# การออกแบบการทดลองแก้ไขปัญหาการฉีดชิ้นงานพลาสติกในงานผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์

โดย

นายชัยยา ฉุยฉาย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

# การออกแบบการทดลองแก้ไขปัญหาการฉีดชิ้นงานพลาสติกในงานผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์


**โดย**

**นายชัยยา ฉุยฉาย**


**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต**

**สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม**

**ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ**

**บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร**

**ปีการศึกษา 2552**


**ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร**

# DESIGN OF EXPERIMENT APPLICATION USE FOR INJECTION PROBLEM OF MOTORCYCLE PART PRODUCTION LINE

By

Chaiya Chueishay

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF ENGINEERING

Department of Industrial Engineering and Management

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2009

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “การออกแบบการทดลองแก้ไขปัญหาการฉีดชิ้นงานพลาสติกในงานผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์” เสนอโดย นายชัยยา ฉุยฉาย เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

……..

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตังกูร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ ดร.ณัฐพล ศิริสว่าง

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.วิชัย รุ่งเรืองอนันต์)

...../...../.....

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.นิติพงศ์ โสภณพงศ์พิพัฒน์)

...../...../.....

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ณัฐพล ศิริสว่าง)

...../...../.....

49405303 : สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม
คำสำคัญ : การปรับค่าแฟคเตอร์, วิธีการเปรียบเทียบตัวแปร, ย้อนรอยวิเคราะห์, Mold Flow Analysis

ชัยยา ฉุยฉาย : การออกแบบการทดลองแก้ไขปัญหาการฉีดชิ้นงานพลาสติกในงานผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อ.ดร.ณัฐพล ศิริสว่าง. 106 หน้า.

การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการฉีดชิ้นงานพลาสติกของงานผลิตรถจักรยานยนต์ การแก้ไขปัจจุบันนี้ส่วนใหญ่เป็นการแก้ไขแบบอาศัยจากความชำนาญของบุคคลปรับค่าตัวแปรต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ (Temperature) แรงดัน(Pressure) ความเร็ว(Speed) เวลา(Time) อ้างถึงงานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 4 ตัวดังกล่าวด้วยการ ทำผังพาเรโต้เพื่อหาปริมาณของชิ้นงานเสียมากที่สุด และ เรียงลำดับเพื่อหาสาเหตุที่มาของชิ้นงานเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก ทำให้ทราบว่า มีปัจจัยใหญ่ๆ 2 ปัจจัย เช่น ปัจจัยจากการปรับค่าตัวแปรการฉีด (Condition Injection) มีผลต่อปริมาณของชิ้นงานเสียหรือไม่และปัจจัยจากความบกพร่องของแม่พิมพ์ เช่นการระบายอากาศภายในแม่พิมพ์ทำได้ไม่สะดวก ทำให้เกิดเป็นปัญหาชิ้นงานเสีย จึงได้ทำการออกแบบการทดลอง DOE (Design of Experiment) โดยการจับคู่เปรียบเทียบสลับกัน (Factorial Design) เพื่อตรวจสอบนัยสำคัญของตัวแปรทั้งหมดมีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร พบว่า การปรับค่าการฉีด (Condition) มีค่า P-value มากกว่า 0.05 ผลที่ได้ไม่มีนัยสำคัญต่อปริมาณของชิ้นงานเสีย จึงต้องย้อนรอยกลับไปทำการตรวจวัดชิ้นงานด้วยเครื่องมือพิเศษ ด้วยเครื่องตรวจสอบความเรียบของผิวชิ้นงานพบว่าชิ้นงานเกิดรอยประสาน จึงส่งผลต่อความเรียบของผิวชิ้นงานที่ฉีดออกมา จากจุดนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ต่อที่ตัวแม่พิมพ์ จากการจำลองสภาพการไหลของน้ำพลาสติกเหลวในแม่พิมพ์ ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์จากคอมพิวเตอร์(Mold Flow , Mold Adviser) เพื่อตรวจหาข้อบกพร่องที่จุดต่างๆของแม่พิมพ์ ทำให้ทราบว่าข้อบกพร่องที่เรียกว่า รอยประสาน( Weld Strenght ) จากการออกแบบชิ้นส่วนประกอบย่อยของแม่พิมพ์ทำให้เกิดปัญหาการระบายอากาศออกจากหลุมชิ้นงาน (Core & Cavity) ไม่สะดวก คือ และเมื่อนำมาผลิตชิ้นงานทำให้เกิดปัญหาชิ้นงานเสียหรือ (Part Defect)ในกระบวนการฉีดชิ้นงาน

จากการตรวจวัดสภาพของชิ้นงานที่เกิดปัญหาระดับความลึกของรอยประสานมากมีค่าเฉลี่ยความกว้างอยู่ที่ 7.24 – 7.88 ไมครอน(μ) ซึ่งเป็นผลจากการที่อากาศตกค้างอยู่ภายในหลุมชิ้นงานก่อนที่ชิ้นงานจะเกิดผิวแข็งตัวแห้งหลังจากทำความสะอาดและปรับระยะของชุดร่องระบายอากาศ( Insert gas went ) จากที่มีระยะร่องไล่อากาศอยู่ที่ 30 ไมครอน หลังการใช้งานเกิดการอุดตันทำให้ความกว้างร่องลดลง จึงทำการปรับระยะที่ปรับเพิ่มมากขึ้นคือ 50 ไมครอน ผลทำให้การระบายอากาศภายในแม่พิมพ์ดีขึ้น ทำให้เกิดชิ้นงานที่ฉีดออกมาเป็นรอยและระดับความลึกลดลง ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.144 – 1.442 ไมครอน และผลที่ได้จากการทำให้รอยลึกลดลงมีผลให้ความเรียบของชั้นฟิล์มสีที่พ่นเคลือบชิ้นงานเรียบมากขึ้น ผลที่ได้ตามมาคือชิ้นงานเสียลดลง ทำให้สามารถควบคุมปริมาณของชิ้นงานเสียในการฉีดได้ตามเป้าหมาย

---

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2552
ลายมือชื่อนักศึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์.....

49405303 : MAJOR : ENGINEERING MANAGEMENT
KEY WORDS : ADJUSTMENT FACTOR , HOW TO COMPARE VARIABLES ,RETRACE ANALYSIS , MOLD FLOW ANALYSIS

CHAIYA CHUEISHAY : DOE TOOL APPLICATION USE FOR INJECTION PROBLEM OF MOTORCYCLE PART PRODUCTION LINE. THESIS ADVISOR : NUTPOL SIRISAWANG,D.Eng. 106 pp.

Problem caused by the injection of the plastic pieces for motorcycles. Editing now be a majority from the expertise of people living adjustment factor, such as temperature (Temperature) Pressure (Pressure) Speed (Speed) at (Time) refers to this research. Is studying the relationship of these variables, both with a 4. Graphical take Auto volume of work to find the most waste sorting and to determine the source of job loss in the plastic injection process that has 2 major factors, factors such as the adjustment factor from the spray (Condition Injection. , affect the amount of job loss or from ventilation and internal factors do not block easily. Cause a problem job. The experimental design has to DOE (Design of Experiment) by matching the alternate comparison (Factorial Design) to check the significance of all variables involved? Found that injection of Adjustment (Condition) P-value is greater than (> 0.05) no significant amount of work to lose. Need to retrace back to work by measuring the flatness of the surface inspection work found a job-trace. Thus affect the surface flatness of the sputter job. From this point the analysis is the block By simulating the flow conditions of liquid water in the plastic molding. With the computer program analysis (Mold Flow, Mold Adviser) to detect defects at a variety of mold that defects called Weld Strenght (Roy coordination of the design of small pieces of molding cause ventilation problems. holes from work (Core & Cavity) is not easy and when the cause of manufacturing problems or job loss. (Defect) in the process of spraying work

By measuring the condition of the job in question depths Roy has averaged more coordination is 7.24 – 7.88 µ as a result of the air within residues Cavity before work will set the skin dry after getting set. Clean and adjust the length of a series Insert gas went from a stage punching the air in the groove 30 µ phase readjustment is made of 50 µ ventilation within the mold better. Cause the job to Roy and sputter depth decreased Average is 1.144 – 1.442 µ and the effect of making the trace depth has decreased the smooth floor of the spray coating color film work very smooth. As a result of job loss is reduced. Enables volume control of job loss in the injection target.

---

Department of Industrial Engineering and Management Graduate School, Silpakorn University Academic 2009
Student's Signature…….
Thesis Advisor's signature…….

# กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินโครงงานวิจัยงานอุตสาหกรรมในครั้งนี้ประสบความสำเร็จด้วยดีตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ณัฐพล ศิริสว่าง ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุม การทำโครงงานวิจัยงานอุตสาหกรรมหลัก ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ที่กรุณาให้แนวคิดและคำแนะนำในการ ดำเนินโครงงานวิจัยงานอุตสาหกรรมตลอดจนการแก้ปัญหาต่างๆ อันเป็นประโยชน์จนกระทั่งการดำเนินโครงงานวิจัยงานอุตสาหกรรมได้ลุล่วงผ่านไปด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ดร.นิติพงศ์ โสภณพงศ์พิพัฒน์ พร้อมด้วย อาจารย์ ดร.วิชัย รุ่งเรืองอนันต์ สำหรับการร่วมเป็นกรรมการและประธานกรรมการในการสอบโครงงานวิจัยงานอุตสาหกรรมในครั้งนี้ด้วย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ กลุ่มบริหารงานคุณภาพของ บริษัท ไทยฮอนด้าแมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด ที่กรุณาเอื้อเฟื้อให้ข้อมูลความรู้วิธีการฉีดพลาสติก และสนับสนุนการดำเนินโครงงานวิจัยงานอุตสาหกรรมในครั้งนี้ และ ขอขอบคุณบุคลากรภายในฝ่ายพ่นสีซึ่งให้โอกาสทำการศึกษากระบวนการผลิต เพื่อทำโครงงานได้โดยสะดวก ผู้จัดการฝ่ายพ่นสีและฉีดพลาสติก ซึ่งให้โอกาสในการเข้าร่วมกับคณะทำงาน คุณ รณยุทธ ชุดพิมาย ช่างซ่อมแม่พิมพ์ และคุณ คมกฤษ ผู้ซึ่งช่วยเหลือด้านข้อมูลและให้คำปรึกษาด้านการฉีดพลาสติก กับผู้วิจัยขณะทำการศึกษาวิจัยกระบวนการภายในแผนกและ คณะทำงานทุกท่านในแผนกสีและฉีดพลาสติกที่ร่วมดำเนินโครงการ วิศวกรท่านอื่นๆ ที่คอยดูแล และให้ความสะดวกสำหรับอุปกรณ์การทำงาน และ คุณมยุรี ฝ่ายข้อมูลของเสียภายในฝ่ายพ่นสีและฉีดพลาสติก ซึ่งคอยดูแล และติดตามผลการดำเนินงานของผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา ทุกท่านที่กล่าวมานี้ล้วนแล้วแต่มีส่วนช่วยให้โครงงานวิจัยงาน อุตสาหกรรมประสบความสำเร็จจึงขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

**สารบัญ**


หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

สารบัญแผนภูมิ ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความสำคัญของปัญหาและที่มา ..... 1

กรอบแนวความคิด ..... 4

ขอบเขตการทำวิจัย ..... 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 5

นิยามคำศัพท์ ..... 5

2 แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 8

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ..... 8

ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการวงจร(PDCA) ..... 10

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพในกระบวนการ 7 เครื่องมือ ..... 11

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 20

3 วิธีวิจัย..... ..... 24

ประชากรที่ใช้ในการทำวิจัย ..... 24

กลุ่มตัวอย่าง ..... 24

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ..... 24

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ..... 25

การเก็บรวบรวมข้อมูล ..... 25

การวิเคราะห์ข้อมูล..... 35

ขั้นตอนในการวิจัย..... 51

4 ผลจากการทำวิจัยและคำอธิบาย..... 52

ผลตรวจสอบและการทดลองด้านสถิติ..... 52

บทที่ หน้า
ผลการตรวจสอบด้านเครื่องมือวัดพิเศษ..... 67
ลำดับภาพแสดงผลจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Mold Flow Analysis..... 78
อุปสรรค์ในการดำเนินงานกลุ่มบริหารงานคุณภาพกลุ่ม..... 89
5 สรุปผลการวิจัย..... 90
สรุปผลการทำงานวิจัย..... 90
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป..... 91
บรรณานุกรม ..... 92
ภาคผนวก ..... 93
ภาคผนวก ก..... 94
ภาคผนวก ข..... 97
ภาคผนวก ค..... 101
ประวัติผู้วิจัย ..... 106

**สารบัญตาราง**


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | สรุปปริมาณชิ้นงานเสียรวมจากการฉีดเมื่อปี 2550 ของแผนกฉีดพลาสติก……. | 3 |
| 2 | ตารางสรุปภาพรวมในการที่จะทำการประเมินปัญหาจากปัจจัยเข้า 4M…..... | 35 |
| 3 | สาเหตุกับผลกระทบของงานฉีดพลาสติกและการเกิดปัญหาที่ชิ้นงานพลาสติก.. | 37 |
| 4 | ตารางค่าการปรับเพื่อทดสอบความสัมพันธ์ทั้ง 4 ตัวแปร…… | 48 |
| 5 | ตารางแสดงระดับแรงฉีดที่ใช้ในการทดลองฉีด…….. | 52 |
| 6 | ตารางแสดงระดับอุณหภูมิที่ใช้ทดลองการฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน……... | 53 |
| 7 | ตารางแสดงระดับความเร็วที่ใช้ในทดลองการฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน…….. | 53 |
| 8 | ตารางแสดงระดับเวลาที่ใช้ในทดลองการฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน……. | 53 |
| 9 | ตารางแสดงปัจจัยการปรับค่าเครื่องจักรที่มีความสัมพันธ์ทั้ง 4 ตัวแปร……... | 54 |
| 10 | ทดลองเปรียบเทียบก่อน-หลังจากทำการทดลองฉีดชิ้นงาน…… | 55 |
| 11 | การรันทดสอบค่าความสัมพันธ์ทั้ง 4 ตัวแปรจากโปรแกรม…… | 55 |
| 12 | ประเมินค่าระยะความลึกของรอยร่องลึกที่ผิวชิ้นงานก่อนทำการปรับปรุงแม่พิมพ์……..... | 61 |
| 13 | การกำหนดระดับความหนาของสีที่พ่นเคลือบชิ้นงาน……. | 64 |
| 14 | ประเมินค่าระยะความลึกของรอยร่องลึกที่ผิวชิ้นงานหลังการแก้ไข……..... | 66 |

**สารบัญภาพ**


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | กระบวนการตรวจรับเม็ดพลาสติก…….. | 26 |
| 2 | การบรรจุเม็ดพลาสติกลงถัง……. | 26 |
| 3 | การอบเม็ดพลาสติก……. | 27 |
| 4 | เครื่องควบคุมการผสมสีเม็ดพลาสติก…….. | 27 |
| 5 | กระบวนเตรียมการก่อนเริ่มทำการฉีดชิ้นงาน…….. | 28 |
| 6 | เครื่องกำลังทำการฉีดชิ้นงาน……..... | 29 |
| 7 | ทำการตกแต่งชิ้นงาน……... | 29 |
| 8 | ชิ้นงานที่ฉีดสำเร็จรูปแล้วนำไปกระบวนการพ่นสีต่อไป……. | 29 |
| 9 | ตัวอย่างชิ้นงานพลาสติกเมื่อพ่นสีเคลือบแล้วเกิดรอยที่เห็นได้ชัด……... | 31 |
| 10 | ชิ้นงานที่ฉีดใหม่นำมาตรวจวัดความลึกรอยแนวประสานของเนื้อพลาสติกที่แห้งตัว…….. | 32 |
| 11 | รอยแนวประสานกันของพลาสติกเมื่อถูกเคลือบด้วยสี…… | 33 |
| 12 | เครื่องฉีดพลาสติกขนาด 1450 ตัน……... | 46 |
| 13 | แม่พิมพ์ชิ้นงานพลาสติก…….. | 64 |
| 14 | ชิ้นงานดิบที่นำมาตรวจวัดความลึกรอยแนวประสานของเนื้อพลาสติกที่แห้งตัวแล้ว……... | 67 |
| 15 | แสดงพนักงานทำการการตรวจวัดค่าความลึกของจุดที่เป็นรอยร่องลึกของผิวชิ้นงาน……. | 68 |
| 16 | แสดงหน้าจอของเครื่องตรวจวัดความเรียบผิวชิ้นงาน……. | 68 |
| 17 | แสดงการทำงานของเข็มวัดค่าความลึกขณะเคลื่อนตรวจวัดที่ผิวชิ้นงาน…… | 69 |
| 18 | แสดงการขยายภาพถ่ายตรงจุดที่เป็นรอยร่องลึกของผิวชิ้นงาน..…… | 69 |
| 19 | แผ่นรายงานสภาพกราฟของการตรวจวัดค่าชิ้นงาน…… | 70 |
| 20 | ลำดับและขั้นตอนการใส่ค่าพารามิเตอร์ให้กับโปรแกรมที่จะทำการวิเคราะห์แม่พิมพ์และชิ้นงาน…….. | 74 |
| 21 | วิเคราะห์ขณะพลาสติกเหลวไหลเข้าที่จุดออกแบบทางเข้าแม่พิมพ์……. | 78 |
| 22 | แสดงจุดที่เกิดอากาศรอบตัวชิ้นงาน……. | 78 |
| 23 | ภาพแสดงการเกิดรอยประสานตามจุดต่างๆที่พลาสติกไหลมาบรรจบกัน…….. | 79 |

24 แม่พิมพ์ขึ้นรูปชิ้นงานติดตั้งอยู่ที่เครื่องฉีด…….. 79

ภาพที่ หน้า

25 แม่พิมพ์ด้านแกนซึ่งเป็นจุดที่ติดตั้งตัวร่องระบายอากาศ…….. 80
26 ขยายช่องไล่อากาศของร่องระบายอากาศ…… 80
27 แสดงระยะความกว้างของร่องระบายอากาศ.....…… 81
28 นำแม่พิมพ์มาถอดตัวแยกตัวร่องระบายอากาศออก……...…….. 81
29 ชุดร่องระบายอากาศ ที่ถอดออกมาตรวจสอบสภาพทั่วไปพบมีเศษยางเหนียว
อุดตันตามร่องด้วย……..…….. 82
30 นำชิ้นส่วนร่องระบายอากาศมาล้างทำความสะอาดคราบยางเหนียวออกให้หมด 82
31 แสดงการขยายภาพถ่ายตรงจุดที่เป็นรอยร่องลึกของชิ้นงานหลังการแก้ไข…..... 85
32 แสดงจุดที่เคยเกิดรอยร่องลึกจะไม่เห็นรอยชัดเจนเหมือนช่วงก่อนทำการ.....
แก้ไข……. 86
33 แสดงการนำชิ้นงานที่ผ่านการเช็คความเรียบพ่นสีเคลือบด้วยสี 1 ชั้น……. 87
34 แสดงการนำชิ้นงานที่ผ่านการเช็คความเรียบพ่นสีเคลือบด้วยสี 2 ชั้น……. 87

**สารบัญแผนภูมิ**


| แผนภูมิที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | แสดงปริมาณยอดขายรถจักรยานยนต์ย้อนหลัง 16 ปี…… | 2 |
| 2 | กรอบแนวความคิดการทำวิจัย……... | 4 |
| 3 | แสดงแผนภูมิกราฟพาเรโต้สาเหตุต่างๆที่ชิ้นงานเสีย…...……. | 32 |
| 4 | ก้างปลาแสดงการวิเคราะห์สาเหตุการเกิดผิวชิ้นงานพ่นสีแล้วเห็นรอย….. | 35 |
| 5 | ขั้นตอนการวิจัย……. | 51 |
| 6 | การแจกแจงของความน่าจะเป็นปกติ.....…….. | 59 |
| 7 | แผนภูมิพาเรโต้ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ……... | 59 |
| 8 | ความสัมพันธ์ทั้ง 4 ตัวแปรในการปรับค่าการฉีดพลาสติก…… | 60 |
| 9 | แสดงการทอลองปรับค่าการฉีดโดยมีค่าแฟคเตอร์ 3 ค่า…… | 63 |
| 10 | แสดงการทดลองปรับค่าการฉีดที่เหมาะสมต่อการฉีดชิ้นงาน…….. | 66 |
| 11 | กราฟแสดงผลจากการวัดความลึดในจุดที่เป็นร่องผิวลึกของชิ้นงานก่อนการแก้ไข…….. | 73 |

# บทที่ 1
# บทนำ

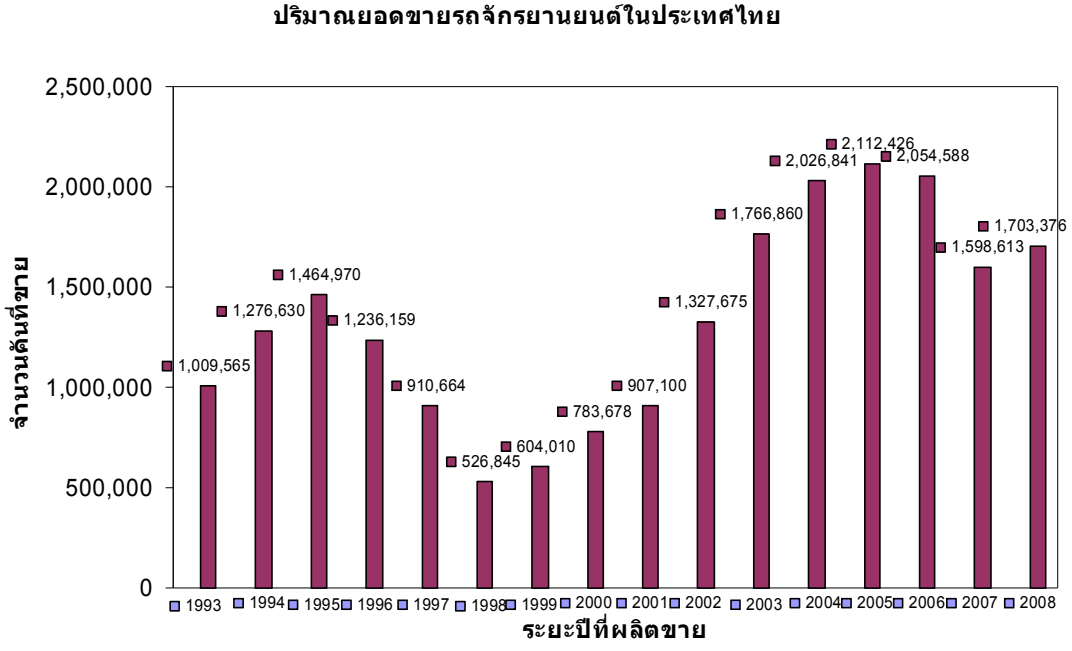
**ความสำคัญและที่มาของปัญหา**

ท่ามกลางภาวะซบเซาของตลาดรถจักรยานยนต์ในประเทศตลอดช่วง7-8เดือนแรกปีนี้ แต่ผู้ประกอบการก็ยังมีความหวังว่าภาวะเศรษฐกิจน่าจะกระเตื้องขึ้นในช่วงปลายไตรมาสที่3 และช่วงไตรมาสที่ 4 ปีนี้รวมทั้งสถานการณ์การเมืองที่คลี่คลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลือกตั้งทั่วไปที่จะมีขึ้นในปีนี้จะทำให้หลายธุรกิจกลับมาคึกคักขึ้นมีเงินหมุนเวียนมากขึ้นและอาจส่งผลให้ตลาดรถจักรยานยนต์กระเตื้องขึ้นได้บ้างซึ่งคงจะชดเชยภาวะถดถอยอย่างหนักในช่วง7-8เดือนแรกปีนี้ได้บ้างอย่างไรก็ตามกว่าที่ภาพการฟื้นตัวของตลาดรถจักรยานยนต์ในประเทศจะชัดเจนขึ้นก็คงใช้เวลาอย่างน้อยก็ราวกลางปี2551โดยที่ตัวเลขอัตราเติบโตของยอดขายรถจักรยานยนต์ต่อปีอาจจะกลับเป็นบวกได้ด้วยจำนวนปริมาณจำหน่าย 1.8-1.9 ล้านคันอย่างไรก็ดีมีความเห็นว่าเนื่องจากแนวโน้มโครงสร้างตลาดรถจักรยานยนต์ในประเทศที่กำลังเข้าสู่ภาวะอิ่มตัวทำให้การขยายตัวของตลาดรถจักรยานยนต์ในประเทศไทยต่อจากนี้ไปจะไม่ร้อนแรงเหมือนในอดีตและอาจต้องใช้เวลาอีกไม่น้อยกว่า 2 ปีกว่าที่ยอดขายจะกลับมาที่หลัก 2 ล้านกว่าคันต่อปีเท่ากับเมื่อช่วงปี 2547-49 ซึ่งเชื่อว่าจะเป็นปริมาณดังกล่าวจะเป็นระดับทรงตัวของตลาดรถจักรยานยนต์ไทยที่เข้าสู่ภาวะอิ่มตัว

นอกจากนี้ในระยะยาว คาดว่าแนวโน้มการส่งออกรถจักรยานยนต์และชิ้นส่วนประกอบจาก ประเทศไทยอาจจะไม่ร้อนแรงเท่ากับในอดีตช่วง3-4ปีที่ผ่านมาเนื่องจากบางประเทศในภูมิภาคอาเซียนซึ่งเป็นตลาดใหญ่ของรถจักรยานยนต์และชิ้นส่วนจากไทยได้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมรถจักรยานยนต์ในประเทศของตนโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศเวียดนามที่นับเป็นหนึ่งในตลาดสำคัญของรถจักรยานยนต์ และชิ้นส่วนจากไทย แต่ปัจจุบันได้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมไปอย่างรวดเร็วจนสามารถชะลอการนำเข้ารถจักรยานยนต์จากไทย ทั้งนี้โครงสร้างอุตสาหกรรมรถจักรยานยนต์ในเวียดนามประกอบไปด้วยค่าย ผู้ผลิตใหญ่ๆจากญี่ปุ่นคล้ายกับในประเทศไทยนอกจากนั้นปัจจุบันรถจักรยานยนต์และชิ้นส่วนจากประเทศจีนก็ได้รุกเข้าตลาดเวียดนามและสามารถแย่งชิงส่วนแบ่งตลาดรถจักรยานยนต์จากไทยซึ่งเดิมเคยสูงถึงเกือบร้อยละ40แต่ปัจจุบันได้ลดลงเป็นลำดับในขณะที่ส่วนแบ่งตลาดรถจักรยานยนต์จากจีนที่ขายอยู่ในตลาดเวียดนามกลับกระโดดขึ้นมาอยู่ที่กว่าร้อยละ30ในปี2549ที่ผ่านมาภาวะการแข่งขันของตลาดรถจักรยานยนต์ในต่างประเทศจึงนับวันจะเข้มข้นขึ้นซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการส่งออกรถจักรยานยนต์และชิ้นส่วนจากไทยในอนาคตอย่างแน่นอน

อย่างไรก็ตามคาดว่ากลยุทธ์การตลาดของบริษัทแม่ผู้ผลิตรถจักรยานยนต์รายใหญ่ๆ

โดยเฉพาะบรรดาค่ายญี่ปุ่นที่มีโรงงานอยู่ในประเทศไทยจะยังคงมีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องตลอดจนวางแผนในการจัดสรรการผลิตการจัดจำหน่ายและกระจายสินค้าไปยังตลาดต่างๆทั่วโลกอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งน่าจะช่วยสนับสนุนอุตสาหกรรมรถจักรยานยนต์ในประเทศไทยให้สามารถขยายการส่งออกได้ต่อไป นอกจากนี้ยังมีความเห็นว่าจากขนาดของตลาดตลอดจนความต้องการรถจักรยานยนต์ในกลุ่มประเทศอาเซียนหลายๆประเทศซึ่งคาดว่าจะมีแนวโน้มเติบโตไปได้อีกไม่ต่ำกว่า10-20ปีในขณะที่ปัจจุบันกำลังการผลิตในประเทศเหล่านี้ยังมีไม่เพียงพอที่จะรองรับแนวโน้มดังกล่าวได้ดังนั้นการส่งออกรถจักรยานยนต์และชิ้นส่วนประกอบจากประเทศไทยซึ่งถือเป็นแหล่งผลิตสำคัญในภูมิภาคนี้จึงจะยังคงมีบทบาทอยู่ต่อไปสงผลให้อุตสาหกรรมผลิรถจักรยานยนต์และชิ้นส่วนประกอบในประเทศไทยยังคงเดินหน้าต่อไปแม้ตลาดภายในประเทศจะได้เริ่มเข้าสู่ภาวะอิ่มตัวแล้วก็ตามข้อมูลข้างต้นพบว่าแนวโน้มการผลิตรถจักรยานยนต์ของปี2550มีแนวโน้มการที่จะเปลี่ยนแปลงลงอย่างต่อเนื่องดังนั้นเมื่อมีการลดยอดการผลิตรถจักรยานยนต์ลง อย่างต่อเนื่องทำให้อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนและอะไหล่จักรยานยนต์ยิ่งต้องมีการเพิ่มปริมาณคุณภาพของสินค้าให้และการแข่งขันด้านต้นทุนต้องต่ำมากตามมาด้วยเช่นกัน




แผนภูมิที่ 1 แสดงปริมาณยอดขายรถจักรยานยนต์ย้อนหลัง 16 ปี

แนวโน้มในการผลิตรถจักยานยนต์ของปี2550จึงทำให้อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนและอะไหล่ยานยนต์ประเภทพลาสติก ต้องมีการแข่งขันกันอย่างรุนแรงโดยจุดที่จะเป็นตัวแปรในการดึงดูดลูกค้า(บริษัทผลิตรถจักรยานยนต์) ด้วยรูปลักษณ์ภายนอกให้เข้ามาซื้อจักรยานยนต์ของบริษัทตนเองนั้นจึงต้องมีการแข่งขันกันในด้านราคาที่ถูกกว่า และด้านคุณภาพที่เหนือชั้นของชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ที่มีคุณภาพสูงตรงตามความต้องการของลูกค้าอย่างแท้จริง

จากการศึกษาในสายพานการผลิตได้พบปัญหาการปฏิบัติงานการฉีดพลาสติกของพนักงานควบคุมเครื่องฉีดพลาสติก ที่ปฏิบัติงานมีมาตรฐานการตรวจสอบและปฏิบัติงานของโรงงานที่กำหนดไว้ ซึ่งสาเหตุอาจเป็นเพราะข้อกำหนดในมาตรฐานการปฏิบัติงาน ไม่สอดคล้องกับสภาพการปฏิบัติงานจริง จึงส่งผลกระทบทำให้ผลการดำเนินงานไม่สามารถบรรลุผลตามเป้าหมายการควบคุมของเสียปี 2550 ที่กำหนด

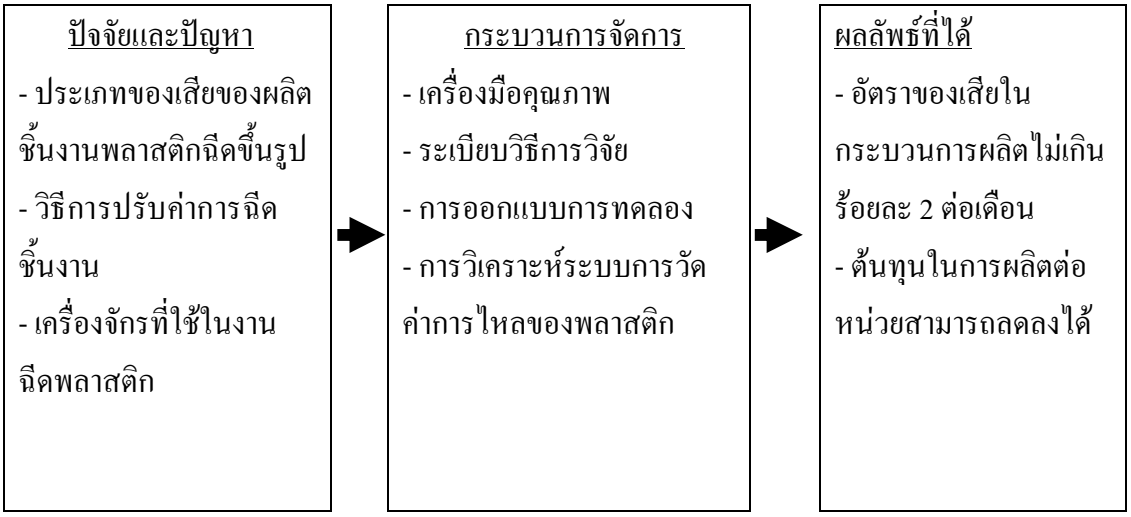
หลังจากทำการศึกษาข้อมูลอัตราของเสียของปี พ.ศ.2550 พบว่า ทางแผนกฉีดพลาสติกไม่สามารถทำให้บรรลุตามเป้าหมาย ในเรื่องการสูญเสียจากกระบวนการผลิตโดยภาพรวมต้องไม่เกิน 2% ต่อเดือน(รวมทุกรุ่นที่ฉีดภายในโรงงาน) ซึ่งลักษณะและปริมาณของการสูญเสียจากการผลิตนั้นสามารถจำแนกได้ดังตารางแสดงลำดับและเปอร์เซ็นต์ ของลักษณะอาการเสีย ของผลิตภัณฑ์ ในปี พ.ศ.2550 ได้ดังนี้

ตารางที่ 1 สรุปปริมาณชิ้นงานเสียรวมจากการฉีดเมื่อปี 2550 ของแผนกฉีดพลาสติก

| ปี 2550 | มกราคม | กุมภาพันธ์ | มีนาคม | เมษายน | พฤษภาคม | มิถุนายน | กรกฎาคม | สิงหาคม | กันยายน | ตุลาคม | พฤศจิกายน | ธันวาคม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| จำนวนฉีดทั้งหมด | 12,308 | 15,764 | 56,366 | 17,659 | 10,052 | 1,504 | 9,308 | 12,308 | 27,037 | 37,757 | 25,918 | 11,584 |
| ชิ้นงานดี | 11,600 | 14,631 | 54,000 | 16,627 | 9,335 | 1,410 | 8,815 | 11,600 | 26,048 | 35,650 | 24,890 | 10,849 |
| ชิ้นงานเสีย | 708 | 1,133 | 2,366 | 1,032 | 717 | 94 | 493 | 708 | 989 | 2,107 | 1,028 | 735 |
| ชิ้นงานเสีย % | 5.75 | 7.19 | 4.20 | 5.84 | 7.13 | 6.25 | 5.30 | 5.75 | 3.66 | 5.58 | 3.97 | 6.34 |
| รอยไหม้ | - | 89 | 40 | - | 48 | - | - | - | 23 | - | - | - |
| รอยบุบ | 29 | 8 | 12 | 6 | 34 | - | 2 | 29 | 32 | 37 | - | 10 |
| รอยขาว | 56 | 148 | 103 | 221 | 52 | - | 17 | 99 | 46 | 49 | - | 97 |
| เกิดเส้นใย | 3 | 3 | 8 | - | - | 1 | 13 | 3 | 1 | - | - | 15 |
| ผิวสีต่าง | - | - | 4 | - | 3 | - | - | - | 3 | - | - | - |
| รอยประสาน | 346 | 643 | 1,231 | 581 | 314 | 26 | 248 | 379 | 475 | 1,070 | 729 | 382 |
| รอยแก๊สค้าง | - | - | - | - | - | 2 | 1 | - | 5 | - | 76 | - |
| รอยไหล | 175 | 123 | 856 | 95 | 124 | 35 | 79 | 84 | 64 | 684 | 69 | 74 |
| บิดงอและเบี้ยว | 1 | - | 4 | 4 | 5 | 2 | 7 | 1 | 6 | 5 | 4 | 12 |
| รอยจิก | - | 18 | 30 | 22 | 45 | 18 | 36 | 12 | 42 | 29 | 54 | 46 |
| เกิดคราบที่ผิว | 82 | 32 | 40 | 76 | 87 | 5 | 60 | 85 | 224 | 181 | 72 | 55 |
| รอยต้าจับชิ้นงาน | 14 | 20 | 14 | 7 | 5 | 4 | 22 | 14 | 42 | 52 | 9 | 43 |
| แต่งผิวชิ้นงานเสีย | 2 | 47 | 21 | 11 | - | 1 | 3 | 2 | 19 | - | 8 | - |
| อื่นๆ | - | 2 | 3 | 9 | - | - | 5 | - | 7 | - | 7 | 1 |

จากตารางข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ชิ้นที่ฉีดออกมาแล้วเกิดเป็นของเสียรอยประสานอยู่ในอันดับหนึ่งของชิ้นงานเสียตามสาเหตุต่างๆ และของเสียที่ผลิตออกมาในปี 2550 นั้นมีค่าเกินกว่าเป้าหมายที่ได้ตั้งเอาไว้ คือ 2 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยที่เป็นอยู่คือ 5.10 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียจึงได้ดำเนินการ คิดหาวิธีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นดังกล่าว

