การปรับปรุงคุณภาพกระบวนการฉีดพลาสติกด้วยเทคนิคซิกส์ ซิกม่า : กรณีศึกษา บริษัท โคคูโย-ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด

PROCESS IMPROVEMENT OF PLASTICS INJECTION USING SIX SIGMA TECHNIQUE: CASE STUDY OF KOKUYO-IK (THAILAND) CO.,LTD.

สมยศ วงษ์น้อย

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
คณะบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การปรับปรุงคุณภาพกระบวนการฉีดพลาสติกด้วยเทคนิคซิกส์ ซิกม่า : กรณีศึกษา บริษัท โคคูโย-ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด

สมยศ วงษ์น้อย

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
คณะบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการฉีดพลาสติกด้วยเทคนิคซิกส์ ซิกม่า : กรณีศึกษา บริษัท โคคูโย-ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด Quality Improvement in Plastic Injection Process Using Six Sigma Technique: Case Study of KOKUYO-IK (Thailand) Co., Ltd.
ชื่อ - นามสกุล	นายสมยศ วงษ์น้อย
วิชาเอก	การจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดารณี พิมพ์ช่างทอง, D.B.A.
ปีการศึกษา	2555

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ศุภกร พรหิรัญกุล, ค.อ.ด.)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์อภิรดา สุทธิสานนท์, บธ.ม.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดารณี พิมพ์ช่างทอง, D.B.A.)

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติการค้นคว้าอิสระฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะบริหารธุรกิจ
(รองศาสตราจารย์ชนงกรณ์ กุณฑลบุตร, D.B.A.)
วันที่ 10 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2556

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การปรับปรุงคุณภาพกระบวนการฉีดพลาสติกด้วยเทคนิคซิกส์ ซิกม่า : กรณีศึกษา บริษัท โคคูโย-ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด
ชื่อ - นามสกุล	นายสมยศ วงษ์น้อย
วิชาเอก	การจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดารณี พิมพ์ช่างทอง, D.B.A.
ปีการศึกษา	2555

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาจุดดำ (Black Dot) และปัญหาการฉีดไม่เต็ม (Short) ของกระบวนการฉีดพลาสติก โดยการประยุกต์ใช้หลักการบริหารคุณภาพตามแนวทางซิกซ์ซิกม่า จากข้อมูลในอดีตพบว่า ปัญหาฉีดชิ้นงานเสียอยู่ที่ ร้อยละ 0.86 (8,622 PPM) รวมไปถึงข้อร้องเรียนภายในและภายนอกรวมกันเฉลี่ยอยู่ที่ 2.5 ข้อร้องเรียนต่อเดือน

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอนตามหลักการของ Six Sigma คือ 1.กำหนดปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อกระบวนการฉีดพลาสติก 2.เก็บข้อมูลเพื่อนำมาประเมินและวัดผลก่อนการปรับปรุง 3.วิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดขึ้นของแต่ละปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการฉีดพลาสติกมากที่สุด 4.นำเฉพาะปัจจัยและปัญหาหลักที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการฉีดพลาสติกมาแก้ไข ปรับปรุง 5.ตรวจสอบและควบคุมขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงานผู้เกี่ยวข้องให้เป็นไปตามคู่มือ และมาตรฐานที่กำหนดอย่างเคร่งครัด ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหาใน 6 กระบวนย่อยคือ ขั้นตอนการล้างวัตถุดิบที่ค้างอยู่ ขั้นตอนการฉีดงาน (Injection) ขั้นตอนการตรวจสอบงาน ขั้นตอนการล้างหม้ออบ ขั้นตอนการตรวจสอบวัตถุดิบและขั้นตอนการนำแม่พิมพ์ลงพร้อมบำรุงรักษาก่อนจัดเก็บ จากนั้นทำการวิเคราะห์ระบบการวัดและประเมินความสามารถของกระบวนการ รวมถึงการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริง แล้วทำการปรับปรุงโดยใช้การออกแบบการทดลอง ขั้นตอนสุดท้ายคือ นำแนวทางหรือวิธีการที่ดีที่สุดไปควบคุมในขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ผลที่ได้หลังจากทำการปรับปรุงสามารถลดปริมาณชิ้นงานบกพร่องโดยสามารถแก้ 2 ปัญหาใหญ่ซึ่งก็คือ ปัญหาชิ้นงานมีจุดดำ และปัญหาฉีดงานไม่เต็มจากเดิมปริมาณของเสียอยู่ที่ ร้อยละ 0.86 (8,622 PPM) หลังการปรับปรุงลดลงมาอยู่ที่ ร้อยละ 0.59 (5,900 PPM) และจะสามารถลดข้อร้องเรียนจาก 2.5 ข้อร้องเรียนต่อเดือนลดลงเหลือ 1 ข้อร้องเรียนต่อเดือน

คำสำคัญ : การปรับปรุงคุณภาพซิกส์ ซิกม่า กระบวนการฉีดพลาสติก

Independent Study Title	Process Improvement of Plastics Injection Using Six Sigma Technique: Case Study of KOKUYO-IK (Thailand) Co., Ltd.
Name-Surname	Mr. Somyos Vongnoy
Major Subject	Business Engineering Management
Independent Study Advisor	Assistant Professor Daranee Pimchangtong, D.B.A.
Academic Year	2012

ABSTRACT

The purposes of this study were to solve black dot and short defect problems of the plastics injection process by adopting Six Sigma technique which was one of the quality management techniques. From the historical data, the plastic injection defects were 0.86% which was about 8,622 PPM, and the internal and external complaints were 2.5 complaints per month on average.

The research procedure used Six Sigma technique which consisted of 5 phases as follows: *Define* the problem that affected plastic injection process, *Measure* by collecting and evaluating the relevant data before improvement process, *Analyze* by seeking out root cause of each factor that most affected plastic injection process, *Improve* or optimize factors and main causes that affected plastic injection process, and *Control* the operational process to strictly follow the manuals and standards. The analysis phase found that causes and problems of 6 sub processes were purging the remaining material, injecting, checking, cleaning the hopper, and investigating raw material and maintaining mold before keeping. The measurement and performance evaluation systems were analyzed to find the root cause and design the experiments to improve. The final phase was using the optimization to control the operational process.

