



การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฐานอลูมิเนียมหล่อสำหรับการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์:
กรณีศึกษาโรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์



นางสาวจิราภรณ์ จันทร์ศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

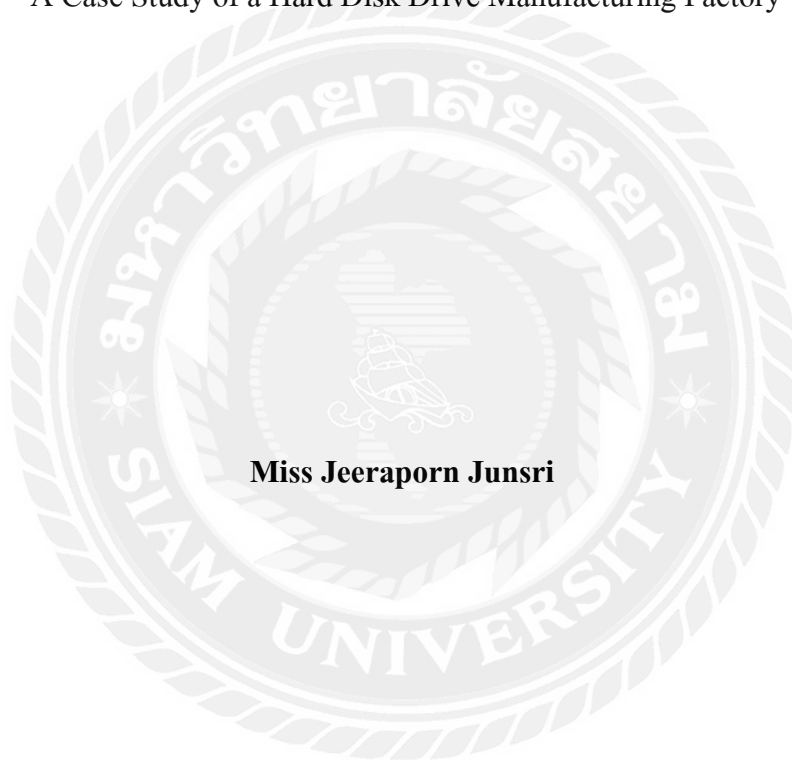
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

พุทธศักราช 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสยาม



Defect Reduction of Aluminum Base Casting Part for Hard Disk Drive Manufacturing:
A Case Study of a Hard Disk Drive Manufacturing Factory



Miss Jeeraporn Junsri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Engineering Management

Graduate School

Siam University 2021



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ปริญญา

การจัดการงานวิศวกรรม
(สาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย
(คณะ)

เรื่อง การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฐานอลูมิเนียมหล่อสำหรับการผลิตฮาร์ดดิสก์
ไดรฟ์: กรณีศึกษาโรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
Defective Reduction of Aluminum Base Casting Part for Hard Disk Drive
Manufacturing: A Case Study of a Hard Disk Drive Manufacturing Factory

ผู้แต่ง นางสาวจิราภรณ์ จันทร์ศรี
Miss Jeeraporn Junsri

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ.....

(ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

อาจารย์ที่ปรึกษา/กรรมการ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ไสตร โยม)

กรรมการ.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุทชชัย บรรเทึงจิตร)

กรรมการ.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วิจิรวณิช)

กรรมการ.....

(รองศาสตราจารย์ ศันสนีย์ สุภามา)

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุทชชัย บรรเทึงจิตร)

ผู้อำนวยการหลักสูตร

วันที่ 27 เดือน พ.ย. พ.ศ. 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง : การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฐานอลูมิเนียมหล่อสำหรับการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์: กรณีศึกษาโรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

โดย : นางสาวจิราภรณ์ จันทร์ศรี

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : การจัดการงานวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก : อนันต์ ไตรโยม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ไตรโยม)

27 พ.ย. 2564

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5" ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนฐานรองของอุปกรณ์นี้

เครื่องมือที่นำมาใช้ในการลดของเสียของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ จะใช้เทคนิคเครื่องมือคุณภาพประกอบด้วย แผ่นตรวจสอบ แผนภูมิพาเรโต และเทคนิคการวิเคราะห์ปัญหา เพื่อหาสาเหตุและกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่สรุปจากผลการปฏิบัติงาน

ผลการศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ พบว่าของเสียก่อนปรับปรุงที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม ปี ค.ศ 2018 ทั้งหมดจำนวนเฉลี่ย 2,930 ชิ้นต่อเดือน หลังจากการวิเคราะห์ของเสีย พบว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียจำนวนสูงที่สุดมี 2 ประเภท ได้แก่ วัตถุแปลกปลอม จำนวน 9,833 ชิ้น หรือทั้งสองรายการนี้คิดเป็นร้อยละ 33.6 และ เศษชิปติด จำนวน 8,939 ชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 30.5 จากของเสียทั้งหมด หรือคิดเป็นร้อยละ 64.1 ภายหลังจากการปรับปรุงโดยเทคนิคการวิเคราะห์ปัญหา ได้ทำการแก้ไขเปลี่ยนตะกร้าจากพลาสติกเป็นตะกร้าเหล็กเพื่อป้องกันวัสดุจากพลาสติกติดบนตัวชิ้นงาน และได้ทำการเปลี่ยนชนิดของเครื่องมือสำหรับตัดชิปมีลักษณะยาว เป็นเครื่องมือสำหรับตัดชิปเพื่อให้ตัดเศษชิปให้มีลักษณะสั้นลง ผลจากการปรับปรุงสรุปได้ว่า หลังจากการปรับปรุงของเสียลดลงเหลือเฉลี่ยเดือนละ 500 ชิ้น คิดเป็นการลดของของเสียถึงร้อยละ 82.9

คำสำคัญ: การลดของเสีย ส่วนฐานอลูมิเนียม ฮาร์ดดิสก์

Abstract

Title : Defective Reduction of Aluminum Base Casting Part for Hard Disk Drive
 Manufacturing: A Case Study of a Hard Disk Drive Manufacturing Factory
By : Miss Jeeraporn Junsri
Degree : Master of Engineering
Major Field : Engineering Management
Thesis Advisor : *Arthit Sode-Yome*
 (Asst. Prof. Dr. Arthit Sode-Yome)
 27 / Nov / 2021

This objective of this research was to reduce defectives generated during the manufacturing of 3.5" hard disk drive components in a manufacturing plant for supporting base parts of this device. The tools used to reduce the defectives in this manufacturing process were check sheets, pareto charts, and problem analysis techniques. The tools were used to find causes of the problems so improvement methods could be identified.

The analytic results of this research indicated that the total defective parts before the improvement between January and October, 2018 amounted to an average of 2,930 pieces per month. There were 2 important types of the defects: foreign materials and ED chips stuck on the workpieces. The amount of defects caused by the two causes were 9,833 pieces or 33.6%, and 8,939 pieces or 30.5%, respectively for the total of 64.1%. After utilizing problem analysis techniques, steel baskets were used to replace the existing plastic ones. This prevented plastic material from sticking on the workpieces. Also drilling tools used to drill the workpieces were changed to chip break to prevent the longer chips from getting stuck on the workpieces. The results indicated that the defects were reduced to 500 pieces per month, or 82.9% reduction.

Keywords: Defect Reduction, Base Casting, Hard Disk Drive

Approved by:

[Signature]

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาทิตย์ โสทรโยม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รวมถึงคณาจารย์บัณฑิตวิทยาลัย สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยสยาม ทุกท่าน ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำและติดตามทั้งในการศึกษา การทำงานวิจัยรวมถึงการทำงานต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างสูงมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณทางคณะผู้บริหาร หัวหน้าแผนกและพนักงานทุกท่านของบริษัททฤษฎีศึกษา ที่ได้ให้ความร่วมมือ และเสียสละเวลาช่วยเหลือ เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำงานวิจัย ทดลองปฏิบัติตามขั้นตอนแนวทางการแก้ปัญหาที่ตกลงร่วมกัน ตลอดจนให้ความร่วมมือ ในการประเมินเป็นอย่างดี ทำให้การทำงานวิจัยครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงและได้ผลการดำเนินงานวิจัยที่นำมาประยุกต์ใช้ได้จริง

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่ผู้วิจัย จนสามารถทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

จิราภรณ์ จันทร์ศรี
ผู้จัดทำ

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก และถูกพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้นำมาซึ่งความสะดวกสบายในการดำเนินชีวิตของคนยุคนี้ ทำให้การดำรงชีวิตง่ายขึ้น เช่น การสื่อสาร การเดินทาง และการค้าด้านออนไลน์ต่าง ๆ และสิ่งเหล่านี้นำมาสู่การเกิดการแข่งขันที่สูงขึ้นตามมา สิ่งที่จะเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมายาวนานอย่างมากอีกหนึ่งอย่างคือ คอมพิวเตอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์ เป็นสิ่งสำคัญสำหรับยุคเทคโนโลยีกำลังพัฒนาและถือเป็นยุคแรกเริ่มของเทคโนโลยีเลยทีเดียว ซึ่งคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถรับข้อมูลและคำสั่งจากผู้ใช้ที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ป้อนข้อมูลต่าง ๆ และประมวลผลกลาง (CPU) และแสดงผลตามที่ต้องการในอุปกรณ์ตลอดจนเก็บข้อมูลในหน่วยความจำหนึ่งในอุปกรณ์หน่วยความจำที่สำคัญสำหรับคอมพิวเตอร์ คือ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive : HDD) ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ซึ่งมีความพิเศษในการเก็บข้อมูลได้เป็นอย่างมาก และอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพการเจริญเติบโตขึ้นเรื่อย ๆ ภายใต้การแข่งขันในยุคเทคโนโลยี



รูปที่ 1.1 ส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ถือว่าเป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก หากไม่มีฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์ก็ไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากขาดสื่อหลักที่ใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งการเก็บข้อมูลได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความจุของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ในยุคที่เทคโนโลยีก้าวหน้าอย่างไม่สิ้นสุด การพัฒนาเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ ซึ่ง

อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นอุตสาหกรรมที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการพัฒนาการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ที่มีหน่วยความจำเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ และหนึ่งในส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งและนำมาเพื่อการศึกษาในครั้งนี้ได้แก่ ฐานรองรับชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ หรือ Base Casting ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ส่วนประกอบของฐานรองรับชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Base Casting)

Base Casting ผลิตมาจากการฉีดขึ้นรูปอลูมิเนียมจากแม่พิมพ์หรือโมลด์ (Mold) ถือเป็นชิ้นส่วนที่มีความละเอียดในการผลิต และค่อนข้างมีความซับซ้อนในกระบวนการผลิตอยู่พอสมควร ซึ่งถ้ามีการออกแบบกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดข้อเสียในกระบวนการผลิตหลายประเภท

บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทที่ผลิตส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ คือ ฐานรองรับชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ หรือ Base Casting ซึ่งโรงงานผลิตเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์มี 2 ประเภท คือขนาด 2.5 นิ้ว และขนาด 3.5 นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 1.3



2.5 นิ้ว



3.5 นิ้ว

รูปที่ 1.3 ประเภทของผลิตภัณฑ์ Base ขนาด 2.5 นิ้ว และ 3.5 นิ้ว

บริษัทกรณีสึกษาผลิตเพื่อจัดจำหน่ายแก่บริษัทประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ชั้นนำต่าง ๆ เพื่อนำไปประกอบเป็นฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และประกอบเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือองค์กร เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับพกพา และอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ บริษัทกรณีสึกษา มียอดประมาณการผลิตในปี ค.ศ. 2018 ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ยอดประมาณการผลิตในเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี ค.ศ. 2018

หน่วย : ชิ้น

เดือน	ยอดผลิต
มกราคม	1,410,560
กุมภาพันธ์	2,120,790
มีนาคม	2,318,900
เมษายน	2,334,750
พฤษภาคม	2,415,500
มิถุนายน	2,520,600
กรกฎาคม	2,515,780
สิงหาคม	2,639,980
กันยายน	2,650,900
ตุลาคม	2,819,700
พฤศจิกายน	2,839,900
ธันวาคม	3,050,440

จากข้อมูลยอดการผลิตประจำปี ค.ศ. 2018 จะเห็นได้ว่าบริษัทมีผลผลิตค่อนข้างสูง และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในแต่ละเดือน และจากกำลังการผลิตที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ นำมาสู่การเกิดของเสียในกระบวนการผลิตที่เพิ่มขึ้นตาม จึงต้องมีการปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการผลิตให้น้อยที่สุดเพื่อเพิ่มกำไรและผลผลิตให้กับบริษัท

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากบริษัทมีกำลังการผลิตค่อนข้างสูงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ การควบคุมคุณภาพจึงจำเป็นและสำคัญเพื่อการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ ส่งมอบทันเวลา และที่สำคัญอีกอย่างคือ ลดต้นทุนการผลิต ซึ่งบริษัทที่ทำการศึกษานี้มีของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตค่อนข้างสูง ซึ่งผู้ศึกษาได้รวบรวมของเสียที่เกิดขึ้นในเดือน มกราคม – ตุลาคม ปี ค.ศ. 2018 ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในเดือน มกราคม – ตุลาคม ปี ค.ศ. 2018

หน่วย : ชิ้น

ของเสีย (Defective)	จำนวน	ร้อยละ
Dent รอยบุบ	2,571	8.8
Blister ปุ่มนูน / ตุ่มพอง	780	2.7
Foreign material วัตถุแปลกปลอม	9,833	33.6
Porosity รูพรุน	1,560	5.3
Crack base เปสร้าว	1,482	5.1
ED-Chip เศษวัตถุจากการตัดติด	8,939	30.5
ED-Coat peel off ผิว ED-Coat หลุดลอก	677	2.3
Pin hole รูเล็ก ๆ ที่มีลักษณะคล้ายหัวเข็ม	281	1.2
Particle / Fiber ฝุ่นละออง , เส้นใย	473	1.3
Burr and Flash (เศษเสี้ยน , แลป)	2,705	9.2

จากข้อมูลในตารางที่ 1.2 แสดงให้เห็นว่า มีจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก ส่งผลกระทบต่อเรื่องต้นทุนและกำไรเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อกำลังการผลิตในแต่ละวันส่งผลให้ผลิตไม่ได้ตามแผนที่วางไว้ซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดของเสีย และทำให้ส่งมอบสินค้าไปยังลูกค้าไม่ทันเวลาที่กำหนด และนอกจากนั้นยังมีความเสี่ยงต่องานเสียหลุดไปยังลูกค้า ซึ่งอ้างอิงจากประวัติการเคลมจากลูกค้าในช่วงปี ค.ศ. 2018 ทำให้ส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นของลูกค้าอีกด้วย

จึงเป็นที่มาและความสำคัญของการศึกษาบริษัทกรณีศึกษา เพื่อแสดงให้เห็นประเภทของงานเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และการจัดการในการหาสาเหตุของปัญหาและการแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงจุด เพื่อให้บริษัทมีการลดต้นทุนการผลิตลงและได้กำไรเพิ่มขึ้นในยุคที่มีการแข่งขันสูง

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต
2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิต

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ขอบเขตของงานวิจัย มีดังนี้

1. ลดของเสียในกระบวนการผลิต Base casting
2. เก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 2018

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ได้แก่

1. ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตลดลง
2. เพิ่มผลผลิต และมูลค่าในกระบวนการผลิต
3. เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมใกล้เคียงกันได้

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (Base Casting) โดยใช้เครื่องมือคุณภาพ (7 QC Tool) เข้ามาช่วยในการศึกษา ซึ่งผู้ศึกษาได้รวบรวมข้อมูลและกำหนดแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tool)
- 2.2 เทคนิค 5 Why
- 2.3 ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (Base casting)
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tool)

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด นับได้ว่าเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาและแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องมือเหล่านี้เป็นการรวบรวมและประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติ การใช้หลักการทางด้านเหตุผล และศาสตร์ความรู้ในด้านต่าง ๆ มารวบรวม และเลือกใช้ในการจัดการกับปัญหาแต่ละชนิด เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิดนี้มีที่มาจากองค์กรหนึ่งในประเทศญี่ปุ่น ชื่อว่า Union of Japanese Scientists and Engineers และกลุ่ม Quality Control Research Group ซึ่งได้ถูกจัดตั้งขึ้น ในปี ค.ศ. 1946 เพื่อค้นคว้าและทำการศึกษา ตลอดจนเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบการควบคุมคุณภาพให้กับอุตสาหกรรมภายในประเทศของญี่ปุ่น โดยมีจุดหมายเพื่อพัฒนาคุณภาพสินค้าของญี่ปุ่นให้สามารถเข้าสู่การแข่งขันในตลาดโลกได้อย่างทัดเทียมประเทศผู้นำทางเศรษฐกิจในสมัยนั้นอย่างอเมริกา และกลุ่มประเทศยุโรปตะวันตก

จากนั้นได้มีการกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น (Japanese Industrial Standards) หรือ JIS marking system ได้นำมาบังคับใช้เป็นกฎหมายในปี ค.ศ. 1950 และยังสามารถเปิดสัมมนาทางวิชาการด้านการควบคุมคุณภาพให้แก่ผู้บริหารระดับต่าง ๆ และวิศวกรในประเทศ โดยมีผู้เชี่ยวชาญระดับโลกอย่าง Dr. W. E. Deming เป็นผู้นำในโครงการ นับเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาคุณภาพ ซึ่งต่อมาก็ได้มีการตั้งรางวัล Deming Prize อันมีชื่อเสียงทั่วโลก เพื่อมอบให้กับองค์กรอุตสาหกรรมหรือโรงงานที่มีการพัฒนาด้านคุณภาพดีเด่นของญี่ปุ่น

ต่อมาในปี ค.ศ. 1954 ทางญี่ปุ่นได้เชิญ Dr. J. M. Juran มาทำการฝึกอบรมเกี่ยวกับหลักการควบคุมคุณภาพ เพื่อสร้างรากฐานความรู้ความเข้าใจแก่ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรในการนำเทคนิคเหล่านี้มาใช้งาน โดยได้รับความร่วมมือจากพนักงานทุกฝ่าย นับเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาและรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพ ทั้ง 7 ชนิด ที่เรียกกันว่า 7 QC Tools มาใช้อย่างแพร่หลายจนทุกวันนี้

เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ชนิดที่ได้รับการยอมรับและนิยมใช้ทั่วโลกนั้น มีดังต่อไปนี้

2.1.1 แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)

แผ่นตรวจสอบ คือ แบบฟอร์มที่มีการออกแบบช่องว่างต่างๆ ไว้เรียบร้อย เพื่อจะใช้ในการบันทึกข้อมูลได้ง่ายและสะดวก ถูกต้อง ไม่ยุ่งยาก ในการออกแบบฟอร์มทุกครั้งต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ 2.1

Motor Assembly Check Sheet

Name of Data Recorder: Lester B. Rapp
 Location: Rochester, New York
 Data Collection Dates: 1/17 - 1/23

Defect Types Event Occurrence	Dates							TOTAL
	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	
Supplied parts rusted								20
Misaligned welds								5
Improper test procedure								0
Wrong part issued								3
Film on parts								0
Veins in casting								6
Incorrect dimensions								2
Adhesive failure								0
Molding insufficient								1
Spray failure								5
TOTAL		10	13	10	2	4		

รูปที่ 2.1 แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)

วัตถุประสงค์ของการออกแบบฟอร์มในการเก็บข้อมูล

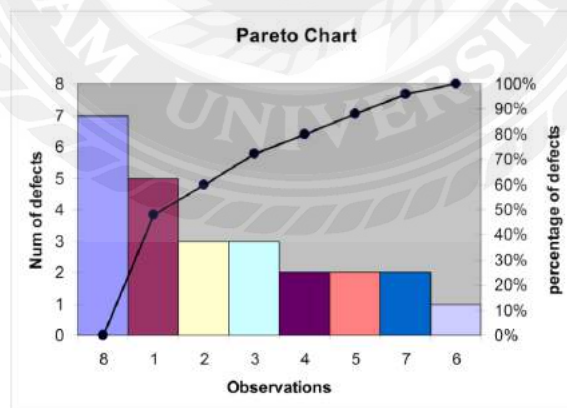
- เพื่อควบคุมและติดตาม (Monitoring) ผลการดำเนินการผลิต
- เพื่อการตรวจสอบ
- เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความไม่สอดคล้อง

วิธีการใช้ โดยส่วนใหญ่จะประยุกต์ใช้ 2 แบบ ได้แก่

1. ใช้บันทึกข้อมูลเช่น ใบรายงานผลการปฏิบัติงานประจำวัน (daily report) ใบบันทึกรายงานของเครื่องจักร (machine report) ข้อมูลส่วนใหญ่ที่บันทึกจะเป็นสิ่งที่พบ ณ ขณะที่ตรวจสอบ เช่น ระดับน้ำมันในเครื่องจักร อยู่ในระดับ M (medium) ความเร็วของสายพาน 50 rpm. (round pre minutes) อุณหภูมิเตาอบ 90 องศาเซลเซียส เป็นต้น
2. ใช้ตรวจสอบโดยเราจะทำตารางเป็นช่องๆ ตามที่เรากำหนด สำหรับ check sheet เช่น ใบรายงานผลการตรวจสอบสินค้า ใบรายงานการตรวจสอบการทำความสะอาดห้องน้ำของแม่บ้าน เช่น ตรวจสอบพบว่าสินค้าไม่มีตำหนิ เราก็ขีดว่า “ผ่าน” หรือ สินค้าครบตามจำนวนที่จัดส่ง และเราขนขึ้นรถส่งของเรียบร้อยแล้ว ไม่พบปัญหา เราก็ขีดว่า “ผ่าน” เป็นต้น

2.1.2 แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)

แผนผังพาเรโต เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)