**กรอบแนวความคิด**




แผนภูมิที่ 2 กรอบแนวความคิดการทำวิจัย

**วัตถุประสงค์การทำวิจัย**

1. เพื่อเสนอแนวทางการปฏิบัติงานที่สามารถทำให้ลดอัตราของเสียในกระบวนการพลาสติกภาพรวมต้องไม่ เกิน 2 % ต่อเดือน

2 .เพื่อสร้างพื้นฐานปฏิบัติงานแม่พิมพ์และสามารถนำมาใช้ควบคุมการปฏิบัติงานและประเมินพนักงานได้อย่าง ถูกต้องและเหมาะสมต่อสภาวะการแข่งขันธุรกิจ

3. เพื่อสร้างแนวทางในการปรับปรุงการดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรมฉีดพลาสติก

**สมมุติฐาน**

1. เครื่องมือ 7 อย่างทางคุณภาพ สามารถนำมาใช้ดำเนินการสร้างคู่มือปฏิบัติงานสำหรับการจัดการเพื่อลดปัญหาการสูญเสียชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. สามารถประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองเพื่องานคุณภาพในการแก้ไขปัญหาของเสียจากกระบวนการฉีดชิ้นงานพลาสติกในรถจักยานยนต์

3. กระบวนการปรับค่าการฉีดชิ้นงานพลาสติกมีผลต่อชิ้นงานเสียที่ฉีดออกมา

**ขอบเขตงานวิจัย**

การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต และการใช้เครื่องมือ 7 อย่างทางคุณภาพ บางส่วนเข้ามาทำการวิเคราะห์ และดำเนินการจัดกิจกรรมของกลุ่มคุณภาพ QCC.( Quality Control Circle)โดยจะเริ่มเก็บข้อมูล และ เริ่มดำเนินงานระหว่างเดือน เมษายน พ.ศ. 2550 จนถึง เดือน กันยายน พ.ศ. 2550 และจะนำผลการดำเนินงานมาทำการวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางในการทำคู่มือปฏิบัติงานระบบของแม่พิมพ์ระหว่างเดือนตุลาคมพ.ศ.2550จนถึงเดือนธันวาคมพ.ศ. 2550

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ปริมาณของชิ้นงานพลาสติกเสียในสายการผลิตลดลงได้ตามเป้าหมายที่ตั้งเอาไว้
2. ทำให้ปริมาณการผลิตมีเสถียรภาพมากขึ้น
3. สามารถผลิตชิ้นงานในราคาต้นทุนต่อหน่วยที่ต่ำลงได้
4. ปรับปรุงคู่มือการปฏิบัติงานฉีดชิ้นงานพลาสติก เพื่อลดปัญหาชิ้นงานพลาสติกเสีย
5. ผลประกอบการอันเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดให้เพิ่มประสิทธิภาพคงไว้

**นิยามคำศัพท์**

1. ชิ้นงานเสีย ( NG Shot Part ) หมายถึงการผลิตชิ้นงานไม่ทันต่อเวลาการประกอบจากสายการผลิตหลักหรือชิ้นงานที่ถูกผลิตตั้งแต่ต้นทางของกระบวนการจนเป็นชิ้นงานสำเร็จแต่ไม่สามารถนำไปประกอบขายเป็นสินค้าสำเร็จรูปได้

2. เครื่องมือในการวัดความเรียบผิวชิ้นงานContouring Serface Machine หมายถึงเครื่องวัดความเรียบผิวชิ้นงาน และความบกพร่องจากกระบวนการผลิตและการออกแบบชิ้นงานตามระบบมาตรฐานคุณภาพของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

3. ดัชนีวัดผลแห่งความสำเร็จ (KPI) ( Key Performance Indication ) หมายถึงค่าที่วัดจากผลการปฏิบัติงานที่เกิดขึ้นจริง เพื่อแสดงผลสำเร็จของการวัดตามวัตถุประสงค์

4. เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง ( 7 QC Tools ) หมายถึงเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพและเป็นเทคนิคคุณภาพที่ช่วยในส่วนการวิเคราะห์สาเหตุและรากเหง้าของปัญหารวมถึงการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาประกอบด้วยใบตรวจสอบ ( Check Sheet ) แผนภูมิควบคุม ( Control Chart ) กราฟ ( Graph ) แผนผังพาเรโต ( Pareto Chart ) แผนภูมิเหตุและผล ( Cause and Effect Diagram ) ฮีสโตแกรม ( Histogram ) และ แผนภาพการกระจาย ( Scatter Diagram )

5. ดัชนีวัดทางสถิติ (Six Sigma) หมายถึง เทคนิควิธีการและการประยุกต์ใช้กลวิธีทางสถิติในองค์การ เพื่อที่จะช่วยให้องค์กรสามารถทำกำไรได้เพิ่มขึ้น ได้ผลผลิตมากขึ้น สามารถ

นำมาใช้ได้ทั้งส่วนของสินค้าและบริการ โดยวัดความแปรปรวนเฉลี่ยที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยมาตรฐาน ค่าระดับของ Six sigma ที่สูง แสดงให้เห็นถึง คุณภาพที่ดีกว่า ในค่าระดับของ Six sigma นั้น เราจะได้ชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานที่กำหนดเพียง 3.4 ชิ้นในจำนวนหนึ่งล้านชิ้นงาน

6. ระดับคุณภาพที่ยอมรับ (Acceptable Quality Level) หมายถึง ค่าสูงสุดของจำนวนของเสีย คิดเป็นร้อย หรือค่าสูงสุดของข้อบกพร่อง (รอยตำหนิ) ต่อร้อยหน่วยของสินค้า ที่ถือว่าเป็นค่าเฉลี่ยที่ยอมให้มีอยู่ การกำหนดระดับคุณภาพที่ยอมรับเป็นการแสดงว่าผู้กำหนด จะยินยอมรับสินค้ารุ่นที่ส่งมอบเมื่อระดับเฉลี่ยของเสีย หรือ ตำหนิในสินค้าไม่สูงกว่าค่า ระดับคุณภาพที่ยอมรับ

7.การฉีดพลาสติก ( Injection Plastic ) เป็นกระบวนการที่หลอมละลายเม็ดพลาสติกอุณหภูมิระดับหนึ่งโดยทำให้เม็ดพลาสติกหลอมเหลวเป็นรูปทรงต่างๆได้ตามที่ต้องการและในกระบวนการยังสามารถที่จะระบายความร้อนออกเพื่อให้รูปทรงของพลาสติกคงสภาพนั้นๆไว้ได้ตามต้องการ และ พลาสติกที่นำมาฉีดขึ้นรูปนี้เรียกว่า เทอร์โมพลาสติก

8.หลุมชิ้นงาน( Cavity ) คือ การจัดวางชิ้นงานที่เป็นรูปทรงชิ้นงานที่เราต้องการในแบบต่างๆ ตามรูปแบบเป้าหมายการของผลิต เช่น การผลิตเพื่อทำคงคลัง ( Stock ) ส่วนใหญ่ในประเทศจะทำในลักษณะ 1-2 Cavity หรือแบบที่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายอีกวิธีหนึ่งก็คือ การผลิตแบบแฟมิลี่ หรือเป็นรูปแบบการฉีดหลายชิ้น ( Fairmily Cavity ) แบบนี้จะทำในลักษณะมากกว่า 2 Cavity ขึ้นไป ในแบบที่สองนี้ยังไม่แพร่หลายมากนักในประเทศไทย เพราะใช้การลงทุนที่สูงมากกว่าแบบแรก

9.คุณภาพชิ้นงาน (Quality) หมายถึง คุณภาพ กล่าวคือ คุณสมบัติทุกประการของสินค้าหรือบริการที่ตอบสนองความต้องการและสามารถสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า ทั้งลูกค้าภายในและลูกค้าภายนอก

10.การวิเคราะห์การวัด (MSA)(Measurement System Analysis) หมายถึง การวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงสถิติของกระบวนการวัดจากค่าที่ได้ เพื่อแยกแหล่งความผันแปรออกเป็นชิ้นงาน (Part – to – Part Variation ; PV) พนักงานวัด (Appraiser Variation ; AV) ความผันแปรร่วม (Interaction Variation ; IV) และแหล่งผันแปรอื่นๆ ที่ไม่สามารถควบคุมได้โดยธรรมชาติ ซึ่งโดยปกติมักจะมีแหล่งความผันแปรหลักๆ มาจากอุปกรณ์วัด (Equipment Variation ; EV) ทั้งนี้การวิเคราะห์ระบบการวัดนี้จะอยู่ภายใต้ค่าที่ได้จากการประเมินผลระบบการวัด (Measurement System Evaluation ; MSE) และเมื่อมีการวิเคราะห์ถึงความผันแปรจากระบบการวัด (Measurement System Variation ; MSV) จะทำการประเมินเทียบกับข้อกำหนดเฉพาะ (Specification) หรือความผันแปรจากกระบวนการผลิต (Measurement Process Variation ; MPV) ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ต้องพยายามทำให้ความผันแปรจากระบบการวัด มีค่าต่ำกว่าข้อกำหนดเฉพาะและความผันแปรจากกระบวนการผลิตเสมอ

11.การออกแบบการทดลอง (DOE) (Design of Experiment) หมายถึง กลวิธีทางสถิติหนึ่งที่ถือได้ว่ามีความสำคัญในแง่ของการปรับปรุงคุณภาพ และการเพิ่มผลผลิต เนื่องจากผลลัพธ์ของการออกแบบการทดลองตามแนวทางของ DOE จะช่วยให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อผลลัพธ์ของกระบวนการว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร และถ้ามี จะมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด

12.การวิเคราะห์ความเสียหาย (FMEA) ย่อมาจาก FMEA ย่อมาจากคำว่า Failure Mode and Effect Analysis ซึ่งถ้าจะแปลให้ได้ความหมายที่เข้าใจได้ง่ายขึ้นก็น่าจะแปลว่า “การวิเคราะห์คุณลักษณะของความเสียหายและผลกระทบที่ตามมา” ซึ่งในปัจจุบันนี้หลาย ๆ บริษัทได้นำหลักการ FMEA ไปใช้ในการปรับปรุงวิธีการทำงาน ตั้งแต่ การออกแบบ การผลิต และการบริการ เป็นต้น FMEA จะมุ่งเน้นที่การชี้ให้เห็นถึงคุณลักษณะของความเสียหายหรือสาเหตุที่จะนำไปสู่ความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น (Potential Failure Mode) อันเนื่องมาจากการออกแบบการผลิตหรือการบริการจากนั้นจึงจะทำการวิเคราะห์ผลกระทบของความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (Effects) และสุดท้ายก็เพื่อการนำไปสู่การหาวิธีป้องกันการเกิดความเสียงหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (Problems Prevention)

13.ความเสียหาย (Failure) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต หรือการบริการที่ไม่สามารถทำงานได้ตามหน้าที่ที่ได้กำหนดไว้

14.ความเสียหาย Failure-Mode หมายถึง สภาวการณ์หรืออาการที่จะก่อให้เกิดความเสียหายที่ตามมา (Failure) ซึ่งอาการผิดปกติส่วนใหญ่แล้วจะเป็นคุณลักษณะทางกายภาพ (Physical characteristics)ได้แก่ การแตกความร้อนกลิ่นไหม้การบิดเบี้ยว การรั่ว สีเพี้ยน รอยร้าว เป็นต้น และสามารถสังเกตได้โดยการใช้ประสาทสัมผัส เช่น สายตา(รั่ว สีเพี้ยน) (การสั่น)การสัมผัส (ความร้อน) และการได้กลิ่นที่ผิดปกติ (กลิ่นไหม้) ถ้าหากว่าอาการเหล่านี้(symptoms)ไม่ได้รับการแก้ไขจะส่งผลกระทบต่อชิ้นส่วน หรือระบบอื่น ๆ ทำให้เกิดการขัดข้องหรือเสียหายได้ในที่สุด ยกตัวอย่างเช่นผู้ใช้รถยนต์ได้กลิ่นไหม้(Failure Mode)

# บทที่ 2
# แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 1. การออกแบบการทดลอง (Design of Experiments)

การออกแบบการทดลอง เป็นกระบวนการวางแผนการทดลองและนำข้อมูลที่ได้จากการ ทดลองมาวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและหาข้อสรุปว่าปัจจัยนำเข้าใดมีผลต่อสิ่งให้ความสนใจในผลิตภัณฑ์หรือสิ่งที่ออกมาจากระบบโดยทั่วไปการทดลองจะถูกใช้เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกระบวนการซึ่งปัจจัยในการป้อนเข้าของกระบวนการประกอบด้วยเครื่องจักร คน วิธีการ วัตถุดิบ และทรัพยากรอื่นๆผ่านเข้าไปยังกระบวนการและปัจจัยป้อนเข้าเหล่านั้นจะเปลี่ยนรูปออกมาเป็น ผลลัพธ์

### 2. แนวทางในการออกแบบการทดลอง

2.1 การระบุปัญหา ในขั้นตอนนี้จะต้องพัฒนาแนวความคิดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของ การทดลอง หรือจะต้องหาข้อมูลอินพุตจากบุ คคลหรือหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับนิยามของปัญหา ที่มีความชัดเจนจะมีผลอย่างมากต่อความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหานั้น

2.2 เลือกปัจจัยระดับและขอบเขตในขั้นตอนนี้ต้องเลือกปัจจัยที่จะนำมาเปลี่ยนแปลงในระหว่างการทำการทดลอง กำหนดขอบเขตที่ปัจจัยเหล่านี้จะเปลี่ยนแปลง และกำหนดระดับ (Level) ที่เกิ ดขึ้นในการทดลอง ต้องพิจารณาด้วยว่าควบคุมปัจจัยเหล่านี้ ณจุดที่กำหนดได้อย่างไร และวัดผลตอบได้อย่างไร ดังนั้นต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการอย่างมากซึ่งต้องมีประสบการณ์และความรู้ทางทฤษฎี วัตถุประสงค์ของการทดลองคือการกรองปัจจัย กำหนดในระดับต่างๆ ที่ใช้ใน การทดลองมี จำนวนน้อยๆ การเลือกขอบเขตของการทดลองเลือกขอบเขตให้มีความกว้างมากๆ หมายถึงว่าขอบเขตที่ปัจจัยแต่ละตัวเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อได้เรียนรู้เพิ่มขึ้นว่า ตัวแปรใดมีความสำคัญ และระดับใดที่ทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีที่สุด อาจจะลดขอบเขตลงมาให้แคบลงได้

2.3 เลือกตัวแปรผลตอบ ตัวแปรนี้จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการที่ กำลังศึกษาอยู่บ่อยครั้งที่ค่าเฉลี่ยหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หรือทั้งคู่) ของกระบวนการจะเป็นตัวแปรผลตอบ ได้ หรือผู้ทดลองควรเลือกตัวแปรที่สามารถบอกถึงสารสนเทศของกระบวนการที่ศึกษาได้ดี

2.4 เลือกการออกแบบการทดลอง เกี่ยวข้องกับการพิจารณาขนาดของตัวอย่าง (จำนวนการทดลองซ้ำ) การเลือกลำดับที่เหมาะสมของการทดลองที่จะใช้ในการเก็บข้อมูล และการตัดสินใจว่า ควรเลือกวิธีบล็อกหรือใช้การสุ่มแบบแรนดอมไมเซชันอย่างใดอย่างหนึ่ง

2.5 ทำการทดลอง เมื่อทำการทดลองเราจะต้องติดตามดูกระบวนการทำงานอย่างระมัดระวัง เพื่อให้แน่ใจว่าการดำเนินการทุกอย่างเป็นไปตามแผน ถ้ามีอะไรผิดพลาดเกิดขึ้นเกี่ยวกับวิธีการทดลองในขั้นตอนนี้ ทำให้การทดลองที่ทำนั้นใช้ไม่ได้ ดังนั้นการวางแผนในตอนแรกมีความสำคัญอย่างมาก

2.6 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อว่าผลลัพธ์และข้อสรุปที่ เกิด ขึ้นจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง วิธีการทางสถิติที่นำมาใช้นั้นจะเป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน ข้อได้เปรียบของวิธีการทางสถิติก็คือ ทำให้ผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจมีเครื่องมือช่วยที่มีประสิทธิภาพ และนำเอาวิธีการทางสถิติมาผนวกกับความรู้ทางวิศวกรรมความรู้เกี่ยวกับกระบวนการ และสามัญสำนึกจะทำให้ ข้อสรุปที่ได้ออกมานั้นมีเหตุผลสนับสนุนและมีความน่าเชื่อถือ

2.7 สรุปและข้อเสนอแนะเมื่อได้วิเคราะห์ข้อมูลเรียบร้อยแล้วผู้ทดลองจะต้องหาสรุปในทางปฏิบัติและแนะนำแนวทางของกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในขั้นตอนนี้จะนำเอาวิธีการทางกราฟเข้ามาช่วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเราต้องการนำเสนอผลงานนี้ให้ผู้อื่นฟังนอกจากนี้ แล้วการทำการทดลองเพื่อยืนยันผล (Confirmation Testing) ควรจะทำขึ้นเพื่อที่จะตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุปที่เกิดขึ้นอีกด้วย

**3. รูปแบบของการออกแบบการทดลอง**

3.1 การทดลองปัจจัยเดียวและการวิเคราะห์การทดลอง วิธีการออกแบบและวิเคราะห์การทดลองแบบปัจจัยเดียวที่มี a ระดับของปัจจัย (หรือ a เงื่อนไข) โดยสมมุติว่าการทดลองเป็นแบบสุ่มบริบูรณ์

3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน สมมติมีระดับซึ่งแตกต่างของปัจจัยเดียวที่ต้องการเปรียบเทียบ และค่าตอบสนอง ที่ได้จากการสังเกตในแต่ละระดับเป็นตัวแปรสุ่ม ข้อมูลควรจะมีลักษณะเหมือนในตารางที่ 3 ซึ่งค่าต่าง ๆ ที่แสดงในตาราง หมายถึง ค่าสังเกตที่ j ภายใต้ระดับที่ i หรือโดยทั่วไปจะมีค่าสังเกต n ค่าภายใต้ระดับ i เราสามารถที่จะอธิบายค่าสังเกตต่าง ๆ นี้ด้วยแบบจำลองทางสถิติเชิงเส้น คือ

$$y_{ij} = \mu + \tau + \varepsilon;\ i = 1, 2 \ldots, a \text{ และ } j = 1, 2 \ldots, n \quad (2\text{-}1)$$

3.3 การวิเคราะห์แบบจำลองผลกระทบคงที่ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียวของแบบจำลองผลกระทบคงที่

3.4 การแยกย่อยของผลรวมของกำลังสอง วัดความแปรผันทั้งหมดของข้อมูล (Total Corrected Sum of Square)

3.5 ทฤษฎีของ Cochran

3.6การออกแบบการทดลองหลายปัจจัยแบบแฟคทอเรียล (Factorial Design Experiment)การทดลองศึกษาถึงผลของปัจจัย (Factor) ตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไป ในกรณีเช่นนี้ การ ออกแบบเชิงแฟคทอเรียล (Factorial Design) หมายถึง การทดลองที่พิจารณาถึงผลที่เกิดจากการ รวมกันของระดับ (Level) ของปัจจัยทั้งหมดที่เป็นไปได้ในการทดลองนั้น ตัวอย่างเช่น กรณี 2ปัจจัย ถ้าปัจจัย A ประกอบด้วย a ระดับ และปัจจัย B ประกอบด้วย b ระดับ ในการทดลอง 1ทดลองซ้ำจะประกอบด้วยการทดลองทั้งหมด ab การทดลอง และเมื่อปัจจัยที่เกี่ยวข้องถูกนำมาจัด ให้อยู่ในรูปแบบของการออกแบบเชิงแฟคทอเรียล เราจะกล่าวว่าปัจจัยนี้มีการไขว้ (Crossed) ซึ่งกัน และกัน ผลที่เกิดจากปัจจัยหนึ่งหมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผลตอบ (Response) ที่เกิด จากการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยนั้น ๆ ซึ่งเรียกว่า ผลหลัก (Main Effect) เนื่องจากว่ามัน เกี่ยวข้องกับปัจจัยเบื้องต้นของการทดลอง ( ปารเมศ ชุติมา 2545 : 1-293 )

**ทฤษฎี เกี่ยวกับวงจรจัดการ PDCA**

การปรับปรุงคุณภาพเพื่อการลดปัญหาการสูญเสียในกระบวนการผลิต นั้นเปรียบเสมือนกับการแก้ปัญหาเพื่อทำให้การทำงานที่มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผลที่ดีขึ้น ในการปรับปรุงแก้ไขจะต้องกระทำอย่างต่อเนื่องในทุกขั้นตอนของวิธีการแก้ไขปัญหา ซึ่งตามวิธีของการแก้ไขปัญหานี้ได้มีการใช้การแก้ไขปัญหาตามหลักวงจร PDCA ของ W.E. Deming

PDCA คือ วงจรการบริหารงานคุณภาพ ประกอบด้วย

P = Plan คือ การวางแผนงานจากวัตถุประสงค์ และเป้าหมายที่ได้กำหนดขึ้น

D = Do คือ การปฏิบัติตามขั้นตอนในแผนงานที่ได้เขียนไว้อย่างเป็นระบบและความต่อเนื่อง

C = Check คือ การตรวจสอบผลการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนของแผนงานว่ามีปัญหาอะไร เกิดขึ้น จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขแผนงานในขั้นตอนใด

A = Action คือ การปรับปรุงแก้ไขส่วนที่มีปัญหา หรือถ้าไม่มีปัญหาใดๆ ก็ยอมรับแนวทางการปฏิบัติตามแผนงานที่ได้ผลสำเร็จ เพื่อนำไปใช้ในการทำงานครั้งต่อไป

เมื่อได้ว่างแผนงาน (P) นำไปปฏิบัติ (D) ระหว่างการปฏิบัติก็ดำเนินการตรวจสอบ (C) พบปัญหาก็ทำการแก้ไขหรือปรับปรุง (A) การปรับปรุงก็เริ่มจากการวางแผนก่อน วนไปได้เรื่อยๆ จึงเรียกวงจร PDCA

**ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพในกระบวนการ 7 เครื่องมือ**

หลักวิธีการดังกล่าวมีอยู่ด้วยกัน 7 อย่างดังนี้

1.ใบตรวจสอบ (Check List)

2. แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

3. กราฟ (Graph)

4. แผนภูมิพาเรโต้ (Pareto Chart)

5. แผนภูมิเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

6. ฮีสโตแกรม (Histogram)

7. แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram)

1.ใบตรวจสอบ (Check List)

ใบตรวจสอบ คือ แผงผังหรือตารางที่มีการออกแบบไว้ล่วงหน้า โดยมีวัตถุประสงค์ คือ สามารถเก็บข้อมูลได้ง่ายและถูกต้อง สามารถดูและเข้าใจง่าย สามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อได้ง่าย ชนิดของใบตรวจสอบสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทตามลักษณะการใช้งานคือ

ใบตรวจสอบที่ใช้บันทึก แบ่งได้ดังนี้

1.1 ใบตรวจสอบสำหรับหัวข้อของเสียหรือข้อบกพร่อง

1.2 ใบตรวจสอบสำหรับสำรวจหาสาเหตุของการเกิดเสีย

1.3 ใบตรวจสอบสำหรับสำรวจการกระจายตัวของขบวนการผลิต

1.4 ใบตรวจสอบสำหรับตำแหน่งของเสีย

ใบตรวจสอบที่ใช้ยืนยันสภาพ ของผลิตภัณฑ์ ว่าเป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่

การสร้างใบตรวจสอบ (Check List)

1. เลือกข้อมูลที่ต้องการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. บันทึกผลของความถี่ด้วยการทำเครื่องหมาย “/”แทนการนับในแต่ละค่าของข้อมูล

ประโยชน์

1.เพื่อสามารถเก็บข้อมูลหรือตัวเลขได้ง่ายและถูกต้อง

2.เพื่อสามารถวิเคราะห์ข้อมูลหรือสถานการณ์ต่างๆ ได้ง่าย และนำไปใช้ประโยชน์ต่อการตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง

2.แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม คือ แผนภาพที่เขียนขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากข้อกำหนดทางด้านเทคนิคที่ระบุถึงคุณสมบัติหรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการผลิต เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามที่กำหนด โดยมีเส้นควบคุมคอยตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงหรือการผิดปกติที่ เกิดขึ้นในการปฏิบัติงาน เมื่อมีการผิดปกติทำให้แก้ไขได้ทันท่วงที สำหรับเส้นควบคุมมี 3 เส้นด้วยกัน คือ

2.1 เส้นควบคุมบน (Upper Control Line ; UCL) ได้จากค่ากึ่งกลางบวกกับค่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้น (3σ )ของพื้นที่โค้งปกติ (Normal Curve)

2.2 เส้นกึ่งกลาง (Central Line;CL) เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูล ได้จากผลรวมของข้อมูลหารด้วยข้อมูลทั้งหมด

2.3 เส้นควบคุมล่าง (Lower Control line;LCL) ได้จากค่ากึ่งกลางลบกับค่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (Normal Curve)

ประโยชน์

1.เพื่อแสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตมีเสถียรภาพหรือไม่

2.เพื่อแสดงให้เห็นขอบเขตในการควบคุม

3.กราฟ (Graph)

กราฟ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการแสดง หรือแปลข้อมูลให้เป็นภาพที่เห็นได้ชัดและเข้าใจง่าย อาจเป็นกราฟเส้น กราฟแท่ง หรือกราฟวงกลม เป็นต้น เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ขั้นสูงต่อไป

ประโยชน์

1.เพื่อใช้อธิบายผลหรือสิ่งต่างๆ ด้วยกราฟที่สามารถเข้าใจได้ง่ายกว่าการอธิบาย โดยใช้ข้อมูลหรือตัวเลขโดยตรง

4.แผนผังพาเรโต้ (Pareto Chart)

แผนผังพาเรโต้ คือ แผนภาพที่ใช้สำหรับตรวจสอบปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสถานที่ทำงานหรือโรงงาน เช่น จำนวนสินค้าคุณภาพไม่ดี ข้อบกพร่อง คำร้องเรียนจากลูกค้า อุบัติเหตุ เป็นต้นเพื่อดูว่าปัญหาใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดและรอง ลงไปตามลำดับ โดยนำปัญหาหรือสาเหตุ

เหล่านั้นมาจัดหมวดหมู่หรือแบ่งแยกประเภทแล้วเรียงลำดับตามความสำคัญ จากมากไปหาน้อย โดยการแสดงขนาดความสำคัญมากน้อยด้วยกราฟและแสดงค่าสะสมด้วยกราฟเส้น

ประโยชน์

1.เพื่อแสดงให้เห็นถึงลำดับความสำคัญของปัญหาต่างๆ ว่ามีมากน้อยเพียงใด เพื่อการเลือกแก้ปัญหาก่อนหลัง

2.เพื่อแสดงให้เห็นว่าแต่ละปัญหามีอัตราส่วนเท่าใดเมื่อเทียบกับทั้งหมด

5. แผนภูมิเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

แผนภูมิเหตุและผล คือ แผนภาพที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง (ผล) กับองค์ประกอบหรือสาเหตุต่างๆ (เหตุ) ที่มีผลทำให้เกิดคุณลักษณะนั้นๆ ไว้อย่างเป็นระบบ โดยรวบรวมในแผนภาพที่มีลักษณะคล้ายก้างปลา จึงเรียกกันว่า “ผังก้างปลา” และเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งแผนภูมิเหตุและผลนี้ถูกคิดขึ้นโดย ดร.อิชิกาวา หรือ บางครั้งจึงเรียกว่า แผนภาพ อิชิกาวา (Ishikawa Diagram)

องค์ประกอบ หรือ สาเหตุหลักโดยทั่วไปไม่ว่าจะอยู่ในหน่วยงานการผลิต หรือ งานสำนักงานมักใช้เหมือนกันคือ

Man = คน

Machine = เครื่องมือ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์

Material = วัตถุดิบหรือวัสดุ

Method = วิธีการทำงาน

การสร้างแผนภูมิเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

1.ชี้ลักษณะคุณภาพที่เป็นปัญหาออกมาให้ชัดเจน

2.เขียนปัญหาที่ต้องการจะแก้ไข แล้วลากเส้นราบหนา (เส้นกระดูก) จากปัญหาที่ต้องการแก้ไข

3.แบ่งสาเหตุหรือองค์ประกอบที่สำคัญออกเป็น 4-8 ข้อ จากนั้นลากเส้นก้างใหญ่เอียงเข้าหาเส้นกระดูก

4.พยายามหาสาเหตุที่ส่งผลให้เป็นสาเหตุใหญ่เขียนเป็นก้างปลา หาสาเหตุย่อยที่ส่งผลให้เป็นสาเหตุเขียนเป็นก้างเล็ก และในที่สุดหามูลเหตุที่ส่งผลให้เกิดสาเหตุย่อยเขียนเป็นก้างฝอย

5.สำรวจแผนภาพสาเหตุและผลอีกครั้งว่ามีสาเหตุอื่นๆ เพิ่มเติมอีกหรือไม่ ถ้ามีให้เติมลงไป

6.จัดลำดับความสำคัญต่างๆ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ระดมสมองร่วมกัน ใช้แผนภูมิพาเรโต้ กราฟ หรือกระทั่งเปิดอภิปรายทั่วไป

7.เติมหัวข้อที่เกี่ยวข้องลงไป เช่น ชื่อผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนการผลิต วัน เดือน ปี ที่ เขียน

ประโยชน์

1.ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนทางความคิดเห็นและประสบการณ์ที่ดีต่อกัน

2.ทำให้การประชุมเป็นไปในทิศทางที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

3.สามารถนำมาใช้กับงานทุกประเภท

4.ใช้ในการอธิบายเรื่องงานและใช้อบรมพนักงานใหม่อีกด้วย

6.ฮีสโตแกรม (Histogram)

ฮีสโตแกรม คือ กราฟแท่งชนิดหนึ่งซึ่งแสดงการกระจายความถี่ของข้อมูลที่ได้จากการวัดหรือข้อมูลที่มีค่าต่อเนื่อง (Measurement Data หรือ Indiscrete Data) เช่น ความยาว น้ำหนัก เวลา อุณหภูมิ ความแข็ง เป็นต้น เพื่อให้สามารถทำการวิเคราะห์ได้สะดวก และชัดเจนมากขึ้น

ประโยชน์

1.เพื่อให้เข้าใจถึงรูปแบบการกระจายของข้อมูลและแนวโน้ม

2.เพื่อแสดงความถี่ของสาเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามตัวแปรตัวหนึ่ง

3.เพื่อใช้เปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

7.แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram)

แผนภาพการกระจาย คือ แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการผลิต ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร ในเชิงสถิติ จึงสามารถ หาสหสัมพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรทั้งสองได้จากผังการกระจายนี้

ประโยชน์

1.เพื่อแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ

2.เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการให้ได้คุณภาพตามกำหนด

เทคนิคการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) ดำเนินการตามแนวคิดของ มูส มี 6 ขั้นตอน

1.ขั้นตอนการเลือกโครงการหรือเป้าหมาย

2. การรวบรวมข้อมูล

3. วิเคราะห์หน้าที่การทำงาน

4. สร้างสรรค์ความคิดเพื่อปรับปรุง

5.ประเมินผลความคิด ประเมินถึงความเป็นไปได้

6. ขั้นตอนการพิสูจน์ ( อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลสักดิ์ 2535 : 24-29 )

**การออกแบบการทดลองของการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์**

การใช้การทดลองของการจำลอง เป็นกระบวนการของการทำหรือการใช้โมเดลโดยการสังเกตและการวิเคราะห์ผลเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการการเลือกการออกแบบที่เหมาะสม ซึ่งทำได้

1. หาเงื่อนไขหรือขอบเขตของการทดลอง

2. วิเคราะห์ตัวแบบการทดลอง

3. เปรียบเทียบโมเดลกับการออกแบบการทดลองมาตรฐานและการเลือกการออกแบบที่ดีที่สุด

ในการออกแบบการทดลองควรออกแบบเป็นระบบซึ่งสามารถทำได้เป็น

1. การออกแบบโมเดลที่เป็นโครงสร้าง (design of the structural model)

2. การออกแบบโมเดลที่เป็นฟังก์ชั่น (design of the functional model)

3. การออกแบบโมเดลที่เป็นการทดลอง (design of the experimental model)

ซึ่งในการออกแบบควรพิจารณาเงื่อนไข

1.จำนวนของปัจจัย

2.จำนวนของระดับที่ใช้ในแต่ละปัจจัย ซึ่งมีทั้งคุณภาพหรือปริมาณหรือมีการใช้ตัวแปรคุม

3.จำนวนของการวัดของตัวแปรตอบสนอง ที่มีความสัมพันธ์หรือมีความแม่นยำหรือไม่

คราวนี้มาดูการออกแบบแต่ละแบบของโมเดล

1. การออกแบบโมเดลที่เป็นโครงสร้าง

มีเงื่อนไขที่ใช้คือ

1.1 จำนวนของปัจจัย

1.2 จำนวนระดับของแต่ละปัจจัย

ซึ่งมีตัวแบบคือ

$$N_S = (q_1)(q_2)(q_3)\ldots(q_k)$$

เมื่อ NS เป็นจำนวนของเซลล์ที่ใช้ในการทดลอง

k= จำนวนปัจจัยในการทดลอง

$q_i$ เป็นจำนวนของระดับของปัจจัยที่ i , i=1,2,3,..,k

ขั้นตอน

1.1 กำหนดปัจจัย อาจมาจากวัตถุประสงค์ของการศึกษา แล้วจำแนกเป็น

ตัวแบบตอบสนอง หรือเป็นตัวแบบที่สนใจเช่น ต้องการทำโมเดล การเก็บข่าวสารและการดึงข้อมูลข่าวสารของระบบ นอกจากนี้อาจมาจากการตัดสินใจ ตัวแปรที่เป็นตัวแปรตอบสนองซึ่งเป็นเวลาที่ใช้หรือเวลาของระบบที่จะดึงข่าวสารที่ต้องการ

1.2 ปัจจัยอะไรที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตอบสนอง

2. การออกแบบโมเดลแบบฟังก์ชัน

2.1 เป็นการหาจำนวนของเซลล์ในโครงสร้างของโมเดล เช่น มีจำนวนข้อมูลที่ไม่มีการซ้ำมากเท่าไร

2.2 โมเดลอาจจะสมบรูณ์ เมื่อเซลล์ทุกเซลล์มี 1 ตัวแปรตอบสนอง เช่น $N_f=N_S$

2.3 โมเดลอาจจะไม่สมบรูณ์ เมื่อจำนวนของการตอบสนอง ที่ใช้น้อยกว่าจำนวนของเซลล์ เช่น $N_f< N_S$

โมเดล เป็น $N= pq^k$

เมื่อ k เป็นจำนวนของปัจจัย

q เป็นจำนวนของระดับของปัจจัย

p เป็นจำนวนของการทำซ้ำ

N เป็นจำนวนของการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ ที่ใช้

3. การออกแบบโมเดลแบบการทดลอง

การออกแบบที่ง่ายที่สุดมีปัจจัยเดียวและระดับของปัจจัย สามารถเป็นแบบคุณภาพหรือปริมาณ

โมเดลเป็น $X_{ij} = \mu + T_{ij} + \in_{ij}$

เมื่อ $X_{ij}$ เป็นค่าสังเกตที่ i และบนทรีทเมนท์หรือระดับ j

$i =1,2,...,n \quad j=1,2,...,k$

เช่น $X_{42}$ เป็นค่าสังเกตที่ 4 บนระดับ 2 ของปัจจัย

$\mu$ เป็นผลของการทดลอง

$T_j$ เป็นผลของทรีทเมนท์ที่ j

$\in_{ij}$ เป็นค่าคลาดเคลื่อนแบบสุ่มของค่าสังเกตที่ i ของทรีทเมนท์ที่ j

$\in_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$ ( สันติ วิลาสศักดานนท์ 2528 : 45-48 )

**เทคนิคการควบคุมคุณภาพ (Quality Control)**

ดำเนินการตามแนวคิดของ มูส มี 6 ขั้นตอน

ขั้นตอนการเลือกโครงการหรือเป้าหมาย

การรวบรวมข้อมูล

การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน

สร้างสรรค์ความคิดเพื่อปรับปรุง

ประเมินผลความคิด ประเมินถึงความเป็นไปได้

ขั้นตอนการพิสูจน์

หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านคุณภาพ ประกอบด้วยทุกฝ่าย เช่น ฝ่ายการตลาดหากลยุทธ์ในการครองตลาด ฝ่ายออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ออกแบบให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด ฝ่ายจัดซื้อต้องจัดหาวัตถุดิบให้มีมาตรฐานของวัตถุดิบ ฝ่ายผลิตแรงงานมีการพัฒนาอบรมอยู่หรือไม่ ฝ่ายควบคุมคุณภาพต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าเป็นอย่างดีก่อนที่จะถึงมือลูกค้า ฝ่ายจัดเก็บและส่งสินค้าเมื่อมีการจัดเก็บคุณภาพของสินค้ายังคงมีคุณภาพดีเช่นเดิม