The results after improvement were able to reduce defects by solving 2 main problems, which were black dot and short defect problems. Before improvement, defects were 0.86% which was equal to 8,622 PPM, and there were 2.5 complaints per month on average. After improvement, the defects were reduced to 0.59% which was equal to 5,900 PPM, and the complaints were reduced to 1 complaint per month on average.

Keywords: quality improvement, six sigma, plastics injection process

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้ด้วยดี ผู้ทำงานค้นคว้าอิสระ ขอกราบขอบพระคุณประธานกรรมการ ดร.ศุภกร พรหิรัญกุล กรรมการ รองศาสตราจารย์อภิรดา สุทธิสานนท์ และอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดารณี พิมพ์ช่างทอง ที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหา หลักการค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม อันเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา ตลอดจนแก้ไขตรวจทานข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการศึกษาครั้งนี้ให้เสร็จสมบูรณ์ ทำให้ผู้ค้นคว้าอิสระได้รับความรู้และประสบการณ์มากมายในการค้นคว้าอิสระครั้งนี้

ขอขอบคุณบรรณารักษ์ของห้องสมุดต่าง ๆ ที่อำนวยความสะดวกให้เป็นแหล่งค้นคว้าหาข้อมูลที่สำคัญในการทำงานค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุก ๆ ท่านที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และคำแนะนำที่มีคุณค่าต่อการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือตลอดการศึกษา

สุดท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณและมอบความดีทั้งหมดให้กับ บิดามารดาที่มีพระคุณอันใหญ่หลวง ซึ่งส่งเสริมการศึกษาและอบรมสั่งสอนให้กับผู้ศึกษามาตั้งแต่ครั้งอดีต จนเป็นแรงบันดาลใจให้ประสบความสำเร็จในทุกวันนี้ และขอขอบคุณครอบครัวที่เป็นกำลังใจให้ความดูแลเอาใจใส่และให้การสนับสนุนมาโดยตลอด และขอขอบคุณทุก ๆ ท่านที่มิสามารถเอ่ยนามได้ทั้งหมดในที่นี้ ซึ่งมีส่วนส่งเสริมสนับสนุน และช่วยเหลือ ให้กำลังใจ จนทำให้ผลงานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สมยศ วงษ์น้อย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย……. ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……..…. ข

กิตติกรรมประกาศ……..…... ค

สารบัญ…….…… ฉ

สารบัญตาราง……..... ซ

สารบัญภาพ……..... ฌ

บทที่

1. บทนำ……..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……..... 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย……..... 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย……..... 2

1.4 ผลการดำเนินการวิจัย……..... 2

1.5 คำจำกัดความในการวิจัย……..... 5

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……..... 5

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……..... 6

2.1 เอกสาร แนวคิด และทฤษฎี……..... 6

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……..... 24

3. วิธีดำเนินการวิจัย……..... 26

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย……..... 26

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล ……..... 27

3.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล……..... 28

3.4 สำรวจสภาพปัจจุบัน……..... 30

4. ผลการวิเคราะห์……..... 32

4.1 ผลขั้นตอนกำหนดปัญหา (Define Phase) ……..... 32

4.2 ผลขั้นตอนกำหนดปัญหา (Measure Phase) ……..... 35

4.3 ผลขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analyze Phase) ……..... 47

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.4 ผลขั้นตอนการปรับปรุง (Improve Phase) ……	55
4.5 ผลขั้นตอนการควบคุมปัญหา (Control Phase) …….....	59
5. สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ……..…….....	66
5.1 สรุปผลการวิจัย….....	66
5.2 การอภิปรายผลการวิจัย.....	69
5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย…….....	70
5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวเนื่องในอนาคต…….....	70
บรรณานุกรม……	71
ภาคผนวก ก ภาพแสดงแผนภูมิก้างปลา (Black Dot)……..……	73
ภาคผนวก ข ภาพแสดงแผนภูมิก้างปลา (Short)……..……..	74
ภาคผนวก ค ภาพแสดงใบบันทึกของเสียประจำวัน (Check Sheet) ก่อนการปรับปรุง……..……..	75
ภาคผนวก ง ภาพแสดงใบบันทึกของเสียประจำวัน (Check Sheet) หลังการปรับปรุง……..…	76
ประวัติผู้เขียน……	77

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน	3
2.1	แสดงถึงการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการและการออกแบบ/แก้ไขแบบกระบวนการ โดยใช้ตัวแบบดีเมอิก (DMAIC)	11
3.1	ระดับของซิกม่าเปรียบเทียบกับข้อบกพร่องต่อโอกาสที่เกิดขึ้นในล้านครั้ง	31
4.1	การคำนวณและวิเคราะห์ระบบการวัด Attribute	38
4.2	สรุปผลการตรวจสอบของพนักงานแต่ละคน	40
4.3	สรุปผลการตรวจสอบโดยรวม	40
4.4	ตารางไขว้ผลการทดสอบของพนักงานคนที่ 1 และ 2	41
4.5	ตารางไขว้ผลการทดสอบของพนักงานคนที่ 2 และ 3	41
4.6	ตารางไขว้ผลการทดสอบของพนักงานคนที่ 1 และ 3	42
4.7	สัมประสิทธิ์ Kappa ของพนักงาน	43
4.8	ตารางไขว้ผลการทดสอบของพนักงานคนที่ 1 กับค่าอ้างอิง	43
4.9	ตารางไขว้ผลการทดสอบของพนักงานคนที่ 2 กับค่าอ้างอิง	43
4.10	ตารางไขว้ผลการทดสอบของพนักงานคนที่ 3 กับค่าอ้างอิง	44
4.11	สัมประสิทธ์ Kappa ของพนักงานทั้งสองกับค่าอ้างอิง	44
4.12	การคำนวณความมีประสิทธิภาพของระบบการวัด เกณฑ์การยอมรับของ MSA	45
4.13	การคำนวณความมีประสิธิภาพของระบบการวัด	45
4.14	ผลการคำนวณและวิเคราะห์ระบบการวัด	45
4.15	สรุปผลพนักงานทั้ง 3 คน	46
4.16	สรุปปัญหาและแนวทางแก้ไข	53
4.17	แสดงการทดลองชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการล้าง (Purge)	56
4.18	แสดงการทดลองวิธีการล้างวัตถุดิบที่ค้างอยู่ก่อนปิดเครื่องจักร	57
4.19	แสดงการทดลองชนิดของเครื่องผสมวัตถุดิบ	58