แผนผังพาเรโตมีโครงสร้าง ดังนี้

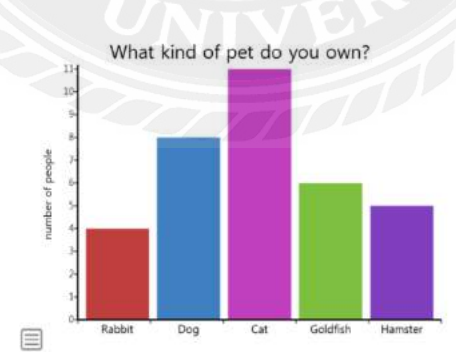
- ประกอบด้วยกราฟแท่งและกราฟเส้น

- นอกจากแกนในแนวตั้ง (แกน Y) และแกนแนวนอน (แกน X) กราฟพาริตอจะมีแกนแสดงร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ (%) ของข้อมูลสะสมอยู่ทางด้านขวามือของแผนผังด้วย
- ความสูงของแท่งกราฟจะเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย จากซ้ายมือไปขวามือ ยกเว้นในกลุ่มข้อมูลที่เป็น “ข้อมูลอื่นๆ” จะนำไปไว้ที่ตำแหน่งสุดท้ายของแกนในแนวนอนเสมอ

2.1.3 กราฟ (Graph)

กราฟ คือ แผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติที่ใช้ เมื่อต้องการนำเสนอข้อมูลและวิเคราะห์ผลของข้อมูลดังกล่าว เพื่อให้เข้าใจและรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจ การนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟและแผนภูมิ (Graph & Chart) ถูกใช้กันโดยทั่วไปในการนำเสนอข้อมูลกับผู้อ่าน ผู้ฟัง เนื่องจากเป็นทางเลือกที่ดีในการสื่อข้อมูลต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว และง่ายกว่าการใช้ตาราง ผู้อ่าน ผู้ฟังสามารถเข้าใจ และจดจำข้อมูลได้เป็นอย่างดี การนำเสนอข้อมูลลักษณะนี้ ต้องแน่ใจว่ารูปแบบของกราฟที่เลือกใช้ เหมาะสมกับข้อมูลที่จะนำเสนอ ไม่ควรนำเสนอข้อมูลเดียวกันโดยใช้กราฟหลายรูปแบบผสมผสานกัน ตัวอย่างกราฟมีหลายรูปแบบ เช่น กราฟแท่ง (Bar Graph), กราฟวงกลม (Pie Graph), กราฟแท่งเดี่ยว เป็นต้น

ตัวอย่าง กราฟแท่ง (Bar Graph) ดังแสดงในรูปที่ 2.3



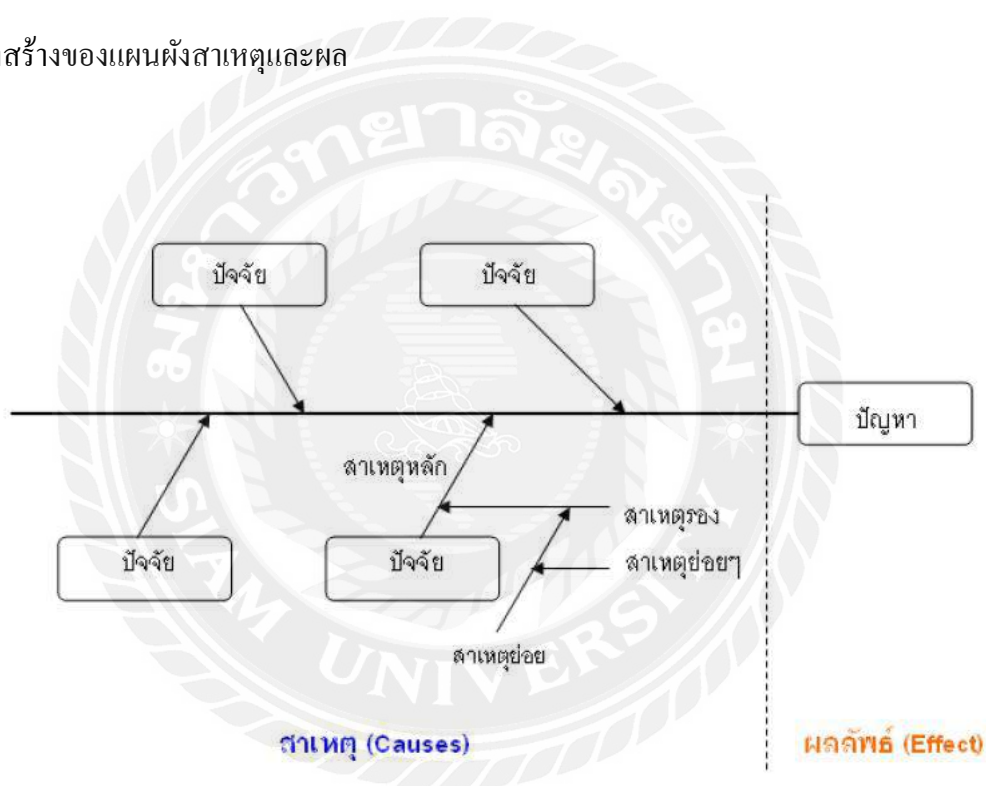
รูปที่ 2.3 กราฟแท่ง (Bar Graph)

รูปที่ 2.3 เป็นรูปแบบกราฟแท่งที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง การนำเสนอควรเริ่มจากกลุ่มควบคุมก่อนเสมอ (กรณีนำเสนอข้อมูลงานวิจัย) หรือค่าน้อยที่สุดไปหาค่ามากที่สุด

2.1.4 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

แผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) เราอาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผล ในชื่อของ “ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)” เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง ดังแสดงดังรูปที่ 2.4

โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล

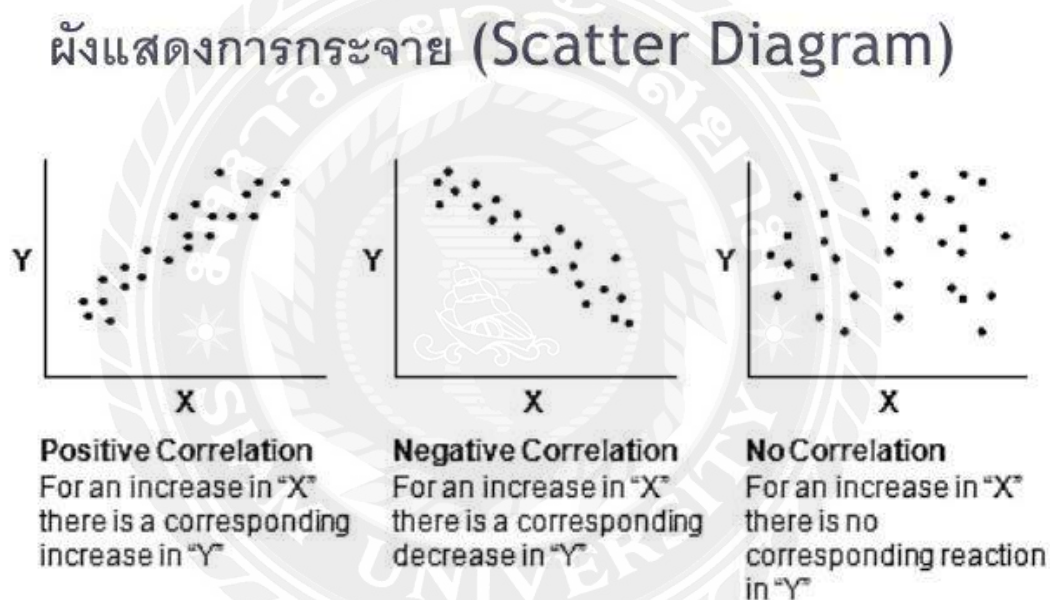


รูปที่ 2.4 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ซึ่งหากเรากำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้เราใช้เวลามากในการค้นหาสาเหตุ และจะใช้เวลานานในการทำผังก้างปลาการกำหนดปัญหาที่หัวข้อปลา เช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้น เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบ เทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงาม คือ การถาม ทำไม ทำไม ทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อยๆ

2.1.5 แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)

แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram) คือ แผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการผลิต ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไรในสถิติ ข้อมูลที่เกิดจะเป็นจุดของการกระจายตัวของข้อมูล 2 ชุด ซึ่งอาจกระจายในลักษณะที่มีความสัมพันธ์กันหรือไม่สัมพันธ์กันก็ได้ ความสัมพันธ์ยังอาจมีทิศทางและระดับที่แตกต่างกันออกไปก็ได้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการให้ได้คุณภาพตามที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)

วิธีการดำเนินงาน

1. เก็บรวบรวมข้อมูลประมาณ 30 คู่ กำหนดค่าตัวแปรสำหรับแกน X และแกน Y
2. เขียนกราฟ โดยการพล็อตข้อมูลทั้ง 30 คู่ลงไปในกราฟ และเขียนรายละเอียดต่างๆ
3. อ่านแผนผังการกระจายว่ามีลักษณะเช่นใด

แผนผังการกระจายชนิดสหสัมพันธ์แบบบวก คือ ข้อมูลมีความสัมพันธ์เป็นสัดส่วนแปรผันโดยตรงกันไปในทางเดียวกัน

แผนผังการกระจายชนิดสหสัมพันธ์แบบลบ คือ ข้อมูลมีความสัมพันธ์เป็นสัดส่วนแปรผันต่อกันไปตรงข้ามกัน

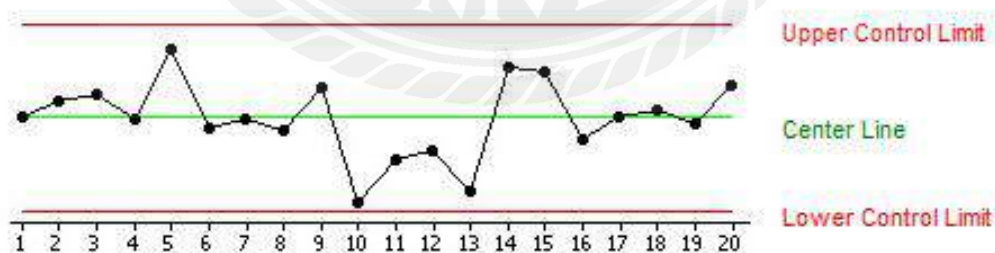
2.1.6 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุมถูกใช้เป็นเครื่องมือทางสถิติอีกตัวหนึ่งในการควบคุมความผันแปร กระบวนการ เพื่อให้มั่นใจได้ว่ากระบวนการอยู่ในความควบคุม และสามารถดำเนินซ้ำๆ กันไปได้ โดยให้ผลเป็นไปตามที่ต้องการ คำว่าสามารถดำเนินซ้ำๆ กันไปได้คือกระบวนการมีความสามารถ

Control Chart พื้นฐานมี 2 รูปแบบ

1. Variable Control Chart ใช้สำหรับค่าที่วัดได้ ที่อาจเป็นขนาด เวลา มิติ น้ำหนัก อุณหภูมิ ความแข็ง ความต้านทาน เป็นต้น ตัวแสดงผลเป็นรูปภาพ 2 รูป
2. Attribute Control Chart ใช้กับข้อมูลประเภทนับ เช่นจำนวนข้อผิดพลาด ของเสีย ข้อบกพร่อง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 2 ประเภทกราฟ คือ
 - 2.1 p และ np Charts ทั้งสองชาร์ตเป็นเรื่องของผลิตภัณฑ์บกพร่อง (defectives)
 - 2.2 c และ u Control Charts ทั้งสองชาร์ตใช้ในการพิจารณาข้อบกพร่อง (defects)

จากหลักการทางสถิติที่ว่า ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการผลิตมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) จะมีพารามิเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้อง 2 ค่า คือ ค่าเฉลี่ย (m) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) มีการกระจายรอบๆ ค่าเฉลี่ยช่วง $+3s$ และ $-3s$ ค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.9974 ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

UCL (Upper Control Limit) คือ ขีดจำกัดควบคุมทางสูง

UCL (Central Line) คือ เส้นแกนกลาง

LCL (Lower Control Limit) คือ ขีดจำกัดควบคุมทางต่ำ

จากกราฟ ถ้าวัดต่าง ๆ กระจายอยู่ภายในขอบเขตของขีดจำกัดควบคุมทางสูง และขีดจำกัดควบคุมทางต่ำอย่างสม่ำเสมอ ก็แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม (In Control)

2.1.7 ฮิสโตแกรม (Histogram)

ฮิสโตแกรม คือ กราฟแท่งแบบเฉพาะ โดยแกนตั้งจะเป็นตัวเลขแสดง “ ความถี่ ” และมีแกนนอนเป็นข้อมูลของคุณสมบัติของสิ่งที่เราสนใจ โดยเรียงลำดับจากน้อย ที่ใช้ดูความแปรปรวนของกระบวนการ โดยการสังเกตรูปร่างของฮิสโตแกรมที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่าง

ลักษณะต่างๆ ของฮิสโตแกรม

1. แบบปกติ (Normal Distribution) การกระจายของการผลิตเป็นไปตามปกติ ค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะอยู่ตรงกลาง
2. แบบแยกเป็นเกาะ (Detached Island Type) พบเมื่อกระบวนการผลิตขาดการปรับปรุง/หรือการผลิตไม่ได้ผล
3. แบบระฆังคู่ (Double Hump Type) พบเมื่อนำผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักร 2 เครื่อง / 2 แบบมารวมกัน
4. แบบฟันปลา (Serrated Type) พบเมื่อเครื่องมือวัดมีคุณภาพต่ำ หรือการอ่านค่ามีความแตกต่างกันไป
5. แบบหน้าผา (Cliff Type) พบเมื่อมีการตรวจสอบแบบ Total Inspection เพื่อคัดของเสียออกไป

2.2 เทคนิค 5 Why

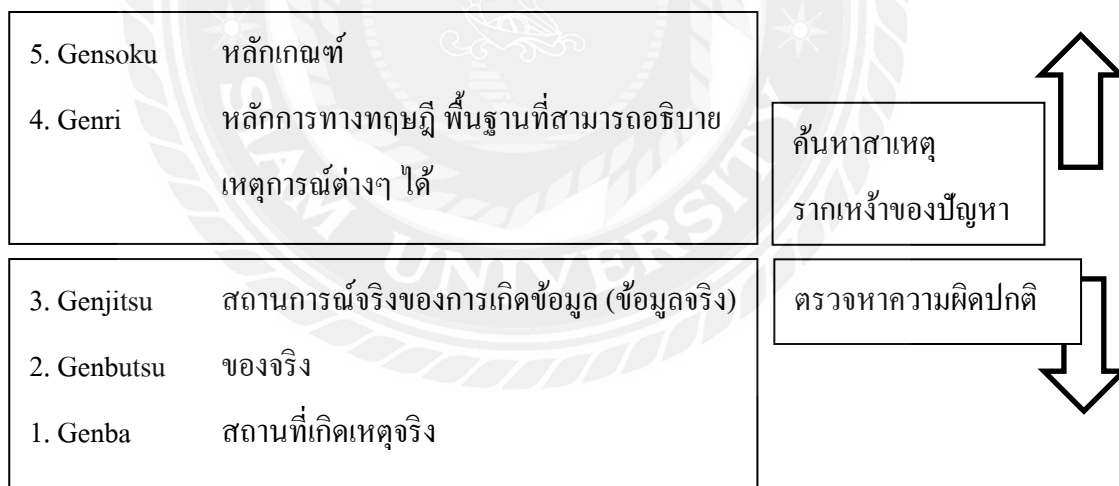
การวิเคราะห์ Why Why Analysis จะเป็นการวิเคราะห์ หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา โดยหากเราสามารถค้นพบสาเหตุรากเหง้าและกำจัดได้แล้ว ปัญหาเดิมจะไม่เกิดขึ้น หากปัญหาเดิมเกิดขึ้น แสดงว่าการวิเคราะห์ของเรานั้นมาผิดทาง หรือ อาจมีบางสาเหตุตกหล่นไป อาจจะต้องมาทำการวิเคราะห์ใหม่ เครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงมาก หากผู้วิเคราะห์ มีความเข้าใจ และมีความชำนาญในงานที่ตนทำอยู่ รวมถึงความรู้ด้านวิศวกรรม ที่ Toyota 5-Why Analysis ถูกใช้เป็นเครื่องมือหลักในการวิเคราะห์ปัญหา จากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่า ส่วนใหญ่การใช้หลักการ Why Why Analysis นั้น เป็นไปเพียงเพื่อ นำเสนอต่อลูกค้า เมื่อเกิดปัญหาจากลูกค้า

เท่านั้น แต่ปัญหาเดิมยังคงเกิดขึ้นอยู่เรื่อยๆ อาศัยเพียงการตรวจสอบที่ถี่ขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเปล่าตามมา การวิเคราะห์ Why Why Analysis นั้นเป็นเพียงเครื่องมือ ในการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าเท่านั้น

การจะทำให้ปัญหานั้น หหมดไป จึงจำเป็นจะต้อง ประยุกต์หลักการอื่นๆเข้ามาช่วย เช่น เทคนิค Poka-Yoke, Triz เป็นต้น ทั้งนี้ทั้งนั้น ขึ้นอยู่กับสภาพปัญหา ที่เรากำลังวิเคราะห์กันอยู่

ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นล้วนเป็นผลมาจาก กฎของธรรมชาติ, Tomozo Kobata, (2005) ตัวอย่างเช่น งานตัด ถ้าใบมีดไม่ตัดลงบนวัสดุก็จะไม่มีอะไรเกิดขึ้น แต่ถ้าเมื่อไหร่ก็ตามที่ใบมีดสัมผัสกับวัสดุ ก็จะมีเรื่องของคุณภาพและต้นทุนเกิดขึ้น บางสิ่งบางอย่างเกิดขึ้น และบางสิ่งบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป สิ่งเหล่านี้เป็นไปตามกฎเกณฑ์ทางธรรมชาติ ถึงแม้ว่าไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติก็ตาม ต่างก็ขึ้นอยู่กับหลักการหรือทฤษฎีเบื้องต้น(หลักการ:การเปลี่ยนแปลงสภาพ) และกฎเกณฑ์พื้นฐาน (เมื่อทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งย่อมส่งผลให้เกิดสิ่งหนึ่งเสมอ)

5 Gen จะทำให้เราวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาผ่าน Why Why analysis ได้ถูกต้องโดยลงไปถึงสัมผัสพื้นที่จริง ของจริง สภาพการณ์จริง ในขณะที่เกิดการปฏิบัติงาน จะทำให้เราวิเคราะห์สาเหตุ ถูกจุด ดังแสดงในรูปที่ 2.7



การเข้าไปดูเหตุการณ์ในพื้นที่เพื่อความเข้าใจกับเรื่องราวที่เกิดขึ้นจริง

รูปที่ 2.7 หลักการทำ 5 Gen

การแก้ไขปัญหาหน้างานอย่างมีประสิทธิภาพด้วย Why Why Analysis + 5 Gen

หลัก Why-Why Analysis 10 ข้อ

1. ใส่เรื่องหลักเพียงเรื่องเดียวในประโยคแสดง “ปรากฏการณ์” หรือ “สาเหตุ”
ตัวอย่างที่ถูกต้อง : ทำไม่ Mold แดกมากกว่า 3% (มี Target)
ตัวอย่างที่ผิด : ทำไม่ Mold แดกทำให้เครื่องจักรหยุดบ่อย (จะปรับปรุงอะไรกันแน่)
2. “ทำไม” ต้องสัมพันธ์กับ “ปรากฏการณ์” และตรงตามหลักการ (Genba) และกฎเกณฑ์ (Gensoku)
3. “ทำไม” ที่เขียนขึ้นต้องสัมพันธ์กับเหตุผลไม่ว่าจะอ่านไปข้างหน้าหรือย้อนกลับ
4. เขียน “ทำไม” เป็นข้อๆ เรียงกัน โดยให้ตัวหลังสัมพันธ์กับตัวหน้าให้ทวนสอบความถูกต้องโดยการอ่านย้อนกลับ
5. สร้างประโยค “ทำไม” ให้ตรงตามเป้าหมายของการวิเคราะห์
6. การเขียน “ทำไม” ที่ทุกคนเข้าใจตรงกัน (อ่านแล้วเข้าใจง่าย)
7. มีเกณฑ์การใช้คำคุณศัพท์ที่ชัดเจน (กระชับ)
8. อย่าใช้คำว่า “ทำไม” ในด้านความรู้สึกของคน (วัดไม่ได้ ก็ปรับปรุงไม่ได้)
9. ค้นหา “ทำไม” ต่อไป จนแน่ใจว่าจะไม่เกิดเหตุการณ์ซ้ำขึ้นอีก (ต้องทวนสอบ)
10. พิสูจน์ความถูกต้องของ “ทำไม” ที่สถานที่จริง (Genba) และกับของจริง (Genbutsu)
ในขั้นตอนนี้สำคัญเป็นอย่างมากในการตรวจสอบความถูกต้อง ของการระดมความเห็น (Brainstorm) รวมถึงการวิเคราะห์ ค้นหาความจริง จากสาเหตุที่เป็นไปได้ ที่หน้างาน

ขั้นตอนการวิเคราะห์ Why Why Analysis

1. จัดลำดับความสำคัญหัวข้อที่จะทำการปรับปรุงผ่าน Pareto ในขั้นตอนนี้จะเป็นการ เลือกสาเหตุใหญ่ๆมาทำการปรับปรุง ผ่านแผนภาพ pareto โดยเลือกปัญหาจาก KPI ทำไมจึงเลือกจาก KPI ก็เพราะว่า การปรับปรุงใดใด หากไม่สอดคล้องกับกลยุทธ์หลักขององค์กรแล้ว จะทำให้การเติบโตขององค์กร เป็นไปได้ช้า
2. เลือกหัวข้อที่จะทำการปรับปรุงหรือแก้ไข หลังจากได้สาเหตุหลัก ที่จะนำมาแก้ไขแล้ว ให้ทำการเขียน ปัญหาให้มีความกระชับ เข้าใจง่าย