เทคนิคการวางแผนและควบคุมการผลิต (Production Planning & Control)

เทคนิคการบริหารวัสดุคงคลัง (Inventory Management) มีการดำเนินการบริหารวัสดุคงคลัง การผลิตดีมีคุณภาพ การขายต้องดีด้วย ไม่ใช่เพียงแค่เน้นลูกค้าอย่างเดียว

เทคนิคการศึกษางาน (Work Study) หลักการที่จะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ต้องเสียกำลังมากด้วยวิธีการง่ายๆ การศึกษางานจะช่วยได้ โดยจะพิจารณาจากวิธีการทำงานของพนักงานแต่ละคน ว่าทำงานดีขึ้นโดยใช้เวลาน้อยลง แต่ผลงานมากขึ้น เทคนิคศึกษางานนี้ช่วยให้นำไปสู่ผลลัพธ์ที่ดี เกิดความสำเร็จขึ้นมา มีทัศนคติที่ดี แก้ไขได้

เทคนิคการบริหารงานบำรุงรักษา (Maintainance Management) โรงงานหลายแห่งมีปัญหาเครื่องจักรเสียบ่อย เรามีวิธีการบำรุงรักษาแบบไหน มีการวางแผนล่วงหน้าหรือไม่ มีวิธีการป้องกันหรือไม่ มีการซ่อมเปลี่ยนอะไหล่เครื่องจักรเป็นไปตามคู่มือหรือไม่ คู่มือสำคัญให้เป็นไปตามการซ่อมบำรุง คนที่รับผิดชอบต้องดูแลระยะเวลาการบำรุงรักษาเป็นเรื่องสำคัญเช่นกัน ซึ่งจะไม่ทำให้แผนการผลิตเสียหาย

เทคนิคการประหยัดพลังงาน (Energy Saving) เป็นเทคนิคที่สำคัญยิ่งในการลดต้นทุน เช่น อาจจะมีการว่าจ้างที่ปรึกษาการประหยัดพลังงาน มาเขียนแผนและมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ บางครั้งอาจจะไม่ต้องลงทุน แต่ใช้จิตสำนึกแทน มีโครงการเพื่อการลดต้นทุนด้วยการประหยัดพลังงาน

**แนวความคิดด้านสถิติ ( Statistic )**

การประมาณค่าความผันแปรจากค่าวัด หมายถึงตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญมากในการวิเคราะห์ระบบการวัด คือ ค่าความผันแปรของค่าวัดของระบบการวัด ซึ่งในทางสถิติมีตัวประมาณค่าหลายตัวด้วยกัน แต่ที่ได้รับความนิยมกันมากจะเป็นตัววัดที่อยู่บนแนวความคิด 2 ประการ คือ

1. แนวความคิดด้านความแตกต่างมากที่สุดของค่าวัด หรือ พิสัย
2. แนวความคิดของความเบี่ยงเบนรอบค่าจริงของสิ่งที่ได้รับการวัด

ค่าพิสัย (Range) หมายถึง การประมาณค่าความผันแปรจากค่าวัดด้วยแนวความคิดด้านความแตกต่างมากที่สุดของค่าวัด สามารถนิยามในรูปของพิสัย ได้ดังนี้

| พิสัย (R) = ค่าวัดที่มีค่ามากที่สุด – ค่าวัดที่มีค่าน้อยที่สุด |
|---|

ด้วยแนวความคิดของพิสัยนี้จะถือว่าค่าวัดแต่ละค่าวัดจะมีค่าความผันแปรจากสาเหตุธรรมชาติเสมอ ดังนั้นความผันแปรทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากสาเหตุธรรมชาติของข้อมูลวัด จึงนิยามได้จากค่าความแตกต่างของค่าวัดที่มีค่ามากที่สุดกับค่าวัดที่มีน้อยที่สุดนี้ ตัวอย่างเช่น ในการวัดซ้ำสิ่งที่ได้รับการวัด 1 ชิ้นจำนวน 5 ครั้งภายใต้สภาวะควบคุมได้ผลว่า

9.6 , 10.5 , 10.1 , 10.2 และ 9.8

จากค่าวัดที่ได้ พบว่าข้อมูลที่มีค่ามากที่สุด และข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุด คือ 10.5 และ 9.6 โดยลำดับ ซึ่งอาจอธิบายได้ว่า

10.5 = ค่าจริง+ สาเหตุความผันแปรที่มากที่สุด

9.6 = ค่าจริง+ สาเหตุความผันแปรที่น้อยที่สุด

ดังนั้น 10.5- 9.6 = 0.9 = ความผันแปรจากสาเหตุธรรมชาติของค่าวัด

โดยปกติ ความผันแปรจากสาเหตุธรรมชาติมักจะมีรูปทรงแบบปกติหรือระฆังคว่ำ (Bell shape) ดังนั้น การประมาณค่าความผันแปรจากค่าพิสัยจึงควรดำเนินการเมื่อข้อมูลยังมิได้ฟอร์มรูปร่างแบบปกติกล่าวคือมีลักษณะแบบยูนิฟอร์ม (Uniform) ซึ่งได้มาจากการที่ข้อมูลมีจำนวนไม่มากนัก (ในอุตสาหกรรมนิยมกำหนดให้มีขนาดไม่เกิน 10 ตัว)

ค่าความเบี่ยงเบน (Deviation) หมายถึง ความผันแปรของค่าวัดในระบบการวัด จะเป็นความผันแปรรอบค่าจริง ดังนั้นค่าความผันแปรของค่าวัดอาจจะได้รับการประมาณผ่านความแตกต่างของค่าวัดจากค่าประมาณของค่าจริง ซึ่งเรียกว่า ค่าความเบี่ยงเบน

เช่น การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวระดับปัจจัย 1 2 ... j ... k

$X_{11}$ $X_{12}$ ... $X_{1j}$ ... $X_{1k}$

$X_{21}$ $X_{22}$ ... $X_{2j}$ ... $X_{2k}$

:

ค่าเฉลี่ย $X_{i1}$ $X_{i2}$ .... $X_{ij}$ ... $X_{ik}$

$X_{.1}$ $X_{.2}$ .... $X_{.j}$ ... $X_{.k}$

นอกจากนี้ถ้าในระดับทั้งหมดของ 1 ปัจจัยเป็นการนำมารวมระดับทั้งหมดเข้าไปในการทดลอง จะเรียกว่าเป็นแบบการทดลองแฟคทอเรียล

| การทดลอง 1 | | การทดลอง 2 | |
|---|---|---|---|
| $A_1$ | $A_2$ | $B_1$ | $B_2$ |
| X | X | X | X |
| X | X | X | X |
| X | X | X | X |
| X | X | | |
| X | X | | |
| X | X | | |
| X | X | | |
| X | X | | |
| X | X | | |

| ANOVA | |
|---|---|
| SOURCE | df |
| Between level | 1 |
| Within levels | 14 |
| | 15 |

ออกแบบแฟคทอเรียลของปัจจัย 2 ปัจจัย , 2 ระดับ

| | $A_1$ | $A_2$ |
|---|---|---|
| $B_1$ | XXXX | XXXX |
| $B_2$ | XXXX | XXXX |

ANOVA

| Source | df |
|---|---|
| A effect | 1 |
| B effect | 1 |
| AB interaction | 1 |
| Error | 12 |
| | 15 |

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ ( 2545) กล่าวถึง เทคนิคการประยุกต์ทางสถิติ อาจมีชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไป อาทิ การออกแบบทดลอง ( Design of Experiment : DOE ) การควบคุมกระบวนการโดยอาศัยสถิติ ( Statistical Process Control : SPC ) การควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ ( Acceptance Quality Control : AQC ) การออกแบบที่มั่นคงของทากุชิ ( Taguchi Robust Design ) เทคนิค 7 ประการของคุณภาพ ( 7 QC Tools ) เป็นต้น โดยเทคนิคพยายามสื่อถึงการประยุกต์สถิติในงานนั้นๆเท่านั้น แต่แท้จริงล้วนมาจากรากฐานเดียวกันทั้งสิ้น

เจริญ วัชระรังสี (2543) กล่าวถึง แนวคิดของการควบคุมคุณภาพที่ถูกต้องแล้ว ยังต้องมีระบบมาตรฐานสินค้า เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย บางระบบบริหารงานคุณภาพอาจเกิดความสับสนระหว่างมาตรฐานสากลกับระบบที่องค์กรประยุกต์ขึ้น มักจะคิดเสมอว่าเป็นระบบเดียวกันในวงการอุตสาหกรรม การทำมาตรฐานคือ การควบคุมคุณภาพ และ การควบคุมคุณภาพ คือการทำมาตรฐานเหล่านี้ล้วนเป็นตัวหน่วงเหนี่ยวการพัฒนาด้านการควบคุมคุณภาพทั้งนั้น

วรินทร์ สุขเจริญและบุนนาค รัตนากร(2535) การพัฒนางานด้วยกลุ่มคุณภาพ กล่าวคือการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์โดยยึดหลักของการตรวจสอบนั้นมีมาตั้งแต่สมัยโบราณแล้ว แต่ในปัจจุบันจะอาศัยการตรวจสอบแต่เพียงอย่างเดียวไม่ได้อีกต่อไปแล้ว เนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่ประหยัด ดังนั้นจึงมีการนำวิธีการด้านสถิติเข้ามาใช้แทนและเป็นวิธีที่ประหยัดและสามารถตอบได้ทุกเหตุผล

ธีรชัย โรจนพิสุทธิ์(2544) กลยุทธ์การควบคุมต้นทุนการผลิตหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านคุณภาพ ประกอบด้วยทุกฝ่าย เช่น /ฝ่ายการตลาดหากลยุทธ์ในการครองตลาด / ฝ่ายออกแบบ

และพัฒนาผลิตภัณฑ์ออกแบบให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด / ฝ่ายจัดซื้อต้องจัดหาวัตถุดิบให้มีมาตรฐานของวัตถุดิบ / ฝ่ายผลิตแรงงานมีการพัฒนาอบรมอยู่หรือไม่ / ฝ่ายควบคุมคุณภาพต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าเป็นอย่างดีก่อนที่จะถึงมือลูกค้า / ฝ่ายจัดเก็บและส่งสินค้าเมื่อมีการจัดเก็บคุณภาพของสินค้ายังคงมีคุณภาพดีเช่นเดิม

เสรี ยูนิพันธ์ และ คณะ (2522) กล่าวถึง เทคนิคการควบคุมคุณภาพกับการจัดการอุตสาหกรรมเป็นสิ่งที่แยกออกจากกันได้ยาก รวมถึงบุคลากรที่ทำหน้าที่ด้านคุณภาพ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้ด้านการควบคุมคุณภาพ อย่างมีหลักการและเหตุผล จึงจะสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ และ ผลิตภัณฑ์ขององค์กร จะมีคุณภาพที่ดีเป็นไปตามความพึงพอใจของลูกค้า

อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลสักดิ์ ( 2535) กล่าวถึง แนวคิดของการควบคุมคุณภาพ หลักเบื้องต้นทางสถิติใช้ในการควบคุมคุณภาพ เน้นถึงการนำวิชาสถิติประยุกต์กับการควบคุมคุณภาพ การสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพต่างๆและหลักความน่าจะเป็น ล้วนเป็นองค์ความรู้สำหรับการควบคุมคุณภาพ การสร้างแผนภูมิคุณภาพจากการตรวจสอบลักษณะ และ การตัดสินใจบางประการในการใช้ระดับคุณภาพ เพื่อการยอมรับ (AQL) เป็นมาตรฐานคุณภาพ เทคนิคการควบคุมคุณภาพสมัยใหม่ที่เรียกว่า กลุ่มย่อยควบคุมคุณภาพ (QC circle)

(วารสารกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม 2545 ) การใช้สถิติควบคุมคุณภาพเบื้องต้น กิจกรรมคุณภาพ จะใช้ข้อมูลเชิงสถิติเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการ เนื่องจากกิจกรรมคุณภาพจะเน้นการบริหารด้วยข้อเท็จจริง (Management By Facts) มากกว่าการบริหารด้วยความรู้สึก (Management By Feeling) หลักเกณฑ์ในการใช้สถิติเป็นตัวชี้วัดผลการดำเนินงาน (Key Performance Indicators) อาจจะมีหลายตัวด้วยกัน อาทิ ผลิตภัณฑ์ (Product) หรือการให้บริการ (Services) คุณภาพ (Quality) ต้นทุน (Cost) การส่งมอบสินค้าหรือบริการให้กับลูกค้าต้องตรงเวลาหรือตามเวลาที่นัดหมายไว้ (Delivery) สินค้าหรือบริการ ต้องมีความปลอดภัยและไม่ทำลายสุขอนามัยต่อผู้ใช้งาน (End Users) รวมทั้งทำให้ลูกค้าและพนักงานมีขวัญและกำลังใจที่ดีต่อผลิตภัณฑ์และการให้บริการ (Morale) ซึ่งแต่ละตัวชี้วัดจะกำหนดเป็นตัวเลขเพื่อวัดประสิทธิภาพของการดำเนินงานนำผลการดำเนินงานไปเปรียบเทียบ (Benchmarking) กับองค์การอื่น ๆ ว่าผลการดำเนินงานของเราอยู่ในตำแหน่งระดับใด (Position Ranking) เราควรจะปรับปรุง (Improvement) ในส่วนใดบ้างโดยดูจากตัวชี้วัดที่กล่าวไว้ข้างต้น หากหน่วยงานของเรามีจุดอ่อน (Weakness) ด้านใดด้านหนึ่ง เราควรจะนำเอาจุดอ่อนมาปรับให้เป็นจุดแข็ง (Strength) ส่วน

จุดแข็งที่มีอยู่ให้คงรักษาไว้หรือทำให้ดียิ่งๆ ขึ้นไปอีกทำให้เรารู้เขารู้เรา รบร้อยครั้งชนะร้อยครั้ง (ปรัชญาของซุนหวู่) กล่าวคือ เรารู้ว่าภายในของเราเป็นอย่างไร เราควรจะปรับกลยุทธ์หรือแนวทางในการบริหารการจัดการอย่างไร นอกจากนี้เราต้องคำนึงถึงปัจจัยภายนอกด้วย เช่น ข้อจำกัด (Threat) และโอกาส (Opportunity) ว่ามีกฎระเบียบอะไรเป็นข้อจำกัดและหากเราผลิตหรือให้การบริการในช่วงเวลานี้ เรามีโอกาสสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน (Competitive Advantage) หรือไม่ หากไม่มีโอกาสหรือมีข้อจำกัดมาก เราไม่ควรเสี่ยงทำเพราะจะทำให้เกิดวิกฤต (Crisis) ได้ง่าย ฉะนั้นการจัดทำแผนกลยุทธ์ (Strategic Planning) ที่ดี จึงควรพิจารณาจาก SWOT (Strength , Weakness , Opportunity , Threat) เป็นหลักสำคัญ อย่างไรก็ตามแผนกลยุทธ์จะไม่สามารถทำได้เนื่องจากแผนกลยุทธ์ส่วนใหญ่จะเป็นแผนระยะกลาง (Medium | term Planning) หรือแผนระยะยาว (Long | term Planning) ทำให้องค์การจำเป็นต้องจัดลำดับความสำคัญของแผน (Set Priority) ว่าจะทำแผนกลยุทธ์อะไรก่อน | หลัง โดยอาจจะดูจากรายได้ ความต้องการของลูกค้า ลำดับที่ของการดำเนินงานทางธุรกิจ เป็นต้น ซึ่งตรงจุดนี้ต้องมีข้อมูลเป็นตัวชี้วัด เมื่อจัดลำดับความสำคัญของแผนกลยุทธ์ได้แล้วจึงจะมาพิจารณาว่าปีนี้เราควรจะมีแนวทางในการดำเนินงานอย่างไร (กำหนดนโยบาย) จากนั้นให้นำนโยบายและแผนกลยุทธ์ไปแตกเป็นแผนงานโครงการ งานและกิจกรรมต่างๆ (Policy Deployment) ก่อนที่จะจัดสรรงบประมาณลงไป (Allocation) ในแต่ละโครงการหรืองานและกิจกรรมต่างๆ ต่อไป สำหรับงบประมาณ (Budgeting) โดยหลักการแล้วจะเป็นตัวควบคุม(Control) การใช้เงินว่าเป็นไปตามวัตประสงค์หรือเป้าหมาย (Objective or target) หรือไม่ ซึ่งเท่ากับว่าเราใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดมีประสิทธิภาพเพียงใด สำหรับตัวชี้วัดในระดับปฏิบัติ (Micro level) จะมีการนำเอาเกณฑ์ค่าสถิติย้อนหลังมาพิจารณาดูว่าเราควรจะกำหนดหรือตั้งเป้าหมายอยู่ในเกณฑ์ใด การตั้งเป้าหมายในระดับปฏิบัติจะให้ผู้ปฏิบัติมีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายเสนอผู้บริหารเพื่อพิจารณาและเจรจาต่อรองกับผู้ปฏิบัติโดยคำนึงถึง ความเป็นไปได้ (Possibility) ความรุนแรง (Severity) ความถี่ (Frequency) ที่เกิดขึ้น เพื่อปรับเป้าหมายและวิธีการดำเนินงานให้สอดคล้องตามความเป็นจริง

ปัณณธร เจียรธราวาณิช ( 2548 ) ทำการสำรวจปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตวอยซ์คอยล์ และ สืบค้นจำแนก และเรียงลำดับที่มาของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียภายในกระบวนการผลิต เพื่อหาแนวทางในการลดของเสียโดยใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง ( 7 QC Tools ) มาเป็นเทคนิคในการดำเนินงานของกลุ่มงาน QCC. และใช้เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมมากำหนดมูลค่าต่างๆของการดำเนินงาน

สมมาตร สุพานิชวิทธิ์ (2527) บทความนี้ได้เสนอแนวทางของเทคนิคในการลดต้นทุนของอุตสาหกรรม และได้กล่าวถึงเทคนิคที่จะนำไปใช้นั้นว่าจะแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมอุตสาหกรรมแต่ละแห่ง ถึงแม้จะเป็นอุตสาหกรรมประเภทเดียวกันก็ตาม ก็ควรดัดแปลงใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์เฉพาะตัว แนวทางในการลดต้นทุนนี้ใช้ประสบการณ์ของผู้เขียนเป็นเกณฑ์ โดยเสนอแนวทางในการลดต้นทุนในปัจจัยสำคัญ 3 ประการ คือ 1.วัตถุดิบ (Material) 2.แรงงาน (Man) 3.เครื่องจักร (Machine) โดยมีการจัดการ (Management) เป็นตัวประสานให้ปัจจัยทั้ง 3 ทำงานหรือถูกใช้ไปอย่างสอดคล้องกัน

สันติ วิลาสศักดานนท์ (2528) ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพเพื่อลดต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป ด้วยการเสนอระบบการควบคุมคุณภาพ โดยใช้ระบบการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) พร้อมทั้งแนวทางการรายงานผลควบคุมโดยใช้แรงงานต่างๆ จากการศึกษาพบปัญหาหลักในการนำระบบควบคุมคุณภาพไปใช้คือ การขาดความร่วมมือการไม่ยอมรับจากผู้ปฏิบัติงาน และปัญหาคุณภาพวัตถุดิบไม่มีข้อกำหนดมาตรฐานที่ชัดเจนทำให้ยากต่อการตัดสินใจของหน่วยควบคุมคุณภาพ ปัญหาดังกล่าวต้องปรับปรุงแก้ไขโดยกำหนดมาตรฐานการผลิตและคู่มือปฏิบัติงานเหตุและผล รวมทั้งได้อธิบายขั้นตอนในการจัดระบบควบคุมคุณภาพซึ่งวิธีการต่างๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริงในโรงงานได้ง่าย

# บทที่ 3
# วิธีวิจัย

การออกแบบการทดลองเพื่อแก้ไขปัญหาของเสียจากสายพานการผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ เป็นการตรวจสอบแม่พิมพ์และวิธีการควบคุมการฉีดชิ้นงานพลาสติก เพื่อลดปัญหาการสูญเสียชิ้นงานพลาสติกจากการฉีด โดยใช้ระเบียบการวิจัยเชิงสำรวจและวิธีวิจัยในเชิงเอกสาร โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 7 ส่วน ดังนี้

**ประชากรที่ใช้ในการทำวิจัย**

1. ชิ้นส่วนพลาสติกที่เสียจากการฉีดภายในหน่วยงานผลิตของหน่วยงานที่ฉีดพลาสติก
2. ชิ้นส่วนพลาสติกของรถจักรยานยนต์รุ่นที่ส่งขายต่างประเทศ (MODEL-KTYG)

**กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มชิ้นงานที่เป็นปัญหาเสียจากการพ่นสี และ หลังการฉีด ในหน่วยงานฉีดพลาสติกและหน่วยงานพ่นสี ฝ่ายพ่นสีและฉีดพลาสติก ส่วนการผลิตรถจักรยานยนต์ บริษัทไทยฮอนด้าแมนูแฟคเจอริ่งจำกัด

**ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย**

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. ข้อมูลปฐมภูมิ ทำการรวบรวมข้อมูลของเสียจากการงานพ่นสี และ หน่วยงานฉีดพลาสติกภายในบริษัทไทยฮอนด้าๆ

2.ข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งหาได้จาก ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานฉีดพลาสติกรายงานสรุปข้อมูลสถิติการสูญเสียในแต่ละเดือนของกระบวนการฉีดพลาสติกรายงานสรุปผลการตรวจสอบในแต่ละเดือนของหน่วยตรวจสอบและการควบคุมทางสถิติด้วยการประมวลผลจากคอมพิวเตอร์

**เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย**

1. แบบฟอร์มกิจกรรมของกลุ่มคุณภาพเพื่อใช้ประเมินด้วยเครื่องมือ 7 QC TOOL
2. เครื่องมือคุณภาพ ( 7 QC Tools )
3. คอมพิวเตอร์กับโปรแกรมประมวลผลทางสถิติ MINITAB R-14
4. โปรแกรมประมวลผลการวิเคราะห์การไหลของพลาสติก ( MOLDFLOW )
5. เครื่องตรวจวัดสภาพความเรียบผิวชิ้นงาน (CONTOURING SERFACE M/C)

**การเก็บรวบรวมข้อมูล**

1. ข้อมูลที่รวบรวมโดยการเก็บข้อมูลของเสียจากสภาพปัจจุบันของสายงานฉีดพลาสติก โดยขั้นตอนการฉีดชิ้นงานพลาสติก มีดังนี้

1.1 ขั้นตอนการรับวัตถุดิบ( ABS )
1.2 ขั้นตอนการอบเม็ดพลาสติก( Bake & Dry Mat )
1.3 ขั้นตอนการผสมสีอัตโนมัติ (Master Batch Machine)
1.4 ขั้นตอนการผสม (Mixed Mat)
1.5 ขั้นตอนการตรวจสอบปรับสภาพเงื่อนไขเครื่องจักร(Machine Condition check )
1.6 ขั้นตอนการฉีดไล่อากาศ (Plerge Injection Airvent )
1.7 การฉีดชิ้นงาน (Part Injection )
1.8 ขั้นตอนการจับชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ( Robot Part Remove )
1.9 ขั้นตอนการตัดเกทชิ้นงาน ( Gate-cut )
1.10 ขั้นตอนการตกแต่งชิ้นงานตามขอบเพื่อความสวยงาม ( Finishing Part )
1.11 ขั้นตอนการตรวจสอบสภาพผิวชิ้นงาน ( Inspection Part )
1.12 ขั้นตอนการจัดเก็บชิ้นงานใส่รถ ( Storage Part )
1.13 ขั้นตอนการเขียนใบกำกับชิ้นงาน ( Tag Sheet )
1.14 ขั้นตอนการจัดส่งแผนกถัดไป ( Delivery Part )

กระบวนการและขั้นตอนการฉีดพลาสติก

ภาพที่ 1 กระบวนการตรวจรับเม็ดพลาสติก

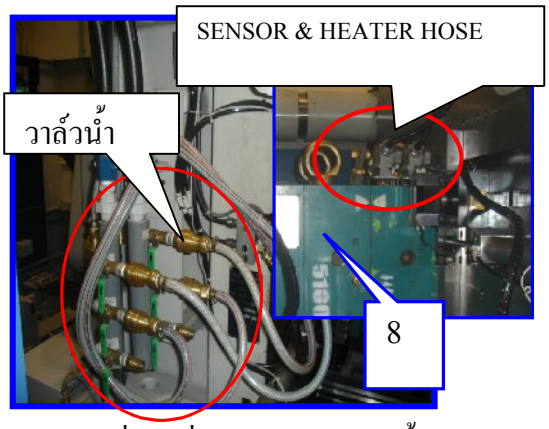
ภาพที่ 2 การบรรจุเม็ดพลาสติกลงถัง

ภาพที่ 3 การอบเม็ดพลาสติก

ภาพที่ 4 เครื่องควบคุมการผสมสีเม็ดพลาสติก

แผงควบคุมเครื่องฉีด

ภาพที่ 5 กระบวนเตรียมการก่อนเริ่มทำการฉีดชิ้นงาน




ภาพที่ 6 เครื่องกำลังทำการฉีดชิ้นงาน

ภาพที่ 7 ทำการตกแต่งชิ้นงาน

ภาพที่ 8 ชิ้นงานที่ฉีดสำเร็จรูปแล้วนำไปกระบวนการพ่นสีต่อไป

และจากกระบวนการที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น มีส่วนที่เป็นปัจจัยของสาเหตุที่อาจจะทำให้เกิดปัญหาการสูญเสียของ ชิ้นงานพลาสติกเป็นรอยได้ทุกกระบวนการหากในแต่ละกระบวนการไม่ได้ทำการปฏิบัติงานตามข้อกำหนด หรือข้อกำหนดที่ใช้อยู่เดิมไม่เหมาะสมกับสภาพการปฏิบัติงานจริง ณ ปัจจุบัน

ดังนั้นงานวิจัย จึงใช้ความคิดที่จะนำเอาวิธีการออกแบบการทดลองเข้ามาดำเนินการควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตให้ได้ตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้

2. รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการพ่นสีชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์

2.1 การแขวนชิ้นงานเข้ากับไม้แขวน เงื่อนไข : จำนวนที่แขวนต่อ 1ไม้แขวน จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิด และขนาดของชิ้นงาน ตามที่ฝ่ายวิศวกรรมการผลิตเป็นผู้กำหนด

2.2 การล้างทำความสะอาดผิวของชิ้นงาน เพื่อทำการกำจัดไขมันและคราบน้ำมันที่ติดอยู่บนผิวออกให้หมดน้ำยาที่ใช้ล้าง จะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิเพื่อประสิทธิภาพในการทำความสะอาด

2.3 การเป่าลมเช็ดทำความสะอาดชิ้นงาน เพื่อขจัดฝุ่นผงออกจากชิ้นงานให้หมด สำหรับชิ้นงานพลาสติก จะใช้น้ำยาพิเศษชุบผ้านุ่ม เช็ดถูชิ้นงานเพื่อกำจัดไฟฟ้าสถิตในชิ้นงานพลาสติก

2.4 การพ่นสี พนักงานจะใช้ปืนพ่นสีสำหรับการพ่นสีรองพื้นและสีจริง แต่จะใช้เครื่องพ่นสีอัตโนมัติสำหรับชิ้นส่วนเหล็ก

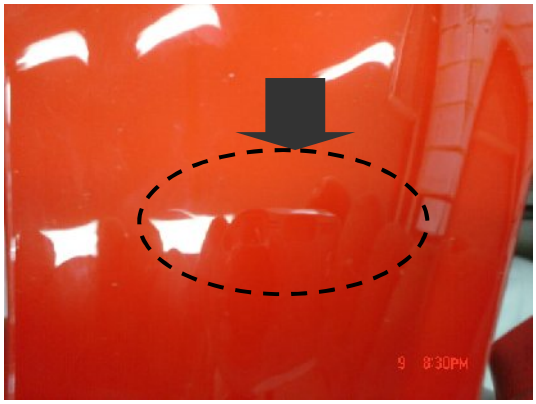
2.5 การตรวจสอบคุณภาพ ตรวจสอบคุณภาพหลังจากชิ้นงานผ่านออกมาจากห้องอบสี

2.6 การติดสติกเกอร์ เพื่อความสวยงาม และความคงทนของสีผิว และทำการตรวจสอบคุณภาพขั้นสุดท้าย

2.7 การจัดส่ง ชิ้นส่วนทุกชิ้นเมื่อเสร็จสิ้นจากกระบวนการพ่นสีแล้วจะถูกนำส่งไปยังหน่วยงานประกอบรถสำเร็จรูป

จากการวิเคราะห์สภาพของระบบการผลิตภายในหน่วยงานฉีดพลาสติกและพ่นสีภายในโรงงานผลิตรถจักรยานยนต์ที่เข้าไปกรณีศึกษาโดยทำการวิเคราะห์ปัญหาในแต่ละสาเหตุดังต่อไปนี้

1. ปัญหาชิ้นงานพ่นสีออกมาแล้วเป็นรอยทั้งหมดทุกชิ้น



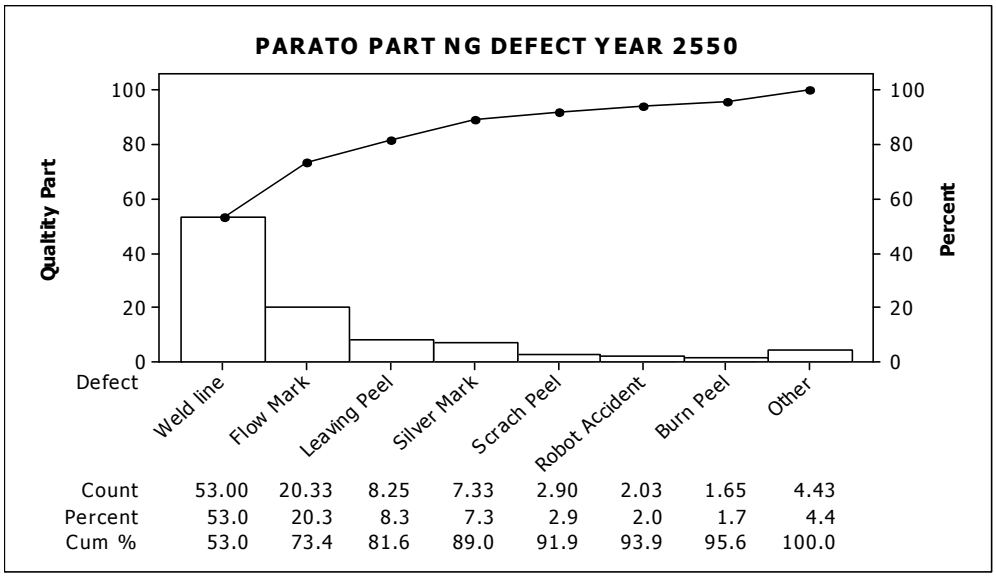
ภาพที่ 9 ตัวอย่างชิ้นงานพลาสติกเมื่อพ่นสีเคลือบแล้วเกิดรอยที่เห็นได้ชัด

จากภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นบนผิวชิ้นงาน คือเป็นรอยเส้นโค้งสั้นๆอย่างเห็นได้ชัดที่ผิวชิ้นงานที่ผ่านการเคลือบสีมาแล้ว และ รูปทรงของรอยที่เกิดขึ้นก็ไม่คงที่ด้วยแต่ภาพรวมของรอยนั้นจะเกิดบริเวณใกล้เคียงกัน ทางกลุ่มจึงรับปัญหามาทำการวิเคราะห์ หาสาเหตุที่มาของรอยที่เกิดบนผิวชิ้นงานว่า มีองค์ประกอบใดบ้าง ที่ส่งผลให้เกิดรอยบนผิวชิ้นงาน และ หาวิธีการมาวิเคราะห์หาสาเหตุเบื้องต้น โดยเริ่มจากการระดมความคิดเห็นภายในกลุ่มที่จะดำเนินการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จากการอาศัยแผนภูมิหาเหตุและผล เป็นเครื่องมือที่ใช้เริ่มทำการวิเคราะห์โดยให้ผู้ที่มีส่วนภายในกลุ่มแก้ปัญหาคุณภาพ ค่อยๆ ออกความคิดเห็นของแต่ละคนโดยที่จะมีเลขาของกลุ่มเป็นคนจดบันทึกรายละเอียดของความคิดเห็นของแต่ละคน เพื่อนำความคิดทั้งหมดมาให้คะแนนโดยอาศัยหลักของความรุนแรงของปัญหาที่นำทำการวิเคราะห์ถึง เหตุต่างๆที่มีความเป็นไปได้ของปัญหาที่เกิดขึ้นในงานผลิต

เมื่อนำชิ้นงานที่ยังไม่พ่นสีมาพิจารณาแล้ว พบว่า ชิ้นงานเกิดรอยประสานตั้งแต่ทำการฉีดออกมาจากแม่พิมพ์แล้ว สังเกตตามภาพดังนี้

ภาพที่ 10 ชิ้นงานที่ฉีดใหม่นำมาตรวจวัดความลึกรอยแนวประสานของเนื้อพลาสติกที่แห้งตัว

ทำการศึกษาข้อมูลอัตราของเสียของปี พ.ศ.2550 พบว่า ทางแผนกฉีดพลาสติกไม่สามารถทำให้บรรลุตามเป้าหมาย ในเรื่องการสูญเสียชิ้นงานจากกระบวนการฉีดพลาสติกโดยภาพรวมต้องไม่เกิน 2% ต่อเดือน(รวมทุกรุ่นที่ฉีดภายในโรงงาน) ซึ่งลักษณะและปริมาณของการสูญเสียจากการผลิตนั้นสามารถจำแนกได้ดัง กราฟพาเรโต้แสดงลำดับและเปอร์เซ็นต์ ของลักษณะอาการเสีย ของชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์รุ่น KTYG ในปี พ.ศ.2550 ได้ดังนี้




แผนภูมิที่ 3 แสดงแผนภูมิกราฟพาเรโต้สาเหตุต่างๆที่ชิ้นงานเสีย

ทำความเข้าใจกับปัญหาแนวประสานของพลาสติก(Weld line)

คือ พลาสติกเหลวที่ไหลแยกกันตามการออกแบบจัดวางเกทเพื่อเป็นทางเข้าของน้ำพลาสติกเหลวที่ไหลมาบรรจบกัน และพื้นที่ตรงนั้นอุณหภูมิเย็นตัวก่อนจุดอื่นๆ ผลทำให้แนวประสานกันของพลาสติกไม่สามารถซึมเป็นเนื้อเดียวกันได้ จึงเกิดเป็นรอยของแนวประสานกันของเนื้อพลาสติกตามที่เห็นดังภาพ

ภาพที่ 11 รอยแนวประสานกันของพลาสติกเมื่อถูกเคลือบด้วยสี

ดังนั้นทางกลุ่มจึงต้องทำการปรับค่าการฉีดเพื่อให้เกิดการลดรอยประสานกันของเนื้อพลาสติกให้เหลือรอยน้อยที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้

จากข้อมูลจากการวิเคราะห์แนวโน้มของปัญหาชิ้นงานพลาสติกเกิดรอยประสาน สันนิษฐานว่าน่าจะเกิดจาก 4 ปัจจัยหลัก ที่ส่งผลกระทบทำให้เกิดปัญหาชิ้นงานพลาสติกเกิดรอยประสานที่เห็นชัดเจน ดังนี้

สาเหตุจากการที่เกิดรอยประสานและแนวทางที่จะแก้ไข

เป็นจุดที่พลาสติกไหลแยกมากกว่า 2 กระแสมาบรรจบกันในขณะที่อุณหภูมิ ณ.ที่จุดตรงนั้นต่ำเกินไป เช่นตั้งค่าประสิทธิภาพการฉีดไม่ดีพอมีอุปสรรคในการไหลของพลาสติกที่เกิดจากการออกแบบแม่พิมพ์มาไม่ดีพอ

สรุปโดยภาพรวมของสาเหตุที่ทำให้เป็นปัญหามี 4 ปัจจัย ดังนี้

1. แรงดันที่ใช้ในขั้นตอนการฉีดพลาสติก ( PRESSURE )
2. อุณหภูมิที่ใช้ในขั้นตอนการฉีดพลาสติก ( TEMPERATURE )
3. ความเร็วที่ใช้ในขั้นตอนการฉีดพลาสติก ( SPEED )
4. Time (เวลาที่ใช้ในขั้นตอนการฉีดพลาสติก ( CYCLE TIME )