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	แสดงขั้นตอนการศึกษาโดยใช้หลักการ DMAIC 5 ขั้นตอน……..……..	4
2.1	แสดงเครื่องผสมวัตถุดิบระหว่างพลาสติกแท้กับเม็ดรีไซเคิล……...…	20
2.2	แสดงเครื่องฉีดเม็ดพลาสติก……..……	21
2.3	แสดงเครื่องวัดชิ้นงาน (CMM) ……..…	21
3.1	ขั้นตอน “DMAIC” วิธีการศึกษาและเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์……..…..…	29
3.2	แสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียโดยรวมทุกปัญหา……...…..	30
3.3	แสดงจำนวนข้อร้องเรียนภายใน (Internal complaint).....	31
4.1	เป็น Flow chart แสดงขั้นตอนการผลิตในการฉีดพลาสติกและการตรวจสอบ…..…..….	33
4.2	แผนผัง SIPOC ของกระบวนการฉีดชิ้นงานพลาสติก …….……	34
4.3	แสดงจำนวนชิ้นงานเสียจากสาเหตุต่างๆ ……....…..	35
4.4	ตัวอย่างชิ้นงานเสียจากการฉีดไม่เต็ม (Short) ……...….....	36
4.5	ตัวอย่างชิ้นงานเสียจากชิ้นงานมีจุดดำ (Black Dot) ……...…...	37
4.6	ความสามารถในการควบคุม กระบวนการฉีดพลาสติก (Black Dot)……..	46
4.7	ความสามารถในการควบคุม กระบวนการฉีดพลาสติก (Short)……..……..	47
4.8	แสดงกระบวนการฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน (Black Dot)……	48
4.9	การวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Black Dot)…….……	49
4.10	แสดงกระบวนการฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน (Short)……..……	50
4.11	การวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Short)…….……..…	50
4.12	การวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ (Black Dot) ……..…….…….……	51
4.13	การวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ (Short) ……..…..…..	52
4.14	แสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียจากชิ้นงานเป็นจุดดำแต่ละเครื่องจักร.....	54
4.15	แสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียจากชิ้นงานฉีดไม่เต็มแต่ละเครื่องจักร……...	55
4.16	แสดงเครื่องผสมวัตถุดิบ……..…….…...	58
4.17	แสดงใบบันทึกของเสียประจำวัน (Check Sheet)..……..……..	59
4.18	กราฟแสดงผลการเก็บข้อมูลชิ้นงานเสียจากปัญหาฉีดไม่เต็ม (Short) …….....	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.19	กราฟแสดงผลการเก็บข้อมูลชิ้นงานเสียจากปัญหาจุดดำ (Black Dot)	60
4.20	กราฟแสดงเปอร์เซนต์ของเสียจากชิ้นงานเป็นจุดดำ	61
4.21	กราฟแสดงเปอร์เซนต์ของเสียจากชิ้นงานฉีดไม่เต็ม	62
4.22	กราฟแสดงจำนวนข้อร้องเรียนภายใน (Internal Complaint)	63
4.23	ภาพแสดงแผนควบคุมกระบวนการตรวจเช็คชิ้นงาน	64
4.24	ภาพแสดงแผนภูมิควบคุมกระบวนการ (P Chart) ของปัญหาชิ้นงานฉีดไม่เต็ม	65
4.25	ภาพแสดงแผนภูมิควบคุมกระบวนการ (P Chart) ของปัญหาชิ้นงานเป็นจุดดำ	65
5.1	แสดงผลการเก็บข้อมูลชิ้นงานเสียจากปัญหาจุดดำ (Black Dot)	68
5.2	แสดงผลการเก็บข้อมูลชิ้นงานเสียจากปัญหาฉีดไม่เต็ม (Short)	68
5.3	แสดงผลการเก็บข้อมูลจำนวนข้อร้องเรียนลูกค้าภายในและภายนอก	69

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสถานการณ์เศรษฐกิจปัจจุบันมีการแข่งขันกันทั้งในเรื่องของคุณภาพและราคาของสินค้ากันอย่างรุนแรงทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศ ส่งผลให้ธุรกิจทั้งภาคอุตสาหกรรมและธุรกิจการบริการจะต้องมีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงกลยุทธ์ต่าง ๆ ให้ทันต่อเทคโนโลยีและสภาพเศรษฐกิจที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เพื่อให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้ดังนั้นบริษัทและองค์กรต่าง ๆ จึงมีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยและการจัดการสมัยใหม่เข้ามาปรับปรุงกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมและธุรกิจการบริการเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด และสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ ความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้ารวมถึงการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าอย่างต่อเนื่อง มีความจริงอย่างหนึ่งคือ ธุรกิจจะอยู่รอดได้ขึ้นอยู่กับการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าและความพึงพอใจของลูกค้าขึ้นอยู่กับ คุณภาพ ราคา และการส่งมอบสินค้า ซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถของกระบวนการผลิตดังนั้น จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้เลย ที่ทุก ๆ องค์กรธุรกิจไม่ว่าภาคอุตสาหกรรมหรือธุรกิจการบริการ จะต้องพิจารณาปรับปรุงกระบวนการต่าง ๆในทุก ๆ กิจกรรมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของกระบวนการให้อยู่ในระดับที่สร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่ง

ปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมการผลิตเพื่อส่งออกนับว่ามีบทบาทสำคัญต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมากและประเทศไทยก็เป็นจุดดึงดูดสำหรับนักลงทุนต่างชาติเป็นอย่างมากโดยเฉพาะนักลงทุนจากประเทศญี่ปุ่น แต่ในปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมก็ต้องเผชิญกับปัญหาค่าแรงงานขั้นต่ำสูงขึ้นซึ่งเป็นสิ่งที่หลีกหนีไม่ได้และสิ่งที่ตามมาก็คือส่งผลต่อต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นตามไปด้วยทำให้เสียเปรียบคู่แข่งขันที่มีฐานการผลิตอยู่ในประเทศจีน เวียดนาม อินเดีย และอีกในหลายประเทศที่มีค่าแรงงานต่ำกว่าบ้านเรา และสิ่งที่จะต้องเผชิญและเตรียมรับมือกับมันอีกอย่างหนึ่งก็คือในปี พ.ศ. 2558 ในอีกสองปีข้างหน้าเราจะรวมกลุ่มทั้งหมด 10 ประเทศเรียกว่า AEC จะทำให้ทั้งภาคอุตสาหกรรมและภาคธุรกิจบริการมีการแข่งขันกันอย่างรุนแรงเพิ่มมากขึ้น เพราะฉะนั้นองค์กรต่าง ๆ ก็จะหาทางลดต้นทุนหรือเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเพื่อที่จะสามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้ทั้งในเรื่องคุณภาพและราคาของสินค้าหรือบริการ รวมถึงบริษัทโคคูโย-ไอเค (ประเทศไทย) จำกัดก็เป็นหนึ่งในบริษัทของนักลงทุนชาวญี่ปุ่นที่ต้องเผชิญกับต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นเนื่องจากค่าแรงขั้นต่ำที่

ปรับสูงขึ้นก็เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นจึงต้องหาวิธีการที่จะลดต้นทุนการผลิตลงด้วยการปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล และก็ได้เล็งเห็นถึงปัญหาในกระบวนการฉีดพลาสติกของบริษัทว่ามีปริมาณงานเสียค่อนข้างเยอะ จึงมองหาเครื่องมือการบริหารคุณภาพต่าง ๆ เพื่อที่จะมาปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติกและสุดท้ายก็เลือกเครื่องมือที่เรียกว่า “ Six Sigma”

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อลดอัตราการเกิดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดพลาสติกโดยใช้หลักการของ Six Sigma ลง 50% จากในปัจจุบัน

2. เพื่อลดจำนวนข้อร้องเรียนภายใน (Internal Complaints) จากแผนกประกอบชิ้นงานที่ถูกส่งไปยังแผนกฉีดพลาสติกและลูกค้าภายนอกลดลง 50% จากในปัจจุบัน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. การศึกษาวิจัยนี้เก็บรวบรวมข้อมูลในฝ่ายผลิต ในแผนกฉีดพลาสติก (Injection Division) เพราะว่าเป็นแผนกที่มีกำลังการผลิตมากที่สุดโดยคิดเป็น 70% ของกำลังการผลิตทั้งหมด ในบริษัท โคคูโย-ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด

2. ศึกษาขั้นตอนในการปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติก ก่อนและหลังการปรับปรุง

3. ศึกษาขั้นตอนในการปรับปรุงคุณภาพของแผนกฉีดพลาสติกโดยเปรียบเทียบเปอร์เซนต์ก่อนและหลังการปรับปรุง

4. ลดปริมาณของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก

5. ระยะเวลาในการทำ ธันวาคม พ.ศ. 2555 - มกราคม พ.ศ. 2556

1.4 แผนการดำเนินการวิจัย

1. แผนการดำเนินการวิจัย กำหนดดังนี้

1.1 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 : สำรวจข้อมูลสภาพปัจจุบันก่อนการศึกษาวิจัย

1.2 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 : ช่วงเวลาของการปรับปรุงคุณภาพการผลิต

1.3 เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 : ประเมินผลสำเร็จของการปรับปรุงคุณภาพการผลิต

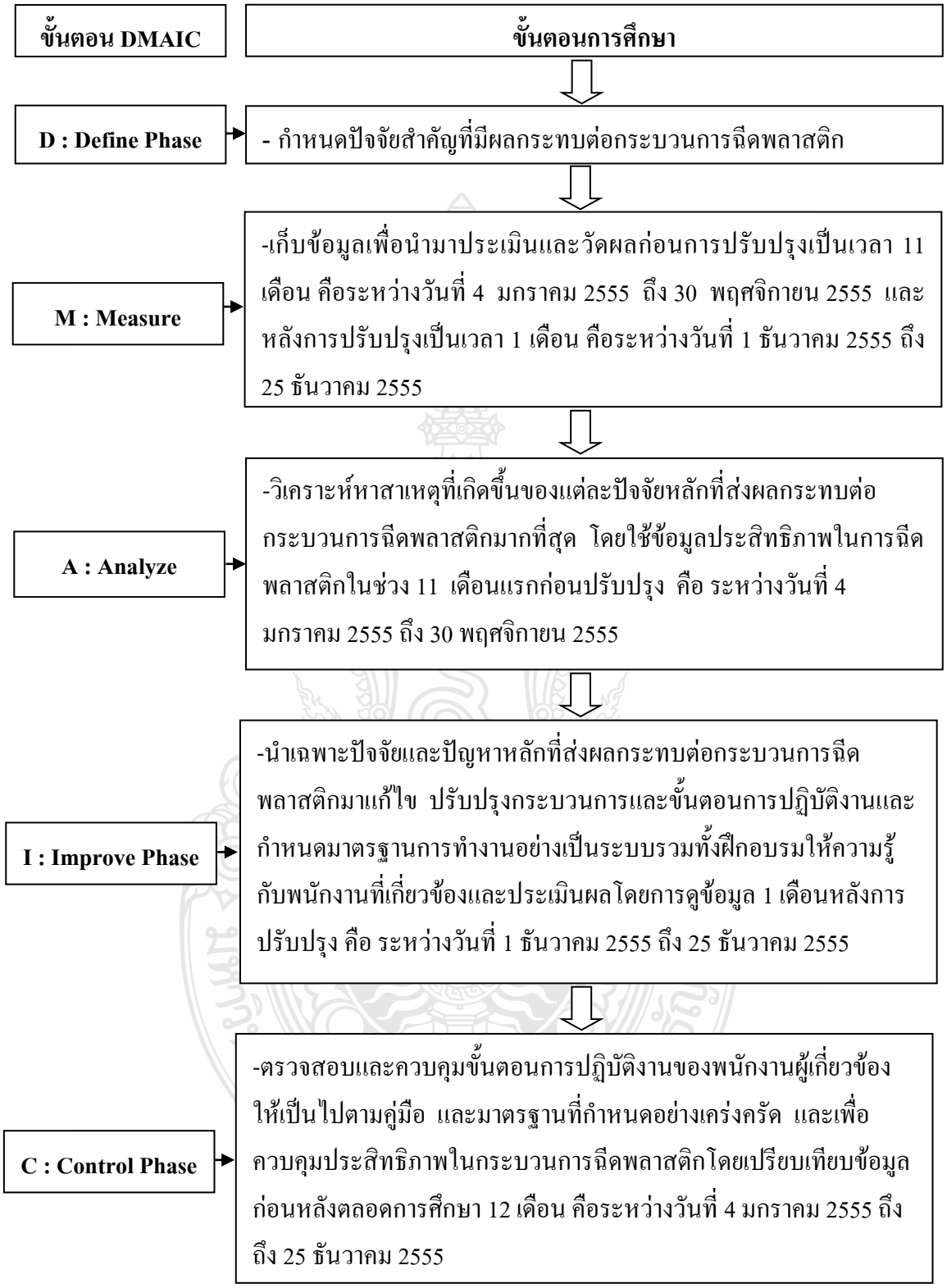
ตารางที่ 1.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	**พ.ย.**	**ธ.ค.**	**ม.ค.**
1. สำรวจสภาพปัจจุบันของบริษัทตัวอย่าง			
2. ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง			
3. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล			
4. ทำการวิเคราะห์และค้นหาสาเหตุของปัญหา			
5. ทำการกำหนดแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข			
6. ดำเนินกิจกรรมการปรับปรุงแก้ไข			
7. สรุปผลการดำเนินงาน			

แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนหรือกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำเนินงานปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการฉีดพลาสติกโดยใช้เทคนิคซิกส์ ซิกม่า

ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

ใช้ขั้นตอนกระบวนการปรับปรุงคุณภาพขององค์กรที่เรียกว่าซิกส์ ซิกม่าโดยใช้หลักการที่เรียกว่า DMAIC ซึ่งหมายถึงการประยุกต์เพื่อปรับปรุงและแก้ไขกระบวนการการทำงานใหม่ โดยมีวิธีปฏิบัติ 5 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 1.1 แสดงขั้นตอนการศึกษาโดยใช้หลักการ DMAIC 5 ขั้นตอน

1.5 คำจำกัดความในการวิจัย

Six Sigma หมายถึง แนวคิดที่นำมาใช้ในการบริหารจัดการและการวางแผนในกระบวนการฉีดพลาสติกอย่างมีระบบ เพื่อการมีส่วนร่วมของพนักงานผู้ปฏิบัติงานทุกคน โดยร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และปรับปรุงพัฒนาให้เกิดแนวทางใหม่ ๆ และกำหนดเป็นมาตรฐานในการทำงานเพื่อลดขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า

DMAIC หมายถึง กระบวนการพัฒนาแบบ Six Sigma ซึ่งแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ Define, Measure, Analyze, Improve และ Control ซึ่งผู้ค้นคว้าอิสระได้นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาปัจจัย และปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อการกระบวนการฉีดพลาสติก และหาวิธีการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการปฏิบัติงาน และการวางแผนกระบวนการฉีดพลาสติกให้มีประสิทธิภาพ

Define หมายถึง ขั้นตอนการค้นหาและการกำหนดปัญหาสำคัญที่มีผลกระทบต่อกระบวนการฉีดพลาสติก

Measure หมายถึง ขั้นตอนการเก็บข้อมูล เพื่อการประเมินและการวัดผล ข้อมูลของกระบวนการฉีดพลาสติก เป็นระยะเวลาทั้งหมด 12 เดือน

Analyze หมายถึง ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุหรือปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อการวางแผนการฉีดพลาสติก ที่ก่อให้เกิดการขาดประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน

Improve หมายถึง ขั้นตอนการแก้ไขปัญหาและการปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อให้การวางแผนกระบวนการฉีดพลาสติกมีประสิทธิภาพและสามารถลดชิ้นงานเสียลงได้

Control หมายถึง ขั้นตอนการตรวจติดตามและการควบคุมให้การวางแผนมีประสิทธิภาพ และเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดหรือปัญหาซ้ำ และเพื่อรักษาระดับคุณภาพให้มีความต่อเนื่องตราบนานเท่านาน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิตอันเนื่องมาจากการผลิตของเสียในกระบวนการฉีด
2. เพิ่มความพึงพอใจให้กับลูกค้าภายในและลูกค้าภายนอก
3. เพื่อเป็นต้นแบบในการปรับปรุงคุณภาพการผลิตให้กับแผนกอื่น ๆ ในฝ่ายผลิตต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ประวัติของ Six Sigma
2. การบริหารคุณภาพด้วยซิกส์ ซิกม่า
3. เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการการปรับปรุงคุณภาพของซิกส์ ซิกม่า (Six Sigma)
4. กระบวนการฉีดพลาสติก
5. วิศวกรรมการฉีดพลาสติก
6. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสาร แนวคิด และทฤษฎี

ประวัติของ Six Sigma

เมื่อประมาณปี ค.ศ. 1990 บริษัท Motorora คิดเทคนิคการบริหารกระบวนการขึ้นมาชนิดหนึ่งเรียกว่า “Six Sigma” โดยตั้งชื่อตามอักษรกรีกที่มีความหมายนัยทางสถิติคือระดับของความผันแปรของกระบวนการ บริษัท Motorora ได้รับผลสำเร็จที่วัดออกมาเป็นตัวเงินมหาศาลจากการดำเนินงานตามแนวทางของ Six Sigma