3. จัดตั้งทีมงานที่เกี่ยวข้องในส่วนนี้จะเป็นการ นำผู้ที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุง มาช่วยกันทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ รวมไปถึงพนักงานระดับหน้างานด้วย เพราะเป็นผู้เข้าใจสถานการณ์ดีที่สุด
4. สอบถามสภาพการณ์เบื้องต้น (ตรวจหาความผิดปกติ) ในขั้นตอนนี้จะมีความสำคัญมากในการตรวจหาความผิดปกติของสถานการณ์ ตัวอย่างเช่น “ห้องประชุมแอร์ไม่เย็น (อุณหภูมิ มากกว่า 28 องศา ตลอดการใช้งาน) หากเราทำการวิเคราะห์ทันที โดยไม่สอบถามสถานการณ์เลย ทุกคนจะมุ่งไปที่ เครื่องทำความเย็นทันที! ทั้งๆที่ เครื่องทำความเย็นอาจจะไม่ได้เสียก็ได้ หากไม่ทำความเข้าใจกับสถานการณ์ก่อน ก็จะเป็นการนั่งเทียนทันที ในกรณีนี้ คนที่เราจะต้องถามก่อนใครคือ คนคุมห้องประชุม ว่า เมื่อวานแอร์เย็นมั้ย วันก่อนเย็นมั้ย วันนี้กับวันก่อนมีอะไรเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม หลังจากสอบถาม คนคุมห้องก็บอกว่า วันก่อนยังเย็นอยู่ เมื่อวานก็เย็นอยู่ แต่วันนี้คนเข้าห้องประชุมเยอะมาก แลมนเปิดม่านกระจกด้วย เพราะแสงข้างในไม่พอ จากข้อความข้างต้น จะเห็นได้ว่า ขั้นตอนนี้จะละเอียดไม่ได้ เพราะจะทำให้การวิเคราะห์ผิดประเด็นไป
5. Brainstorming ในส่วนนี้ จะเป็นการระดมความเห็น ของทีมงาน ผู้เขียนแนะนำว่า ควรจะมี Leader Team เพื่อไม่ให้การระดมสมอง กลายเป็นสนามรบ และควบคุมการระดมสมองให้อยู่ในแนวทางการแก้ไขปัญหา
6. ตรวจสอบความถูกต้องผ่าน 5 Gen หลังจากระดมสมอง และแตก ทำไม ทำไม ออกมาได้แล้ว เบื้องต้น ให้พาทีมงานไปดู สถานการณ์จริง และวิเคราะห์ผ่าน 3 Gen แรกก่อน เพื่อตรวจสอบความผิดปกติ โดยเทียบกับมาตรฐาน หากพบว่า ทุกโอกาสที่เป็นไปได้ อยู่ในมาตรฐาน ให้ใช้ อีก 2 Gen ที่เหลือ หมายความว่า การแก้ไขนั้น ไม่เพียงพอ จำเป็นจะต้องปรับปรุง
7. จัดทำมาตรการโต้ตอบ หลังจากที่เราพบ สาเหตุรากเหง้าแล้ว ให้เราหามาตรการโต้ตอบ โดยเน้นให้อยู่ในรูปแบบ Visual Control ซึ่งจะประกอบไปด้วย ผู้รับผิดชอบ ระยะเวลา การปรับปรุงใดๆก็ตาม ให้ใช้วิธีการที่ง่าย ค่าใช้จ่ายต่ำ ประสิทธิภาพสูง
8. ตรวจสอบความสำเร็จของงาน เมื่อทำการแก้ไข หรือ ปรับปรุงไปแล้ว ก็ให้ติดตามผลว่าปัญหาดังกล่าวได้ เกิดขึ้นซ้ำหรือไม่ หรือ ลดน้อยลง อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ผ่านรูปแบบของกราฟ หรือ การทดสอบสมมุติฐาน ทางสถิติ หากพบว่า ปัญหาไม่ได้ลดลง ให้กลับมาวิเคราะห์ใหม่ทันที แสดงว่า มีสาเหตุที่ตกหล่นไป ในการวิเคราะห์ครั้งแรก
9. จัดทำมาตรฐาน หากพบว่า มาตรการโต้ตอบนั้นได้ผล ก็ให้จัดทำมาตรฐานขึ้น เพื่อรักษาไว้ซึ่งระดับคุณภาพต่อไป

วิธีการวิเคราะห์ Why Why Analysis

โครงสร้างการเขียน Why Why Analysis จะมีโครงสร้างเหมือนกัน คือ ซ้ายสุดจะเป็นปรากฏการณ์ หรือ ส่วนแสดงปัญหาที่จะแก้ไข จากนั้นจะเริ่มถาม “ทำไม” ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบสาเหตุรากเหง้าของปัญหา โดยทั่วไปพบว่า หากถาม ทำไม อยู่ประมาณ 5 ครั้งแล้ว เราจะพบคำตอบ คำถามคือว่า จำเป็นต้อง 5 หรือไม่ คำตอบคือ ไม่จำเป็น ในหลายๆครั้ง เราถามทำไมแค่ 3 ครั้ง ก็พบคำตอบแล้ว คำถามที่ว่า เราจะรู้ได้อย่างไรว่า นี่คือนสาเหตุรากเหง้า อันดับแรกให้เราถามตัวเองก่อนว่า ถ้าสาเหตุนี้ถูกแก้ไขแล้ว ปัญหานี้จะไม่เกิดขึ้นอีกใช่หรือไม่หรือไม่หรือไม่สามารถถามทำไม ได้อีกแล้ว จากนั้นในส่วนสุดท้าย จะเป็นการหา มาตรการ ได้ตอบ เพื่อแก้ไข ปัญหา โดยรูปแบบการเขียนจะเป็นลักษณะดังรูป 2.8



รูปที่ 2.8 โครงสร้างการวิเคราะห์ Why Why Analysis

จากรูปที่ 2.8 จะเห็นว่า มีเครื่องหมาย NG ในส่วนนี้จะหมายถึง เมื่อใช้หลักการ 5 Gen (Go to see) แล้วพบว่า สาเหตุต่างๆ ไม่ตรงกับความเป็นจริง ผ่าน 5 Gen ก็จะติด เครื่องหมาย NG ไว้ หรือ จะตัดส่วนนี้ออกก็ได้

2.3 ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (Base Casting)

2.3.1 แม่พิมพ์ฉีดอะลูมิเนียม (Die Casting Structure)

แม่พิมพ์ฉีดอะลูมิเนียมและแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกจะมีส่วนประกอบคล้ายกัน แต่ในแม่พิมพ์ฉีดอะลูมิเนียมนั้นจะเน้นการสร้าง Over Flow เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาคุณภาพชิ้นภายในชิ้นงาน

อะลูมิเนียม เนื่องจากลักษณะของวัสดุที่แตกต่างกันระหว่างอะลูมิเนียมและพลาสติก ทำให้เกรนของอะลูมิเนียมมีความหนาแน่นแตกต่างจากพลาสติกเป็นอย่างมาก หากไม่ระมัดระวังในการสร้างแม่พิมพ์ฉีดอะลูมิเนียมในหลายๆ ปัจจัย ก็อาจก่อให้เกิดการสิ้นเปลืองเวลาฉีดงานเพื่อแก้ไขชิ้นงานใหม่อีกหลายครั้ง สำหรับชิ้นงานที่มีลักษณะซับซ้อน การสร้างแม่พิมพ์ฉีดอะลูมิเนียมยังจะต้องให้ความสำคัญกับทุกๆ ส่วนเป็นอย่างมาก จากรูปที่ 2.9 เป็นตัวอย่างแม่พิมพ์ฉีดอะลูมิเนียมที่ไม่ซับซ้อนมากนัก



รูปที่ 2.9 แม่พิมพ์ฉีดอะลูมิเนียม

แผ่นฉีดอะลูมิเนียมประกอบด้วยส่วนที่สำคัญดังนี้

1. Gate เกททางเข้าของอะลูมิเนียม มีหน้าทำนำพาน้ำโลหะเข้ามาสู่โพรงแบบภายในแม่พิมพ์
2. Runner เป็นทางวิ่งของน้ำโลหะภายในแม่พิมพ์ ซึ่งลักษณะของการออกแบบต้องคำนึงถึงแรงวิ่งของน้ำโลหะเพื่อที่จะสามารถไหลเข้าเต็มแม่พิมพ์ได้ หากคำนวณขนาดใหญ่หรือเล็กเกินไป ก็จะทำให้เกิดปัญหาในการฉีดได้
3. Over Flow เป็นส่วนเกินของน้ำโลหะที่สามารถไหลเข้าไปในส่วนนี้ เพื่อแก้ปัญหาการฉีดงานไม่เต็มแบบได้ อีกทั้งลดปัญหาการเกิด Blow Hole ภายในชิ้นงาน แต่หากออกแบบ Over Flow ให้มีจำนวนมากเกินความจำเป็น ก็จะทำให้สูญเสียค่าใช้จ่ายของวัสดุ การสร้างส่วนของ Over Flow ต้องคำนึงถึงขอบของชิ้นงานเป็นหลัก หากความแข็งแรงของขอบน้อยเกินไป แต่ Over Flow ใหญ่เกินไป เมื่อทำการเคาะออกจะทำให้ชิ้นงานแตกหัก หรือบิ่นไปได้
4. Core เป็นส่วนที่สร้างขึ้นในส่วนของชิ้นงานที่มีรู การสร้าง Core มีทั้งแบบถอดเปลี่ยนได้ และแบบเปลี่ยนไม่ได้ ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่สามารถวาง Core ลงในส่วนของแม่พิมพ์ หากสร้าง Core ที่ไม่สามารถถอดแก้ไขได้ ก็จำเป็นจะต้องมั่นใจว่าอายุการใช้งานของ Core จะไม่น้อยกว่าอายุการใช้งานของแม่พิมพ์เด็ดขาด ดังนั้นค่าเผื่อของการสร้าง Core แบบตายตัวจะต้องเผื่อให้มากกว่าอายุของแม่พิมพ์ หากสร้าง Core ที่สามารถถอดเปลี่ยนได้ ก็

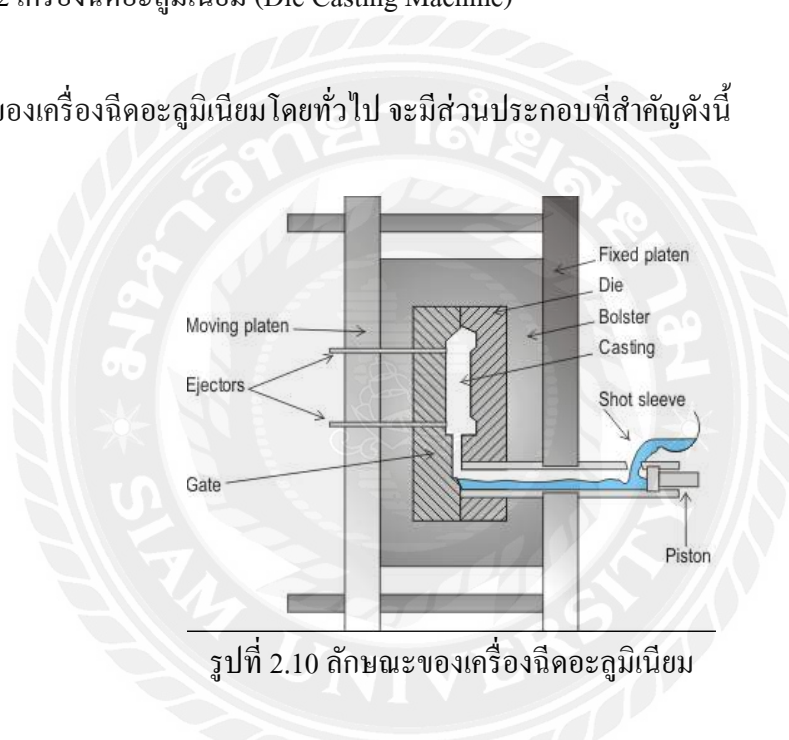
จะตัดปัญหาเมื่อ Core หัก หรือสึกหรองจนไม่สามารถซ่อมแซมได้ วัสดุที่ใช้ทำ Core จะต้องมีความสามารถในการไหลตัวได้ดี เนื่องจากหากไม่มีความสามารถนี้แล้วเมื่อทำการถอดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ก็อาจทำให้ชิ้นงานติดอยู่ในแม่พิมพ์ในส่วน Core ได้ การวาง Core แต่ละตำแหน่งในแม่พิมพ์ต้องไม่ให้กระทบถึงการหล่อเย็นของชิ้นงานภายในแม่พิมพ์อีกด้วย

5. Chill Vent เป็นส่วนที่ใช้ระบายอากาศส่วนเกินที่มากับน้ำโลหะ และส่วนเกินจากการอัดแรงเพื่อฉีดน้ำโลหะเข้าให้เต็มแม่พิมพ์ หากไม่มีส่วนนี้ชิ้นงานจะเกิดปัญหา Blow Hole ได้มาก และอาจทำให้ชิ้นงานไม่เต็มแบบได้อีกด้วย ส่วนของ Chill Vent สามารถใช้ Air Vent ในการช่วยดูดซับอากาศออกจากชิ้นงานได้ โดยเพิ่ม Vacuum เข้าไปในแม่พิมพ์ เพื่อที่ในจังหวะฉีดและน้ำโลหะเริ่มไหลตัว Vacuum จะช่วยดูดอากาศออกได้อีกทางหนึ่งด้วย แต่ควรระวังหากออกแบบให้มีช่องว่างมากเกินไป เมื่อฉีดอะลูมิเนียมเข้าไปแล้วแทนที่ Vacuum จะดูดอากาศอย่างเดียว แต่อาจดูดเอาน้ำอะลูมิเนียมพุ่งออกจากแม่พิมพ์ได้
6. Slide Core เป็นส่วนของแม่พิมพ์ที่สามารถเคลื่อนไหวได้โดยการใช้ไฮดรอลิกควบคุม ซึ่งการสร้าง Slide Core ก็เนื่องจากลักษณะของชิ้นงานที่มีรูอยู่ในส่วนที่ไม่สามารถใส่ Core เข้าไปได้ ส่วนของ Slide Core ต้องสัมพันธ์กับรูปร่างภายนอกของชิ้นงานเป็นอย่างดี หากมีระยะห่างเกิดขึ้นก็จะทำให้ชิ้นงานเกิดครีบในส่วนที่มี Slide Core ได้
7. Ejector Pin เป็นส่วนที่ใช้กระตุ้นชิ้นงาน Chill vent, Air vent, runner และ Over Flow ออกจากแม่พิมพ์ การออกแบบ Ejector ต้องคำนึงถึงตำแหน่งในการวางให้ดี เนื่องจากหากวางผิดตำแหน่งแล้วอาจเกิดปัญหาชิ้นงานยุบตัวได้ ความสำคัญของ Ejector Pin จะต้องมีผิวหน้าเท่ากับผิวหน้าของชิ้นงานหรือส่วนนั้นๆ หาก Ejector Pin ต่ำหรือสูงเกินไป ก็จะเกิดปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพงานได้หลังการฉีด
8. ทางเดินของน้ำหล่อเย็น ทางเดินของน้ำหล่อเย็นภายในแม่พิมพ์จะต้องไม่สร้างความเปราะบางให้กับตัวแม่พิมพ์มากเกินไป เพราะจะเป็นการลดอายุของแม่พิมพ์ลง และทำให้คุณสมบัติของชิ้นงานไม่ดี ปัญหาของท่อและสายน้ำหล่อเย็นจะเกิดขึ้นบ่อยกับการใช้แม่พิมพ์อะลูมิเนียม เนื่องจากต้องฉีดที่อุณหภูมิสูง จึงต้องคำนวณเวลาการเปลี่ยนสายและการดันของท่อน้ำหล่อเย็นให้ดี เพื่อทำการเปลี่ยนก่อนมีปัญหาเมื่อขึ้นชิ้นงานระหว่างผลิต ส่วนประกอบทั้งหมดนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดอะลูมิเนียมเท่านั้น ยังมีส่วนประกอบย่อยที่มีลักษณะคล้ายกับส่วนประกอบของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกซึ่งรู้จักกันแพร่หลายอยู่แล้ว จะเห็นได้ว่าการออกแบบแม่พิมพ์อะลูมิเนียมจะต้องคำนึงถึงปัจจัยเกี่ยวกับความร้อน และอายุการใช้งานของแต่ละชิ้นส่วนเป็นสำคัญ หากเลือกวัสดุในการ

ทำแม่พิมพ์ที่คุณภาพต่ำเกินไปก็จะทำให้อายุการใช้งานของแม่พิมพ์สั้นลงไปมาก แต่การใช้งานของแม่พิมพ์ดีดอะลูมิเนียมจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับการบำรุงรักษาแม่พิมพ์เป็นสิ่งสำคัญ หากละเลยการตรวจสอบก็จะทำให้เกิดปัญหาในการผลิตมากยิ่งขึ้น จึงจำเป็นต้องวางแผนการตรวจสอบก่อนนำแม่พิมพ์ขึ้นผลิตให้ถูกต้องและตรงตามเวลาการบำรุงรักษา เพื่อลดค่าการสูญเสียเปล่าในการซ่อมแม่พิมพ์และค่าความสูญเสียเปล่าในการผลิตชิ้นงานเสียออกมาอีกด้วย

2.3.2 เครื่องฉีดอะลูมิเนียม (Die Casting Machine)

ลักษณะของเครื่องฉีดอะลูมิเนียมโดยทั่วไป จะมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้



รูปที่ 2.10 ลักษณะของเครื่องฉีดอะลูมิเนียม

1. Piston เป็นตัวกระทุ้งน้ำโลหะให้ฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์โดยมีการกำหนดค่าความดันฉีดภายในเครื่องฉีด ซึ่งค่าความดันแต่ละค่านี้จะแตกต่างกันตามขนาดของแม่พิมพ์และความสามารถของแต่ละเครื่อง
2. Shot sleeve เป็นส่วนที่อยู่ระหว่างท่อส่งอะลูมิเนียม (Sleeve) ที่จะถูกฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ ซึ่ง Shot sleeve จะต้องมีความกว้างมากพอเมื่อกรวยของน้ำโลหะตกลงในช่อง Shot sleeve ซึ่งเครื่องฉีดบางเครื่องหากต้องใช้ปริมาณน้ำโลหะเป็นจำนวนมาก ก็จะใช้ช่องส่งน้ำโลหะแบบ Long sleeve แทน แต่จะต้องสามารถใช้ขึ้นเครื่องฉีดขนาดนั้นๆ ได้ หาก Sleeve ไม่สามารถขึ้นเครื่องฉีดได้ก็ต้องทำการออกแบบและสั่งซื้อใหม่เพื่อให้สามารถฉีดงานที่ต้องการได้

3. Fix Platen เป็นส่วนของหน้าเครื่องฉีดอะลูมิเนียม ใช้สำหรับติดตั้งแม่พิมพ์ในส่วนที่อยู่กับที่
4. Bolster เป็นแผ่นรองรับด้านหน้าเครื่องฉีด มีไว้สำหรับรับแรงกระแทกเมื่อเครื่องทำการปิดแม่พิมพ์ก่อนทำการฉีด
5. Die แม่พิมพ์ที่ทำการขึ้นฉีดในเครื่องจะถูกวางในตำแหน่งดังรูป
6. Casting เป็นส่วนของแม่พิมพ์ที่จะต้องมียะลุมิเนียมบรรจุอยู่หลังจากการฉีด ซึ่งหลังจากการฉีดอะลูมิเนียมแล้วในส่วนนี้จะกลายเป็นชิ้นงานที่ได้จากการฉีดอะลูมิเนียม
7. Moving Plate เป็นแผ่นรองด้านหลังเครื่องในส่วนที่แม่พิมพ์สามารถเคลื่อนที่ได้
8. Ejectors เป็นส่วนที่ใช้กระทุ้งแม่พิมพ์ให้ Ejectors Pin ดันชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์หลังการฉีดอะลูมิเนียม
9. Gate ทางเข้าของน้ำโลหะเข้าสู่แม่พิมพ์ ซึ่งส่วนของ Gate จะอยู่ที่แม่พิมพ์และขนาดของ Gate ต้องสัมพันธ์กับ Sleeve เพื่อไม่ให้น้ำโลหะรั่วไหลออกมาจากแม่พิมพ์ในขณะที่ทำการฉีดอัดน้ำโลหะเข้าสู่แม่พิมพ์

ขนาดของเครื่องฉีดอะลูมิเนียมมีทั้งขนาดใหญ่และเล็ก เพื่อให้สามารถฉีดชิ้นงานได้หลายขนาด โดยส่วนใหญ่แล้วการทำงานของเครื่องฉีดต้องระมัดระวังเป็นอย่างมาก หากส่วนของแม่พิมพ์ปิดไม่สนิท อาจทำให้ขณะทำการฉีดน้ำโลหะสามารถพุ่งออกจากแม่พิมพ์ทำให้เกิดอันตรายกับพนักงานบริเวณนั้นได้ ซึ่งสาเหตุของการพุ่งของน้ำโลหะอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ ดังนี้

1. หน้าแม่พิมพ์ไม่เรียบเสมอกันทำให้เกิดช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ จนทำให้ขณะเกิดแรงดันฉีดน้ำโลหะจึงหาช่องว่างเพื่อที่จะระบายแรงดันแล้วจึงเกิดการพุ่งออกจากแม่พิมพ์
2. การใส่ Condition แรงปิดแม่พิมพ์น้อยเกินไป ทำให้แม่พิมพ์ปิดไม่สนิท เมื่อทำการฉีดน้ำโลหะจึงพุ่งออกจากแม่พิมพ์
3. การให้แรงดันน้ำโลหะและปริมาณน้ำโลหะมากเกินไป ทำให้ขนาดของแม่พิมพ์ไม่สามารถรับแรงดันได้หมดจึงกระแทกเปิดแม่พิมพ์จนน้ำโลหะพุ่งออกมาได้
4. การสึกหรอในส่วนของแม่พิมพ์ ซึ่งในส่วนนี้ผู้ที่ทำหน้าที่ดูแลแม่พิมพ์จะต้องตรวจสอบแม่พิมพ์ทุกครั้งหลังการใช้งาน เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดกับการใช้งานในครั้งต่อไป

กลไกการปลดชิ้นงานมีลักษณะดังนี้

1. การปลดชิ้นงานด้วยมือ จะใช้กับแม่พิมพ์ขนาดเล็ก เครื่องฉีดขนาดเล็ก การฉีดงานที่มีจำนวนน้อย หรืองานที่ไม่มี Cycle Time ที่แน่นอน