โดยเงื่อนไขที่จะทำการทดลองแก้ไขงานฉีดดังนี้

เพิ่มอุณหภูมิท่อฉีด

เพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์

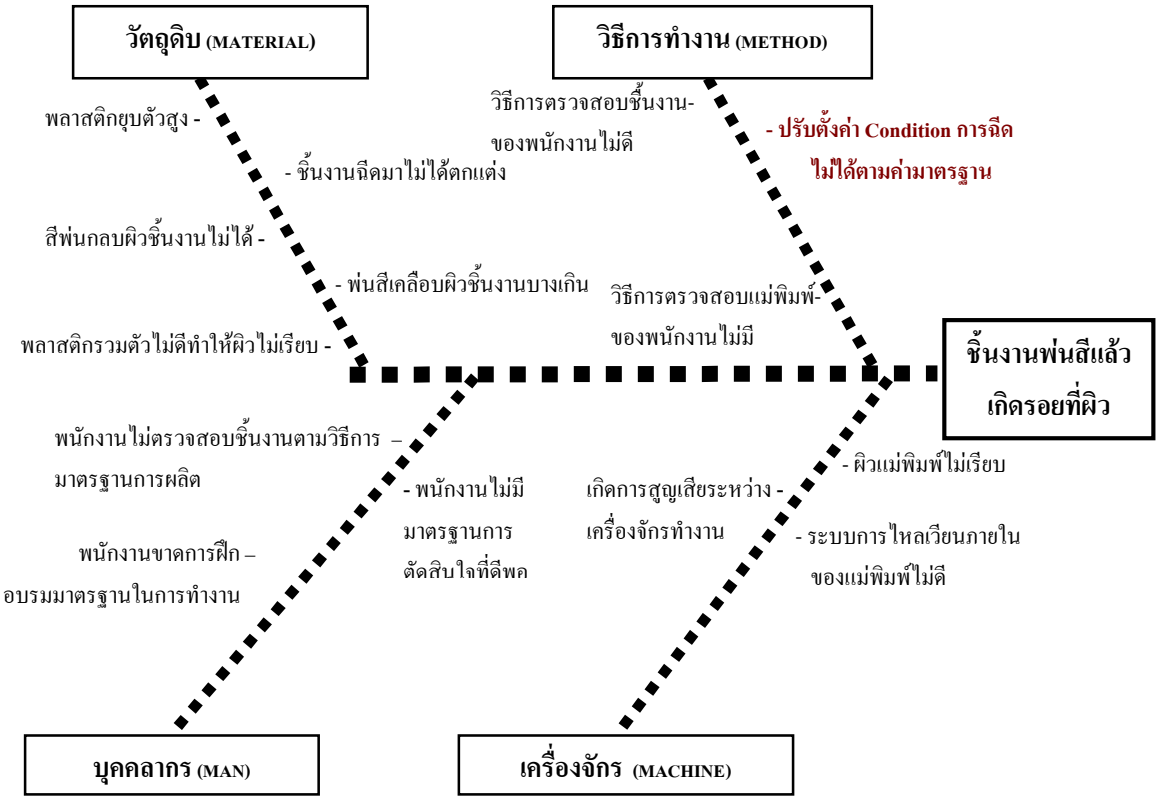
เพิ่มความเร็วการฉีด

เพิ่มเวลาการฉีดให้ยาวขึ้น

เพิ่มปริมาณฉีดมากขึ้น

ใช้สารหล่อลื่นน้อยลง ( SILICON SPRAY )

จากแผนภูมิที่ 8 ก้างปลาแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดปัญหาผิวสีของชิ้นงานเป็นรอย ของกลุ่มบริหารงานคุณภาพกลุ่มตรวจสอบย่อย แล้วนำมาทำการวิเคราะห์ปัญหาในภาพกว้างๆโดยที่ ปัญหาทั้งหมดที่อาจจะส่งผลเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อชิ้นงาน ที่ทำให้เกิดปัญหาผิวสีที่เคลือบชิ้นงานเป็นรอย ในทุกๆด้านทั้ง เครื่องจักร วิธีการทำงาน พนักงาน วัตถุดิบ (4M) ซึ่งมีแนวทางในการวิเคราะห์และแก้ไข ดังต่อไปนี้




แผนภูมิที่ 4 ก้างปลาแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดผิวชิ้นงานพ่นสีแล้วเห็นรอย

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุเบื้องต้นจากผังก้างปลาเพื่อที่จะทำการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการเสียของชิ้นงานในกรรมวิธีการฉีดชิ้นงานพลาสติก โดยได้ทำการประเมินจากตารางINPUT-4M ดังนี้

ตารางที่ 2 ตารางสรุปภาพรวมในการที่จะทำการประเมินปัญหาจากปัจจัย INPUT-4M

| MAIN 4 M | สาเหตุที่เป็นไปได้ | วิธีการแก้ไข |
|---|---|---|
| พนักงาน (MAN) | 1. พนักงานตรวจสอบชิ้นงานไม่ได้ตามมาตรฐานวิธีกาตรวจสอบ<br>2. พนักงานขาดการฝึกอบรมมาตรฐานในการทำงาน | 1.1 จัดทำมาตรฐานชิ้นงานตัวอย่างเทียบเคียงในการตรวจเช็ค<br>2.1 จัดทำแผนและทำการฝึกอบรมในรุ่นใหม่ๆที่จะทำการผลิตภายในโรงงาน |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| MAIN 4 M | สาเหตุที่เป็นไปได้ | วิธีการแก้ไข |
|---|---|---|
| **วิธีการ (METHOD)** | 1. วิธีการตรวจสอบชิ้นงานไม่ได้มาตรฐาน<br>2. ไม่มีวิธีการตรวจสอบแม่พิมพ์ที่ละเอียดพอ<br>**3. การปรับค่าการฉีดของเครื่องฉีดไม่ได้มาตรฐาน** | 1.1 จัดทำ OP สำหรับกำหนดวิธีการตรวจสอบชิ้นงาน<br>2.1 สร้างแบบฟอร์มตรวจสอบแม่พิมพ์ก่อนการใช้งานแม่พิมพ์<br>**3.1 กำหนดการปรับค่าการฉีดที่แม่นยำโดยอาศัยค่าตัวแปรร่วมต่างๆ** |
| วัตถุดิบ (MATERIAL) | 1. พลาสติกยุบตัวมากเกินไป<br>2. พลาสติกรวมตัวไม่ดีทำให้ผิวไม่เรียบ<br>3. ชิ้นงานฉีดมาไม่แต่งผิวก่อนพ่นสี<br>4. พ่นสีเคลือบผิวชิ้นงานบางเกิน<br>5. สีไม่สามารถกลบผิวชิ้นงานได้ | 1.1 ตรวจสอบคุณสมบัติพลาสติกก่อนใช้งาน<br>2.1 ตรวจเช็คความบกพร่องของเครื่องจักร<br>3.1 กำหนดการแต่งผิวชิ้นงานก่อนส่งชิ้นงาน<br>4.1 กำหนดความหนาของการพ่นสีชิ้นงาน<br>5.1 ตรวจสอบความหนืดของสีที่พ่นชิ้นงาน |
| **เครื่องจักร (MACHINE)** | 1. ผิวแม่พิมพ์ไม่เรียบ<br>**2. ระบบการไหลเวียนแม่พิมพ์ไม่ดี**<br>3. เกิดการสูญเสียระหว่างเครื่องจักรทำงาน | **1.1 ทำการตรวจสอบสภาพผิวของแม่พิมพ์**<br>**2.1 ตรวจสอบและวิเคราะห์การไหล**<br>3.1 ตรวจสอบระบบทำงานเครื่องจักร |

จากข้อมูลในตารางประเมินปัญหา และ แนวทางการแก้ไขจะเห็นได้ว่ามีอยู่ 2 ข้อคือ 1. ด้านวิธีการ(MATHOD)ที่เกี่ยวข้องคือ การปรับค่าการฉีด(Condition Injection)ไม่คงที่ 2. ด้านเครื่องจักรและอุปกรณ์(MACHINE)ที่เกี่ยวข้องคือ การไหลเวียนของอากาศภายในแม่พิมพ์ ที่ทำการสรุปไว้ เพื่อเป็นการวิเคราะห์ แนวโน้มของการเกิดปัญหาหลังจากการฉีดชิ้นงาน และระดับความรุนแรงของปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาสภาพผิวสีเคลือบชิ้นงานเป็นรอยตรงจุดดังกล่าวต่อไป

**ตรวจสอบจากข้อบกพร่องของงานฉีดพลาสติก**

สามารถทำการสรุปสาเหตุกับผลกระทบของงานฉีดพลาสติกและการเกิดปัญหาที่ชิ้นงานพลาสติกโดยทั่วไปมีสภาพผิวเป็นรอยหลังจากการฉีดออกมาแล้วดังนี้

ตารางที่ 3 สาเหตุกับผลกระทบของงานฉีดพลาสติกและการเกิดปัญหาที่ชิ้นงานพลาสติก

| ข้อบกพร่อง | ลักษณะที่ปรากฏ | สาเหตุ | วิธีแก้ไข |
|---|---|---|---|
| เนื้อพลาสติกไม่สะอาด | มีสิ่งแปลกปลอมซึ่งมีสีเทาเป็นเงา | สิ่งแปลกปลอมนั้นถูกชะหลุดมาจากท่อส่งภาชนะและกรวยป้อนเม็ดพลาสติก (hopper) | ไม่ควรใช่ท่อส่ง ภาชนะและกรวยป้อนเม็ดพลาสติกที่ทำจากอลูมิเนียม หรือแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก ควรใช้เหล็กแสตนเลส ท่อควรมีความตรงมากที่สุด |
| | เส้นสีดำหรือสีเพี้ยนไป | ฝุ่นหรือสิ่งสกปรก | รักษาถังอบแห้งให้สะอาด ทำความสะอาดชุดกรองอากาศเสมอ เปิดและปิดถุงหรือภาชนะบรรจุเม็ดพลาสติกอย่างระมัดระวัง |
| | เส้นสีหรือชั้นที่อยู่ใกล้ลู่ทางวิ่งซึ่งดูต่างจากเนื้อพลาสติกส่วนใหญ่ | มีพลาสติกชนิดอื่นปนอยู่ | แยกชนิดของพลาสติก ไม่อบพลาสติกต่างชนิดรวมกัน ทำความสะอาดชุดหลอมพลาสติก ตรวจดูว่ามีสิ่งแปลกปลอมในอุปกรณ์อื่นหรือไม่ |

ตารางที่ 3 (ต่อ)

| ข้อบกพร่อง | ลักษณะที่ปรากฏ | สาเหตุ | วิธีแก้ไข |
|---|---|---|---|
| สิ่งแปลกปลอมในเม็ดพลาสติกที่ได้จากการบดเศษพลาสติก | เหมือนกับที่พบในการใช้เม็ดพลาสติกใหม่ | สิ่งแปลกปลอมนั้นถูกขัดสีหลุดมาจากเครื่องบดเศษพลาสติก | ตรวจดูเครื่องบดเศษพลาสติกอย่างสม่ำเสมอเพื่อหาจุดที่มีการรขัดสีและเสียหาย แล้วซ่อมแซมหากจำเป็น |
| | | ฝุ่นหรือสิ่งสกปรก | เก็บเศษพลาสติกให้ปลอดจากฝุ่น ทำความสะอาดชิ้นส่วนพลาสติกที่จะนำมาบด ไม่ใช้ชิ้นส่วนที่เป็นพลาสติกที่เสื่อมสภาพซึ่งมีความชื้น (PC, PBT) |
| | | มีพลาสติกชนิดอื่นปนอยู่ | เก็บพลาสติกต่างชนิดให้แยกจากกัน |
| เส้นเกิดจากความชื้น (moisture streaks) | เส้นรูปตัวยูวางตามยาวในเส้นทางการไหล | ความชื้นที่มีอยู่ในเม็ดพลาสติกมากเกินไป | ตรวจดูเครื่องอบหรือกรรมวิธีการอบวัดอุณหภูมิเม็ดพลาสติก พิจารณาความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง |
| เส้นสีเทา (grey streaks) | แถบสีดำหรือเทาอยู่กระจัดกระจายอย่างไม่เป็นระเบียบ | การสึกหรอของชุดหลอมพลาสติก | เปลี่ยนชุดหลอมพลาสติกทั้งชุด หรือชิ้นส่วนที่สึกหรอ หรือใช้ชุดหลอมพลาสติกที่มีการเคลือบผิวเพื่อป้องกันการสึกหรอ และสึกกร่อนทางเคมี |
| รอยมันเงา (silvery streaks) | เป็นเส้นยาวมีความมันเงา | น้ำพลาสติกร้อนเกินไปเนื่องจากอุณหภูมิน้ำพลาสติกสูงเกินไป เวลาที่อยู่ในกระบอกฉีดนานเกินไป หรือเกลียวเคลื่อนที่เร็วเกินไป หัวฉีดและ ลู่ทางวิ่ง แคบเกินไป | ตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำพลาสติก ใช้เกลียวที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางพอเหมาะ ลดความเร็วของเกลียว ขยายรูที่หัวฉีดและเส้นผ่าศูนย์กลางของลู่ทางวิ่งให้กว้างขึ้น |

ตารางที่ 3 (ต่อ)

| ข้อบกพร่อง | ลักษณะที่ปรากฏ | สาเหตุ | วิธีแก้ไข |
|---|---|---|---|
| เส้นซึ่งดักอากาศไว้ | เส้นยาวคลุมพื้นที่กว้าง โปร่งใส อาจเห็นเป็นฟองอากาศด้วย | อัตราเร็วในการฉีดพลาสติกสูงเกินไป มีฟองอากาศถูกกักเอาไว้ | ลดอัตราเร็วในการฉีดพลาสติก |
| | | แรงดันต่ำเกินไป | เพิ่มแรงดันกลับ |
| | เป็นแนวแคบสีดำหรือเพี้ยนไปอยู่ใกล้เส้นทางการไหล | มีการดักอากาศไว้ในหลุมชิ้นงาน | ปรับปรุงช่องระบายอากาศของแม่พิมพ์ โดยเฉพาะที่ใกล้กับส่วนที่ต่ำกว่า (ครีบ ปุ่ม ตัวหนังสือ) แก้ไขทางไหลให้ถูกต้อง (ความหนาผนังต่ำแหน่งทางเข้าส่วนที่ช่วยในการไหล) |
| สีผิวมัว | มีฝุ่นผงหรือเม็ดที่ละเอียดมากปนอยู่ | การสึกหรอของชุดหลอมพลาสติก | เหมือนข้อที่ผ่านมา |
| | เกิดผิวที่สีมัว | ชุดหลอมพลาสติกมีสิ่งสกปรกอยู่ | ทำความสะอาดชุดหลอมพลาสติก |
| | มัว และ มีสีเพี้ยน | เกลียวเคลื่นที่เร็วเกินไป | ลดอัตราเร็วของเกลียว |
| ผงสีดำ (black specks) | ขนาดเล็กกว่า 1 ตาราง มิลลิเมตร จนถึงมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น | ชุดหลอมพลาสติกมีการสึกหรอ | เหมือนข้อที่ผ่านมา |
| | ขนาดใหญ่กว่า 1 ตาราง มิลลิเมตร | ผิวของเกลียวและกระบอกฉีดเกิดการเสียหายและแตกเป็นสะเก็ดหลุดออกมา | ทำความสะอาดชุดหลอมพลาสติก ใช้ชุดที่มีการเคลือบผิวเพื่อป้องกันการสึกกร่อนทางเคมี สำหรับ PC และ PC ผสมให้ตั้งค่าความร้อนที่กระบอกฉีด 160-180 องศาเซลเซียส ในระหว่างหยุดฉีด |

ตารางที่ 3 (ต่อ)

| ข้อบกพร่อง | ลักษณะที่ปรากฏ | สาเหตุ | วิธีแก้ไข |
|---|---|---|---|
| รอยไหม้ (burntstreaks) | แถบสีน้ำตาลผิดไปจากสีของชิ้นงาน | อุณหภูมิของน้ำพลาสติกสูงเกินไป | ตรวจและลดอุณหภูมิน้ำพลาสติก ตรวจชุดควบคุมอุณหภูมิ |
| | | น้ำพลาสติกอยู่ในกระบอกฉีดนานเกินไป | ลดรอบเวลาการฉีด ใช้ชุดหลอมพลาสติกที่มีขนาดเล็กลง |
| | | การกระจายของอุณหภูมิในท่อทางไหลไม่เหมาะสม | ตรวจอุณหภูมิของท่อทางไหลของน้ำพลาสติกเหลวชุดควบคุมอุณหภูมิ และเทอร์โมคับเปิ้ล |
| | แถบสีน้ำตาลเกิดขึ้นทุกระยะเวลาหนึ่ง | การสึกหรอของชุดฉีดพลาสติก หรือมีจุดที่อุดตัน | ตรวจกระบอกฉีด เกลียว ลิ้นกันกลับ และผิวอุดกันรั่ว เพื่อหาส่วนที่สึกหรอและจุดที่อุดตัน |
| | | ชิ้นส่วนของชุดหลอมพลาสติก และท่อทางไปขวางการไหล | ขจัดอุปสรรคของการไหล |
| | | อัตราเร็วในการฉีดสูงเกินไป | ลดอัตราเร็วในการฉีด |
| การแยกตัวออก (Delamination) | ผิวที่ใกล้กับลู่ไหลเกิดการลอกเป็นสะเก็ดหลุดออกมา (โดยเฉพาะในพลาสติกผสม) | มีสิ่งแปลกปลอมหลุดเข้ามาและรวมตัวกับเนื้อพลาสติกไม่ได้ | ทำความสะอาดชุดหลอมพลาสติก ตรวจดูวัสดุที่ใช้ไม่ให้มีสิ่งแปลกปลอม |
| จุดด้าน (dull-spots) | จุดคล้ายกำมะหยี่ที่บริเวณใกล้กับลู่ไหล | การไหลของน้ำพลาสติกในระบบทางเข้า ใกล้จุดเปลี่ยนและทางผ่านถูกรบกวน (ผิวพลาสติกชั้นนอกที่แข็งตัวแล้วถูกเฉือนลอกออกไป) | ดัดแปลงทางเข้าหลีกเลี่ยงขอบคม โดยเฉพาะบริเวณที่ต่อระหว่างทางเข้ากับหลุมชิ้นงานทำส่วนโค้งมนที่บริเวณจุดเปลี่ยนใกล้กับทางวิ่งและส่วนที่ความหนาของผนังเปลี่ยนอย่างหักมุม แล้วขัดเงา ฉีดพลาสติกเป็นขั้นตอน ช้า-เร็ว |

ตารางที่ 3 (ต่อ)

| ข้อบกพร่อง | ลักษณะที่ปรากฏ | สาเหตุ | วิธีแก้ไข |
|---|---|---|---|
| ร่องวงกลมหรือวงแหวน | ร่องที่มีความละเอียดมากบนผิวชิ้นงาน (เช่น PC) หรือวงแหวนสีเทา (เช่น ABS) | การไหลมีความต้านทานมากในแม่พิมพ์ จนน้ำพลาสติกหยุดชะงัก อุณหภูมิน้ำพลาสติกและอัตราการฉีดพลาสติกต่ำเกินไป | เพิ่มอุณหภูมิของน้ำพลาสติกและแม่พิมพ์ เพิ่มอัตราเร็วในการฉีดพลาสติก |
| เศษก้อนแข็ง (cold slug) | เม็ดพลาสติกขนาดเล็ก ๆ ที่เย็นตัวแล้วถูกดักไว้ในผิวชิ้นงาน | อุณหภูมิของหัวฉีดต่ำเกินไปรูที่หัวฉีดเล็กเกินไป | ใช้แผ่นให้ความร้อนที่มีกำลังมากขึ้น ติดตั้งตัวจับอุณหภูมิและตัวควบคุมที่หัวฉีด เพิ่มขนาดรูที่หัวฉีด ลดการหล่อเย็นที่ปลอกลู่วิ่งเลื่อนหัวฉีดออกจากลู่วิ่งให้เร็วขึ้น |
| โพรงและรอยยุบตัว (voids and sink marks) | โพรงอากาศกลมหรือยาว มองเห็นได้แต่ในพลาสติกใส การยุบตัวของผิวชิ้นงาน | ไม่มีการชดเชยปริมาตรในระหว่างช่วงการหล่อเย็น | เพิ่มเวลาการให้แรงดันตาม เพิ่มขนาดแรงดัน ลดอุณหภูมิน้ำพลาสติก และเปลี่ยนอุณหภูมิแม่พิมพ์ (ในกรณีของการเกิดโพรงต้องเพิ่ม และในกรณีของการยุบตัวต้องลด) ตรวจส่วนที่เป็นแอ่งรับน้ำพลาสติก เพิ่มขนาดรูที่หัวฉีดและทางเข้าน้ำพลาสติก |
| | | การออกแบบชิ้นงานฉีดพลาสติกไม่ถูกต้อง เช่น มีความแตกต่างของความหนาผนังมากเกินไป | ออกแบบชิ้นงานใหม่ เช่น หลีกเลี่ยงส่วนที่มีการเปลี่ยนความหนาของผนังอย่างหักมุม และส่วนที่มีการสะสมน้ำพลาสติก เลือกขนาดและรูปร่างหน้าตัดของลู่วิ่งและทางเข้า ให้เหมาะกับชิ้นงาน |

ตารางที่ 3 (ต่อ)

| ข้อบกพร่อง | ลักษณะที่ปรากฏ | สาเหตุ | วิธีแก้ไข |
|---|---|---|---|
| ฟอง (blisters) | คล้ายกับรูปวงกลมแต่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า | ความชื้นที่อยู่ในน้ำพลาสติกมีมากเกินไป และมีความชื้นเหลือค้างอยู่ในเม็ดพลาสติก | อบเม็ดพลาสติกให้แห้งที่สุด ถ้าจำเป็นให้ใช้เกลียวที่มีการระบายอากาศแทนที่เกลียวธรรมดา และใช้พลาสติกที่อบแห้งมาก่อน ตรวจเครื่องอบและกรรมวิธีการอบ และใช้เครื่องที่อบด้วยอากาศแห้งหากจำเป็น |
| เกิดแรงปะทะ (Jetting) | น้ำพลาสติกซึ่งไหลเข้าไปในหลุมชิ้นงานก่อนจะปรากฏเป็นรอยให้เห็นที่ผิวชิ้นงาน | การวางตำแหน่งและขนาดของท่อทางเข้าไม่เหมาะสม | ป้องกันการเกิดไหลแรงปะทะโดยย้ายท่อทางเข้าไปไว้ที่อื่น (ฉีดไปชนผนังหรือเพิ่มขนาดของทางเข้า) |
| | | อัตราการฉีดพลาสติกสูงเกินไป | ลดอัตราการฉีดพลาสติกหรือฉีดตามขั้นตอน ช้า-เร็ว |
| | | อุณหภูมิน้ำพลาสติกต่ำเกินไป | เพิ่มอุณหภูมิน้ำพลาสติกและแม่พิมพ์ |
| ฉีดไม่เต็ม (short-moulding) | การไหลเข้าเติมหลุมชิ้นงานไม่สมบูรณ์ โดยเฉพาะที่ปลายเส้นทางการไหลหรือใกล้จุดที่มีผนังบาง | พลาสติกมีการไหลที่ไม่ดีพอ | เพิ่มอุณหภูมิน้ำพลาสติกและแม่พิมพ์ |
| | | อัตราการฉีดพลาสติกต่ำเกินไป | เพิ่มอัตราการฉีดพลาสติกและ/หรือแรงดันฉีด |
| | | ชิ้นงานมีผนังบางเกินไป | เพิ่มความหนาผนังของชิ้นงาน |
| | | หัวฉีดและแม่พิมพ์แนบกันไม่สนิทพอ | เพิ่มแรงดันในการสัมผัสของหัวฉีด ตรวจรัศมีความโค้งของหัวฉีด และปลอกลูวิ่งตรวจการร่วมจุดศูนย์กลาง (centering) |
| | | เส้นผ่าศูนย์กลางของทางเข้า และ ทางวิ่ง เล็กเกินไป | เพิ่มขนาดของท่อทางเข้า และ ทางวิ่ง |

ตารางที่ 3 (ต่อ)

| ข้อบกพร่อง | ลักษณะที่ปรากฏ | สาเหตุ | วิธีแก้ไข |
|---|---|---|---|
| | | การระบายอากาศของแม่พิมพ์ไม่เพียงพอ | ปรับปรุงการระบายอากาศ |
| รอยเชื่อมประสาน (weld strength) | พลาสติกที่ไหลมาบรรจบกัน มองเห็นเป็นรอยต่อได้อย่างชัดเจน | การไหลของพลาสติกไม่ดีพอ | เพิ่มอุณหภูมิของน้ำพลาสติกและแม่พิมพ์ ย้ายทางเข้าไปไว้ที่อื่นถ้าจำเป็นเพื่อปรับปรุงสภาพการไหลให้ดีขึ้น |
| | | อัตราการฉีดพลาสติกต่ำเกินไป | เพิ่มอัตราการฉีดพลาสติก |
| | | ความหนาผนังบางเกินไป | เพิ่มความหนาผนังของชิ้นงาน |
| | | การระบายอากาศในแม่พิมพ์ไม่เพียงพอ | ปรับปรุงการระบายอากาศในแม่พิมพ์ |
| ชิ้นงานเกิดการโค้งงอ (wraped moulding) | ชิ้นงานไม่มีความราบตรง มีการบิดและสวมเข้าด้วยกันไม่ได้ | ความหนาของผนังแตกต่างกันมาก อัตราการไหลออกภายในแม่พิมพ์มีขนาดต่างกันมากและ ตำแหน่งของเส้นใย | ออกแบบชิ้นงานใหม่ เปลี่ยนตำแหน่งของทางเข้าน้ำพลาสติกเหลว |
| | | อุณหภูมิของแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม | ให้ความร้อนแม่พิมพ์ทั้งสองส่วนจนมีอุณหภูมิเท่ากัน |
| | | จุดที่มีการเปลี่ยนจากการฉีดเต็มหลุมชิ้นงานไปเป็นการให้แรงดันตามนั้นทำไม่ถูกต้อง | แก้ไขจุดเปลี่ยนให้เหมาะสม |

ตารางที่ 3 (ต่อ)

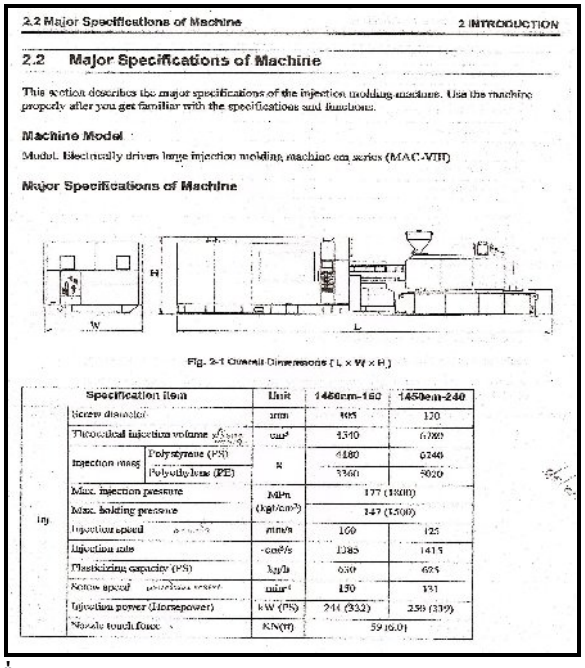
| ข้อบกพร่อง | ลักษณะที่ปรากฏ | สาเหตุ | วิธีแก้ไข |
|---|---|---|---|
| ชิ้นงานติดแน่นกับแม่พิมพ์ | จุดด้าน เป็นแอ่งรูปร่างคล้ายนิ้วมือหรือใบไม้สี่แฉก มีความมันเงาอยู่บนผิวชิ้นงาน (โดยทั่วไปอยู่ใกล้ลูวิ่ง) | ผนังหลุมชิ้นงานบางส่วนมีความสูงเกินไป | ลดอุณหภูมิของแม่พิมพ์ ปรับปรุงการควบคุมอุณหภูมิของแม่พิมพ์ในบริเวณที่เกิดปัญหา |
| | | ปลดชิ้นงานเร็วเกินไป | เพิ่มรอบเวลาการฉีด |
| ปลดชิ้นงานไม่ได้ หรือชิ้นงานเสียรูปเมื่อปลด | ชิ้นงานติดขัดเมื่อจะทำการปลดหรือถูกกระทุ้งจนทะลุ | แม่พิมพ์รับแรงเกินมีการเกิดติดขัดเล็กน้อยเกินไป การขัดเงาหลุมชิ้นงานทำได้ไม่ดีพอในผิวส่วนที่เป็นปีก ครีบ และปุ่ม | ลดอัตราการฉีดพลาสติกและแรงดันตาม ไม่ให้มีการติดขัดของผิวของหลุมชิ้นงานให้ดีขึ้น และทำการขัดเงาในทิศทางตามยาว |
| | | เกิดสูญญากาศขึ้นระหว่างชิ้นงานกับแม่พิมพ์ ในตอนปลดชิ้นงาน | ปรับปรุงการระบายอากาศ |
| | | มุมลาดเอียงเล็กเกินไป | เพิ่มขนาดมุมลาดเอียง (draft angle) |
| | | แม่พิมพ์เกิดการยุบตัวและด้านแกนมีการขยับเนื่องจากแรงดันฉีด | เพิ่มความแข็งแรง (stiffness) ของแม่พิมพ์ และจับยึดด้านแกนให้เหมาะสม |
| | | ปลดชิ้นงานเร็วเกินไป | เพิ่มรอบเวลาในการฉีด |
| เกิดครีบแลบ (flash) | น้ำพลาสติกซึมเข้าไปในช่องว่างของแม่พิมพ์เช่นที่ผิวประกบแม่พิมพ์ (Parting Surface) | แรงดันในหลุมชิ้นงานสูงเกินไป | ลดอัตราการฉีดและแรงดันตาม เลื่อนจุดที่เปลี่ยนจากช่วงฉีดไปเป็นช่วงให้แรงดันตาม ให้ไปข้างหน้า |
| | | ผิวประกบแม่พิมพ์เสียหายเนื่องจากเกิด แรงประกบมากเกินไป | ทำการปาด และ เจียระไนผิวประกบแม่พิมพ์ใหม่ |

ตารางที่ 3 (ต่อ)

| ข้อบกพร่อง | ลักษณะที่ปรากฏ | สาเหตุ | วิธีแก้ไข |
|---|---|---|---|
| | | การประกบหรือยึดแม่พิมพ์ทำไม่ดีพอ | เพิ่มแรงประกบแม่พิมพ์หรือใช้เครื่องฉีดที่มีขนาดใหญ่ขึ้นอีกขั้นหนึ่ง |
| ผิวชิ้นงานหยาบและด้าน (เกิดกับเทอร์โมพลาสติกที่เสริมใยแก้ว) | | อุณหภูมิน้ำพลาสติกต่ำเกินไป | เพิ่มอุณหภูมิของน้ำพลาสติก |
| | | แม่พิมพ์เย็นเกินไป | เพิ่มอุณหภูมิของแม่พิมพ์ ติดแผ่นฉนวนกันความร้อนไว้ที่แม่พิมพ์ ใช้ชุดให้ความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น |

## เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1.เครื่องฉีดพลาสติกขนาด 1450 ตัน



2.2 Major Specifications of Machine 2 INTRODUCTION

2.2 Major Specifications of Machine

This section describes the major specifications of the injection molding machine. Use the machine properly after you get familiar with the specifications and functions.

Machine Model

Model: Electrically driven large injection molding machine ora series (MAC-VIII)

Major Specifications of Machine

Fig. 2-1 Overall Dimensions ( L x W x H )

| Specification Item | | Unit | 1450ton-160 | 1450ton-240 |
|---|---|---|---|---|
| Screw diameter | | mm | 105 | 120 |
| Theoretical injection volume | | cm³ | 4310 | 6090 |
| Injection mass | Polystyrene (PS) | g | 4180 | 5940 |
| | Polyethylene (PE) | | 3360 | 5020 |
| Max. injection pressure | | MPa (kgf/cm²) | 177 (1800) | |
| Max. holding pressure | | | 147 (1500) | |
| Injection speed | | mm/s | 160 | 125 |
| Injection rate | | cm³/s | 1285 | 1415 |
| Plasticizing capacity (PS) | | kg/h | 650 | 625 |
| Screw speed | | min⁻¹ | 150 | 131 |
| Injection power (Horsepower) | | kW (PS) | 244 (332) | 258 (339) |
| Nozzle touch force | | KN(tf) | 59 (6.0) | |

ภาพที่ 12 เครื่องฉีดพลาสติกขนาด 1450 ตัน

2.แม่พิมพ์ชิ้นงานพลาสติก ( COWL FRONT UPPER MODEL KTYG ) เป็นแม่พิมพ์ชนิด 1 CAVITY

ภาพที่ 13 แม่พิมพ์ชิ้นงานพลาสติก

3.แบบฟอร์ม ( DATA CONDITION INJ ) การบันทึกข้อมูลการปรับค่าการฉีด

| STANDARD MOLDING CONDITION for MACHINE NO.1 | | | | | | | | 1450 EM | TONs. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MODEL | | PART NAME | | PART NO. | | | | | THICKNESS |
| MATERIAL | | GRADE | | COLOR | | WEIGHT/RUNNER | g. | | mm. |

**HEATER**

| CYLINDER (C°) | N1 | N2 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |
| | ±15 | ±15 | ±15 | ±15 | ±15 | ±15 | ±15 |

| HOT RUNNER (C°) | HR1 | HR2 | HR3 | HR4 | HOT CHIP (C°) | HC5 | HC6 | HC7 | HC8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| | ±15 | ±15 | | | | ±15 | ±15 | | |

**CLAMP**

| | | VC4 | VC4C | VC4B | VC4A | VC3 | VC3A | VCD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OPEN | SPEED (%) | | | | | | | |
| | POSITION (mm.) | | | | | | | |

| | | VC1 | VC2A | VC2B | VC2C | VC2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CLOSE | SPEED (%) | | | | | |
| | POSITION (mm.) | | | | | |

| | |
|---|---|
| CLAMP FORCE (%) | |
| MOLD THICKNESS (mm.) | |
| MOLD PROTECT (%) | |

| ROBOT START POSITION | | EARLY ON FLY | | |
|---|---|---|---|---|

**EJECTOR**

| POSITION (mm.) | LS 31 | LS30 |
|---|---|---|
| | | |

| SPEED | | | |
|---|---|---|---|
| SPEED (%) | ADVANCE 1➔➔ | | |
| | ←← RETRACT | | |

**CORE**

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A CORE | OFF | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| B CORE | OFF | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

**SCREW**

| SPEED (%) | |
|---|---|
| POSITION (mm.) | |

| BACK PRESSURE (%) |
|---|
| |

**SUCK BACK**

| SPEED (%) | |
|---|---|
| POSITION (mm.) | |

**INJECTION**

| | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SPEED (%) | | | | | | |
| PRESSURE (%) | | | | | | |
| POSITION (mm.) | | | | | | |

**HOLDING**

| | 3 | 2 | 1 |
|---|---|---|---|
| PRESSURE (%) | | | |
| TIME (sec.) | | | |

| TIME COOLING (sec.) | |
|---|---|
| V ➔➔➔ P SWITCH | |
| TIME TA (sec.) | |
| LS6 POSITION (mm.) | |

| ROBOT 'S PROG, | |
|---|---|
| CYCLE TIME (sec.) | |

| MOLD COOLING ( °C ) | | | |
|---|---|---|---|
| FIX MOLD | | MOVE MOLD | |
| *COOLING* | | *COOLING* | |
| *MOLD TEMP* | | *MOLD TEMP* | |
| *CHILLER* | | *CHILLER* | |

**REVISE**

| TIME | | DATE | |
|---|---|---|---|

| CHIEF | FOREMAN | CHECKER |
|---|---|---|
| | | |

4.การสร้างเงื่อนไขการทดลองปรับค่าตัวแปรสำหรับการฉีดชิ้นงานเฉพาะรุ่น KTYG

ตารางที่ 4 ตารางค่าการปรับเพื่อทดสอบความสัมพันธ์ทั้ง 4 ตัวแปร

| ลำดับ | เงื่อนไขการทดลองปรับค่าตัวแปร | | | | ของเสีย ( % ) |
|---|---|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิฉีด (°C ) | แรงดันฉีด (% ) | ความเร็วฉีด (% ) | รอบเวลาฉีด ( Sec ) | |
| 1 | 200 | 140.4 | 21.25 | 40 | 10.49 |
| 2 | 200 | 140.4 | 21.25 | 40 | 9.89 |
| 3 | 240 | 87.75 | 25 | 38 | 3.62 |
| 4 | 240 | 140.4 | 21.25 | 38 | 9.28 |
| 5 | 200 | 87.75 | 21.25 | 38 | 10.49 |
| 6 | 200 | 87.75 | 25 | 40 | 9.89 |
| 7 | 200 | 140.4 | 25 | 38 | 6.95 |
| 8 | 200 | 87.75 | 25 | 40 | 9.28 |
| 9 | 200 | 140.4 | 21.25 | 40 | 10.49 |
| 10 | 240 | 87.75 | 25 | 38 | 9.89 |
| 11 | 200 | 87.75 | 21.25 | 38 | 3.62 |
| 12 | 200 | 140.4 | 21.25 | 40 | 9.28 |
| 13 | 240 | 140.4 | 25 | 40 | 6.95 |
| 14 | 240 | 87.75 | 25 | 38 | 9.28 |
| 15 | 240 | 140.4 | 21.25 | 38 | 10.49 |
| 16 | 200 | 87.75 | 21.25 | 38 | 9.89 |
| 17 | 240 | 140.4 | 25 | 40 | 3.62 |
| 18 | 240 | 140.4 | 25 | 40 | 9.28 |
| 19 | 240 | 140.4 | 21.25 | 38 | 10.49 |
| 20 | 240 | 87.75 | 21.25 | 40 | 9.89 |