ต่อมาบริษัท GE โดย Jack Welch ปรับเปลี่ยนรูปแบบดั้งเดิมของ Six Sigma ให้เหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้มากขึ้น โดยปรับแก้รูปแบบ Six Sigma ของ Motorora ให้เป็นลักษณะของ Project Based Approach คือ เน้นทำเป็นเรื่อง ๆ ในระยะเวลาที่กำหนดไว้ (โดยประมาณ 6 เดือน) นอกจากนี้ยังเพิ่มเติมในส่วนของการบริหารโครงการ และแนวทางในการจูงใจให้ผู้บริหารทุกระดับเล็งเห็นความสำคัญของการดำเนินงาน (ไม่ใช่คิดเพียงว่าเป็นหน้าที่ของวิศวกรในการปรับปรุงกระบวนการ) และยังเพิ่มในส่วนของวิธีการประเมินผลสำเร็จที่สามารถวัดผลออกมาได้ในรูปของการเงินที่ดีขึ้นของบริษัท ด้วยรูปแบบใหม่ของ Six Sigma จึงเป็นที่นิยมมากในบรรดาบริษัททั่วไป กล่าวกันว่าบริษัทจะสามารถลดต้นทุนการดำเนินงานได้อย่างน้อย 500,000 - 1,000,000 เหรียญสหรัฐจากการดำเนินงานโครงการ Six Sigma เพียงแค่ 3-4 โครงการต่อปี

อาจกล่าวได้ว่าการที่ Six Sigma มีชื่อเสียงขึ้นมาได้เป็นเพราะเข้ามาในจังหวะที่เหมาะสมกับสถานการณ์พอดี เพราะเมื่อประมาณ 7-8 ที่ผ่านมาเป็นช่วงที่เศรษฐกิจของโลกกำลังตกอับโดยเฉพาะประเทศยักษ์ใหญ่อย่างสหรัฐอเมริกา พอถึงสิ้นปีหลายบริษัทประกาศผลการดำเนินงานให้ผู้ถือหุ้นทราบซึ่งแน่นอนว่าผู้ถือหุ้นหลายรายน้ำตาตกไปตามๆกัน แต่เป็นที่น่าประหลาดใจมากเพราะท่ามกลางกระแสเศรษฐกิจขาลงกลับมีเพียงไม่กี่บริษัทที่ออกมาประกาศว่าตัวเองได้กำไรในปีดำเนินการนี้ และตอกย้ำอีกว่าการได้รับอานิสงส์จากผลกำไรที่น่าชื่นใจเช่นนี้เนื่องจากแนวคิดอันยอดเยี่ยมของผู้บริหารที่นำเทคนิคการปรับปรุงซึ่งมีชื่อเรียกอย่างประหลาดว่า “Six Sigma” มาใช้ในองค์กร และยิ่งเป็นการกระพือกระแสความนิยมของ Six Sigma มากขึ้น เมื่อบริษัทอื่น ๆ ดำเนินรอยตามที่ได้รับผลสำเร็จไปก่อนหน้านั้น ต่างก็ได้รับผลสำเร็จเช่นกัน จึงทำให้ชื่อของ Six Sigma เป็นที่รู้จักไปทั่วโลกในเวลาที่รวดเร็ว

กล่าวโดยสรุป Six Sigma คือ แนวทางการพัฒนาองค์กรที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งหลายองค์กรที่นำไปใช้ได้พิสูจน์แล้วว่าสามารถเพิ่มขีดความสามารถของกระบวนการทางด้านธุรกิจได้เป็นอย่างดีด้วยเป้าหมายที่ท้าทาย คือ 3.4 ความผิดพลาดใน 1 ล้านครั้งของการทำงาน (เช่น มีของเสีย 3.4 ชิ้นต่อการผลิต 1 ล้านครั้ง หรือการลงบันทึกทางบัญชีที่ผิดพลาดเพียง 3.4 ครั้งต่อ 1 ล้านครั้งของการทำงาน) ทั้งนี้องค์กรสามารถบรรลุเป้าหมายดังกล่าวได้โดยการประยุกต์ใช้หลักการทางสถิติชั้นสูงที่มีระเบียบแบบแผนในการปฏิบัติอย่างชัดเจน ดังนั้น จึงถือได้ว่า Six Sigma เป็นนวัตกรรมการบริหารองค์กรยุคใหม่

ปัจจุบันเทคนิคของ Six Sigma ไม่ได้จำกัดการประยุกต์ใช้เฉพาะกับบริษัทขนาดใหญ่อย่าง Motorora หรือ GE เท่านั้น แต่นำไปประยุกต์ใช้กับภาคธุรกิจต่าง ๆ มากมายไม่ว่าจะเป็น SMEs องค์กรขนาดใหญ่ กระบวนการผลิต ตลอดจนงานบริการ โดยมีลักษณะการประยุกต์ที่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อยตามรูปแบบของธุรกิจ (วชิรพงษ์ สาลีสิงห์, 2549:12-13)

การบริหารคุณภาพด้วยซิกส์ ซิกม่า

ซิกส์ ซิกม่า คือ กระบวนการเพื่อลดความผิดพลาด (Defect) เกิดขึ้นในกระบวนการต่าง ๆ โดยมุ่งเน้นให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุดและมีความสูญเสียได้ไม่เกิน 3.4 หน่วยในล้านหน่วยหรือเรียกอีกอย่างว่าความสูญเสียโอกาสลงให้เหลือเพียงแค่ 3.4 หน่วยนั่นเอง (Defect per Million Opportunities, OPMO) ซึ่งพบว่าวิธีการของซิกส์ ซิกม่าได้เริ่มมีการประยุกต์ใช้ในบริษัทโมโตโรล่าในช่วงปี ค.ศ. 1980 โดยมุ่งเน้นที่การลดต้นทุนและการปรับกระบวนการทำงานให้สอดคล้องกับกลยุทธ์ที่บริษัทวางไว้ นอกจากนี้ปัจจุบันบริษัทชั้นนำหลายบริษัททั่วโลกได้เล็งเห็นประโยชน์และได้นำมาประยุกต์ใช้ ได้แก่บริษัท General Electric บริษัท Sony บริษัท Allied signal และบริษัท

Eastman Kodak บริษัทโมโตโรล่า เป็นต้น ซิกส์ ซิกม่า เป็นเครื่องมือหนึ่งในการบริหารองค์กรที่มีแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพกระบวนการภายในองค์การทำให้เกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด โดยการออกแบบและตรวจสอบกิจกรรมทางธุรกิจประจำวันเพื่อลดสิ่งสูญเปล่าและลดการใช้ทรัพยากรเกินความจำเป็นแต่ขณะเดียวกันก็เพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า