2. ปลดชิ้นงานโดยใช้แผ่นกระทุ้ง ซึ่งจะเกิดคลื่นขึ้นหลังจากเปิดแม่พิมพ์ โดยแผ่นกระทุ้งจะเลื่อนไปข้างหน้าและทำการกระทุ้งชิ้นงานออก ขณะที่ชิ้นงานยังติดอยู่ที่ฝั่ง Move ของแม่พิมพ์ สำหรับการทำให้ชิ้นงานติดที่ฝั่ง Move สามารถทำได้โดยการเพิ่ม Undercut หรือให้อุณหภูมิในฝั่งของ Core และ Cavity แตกต่างกัน แต่หากไม่ใช่อุณหภูมิช่วยจะทำให้ต้องใช้แรงในการกระทุ้งมากเกินไป
3. การกระทุ้งแบบพิเศษ ใช้ในกรณีที่ต้องใช้แรงกระทุ้งมาก ชิ้นงานที่มีผนังบาง โครงกลี หรือ ครีบบางจำนวนมาก ซึ่งโดยมากมักติดตั้งชุดกระทุ้งเข้ากับส่วนของ Fix Die เพื่อเพิ่มแรงดันในการกระทุ้งไม่ให้ชิ้นงานเสียหาย

เครื่องฉีดที่มีขนาดใหญ่จะเรียกว่า High Pressure Machine ส่วนเครื่องฉีดที่มีขนาดเล็กจะเรียกว่า Low Pressure Machine

2.3.3 ชนิดและลักษณะเฉพาะของข้อบกพร่องในกระบวนการฉีดอะลูมิเนียม

การจำแนกข้อบกพร่องแบบต่างๆ และวิธีแก้ไขในรูปแบบที่มองเห็นได้ง่ายและสามารถนำไปแก้ไขได้อย่างรวดเร็วกว่าแบบที่ผ่านๆ มา มีดังนี้

1. ความไม่สมบูรณ์ทางรูปร่าง (Imperfection of casting shape)
 - 1) ชิ้นงานไม่ได้ขนาด ลักษณะของชิ้นงานจะไม่อยู่ในค่าพิคัดความเผื่อที่ยอมให้ได้อันเนื่องมาจากหลายสาเหตุ
 - 2) Mold Shift และ Core Shift เกิดการเคลื่อน ลักษณะรูปร่างของชิ้นงานไม่ดีเพราะแม่พิมพ์เกิดการเลื่อน หรือส่วน Core เกิดการเลื่อน
 - 3) เกิดการ Deformation (เสียรูป) ลักษณะเกิดความไม่สมบูรณ์ทางรูปร่างในชิ้นงานหล่อ
 - 4) เกิดการนูนออกมา (Projection) และเป็นหลุม (Depression) ลักษณะผนังหนาของชิ้นงานใหญ่ขึ้นหรือเล็กลงทั้ง 2 ด้าน และ 1.5 ส่วนหนึ่งของ Gate แตก (Gate portion broke) ชิ้นงานแตกในระหว่างที่ Gate เคลื่อนที่หรือตอนเอาครีบบนชิ้นงานออก
2. ข้อบกพร่องภายนอก (ข้อบกพร่องที่เกิดกับผิวชิ้นงาน) (External Defect)
 - 1) Misrun ลักษณะ โลหะหลอมเหลวกลายเป็นของแข็ง โดยไม่มีการเพิ่มน้ำโลหะเข้าไปให้เต็ม Cavity ทำให้งานไม่เต็มแบบ
 - 2) Flow lines ลักษณะเป็นทางไหลบางๆ หรือเป็นรูปร่างการไหลของโลหะที่ผิวงานฉืด

- 3) Cold shut ลักษณะส่วนหนึ่งของโลหะหลอมเหลวไม่หลอมละลายและที่ขอบเส้นยังเหลือรอยอยู่ (รอยเส้นลึก)
 - 4) Crack (รอยแตก) ลักษณะเกิดรอยแตกที่ชิ้นงานหล่อเพราะเกิด Shrinkage (การยุบ), แม่พิมพ์เปิด (Die opening) หรือเกิด Ejection (ระบบปลดไม่ดี) เป็นต้น
 - 5) Shrinkage (รอยยุบ, เกิดการหดตัว) ลักษณะการหดตัว (ยุบ) เนื่องจากโลหะกลายเป็นของแข็งบริเวณที่เป็นหลุมหรือเว้าเข้าบนผิวหน้าชิ้นงาน
 - 6) Blister (ผิวบวมพอง) ลักษณะเกิดการนูนออกมาจากผิวชิ้นงาน โดยอากาศใกล้ๆ ผิวชิ้นงานดันขึ้นมาจากเกิดเป็นผิวบวมพอง
 - 7) Gallling (รอยที่เกิดจากการถูครูด) ลักษณะเกิดรอยขีดข่วนที่ผิวงานหล่อเมื่อชิ้นงานถูกปลดออกจากแม่พิมพ์
 - 8) Soldering mark (เกิดรอยประสาน) ลักษณะโลหะไม่พอในการฉีดหรือผิวหน้าชิ้นงานขรุขระ ไม่เรียบ เพราะโลหะหลอมติดอยู่บนผิวแม่พิมพ์
 - 9) Heat check mark (Scratch) ลักษณะเกิดรอยขีดข่วนบนผิวหน้าชิ้นงาน เนื่องจากความร้อนไม่เหมาะสม หรือมีรอยขีดข่วนบนผิวแม่พิมพ์
 - 10) Die erosion mark (เกิดรอยสึกกร่อน) ลักษณะเป็นรอยขีดข่วนหรือผิวเริ่มนูนออกมา เพราะแม่พิมพ์เกิดการสึกกร่อน (โดยเฉพาะบริเวณใกล้กับ Gate ทางเข้าน้ำโลหะ)
 - 11) Pin hole porosity (เกิดรูพรุนบริเวณรูพิน) ลักษณะเป็นรูเล็กๆ ที่ผิวชิ้นงาน
 - 12) Handling mark ลักษณะเป็นรอยครูดที่ผิวชิ้นงานเนื่องจากการส่งออกไปยังกระบวนการผลิตถัดไป หรือเนื่องจากการขนย้าย
 - 13) Porosity in gate ลักษณะเป็นรูเล็กๆ ที่ Gate ทำให้บางส่วนเกิดการแตก(มีบางส่วนเกิดการแตก)
3. ข้อบกพร่องภายใน (Internal Defects)
- 1) Shrinkage porosity ลักษณะเกิดโพรงภายในชิ้นงานเนื่องจากการหดตัวของน้ำโลหะ (การหดตัวกลายเป็นผลึกหรือของแข็ง)
 - 2) Blow hole ลักษณะเป็นรูหรือเกิดภายใน Cavity ชิ้นงาน เนื่องจากการรวมกันของอากาศเข้าไปในโลหะหลอมเหลว
 - 3) Porosity ลักษณะภายในชิ้นงานหล่อจะเป็น Blow hole หรือ Shrinkage porosity(เกิดภายใน Cavity)
 - 4) Pin hole at center of wall thickness ลักษณะเกิดเป็นรูเล็กๆ ที่เส้นผ่าศูนย์กลางของผนังหนา

4. ข้อบกพร่องที่เกิดจากคุณภาพของโครงสร้าง (Defect of structural quality)

- 1) Hard spot ลักษณะเกรนภายในชิ้นงานหล่อมีความแข็งสูง จะทำให้การ Machine ปกติทำได้ยาก สิ้นเปลืองเม็ดเงินในการ Machine
- 2) Compositional errors ลักษณะคุณสมบัติทางเคมีไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือใช้วัสดุคล้ายๆ กัน
- 3) Oxide ลักษณะเกิดการรวมกันระหว่างออกซิเจนกับธาตุอื่นภายในชิ้นงานหล่อ
- 4) Segregation ลักษณะเกิดเมื่อโลหะหลอมเหลวเริ่มกลายเป็นของแข็ง บางครั้งเกิดจากคุณสมบัติการเรียงตัวในขั้นตอนแรกของการกลายเป็นผลึกของงาน และเกิดความแตกต่างเนื่องจากชิ้นงานแข็งตัวในภายหลัง และมีสิ่งเจือปนที่มีผลต่อการกลายเป็นของแข็งต่อชิ้นงาน

5. ข้อบกพร่องอื่นๆ

- 1) ข้อบกพร่องเนื่องจากคุณสมบัติทางฟิสิกส์หรือทางเคมี ลักษณะทางฟิสิกส์หรือทางเคมีซึ่งมีค่าความแข็งไม่ได้ตามมาตรฐานหรือเกิดการต่อต้านการสึกกร่อน
- 2) Defect on pressure tightness ลักษณะเกิดจากการเก็บความดันชิ้นงานมากเกินไป จนความดันรั่วออกจากชิ้นงาน
- 3) Insert forgetting ลักษณะลืมใส่ Insert เมื่อทำการติดตั้งแม่พิมพ์บนเครื่องฉีดเรียบร้อยแล้ว

2.3.4 อิทธิพลของธาตุผสมในอะลูมิเนียม

อิทธิพลของธาตุผสมในอะลูมิเนียมมีรายละเอียดดังนี้

1. ซิลิกอน (Si) ซิลิกอนในปริมาณ 5-12% จะช่วยเพิ่มคุณสมบัติการทนความดัน ปรับปรุงคุณสมบัติการไหลตัวของน้ำโลหะ ลดการแตกร้าว และเพิ่มคุณสมบัติการเชื่อม แต่อย่างไรก็ตามหากปริมาณของซิลิกอนมีค่าเกินจุดยูเทกติก ก็จะทำให้โลหะผสมกลายเป็นโลหะผสมไฮเปอร์ยูเทกติก ทำให้คุณสมบัติทนการสึกหรอและค่าการขยายตัวทางความร้อนลดต่ำลง ทำให้คุณสมบัติการกัดกลึงต่ำลงด้วย ซึ่งต้องทำการปรับสภาพเกรน (Grain refinement) และตัวซิลิกอนเองในฐานะของสารมลทินจะทำให้ค่าการยืดตัว (Elongation) ลดลง

2. ทองแดง (Cu) ทองแดงช่วยปรับปรุงคุณสมบัติการกัดกร่อนและคุณสมบัติเชิงกลของโลหะ และทองแดงในปริมาณ 4.5% ยังช่วยปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลที่ได้จากกระบวนการอบชุบทางความร้อนอีกด้วย แต่จากการที่มีธาตุทองแดงผสมทำให้คุณสมบัติทนการกัดกร่อนลดต่ำลงและเกิดการแตกของชิ้นงานในขณะร้อนได้ง่ายขึ้น
3. แมกนีเซียม (Mg) หากผสมแมกนีเซียมในปริมาณ 3-5% จะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติการกัดกร่อนและคุณสมบัติเชิงกลของชิ้นงานได้ และหากเพิ่มปริมาณผสมถึง 10% จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการอบชุบได้ แต่จะทำให้เกิดการแตกของชิ้นงานในขณะร้อนได้ง่ายขึ้น และคุณสมบัติการหล่อไม่ดี แต่จะทำให้คุณสมบัติทนการกัดกร่อนและค่าการยืดตัวดีขึ้น
4. สังกะสี (Zn) สังกะสีที่ผสมอยู่ใน Al-Zn-Mg alloy จะช่วยเพิ่มคุณสมบัติเชิงกลของชิ้นงาน แต่หากเป็นสังกะสีที่ผสมอยู่ในฐานของสารมลทินแล้ว จะทำให้คุณสมบัติเชิงกลและคุณสมบัติทนการกัดกร่อนลดต่ำลง
5. เหล็ก (Fe) ในงาน Die Casting มีการเติมธาตุเหล็กลงไปโลหะผสมเพื่อป้องกันการหลอมติดแม่พิมพ์ แต่จะส่งผลให้คุณสมบัติเชิงกลโดยเฉพาะค่าการยืดตัว (Elongation) มีค่าต่ำลงไปด้วย ในมาตรฐานของอิงก็อต อะลูมิเนียมผสมสำหรับงาน Die Casting JIS H2118-2000 กำหนดให้ธาตุเหล็กต่ำกว่า 0.9% และโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องการทนการกัดกร่อนสูง หากมีปริมาณเหล็กผสมเพียงเล็กน้อยจะทำให้คุณสมบัติการทนการกัดกร่อนด้อยลงได้ จึงควรระมัดระวังอย่างยิ่งสำหรับธาตุเหล็กในการเกิดการผสมกับอะลูมิเนียมหลอม นอกจากนี้ธาตุเหล็กยังรวมตัวกับธาตุอื่นเกิดเป็นสารประกอบโลหะของ FeAl₃ และกลุ่ม Al-Si ขึ้นได้ และจะทำให้ค่าการยืดตัวต่ำลง และเกิดเป็นฮาร์ดสปอต (Hard Spot) ของโลหะขึ้นได้ง่าย
6. แมงกานีส (Mn) แมงกานีสในปริมาณ 0.2-0.5% จะช่วยทำให้โครงสร้างรูปเข็มของ AlFe₃ ที่เกิดจากธาตุเหล็กกลายเป็นโครงสร้างกลมได้ ซึ่งจะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลและคุณสมบัติทนการกัดกร่อนให้ดีขึ้น ซึ่งหากมี Sludge เกิดขึ้นจะทำให้เกิด Hard Spot ของโลหะได้
7. ไทเทเนียม (Ti) ไทเทเนียมผสมในปริมาณ 0.1-0.2% จะช่วยปรับสภาพเกรนให้ละเอียดลง ซึ่งจะทำให้คุณสมบัติเชิงกลสูงขึ้น และในโลหะผสม Al-Cu จะช่วยลดการแตกของชิ้นงานได้ แต่หากเติมในปริมาณมากเกินไปจะทำให้คุณสมบัติการไหลตัวต่ำลง
8. นิกเกิล (Ni) เมื่อเติมธาตุนิกเกิลในโลหะผสม Al-Cu-Mg alloy และ Al-Cu-Si-Mg alloy ในปริมาณ 1.5-2.0% จะช่วยทำให้ความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูงไม่ลดด้อยลง มักใช้ในชิ้นงานที่ต้องการการทนความร้อน เช่น ลูกสูบ เป็นต้น

9. ดีบุก (Sn) ดีบุกไม่ได้เป็นธาตุที่ต้องเติมลงไป อะลูมิเนียมผสมสำหรับงาน Die Casting ตามมาตรฐาน JIS แต่ส่วนใหญ่มักถูกผสมมากับ Scrap และธาตุดีบุกในฐานะของสารมลทินจะทำให้คุณสมบัติเชิงกลของชิ้นงานต่ำลง และยังเป็นสาเหตุของการแตกตามขอบเกรนด้วยฟลักซ์ (Flux) ใช้เพื่อกำจัดสารประกอบออกไซด์ในน้ำโลหะ และป้องกันการดูดซึมแก๊สและการเกิดออกซิเดชัน นอกจากนี้ยังสามารถใช้ฟลักซ์ในกระบวนการลดแก๊ส (Degassing) การปรับโครงสร้าง (Modification) และการปรับสภาพเกรน (Grain refinement) เป็นการใส่ธาตุโซเดียม (Na) สตรอนเทียม (Sr) และพลวง เป็นต้น ในการปรับโครงสร้างขนาดใหญ่ของซิลิกอนที่อยู่ในรูปเข็มหรือรูปแผ่นที่ผสมอยู่ในอะลูมิเนียมผสม การปรับสภาพเกรน (Grain refinement) เป็นการปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลของโลหะให้สูงขึ้นด้วยการปรับโครงสร้างเกรนให้ละเอียดลงด้วยการเติมธาตุไทเทเนียม หรือของผสมระหว่างอะลูมิเนียม ไทเทเนียม และโบรอน โดยมีไทเทเนียม 0.1-0.2% และธาตุโบรอนผสมอยู่ประมาณ 0.05%

ฟลักซ์ที่จำเป็นในงาน Die Casting คือ ในกระบวนการหลอมมีความจำเป็นต้องใช้ฟลักซ์ในการกำจัดสารประกอบออกไซด์หรือซีโลไซด์ และในกระบวนการลดแก๊ส หรือฟลักซ์คลุมผิวสำหรับป้องกันการดูดซึมแก๊สหรือเกิดออกซิเดชัน

การระมัดระวังในการหลอมสำหรับงาน Die Casting คือ ต้องระวังมิให้น้ำโลหะมีอุณหภูมิสูงมากเกินไป เพื่อป้องกันการเกิดเกรนขนาดใหญ่ การดูดซึมแก๊สและป้องกันการเกิดซีโลไซด์ตามผนังเตา นอกจากนี้ควรระมัดระวังในการใช้ฟลักซ์ด้วยเนื่องจากการพัฒนาฟลักซ์สำหรับใช้ในอุณหภูมิสูง และอุณหภูมิต่ำ

ในงานฉีดอะลูมิเนียมนั้น จำเป็นจะต้องให้ความสำคัญกับคุณสมบัติของอะลูมิเนียมเหลวเป็นอย่างมากเพื่อป้องกันการเกิดปัญหางานที่จะตามมาหลังการฉีด และการรักษาอุณหภูมิในการหลอมเหลวของอะลูมิเนียมไว้ก็สำคัญในการฉีดงานเป็นอย่างมากด้วยในการฉีดงานอะลูมิเนียมจะมีขั้นตอนการฉีด และลักษณะของเครื่องฉีดซึ่งจะมีกล่าวในบล็อกต่อไป

2.3.5 มูลเหตุและแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องของชิ้นงาน

1. Manufacturing Mistake สาเหตุเกิดจาก

- 1) Mistake of drawing dimension ความผิดพลาดจากการให้ขนาดแบบแม่พิมพ์ แนวทางการป้องกันความผิดพลาดจากการให้ขนาดแบบแม่พิมพ์ จำเป็นต้องสร้างระบบในการตรวจสอบแบบแม่พิมพ์ให้เป็นที่ยอมรับได้ เช่น ตรวจสอบจุดสำคัญจุดใดบ้าง จุด

รองอื่นๆ ภายในแบบแม่พิมพ์ เป็นต้น และสร้างระบบควบคุมแบบแม่พิมพ์ให้สามารถตรวจสอบได้อย่างแม่นยำ

- 2) Clumsy die dimension check ตรวจสอบขนาดแม่พิมพ์ผิดพลาด แนวทางการป้องกันกรณีนี้จะต้องทำการตรวจสอบขนาดของแม่พิมพ์ว่าได้ขนาดตามที่กำหนดไว้หรือไม่ ส่วนประกอบของแม่พิมพ์ครบทุกส่วนและอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งการตรวจสอบเหล่านี้จะต้องทำการตรวจสอบก่อนการนำแม่พิมพ์มาทดลองฉีด เมื่อตรวจสอบครั้งแรกในตอนรับแม่พิมพ์จากผู้ผลิต จำเป็นจะต้องตรวจสอบอีกครั้งก่อนขึ้นเครื่องฉีด เพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากแม่พิมพ์ที่ไม่สมบูรณ์
- 3) Mistake on die repair ความผิดพลาดเนื่องจากการซ่อมแซมแม่พิมพ์ แนวทางการป้องกันปัญหาจากการซ่อมแม่พิมพ์ ให้ทำการยืนยันการซ่อมแม่พิมพ์ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อตรวจสอบว่าการแก้ไขนั้นทำได้ตรงจุดที่เกิดปัญหาจริงๆ และตรวจสอบส่วนที่ซ่อมแซมอีกครั้งหลังการซ่อมเสร็จก่อนขึ้นเครื่องฉีด เมื่อทดลองฉีดหลังการซ่อมแม่พิมพ์แล้วให้ทำการตรวจสอบส่วนที่ถูกซ่อมแซมอีกครั้งหลังการทดลองฉีด เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาเก่าซ้ำ

2. Dimensional error (ขนาดผิดพลาด) สาเหตุและวิธีแก้ไข

- 1) Die or die assembling is out of order การสร้างแม่พิมพ์และการประกอบแม่พิมพ์ไม่เป็นไปตามแบบสั่งทำที่กำหนด มีขั้นตอนการแก้ไขดังนี้

- ตรวจสอบเงื่อนไขของการประกอบแม่พิมพ์ ถ้าเกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติตามให้แก้ไขใหม่

- ตรวจสอบว่า Bolts หลวมหรือไม่ แล้วทำให้แน่นขึ้นถ้าหลวม

- ตรวจสอบความเรียบของ Cavity Insert และส่วนของแม่พิมพ์หลัก ถ้าไม่สมบูรณ์ในส่วนใดให้ทำการแก้ไขทันที

- ตรวจสอบผิวแม่พิมพ์และช่องว่างที่เกิดระหว่างแม่พิมพ์หลักและ Cavity Insert ถ้ามีช่องว่างให้ทำการแก้ไขใหม่

- 2) Bent of cored pins (Cored pins โค้งงอ) วิธีแก้ไข

- ตรวจสอบความโค้งงอของ pins เมื่อทำการซ่อมแม่พิมพ์ แล้วทำการแก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่หากเกิดการโค้งงอ

- ให้ความร้อนกับแม่พิมพ์ก่อนตามมาตรฐานและเงื่อนไขในการฉีดแม่พิมพ์อะลูมิเนียม

- เปลี่ยนการออกแบบทางเข้า (Gate)

- เปลี่ยนระบบหล่อเย็นที่ Core pins (ภายในและภายนอกการฉีดอะลูมิเนียม)