ตารางที่ 4 (ต่อ)

| ลำดับ | เงื่อนไขการทดลองปรับค่าตัวแปร | | | | ของเสีย ( % ) |
|---|---|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิฉีด (°C ) | แรงดันฉีด (% ) | ความเร็วฉีด (% ) | รอบเวลาฉีด ( Sec ) | |
| 21 | 240 | 140.4 | 25 | 40 | 6.95 |
| 22 | 200 | 87.75 | 21.25 | 38 | 9.28 |
| 23 | 240 | 87.75 | 21.25 | 40 | 3.62 |
| 24 | 240 | 87.75 | 21.25 | 40 | 9.28 |
| 25 | 200 | 140.4 | 25 | 38 | 10.49 |
| 26 | 240 | 140.4 | 21.25 | 38 | 9.89 |
| 27 | 240 | 87.75 | 21.25 | 40 | 6.95 |
| 28 | 200 | 87.75 | 25 | 40 | 9.28 |
| 29 | 200 | 140.4 | 25 | 38 | 10.49 |
| 30 | 200 | 140.4 | 25 | 38 | 9.89 |
| 31 | 240 | 87.75 | 25 | 38 | 3.62 |
| 32 | 200 | 87.75 | 25 | 40 | 3.62 |

**เครื่องมือทดลองทางสถิติที่ใช้ในการวิจัย**

การออกแบบการทดลอง ( Design of Experiment ) ทำการทดลองแบบแฟคทอเรียล เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อของเสียที่เกิดขึ้นจากการฉีดชิ้นงานและหาปัจจัยในสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการฉีดชิ้นงานพลาสติก โดยให้เกิดปัญหาของเสียน้อยที่สุด จากการกำหนดตัวแปร ดังนี้

1.อุณหภูมิที่ใช้ฉีดชิ้นงาน

2.แรงดันฉีดชิ้นงาน

3.ความเร็วในการฉีดชิ้นงาน

4.เวลาที่ใช้ฉีดชิ้นงาน

โดยการกำหนดสภาวะทั้ง4 ตัวแปรเพื่อให้เกิดการสมดุลสำหรับงานฉีดชิ้นงานพลาสติก

**เครื่องมือพิเศษทางด้านการตรวจสอบและตรวจวัดชิ้นงานและแม่พิมพ์**

1.เครื่องตรวจสอบความเรียบผิว (Contouring Surface Measurement Machine)

2.ระบบปฏิบัติการวิเคราะห์การไหลของพลาสติก(Mold Flow AnalysisProgram)

3. เครื่องมือวัดระยะความห่าง(Filler Gauge)

**เงื่อนไขและวิธีการทดลองทางสถิติ**

1.ทำการทดลองฉีดที่เครื่องฉีดที่กำหนดคือเครื่องฉีดเบอร์ 1

2.กำหนดการปรับค่าแฟคเตอร์การฉีดจากค่าน้อยสุดไปหามากสุด

3.จำนวนครั้งที่ฉีดชิ้นงานใช้ตามกำลังสองแฟคทอเรียล n

การกระจายแบบค่าแบบปกติ ( Normality Probability Plot ) เป็นการดูลักษณะการกระจายของข้อมูลที่เก็บ และ ยืนยันผลของข้อมูลว่าปกติหรือไม่ โดยมีค่า P (P-Value) น้อยกว่า 0.05 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของข้อมูลที่เก็บคือ ค่าร้อยละของชิ้นงานเสียในแต่ละช๊อตการฉีด

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์สมการถดถอย (Testing for Regession Coefficients) มีสมมติฐานการทดสอบดังนี้

$H_0$ : w = 0 ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อชิ้นงานเสียที่เกิดขึ้น

$H_1$ : w $\neq$ 0 ตัวแปรอิสระทุกตัวมีผลต่อชิ้นงานเสียที่เกิดขึ้น

โดยที่ w หมายถึง อัตราร้อยละของเสียที่เกิดขึ้น

ตัวแปรอิสระ คือ ค่าของการปรับแฟคเตอร์ทั้ง 4 ตัวคือ อุณหภูมิ แรงดัน ความเร็ว และเวลา ที่ปรับค่า ณ.รอบของการทดลองปรับ โดยการดูค่า P (P-value) กับ ค่าระดับนัยสำคัญที่แอลฟ่า 0.05 ดังนี้

* ถ้า P (P-value) มีค่าน้อยกว่า 0.05 มีความหมายว่า ให้ปฏิเสธสมมติฐานหลัก

* ถ้า P (P-value) มีค่ามากกว่า 0.05 มีความหมายว่า ให้ยอมรับสมมติฐานหลัก

**เงื่อนไขและวิธีการทดลองตรวจวัดค่าชิ้นงานเสีย**

1. ทำการตรวจวัดค่าของรอยประสานที่ชิ้นงานทุกจำนวนที่กำหนดทดลองฉีด

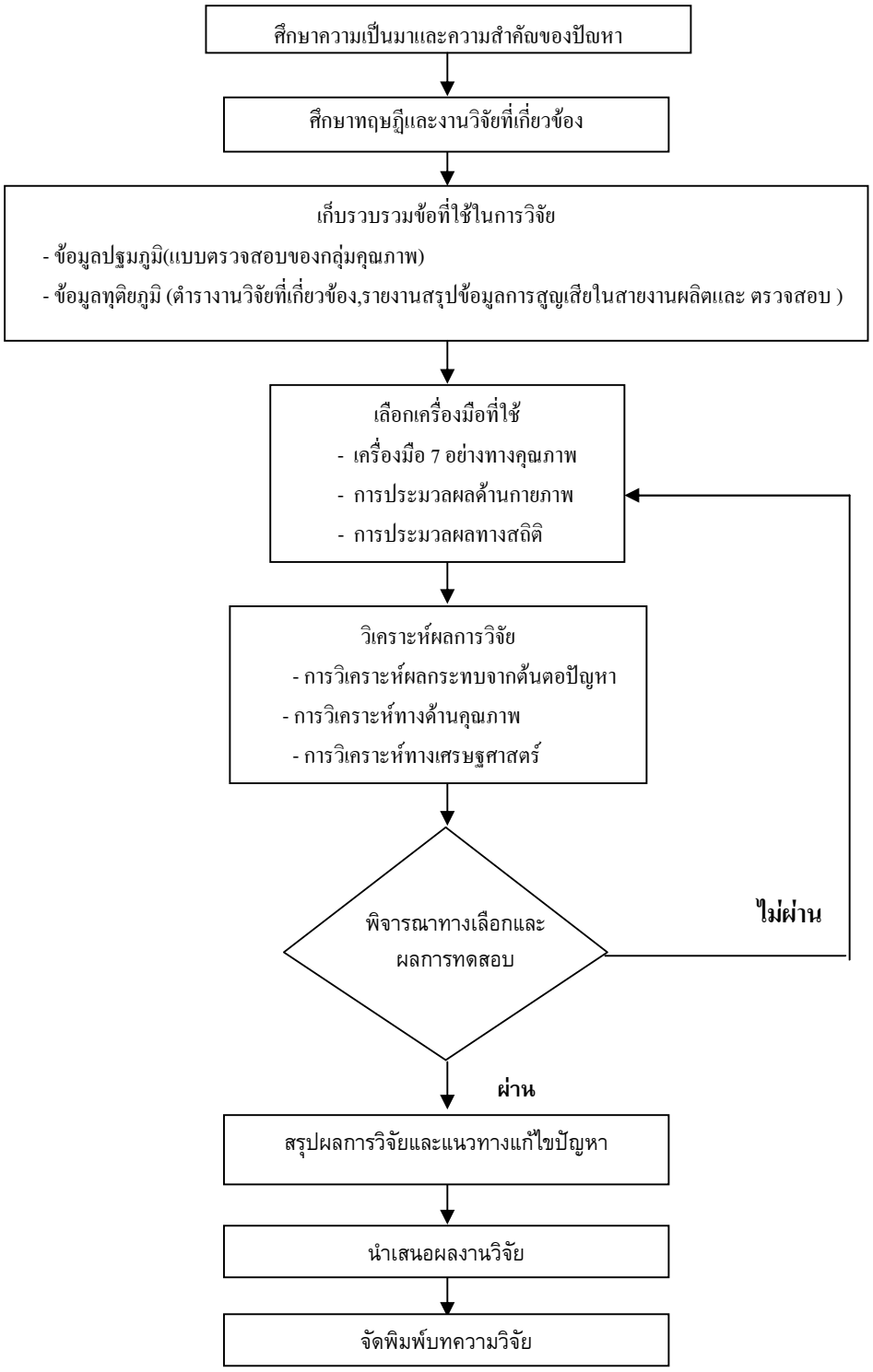
2. ประเมินคุณภาพการใช้งานของชิ้นงานที่เกิดรอยประสานทุกชิ้นงาน

3. ประเมินด้านสถิติระดับความลึกของชิ้นงานที่ฉีดออกมา

4. รันโปรแกรมวิเคราะห์แม่พิมพ์เพื่อตรวจสอบสภาพการไหลของพลาสติก

5. ทำการปรับปรุงชิ้นส่วนที่ทำชิ้นงานเสียในการผลิตชิ้นงาน

**ขั้นตอนในการวิจัย**




แผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการวิจัย

# บทที่ 4
# ผลจากการทำวิจัยและคำอธิบาย

**ผลตรวจสอบและการทดลองด้านสถิติ**

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองฉีดชิ้นงานพลาสติก โดยการกำหนดแรงดันฉีด (Injection) 4 ระดับ เพื่อทดลองฉีดจำนวน 32 ชิ้น โดยกำหนด แรงดัน,อุณหภูมิ,ความเร็วและเวลาที่ใช้ในการฉีดชิ้นงาน แต่เลือกที่จะทำการปรับเปลี่ยนเฉพาะแรงดัน,อุณหภูมิและความเร็วในการฉีด (Injection) เท่านั้นเนื่องจากเวลาที่ใช้ฉีด เป็นเวลาที่ได้ตั้งค่าเป็น( Cycle time 38-42 Sec ) ของการฉีดเพื่อหาความเหมาะสมของแรงดัน,อุณหภูมิและความเร็วในการฉีด (Injection) ที่ใช้สำหรับฉีดชิ้นงาน ซึ่งสามารถอธิบายได้ตามกระบวนการ ดังภาพ

ตารางที่ 5 ตารางแสดงระดับแรงฉีดที่ใช้ในการทดลองฉีด

| ลำดับ | แรงดันฉีด (Pressure) | | ชิ้นงานดี | ชิ้นงานเสีย | อัตราส่วนของเสีย (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | % | MPa | | | |
| 1 | 50 | 87.75 | 181 | 19 | 10.49 |
| 2 | 60 | 105.3 | 185 | 15 | 8.10 |
| 3 | **70** | **122.85** | **194** | **6** | **3.09** |
| 4 | 80 | 140.4 | 183 | 17 | 9.28 |

จากตารางที่ 5 จากผลการทดลองพบว่าการใช้แรงฉีดที่ 123 MPa(70%) มีอัตราของเสียน้อยที่สุด

ตารางที่ 6 ตารางแสดงระดับอุณหภูมิที่ใช้ทดลองการฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน

| ลำดับ | อุณหภูมิ (Temp c) | ชิ้นงานดี | ชิ้นงานเสีย | อัตราส่วนของเสีย (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 200 | 187 | 13 | 6.95 |
| 2 | **220** | **191** | **9** | **4.71** |
| 3 | 230 | 188 | 12 | 6.38 |
| 4 | 240 | 182 | 18 | 9.89 |

จากตารางที่ 6 จากผลการทดลองพบว่าการใช้อุณหภูมิฉีดที่ 220 C มีอัตราของเสียน้อยที่สุด

ตารางที่ 7 ตารางแสดงระดับความเร็วที่ใช้ในทดลองการฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน

| ลำดับ | ความเร็ว (Speed ) | | ชิ้นงานดี | ชิ้นงานเสีย | อัตราส่วนของเสีย (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | % | mm/sec | | | |
| 1 | 17 | 21.25 | 193 | 7 | 3.62 |
| 2 | 18 | 22.5 | 189 | 11 | 5.82 |
| 3 | 19 | 23.75 | 195 | 5 | 2.56 |
| 4 | **20** | **25** | **195** | **5** | **2.56** |

จากตารางที่ 7 จากผลการทดลองพบว่าการใช้ความเร็วฉีดที่ 25 mm/sec มีอัตราของเสียน้อยที่สุด

ตารางที่ 8 ตารางแสดงระดับเวลาที่ใช้ในทดลองการฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน

| ลำดับ | เวลา ( Time ) | | ชิ้นงานดี | ชิ้นงานเสีย | อัตราส่วนของเสีย (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | Range | Sec | | | |
| 1 | Min | 38 | 188 | 12 | 6.38 |
| 2 | Max | 42 | 184 | 16 | 8.5 |
| 3 | Min | 38 | 191 | 9 | 4.71 |
| 4 | Max | 42 | 182 | 18 | 9.89 |

จากตารางที่ 8 จากผลการทดลองพบว่าการใช้เวลาฉีดที่ 38 sec มีอัตราของเสียน้อยที่สุด

จากตารางที่ 5 ถึงตาราง 8 กำหนดให้ตัวแปรจากสี่กลุ่มคือแรงฉีด (Pressure) , อุณหภูมิ ( Temperature ) , ความเร็ว ( Speed ) และ เวลา ( Time ) ในการฉีดชิ้นงานโดยทำการปรับค่าสลับไปมาทั้งสี่กลุ่ม จากผลการทดลองพบว่าแต่ละกลุ่ม มีอัตราของเสียน้อยที่สุดดังนี้

จากนั้นทำการเลือกช่วงที่ดีในการปรับค่าการฉีดจากค่าน้อยไปหาค่ามากสุดโดยสลับค่าไปมาระหว่างกัน และ จากการเลือกช่วงค่าทดลองปรับจากตัวแปรทั้งสี่กลุ่ม คือแรงดันฉีดที่ 87.75 – 140.4 MPa ,อุณหภูมิที่ 200 – 240 องศา ความเร็วในการฉีดที่ 21.25 - 25 mm/sec และ เวลาที่ใช้ฉีดจาก 38 – 42 Sec เพื่อนำมาทำการออกแบบการทดลอง DOE (Design of Experiment) ดังสรุปในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ตารางแสดงปัจจัยการปรับค่าเครื่องจักรที่มีความสัมพันธ์ทั้ง 4 ตัวแปร

| MACHINE MODEL | Mitsubishi 1450 em | |
|---|---|---|
| ระดับการควบคุม | Minimum | Maximum |
| อุณหภูมิ (°C) | 200 | 240 |
| แรงดันฉีด (Mpa) | 87.75 | 140.4 |
| ความเร็ว (mm/sec) | 21.25 | 25 |
| เวลาในการฉีด ( Sec) | 38 | 42 |

จากตารางที่ 9 เป็นการออกแบบการทดลอง ความสัมพันธ์ของ 4 ตัวแปร ซึ่งประกอบด้วย อุณหภูมิ แรงดัน ความเร็ว และเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน โดยยึดเอาอุณหภูมิ เป็นปัจจัยหลักของการทดลอง โดยใช้ระดับของอุณหภูมิ ต่ำ – สูง คือ 200 องศาเซลเซียส (°C) – 240 องศาเซลเซียส (°C) เป็นต้น มาทำการทดลองฉีด รวมการทดลองทั้งหมดเท่ากับ 32 ครั้ง เพื่อหาตัวแปรหลักที่มีผลกระทบต่ออัตราของชิ้นส่วนเสียที่เกิดขึ้น โดยการประมวลผลผ่านโปรแกรม Minitab Release14

ตารางที่ 10 ทดลองเปรียบเทียบก่อน-หลังจากทำการทดลองฉีดชิ้นงาน

| แรงดันฉีด ( %) | อุณหภูมิ ($^{o}$C) | ความเร็ว (%) | เวลา (Sec) | ชิ้นงานเสียก่อนทดลองฉีด | ชิ้นงานเสียหลังทดลองฉีด | จำนวนชิ้นงานเสียที่เปลี่ยนแปลง | อัตราชิ้นงานเสียลดลง ( % ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 87.75 | 240 | 20 | 38 | 58 | 29 | 19 | 39.58 |
| 105.3 | 230 | 20 | 42 | 64 | 22 | 26 | 54.16 |
| 122.85 | 220 | 17 | 38 | 48 | **19** | 29 | 60.41 |
| 140.4 | 200 | 17 | 42 | 69 | 34 | 14 | 29.16 |

จากผลในตารางที่ 10 ภายหลังจากทำการออกแบบการทดลอง ทำการตรวจสอบพบว่ามีของเสียลดลงจำนวน 29 ชิ้น คิดเป็นมูลค่าเท่ากับต้นทุนในการผลิตต่อชิ้น คูณ จำนวนชิ้นงานเสียที่ลดลง คือ ((544/Pcs) x 219) = 119,136 บาท ต่อ หน่วยผลิต

ตารางที่ 11 การรันทดสอบค่าความสัมพันธ์ทั้ง 4 ตัวแปรจากโปรแกรม

| Std Order | Time | Run Order | Temp | Pressure | Speed |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 40 | 1 | 200 | 140.4 | 21.25 |
| 27 | 40 | 2 | 200 | 140.4 | 21.25 |
| 6 | 38 | 3 | 240 | 87.75 | 25 |
| 4 | 38 | 4 | 240 | 140.4 | 21.25 |
| 1 | 38 | 5 | 200 | 87.75 | 21.25 |
| 29 | 40 | 6 | 200 | 87.75 | 25 |
| 23 | 38 | 7 | 200 | 140.4 | 25 |
| 13 | 40 | 8 | 200 | 87.75 | 25 |
| 11 | 40 | 9 | 200 | 140.4 | 21.25 |
| 14 | 38 | 10 | 240 | 87.75 | 25 |
| 9 | 38 | 11 | 200 | 87.75 | 21.25 |
| 19 | 40 | 12 | 200 | 140.4 | 21.25 |
| 24 | 40 | 13 | 240 | 140.4 | 25 |
| 22 | 38 | 14 | 240 | 87.75 | 25 |

ตารางที่ 11 (ต่อ)

| Std Order | Time | Run Order | Temp | Pressure | Speed |
|---|---|---|---|---|---|
| 28 | 38 | 15 | 240 | 140.4 | 21.25 |
| 25 | 38 | 16 | 200 | 87.75 | 21.25 |
| 8 | 40 | 17 | 240 | 140.4 | 25 |
| 16 | 40 | 18 | 240 | 140.4 | 25 |
| 12 | 38 | 19 | 240 | 140.4 | 21.25 |
| 26 | 40 | 20 | 240 | 87.75 | 21.25 |
| 32 | 40 | 21 | 240 | 140.4 | 25 |
| 17 | 38 | 22 | 200 | 87.75 | 21.25 |
| 18 | 40 | 23 | 240 | 87.75 | 21.25 |
| 2 | 40 | 24 | 240 | 87.75 | 21.25 |
| 15 | 38 | 25 | 200 | 140.4 | 25 |
| 20 | 38 | 26 | 240 | 140.4 | 21.25 |
| 10 | 40 | 27 | 240 | 87.75 | 21.25 |
| 5 | 40 | 28 | 200 | 87.75 | 25 |
| 31 | 38 | 29 | 200 | 140.4 | 25 |
| 7 | 38 | 30 | 200 | 140.4 | 25 |
| 30 | 38 | 31 | 240 | 87.75 | 25 |
| 21 | 40 | 32 | 200 | 87.75 | 25 |

**Factorial Fit: Defective versus Temp, Pressure, Speed, Time**

Estimated Effects and Coefficients for Defective (coded units)

| Term | Effect | Coef | SE Coef | T | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Constant | | 8.3256 | 0.4316 | 19.29 | 0.000 |
| Temp | -1.2638 | -0.6319 | 0.4316 | -1.46 | 0.156 |
| Pressure | 1.4637 | 0.7319 | 0.4316 | 1.70 | 0.103 |
| Speed | -1.2638 | -0.6319 | 0.4316 | -1.46 | 0.156 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Time | -0.5563 | -0.2781 | 0.4316 | -0.64 | 0.525 |
| Temp*Pressure | -0.1138 | -0.0569 | 0.4316 | -0.13 | 0.896 |
| Temp*Speed | -0.8213 | -0.4106 | 0.4316 | -0.95 | 0.351 |
| Temp*Time | -0.6962 | -0.3481 | 0.4316 | -0.81 | 0.428 |

S = 2.44174 R-Sq = 27.60% R-Sq(adj) = 6.48%

Analysis of Variance for Defective (coded units)

| Source | DF | Seq SS | Adj SS | Adj MS | F | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Main Effects | 4 | 45.169 | 45.169 | 11.292 | 1.89 | 0.144 |
| 2-Way Interactions | 3 | 9.377 | 9.377 | 3.126 | 0.52 | 0.670 |
| Residual Error | 24 | 143.090 | 143.090 | 5.962 | | |
| Pure Error | 24 | 143.090 | 143.090 | 5.962 | | |
| Total | 31 | 197.636 | | | | |

Unusual Observations for Defective

| Obs | StdOrder | Defective | Fit | SE Fit | Residual | St Resid |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 9 | 3.6200 | 8.3200 | 1.2209 | -4.7000 | -2.22R |
| 32 | 21 | 3.6200 | 8.0175 | 1.2209 | -4.3975 | -2.08R |

R denotes an observation with a large standardized residual.

Estimated Coefficients for Defective using data in uncoded units

| Term | Coef |
|---|---|
| Constant | 8.32563 |
| Temp | -0.631875 |
| Pressure | 0.731875 |

Speed -0.631875

Time -0.278125

Temp*Pressure -0.056875

Temp*Speed -0.410625

Temp*Time -0.348125

**Effects Plot for Defective**

Alias Structure

I + Temp*Pressure*Speed*Time

Temp + Pressure*Speed*Time

Pressure + Temp*Speed*Time

Speed + Temp*Pressure*Time

Time + Temp*Pressure*Speed

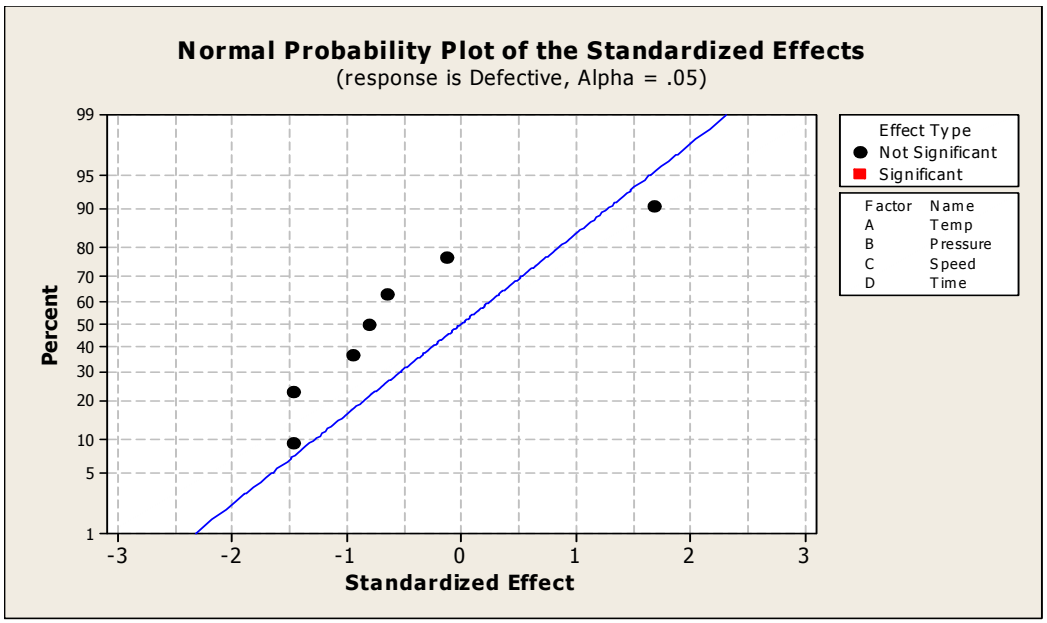
Temp*Pressure + Speed*Time

Temp*Speed + Pressure*Time

Temp*Time + Pressure*Speed

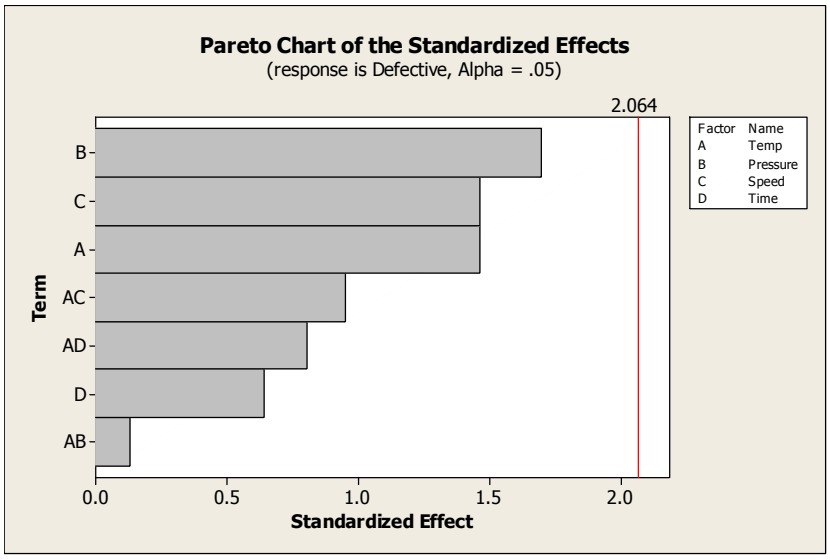
จากผลการวิเคราะห์ ประกอบด้วยผลจาก 2 ผลหลัก (Main Effects) และ ผลร่วม (Interaction Effect) ใช้ค่า P-Values ในตาราง Estimated Effects and Coefficients เพื่อประเมินปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราของเสีย โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ $(\alpha) = 0.05$ พบว่าสี่ปัจจัย คือ อุณหภูมิ (Temperature) และ แรงดันฉีด (Pressure) ตลอดจนผลร่วมอุณหภูมิฉีด (Temperature) * แรงดันฉีด (Pressure) และ อุณหภูมิฉีด(Temperature) * แรงดันฉีด (Pressure) * ความเร็ว (Speed)*เวลาฉีด ( Time ) นั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือมีค่า P-Values มีค่ามากกว่า 0.05

จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยกราฟ Normal Probability Plot พบว่าปัจจัยคือ อุณหภูมิ (Temperature) และ แรงดันฉีด (Pressure) ตลอดจนผลร่วม อุณหภูมิ (Temperature) * แรงดันฉีด (Pressure) และ อุณหภูมิฉีด (Temperature) * แรงดันฉีด (Pressure) *ความเร็วฉีด ( Speed ) * เวลาฉีด(Time) ล้วนแต่ไม่มีผลต่อจำนวนของชิ้นงานเสีย แสดงดังภาพ



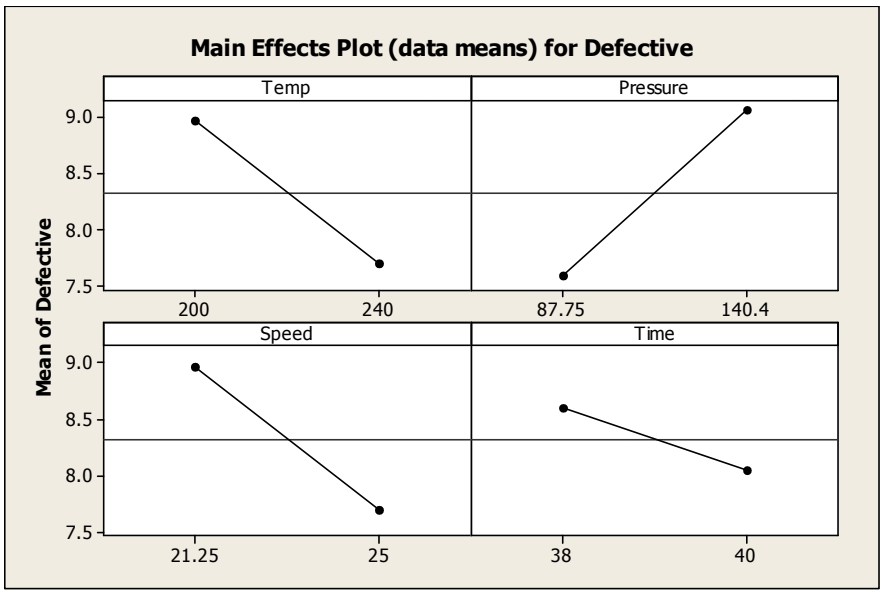

แผนภูมิที่ 6 กราฟ Normal Probability Plot

หากพิจารณาจากค่าสัมบูรณ์ของผลกระทบบน Pareto Chart พบว่ากราฟปัจจัยที่ไม่เกินจากเส้นอ้างอิง แสดงว่าปัจจัย อุณหภูมิฉีด (Temperature) และ แรงดันฉีด (Injection) ตลอดจนผลร่วม อุณหภูมิฉีด(Temperature) * แรงดันฉีด (Injection) และ อุณหภูมิฉีด(Temperature) * แรงดันฉีด (Injection) * เวลา (Time) ล้วนแต่ไม่มีผลกระทบอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ $(\alpha) = 0.05$




แผนภูมิที่ 7 Pareto Chart ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ

ปัจจัยอุณหภูมิฉีด (Temperature) ,แรงดันฉีด (Injection) ,ความเร็ว (Speed) และรอบเวลาฉีด ( Time ) พิจารณาจากเส้นที่เชื่อมระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราของชิ้นงานเสียแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิที่ 240 องศาเซลเซียส มีอัตราของชิ้นงานเสียไม่ต่างจากอุณหภูมิที่ 200 องศาเซลเซียส , ปัจจัยแรงดันฉีด ที่ 140.4 Mpa มีอัตราของชิ้นงานเสียไม่ต่างที่แรงดันฉีด 87.75 Mpa ,ปัจจัยความเร็ว ที่ความเร็ว 21.25 mm/sec มีชิ้นงานเสียจำนวนไม่ต่างจากที่ความเร็ว 25 mm/sec และปัจจัยสุดท้ายเวลา 38 วินาที น้อยกว่า ที่เวลา 42 วินาที แต่ในกรณีนี้ผลร่วมระหว่างปัจจัยต่างๆ (Interaction Effects)ไม่มีนัยสำคัญ จึงต้องทำการพิจารณาปัจจัยอื่นที่มีผลต่อชิ้นงานเสียต่อไป




แผนภูมิที่ 8 ความสัมพันธ์ทั้ง 4 ตัวแปรในการปรับค่าการฉีดพลาสติก

ทำการทดสอบด้านสถิติครั้งที่ 2 เพื่อตรวจสอบผลที่แม่นยำให้มากขึ้นในการตรวจสอบค่าตัวแปรที่เกิดขึ้นจากผลของการควบคุมค่าการฉีดในงานฉีดขึ้นรูปพลาสติก ดังนั้นจึงได้ทำการตรวจสอบผลจากการฉีดชิ้นงานที่เกิดขึ้นจากการผลิตจริงในสายการฉีดพลาสติกและได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 12 ข้อมูลที่ทำการตรวจวัดมาเพื่อทดลองรันโปรแกรมซ้ำครั้งที่ 2

| ตารางทดลองสุ่มปรับค่าการฉีดชิ้นงานรุ่น KTYG | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิ | แรงดัน | ความเร็ว | เวลาฉีด | ชิ้นงานเสีย(ชิ้น) |
| 1 | 200 | 140.4 | 21.25 | 40 | 12 |
| 2 | 200 | 140.4 | 21.25 | 40 | 10 |
| 3 | 240 | 87.75 | 25 | 40 | 4 |
| 4 | 240 | 140.4 | 21.25 | 40 | 10 |
| 5 | 200 | 87.75 | 25 | 40 | 11 |
| 6 | 200 | 87.75 | 25 | 40 | 10 |
| 7 | 200 | 140.4 | 21.25 | 40 | 7 |
| 8 | 200 | 87.75 | 25 | 40 | 12 |
| 9 | 200 | 140.4 | 21.25 | 40 | 11 |
| 10 | 240 | 87.75 | 25 | 40 | 9 |
| 11 | 200 | 87.75 | 25 | 40 | 4 |
| 12 | 200 | 140.4 | 21.25 | 40 | 8 |
| 13 | 240 | 140.4 | 21.25 | 40 | 7 |
| 14 | 240 | 87.75 | 25 | 40 | 9 |
| 15 | 240 | 140.4 | 21.25 | 40 | 11 |
| 16 | 200 | 87.75 | 25 | 40 | 8 |
| 17 | 240 | 140.4 | 21.25 | 40 | 5 |
| 18 | 240 | 140.4 | 21.25 | 40 | 10 |
| 19 | 240 | 140.4 | 21.25 | 40 | 11 |
| 20 | 240 | 87.75 | 25 | 40 | 10 |
| 21 | 240 | 140.4 | 21.25 | 40 | 8 |
| 22 | 200 | 87.75 | 25 | 40 | 11 |
| 23 | 240 | 87.75 | 25 | 40 | 4 |
| 24 | 240 | 87.75 | 25 | 40 | 7 |
| 25 | 200 | 140.4 | 21.25 | 40 | 6 |
| 26 | 240 | 140.4 | 21.25 | 40 | 10 |

ตารางที่ 12 (ต่อ)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 27 | 240 | 87.75 | 25 | 40 | 7 |
| 28 | 200 | 87.75 | 25 | 40 | 8 |
| 29 | 200 | 140.4 | 21.25 | 40 | 10 |
| 30 | 200 | 140.4 | 21.25 | 40 | 11 |
| 31 | 240 | 87.75 | 25 | 40 | 4 |
| 32 | 200 | 87.75 | 25 | 40 | 4 |

**General Linear Model: Defective versus Temp, Pressure, Speed**

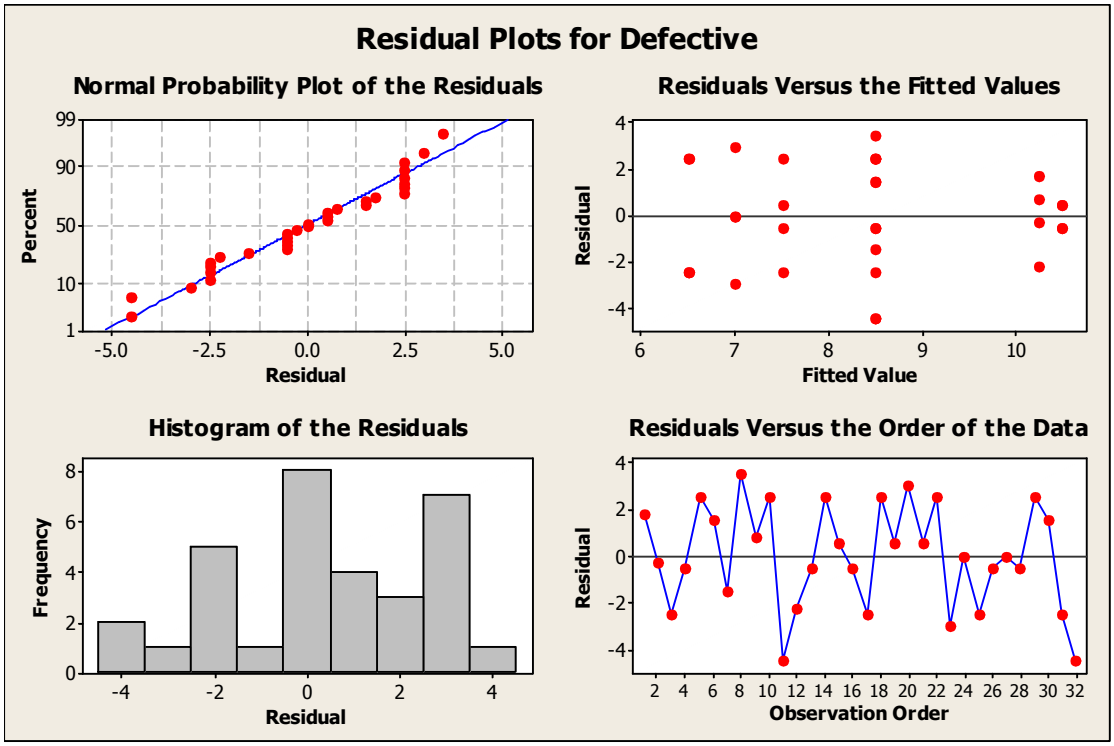
Factor Type Levels Values
Temp fixed 2 200, 240
Pressure fixed 2 140.4, 87.75
Speed fixed 2 21.25, 25