Mikel Harry ได้กล่าวว่า ซิกส์ ซิกม่า คือวิถีแห่งระบบคุณภาพแบบหลายมิติอันประกอบด้วยภาพแบบที่เป็นมาตรฐานการจัดการที่ลงตัว และการตอบสนองตามหน้าที่ในองค์การซึ่งลูกค้าและผู้ผลิตจะได้รับผลตอบแทนร่วมกันทั้งสองฝ่ายคือ ได้อรรถประโยชน์การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่า จึงทำให้บริษัทชั้นนำหลายบริษัททั่วโลกที่นำเอาไปประยุกต์ใช้สามารถลดต้นทุนได้อย่างมากมายมหาศาลหรือสร้างความสำเร็จให้กับบริษัทได้อย่างก้าวกระโดด

การบริหารคุณภาพที่เรียกว่าซิกส์ซิกม่าเพื่อการมุ่งสู่ความเป็นเลิศทางธุรกิจ (Six Sigma : Breakthrough Business Excellence) แล้วยังครอบคลุมปัจจัยต่าง ๆ คือการสร้างระบบและโครงสร้างการทำงานร่วมกับฝ่ายบริหารที่จะช่วยสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมองค์การ การใช้มาตรวัด (Metrics) การคัดเลือกบุคลากรทีมงานที่เหมาะสม การคัดเลือกหน่วยงานภายนอกที่สามารถช่วยดำเนินการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ การประยุกต์เครื่องมือในการทำงาน และการกำหนดเป้าหมายอย่างเป็นระบบ

ซิกส์ ซิกม่า สำเร็จได้ด้วยองค์ประกอบ

1. ความเป็นผู้นำของผู้บริหารในองค์การ (Leadership) เกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพขององค์กรอย่างต่อเนื่อง

2. การสื่อสารภายในองค์การที่มีประสิทธิภาพ (Communication) ผู้นำในองค์การจะต้องใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย (Concise) มีความคงเส้นคงวาต่อเนื่อง (Consistent) มีความสมบูรณ์ (Complete) มีความคิดสร้างสรรค์ (Creative)

3. วางกลยุทธ์เพื่อมุ่งสู่การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement Strategy)

4. การตั้งเป้าหมายที่เด่นชัดและกำหนดระยะเวลาที่เป็นภาพธรรม (Target Setting)

5. วิธีการคัดเลือกบุคลากรและกำหนดโครงการให้รับผิดชอบ (Project Selection and Responsibilities)

แนวทางหลักการของซิกส์ ซิกม่า

แนวทางในการปฏิบัติเพื่อบรรลุถึงหลักการบริหารคุณภาพด้วยซิกส์ ซิกม่าประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ D-M-A-I-C (ดี-เม-อิก) ได้แก่

1. D:Define คือ การกำหนดปัญหาที่จำเป็นต้องปรับปรุงและเป้าหมายที่จะปรับปรุงให้ถึงระดับไหนอย่างชัดเจน

1.1 หาจุดบกพร่องของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการทำงาน (Process)

1.2 ประเมินปัญหา-ขนาด/ผลกระทบปัญหา-ต้นเหตุก่อให้เกิดปัญหา-เวลาที่เกิดระยะเวลานานเท่าไร

1.3 ศึกษาจากมาตรฐานการทำงาน (Performance Standard)

2. M:Measure คือ การวัด เป็นสิ่งนำเป็นที่จะทำให้เข้าใจสภาพของระบบและกระบวนการที่มีหรือใช้อยู่ โดยต้องมีความเข้าใจว่าจะวัดอะไร วัดอย่างไร วัดที่ไหน เมื่อไร จึงจะเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ หลังจากที่ได้กำหนดประเด็นปัญหาไว้อย่างชัดเจน

2.1 การวัดทำให้สามารถแก้ไขปรับปรุงได้ โดยดูจากข้อมูลประกอบจัดทำ เครื่องวัด ข้อบกพร่อง

2.2 วัดจากระบบปัจจุบัน

2.3 เปรียบเทียบความเห็นของลูกค้าที่รับสินค้าหรือบริการ

3. A:Analyze คือ การวิเคราะห์ เป็นการเอาข้อมูลทางตัวเลขที่ได้จากการวัดมาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุในการที่ทำให้เกิดความคาดเคลื่อนและการเปลี่ยนแปลงแบบหลากหลาย (Variability) ในกระบวนการและการทดสอบสมมุติฐานเพื่อหาทางขจัดปัญหา

4. I:Improve คือ การพัฒนาหรือการปรับปรุงสมรรถนะและประสิทธิภาพของกระบวนการเป็นการแสวงหาและพัฒนาวิธีที่จะนำมาขจัดปัญหารวมไปถึงการสร้างระเบียบและแผนผังของการจัดการเพื่อลดปัญหา

5. C:Control คือ การควบคุม เป็นการพยายามที่จะควบคุมรักษาระดับความสามารถของกระบวนการที่ได้รับการปรับปรุงแล้วให้คงอยู่ในระดับที่ตั้งไว้ตลอดไป เช่น

5.1 การจัดทำคู่มือปฏิบัติงานมาตรฐาน (Standard Operation Procedures: SOPs) หมายถึง เอกสารที่จัดทำและรวบรวมขึ้นเพื่อกำหนดเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงานอันเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานที่มุ่งไปสู่การบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่มีของเสีย มีต้นทุนการผลิตต่ำ เสร็จรวดเร็ว ทันตามกำหนดเวลานัดหมาย มีการทำงานปลอดภัย และไม่สร้างมลพิษแก่สถานที่ทำงาน คู่มือปฏิบัติงานมาตรฐานจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานที่ไม่มีประสบการณ์สามารถทำงานได้ทัดเทียมกับผู้ชำนาญการ และสามารถพัฒนาตนเองให้มีความเชี่ยวชาญขึ้นมาได้ภายในระยะเวลาอันสั้น อันก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