- พิจารณาการหดตัวของชิ้นงานฉีดแล้วเกิดการเปลี่ยนรูป
- เปลี่ยนวัสดุหรือความแข็งแรงของ Core pins
- 3) Abrasion of die รอยสึกหรอของแม่พิมพ์ วิธีแก้ไข
 - ซ่อมแซมแก้ไขบางส่วนของแม่พิมพ์ที่เกิดการสึกกร่อน
 - เปลี่ยนตำแหน่ง Gate , โครงสร้างแม่พิมพ์ หรือออกแบบ Gate ใหม่
 - เปลี่ยนวัสดุและความแข็งของวัสดุทำแม่พิมพ์
- 4) Dimension change by shrinkage เปลี่ยนขนาดแม่พิมพ์เนื่องจากการเกิด Shrinkage
วิธีการแก้ไข
 - ตรวจสอบข้อกำหนด เช่น อุณหภูมิของน้ำโลหะ รอบเวลาการฉีด เวลาในการฉีด อุณหภูมิแม่พิมพ์และเงื่อนไขในการหล่อเย็นแม่พิมพ์ตามค่ามาตรฐาน
 - ตรวจสอบส่วนประกอบทางเคมีของโลหะหลอมเหลวแล้วค่อยปรับเมื่อเกิดปัญหา
 - ถ้าชิ้นงานหดตัวเนื่องจากมีความร้อนสูงเกินไปให้เปลี่ยนวิธีการหล่อเย็นและตำแหน่ง Gate บางแห่ง
- 5) Lack of die strength ความแข็งแรงของแม่พิมพ์ไม่เพียงพอ วิธีการแก้ไข
 - ศึกษาความแข็งแรงของแม่พิมพ์แล้วเสริมแรงถ้าความแข็งแรงของแม่พิมพ์ไม่เพียงพอ
 - ศึกษาการออกแบบแม่พิมพ์แล้วเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เกิดความแข็งแรงมากขึ้น
 - ศึกษาวิธีการออกแบบงานฉีดแม่พิมพ์แล้วเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เกิดความแข็งแรง
- 3. Mold Shift เกิดความเปลี่ยนแปลงในแม่พิมพ์ สาเหตุและวิธีการแก้ไข
 - 1) Looseness of guide pin (Guide pin หลวม) วิธีการแก้ไข
 - ตรวจสอบรอยสึกบริเวณ Guide pin และ Bush ถ้าระยะห่างระหว่างน้อยเกินไปไม่ได้ค่ามาตรฐานให้เปลี่ยนค่าเหล่านั้น
 - 2) Mis-matching between insert cavity and main mold เกิดความไม่เหมาะสมระหว่าง Insert cavity และ main mold วิธีการแก้ไข
 - ตรวจสอบระยะห่างระหว่าง Insert cavity และแม่พิมพ์ตัวหลัก ถ้าสังเกตระยะห่างแล้วไม่พอดีให้แก้ไขใหม่
 - 3) Mis-matching between slide core and rail เกิดความไม่เหมาะสมระหว่าง Slide core และรางของ Slide Core วิธีแก้ไข
 - ตรวจสอบความพอดีระหว่าง Slide core กับราง Slide ถ้าสังเกตแล้วไม่พอดีให้แก้ไขใหม่
 - ตรวจสอบความเหมาะสมระหว่าง Stopper และ Slide core ถ้าประกอบไม่พอดีให้แก้ไขใหม่

- ตรวจสอบสารหล่อลื่นที่ Guide pin และราง Slide
- ศึกษาวัสดุและความแข็งของรางเลื่อน Slide core บางส่วนแล้วแก้ไขมีส่วนผิดปกติ
- 4) Defect on die mouting ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในตำแหน่ง Die mounting วิธีแก้ไข
- ตรวจสอบความขนานที่ Die mounting แล้วแก้ไขหากพบความผิดพลาด

4. Mold open core back สาเหตุและวิธีแก้ไข

1) Incomplete die closing (Die ปิดไม่สนิท) วิธีการแก้ไข

- ตรวจสอบความพอดีระหว่าง Guide pin และ Bush ถ้าไม่พอดีให้ทำการแก้ไข
- ตรวจสอบความดันปิดแม่พิมพ์แล้วปรับถ้าปิดไม่ได้
- ทำความสะอาด Parting die และ Core บางส่วน แล้วทำการกำจัด Burr ถ้าตรวจสอบพบ
- ตรวจสอบความพอดีของแม่พิมพ์แล้วปรับดูส่วนที่เกิดจากการเชื่อมซึ่งมักเกิดความเหลื่อม

จากการซ่อมแซมแม่พิมพ์ ส่วนที่มาจาก การเจียรระไน และการขัดเงา

- ปรับระยะห่างระหว่าง Slide core และ Guide rail
- ตรวจสอบรอยสึกของ Slide core และ Stopper แล้วทำการแก้ไข
- ปรับปรุงความดันฉีด โดยลดปริมาณความดันฉีดหรือใช้ Plunger sleeve ขนาดใหญ่ขึ้น
- ปรับความเร็วของ Plunger

การแก้ไขในสองข้อสุดท้ายต้องคำนึงว่าจะเกิดข้อบกพร่องอย่างอื่นตามมาหรือไม่ เช่น Flow line หรือ Misrun

5. Deformation การทำให้เสียรูป สาเหตุและวิธีแก้ไข

1) Rapid change of casting wall thickness เปลี่ยนความหนาผนังฉีดอย่างกระทันหัน วิธีการแก้ไข

- ปรับรูปร่างให้เหมาะสม โดยความหนาผนังคงที่หรือเปลี่ยนความหนาผนังให้ลาดลงทีละ

น้อย

2) Unbalanced shrinkage by stress concentration การหดตัวไม่ดีโดยเกิดจากจุดศูนย์รวมความเค้นที่ไม่ดี วิธีแก้ไข

- ตรวจสอบ Fillet และ รัศมีโค้งแล้วเปลี่ยนแปลงให้โตขึ้น
- ศึกษารูปร่างของงานหล่อแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น
- ปรับ Ribs ให้ค่าความเค้นกระจายออกอย่างคงที่

- 3) Undercut or insufficient polishing of die เกิด undercut หรือขัดแม่พิมพ์ไม่เพียงพอ
วิธีการแก้ไข
- ตรวจสอบให้เอาส่วนที่เป็นมุมออกแล้วเปลี่ยนค่าถ้ามุมส่วนนั้น ไม่ใช่ส่วนสำคัญในการประกอบ
 - ขัดแม่พิมพ์แล้วย้ายจุดเพื่อเปลี่ยนไม่ให้เกิด undercut และง่ายต่อการปลดชิ้นงาน
- 4) Lack of ejector pin strength ความแข็งแรงของสลักปลดชิ้นงานไม่เพียงพอ วิธีแก้ไข
- ใช้ Ejector pins ขนาดใหญ่ขึ้น
 - เพิ่มจำนวน Ejector pins
- 5) Unsuitable ejection balance ระบบปลดชิ้นงานไม่สมดุล วิธีแก้ไข
- ศึกษาตำแหน่งของ Ejection pin ในคำสั่งทำชิ้นงานตัวอย่างแล้วเปลี่ยนตำแหน่ง Ejector pin หรือเพิ่ม Ejector pins
- 6) Unsuitable casting condition or gate design เกิดความไม่เหมาะสมในข้อกำหนดงานฉีด
แม่พิมพ์อะลูมิเนียมหรือการออกแบบ Gate วิธีแก้ไข
- ทำตามข้อกำหนดมาตรฐานงานฉีด
 - ปรับความดันฉีดและเพิ่มระบบหล่อเย็นเพื่อให้อุณหภูมิแม่พิมพ์ที่คงที่
 - ศึกษาการออกแบบ Gate และเปลี่ยนแปลงความหนา Gate, ตำแหน่ง Gate, ตำแหน่งของโลหะที่ไหลกิน และจำนวนที่มีทั้งหมด แล้วศึกษากระบวนการทำงานของระบบหล่อเย็น
- 7) Unbalanced cooling of casting piece ระบบหล่อเย็นไม่สมดุลในชิ้นงานฉีดอะลูมิเนียม
วิธีแก้ไข
- ศึกษาชนิดของสารหล่อเย็น, จำนวน Spray ที่ใช้พ่น, ตำแหน่งและกระบวนการพ่นแล้วเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้น
 - ปรับแนวหรือเปลี่ยนการควบคุมระบบปลดชิ้นงานถ้าไม่มีทางเลือกอื่น
6. Lack of part of casting piece ความบกพร่องเนื่องจากแม่พิมพ์ฉีด Mold สาเหตุและวิธีแก้ไข
- 1) Stick some part of casting piece in cavity and remain there ชิ้นงานบางงานติดใน
Cavity และเหลืออยู่ในแม่พิมพ์ วิธีแก้ไข
- เปลี่ยนมุมให้พอเพียงต่อการปลดชิ้นงาน
 - ปรับรอยขีดขีดที่มีบนแม่พิมพ์แล้วขัดส่วนที่เป็นหลุมหรือแอ่งด้วยความระมัดระวัง
 - ศึกษากระบวนการหล่อเย็น, ส่วนที่ฉีดเกิน และการออกแบบ Gate ในคำสั่งว่าทำการกระจายตัวของอุณหภูมิคงที่หรือไม่แล้วเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้น
 - ปรับปรุงแนวที่ชิ้นงานฉีดเพื่อให้ได้รับความแข็งแรงเพียงพอในระหว่างการให้ความร้อน

7. Depression at ejector pin marks เกิดรอย Ejector pin เป็นหลุมหรือแอ่ง สาเหตุและวิธีแก้ไข

1) Insufficient cooling การหล่อเย็นไม่เพียงพอ วิธีแก้ไข

- ทำการหล่อเย็นให้เพียงพอ

- เพิ่มเวลาเซตตัวของอะลูมิเนียมและรอเวลาปลดชิ้นงาน

2) Partly thick wall ผนังแม่พิมพ์บางส่วนหนา วิธีแก้ไข

- เปลี่ยนรูปร่างเพื่อให้ผนังแม่พิมพ์มีค่าที่คงที่หรือทำการเปลี่ยนตำแหน่ง Ejector pin

8. Depression by remaining burrs เกิดหลุมหรือแอ่งจากการกำจัดรอย Burr สาเหตุและวิธีแก้ไข

1) Insufficient cleaning of die ทำความสะอาดแม่พิมพ์ไม่เพียงพอ

2) Mis-matching at insert and slide core portion (Insert และ Slide core บางส่วนไม่พอดีกัน)

3) Surface condition or die is bad เงื่อนไขของผิวดูหรือแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม

ทั้งสามสาเหตุนี้สามารถแก้ไขได้โดย

- ทำการฉีดหลังจากเอา Burr ออกจากผิวแม่พิมพ์ และที่บางส่วนของ slide core

- ปรับช่องว่างระหว่าง Insert และแม่พิมพ์หลัก

- ปรับความเรียบผิวและเงาผิวคำสั่งว่าไม่ให้มี Burr หรือไม่

- ปรับความพอดีระหว่าง Slide core และรางของ Slide core

9. Depression, break การเกิดเป็นหลุมบ่อ ,แตก สาเหตุและวิธีแก้ไข

1) Undercut or soldering mark เกิด Undercut หรือรอยประสาน วิธีแก้ไข

-ปรับค่าไม่ให้เป็น Undercut หรือบางส่วนเพื่อไม่ให้เกิดรอยประสาน

- ศึกษาตำแหน่ง Gate และเปลี่ยนแปลงกระบวนการหล่อเย็น

- ศึกษาสารหล่อลื่นของแม่พิมพ์และเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตงานฉีดอื่นๆ

10. Projection เกิดการนูนออกมา สาเหตุและวิธีแก้ไข

1) Break of die แม่พิมพ์แตก

2) Core pin break (Core pin แตก)

3) Die abrasion แม่พิมพ์สึก

4) Die erosion แม่พิมพ์เกิดจากการกัดกร่อน,สึกหรือ

5) Ejector pin length เข็มกระทุ้งยาวเกินไป

วิธีแก้ไขทุกสาเหตุข้างต้นมีดังนี้

- ปรับปรุงแม่พิมพ์ในส่วนที่ต้องทำการเชื่อมหรือการเจียรระโน
- เปลี่ยน Core pin
- ปรับปรุงแม่พิมพ์ให้เหมาะสมและหมั่นตรวจสอบอายุการใช้งานแม่พิมพ์ เพื่อซ่อมแซม

ก่อนเกิดการสึกหรอ

- ปรับปรุงแม่พิมพ์ที่เกิดการสึกหรอแล้ว โดยการเชื่อม ชัด หรือเจียรระโนเพื่อให้ผิวของชิ้นงานไม่ผิดเพี้ยนจากแบบกำหนด

- เปลี่ยน Ejector pin และปรับความยาวของ Ejector pin ให้ถูกต้องและเหมาะสม

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลัดดาวัลย์ บุญฤทธิ์ (2558) ศึกษาเรื่อง การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางรถยนต์แผ่นก้นยาง กรณีศึกษา: บริษัทผลิตยางรถยนต์เรเดียล ซึ่งเป้าหมายการลดของเสียลดปริมาณของเสียจากการผลิตของแผ่นก้นยาง ซึ่งมีปริมาณของเสีย เท่ากับ 17.23 % ของการผลิตทั้งหมดภายในแผนก ซึ่งเกินจาก KPI ที่กำหนดไว้ที่ 6 % ผู้ศึกษาได้ใช้หลัก ประเมินความสูญเสีย (Loss Analysis) ของผลิตภัณฑ์ที่เลือก ทางผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลย้อนหลัง 3 เดือน เพื่อวิเคราะห์ว่าความสูญเสียของรุ่นการผลิตในสายผลิตภัณฑ์นั้น เกิดความสูญเสียด้านใดมากที่สุด หลังจากนั้นทางผู้วิจัยจะใช้หลักการของพาเรโต เพื่อเลือกปัญหาที่สำคัญมาทำการปรับปรุงก่อน และนำมาทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis) การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเฝ้าระวัง (Root Cause Analysis) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการนำปัจจัยที่ได้จากการเฝ้าระวังปัจจัย (Monitoring) ทำการวิเคราะห์ เพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง หากปัจจัยใดที่ยังสงสัย ต้องทำการพิสูจน์ยืนยันโดยใช้ข้อมูลทางสถิติ สำหรับปัจจัยใดที่เป็นปัจจัยร่วมจะทำการศึกษาโดยใช้การออกแบบการทดลอง เพื่อหาค่าที่เหมาะสม หลังการวิจัยพบปัญหาปัญหาน้ำหนักของชิ้นงานไม่ตรงข้อกำหนดระหว่างการผลิต โดยการวิเคราะห์หาปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่ออาการของปัญหาจากการสัมภาษณ์พนักงานและการวิเคราะห์กระบวนการผลิต ซึ่งพบว่าสิ่งผิดปกติที่พบในกระบวนการผลิต คือ 1) ลูกกลิ้งที่ใช้ดึงยางบริเวณหัวคันมีการกระตุก หน้าสัมผัสของลูกกลิ้งสัมผัสกับยางไม่ต่อเนื่อง จึงต้องมีการออกแบบโซ่ขับสายพานใหม่ 2) ยางลื่นที่ปาก ส่วนที่ใช้ป้อนยางคอมพิวเตอร์ระหว่างการป้อนยางเข้าสู่กรู จึงมีการทดลองปรับลดความกว้างยางคอมพิวเตอร์ที่ 78 ป้อนเข้าสู่กรูจาก 70 เซนติเมตร เป็น 60 เซนติเมตร และวิเคราะห์เปรียบเทียบจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประชากรสองกลุ่ม (F-Test) กับ การวิเคราะห์ความสามารถในกระบวนการผลิต

(Cpk)นอกจากนี้ได้มีการประยุกต์ใช้หลักการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง (Design and Analysis of Experiment) ในการหาค่าความเร็วสายพานที่เหมาะสมกับค่าความหนืดของยางคอมปาว์ในแต่ละช่วง พบว่าสามารถลดจำนวนสัดส่วนของเสียน้ำหนักของชิ้นงานไม่ตรงข้อกำหนดระหว่างการผลิตลดลง 6.67% คิดเป็นมูลค่าของเสียที่ลดลงได้เท่ากับ 1,696,308 บาทต่อปี เมื่อคิดเทียบของเสียจากการน้ำหนักของชิ้นงานไม่ตรงข้อกำหนดของการผลิตไหล่ยาง(Shoulder)รุ่นการผลิต A พบว่าสามารถลดสัดส่วนของเสียจาก 12.04 % เป็น 4.25% (ลดลง 7.79%) คิดเป็นมูลค่าของเสียที่ลดลงได้เท่ากับ 2,319,384 บาทต่อปี ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 4,157.88 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี และลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (Co) เท่ากับ 6,779.6 กิโลกรัมต่อปี

ปิยมน โกลชัย (2559) ศึกษาเรื่อง การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุน กรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตถุงบรรจุนม จำกัด ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- (1) ศึกษาปัญหาในส่วนของการผลิตสินค้าที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า
- (2) เสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาของการผลิตสินค้า
- (3) ลดปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการตัดถุงบรรจุนม ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์หาสาเหตุและปัญหาโดยใช้แผนผังก้างปลา Why Why Analysis และวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของปัญหา

จากการศึกษาข้อมูลการผลิต เดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 จะเห็นได้ว่าทางบริษัทกรณีศึกษาไม่ได้มีการมุ่งเน้น หรือให้ความสำคัญการควบคุมปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และการทำงานของเครื่องจักรในการตัดถุงบรรจุนม จึงทำให้เกิดของเสียในอัตราที่สูงและต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของเสียโดยใช้เทคนิคผังก้างปลา (Fish Bone) และ Why Why Analysis ทำให้เห็นถึงสาเหตุที่แท้จริงอย่างเป็นระบบ และหาแนวทางแก้ไขสมการลดของเสียหลังจากจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร (Preventive Maintenance Machine) และใช้กระบวนการลับมีด Process Grinding แล้วสามารถผลิตสินค้าได้ต่อเนื่องและได้มาตรฐานสามารถลดของเสียในกระบวนการผลิต เหลือ 14-15% ต่อเดือน ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยได้พยายามหาเทคนิควิธีการที่สามารถลดค่าใช้จ่ายของบริษัทกรณีศึกษา ในกระบวนการผลิต เพื่อมาสนับสนุนการทำงานของพนักงานฝ่ายผลิต และการทำงานของเครื่องจักรให้สามารถดำเนินการผลิตสินค้าได้อย่างต่อเนื่อง

อิสราภรณ์ ธรรมวาโร (2559) ศึกษาเรื่อง การลดความสูญเสียในสายการแปรรูปอาหารสัตว์เลี้ยง กรณีศึกษา โรงงานแปรรูปอาหารสัตว์เลี้ยง วิเคราะห์สาเหตุโดยใช้หลักการใช้แผนผังก้างปลา

จากการเก็บข้อมูล พบว่า สาเหตุที่มีความสำคัญที่สุดที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาการสูญเสีย บรรจุภัณฑ์ด้วยพลาสติกจากปัญหาแถบปิดผนึกไม่สมบูรณ์คือ เครื่องเติมเกรวีมีน้ำหยดทำให้เออะปากถ้วย เนื่องจากขนาดรูของหัวจ่ายมีผลในการเติมน้ำ (RPN = 512) รองลงมา คือ เกิดความเมื่อยล้าสายตา เนื่องจากท งานต่อเนื่อง 8-10 ชั่วโมง (RPN = 504) และวัตถุดิบจับตัวเป็นก้อน เนื่องจากวิธีการคลุกผสมไม่กระจายตัว (RPN = 448) ตามลำดับ โดยทั้ง 3 สาเหตุดังกล่าว มีร้อยละสะสมของตัวเลขความเสี่ยง ร้อยละ 55.8 ซึ่งจะนำไปปรับปรุงและแก้ไขต่อไป

วิธีการปรับปรุงและแก้ไข:

1. ออกแบบแผ่นด้านในหัวบรรจุอัตโนมัติโดยการใช้วัสดุสแตนเลส และออกแบบขนาดของรูด้านในให้มีความเหมาะสมกับความหนืดของสารละลายแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มการกระจายตัวของน้ำสารละลาย และช่วยเพิ่มแรงตึงผิวของน้ำบริเวณปลายหัวจ่ายไม่ให้เกิดการหยดลงบริเวณขอบปากถ้วย เมื่อวาล์วหัวจ่ายปิดแล้ว
2. จัดทำมาตรฐานความหนืดของแต่ละสูตรการผลิต เพื่อกำหนดขนาดรูของแผ่นสแตนเลสที่ใช้ให้มีความเหมาะสมกับความหนืดของสารละลาย และง่ายต่อการหยิบใช้แผ่นหัวจ่าย เครื่องเติมน้ำเกรวีแบบใหม่ ได้กำหนดรายละเอียดของขนาดรูหัวจ่ายน้ำเกรวีกับความหนืดที่เหมาะสม ซึ่งนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ สรุปผลงานวิจัยในการปรับปรุงลดปริมาณของเสียบรรจุภัณฑ์ด้วยพลาสติก สามารถลดปริมาณการสูญเสียได้ร้อยละ 28 หรือคิดเป็นจำนวนเงิน 150,844 บาท/ปี

จุไรรัตน์ ลาภุณี (2559) ศึกษาเรื่อง การลดของเสียในกระบวนการผลิตสวิตช์ควบคุมกระจกมองข้างไฟฟ้า ด้วยกิจกรรมกลุ่มทิวซีซี โดยใช้เครื่องมือ ผังก้างปลาแผนภูมิ Why-Why analysis การวิเคราะห์ด้วยหลักการ 4M ผลจากการวิเคราะห์ปัญหาของเสียรุ่น AA00 ด้วยแผนภูมิผังปลาโดยใช้หลักการของ4M ประกอบด้วยคน เครื่องจักรอุปกรณ์วิธีการทา งานและวัตถุดิบ พบว่า มี 3 สาเหตุหลักด้วยกันคือ

1. แรงกดของพนักงานไม่คงที่
2. พนักงานรีบผลิต
3. Bezel เอียงขณะประกอบ

ซึ่งจากการตรวจสอบลักษณะการทำงานของกระบวนการประกอบ คือจะทำการใส่ Body ลงที่ jig จากนั้นประกอบ Bezel ลงบน Body โดยใช้เครื่องมือ Hand press ซึ่งเป็นการทำงานแบบ Manual ใช้แรงคนในการกดชิ้นงาน ถ้าใช้แรงกด Bezel ลงบน Body มากเกินไปชิ้นงานจะแตกหรือถ้าใช้แรงกด Bezel ลง Body น้อยเกินไป ชิ้นงานก็จะไม่ลงล็อก ซึ่งระยะที่พอดี คือ Bezel ประกอบกับ

Body จะอยู่ในตำแหน่งของล็อกช่วงของ Snap ซึ่งผลหลังการประกอบ คือ Bezel ไม่ลงล็อกกับ Body ทำให้เกิดของเสียดเกิดขึ้น

จากการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิแก๊งปลาและ Why-Why analysis จากสาเหตุเครื่องกดมีแรงกดไม่สม่ำเสมอใส่งานเอียงและใส่ชิ้นส่วนไม่ครบ และได้ให้มาตรการเปลี่ยนการกดงานจาก Manual เป็น Auto นั้นเป็นมาตรการแรกในการปรับปรุง การปรับปรุง Jig ไม่ให้ประกอบงานเอียงเป็นอันดับ 2 และการติด Sensor ช่วยตรวจบังงานไม่ครบเป็นอันดับ 3

สรุปผลการปรับปรุงการแก้ไขมีของเสียดจากแรงกดที่ไม่สม่ำเสมอก่อนการปรับปรุงจะใช้เครื่องกดแบบใช้แรงคนกด และไม่สามารถอ่านค่าแรงกดได้หลังการปรับปรุงเปลี่ยนเครื่องประกอบเป็นแบบลูกสูบลมนิวแมติกและติดเกจวัดแรงดัน ในการอ่านค่า สำหรับการประกอบ Bezel เอียงไม่ตรงตำแหน่งสาเหตุมาจากขาคัดที่ออกแบบไว้แบบมี 2 ขา หลังการปรับปรุงเพิ่มขาเป็น 4 ขา เพื่อความสมดุลและได้ระนาบ สาเหตุสุดท้ายจากคนหรือพนักงานลืมประกอบ Bezel ก่อนการปรับปรุงถึงแม้ว่า ไม่ใส่ Bezel เครื่องก็ยังสามารถทำงานผ่านไปได้เหมือนปกติหลังการปรับปรุงได้ติดตั้ง Limit switch ช่วยในการตรวจจับก่อนการปรับปรุงจะพบของเสียดประกอบ Bezel ไม่ลงล็อกมีจำนวนเท่ากับ 3,825 ตัว หลังการปรับปรุงของเสียดประกอบ Bezel ไม่ลงล็อกไม่เกิดขึ้นเลยหรือเป็นศูนย์

บทที่ 3

วิธีดำเนินรายงาน

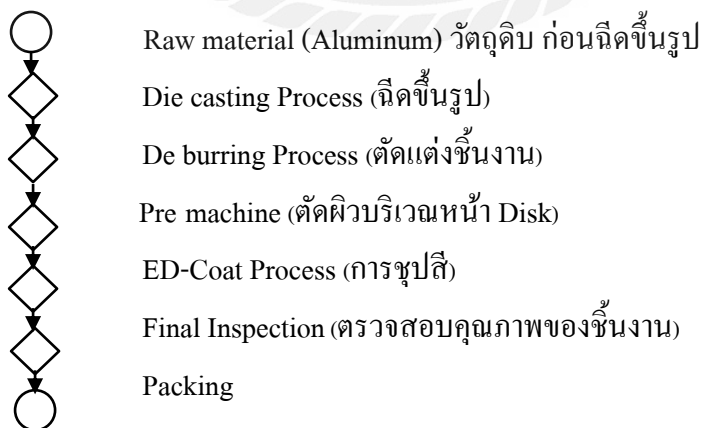
จากการศึกษาและการดำเนินงานเพื่อการลดของเสียในกระบวนการฉีดอลูมิเนียม (Base Casting) เนื่องจากปริมาณของเสียในระหว่างกระบวนการผลิตมีแนวโน้มค่อนข้างสูง ผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะลดจำนวนของเสียแต่ละประเภทลง โดยใช้เครื่องมือคุณภาพเข้ามาปรับปรุงกระบวนการผลิตในการวิจัยในครั้งนี้ ให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถควบคุมและลดปริมาณของเสียลงได้ โดยผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังนี้

1. ข้อมูลผังกระบวนการผลิตและกระบวนการฉีดอลูมิเนียม (Process flow and Base Casting)
2. ออกแบบเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล / เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียแต่ละประเภท
3. จัดลำดับของเสีย / เลือกประเภทของเสีย
4. วิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้หลักการวิเคราะห์ / ปรับปรุงแก้ไข
5. ติดตามผลการดำเนินงาน / เปรียบเทียบผลหลังการปฏิบัติงาน
6. จัดทำมาตรฐานการทำงานเพื่อนำไปปฏิบัติจริง

3.1 ข้อมูลผังกระบวนการผลิต และกระบวนการฉีดอลูมิเนียม

(Process flow and Base Casting)

กระบวนการผลิตและกระบวนการฉีดอลูมิเนียม มีรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังกระบวนการผลิต (Process flow) และกระบวนการฉีดอลูมิเนียม (Base casting)

3.2 ออกแบบเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล / เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียแต่ละประเภท

การเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ จะเก็บข้อมูลของเสียทุกประเภทที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต จึงต้องมีรูปแบบการลงบันทึกข้อมูล ในส่วนนี้จะใช้การลงบันทึกข้อมูลโดยใช้แผ่นบันทึกข้อมูลหรือ Check sheet เข้ามาเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการเก็บข้อมูลจะเก็บข้อมูลในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม ปี 2018 แผ่นบันทึกข้อมูล หรือ Check sheet ที่ได้ทำการออกแบบดังตัวอย่างรูปที่ 3.2

MODEL.....				DATE.....				CASTING DEFECT												DEBURRING DEFECT												PRECUT DEFECT												E-COAT DEFECT												INITIAL	REMARK
VMI 100% SORTING RESULT (REW E-COAT)																		Non-sufficient to stock	Surface defect	Crack	Blister	Blow	Foreign	Fracture	Particle	Porosity	Rejection	Scale	Shrink	Spillage	Surface defect	Stress	Surface defect	Stress	Surface defect	Stress	Surface defect	Stress	Surface defect	Stress	Surface defect	Stress	Surface defect	Stress	Surface defect	Stress	Surface defect	Stress	Surface defect	Stress	Surface defect	Stress	Surface defect	Stress			
SUB	TIME	DIC LOT NO.	TOTAL	CAVITY	LINE	Casting Defect		Deburring Defect		Precut Defect		E-Coat Defect		INITIAL		REMARK																																									
TOTAL																																																									
INPUT				TOTAL MS				TOTAL OUTPUT				YIELD %																																													
SUB LINE		PREPARED BY		REVIEW BY		APPROVED BY																																																			

รูปที่ 3.2 แผ่นรวบรวมข้อมูลหรือ Check sheet ที่ใช้ปฏิบัติงาน

โดยแผ่นรวบรวมข้อมูลจะใช้ลงข้อมูลของเสียประจำวัน ใช้ลงบันทึกข้อมูลที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าก่อนส่งมอบ โดยจะรวบรวมทุกประเภทของเสียโดยผู้ปฏิบัติงานและผ่านการตรวจสอบจากหัวหน้างาน ผู้ปฏิบัติงานจะต้องลงข้อมูลทุกวัน โดยแยกประเภทของเสียที่เกิดจากแต่ละกระบวนการ เพื่อทราบว่ากระบวนการไหนมีปัญหาที่สุดอีกด้วย หลังจากได้รับข้อมูลของเสียประจำวันแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะใช้ข้อมูลเหล่านี้ทำการจัดลำดับของเสียแต่ละประเภท เพื่อทราบว่าของเสียประเภทไหนที่เกิดขึ้นมากที่สุดและนำของเสียประเภทนั้นมาทำการแก้ไข

โดยประเภทของของเสียมีดังนี้

1. Dent รอยบุบ
2. Blister ปุ่มนูน / ตุ่มพอง
3. Foreign material วัตถุแปลกปลอม
4. Porosity รูพรุน
5. Crack base เบสร้าว
6. ED-Chip เศษวัตถุจากการตัดติด
7. ED-Coat peel off ผิวดิน ED-Coat หลุดลอก
8. Pin hole รูเล็ก ๆ ที่มีลักษณะคล้ายหัวเข็ม
9. Particle / Fiber ฝุ่นละออง , เส้นใย
10. Burr and Flash (เศษเสี้ยน , แล็บ)

3.3 จัดลำดับของเสีย / เลือกประเภทของเสีย

เมื่อได้ข้อมูลของเสียจากการเก็บข้อมูลจากแผ่นเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาทำการจัดลำดับเพื่อหาของเสียที่มีจำนวนมากที่สุด เพื่อทำการปรับปรุงและแก้ไข ในการจัดลำดับข้อมูลจะใช้ Pareto diagram เป็นเครื่องมือเข้ามาช่วยในการเรียงลำดับของเสียแต่ละประเภท เพื่อจัดลำดับของเสียที่มากที่สุด นำมาวิเคราะห์หาสาเหตุและทำการแก้ไขปรับปรุงก่อน

ขั้นตอนในการจัดลำดับข้อมูล โดย Pareto diagram มีดังนี้

1. กำหนดหัวข้อการจัดลำดับของเสีย ทำการรวบรวมข้อมูล
2. จำแนกและรวบรวมข้อมูลตามประเภท
3. แจกแจงข้อมูลให้เหมาะสม และคำนวณปริมาณสะสม โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย อื่น ๆ เอาไว้ท้าย
4. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์สะสม โดยใช้สูตร

$$\frac{\text{ปริมาณสะสม}}{\text{จำนวนทั้งหมด}} * 100 (\%)$$

3.4 วิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้หลักการวิเคราะห์ / ปรับปรุงแก้ไข

หลังจากจัดลำดับของของเสีย และเลือกประเภทของของเสียได้แล้ว นำหัวข้อของประเภทของเสียที่ต้องการแก้ไขปรับปรุงมาวิเคราะห์ โดยใช้หลักการ Why Why analysis และ 5 Gen เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์สาเหตุรวมถึงการวิเคราะห์โดยหลัก 4 M ดังต่อไปนี้

1. Man บุคลากร :วิเคราะห์ตัวบุคคลที่ปฏิบัติงาน มีทักษะเพียงพอหรือไม่ ได้รับการอบรมก่อนปฏิบัติงานหรือระหว่างปฏิบัติงานหรือไม่ หรือมีประสบการณ์ในการทำงานมากน้อยเพียงใด
2. Material วัสดุสิ่งของ วัตถุดิบ :การตรวจสอบวัตถุดิบก่อนกระบวนการผลิตมีหรือไม่ และสามารถตรวจสอบครอบคลุมถึงปัญหาหรือไม่
3. Machine เครื่องจักร เครื่องมือ :มีการบำรุงรักษาหรือไม่ เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานไม่ชำรุด มีการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องจักรก่อนใช้งาน
4. Method วิธีการ ขั้นตอน หรือขบวนการในการทำงานหรือการผลิต :วิธีการปฏิบัติงานถูกต้องตามมาตรฐานหรือไม่ และเหมาะสมกับกระบวนการผลิตหรือไม่

วิเคราะห์ปัญหาโดยการวิเคราะห์ 5 Why Analysis เข้ามาช่วยวิเคราะห์ถึงรากเง้าของปัญหาทำไมถึงเกิดปัญหาขึ้นได้อย่างไร วิเคราะห์ปัญหาไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะทำให้ทราบถึงสาเหตุที่แท้จริงได้

ความหมายและเป้าหมายของเทคนิค 3 Gen (Corrective Action Process)

Genba: สถานที่จริง

Genbutsu: ของจริง

Genchi: สถานการณ์จริง

การเพิ่มประสิทธิภาพ 3 Gen ด้วย 2 Gen

Genri: หลักการ/ทฤษฎี

Gensoku: ระเบียบกฎเกณฑ์

3.5 ติดตามผลการดำเนินงาน / เปรียบเทียบผลหลังการปฏิบัติงาน

หลังจากการดำเนินงานโดยใช้เครื่องมือทางด้านคุณภาพแล้ว ผลลัพธ์เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ทราบผลการลงมือปฏิบัติงานไปนั้น มีผลลัพธ์ที่ดีขึ้นมากน้อยเพียงใด เมื่อเทียบกับข้อมูลขั้นต้นก่อนปฏิบัติงาน โดยคิดเป็น % ของเสียที่ลดลงโดยภาพรวมทั้งหมด เมื่อคิดเป็นต้นทุน จะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้หรือไม่

3.6 จัดทำมาตรฐานการทำงานเพื่อนำไปปฏิบัติจริง

เมื่อการปฏิบัติงานเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ จึงต้องจัดทำเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงานเพื่อนำไปใช้งานจริง และเพื่อนำผลลัพธ์มาขยายผล เพื่อที่จะทำให้ลดจำนวนของเสียลงได้ และทำให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น



บทที่ 4

ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

การศึกษาและการดำเนินการวิเคราะห์ผลของข้อมูลการลดของเสียในกระบวนการผลิตที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดด้านคุณภาพทำให้เกิดของเสียขึ้นในกระบวนการผลิต ได้กำหนดขั้นตอนการศึกษาสภาพปัจจุบันของปัญหาที่เกิดขึ้นและรวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาถึงสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดของเสียขึ้นในกระบวนการผลิต โดยจะศึกษาตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูล และศึกษาถึงสภาพการดำเนินงานในปัจจุบัน
2. จัดลำดับของข้อมูล
3. วิเคราะห์หาสาเหตุ / ปรับปรุงแก้ไข
4. ติดตามผลการปรับปรุง

4.1 เก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษาถึงสภาพการดำเนินงานในปัจจุบัน

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นและของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต พบว่าปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากการใช้อุปกรณ์การทำงานที่ไม่เหมาะสมต่อกระบวนการผลิต โดยตารางที่ 4.1 จะแสดงลักษณะปัญหาและจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นระยะเวลาตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 2018 ซึ่งจะพบว่ามีของเสียประเภทวัตถุแปลกปลอมและของเสียประเภทเศษขีปติด มีจำนวนตัวเลขของของเสียมากที่สุด การศึกษางานการลดงานเสียในครั้งนี้ถูกจัดทำขึ้นเนื่องจากเกิดปัญหาจากการผลิตมีจำนวนที่สูงมากขึ้น และทำให้เสียต้นทุนในการผลิตของเสียในการผลิตแต่ละเดือนสูงขึ้นตาม เพื่อจะสามารถแก้ไขและปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีของเสียลดลง

ผลของการเก็บรวบรวมข้อมูลแสดงจำนวนของเสียที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลลงแผ่นบันทึกข้อมูล โดยรวบรวมแต่ละประเภทโดยคิดเป็นร้อยละต่อยอดการผลิตที่เกิดขึ้นในเดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 2018 ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนของเสียเดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 2018

หน่วย : ชิ้น

ของเสีย (Defective)	จำนวน (ชิ้น)	ร้อยละ
Dent รอยบุบ	2,571	8.8
Blister ปุ่มนูน / ตุ่มพอง	780	2.7
Foreign material วัตถุแปลกปลอม	9,833	33.6
Porosity รูพรุน	1,560	5.3
Crack base เบสร้าว	1,482	5.1
ED-Chip เศษวัตถุจากการตัดตัด	8,939	30.5
ED-Coat peel off ผิว ED-Coat หลุดลอก	677	2.3
Pin hole รูเล็ก ๆ ที่มีลักษณะคล้ายหัวเข็ม	281	1.2
Particle / Fiber ฝุ่นละออง , เส้นใย	473	1.3
Burr and Flash (เศษเสี้ยน , แลป)	2,705	9.2
รวม	29,301	100

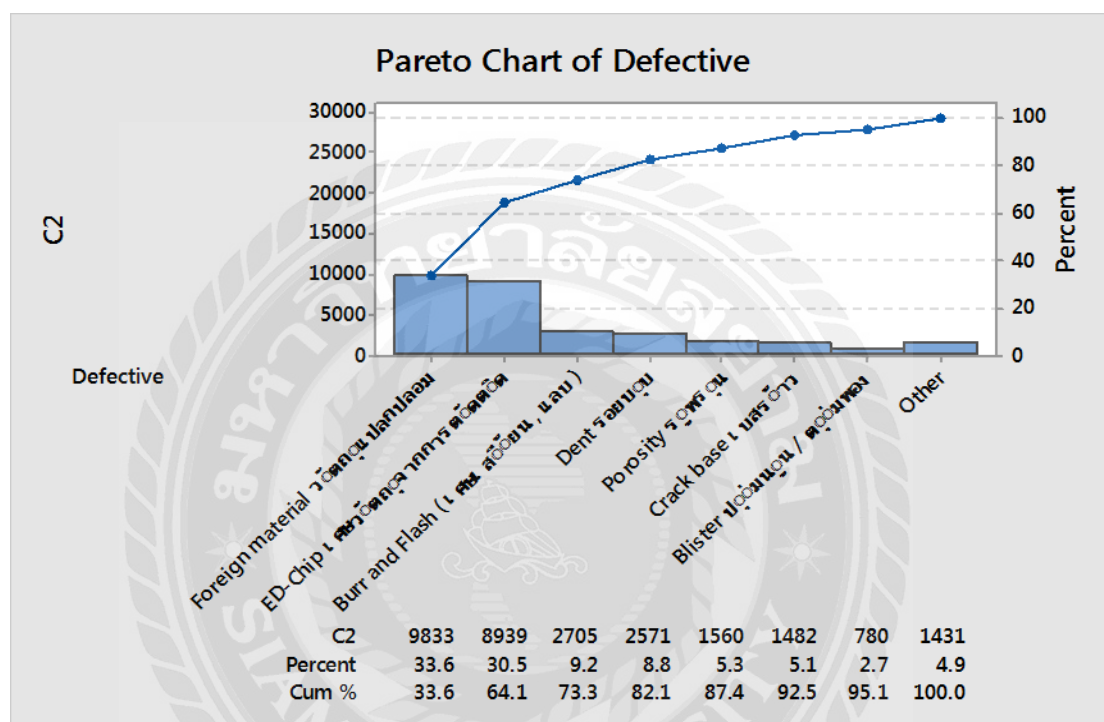
จากตารางที่ 4.1 ซึ่งได้ผลมาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลในเดือนมกราคมถึงเดือนตุลาคมปี ค.ศ. 2018 จะเห็นได้ว่า มีของเสียเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตในแต่ละประเภทค่อนข้างมาก ส่วนใหญ่จะเกิดจาก

1. การใช้อุปกรณ์ในการทำงานไม่เหมาะสม
2. การตรวจสอบตัวงานยังไม่ครอบคลุม
3. ปัญหาจากการออกแบบการผลิต

ซึ่งเก็บข้อมูลประจำวัน ในแต่ละวันของการผลิต และเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นจำนวนชิ้นต่อวัน แล้วนำมาสรุปเป็นของเสียร้อยละต่อเดือน เมื่อได้ข้อมูลทั้งหมดแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาจัดลำดับ เพื่อดูแนวโน้มและหาของเสียที่มีจำนวนมากที่สุดมาทำการแก้ไข

4.2 จัดลำดับของข้อมูล

นำข้อมูลการเก็บรวบรวมของเสียที่ได้มาจัดลำดับจากของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุดไปหาของเสียที่น้อยที่สุดเพื่อจัดลำดับความสำคัญของงาน และสิ่งที่ต้องรีบแก้ไข โดยใช้ Pareto diagram เป็นเครื่องมือในการจัดลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 Pareto chart จัดลำดับของเสีย

ข้อมูลจาก Pareto chart แสดงให้เห็นลำดับของของเสียที่มีมากที่สุดไปถึงของเสียที่มีจำนวนน้อยที่สุดได้แก่

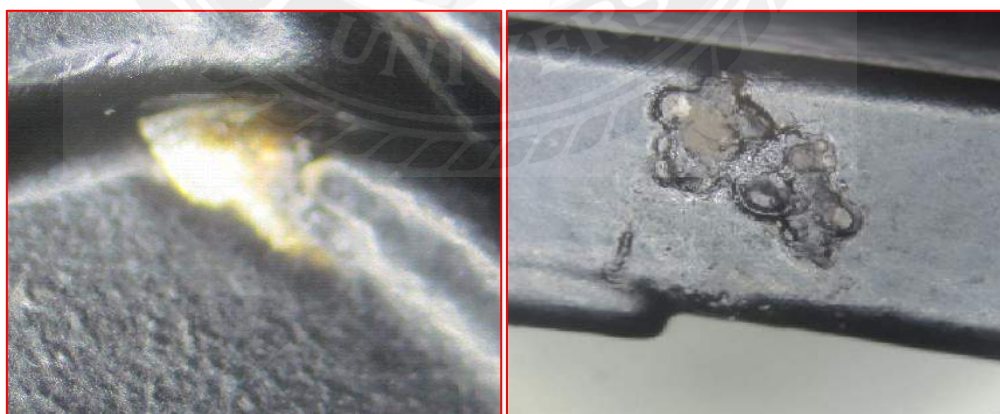
1. วัตถุแปลกปลอม ร้อยละ 33.6
2. เศษชิปติด ร้อยละ 30.5
3. เศษเสี้ยน ร้อยละ 9.2
4. รอยบุบ ร้อยละ 8.8
5. รูพรุน ร้อยละ 5.3
6. เบสร้า ร้อยละ 5.1
7. ปุ่มนูน / ตุ่มพอง ร้อยละ 2.7

จากการวิเคราะห์ลำดับของของเสียจาก Pareto diagram จะเห็นได้ว่ามีของเสียสองประเภทที่มี% ของเสียมากที่สุด ได้แก่ ลำดับที่หนึ่งและลำดับที่สอง คือของเสียประเภทวัตถุแปลกปลอมและเศษชิปติด ดังนั้นจึงได้เลือกประเภทของของเสียสองลำดับแรกเพื่อนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

1. วัตถุแปลกปลอม (Foreign material) ร้อยละ 33.60
2. ED-Chip หรือเศษ Chip ติด ร้อยละ 30.50

4.1 ของเสียจากวัตถุแปลกปลอม

ของเสียที่มีจำนวนมากที่สุดที่ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขเป็นอันดับแรก ได้แก่ ของเสียประเภทวัตถุแปลกปลอม ซึ่งมีปริมาณของเสียมากถึงร้อยละ 39 ต่อจำนวนของเสียทั้งหมด ซึ่งลักษณะของของเสียประเภทนี้ คือ จะมีสิ่งแปลกปลอมซึ่งมาจากภายนอกหรือในกระบวนการผลิต เข้ามาริดที่ผิวชิ้นงานส่วนใดส่วนหนึ่งที่ไม่สามารถหลุดลอกได้ ก่อนนำชิ้นงานไปเข้ากระบวนการชุบสี ภายหลังจากกระบวนการการชุบสีที่เป็นสีดำ จะทำให้เห็นวัตถุแปลกปลอมได้ชัดเจน ซึ่งลักษณะของวัตถุแปลกปลอมจะมีลักษณะเป็นสีส้ม ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ลักษณะของเสีย Foreign material วัตถุแปลกปลอม