Analysis of Variance for Defective, using Adjusted SS for Tests

| Source | DF | Seq SS | Adj SS | Adj MS | F | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Temp | 1 | 9.031 | 9.031 | 9.031 | 1.44 | 0.242 |
| Pressure | 1 | 19.531 | 19.531 | 19.531 | 3.11 | 0.091 |
| Speed | 1 | 13.781 | 13.781 | 13.781 | 2.19 | 0.152 |
| Temp*Pressure | 1 | 3.781 | 3.781 | 3.781 | 0.60 | 0.445 |

จากผลการทดลองสุ่มตรวจสอบการปรับค่าการฉีดพลาสติกในครั้งที่2 พบว่า กรณีเหลือตัวแปรจำนวน3 ตัวแปร สภาพการฉีดที่เกิดขึ้นจากของเสียชิ้นงานที่บ่งบอกถึงไม่ว่าจะมีการปรับค่าการฉีดอย่างไร ก็ยังต้องมีของเสียเกิดขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การปรับค่าการฉีดไม่มีผลกระทบต่อชิ้นงานเสียจากการฉีดพลาสติก และค่าที่ทำการพิสูจน์จากการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ มีค่า P-Value มีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นเราจึงยอมรับสมมุติฐานหลักในการทดลอง คือ

$H_0$ : w = 0 ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีผลต่อชิ้นงานเสียที่เกิดขึ้น




แผนภูมิที่ 9 แสดงการทดลองปรับค่าการฉีดโดยมีค่าแฟคเตอร์3ค่า

จากแผนภูมิที่ 9 นี้ ได้คงทำการปรับค่าตัวแปร ทั้ง 3 ค่า คือ อุณหภูมิการฉีด แรงดันฉีด และความเร็วในการฉีด เนื่องจากสภาพการฉีดในปัจจุบัน ค่าตัวแปรทั้ง 3 ค่าเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กันในขบวนการฉีดอย่างมากส่วนค่าเวลาในการฉีดนั้นแล้วแต่ละในโรงงานจะเป็นผู้กำหนดค่าเวลาการฉีดแตกต่างกันเพราะจะเกี่ยวเนื่องกับปริมาณของงานที่ผลิตออกมาตามความต้องการของลูกค้าของแต่ละโรงงาน ในการรันโปรแกรมทดลองครั้งที่2 จึงใช้ค่าเวลาคงที่ในการรันโปรแกรมทดลองซ้ำ และสรุปว่าของตัวแปรทั้ง 3 ค่าที่ได้ไม่มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจไปที่ความบกพร่องของแม่พิมพ์ผลิตชิ้นงานนี้โดยจะต้องทำการตรวจสอบความผิดปกติของแม่พิมพ์ผลิตชิ้นงานดังกล่าวด้วยการทดลองตรวจวัดด้วยเครื่องมือพิเศษและทำการรันโปรแกรมวิเคราะห์ความผิดปกติของแม่พิมพ์ดังผลที่แสดงด้วยเครื่องมือวัดพิเศษต่อไปนี้

**ทำการปรับหาค่าที่เหมาะสมที่ยอมรับได้ในการฉีดชิ้นงาน**

หลังจากทำการทดลองตรวจสอบค่าที่วัดจากการผลิตปกติแล้วพบว่า ตัวแปรทั้ง 3 ค่าไม่มีผลต่อจำนวนชองเสียที่เกิดขึ้น ดังนั้นจึงต้องทำการทดลองหาค่าตัวแปรการฉีดที่เหมาะสมและเป็นค่ายอมรับได้ของจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดชิ้นงาน

ตารางที่ 13 ข้อมูลที่ทำการตรวจวัดมาเพื่อทดลองรันหาค่าตัวแปรที่เหมาะสมที่สุด

| ตารางทดลองสุ่มปรับค่าการฉีดชิ้นงานรุ่น KTYG | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | อุณหภูมิ | แรงดัน | ความเร็ว | เวลาฉีด | ชิ้นงานเสีย(ชิ้น) |
| 1 | 200 | 87.75 | 21.25 | 40 | 8 |
| 2 | 201 | 89.35 | 21.37 | 40 | 9 |
| 3 | 202 | 90.95 | 21.49 | 40 | 7 |
| 4 | 203 | 92.55 | 21.61 | 40 | 8 |
| 5 | 204 | 94.15 | 21.73 | 40 | 6 |
| 6 | 205 | 95.75 | 21.85 | 40 | 9 |
| 7 | 206 | 97.35 | 21.97 | 40 | 7 |
| 8 | 207 | 98.95 | 22.09 | 40 | 6 |
| 9 | 208 | 100.55 | 22.21 | 40 | 8 |
| 10 | 209 | 102.15 | 22.33 | 40 | 9 |
| 11 | 210 | 103.75 | 22.45 | 40 | 7 |
| 12 | 211 | 105.35 | 22.57 | 40 | 7 |
| 13 | 212 | 106.95 | 22.69 | 40 | 9 |
| **14** | **213** | **108.55** | **22.81** | **40** | **5** |
| **15** | **214** | **110.15** | **22.93** | **40** | **4** |
| **16** | **215** | **111.75** | **23.05** | **40** | **7** |
| 17 | 216 | 113.35 | 23.17 | 40 | 6 |
| 18 | 217 | 114.95 | 23.29 | 40 | 7 |
| 19 | 218 | 116.55 | 23.41 | 40 | 9 |
| 20 | 220 | 118.15 | 23.53 | 40 | 9 |
| 21 | 222 | 119.75 | 23.65 | 40 | 9 |
| 22 | 224 | 121.35 | 23.77 | 40 | 6 |
| 23 | 225 | 122.95 | 23.89 | 40 | 8 |
| 24 | 226 | 124.55 | 24.01 | 40 | 8 |
| 25 | 227 | 126.15 | 24.13 | 40 | 7 |
| 26 | 228 | 127.75 | 24.25 | 40 | 8 |

ตารางที่ 13 (ต่อ)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 27 | 230 | 129.35 | 24.37 | 40 | 9 |
| 28 | 232 | 130.95 | 24.49 | 40 | 10 |
| 29 | 234 | 132.55 | 24.61 | 40 | 11 |
| 30 | 236 | 134.15 | 24.73 | 40 | 15 |
| 31 | 238 | 135.75 | 24.85 | 40 | 10 |
| 32 | 240 | 140.40 | 25 | 40 | 12 |

**Regression Analysis: Defective versus Temp, Pressure, Speed**

The regression equation is
Defective = - 27 + 0.766 Temp - 0.155 Pressure - 4.91 Speed

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|---|---|---|---|---|
| Constant | -27.5 | 137.6 | -0.20 | 0.843 |
| Temp | 0.7664 | 0.2204 | 3.48 | 0.002 |
| Pressure | -0.1546 | 0.7028 | -0.22 | 0.828 |
| Speed | -4.911 | 8.712 | -0.56 | 0.577 |

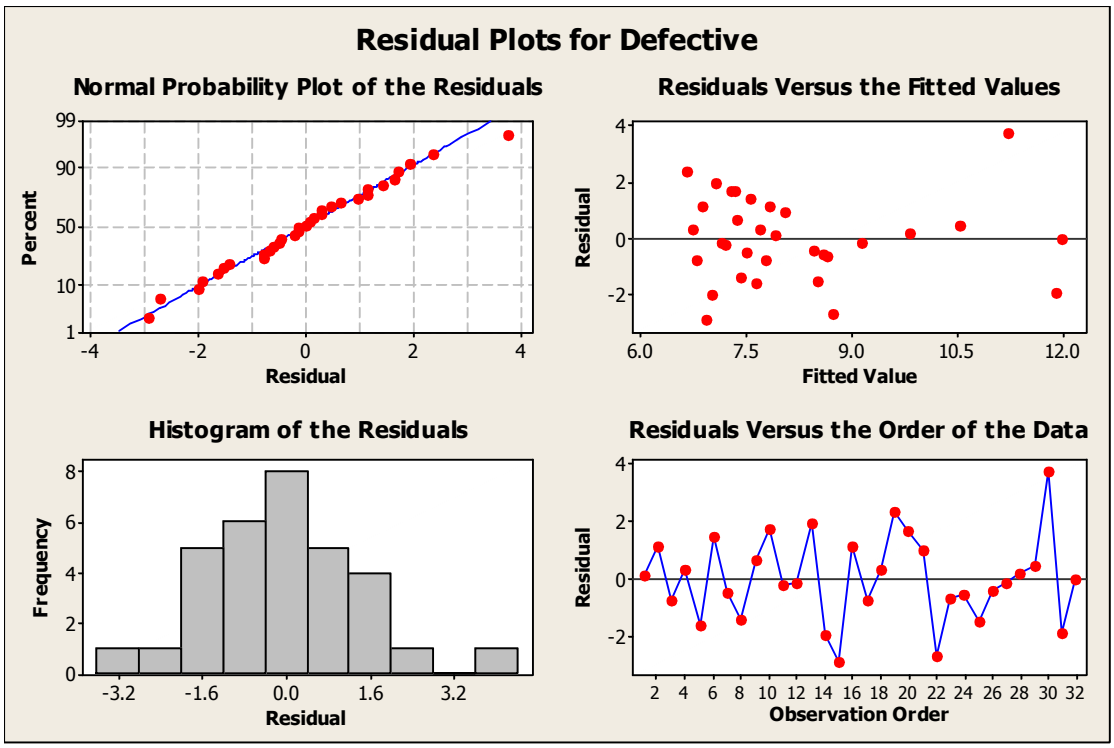
S = 1.56896 R-Sq = 49.4% R-Sq(adj) = 44.0%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Regression | 3 | 67.293 | 22.431 | 9.11 | 0.000 |
| Residual Error | 28 | 68.926 | 2.462 | | |
| Total | 31 | 136.219 | | | |

| Source | DF | Seq SS |
|---|---|---|
| Temp | 1 | 40.478 |
| Pressure | 1 | 26.033 |
| Speed | 1 | 0.782 |

จากผลการทดลองสุ่มตรวจสอบการหาค่าตัวแปรการฉีดพลาสติกในครั้งที่3 พบว่า ตัวแปรจำนวน3 ตัวแปร มีค่าสภาพการฉีดที่เหมาะสมตามตารางดังนี้




แผนภูมิที่ 10 แสดงการทดลองปรับค่าการฉีดที่เหมาะสมต่อการฉีดชิ้นงาน

ตารางที่ 14 ตารางสรุปปัจจัยการปรับค่าตัวแปรที่มีความเหมาะสมต่อสภาพการฉีดชิ้นงาน

| MACHINE MODEL | Mitsubishi 1450 em |
|---|---|
| ระดับการควบคุมที่เหมาะสม | |
| อุณหภูมิ (°C) | 213-215 |
| แรงดันฉีด (Mpa) | 108.55-111.75 |
| ความเร็ว (mm/sec) | 22.81-23.05 |
| เวลาในการฉีด ( Sec) | 40 |

จากการทดลองวิเคราะห์ผลของความเกี่ยวข้องของตัวแปรทั้ง3 ตัวแปร พบว่า การปรับค่าที่เหมาะสมสำหรับการฉีดชิ้นงานและมีปริมาณของเสียที่น้อยที่สุด ค่า P-Value ก็ยังมีค่ามากกว่า 0.05 ที่ระดับนัยสำคัญ จึงสรุปได้ว่า เมื่อทำการปรับค่าที่เหมาะสมแล้ว ตัวแปรทั้ง3ค่าก็ยังจะไม่มีผลต่อปริมาณของชิ้นงานเสียที่เกิดขึ้นจากงานฉีดชิ้นงานพลาสติก จึงต้องทำการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุแห่งการเกิดชิ้นงานเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกด้วยเครื่องมือพิเศษต่อไป

**ผลการตรวจสอบด้านเครื่องมือวัดพิเศษ**

ขั้นตอนการตรวจวัดด้วยเครื่องวัดความเรียบผิว(Serface Contouring Machine)

1.นำชิ้นงานที่เสร็จจากการฉีดขึ้นรูปมาทำการตัดเฉพาะพื้นที่ที่เป็นปัญหาขนาด 5*5 เซ็นติเมตร

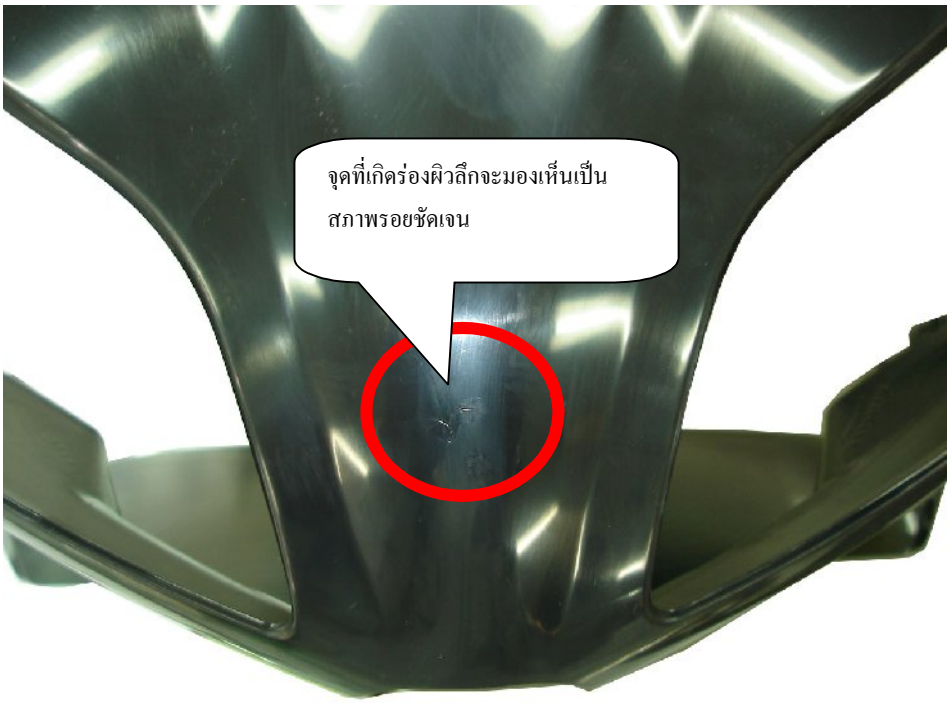
2.ทำการยึดชิ้นงานเข้ากับแท่นวัดให้แน่นด้วยอุปกรณ์ช่วยยึด

3.ปรับตั้งค่าหน้าเครื่องเกี่ยวกับค่าระบบการวัดโดยดูจากหน้าจอแสดงผล

4.นำเข็มวัดชิ้นงานเข้าไปแตะสัมผัสที่จุดที่จะวัดจากผิวชิ้นงาน

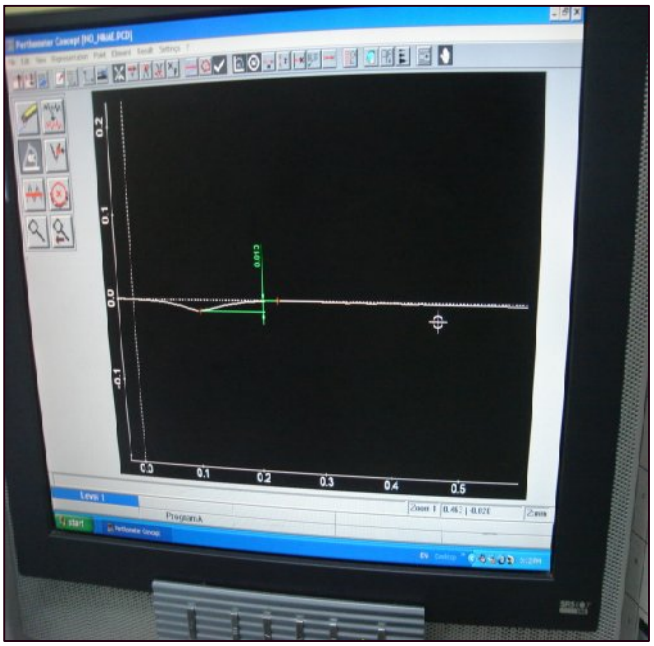
5.ทำการรันเครื่องหรือเดินเข็มวัดเป็นแนวเส้นตรงผ่านจุดที่เกิดปัญหาที่ชิ้นงาน

6.บันทึกค่าการวัดจากเครื่องแล้วทำการพิมพ์กราฟแสดงค่าผลออกมาหลังจากวัดเสร็จ

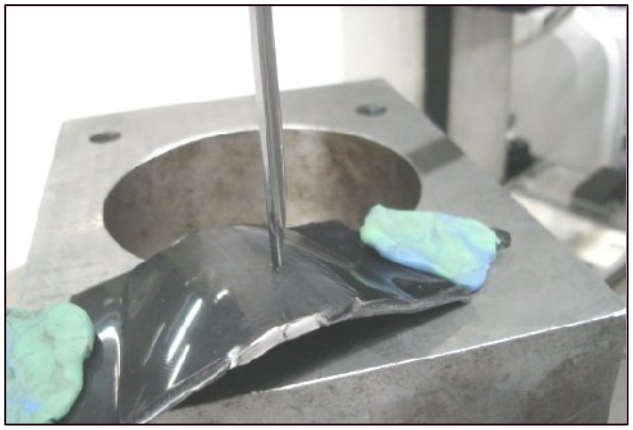



ภาพที่ 14 ชิ้นงานดิบที่นำมาตรวจวัดความลึกรอยแนวประสานของเนื้อพลาสติกที่แห้งตัวแล้ว

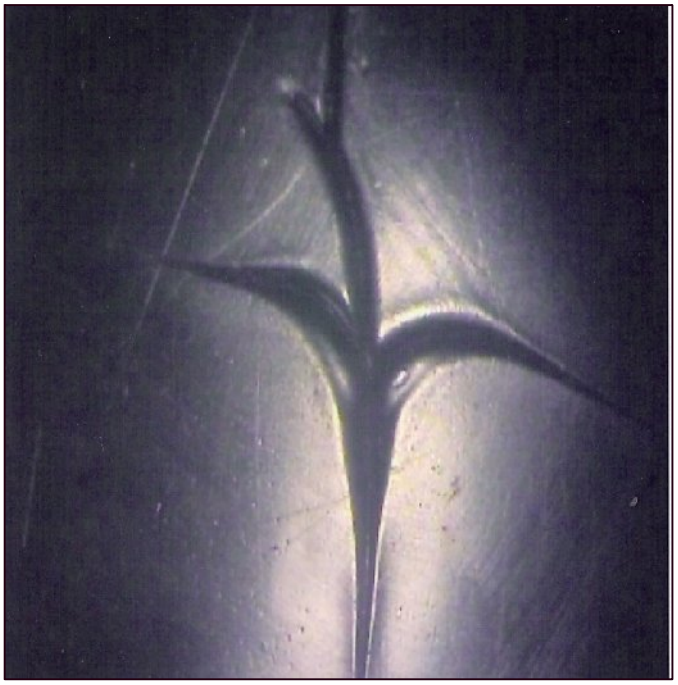
ภาพที่ 15 ภาพแสดงพนักงานทำการการตรวจวัดค่าความลึกของจุดที่เป็นร่องผิวลึกของชิ้นงาน



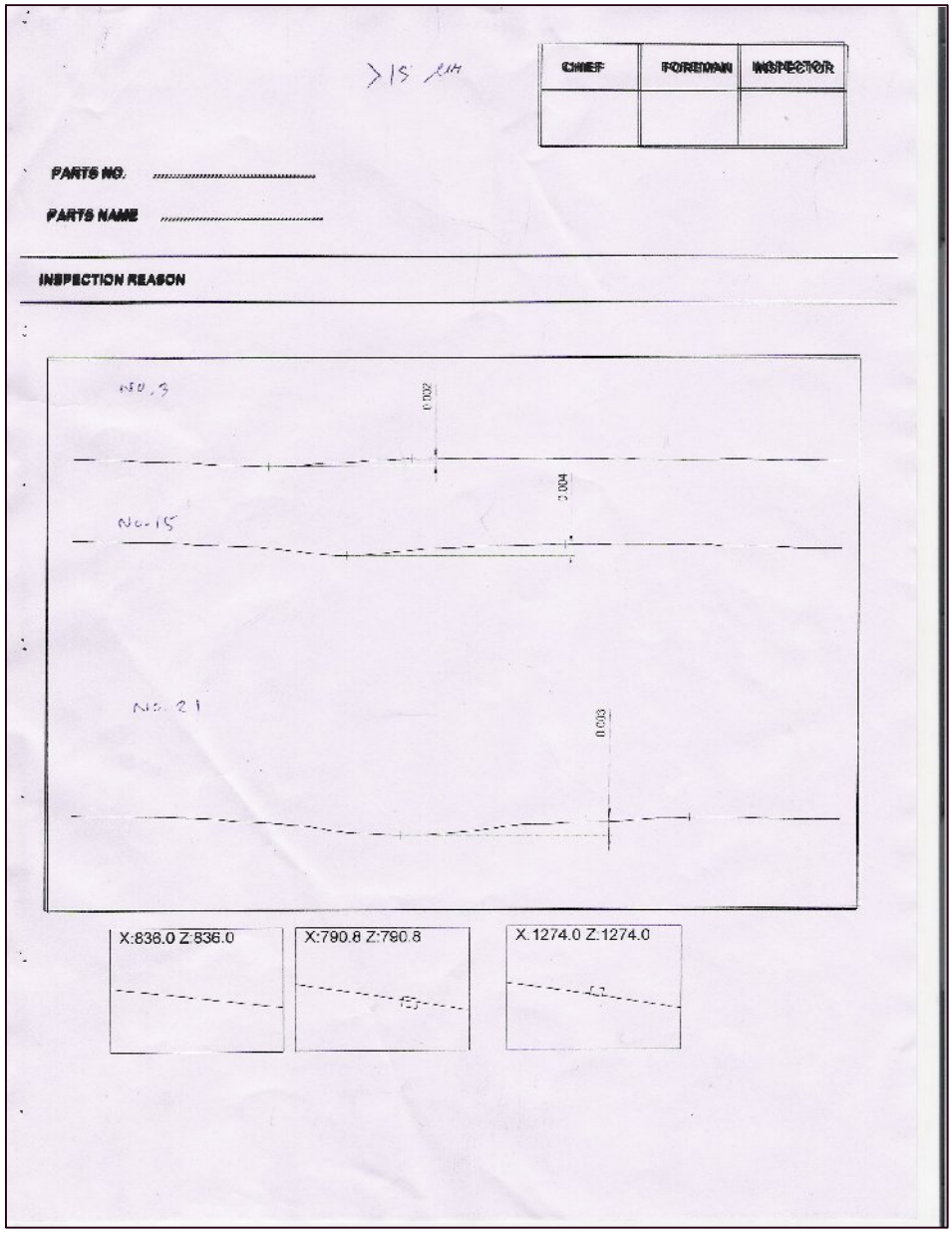
ภาพที่ 16 แสดงหน้าจอของเครื่องตรวจวัดความเรียบผิวชิ้นงาน



ภาพที่ 17 แสดงการทำงานของเข็มวัดค่าความลึกขณะเคลื่อนตรวจวัดที่ผิวชิ้นงาน



ภาพที่ 18 แสดงการขยายภาพถ่ายตรงจุดที่เป็นร่องผิวลึกของชิ้นงาน




ภาพที่ 19 แผ่นรายงานสภาพกราฟของการตรวจวัดค่าชิ้นงาน

จากการตรวจวัดค่าความลึกของรอยประสานที่เกิดขึ้นที่ผิวของชิ้นงาน ดังที่แสดงในภาพที่ 14 ถึง 19 ได้ผลออกมาในตารางแสดงดังนี้

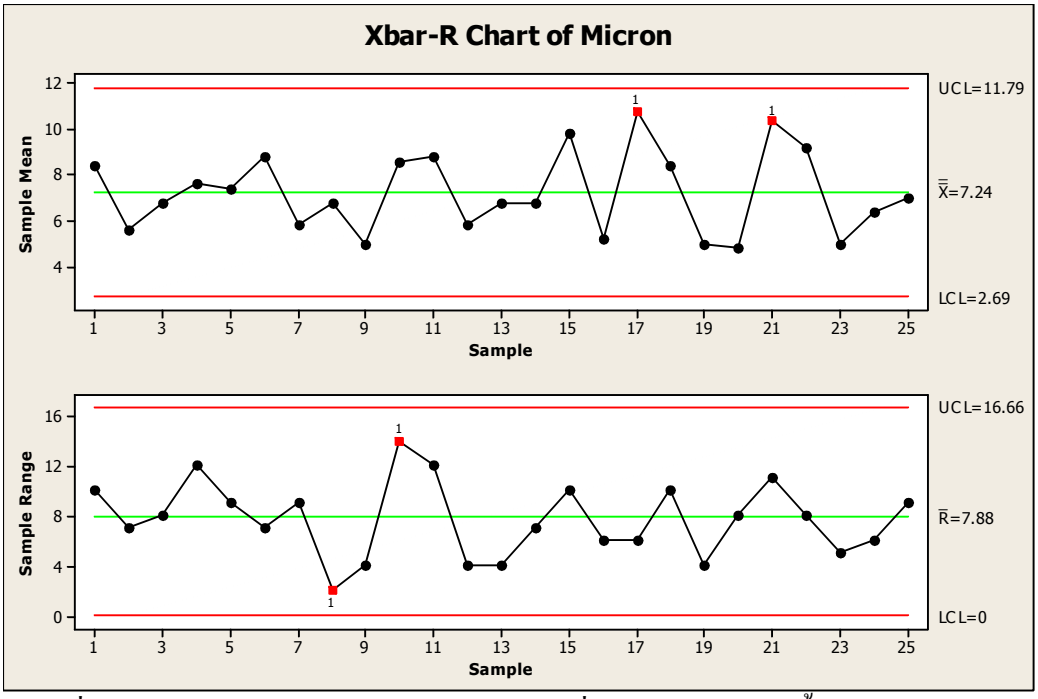
ตารางที่ 12 ประเมินค่าระยะความลึกของรอยร่องผิวลึกที่ผิวชิ้นงานก่อนทำการปรับปรุงแม่พิมพ์

| จำนวนชิ้น (Pcs) | ค่าที่วัดได้ μ (Micron) | | | | | One Coat | | Two Coat | | ประเมินคุณภาพเบื้องต้น | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | M | T | W | TH | F | UC | TC | UC | TC | OK | REP | NG |
| 1 | 15 | 8 | 5 | 7 | 7 | X | X | X | X | | | **X** |
| 2 | 6 | 7 | 2 | 9 | 4 | X | X | X | X | | | **X** |
| 3 | 3 | 5 | 11 | 8 | 7 | X | X | X | O | | | **X** |
| 4 | 2 | 14 | 9 | 4 | 9 | X | O | X | O | | | **X** |
| 5 | 12 | 3 | 4 | 10 | 8 | X | X | X | X | | | **X** |
| 6 | 10 | 8 | 6 | 13 | 7 | X | X | X | X | | | **X** |
| 7 | 11 | 5 | 8 | 3 | 2 | X | X | X | X | | | **X** |
| 8 | 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | X | X | X | X | | | **X** |
| 9 | 5 | 5 | 7 | 3 | 5 | X | X | X | O | | | **X** |
| 10 | 16 | 9 | 2 | 2 | 14 | X | X | X | X | | | **X** |
| 11 | 7 | 15 | 7 | 12 | 3 | X | X | X | X | | | **X** |
| 12 | 4 | 6 | 4 | 8 | 7 | X | X | X | O | | | **X** |
| 13 | 5 | 7 | 6 | 7 | 9 | X | X | X | O | | | **X** |
| 14 | 4 | 9 | 5 | 5 | 11 | X | X | X | O | | | **X** |
| 15 | 4 | 14 | 9 | 14 | 8 | X | X | X | O | | | **X** |
| 16 | 6 | 2 | 3 | 8 | 7 | X | X | X | X | | | **X** |
| 17 | 14 | 9 | 11 | 8 | 12 | X | X | X | X | | | **X** |
| 18 | 11 | 4 | 9 | 4 | 14 | X | X | X | X | | | **X** |
| 19 | 4 | 3 | 5 | 7 | 6 | X | X | X | X | | | **X** |
| 20 | 5 | 1 | 4 | 9 | 5 | X | X | X | O | | | **X** |
| 21 | 14 | 8 | 16 | 9 | 5 | X | X | X | X | | | **X** |
| 22 | 8 | 7 | 7 | 15 | 9 | X | X | X | X | | | **X** |
| 23 | 2 | 6 | 4 | 6 | 7 | X | O | X | O | | | **X** |
| 24 | 4 | 10 | 6 | 4 | 8 | X | X | X | O | | | **X** |
| 25 | 3 | 12 | 7 | 6 | 7 | X | X | X | O | | | **X** |

จากการตรวจสอบและตรวจวัดด้วยเครื่องวัดความเรียบผิวชิ้นงาน ( Contouring Surface Machine ) โดยใช้ชิ้นงานจำนวน 25 ชิ้น จากการทำงาน 5 วันทำงานในสายงานผลิตทำให้พบว่ารอยที่เกิดบนชิ้นงานนั้นไม่สามารถผ่านคุณสมบัติของฟิล์มสีที่พ่นเคลือบบนผิวชิ้นงานได้เนื่องจากความละเอียดของฟิล์มสีนั้นจะถูกกำหนดตามคุณสมบัติการใช้งานในแต่ละชนิดของสีที่บริษัทผู้ผลิตเป็นผู้กำหนดดังนี้

ตารางที่ 13 การกำหนดระดับความหนาของสีที่พ่นเคลือบชิ้นงาน

| รายละเอียด | | ชนิดสีเคลือบ 1 ชั้น ( 1-Coat ) | ชนิดสีเคลือบ 2 ชั้น ( 2-Coat ) |
|---|---|---|---|
| สีรองพื้น | μ Min ( Micron ) | 30 | 30 |
| | μ Max ( Micron ) | 35 | 35 |
| สีทับหน้า | μ Min ( Micron ) | - | 40 |
| | μ Max ( Micron ) | - | 45 |




แผนภูมิที่ 11 กราฟแสดงผลจากการวัดความลึกในจุดที่เป็นร่องผิวลึกของชิ้นงานก่อนการแก้ไข

หลังจากทำการวัดค่าและประมวลผลค่าที่ได้จากชิ้นงานตัวอย่าง จึงสรุปได้ว่า ชิ้นงานที่ฉีดออกมามีค่าความลึกของรอยที่เป็นร่องผิวลึก มีระดับความลึกเกินจากค่าที่ยอมรับได้ของสีเคลือบผิวชิ้นงานพลาสติกต่างๆ ที่ใช้พ่นอยู่ในปัจจุบันคือ (มากกว่า 2 ไมครอน(μ) ) ดังนั้นจึงต้องดำเนินการตรวจสอบระบบของแม่พิมพ์ที่ฉีดชิ้นงานออกมา โดยที่ย้อนรอยกลับไปวิเคราะห์ช่วงของการออกแบบแม่พิมพ์โดยอาศัยจากการวิเคราะห์การไหลของพลาสติกเหลวภายในแม่พิมพ์ด้วย ( Mold Flow Analysis & Mold Plastic Adviser Program Release 7.1) ซึ่งคุณสมบัติของโปรแกรมมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

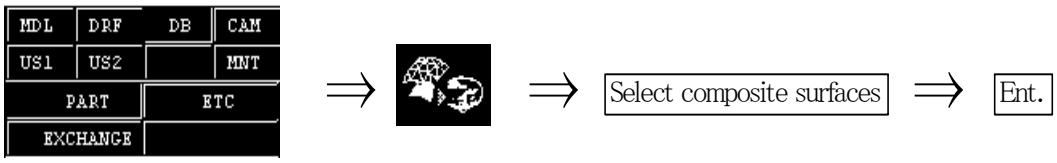
รายละเอียดการทำทดลองรันโปรแกรม Simulate Programe Molflow Plastics Insight :(MPI) เป็นโปรแกรมที่ใช้เทคโนโลยีการจำลองกระบวนการผลิตชิ้นงานพลาสติกเหมือนจริง ในคอมพิวเตอร์หรือที่เรียกว่า Computer Aided Engineering (CAE) มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งงานวิจัยได้จัดส่งชิ้นงานให้กับบริษัทผู้ผลิตแม่พิมพ์ทำการวิเคราะห์แม่พิมพ์ที่สั่งผลิต โดยทำการตรวจสอบคุณภาพแม่พิมพ์และ ป้องกันปัญหาจากการฉีดชิ้นงานด้วยการปรับปรุงคุณภาพชิ้นส่วนของแม่พิมพ์อีกทั้งยังมีการจำลองช่วงการฉีดเนื้อพลาสติกและช่วงการย้ำความดันสำหรับงานฉีดชิ้นงานพลาสติกเพื่อตรวจสอบพฤติกรรมการไหลของน้ำพลาสติกเหลวทำให้การวิจัยมั่นใจได้ว่าชิ้นงานที่มีคุณภาพและยอมรับได้ว่าจะสามารถนำไปผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย และในงานวิจัยยังสามารถกำหนดตำแหน่งของเกททางเข้าในจุดที่เหมาะสมด้วย มีการปรับทางวิ่งของน้ำ

พลาสติกเหลวเพื่อให้สมดุลได้ส่วนด้านการประเมินตัวแปรที่ใช้ในการฉีดที่เหมาะสมเพื่อให้มีช่วงการปรับฉีดที่กว้างซึ่งสามารถผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพได้

ภาพที่ 20 ลำดับและขั้นตอนการใส่ค่าพารามิเตอร์ให้กับโปรแกรมที่จะทำการวิเคราะห์แม่พิมพ์และชิ้นงาน

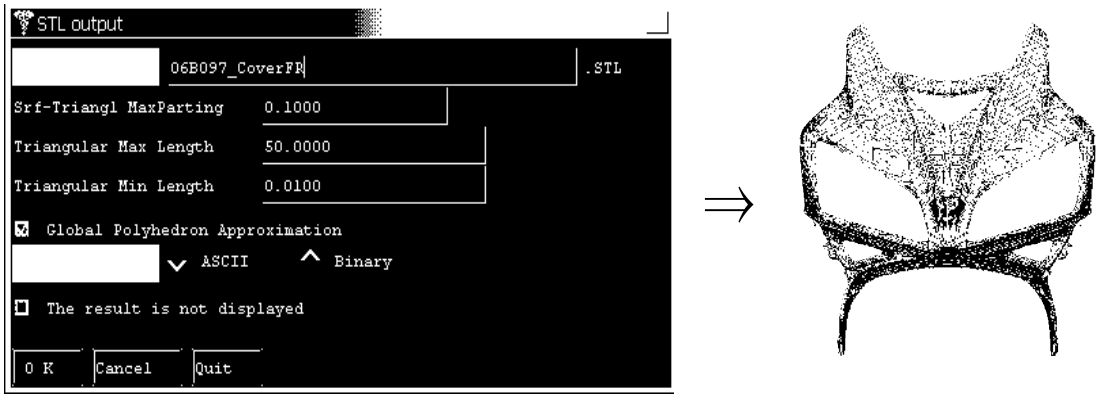
① Export solid file method from cadceus to .stl file.

command




DB ?PART Generat STL format file

it will show STL out put window.



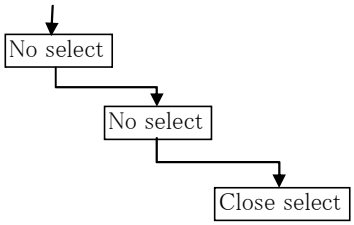

in put file name (06B097_CoverFR) and OK

and go to D:\CADCEUS\XQT choose file name 06B097_CoverFR.STL .

