004. (In Thai)
- [9] Barnes RM. Motion and time study: design and measurement of work. 7th ed. New York: John Wiley & Sons; 1980.
- [10] Yaemphuan P. Engineering economy. Bangkok, Thailand: Se-Education Publisher; 2013. (In Thai)

ประวัติผู้เขียนบทความ



จิรวัฒน์ วรวิชัย อาจารย์ประจำหลักสูตรคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก โทรศัพท์ 055-515900 E-mail: chirawat-w@hotmail.com

Interested Field: Productivity Improvement and Quality Control



กิตติ วิโรจรัตนภาพิศา อาจารย์ประจำหลักสูตรคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก โทรศัพท์ 055-515900 E-mail: kibuya@gmail.com

Interested Field: Productivity Improvement and Design of Experiments



อุกฤษฏ์ รัตนทรัพย์ทวี อาจารย์ประจำหลักสูตรคณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก
โทรศัพท์ 055-515900 E-mail: t.ukrit@edu.rmutl.ac.th

Interested Field: Productivity Improvement and Design of Experiments



อารุณี วงษ์ขาว อาจารย์ประจำหลักสูตรคณะวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีการเกษตร สาขาสาขาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลล้านนา ตาก โทรศัพท์ 055-515900 E-mail: r_poo@rmutl.ac.th

Interested Field: Statistics

Article History:

Received: December 2, 2023

Revised: March 27, 2024

Accepted: March 29, 2024