4.2 ของเสียจาก ED-Chip หรือเศษ Chip

จากการเรียงลำดับงานของเสียประเภทที่สอง ซึ่งมีปริมาณของเสียถึงร้อยละ 30.5 ได้แก่ ของเสียประเภท ED-Chip หรือเศษชิปติดตามตัวงาน ซึ่งลักษณะของของเสียจะมีลักษณะเป็นเศษชิปจากการตัดผิวด้วยเครื่องจักร CNC ก่อนจะส่งต่อไปกระบวนการต่อไป ลักษณะเศษชิปจะเป็นเกลียวที่เกิดจากการตัดผิวงาน ประกอบกับลักษณะของชิ้นงานที่มีส่วนที่เป็นช่องเล็กช่องน้อยตามการออกแบบ จึงทำให้เศษชิปเข้าไปอยู่ในช่องของชิ้นงานได้เหมือนกัน ซึ่งลักษณะงานเสียประเภท ED-Chip หรือเศษชิปติด ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ลักษณะของเสียประเภท ED-Chip หรือเศษชิปติด

จากข้อมูลข้างต้นมีของเสีย 2 ประเภทที่มีจำนวนสูงที่สุด ได้แก่ Foreign material วัสดุแปลกปลอม และ ED-Chip หรือเศษ Chip ติด โดยอ้างอิงจาก Pareto diagram ดังนั้นผู้ศึกษาจึงมีความต้องการลดของเสีย โดยเลือกของเสียที่จะปรับปรุงมา 2 ประเภท คือ Foreign material วัสดุแปลกปลอมร้อยละ 33.60 และ ED-Chip หรือเศษ Chip ติดร้อยละ 30.50 เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุและทำการแก้ไข ปรับปรุง โดยจะใช้หลักการวิเคราะห์ Why Why analysis เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุในแต่ละกระบวนการว่าลักษณะของเสียเกิดจากกระบวนการไหนและหาวิธีการแก้ไขได้อย่างตรงจุด

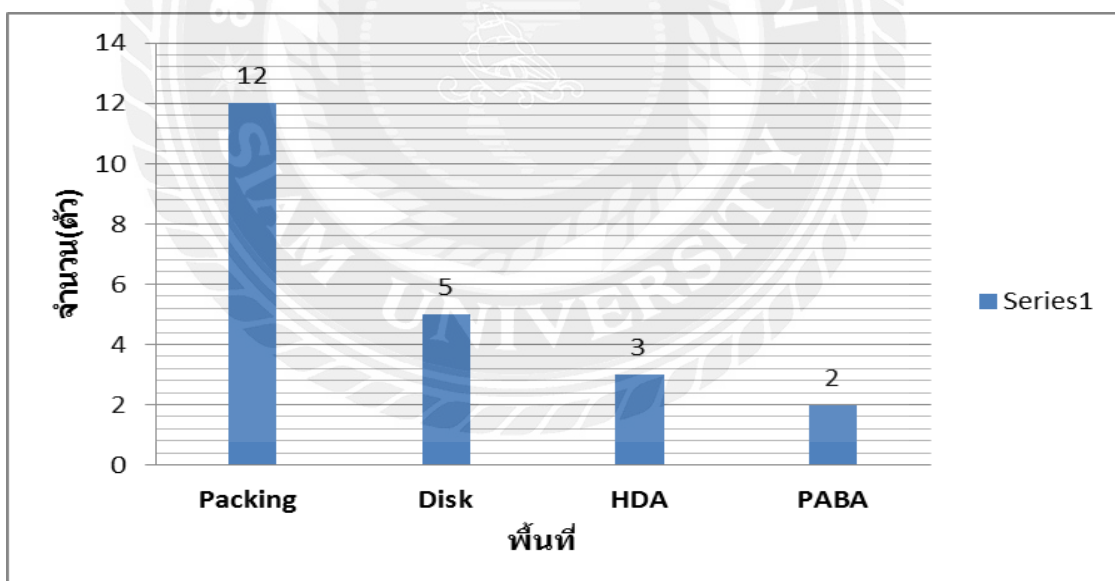
4.3 วิเคราะห์สาเหตุ / ปรับปรุงแก้ไข

4.3.1 ของเสียประเภท Foreign material วัตถุแปลกปลอม

ผู้ศึกษาได้ทำการประเมินลักษณะของงานเสีย ได้แก่ ลักษณะภายนอกของงานเสีย และ บริเวณที่เกิดงานเสียมากที่สุด ซึ่งผลการประเมินได้สรุปไว้ ดังนี้

1) ประเมินลักษณะของเสีย

จากการประเมินลักษณะของงานเสีย โดยทำการสุ่มตัวอย่างจากจำนวนชิ้นงาน 100 ตัว พบว่า เกิดของเสียประเภทวัตถุแปลกปลอมติดบนตัวงาน โดยพื้นที่ที่เกิดวัตถุแปลกปลอมติดบนตัวงาน มากที่สุด ได้แก่ บริเวณด้านหน้าตัวงานหรือเรียกว่าพื้นที่แพคกิ้ง ดังแสดงในกราฟ ดังแสดงในรูป 4.4 จำนวนตัวอย่างการสุ่ม : 100 ตัว



รูปที่ 4.4 ผลการประเมินตำแหน่งของเสียประเภทวัตถุแปลกปลอม

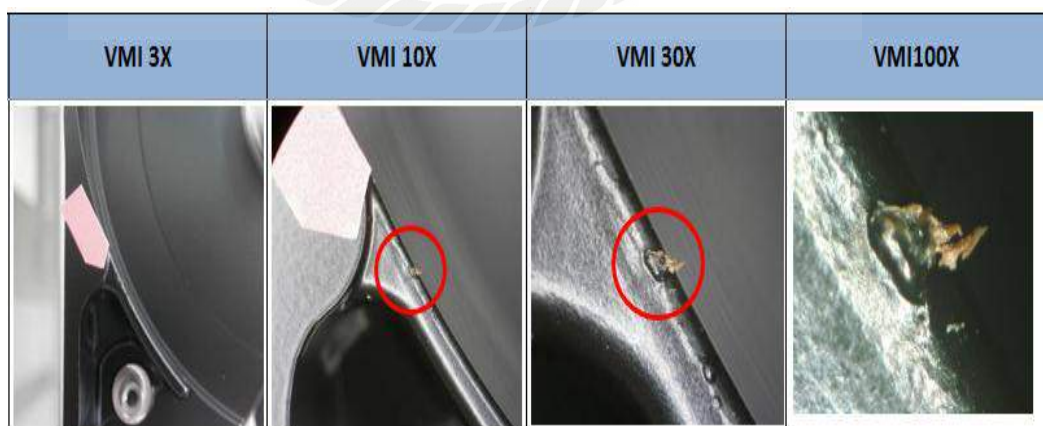
ซึ่งบริเวณที่เกิดของเสียมากที่สุด คือ บริเวณแพคกิ้ง ซึ่งพบของเสียถึง 12 ชิ้น จากการสุ่มงาน จำนวน 100 ชิ้น หรือคิดเป็น 12 % ของพื้นที่ทั้งหมด และรวมถึงบริเวณหน้าคิสด้านหน้าและ ด้านหลังของงานซึ่งมีจำนวนของเสียเล็กน้อย

หลังจากได้ทำการสุ่มตัวอย่างของของเสีย เพื่อหาบริเวณการเกิดงานเสียมากที่สุด ก็พบว่า บริเวณด้านหน้าหรือแพคกิ้งเป็นบริเวณที่เกิดของเสียมากที่สุด ซึ่งบริเวณแพคกิ้งจะอยู่ขอบรอบ ๆ ตัวงานด้านหน้า ดังแสดงไว้ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 บริเวณที่เกิดของเสียหรือแพคกิ้ง

จากนั้นได้ทำประเมินลักษณะภายนอกของของเสียประเภทวัตถุแปลกปลอม โดยนำชิ้นงานเสียส่องกล้องด้วยกำลังขยายที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ถึง 100X ซึ่งพบวัตถุลักษณะสีส้มติดที่ชิ้นงานคล้ายลักษณะจุดที่ผิวงานจึงทำให้วัตถุนิดนี้ติดที่ผิวงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.6



bv

รูปที่ 4.6 ลักษณะของเสียที่ส่องด้วยกำลังขยาย 100X

หลังจากประเมินลักษณะภายนอกของลักษณะงานเสีย ซึ่งพบวัตถุแปลกปลอมที่มีลักษณะคล้ายสีส้มซึ่งยังไม่ทราบสาเหตุที่แท้จริงว่ามาจากกระบวนการใด จึงได้มีการประเมินกระบวนการผลิตแต่ละกระบวนการผลิต เพื่อให้ทราบว่ามีการกระบวนการใดมีความเสี่ยงในการใช้อุปกรณ์หรือวัตถุที่เป็นสีส้ม

2) Survey กระบวนการที่มีความเสี่ยงที่ทำให้เกิดวัตถุแปลกปลอม

จากการสำรวจกระบวนการผลิตแต่ละกระบวนการ ว่ามีการกระบวนการใดมีการใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นสีส้มตามที่ได้ประเมินลักษณะภายนอกแล้วนั้น ได้สรุปผลการสำรวจกระบวนการต่าง ๆ ไว้ตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การสำรวจความเสี่ยงกระบวนการผลิตแต่ละกระบวนการ

กระบวนการ	ผลลัพธ์
Die Casting นีดขึ้นรูป	ไม่มีความเสี่ยงเนื่องจากไม่มีอุปกรณ์หรือวัสดุที่เป็นสีส้ม
De burring Process (ตัดแต่งชิ้นงาน)	ไม่มีความเสี่ยงเนื่องจากไม่มีอุปกรณ์หรือวัสดุที่เป็นสีส้ม
Pre machining (ตัดผิวบริเวณหน้า Disk)	มีความเสี่ยง เนื่องจากใช้ตะกร้าใส่งานที่มีวัตถุเป็นสีส้ม
ED-Coat Process (การชุบสี)	มีความเสี่ยง เนื่องจากใช้ตะกร้าใส่งานที่มีลักษณะเป็นสีส้ม

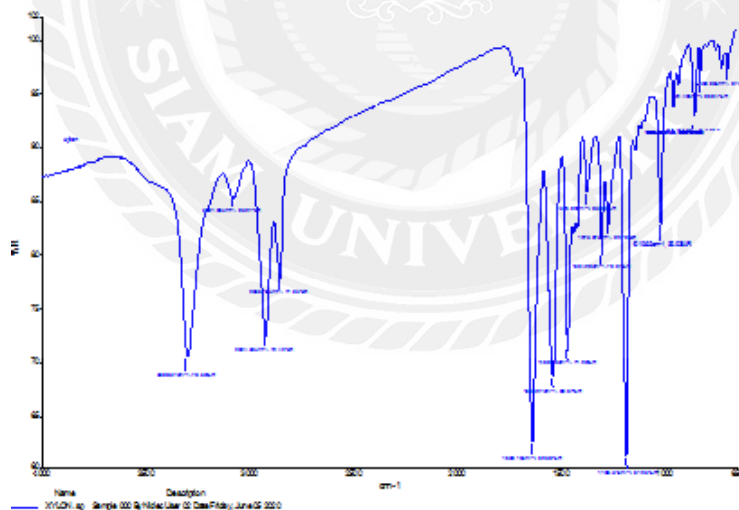
จากข้อมูลการสำรวจกระบวนการแต่ละกระบวนการจากสถานที่ปฏิบัติงานจริง พบว่ากระบวนการ Pre machining (ตัดผิวบริเวณหน้า Disk) และ ED-Coat Process (การชุบสี) มีการใช้อุปกรณ์ที่มีสีคล้ายสีส้ม ซึ่งมีความเสี่ยงที่ทำให้เกิดวัตถุแปลกปลอมติดชิ้นงานเนื่องจากการใช้ตะกร้าที่มีลักษณะคล้ายสีส้มที่สัมพันธ์กับสิ่งแปลกปลอมบนตัวงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.7



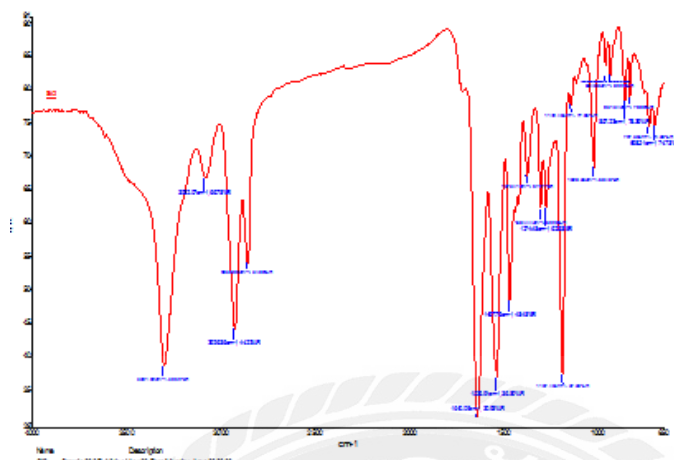
รูปที่ 4.7 แสดงตะกร้าพลาสติกที่มีสีส้ม

หลังจากได้ข้อมูลลักษณะงานเสียที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะวัตถุสีส้ม จึงได้ทำการพิสูจน์ความสัมพันธ์ของชิ้นงานเสียและตะกร้าพลาสติกที่มีลักษณะคล้ายสีส้ม ด้วยการทดสอบทางเลปดังแสดงในรูป 4.8 , 4.9 และ 4.10

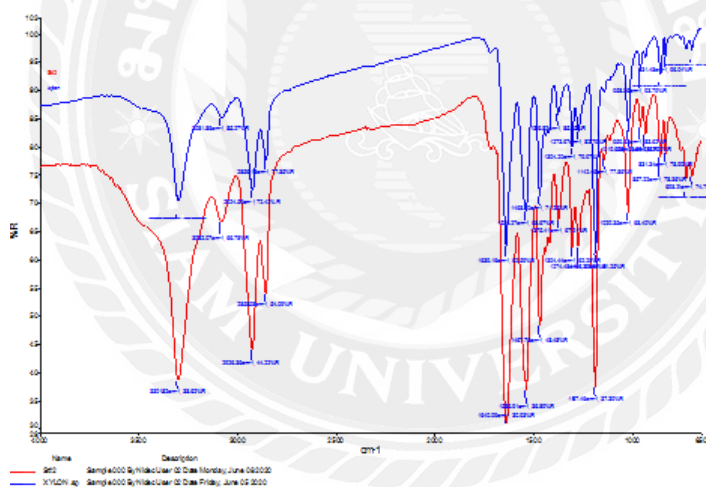
1. ทดสอบความสัมพันธ์โดย Laboratory Tests หรือการทดสอบในห้องปฏิบัติการหรือการทดสอบ FTIR



รูปที่ 4.8 ผลของการทดสอบตะกร้าพลาสติก



รูปที่ 4.9 แสดงผลของการทดสอบชิ้นงานเสียว



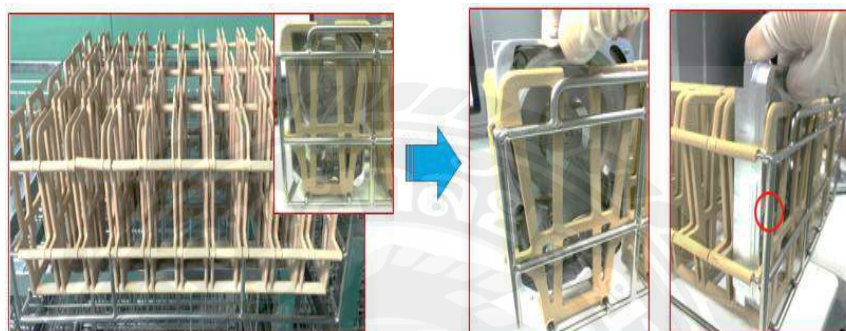
รูปที่ 4.10 ผลของการเปรียบเทียบระหว่างผลของตะกร้าพลาสติกและผลของชิ้นงานเสียว

หลังจากทดสอบความสัมพันธ์ของชิ้นงานเสียวและตะกร้าพลาสติกที่มีลักษณะคล้ายสีส้มด้วย Laboratory Tests หรือการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกัน จากนั้นจึงทำการทดลองปฏิบัติงานจริงโดยการหยิบงานเข้าออกให้ผิวงานสัมผัสกับตะกร้า ดังนี้

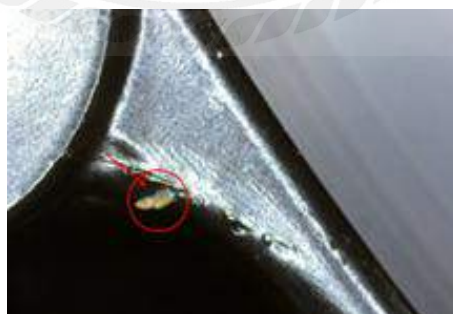
2. ทดสอบหีบงานเข้าออกระหว่างปฏิบัติงาน

หลังจากทดสอบด้วยผลปฏิบัติการทดลองไปแล้ว ได้ทำการทดลองปฏิบัติงาน โดยหีบงานเข้าออกระหว่างตะกร้าให้ชิ้นงานสัมผัสกับตะกร้า จะได้ลักษณะของงานเสียที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.11

ลักษณะงานที่ใส่ลงในตะกร้าและการทดลองหีบงานเข้าออกในตะกร้า



ลักษณะงานเสียที่เกิดขึ้นจริง



ลักษณะงานเสียที่ทำการทดลอง

รูปที่ 4.11 ลักษณะการทดลองเปรียบเทียบกับงานเสีย

หลังจากได้ทำการทดลองทั้งหมดแล้ว ได้ข้อสรุปว่าลักษณะงานเสียประเภทวัตถุแปลกปลอมที่เกิดขึ้นกับตะกร้าพลาสติกสีส้มมีความสัมพันธ์กัน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ในการประเมินความเสี่ยงของแต่ละกระบวนการแล้ว วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยใช้หลักการ Why Why Why analysis

3) วิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้หลักการ Why Why analysis

ปัญหา	Why 1	Why 2	Why 3
Foreign mat'l สิ่งแปลกปลอม ติดชิ้นงาน	พลาสติกจากตะกร้า ใส่งานติดบนชิ้นงาน	พลาสติกจากตะกร้าหลุด ลอกและทำให้เกิดสิ่ง แปลกปลอม	ชิ้นงานสัมผัสกับ ตะกร้าระหว่าง ปฏิบัติงาน

หลังจากการวิเคราะห์ Why Why analysis ได้สาเหตุมาจากชิ้นงานสัมผัสกับตะกร้าพลาสติกที่มีลักษณะสีส้มระหว่างใส่งานและถอดงานออกจากตะกร้า ซึ่งเป็นที่มาของสิ่งแปลกปลอมติดบนชิ้นงาน จึงได้มีการปรับปรุงแก้ไขโดยแก้ไขจากรากเง้าของสาเหตุ

การปรับปรุงแก้ไข

1. ทำการเปลี่ยนวัสดุของตะกร้าจากพลาสติกเป็นตะกร้าที่มีวัสดุเป็นหลักไม่มีส่วนของพลาสติก เนื่องจากพลาสติกสามารถหลุดลอกติดกับผิวชิ้นงานระหว่างหยิบงานเข้าออกจกตะกร้า ดังแสดงในรูปที่ 4.12 และ 4.13



รูปที่ 4.12 ตะกร้าพลาสติกก่อนทำการแก้ไข



รูปที่ 4.13 ตะกร้าเหล็กหลังทำการแก้ไข

หลังจากได้ทำการเปลี่ยนวัสดุของตะกร้าจากตะกร้าพลาสติกเป็นตะกร้าเหล็กซึ่งไม่มีส่วนพลาสติกที่มีสีส้ม ได้ทำการทดลองผลหลังการเปลี่ยนตะกร้า โดยหยิบงานเข้าออกให้ผิวงานสัมผัสกับตะกร้าเหมือนเดิมมีลักษณะ ดังแสดงในรูปที่ 4.14



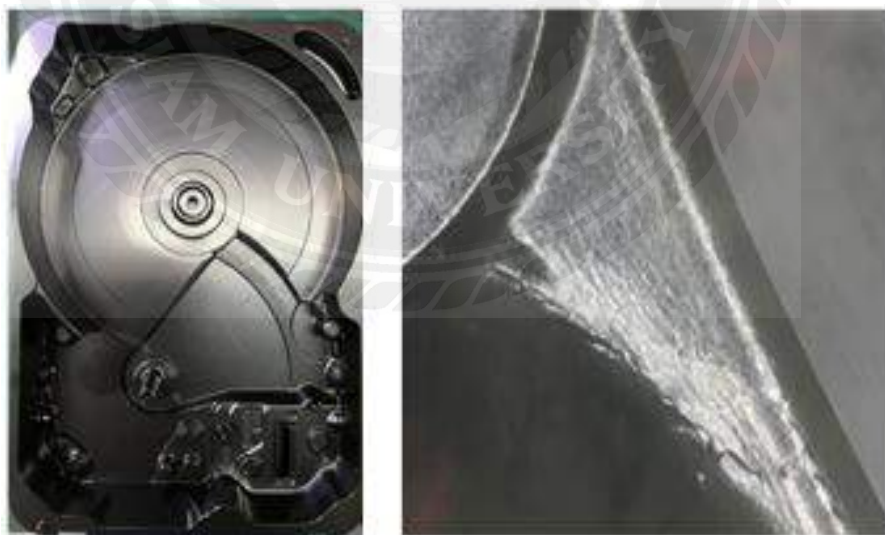
รูปที่ 4.14 ตำแหน่งชิ้นงานที่วางลงในตะกร้า