**ภาพที่ 20 (ต่อ)**

② Mold Advice 7.1

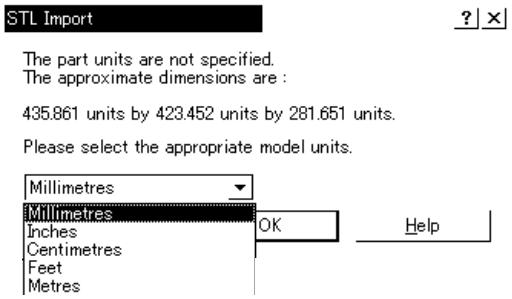
Select mold advice 7.1 icon.




command

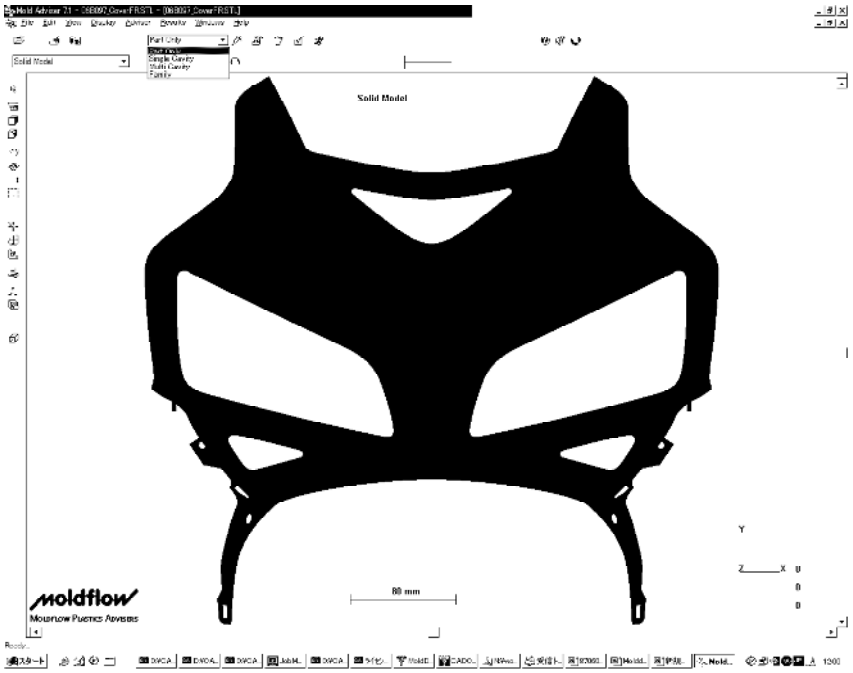
File ⇒ Open ⇒ Choose file name ⇒OK

It will show STL Import window please select Unit and press OK




Modeling method

Cavity dividing

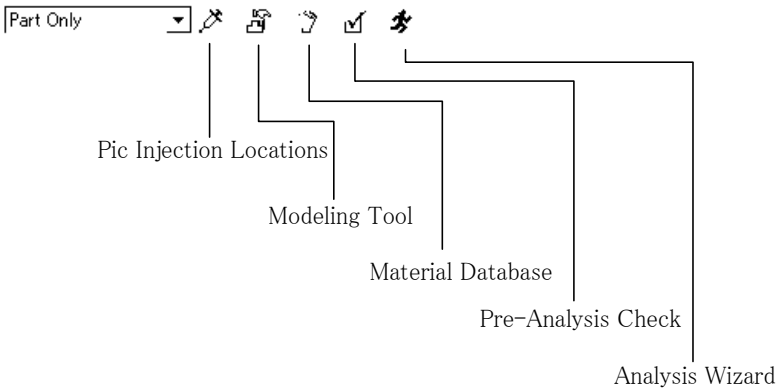



Window mold advice 7.1 after import file finish

ภาพที่ 20 (ต่อ)

Modeling Command.

- Select
- Measure
- Bounding Box
- Enable Clipping Plane
- Pan
- Rotate
- Dynamic Zoom
- Banding Zoom
- Clipping Plan
- Set Center
- Fit to Window
- Original Orientation
- Plastic Attributes
- Display Origin
- Display Feature Edges
- Injection cones
- Cavities
- Runner system
- Intersections
- Beam Runners
- Gates
- Cooling System
- Mold Outline



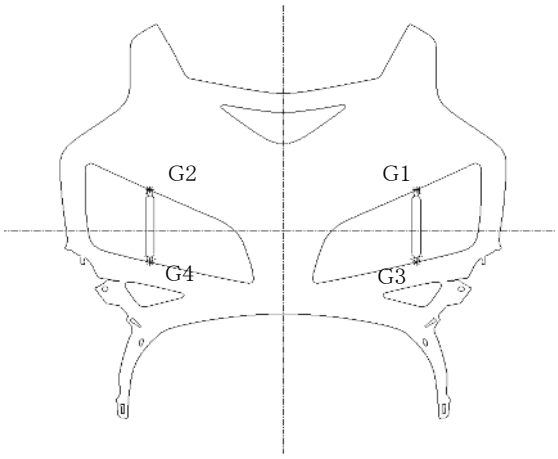

Cavity dividing
Cavity dividing it have 3 case.

Ⅰ.Single Cavity use psrt 1 model 1 cavity.
Ⅱ.Muti Cavity use part 1 model RH/LH or symmetry part.
Ⅲ.Family use part 2 model and unsymmetry.

ภาพที่ 20 (ต่อ)

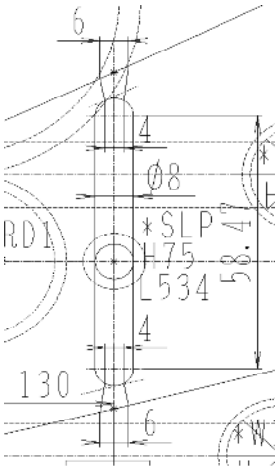
Fixing gates position.

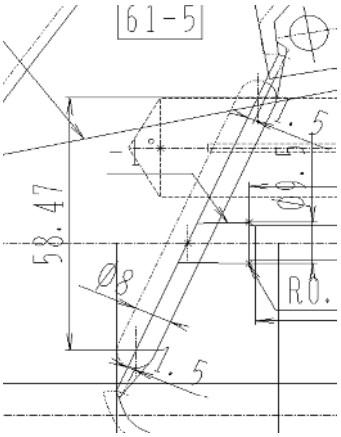
Select Pic Injection Locations.
Direction gate reference drawing



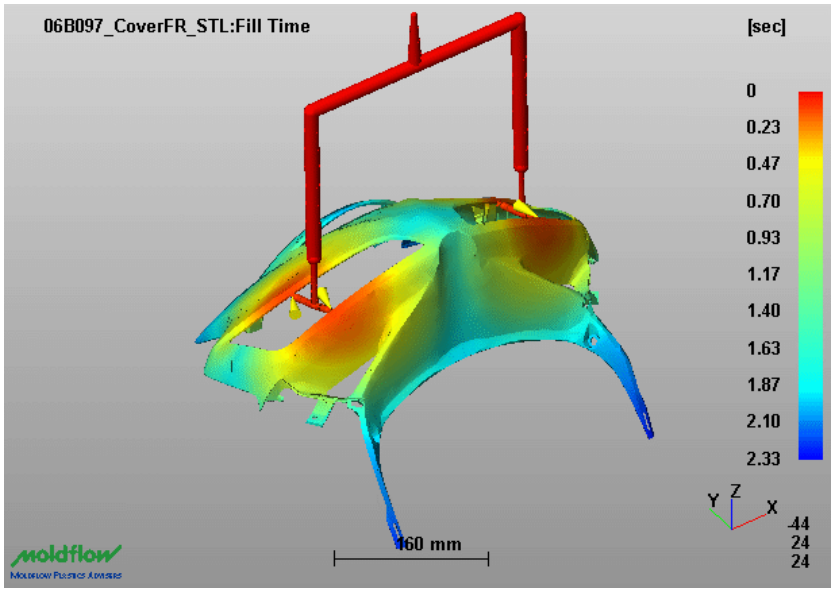

Gate position.
G1=X=130,Y=43.6163,Z=-99.83
G2=X=-130,Y=43.6163,Z=-99.8
G3=X=130,Y=-34.1827,Z=-65.8
G4=X=-130,Y=-34.1827,Z=-65.

Size of runner
Runner Φ8 mm.
Gate size 4mm.x6mm.x1.5mm.
Mf Φ16

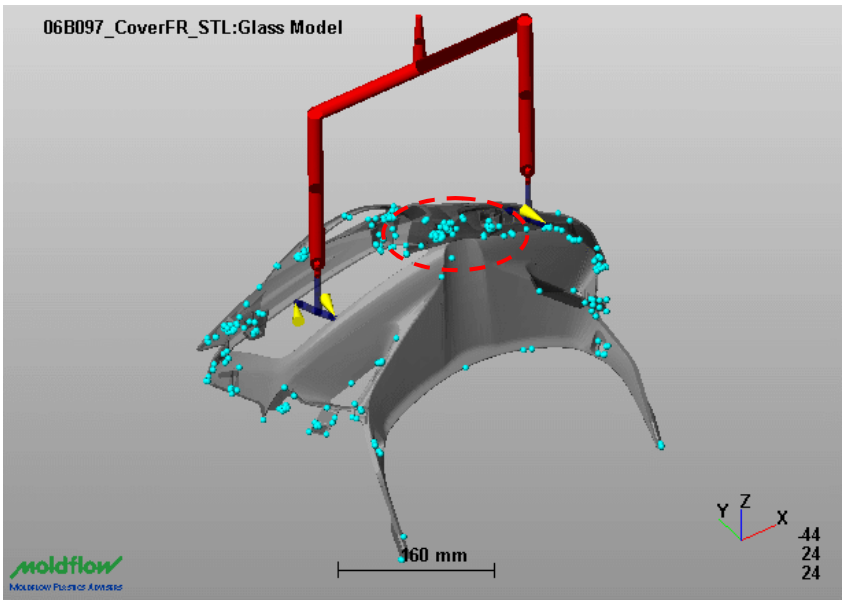


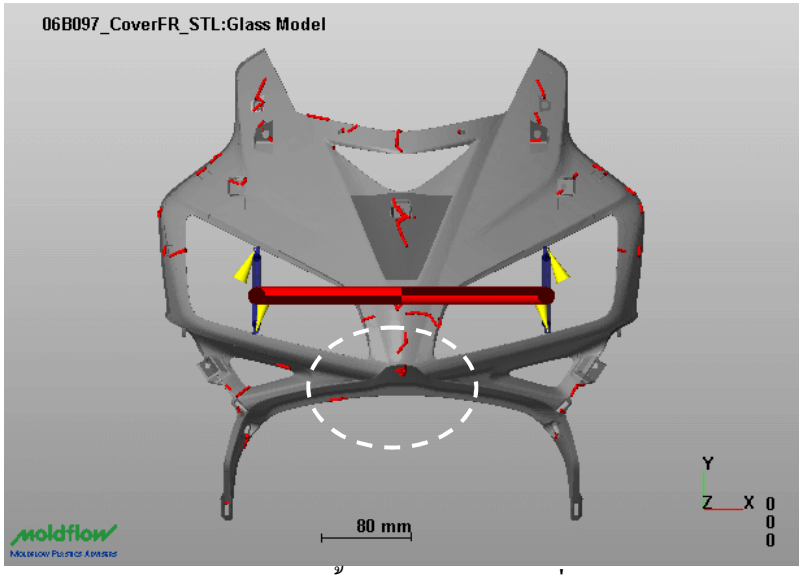
ลำดับภาพแสดงผลจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Mold Flow Analysis




ภาพที่21 ภาพวิเคราะห์ขณะพลาสติกเหลวไหลเข้าที่จุดออกแบบทางเข้า



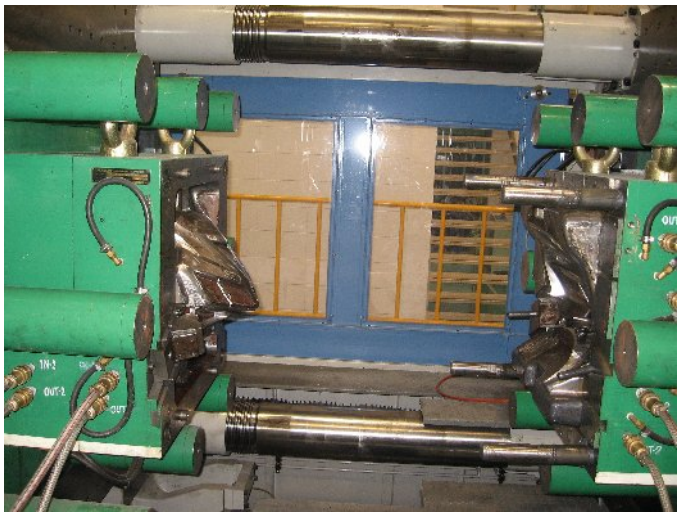

ภาพที่22 ภาพแสดงจุดที่เกิดอากาศรอบตัวชิ้นงาน



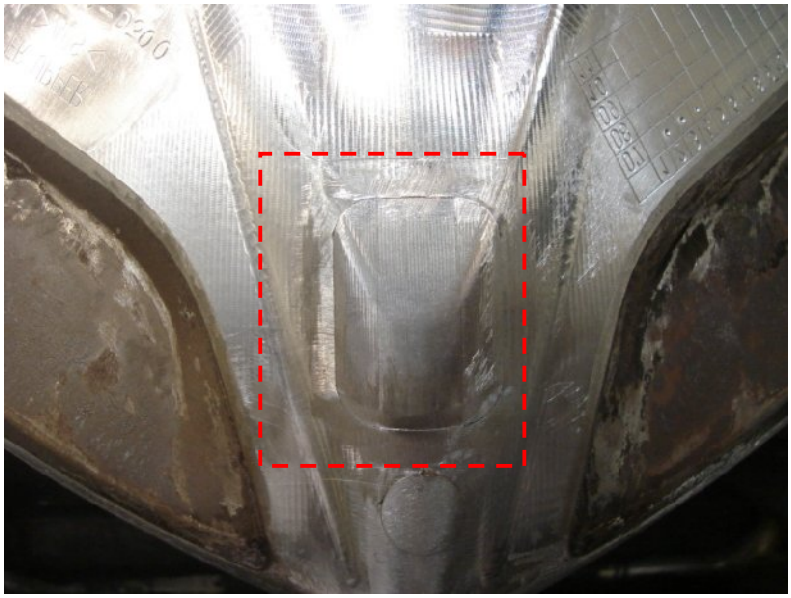

ภาพที่23 ภาพแสดงการเกิดรอยประสานของชิ้นงานตามจุดต่างๆที่พลาสติกไหลมาบรรจบกัน

จากภาพการวิเคราะห์จุดที่เป็นปัญหาด้วยโปรแกรม Mold Flow Program จะเห็นได้ว่าจุดที่เป็นปัญหาที่สำคัญคือจุดที่ติดตั้งชุดร่องระบายอากาศ ซึ่งก็หมายความว่าเป็นระบบที่ทำหน้าที่ระบายอากาศออกจากแม่พิมพ์ขณะที่น้ำพลาสติกเหลวไหลเข้าแม่พิมพ์แทนที่อากาศที่อยู่ภายใน ดังนั้นทางกลุ่มคุณภาพจึงทำการตรวจสอบระบบการระบายอากาศของแม่พิมพ์ โดยทำการตรวจวัดชิ้นส่วนของร่องระบายอากาศอย่างละเอียด

ขั้นตอนการเข้าตรวจสอบและปรับปรุงชิ้นส่วนของร่องระบายอากาศที่แม่พิมพ์

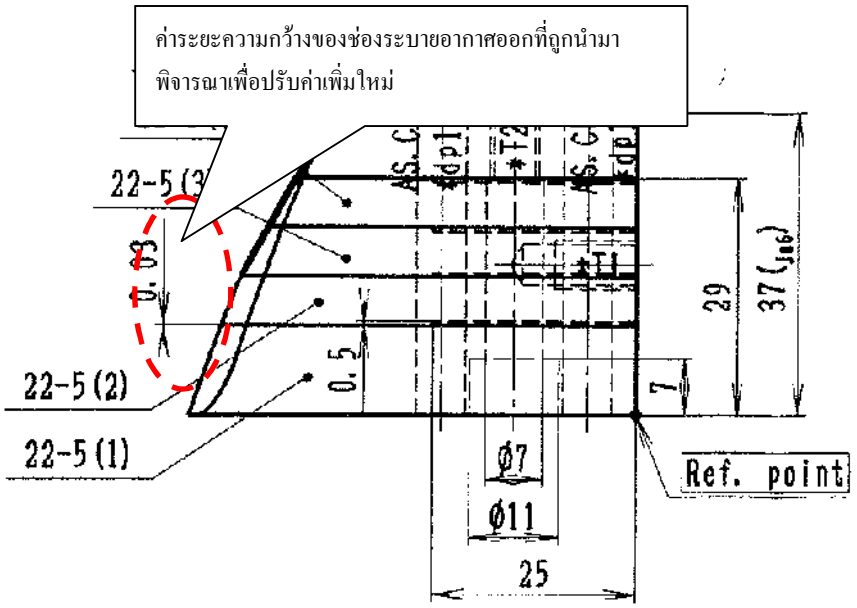


ภาพที่ 24 แม่พิมพ์ขึ้นรูปชิ้นงานติดตั้งอยู่ที่เครื่องฉีด



ภาพที่ 25 ภาพแม่พิมพ์ด้านแกนซึ่งเป็นจุดที่ติดตั้งชุดร่องระบายอากาศ

ภาพที่ 26 ภาพขยายช่องไล่อากาศของชุดร่องระบายอากาศ




ภาพที่ 27 ภาพแสดงระยะความกว้างของร่องระบายอากาศ

ภาพที่ 28 นำแม่พิมพ์มาถอดตัวแยกชุดร่องระบายอากาศออก

ภาพที่ 29 ชุดร่องระบายอากาศที่ถอดมาตรวจสภาพทั่วไปพบมีเศษยางเหนียวอุดตันตามร่องด้วย

ภาพที่ 30 นำชิ้นส่วน Insert มาล้างทำความสะอาดคราบยางเหนียวออกให้หมด

จากภาพที่ 30 ได้ทำการพิจารณาถึงช่องแคบที่ใช้เป็นจุดระบายอากาศออกจากแม่พิมพ์ขณะฉีดชิ้นงาน ซึ่งปรากฏว่าปัจจุบันตามภาพ 4.40-4.42 ปรากฏว่าเมื่อถอดชุดร่องระบายอากาศออกมาแล้วพบว่าสภาพหลังจากผ่านการใช้งานมาระยะหนึ่งแล้ว จะมีเศษคราบยางเหนียวติดตามร่องไล่อากาศทำให้เมื่อใช้งานฉีดแล้ว อากาศไม่สามารถออกจากระบบภายในได้หมดจริงจึงส่งผลให้มีอากาศตกค้างอยู่ภายในหลุมชิ้นงาน ผลเลยปรากฏว่าการรวมตัวของเนื้อพลาสติกไม่เรียบสนิทจึงเป็นผลให้เนื้อชิ้นงานตรงจุดดังกล่าวเป็นรอยหลุมตามเหตุเบื้องต้น ทางกลุ่มคุณภาพจึงทำการล้างทำความสะอาดชุดร่องระบายอากาศให้สะอาดแล้วนำไปตรวจสอบขนาดของความห่างกันระหว่างชิ้นส่วนร่องระบายอากาศตามแบบมีขนาด 30 ไมครอน จึงได้ทำการปรับปรุงโดยอาศัยการพิจารณาจากตารางข้อกำหนดจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นของงานฉีดพลาสติก คือ การแก้ไขตัวร่องระบายอากาศโดยการปรับค่าความกว้างของช่องระบายอากาศออกจากแม่พิมพ์ จากเดิมระยะห่างเท่ากับ 30 ไมครอน ทำการปรับระยะห่างเพิ่มเท่ากับ 50 ไมครอนหลังจากนั้นได้ทำการถอดชุดร่องระบายอากาศ ออกจากแม่พิมพ์ เพื่อนำมาขัดผิวให้ลดขนาดลงตรงจุดที่ประกบกันอยู่ หลังจากนั้นทำความสะอาดคราบเหนียวของเศษไหม้ของส่วนผสมในตัวพลาสติกเอง เช่น คราบไหม้ของยางและ

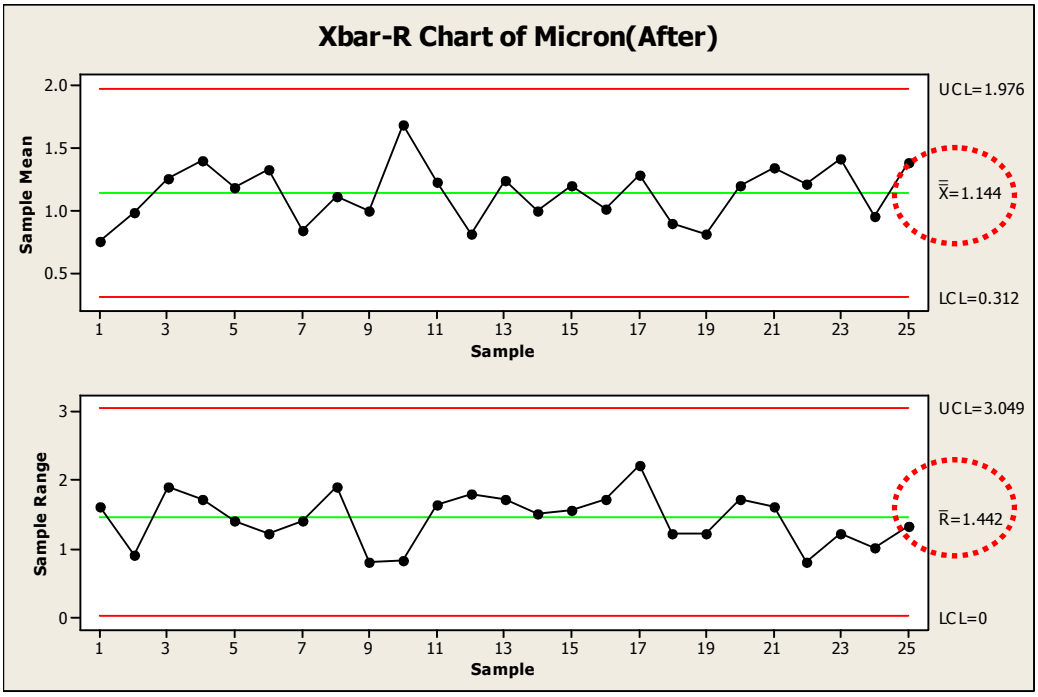
ส่วนผสมของเนื้อพลาสติก เพื่อให้เกิดความสะอาดของชิ้นส่วนร่องระบายอากาศก่อนที่จะทำการประกอบกลับเข้าไปในแม่พิมพ์ดังเดิม และจากนั้นได้นำแม่พิมพ์เข้าไปติดตั้งที่เครื่องฉีดเพื่อทดลองฉีดชิ้นงานออกมาแล้วนำไปตรวจสอบคุณภาพผิวของชิ้นงาน ณ. จุดที่เกิดร่องผิวลึกด้วยเครื่องตรวจวัดความเรียบผิวชิ้นงาน ( Contouring Surface Machine ) โดยจำนวนชิ้นงานที่นำมาสุ่มตรวจวัดระยะความลึกของจุดที่เป็นผิวร่องลึกเท่ากับ 25 ชิ้น และผลที่วัดได้ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 14 ประเมินค่าระยะความลึกของรอยที่ผิวชิ้นงานหลังการแก้ไข

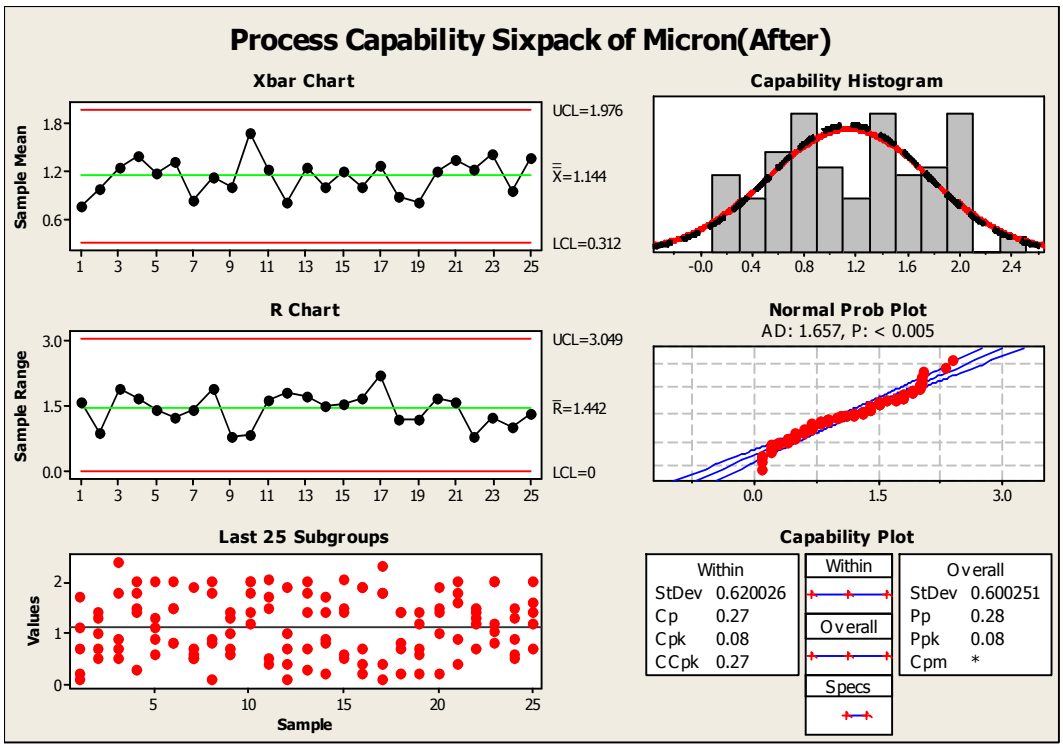
| จำนวนชิ้น ( Pcs ) | ค่าที่วัดได้ μ ( Micron ) | | | | | One Coat | | Two Coat | | การประเมินคุณภาพ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | M | T | W | TH | F | U/C | T/C | U/C | T/C | OK | Repair | NG |
| 1 | 0.7 | 0.2 | 0.1 | 1.7 | 1.1 | O | O | O | O | **X** | | |
| 2 | 1.4 | 1.02 | 0.7 | 0.5 | 1.3 | O | O | O | O | **X** | | |
| 3 | 0.9 | 2.4 | 0.5 | 0.7 | 1.8 | O | O | O | O | **X** | | |
| 4 | 1.5 | 1.8 | 0.3 | 1.4 | 2 | O | O | O | O | **X** | | |
| 5 | 2 | 1.1 | 0.6 | 0.9 | 1.3 | O | O | O | O | **X** | | |
| 6 | 0.8 | 1.5 | 0.8 | 1.5 | 2.02 | O | O | O | O | **X** | | |
| 7 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 1.9 | 0.5 | O | O | O | O | **X** | | |
| 8 | 0.8 | 2 | 0.9 | 1.8 | 0.1 | O | O | O | O | **X** | | |
| 9 | 0.6 | 1.3 | 1.01 | 1.4 | 0.7 | O | O | O | O | **X** | | |
| 10 | 1.4 | 2.02 | 2.01 | 1.2 | 1.8 | O | O | O | O | **X** | | |
| 11 | 1.7 | 0.5 | 2.04 | 1.5 | 0.4 | O | O | O | O | **X** | | |
| 12 | 1.9 | 1 | 0.4 | 0.1 | 0.7 | O | O | O | O | **X** | | |
| 13 | 1.8 | 2.01 | 0.7 | 0.3 | 1.4 | O | O | O | O | **X** | | |
| 14 | 1.7 | 1.4 | 0.8 | 0.2 | 0.9 | O | O | O | O | **X** | | |
| 15 | 0.5 | 2.04 | 1.4 | 0.6 | 1.5 | O | O | O | O | **X** | | |
| 16 | 0.7 | 0.4 | 1.9 | 0.2 | 1.9 | O | O | O | O | **X** | | |
| 17 | 2.3 | 0.1 | 1.8 | 0.4 | 1.8 | O | O | O | O | **X** | | |
| 18 | 0.8 | 0.2 | 1.4 | 0.7 | 1.4 | O | O | O | O | **X** | | |
| 19 | 1.4 | 0.6 | 0.2 | 0.7 | 1.2 | O | O | O | O | **X** | | |
| 20 | 1.9 | 0.2 | 1 | 1.4 | 1.5 | O | O | O | O | **X** | | |

ตารางที่ 14 (ต่อ)

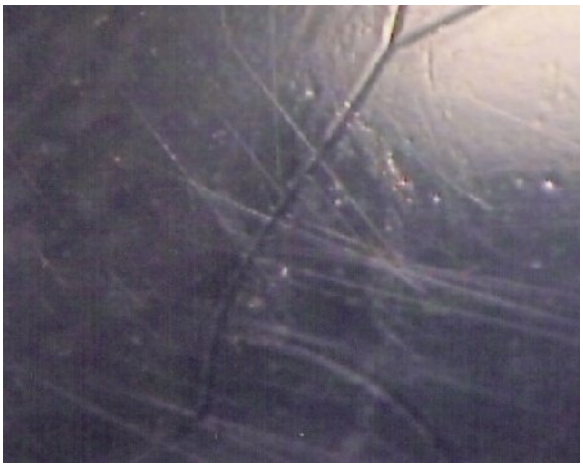
| จำนวนชิ้น ( Pcs ) | ค่าที่วัดได้ μ ( Micron ) | | | | | One Coat | | Two Coat | | การประเมินคุณภาพ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | M | T | W | TH | F | U/C | T/C | U/C | T/C | OK | Repair | NG |
| 21 | 1.8 | 0.4 | 2 | 0.9 | 1.6 | O | O | O | O | **X** | | |
| 22 | 1.4 | 0.7 | 1.3 | 1.5 | 1.2 | O | O | O | O | **X** | | |
| 23 | 1.2 | 1.05 | 2.02 | 0.8 | 2 | O | O | O | O | **X** | | |
| 24 | 1.5 | 0.9 | 0.5 | 0.6 | 1.3 | O | O | O | O | **X** | | |
| 25 | 1.6 | 1.2 | 0.7 | 1.4 | 2.02 | O | O | O | O | **X** | | |




แผนภูมิที่ 10 กราฟแสดงผลจากการวัดความลึกในจุดที่เป็นรอยผิวร่องลึกของชิ้นงานหลังการแก้ไข




แผนภูมิที่ 11 กราฟแสดงประสิทธิภาพการแก้ไขปัญหาทำให้อยู่ในเงื่อนไขได้น้อยกว่า 2 ไมครอน

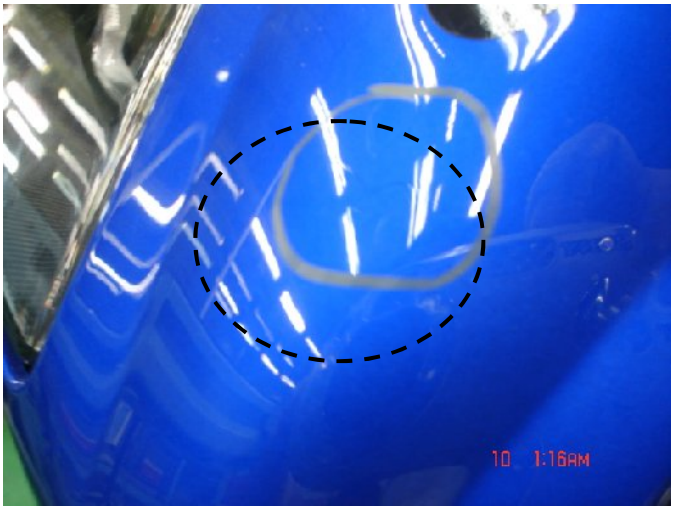


ภาพที่ 31 แสดงการขยายภาพถ่ายตรงจุดที่เป็นรอยร่องผิวลึกของชิ้นงานหลังการแก้ไข

ภาพที่ 32 แสดงจุดที่เคยเกิดรอยร่องผิวลึกจะไม่เห็นรอยชัดเจนเหมือนช่วงก่อนทำการแก้ไข

หลังจากนำชิ้นงานที่ตรวจวัดระยะความลึกด้วยเครื่องวัดความเรียบของผิวชิ้นงานแล้ว ทางกลุ่มคุณภาพได้นำชิ้นงานที่ตรวจสอบแล้วเข้าพ่นสีตามกระบวนการผลิตปกติ โดยที่การพ่นสีนั้นจะทำการพ่นสีทั้งสองชนิดที่โรงงานใช้อยู่ คือ สีชั้นเดียว ที่กำหนดความหนาไว้ที่ 30-35 ไมครอน กับ สี 2 ชั้น ที่กำหนดความหนาไว้ที่ 40-45 ไมครอน เพื่อยืนยันการแก้ไขปัญหาการเกิดรอยที่ชั้นฟิล์มสีพ่นเคลือบชิ้นงาน

ภาพที่ 33 แสดงการนำชิ้นงานที่ผ่านการเช็คความเรียบพ่นสีเคลือบด้วยสี 1 ชั้น



ภาพที่ 34 แสดงการนำชิ้นงานที่ผ่านการเช็คความเรียบพ่นสีเคลือบด้วยสี 2 ชั้น

ภายหลังจากการยืนยันระบบการตรวจวัดด้วยเครื่องวัดความเรียบผิวชิ้นงานแล้ว เพื่อพิสูจน์ความถูกต้องในการแก้ไขปัญหาของการฉีดพลาสติกแล้วจึงได้ แนะนำวิธีการนำชิ้นงานไปสุ่มตรวจวัดระยะความเรียบของผิวชิ้นงานจากการผลิตของพนักงานควบคุมการฉีดและพนักงานดูแลตรวจซ่อมแม่พิมพ์ จนครบกระบวนการการตรวจสอบที่ถูกต้องและเหมาะสม หลังจากนั้นจึงได้ดำเนินการขยายผลการวิจัยไปสู่การวิเคราะห์และออกแบบแม่พิมพ์รุ่นใหม่ต่อไป

จากผลทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของการปรับค่าการฉีดชิ้นงานพลาสติก (Condition Injection) ที่ประกอบด้วย อุณหภูมิ,แรงดัน,ความเร็วและเวลาในการฉีดชิ้นงานพลาสติก นั้นเมื่อออกแบบการทดลองแล้ว ประมวลผลด้วยสถิติแล้ว ปรากฏว่า ในความสัมพันธ์ของทั้งสี่ตัวแปรไม่มีผลต่อปริมาณ ร้อยละของเสียของชิ้นงานที่ฉีดออกมา เหตุผลที่ มีค่า P-value มากกว่า 0.05 ( Temp=0.156,Pressure=0.103,Speed=0.156,Time=0.525) และเมื่อเทียบค่ากันระหว่างรันทดลองผลก็ยังมีค่ามากกว่า 0.05 (Temp*Pressure=0.896,Temp*Speed=0.351,Temp*Time=0.428) ดังนั้นจึงเป็นผลลัพธ์ให้เชื่อได้ว่าไม่มีผลต่อปริมาณของเสียที่ฉีดออกมา เพราะฉะนั้นเราจึงยอมรับสมมติฐานหลักคือตัวแปรทุกตัวมีค่า มากกว่า 0.05 ที่ระดับนัยสำคัญ จึงไม่สามารถนำไปตรวจสอบเพื่อหาสาเหตุแห่งที่มาของของเสียจากการฉีดชิ้นงานพลาสติกได้

2. ในการตรวจวัดชิ้นงานด้วยเครื่องมือวัดความเรียบผิว(Surface Contouring Machine) สามารถทำการตรวจวัดความเรียบผิวชิ้นงานที่เป็นของเสียได้ค่าความลึกมากกว่า 2 μ เมื่อหาค่าเฉลี่ยแล้วจะอยู่ที่ประมาณ 7.24-7.88 μ ทำให้เกิดปัญหารอยที่ผิวของฟิล์มสีที่พ่นเคลือบชิ้นงานไปแล้วและจะเห็นรอยเด่นชัดที่ผิวของชิ้นงาน จึงทำให้เกิดเป็นชิ้นงานเสียในกระบวนการผลิต และเมื่อทำการพิสูจน์ย้อนกลับไปตรวจสอบกระบวนการออกแบบแม่พิมพ์ โดยเริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์การไหลของพลาสติกในรูปทรงของชิ้นงานเอง พบว่าเกิดปัญหาการไหลเวียนของอากาศไม่ดีและเกิดอากาศขึ้นมากที่บริเวณจุดที่เกิดปัญหารอยประสานของเนื้อพลาสติกจึงทำให้เชื่อได้ว่าการระบายอากาศที่จุดเกิดปัญหาไม่ดีต้องทำการแก้ไข

3. การปรับปรุงชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ ณ.จุดที่เกิดปัญหาคือชุดระบายอากาศ(Insert gas went ) ซึ่งชิ้นส่วนดังกล่าวเป็นชุดที่จะมีหน้าที่ระบายอากาศออกขณะพลาสติกเหลวไหลเข้าสู่แม่พิมพ์และในจังหวะย้ำเพื่อให้ชิ้นงานเต็มหลุมชิ้นงาน(Cavity)นั่นเอง ได้ตรวจสอบพบว่า ชิ้นส่วนของชุดร่องระบายอากาศมีขนาดเล็กเกินไปที่จะสามารถไล่อากาศออกได้หมดโดยมีขนาด 0.03 มม.(30 μ ) และยังพบอีกว่า หลังจากการใช้งานแม่พิมพ์ได้ระยะหนึ่งแล้ว เกิดปัญหาของคราบสิ่งสกปรกจากเม็ดพลาสติกประเภทยางเหนียว ซึ่งเป็นตัวช่วยการอุดตันของร่องระบายอากาศได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงทำการปรับแก้ไขชิ้นส่วนร่องระบายอากาศด้วยการเพิ่มขนาดของร่องระบายอากาศเป็น 0.05 มิลลิเมตร(50 μ) และล้างทำความสะอาดคราบเหนียวที่ผิวชิ้นส่วนร่องระบายอากาศ จากนั้นทำการทดลองฉีดและนำชิ้นงานมาตรวจวัด พบว่า ค่าเฉลี่ยความลึกของรอยประสานลดน้อยลงหรือเนื้อพลาสติกสามารถประสานกันได้ดีมากขึ้นโดยได้ค่าอยู่ที่ 1.144 – 1.442 μ ทำให้ฟิล์มสีที่พ่นเคลือบชิ้นงานมีความเรียบผิวมากขึ้นจนไม่สามารถมองเห็นรอยที่ชิ้นงาน

ในแต่ละกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับงานพ่นสี โดยการกำหนดรูปแบบการตรวจสอบและแผนการตรวจปรับปรุง ในแต่ละกระบวนการ และในแต่ละหน่วยงานที่มีส่วนร่วมในการผลิตและควบคุมคุณภาพของสินค้า ซึ่งสามารถแยกเป็นส่วนงานที่เกี่ยวข้องและแนวทางการปฏิบัติได้ดังนี้

1. ฝ่ายประกันคุณภาพ
   1.1 จัดทำแผนการสอบเทียบเครื่องมือวัดสม่ำเสมอเพื่อความเที่ยงตรงในการวัด
   1.2 จัดผึกพนักงานเกี่ยวกับวิธีการตรวจวัดชิ้นงานด้วยเครื่องไฮเทคโนโลยีให้ถูกต้อง
2. ฝ่ายซ่อมบำรุงแม่พิมพ์
   2.1 จัดทำแผนการซ่อมบำรุงเครื่องฉีดพลาสติก
   2.2 จัดทำแผนการกำหนดระยะตรวจสอบแม่พิมพ์ตามระยะเวลาการฉีดชิ้นงาน
3. ฝ่ายผลิต
   3.1 จัดทำมาตรฐานการควบคุมการปรับค่าการฉีดชิ้นงาน
   3.2 จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบชิ้นงานในขั้นตอนการผลิต (QC. ON PROCESS)
4. ฝ่ายออกแบบรุ่นใหม่
   4.1 สะท้อนการออกแบบชิ้นส่วนรถรุ่นใหม่
   4.2 พิจารณาข้อบกพร่องในการออกแบบแม่พิมพ์รถรุ่นใหม่
   4.3 ทบทวนวิธีการตรวจสอบหรือตรวจรับแม่พิมพ์จากผู้ผลิต

**อุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย**

1.พนักงานผู้ปฏิบัติงาน ขาดความเข้าใจในเรื่องของการวิเคราะห์ระบบแม่พิมพ์ซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าในการแก้ไขปัญหาหน้างาน

2.เครื่องมือตรวจวัดชิ้นงานหรือโปรแกรมตรวจสอบการฉีดชิ้นงานพลาสติกเป็นเครื่องมือ ที่มีเทคโนโลยีสูง และการใช้งานต้องเป็นผู้ชำนาญเท่านั้น

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัย

## สรุปผลการวิจัย

วิธีการดำเนินการที่ได้นำเสนอการแก้ไขปัญหาทั้งหมดนี้ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับการบริหารจัดการเพื่อลดปัญหาการสูญเสียชิ้นงานจากการฉีดพลาสติกในโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ ซึ่งสามารถกำหนดแนวทางการปฏิบัติงานที่ถูกต้องและเหมาะสมในการนำไปแก้ไขปัญหาการผลิตแม่พิมพ์ชิ้นงานพลาสติก และใช้เป็นมาตรฐานในขั้นตอนเริ่มต้นของการผลิตชิ้นงานพลาสติก ซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดต่างๆได้ดังนี้

1. ในขั้นตอนการเตรียมการผลิต จำเป็นต้องมีการกำหนดขั้นตอนการผลิตที่เกี่ยวข้องให้ครบถ้วนทุกกระบวนการ และต้องทำการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ ในแต่ละกระบวนการที่เกี่ยวข้องอย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.1 การกำหนดรูปแบบในการออกแบบการทดลอง

1.2 การทบทวนขั้นตอนการออกแบบและผลิตชิ้นงานพลาสติก

1.3 การระดมสมองเพื่อค้นหาแนวโน้มของข้อบกพร่อง

1.4 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องแต่ละรายการ

1.5 การประเมินตัวเลขแสดงการสูญเสียในการผลิต

1.6 การกำหนดมาตรฐานการตอบโต้เพื่อลดการสูญเสียจากการผลิต

1.7 การประเมินผลการสูญเสียจากการผลิตภายหลังการปฏิบัติการตอบโต้

1.8 การตรวจสอบติดตามผล และ การจัดทำมาตรฐานการตรวจสอบแม่พิมพ์

2. หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบในแต่ละกระบวนการที่เกี่ยวข้องอย่างถูกต้องและเหมาะสมเรียบร้อยแล้ว ทำให้สามารถรู้และเข้าใจถึงต้นเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ไข ดังนั้นจึงเริ่มดำเนินการทำการออกแบบการทดลอง Design of Experiment (DOE) ตามแนวทางการออกแบบการทดลอง ตามลำดับ ดังนี้

2.1 ทำความเข้าใจถึงปัญหา

2.2 เลือกปัจจัย ระดับ และขอบเขต

2.3 เลือกตัวแปร

2.4 เลือกการออกแบบการทดลอง

2.5 ทำการทดลอง

2.6 วิเคราะห์ข้อมูลด้านสถิติ

2.7 การย้อนกลับไปวิเคราะห์ต้นตอปัญหาที่แท้จริง

2.8 สรุปผลและออกความเห็นกับข้อเสนอแนะ

3. ทำการออกแบบการทดลองเป็นรูปแบบเสร็จสมบูรณ์แล้ว ยังคงต้องทำการย้อนกลับไปตรวจวัดและวิเคราะห์ระบบแม่พิมพ์ให้ทำงานได้ถูกต้อง และสามารถเชื่อมั่นได้ว่าเครื่องมือวัดและวิธีการวัดนั้นมีความเที่ยงตรง และถูกต้องตามวิธีการตรวจสอบอย่างแท้จริง ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้นำเอาเครื่องมือระบบการวัดขั้นสูง

4. เมื่อทำการทดลองกิจกรรมบริหารงานคุณภาพในการแก้ปัญหาต่างๆ ของโรงงานที่มีปริมาณการผลิตต่อเดือนจำนวนมากที่ต่อเนื่องและคงที่มีรายละเอียดดังนี้

4.1 บริหารงานด้านคุณภาพของการผลิตชิ้นงาน

ผลพลอยได้จากปัญหาสภาพผิวชิ้นงานพลาสติกเป็นรอย ใช้ระยะเวลาการปฏิบัติงานจริงทั้งหมด 3 เดือน มีปริมาณการผลิตเดือนละ 5,456 ชิ้น ภายหลังทำการปรับปรุงโดยกลุ่มบริหารงานคุณภาพพบว่าอัตราของเสียลดลงร้อยละ 90.1 คิดเป็นมูลค่า 1,145,760 บาทต่อเดือนผลิต

4.2 การจัดการด้านการซ่อมบำรุงรักษาและตรวจสอบระบบแม่พิมพ์ที่ใช้งานอยู่ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานและตรวจสอบสภาพความผิดปกติของชิ้นงานเมื่อฉีดออกมาแล้ว

**ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป**

ในการทำการวิจัยครั้งต่อไป ดำเนินการขยายผลไปสู่กระบวนการฉีดพลาสติกสำหรับชิ้นงานในรุ่นอื่นๆที่นำเข้ามาผลิตภายในโรงงานและครอบคลุมในทุกผลิตภัณฑ์ ที่โรงงานผลิตรถจักรยานยนต์ที่ผลิตอยู่ภายในประเทศต่อไป

# บรรณานุกรม


**ภาษาไทย**

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. ระบบการควบคุมคุณภาพหน้างานคิวซีเซอร์เคิล. กรุงเทพฯ : บริษัท เทคนิคอล แอพโพรช เคาน์เซลลิ่ง แอนด์ เทรนนิ่ง จำกัด , 2446.

เจริญ วัชระรังษี . คู่มือปฏิบัติการกิจกรรม QCC (Operation manual for QC circle activity) . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษรประเสริฐ , 2534.

วรินทร์ สุขเจริญ. การพัฒนางานด้วยกลุ่มคุณภาพ . กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น , 2535

ธีรชัย โรจนพิสุทธิ์ . กลยุทธ์การควบคุมต้นทุนการผลิต . กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2544.

เสรี ยูนิพันธ์ และ คณะ . เทคนิคการควบคุมคุณภาพ . กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดบุ๊ค , 2522.

อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลสักดิ์ . แนวคิดของการควบคุมคุณภาพ . กรุงเทพฯ : สมาคม ส.ส.ท. , 2535.

วารสารกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม . การใช้สถิติควบคุมคุณภาพเบื้องต้น . ม.ป.ท., 2545.

ปัณณธร เจียรธราวานิช. “การประยุกต์ระบบบริหารงานคุณภาพเพื่อลดของเสียในสายงานผลิตวอยซ์คอยล์โดยใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์, 2547.

สมมาตร สุพานิชวิทธิ์ . บทความเทคนิคในการลดต้นทุนอุตสาหกรรม . กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม , 2527.

สันติ วิลาสศักดานนท์. การควบคุมคุณภาพเพื่อลดต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิต. ม.ป.ท., 2528.

**ภาษาอังกฤษ**

Duncan, A.J. Quality Control and Industrial Statistics.4 th ed. n.p. : Richard D.Irwin Inc ,1974.

Dale, B.G.,and Plunkett J.J. Managing Quality . n.p. : Philip Allen,1990.

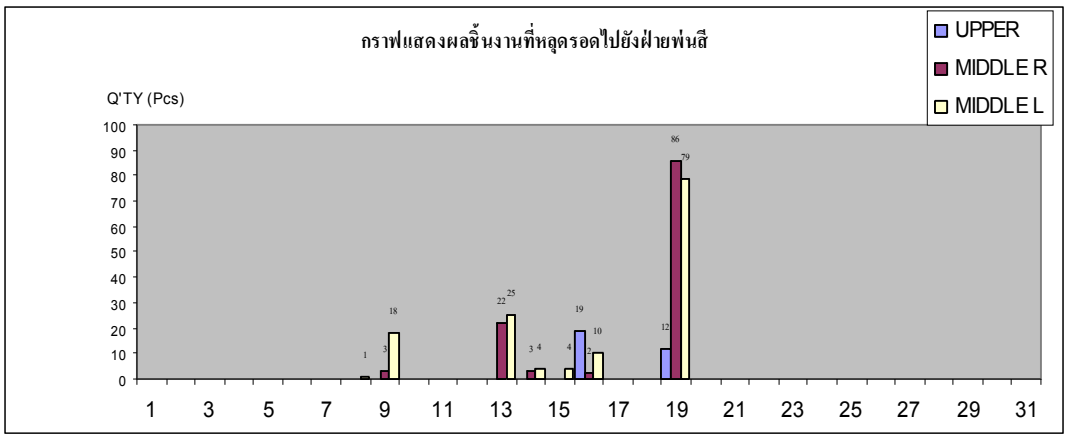
Blank, L. Statistical Procedures For Engineering Management and Science . Singapore : McGraw-Hill , 1998.

Blank, L.T., and Tarquin A.J. Engineering economy. Singapore : McGraw-Hill , 1998.

Amsden , R.T, H.E. Butler,and D.M.Amsden . SPC Simplified : Practical Step to Quality . New York : UNIPUB/Kraus International Publication,1986.

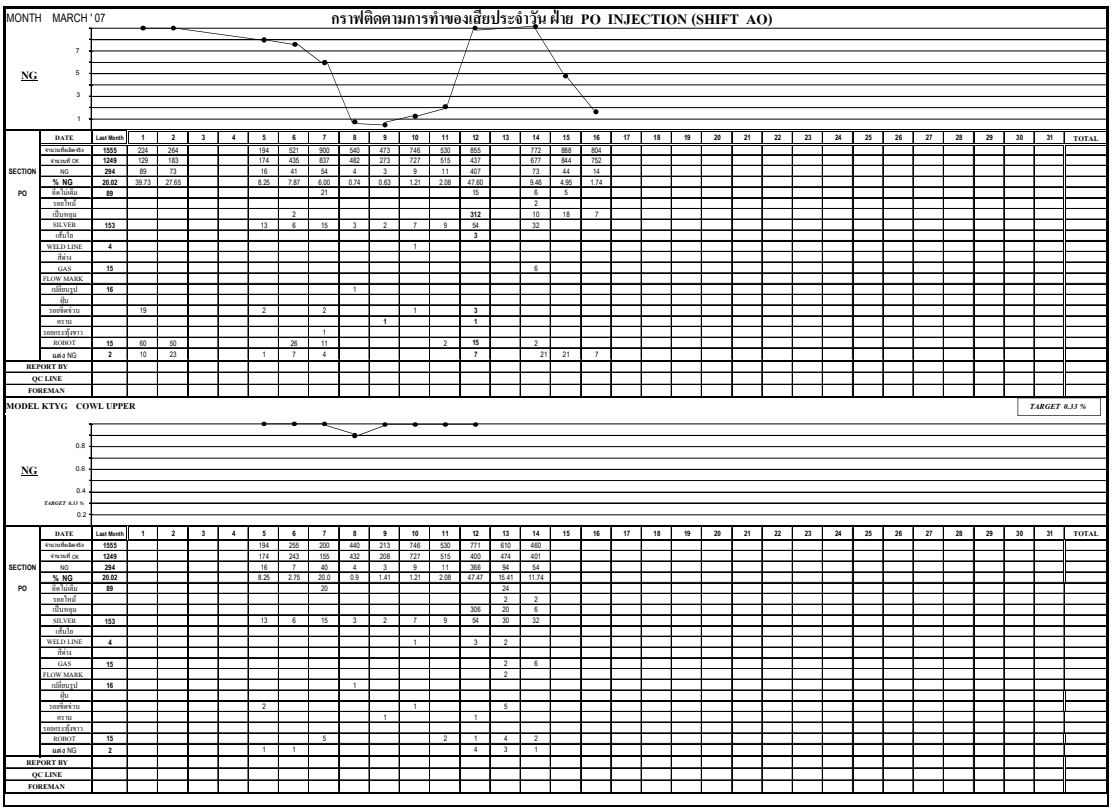
ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก
# ข้อมูลพื้นฐาน เอกสารในการดำเนินโครงงานวิจัย



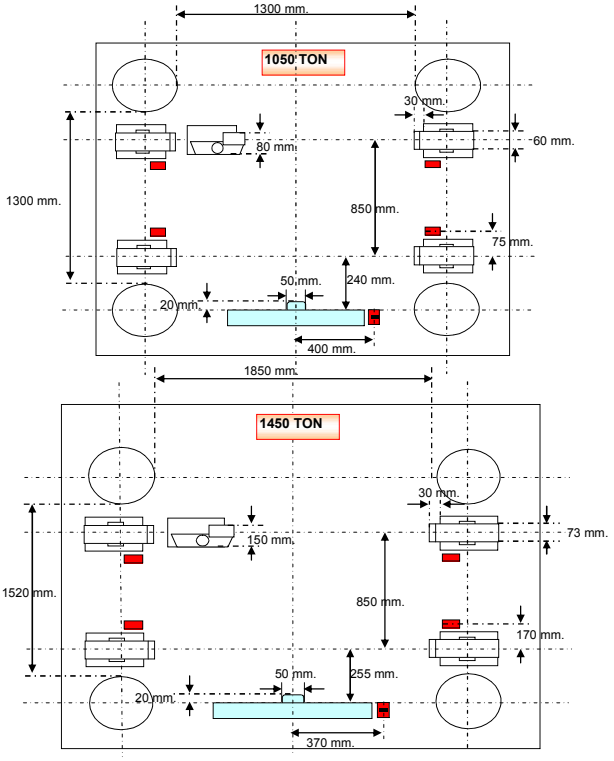

DATAข้อมูลของเสียหลุดรอดไปยังฝ่ายพ่นสี เดือน Mar-07

| DATE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| จำนวนแขวน | | | | | | | | 200 | 231 | | | 216 | 618 | 672 | 1152 | 1251 | 714 | | 2214 | 1110 | | | | | | | | | | | |
| NGหลุดรอด(Pcs) | | | | | | | | 1 | 21 | | | 12 | 47 | 7 | 69 | 31 | 85 | | 177 | 181 | | | | | | | | | | | |
| %NG หลุด | | | | | | | | 0.5 | 9.09 | | | 5.56 | 7.61 | 1.04 | 5.99 | 2.48 | 11.9 | | 7.99 | 16.3 | | | | | | | | | | | |
| UPPER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NGหลุดรอด(Pcs) | | | | | | | | | | | | | | | | 19 | | | 12 | | | | | | | | | | | | |
| SHORT SHOT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BURN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HOLD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SILVER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| WELD LINE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BARI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SHAPE NG | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DUST | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| สีดุด | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | | | 12 | | | | | | | | | | | | |
| FINISHING NG | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MIDDLE R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NGหลุดรอด(Pcs) | | | | | | | | | 3 | | | | 22 | 3 | | 2 | | | 86 | | | | | | | | | | | | |
| SHORT SHOT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BURN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HOLD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SILVER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| WELD LINE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BARI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SHAPE NG | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DUST | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| สีดุด | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | | | | | | | | | | | | |
| FINISHING NG | | | | | | | | | 3 | | | | 22 | 3 | | 2 | | | 81 | | | | | | | | | | | | |
| MIDDLE L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NGหลุดรอด(Pcs) | | | | | | | | 1 | 18 | | | | 25 | 4 | 4 | 10 | | | 79 | | | | | | | | | | | | |
| SHORT SHOT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BURN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HOLD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SILVER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| WELD LINE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BARI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SHAPE NG | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DUST | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SC | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| สีดุด | | | | | | | | | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FINISHING NG | | | | | | | | 1 | | | | | 25 | 2 | 4 | 10 | | | 79 | | | | | | | | | | | | |




## SPECT.ของเครื่องฉีด

| NO. | รายการ | SPECT. | |
|---|---|---|---|
| | | 1050 TON | 1450 TON |
| 1 | ระยะTIE BAR | 1300X1300 mm. | 1850X1520 mm. |
| 2 | CLAMPER LOCK แม่พิมพ์ | 790-1290 mm. | 1240-1840 mm. |
| 3 | ความหนาของแม่พิมพ์ | 500-1100 mm. | 800-1500 mm. |
| 4 | DAY LIGHT | 2250 mm. | 2800 mm. |
| 5 | CLAMP STROKE | 1750 mm. | 2000 mm. |
| 6 | CLAMP FORCE | 1050 TON | 1450 TON |
| 7 | EJECTOR STROKE | 200 mm. | 250 mm. |
| 8 | SCREW DIAMETER | 105 $CM^3$ | 120 $CM^3$ |
| 9 | INJECTION STROKE | 525 mm. | 600 mm. |
| 10 | INJECTION SPEED | 160 mm./sec | 125 mm./sec |
| 11 | INJECTION PRESSURE | 176 Mpa | 176 Mpa |
| 12 | INJECTION VOLUME | 4540 $CM^3$ | 6780 $CM^3$ |
| 13 | HOT RUNNER HEATER CONTROL | 8 ZONE | 8 ZONE |
| 14 | HARTING HEATER (ตัวเมีย) | 09 33 024 2701 | 09 33 024 2701 |
| 15 | HARTING SENSOR (ตัวเมีย) | 09 33 016 2701 | 09 33 016 2701 |
| 16 | สายTHERMO COUPLE | TYPE K | TYPE K |
| 17 | JOINT น้ำ ( 4 P / 4 S ) | 3 ZONE | 3 ZONE |
| 18 | JOINT HYDRAULIC ( 3HP / 3HS ) | 2 ZONE | 2 ZONE |
| | | | |



ภาคผนวก ข

ข้อมูลในการดำเนินโครงงานวิจัย

# STANDARD MOLDING CONDITION for MACHINE

1,050 TONs EM

| MODEL | KTYG | PART NAME | COWL FR. UPPER | PART NO. | 64250-KTYG-D300 | THICKNESS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MATERIAL | ABS | GRADE | LUSTRAN 970 | COLOR | NH-1 | WEIGHT/RUNNER | 398/10 g. | 2. 3 mm. |

## HEATER

| CYLINDER (C°) | N1 | N2 | C1 | C2 | C3 | C4 | CJ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 210 | 210 | 230 | 230 | 220 | 200 | 50 |

| HOT RUNNER (C°) | HR1 | HR2 | HR3 | HR4 |
|---|---|---|---|---|
| | 215 | 215 | | |

| HOT CHIP (C°) | HC5 | HC6 | HC7 | HC8 |
|---|---|---|---|---|
| | 210 | 210 | | |

## CLAMP

| | | VC4 | VC4C | VC4B | VC4A | VC3 | VC3A | VCD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OPEN | SPEED (%) | 20 | 80 | 80 | 80 | 80 | 3 | 50 |
| | POSITION (mm.) | 1,080 | 1,075 | 600 | 500 | 300 | 90 | 3 |

| | | VC1 | VC2A | VC2B | VC2C | VC2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CLOSE | SPEED (%) | 80 | 80 | 80 | 50 | 2 |
| | POSITION (mm.) | 1,080 | 1,080 | 770 | 340 | 100 | 0.5 |

| | |
|---|---|
| CLAMP FORCE (%) | 80 |
| MOLD THICKNESS (mm.) | 980.3 |
| MOLD PROTECT (%) | 60 |

## EJECTOR

| POSITION (mm.) | LS 31 | LS30 |
|---|---|---|
| | 0 | 102 |

| SPEED (%) | | |
|---|---|---|
| | ADVANCE 1➔➔ | 25 |
| | ←← RETRACT | 30 |

## CORE

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A CORE | | | | | | | | | | |
| B CORE | | | | | | | | | | |

## SCREW

| | |
|---|---|
| SPEED (%) | 40 |
| POSITION (mm.) | 65 |

| BACK PRESSURE (%) |
|---|
| 8 |

## SUCK BACK

| | |
|---|---|
| SPEED (%) | 15 |
| POSITION (mm.) | 5 |

## INJECTION

| | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SPEED (%) | | | 9 | 10 | 15 | 5 |
| PRESSURE (%) | | | 80 | 80 | 80 | 70 |
| POSITION (mm.) | | | 14 | 30 | 60 | 65 |

## HOLDING

| | 3 | 2 | 1 |
|---|---|---|---|
| PRESSURE (%) | | 55 | 65 |
| TIME (sec.) | | 2 | 3 |

| | |
|---|---|
| TIME COOLING (sec.) | 15.50 |
| V ➔➔➔ P SWITCH | POSITION |
| TIME TA (sec.) | 6 |
| LS6 POSITION (mm.) | 10 |

| | |
|---|---|
| ROBOT 'S PROG, | 2 |
| CYCLE TIME (sec.) | 47 |

| MOLD COOLING ( °C ) | | | |
|---|---|---|---|
| FIX MOLD | | MOVE MOLD | |
| *COOLING* | | *COOLING* | |
| *MOLD TEMP* | | *MOLD TEMP* | |
| *CHILLER* | | *CHILLER* | |

REVISE

| TIME | 1 | DATE | 16 JULY ,2007 |
|---|---|---|---|

| FOREMAN | |
|---|---|

# STANDARD MOLDING CONDITION for MACHINE

1,450 TONs EM

| MODEL | KTYG | PART NAME | COWL FR. UPPER | PART NO. | 64250-KTYG-D300 | THICKNESS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MATERIAL | ABS | GRADE | LUSTRAN 970 | COLOR | NH-1 | WEIGHT/RUNNER 398/10 g. | 2. 3 mm. |

## HEATER

| CYLINDER (C°) | N1 | N2 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 220 | 220 | 230 | 230 | 230 | 200 | 200 |

| HOT RUNNER (C°) | HR1 | HR2 | HR3 | HR4 |
|---|---|---|---|---|
| | 225 | 220 | | |

| HOT CHIP (C°) | HC5 | HC6 | HC7 | HC8 |
|---|---|---|---|---|
| | 230 | 230 | | |

## CLAMP

| | | VC4 | VC4C | VC4B | VC4A | VC3 | VC3A | VCD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OPEN | SPEED (%) | 3.3 | 80 | 80 | 80 | 80 | 3 | 50 |
| | POSITION (mm.) | 1,080 | 1,075 | 600 | 500 | 300 | 90 | 3 |

| | | VC1 | VC2A | VC2B | VC2C | VC2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CLOSE | SPEED (%) | 80 | 80 | 80 | 25 | 2 | |
| | POSITION (mm.) | 1,080 | 770 | 400 | 150 | 97 | 0.5 |

| | |
|---|---|
| CLAMP FORCE (%) | 80 |
| MOLD THICKNESS (mm.) | 980.4 |
| MOLD PROTECT (%) | 60 |

## EJECTOR

| POSITION (mm.) | LS 31 | LS30 |
|---|---|---|
| | 0 | 102 |

| SPEED (%) | |
|---|---|
| ADVANCE 1➔➔ | 25 |
| ➔➔ RETRACT | 30 |

## CORE

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A CORE | | | | | | | | | | |
| B CORE | | | | | | | | | | |

## SCREW

| | |
|---|---|
| SPEED (%) | 40 |
| POSITION (mm.) | 53 |

| BACK PRESSURE (%) |
|---|
| 8 |

## SUCK BACK

| | |
|---|---|
| SPEED (%) | 20 |
| POSITION (mm.) | 1 |

## INJECTION

| | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SPEED (%) | | | 9 | 9 | 15 | 5 |
| PRESSURE (%) | | | 80 | 80 | 70 | 70 |
| POSITION (mm.) | | | 10 | 22 | 43 | 53 |

## HOLDING

| | 3 | 2 | 1 |
|---|---|---|---|
| PRESSURE (%) | | 50 | 70 |
| TIME (sec.) | | 3 | 4 |

| | |
|---|---|
| TIME COOLING (sec.) | 15 |
| V ➔➔➔ P SWITCH | POSITION |
| TIME TA (sec.) | 6 |
| LS6 POSITION (mm.) | 10 |

| | |
|---|---|
| ROBOT 'S PROG, | 1 |
| CYCLE TIME (sec.) | 48 |

| MOLD COOLING ( °C ) | | | |
|---|---|---|---|
| FIX MOLD | | MOVE MOLD | |
| *COOLING* | | *COOLING* | |
| *MOLD TEMP* | 40 | *MOLD TEMP* | |
| *CHILLER* | | *CHILLER* | 15 |

REVISE

| TIME | 1 | DATE | 25 MAY ,2007 |
|---|---|---|---|

| FOREMAN | |
|---|---|

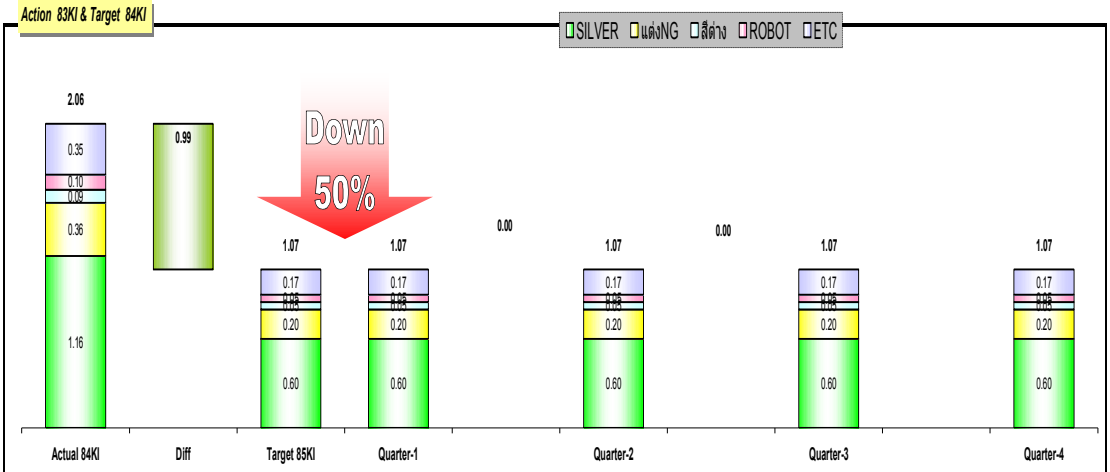
# Quality Control Target 85 ki ( Poi Section )

| CHIEF | FOREMAN | ISSUED BY |
|---|---|---|
| | | |

| ITEM CONTROL | | Target 84 ki Apr'07-Mar'08 | Actual ( Apr'07-Mar'08) | Target 85 ki | Quarter-1 Apr-Jun '08 | Quarter-2 Jul-Sep '08 | Quarter-3 Oct-Dec '08 | Quarter-4 Jan-Mar '08 | First Half Apr-Sep '08 | Second Haft Oct'08-Mar '09 | Total Apr'07-Mar'08 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ไม่ทำ | % NG 1 | 5.00 | 1.93 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| | % NG 2 | 2.65 | 2.06 | 2.06 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 |

REMARK Target 85ki น่า Actual ของปี 84 Ki มาเป็น Base

Action 83KI & Target 84KI




| Item | Action 84 KI | | | | Total | Target | Item | TARGET 85 KI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Quarter-1 | Quarter-2 | Quarter-3 | Quarter-4 | 84 Ki | ( Down ) | | Quarter-1 | Quarter-2 | Quarter-3 | Quarter-4 | AVG. | Q1-Q4 |
| NG.2 | 0.00 | 0.00 | 2.33 | 1.78 | 2.06 | | NG.2 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 |
| SILVER | 0.00 | 0.00 | 1.27 | 1.05 | 1.16 | 0% | SILVER | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 |
| แดงNG | 0.00 | 0.00 | 0.45 | 0.27 | 0.36 | 75% ( Q-2 ) | แดงNG | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| สีด่าง | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 0.00 | 0.09 | 75% ( Q-3 ) | สีด่าง | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| ROBOT | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.09 | 0.10 | 0% | ROBOT | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| ETC | 0.00 | 0.00 | 0.32 | 0.37 | 0.35 | 0% | ETC | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.17 |

# มาตรการในการปฏิบัติเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย PART NG ในปี 85 KI แผนก Poi

| Quarter | Target | มาตรการเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย | รายละเอียดของมาตรการ | ความถี่ | ผู้รับผิดชอบ | ผู้ติดตามการดำเนินการ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Q.1 Apr-Jun '08 | 1.07 | -ตรวจสอบชิ้นงานให้ดีก่อนที่จะรับแม่พิมพ์เพื่อลดปัญหาในการแต่งชิ้นงาน | -จัดทำเอกสารการตรวจเช็คแม่พิมพ์และชิ้นงานอย่างละเอียด | ตลอดเวลา | คมกริช บุญโสม | จิระวัฒน์ |
| Q.2 Jul-Sep '08 | 1.07 | -ทำการTRAININGพนักงานFINISHINGเพื่อลดปัญหาแต่งชิ้นงานNG | -ชี้แจงจุดที่ต้องทำการแต่งให้ชัดเจนและมีเอกสารชี้บ่ง<br>-ทำMARKกำหนดคนแต่ง | ตลอดเวลา | คมกริช บุญโสม | จิระวัฒน์ |
| Q.3 Oct-Dec '08 | 1.07 | -ปรับCONDITIONในการฉีดให้สมบูรณ์ที่สุดเพื่อลดปัญหาชิ้นงานNG | -ปรับCONDITIONในการฉีดให้สมบูรณ์แล้วทำการบักทึกไว้<br>-เมื่อมีการปรับเงื่อนไขแก้ปัญหาต้องมีการเก็บข้อมูลไว้เพื่อง่ายในการปรับในครั้งต่อไป | ตลอดเวลา | คมกริช บุญโสม | จิระวัฒน์ |
| Q.4 Jan-Mar '09 | 1.07 | -จัดทำเอกสารการแก้ไขปัญหาในแต่ละMODELเพื่อลดเวลาในการปรับ | -นำเอกสารไปติดไว้ที่เครื่องฉีดแต่ละเครื่องและชี้แจงให้พนักงานOPERATEเข้าใจ | ตลอดเวลา | คมกริช บุญโสม | |

# ภาคผนวก ค
# มาตรฐานในการดำเนินโครงงานวิจัย

***OLD METHOD & NEW LINE***

**THAI HONDA MANUFACTURING CO.,LTD.**

**การคำนวณต้นทุนต่อวินาที ปี 2006 ( 83 KI ) PO.INJECTION (2 HALF) AVE.**

| DEPT.CODE | DEPT. NAME | 2006(83 KI) | MAN STD. | EQUIPMENT STD. |
|---|---|---|---|---|
| 1710 | INJECTION | UNIT / | 3,098,239 | 1,262,119 |

| | WORKING DAY ( 250 / 12 ) = 21 DAY | | |
|---|---|---|---|
| ACC. CODE | ACC. NAME | TOTAL EXPENSE | Baht/Sec |
| 6210 | SALARY & WAGE | 51,000 | 0.0164610 |
| 6220 | SHIFT ALLOWANCE | 0 | 0.0000000 |
| 6230 | OVERTIME | 0 | 0.0000000 |
| 6240 | BONUS | 29,000 | 0.0093602 |
| 6250 | PROVIDENT FUND | 5,000 | 0.0016138 |
| 6260 | SOCIAL FUND | 2,000 | 0.0006455 |
| 6270 | COMPENSATION FUND | 0 | 0.0000000 |
| 6280 | WELFARE | 3,000 | 0.0009683 |
| LABOUR FIXED | | **90,000** | **0.029049** |
| 6211 | SALARY & WAGE | 176,333 | 0.056914 |
| 6221 | SHIFT ALLOWANCE | 7,833 | 0.002528 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 6231 | OVERTIME | 20,750 | 0.006697 |
| | | | 6241 | BONUS | 77,583 | 0.025041 |
| | | | 6251 | PROVIDENT FUND | 16,083 | 0.005191 |
| | | | 6261 | SOCIAL FUND | 7,417 | 0.002394 |
| | | | 6271 | COMPENSATION | - | - |
| | | | 6281 | WELFARE | 18,083 | 0.005837 |
| | | | LABOUR VARIABLE | | **324,083** | **0.104602** |
| | | | | 6310 SPOILAGE | - | - |
| | | | **SPOILAGE** | | **-** | **-** |
| | | | | 6322 ABS. MATERAIL | | - |
| | | | | 6323 GAS&LUBRICATING OIL | - | - |
| | | | | 6331 PAINTING MATERIAL | - | - |
| | | | | 6341 CONSUMABLE FURNITURE | - | - |
| | | | | 6342 CONSUMABLE TOOL | - | - |
| | | | | 6343 CONSUMABLE | 31,250 | 0.024760 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 6391 | REPAIRING FOR PART | - | - |
| | | | | 6392 | OTHER MISCELLANEOUS COST | - | - |
| | | | | 6393 | CLEANING EXPENSES | - | - |
| | | | | 6394 | TRAINING EXPENSES | - | - |
| | | | | 6395 | TRAVELLING EXPENSES | - | - |
| | | | | 6396 | ENVIRONMENT EXPENSES | - | - |
| | | | | **CONSUMABLE** | | **31,250** | **0.024760** |
| | | | TOTAL CONSUMABLE | | | 31,250 | 0.024760 |
| | | | | 6411 | DEPRE-MACHINE&OTHER | 1,679,204 | 1.330464 |
| | | | | 6412 | DEPRE-MOLD ( KTYG ) | - | - |
| | | | | | DEPRE-MOLD ( KVYA ) | - | - |
| | | | | **TOTAL DEPRECIATION** | | **1,679,204** | **1.330464** |
| | | | | 6421 | INSURANCE PREMIUM | 22,025 | 0.0174508 |
| | | | | | | | |
| | | | | 6431 | REPAIR & MAINTENANCE FACTORY | - | - |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 6432 | REPAIR & MAINTENANCE BUILDING | - | - |
| | | | 6443 | RENTAL CHARGE WAREHOUSE | - | - |
| | | **EQUIPMENT** | | | **22,025** | **0.017451** |
| | TOTAL EQUIPMENT | | | | 1,701,229 | 1.347915 |
| | | 6511 | | TECHNICAL | 1,088,525 | 0.862458 |
| | | **TECHNICAL** | | | **1,088,525** | **0.862458** |
| | | 6810 | | WATER SUPPLY | 6,182 | 0.004898 |
| | | 6811 | | ELECTRICITY | 416,960 | 0.330365 |
| | | 6812 | | GAS. LPG | - | - |
| | | **SERVICE** | | | **423,142** | **0.335263** |
| | **GRAND TOTAL** | | | | **3,658,229** | **2.704047** |

# ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล นายชัยยา ฉุยฉาย

ที่อยู่ 279/74 ม.1 แขวงสีกัน เขตดอนเมือง กรุงเทพฯ 10210

ที่ทำงาน บริษัท ไทยฮอนด้าแมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด
410 นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลำปลาทิว
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2547 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีบัณฑิตจาก สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พ.ศ.2549 ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก (2) มหาวิทยาลัยศิลปากร
วิทยาเขตพระราชวัง สนามจันทร์ จังหวัด นครปฐม

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2531 – พ.ศ. 2535 พนักงานฝ่ายการผลิต

พ.ศ. 2536 – พ.ศ. 2544 หัวหน้างานผลิต

พ.ศ. 2545 – พ.ศ. 2547 เจ้าหน้าที่โครงการสร้างโรงงานใหม่

พ.ศ. 2548 – ปัจจุบัน เจ้าหน้าที่โครงการรถรุ่นใหม่