หลังจากเปลี่ยนวัสดุของตะกร้าแล้วทดลองหยิบงานเข้าออก จากตะกร้าเหล็กแล้ว ได้ทำการสุ่มตัวอย่างจำนวน 100 ตัว ซึ่งผลไม่พบลักษณะของเสียประเภท Foreign material หรือวัสดุแปลกปลอม ดังสรุป

หน่วย : ชิ้น

หัวข้อ	จำนวน	ของเสีย
วัสดุแปลกปลอม	100	0

จากข้อมูลการติดตามผลในการสุ่มตัวอย่างจำนวน 100 ชิ้น ซึ่งไม่พบลักษณะงานเสียประเภทวัสดุแปลกปลอมติดบนชิ้นงาน จึงได้นำงานเข้ากระบวนการชุบสีเพื่อเปรียบเทียบกับชิ้นงานที่เกิดปัญหา ซึ่งหลังชิ้นงานจากผ่านกระบวนการชุบสีแล้ว ผลที่ได้ไม่พบลักษณะที่เป็นสีส้มติดอยู่บนตัวงานอีก จึงนำวิธีการแก้ไขนี้ไปใช้ในการปฏิบัติงานต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 ลักษณะชิ้นงานหลังผ่านกระบวนการชุบสี

4.3.2 ของเสียประเภท ED-Chip หรือเศษชิปติด

ผู้ศึกษาได้ทำการประเมินลักษณะของงานเสีย ได้แก่ ลักษณะภายนอกของงานเสีย และ บริเวณที่เกิดงานเสียมากที่สุด ซึ่งผลการประเมินได้สรุปไว้ ดังนี้

1) ประเมินลักษณะของเสีย

จากการประเมินลักษณะของเสียประเภท Ed-Chip หรือเศษชิปติดค้างบนตัวงาน ซึ่งเศษชิปที่เกิดขึ้นมาจากเศษที่เกิดหลังการตัดผิวชิ้นงานก่อนชุบสี โดยตัดผิวชิ้นงานด้วยเครื่องจักร CNC หลังการตัดชิ้นงานจะทำให้เกิดเศษชิป และเศษชิปสามารถเข้าไปติดในร่องเล็ก ๆ ของชิ้นงานได้ จึงได้ทำการทดลองเปรียบเทียบลักษณะชิปที่เป็นของเสียกับลักษณะชิปที่ทดลองตัด ดังแสดงในรูป 4.16 และ 4.17



รูปที่ 4.16 ลักษณะเศษชิปที่เป็นของเสีย



รูปที่ 4.17 ลักษณะเศษชิปจากการทดลองตัดผิวงาน

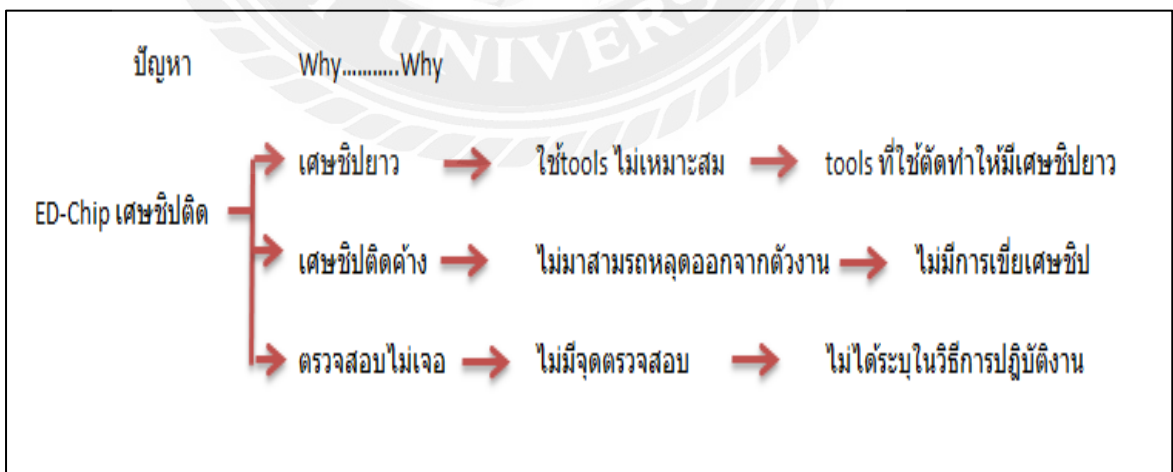
จากการเปรียบเทียบการทดลองลักษณะของเศษชิประหว่างการทดลองตัดผิวงานซึ่งมีการตัดงานบริเวณเดียวคือ บริเวณหน้า Disk ด้วย Tools ที่เรียกว่า Boring tools ดังแสดงในรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 ลักษณะ Boring tools

เมื่อเปรียบเทียบกับเศษชิปที่เป็นงานเสีย ซึ่งผลที่ได้ลักษณะเศษชิปเป็นเศษชิปที่มีลักษณะมีความเหมือนกัน จึงได้ผลลัพธ์ว่าเกิดจากเศษชิปที่ทำการตัดผิวงานก่อนนำไปชุบสี จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุ โดยใช้เครื่องมือ Why Why analysis เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริง

2) วิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้หลักการ Why Why analysis



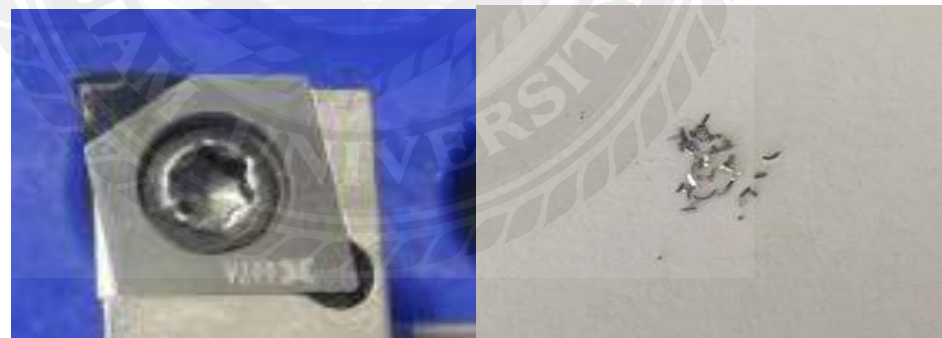
จากการวิเคราะห์ Why Why analysis เพื่อหาสาเหตุการเกิดปัญหาแล้ว สรุปได้ว่าเศษชิปที่เกิดจากการตัดผิวงานมีลักษณะยาว จึงทำให้เสี้ยนที่จะติดค้างบนตัวชิ้นงานได้ จึงได้ทำการแก้ไขดังนี้

การปรับปรุงแก้ไข

1. เปลี่ยนประเภท Tools จาก boring tools เป็น Chip beak tools ทำให้ตัดเศษ chip มีขนาดเล็กลง เพื่อให้ไม่ติดค้าง ดังแสดงในรูปที่ 4.19 และ 4.20

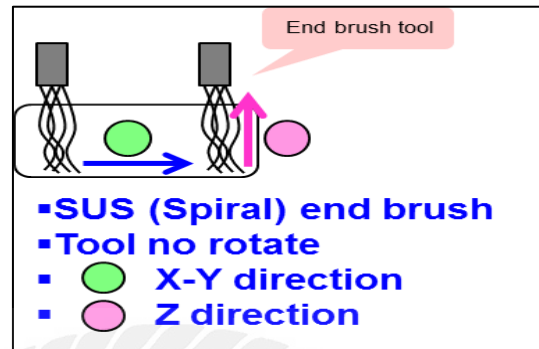


รูปที่ 4.19 ลักษณะเศษชิปก่อนการแก้ไข

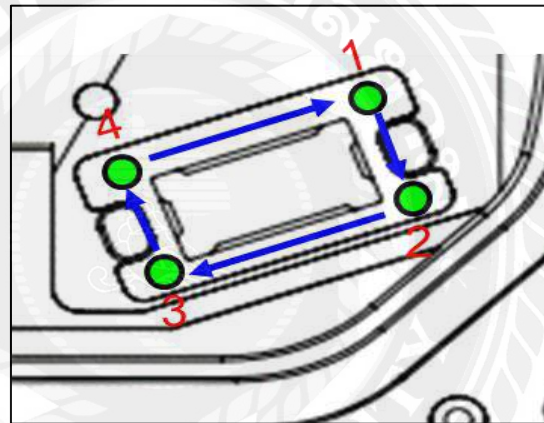


รูปที่ 4.20 ลักษณะเศษชิปหลังการแก้ไข

2. เพิ่มแปรงในเครื่องจักร เพื่อปิดเศษชีปออกจากตัวงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.21 4.22 และ 4.23



รูปที่ 4.21 ตำแหน่งการติดตั้งแปรงในเครื่องจักร

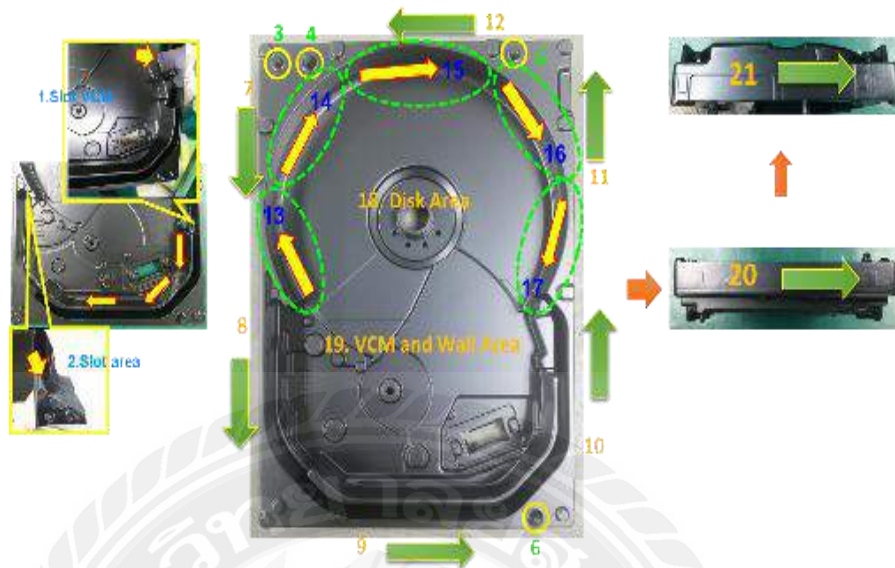


รูปที่ 4.22 ขั้นตอนการทำงานของแปรงในเครื่องจักร

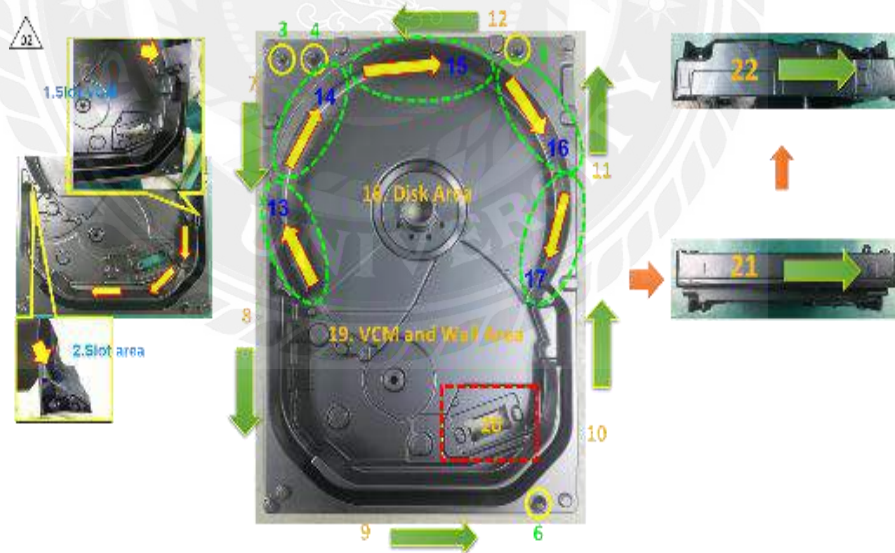


รูปที่ 4.23 ลักษณะของแปรงในเครื่องจักร

3. เพิ่มตำแหน่งการตรวจสอบชิ้นงานในจุดที่มีปัญหา ดังแสดงในรูปที่ 4.24 และ 4.25



รูปที่ 4.24 การระบุจุดตรวจสอบบริเวณที่เกิดปัญหา
ก่อนการแก้ไข



รูปที่ 4.25 การระบุจุดตรวจสอบบริเวณที่เกิดปัญหาหลังการแก้ไข

4.4 ติดตามผลการปรับปรุง

หลังจากผู้ศึกษาได้ทำการปรับปรุงแก้ไขของจำนวนของเสียประเภท Foreign material วัสดุแปลกปลอม และ ED-Chip หรือเศษชิปติด ได้ทำการตรวจติดตามผลของการดำเนินงาน ในเดือนพฤศจิกายน พบว่าทั้ง 2 ประเภทมีจำนวนของเสียลดลง ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการแก้ไขเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม

เดือน	มกราคม - ตุลาคม	พฤศจิกายน-ธันวาคม
Foreign material วัสดุแปลกปลอม	33.60%	5.00%
ED-Chip เศษ Chip ติด	30.50%	8.00 %

จากตารางติดตามผลการดำเนินงานของเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคม จะเห็นได้ว่าจำนวนของเสียแต่ละประเภทลดลงเป็นจำนวนมาก ซึ่งถือว่าการวิเคราะห์ปัญหาและการปรับปรุงมีประสิทธิภาพดังนั้นผู้ศึกษาจึงสรุปผลการดำเนินการลดของเสียผลิตภัณฑ์ 3.5” Type ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สรุปผลการดำเนินการลดของเสียผลิตภัณฑ์ 3.5” Type

Model	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
3.5” Type	64.10%	13.00%

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การศึกษารลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์หรือฮาร์ดดิสค์ไดรฟ์ ซึ่งผู้ศึกษาได้นำเครื่องมือคุณภาพเข้ามาช่วยในการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและสาเหตุเพื่อหาแนวทางแก้ไข ปรับปรุงจึงได้ผลของการศึกษา ซึ่งผลที่ได้จะเห็นได้ว่าจำนวนของของเสียลดลง ดังข้อสรุปต่อไปนี้

1. สรุปข้อมูลการดำเนินงานปัจจุบัน
2. สรุปขั้นตอนการปรับปรุงงาน
3. การนำไปปฏิบัติจริง
4. สรุปผลของการปรับปรุง
5. การจัดทำมาตรฐานในการปฏิบัติงาน
- 5.6 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปข้อมูลการดำเนินงานปัจจุบัน

จากผลการศึกษาพบว่า มีจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตจำนวนมากซึ่งปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากการออกแบบกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสมจึงทำให้เกิดของเสียประเภทสิ่งแปลกปลอมและเศษ Chip เกิดขึ้นสูง ซึ่งของเสียทั้ง 2 ประเภท เกิดของเสียขึ้นเป็นจำนวน 18,772 ชิ้น คิดเป็น 64.10 % ของจำนวนของเสียทั้งหมด ซึ่งมากกว่า 50 % ส่งผลให้กระบวนการผลิตเสียผลผลิตไปจำนวนมาก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของของเสีย สาเหตุหลัก ๆ เกิดจาก

1. ไม่มีการเฝ้าติดตามแก้ไขของเสีย
2. เกิดจากการออกแบบกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน
3. ขาดการออกแบบ/ควบคุมกระบวนการผลิต

5.2 สรุปขั้นตอนการการปรับปรุงงาน

ผู้ศึกษาได้กำหนดแนวทางในการปฏิบัติงาน ดังนี้

1. การใช้เครื่องมือคุณภาพเข้ามาเก็บรวบรวมข้อมูล
 - ก. ผ่านตรวจสอบ Check sheet

ผู้ปฏิบัติงานต้องลงข้อมูลของของเสียประจำวัน ให้ครบถ้วน สมบูรณ์ ลงในแผ่นตรวจสอบ Check sheet จากนั้นส่งให้หัวหน้างานหลังจากการปฏิบัติงานทุกวัน เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของเสีย เพื่อตรวจติดตามของเสียในแต่ละวัน เพื่อรวดเร็วในการแจ้งปัญหา และการปรับปรุงแก้ไขได้อย่างตรงจุด และรวดเร็ว
 - ข. นำข้อมูลที่ได้มาทำพาเรโตเพื่อหาจำนวนของเสียที่มีจำนวนมากที่สุดไปถึงของเสียที่มีจำนวนน้อยที่สุด เพื่อนำมาวิเคราะห์สาเหตุ และหาแนวทางแก้ไขปัญหา
 - ค. เมื่อได้ของเสียที่ต้องการปรับปรุงแล้วมาวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้หลักการ Why Why Analysis เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงและนำมาปรับปรุง หาแนวทางแก้ไข จากนั้นกำหนดให้เป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน

หลักการวิเคราะห์ Why Why Analysis มีดังนี้

1. จัดลำดับความสำคัญหัวข้อที่จะทำการปรับปรุงผ่าน Pareto
2. เลือกหัวข้อที่จะทำการปรับปรุงหรือแก้ไขหลังจากได้สาเหตุหลัก
3. จัดตั้งทีมงานที่เกี่ยวข้อง
4. สอบถามสภาพการณ์เบื้องต้น (ตรวจหาความผิดปกติ)
5. Brainstorming
6. ตรวจสอบความถูกต้องผ่าน 5 Gen
7. จัดทำมาตรการโต้ตอบ
8. ตรวจสอบความสำเร็จของงาน
9. จัดทำมาตรฐาน

5.3 การนำไปปฏิบัติจริง

จากการหาสาเหตุและหาแนวทางแก้ไข ผู้ปฏิบัติงานได้นำแนวทางการแก้ไขไปใช้ ดังนี้

1. มีการเปลี่ยนตะกร้าที่ใช้งานจาก Xyron tray เป็น SUS tray
2. มีการเปลี่ยน Tools หรือใบมีดในการตัด เพื่อให้ไม่มีเศษติดที่บนตัวงาน
3. Training พนักงานตรวจสอบสินค้าก่อนส่งมอบให้มองเห็นของเสีย

5.4 สรุปผลการทดลอง

ผลการดำเนินงานหลังจากการปรับปรุงในการปฏิบัติจริง โดยปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีความเหมาะสมมากขึ้น และมีการตรวจติดตามของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน เพื่อลดปริมาณของเสียและทำการปรับปรุงแก้ไขและจัดการปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งพบว่าของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตในผลิตภัณฑ์ 3.5” ประเภท Foreign material วัสดุแปลกปลอม และ ED-Chip เศษชิปติด ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนตุลาคม โดยเฉลี่ยเทียบกับของเสียที่มีอยู่เดิมจำนวนเฉลี่ยประมาณ 1,877 ชิ้นต่อเดือน สามารถลดลงเหลือเพียงเฉลี่ยเดือนละ 500 ชิ้นต่อเดือน หรือคิดเป็นการลดของเสียถึง 79.71 % หรือคิดเป็นการลดต้นทุนถึง 413,100 บาทต่อเดือน

5.5 การจัดทำมาตรฐานในการปฏิบัติงาน

หลังจากการปฏิบัติงานผู้ศึกษาได้จัดทำมาตรฐานการทำงาน ที่ใช้ในการควบคุมการปฏิบัติงานต่างๆ ดังนี้

1. แผ่นตรวจสอบ Check Sheet เพื่อสรุปของเสียรายวัน
2. แผนผัง Pareto Chart เพื่อสรุปของเสียรายเดือน
3. แบบฟอร์มการลงบันทึกหลังการปรับปรุงงาน
4. แบบฟอร์มการ Training ความเข้าใจของผู้ปฏิบัติงาน

5.6 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ผู้ศึกษาเสนอเพื่อการศึกษาเพิ่มเติม มีดังต่อไปนี้

1. ควรใช้เครื่องมือคุณภาพชนิดอื่นเพิ่มเติมเพื่อการดำเนินงานและปรับปรุงแก้ไขอย่างมีประสิทธิภาพ
2. ควรใช้กับของเสียประเภทอื่นที่ยังไม่ได้ปรับปรุงแก้ไข
3. ควรนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอื่นๆ



บรรณานุกรม

- จุฑารัตน์ นิตยานนท์. (2558). *การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์*. (วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม.
- จุไรรัตน์ ลาภูลี. (2559). *การลดของเสียในกระบวนการผลิตสวิตช์ควบคุมกระจกมองข้างไฟฟ้า ด้วยกิจกรรมกลุ่มคิวซีซี*. (วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ปิยมน โกศลชัย. (2559). *การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุนบริษัทผู้ผลิตถุงบรรจุนม*. (วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ลัดดาวัลย์ บุญฤทธิ์. (2558). *การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางรถยนต์แผ่นก้นยาง*. (วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อิสรากรณ์ ธรรมวาโร. (2559). *การลดความสูญเสียในสายการแปรรูปอาหารสัตว์เลี้ยง*. (วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย). สงขลา: มหาวิทยาลัยบสงขลานครินทร์.
- Hans Ivar Laukli. (2004). *High Pressure Die Casting of Aluminium and Magnesium Alloys – Grain Structure and Segregation Characteristics* (doctor ingenior). Trondheim: Norwegian University of Science and Technology.
- Hitoshi Ogura. (2549). *การวิเคราะห์ Why-Why Analysis*. เข้าถึงได้จาก <http://leanmanufacturing-tawatchai.blogspot.com>
- Pako Engineering. (2560). *เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)*. เข้าถึงได้จาก <http://www.pakoengineering.com/blog/2017>
- Tool Engineering. (2563). *เรื่องเล่าเกี่ยวกับแม่พิมพ์แบบต่างๆ ในประสบการณ์ของผู้เขียน*. เข้าถึงได้จาก <http://diecastingtechnology.blogspot.com/>

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ	นางสาวจีราภรณ์ จันทร์ศรี
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
คณะ	บัณฑิตวิทยาลัย
สาขา	การจัดการงานวิศวกรรม
วันเดือนปีเกิด	19 กรกฎาคม 2535
โทรศัพท์	095-8078687
อีเมลล์	Jeeraponn01@gmail.com
ภูมิลำเนา	332/11 ต.จอมพระ อ.ท่าม่วงผา จ.น่าน 55140
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสยาม ปีการศึกษา 2555