5.2 การตรวจสอบการดำเนินงาน (Performance Audit) เป็นการตรวจสอบที่เน้นผลของการดำเนินงานที่เกิดขึ้นจริงในระหว่างดำเนินการและหรือที่แล้วเสร็จ ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดไว้ในแผนงบประมาณ ผลผลิต โครงการ กิจกรรม หรือไม่มีประสิทธิภาพและมีประโยชน์เพียงใดโดยให้ความสำคัญกับผลงานที่เกิดขึ้นทั้งในเชิงปริมาณคุณภาพและการใช้ทรัพยากร ภายใต้ระยะเวลาที่กำหนด (ที่มา: http://property.bu.ac.th/sopmanual.html)

เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการการปรับปรุงคุณภาพของซิกส์ ซิกม่า

1. DMAIC (ดีเมอิก) คือแนวทางการวิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพขององค์กรทั้งในระยะสั้นและระยะยาวของซิกส์ ซิกม่า (Six Sigma) โดยมีทั้งสิ้น 5 ขั้นตอน ซึ่ง DMAIC (ดีเมอิก) หมายถึงการประยุกต์ตัวแบบเพื่อปรับปรุงแก้ไขกระบวนการและการออกแบบหรือแก้ไขกระบวนการใหม่ โดยอักษรย่อแต่ละตัวมาจาก D = Define, M = Measure, A = Analyze, I = Improve และ C = Control) (David M.Levine,1946 : 2)

1.1 Define คือ ขั้นตอนของการนิยาม หรือกำหนดปัญหาที่ต้องการปรับปรุงโดยเน้นความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก

1.2 Measure คือ ขั้นตอนการวัดและเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อดูว่าปัญหานั้นก่อให้เกิดความสูญเสียเป็นมูลค่าเท่าใด และนำมาวิเคราะห์หาตัวแปรต่าง ๆ

1.3 Analyze คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ (จากข้อมูลที่วัดมาได้) เพื่อหาหรือพิสูจน์ตัวแปรที่สำคัญที่สุดในกระบวนการที่เป็นต้นตอสาเหตุของปัญหาที่นิยามไว้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ถือว่าสำคัญมาก เพราะหากหาตัวแปรไม่เจอหรือหาผิดก็ไม่อาจจะปรับปรุงหรือปรับปรุงผิดที่ทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้

1.4 Improve คือ ขั้นตอนของการปรับปรุงหรือการ Action นั่นเอง โดยหลังจากที่เราจับตัวแปรที่มีผลมาก ๆ หรือสำคัญ ๆ ได้แล้ว เราก็ลงมือแก้ไข หรือปรับปรุงเพื่อขจัดสาเหตุที่วิเคราะห์ได้ หรือในการออกแบบขั้นตอนนี้จะเป็นการออกแบบกระบวนการ หรือผลิตภัณฑ์เพื่อขจัดหรือควบคุมตัวแปรที่วิเคราะห์ได้

1.5 Control คือ ขั้นตอนของการควบคุม เพื่อให้กระบวนการนั้นนิ่ง หมายถึง อยู่ภายในการควบคุมอย่างสม่ำเสมอ หรืออาจเรียกว่าเป็นขั้นตอนของการทวนสอบผลการออกแบบและควบคุมการดำเนินการต่อไปเช่นกัน ทำให้สม่ำเสมอ และควบคุมผลให้เป็นไปตามที่กำหนด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหา หรือข้อผิดพลาดตามมาอีก

ตารางที่ 2.1 แสดงถึงการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการและการออกแบบ/แก้ไขแบบกระบวนการโดยใช้ตัวแบบดีเมอิก (DMAIC) ของ Six Sigma (Pande, Neuman & Cavanagh, 2000:39)

DMAIC	การปรับปรุงกระบวนการ	การออกแบบ/การแก้ไขกระบวนการ
1. นิยาม (Define)	- ระบุปัญหา - นิยามข้อกำหนด - ตั้งเป้าหมาย	- ระบุปัญหาเฉพาะหรือปัญหาทั่วไป - นิยามเป้าหมายหรือวิสัยทัศน์ - อธิบายขอบเขตและข้อกำหนดของลูกค้า
2. วัดผล (Measure)	- ตรวจปัญหาหรือกระบวนการให้ถูกต้อง - ตรวจแก้รายละเอียดของปัญหาหรือเป้าหมาย - วัดผลขั้นตอนหลักการนำเข้า	- วัดการปฏิบัติงานตามข้อกำหนด - รวบรวมข้อมูลด้วยกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ
3. วิเคราะห์ (Analyze)	- พัฒนาสมมุติฐานเชิงเหตุและผล - ระบุสาเหตุที่ไม่ร้ายแรงจนเกินไป - ตรวจสมมุติฐานให้ถูกต้อง	- ระบุ “การปฏิบัติที่ดีที่สุด” - ประเมินกระบวนการออกแบบ - ตรวจแก้รายละเอียดในข้อกำหนด
4. ปรับปรุง (Improve)	- สร้างแนวคิดที่จะแก้ไขปัญหารากเหง้าออกไป - ทดสอบวิธีการแก้ปัญหา - สร้างมาตรฐานวิธีแก้ปัญหา/การวัดผลลัพธ์	- ออกแบบกระบวนการใหม่โดยข้อสันนิษฐานที่ท้าทาย - นำกระบวนการใหม่หรือโครงสร้างและระบบมาทำให้เกิดผลจริง
5. ควบคุม (Control)	- ตั้งมาตรฐานการวัดผลเพื่อดูแลการปฏิบัติงานให้ต่อเนื่อง - แก้ไขปัญหาเมื่อมีความจำเป็น	- สร้างมาตรฐานการวัดและทบทวนการวัดเพื่อดูแลการปฏิบัติงาน - แก้ไขปัญหาเมื่อมีความจำเป็น

2. ใบตรวจสอบ

ศุภชัย นาทะพันธ์ (2551:70 - 107) อธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพไว้ว่า ใบตรวจสอบ (Check Sheet) เป็นเครื่องมือตัวแรกในการแก้ปัญหา ใช้สำหรับการเก็บข้อมูลที่เกิดขึ้น ณ เวลา ที่สนใจในสถานที่ที่ต้องการศึกษา โดยผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการ

ผลิตจะเป็นผู้บันทึก ใบตรวจสอบข้อมูลนั้นมีหลายประเภท ทั้งนี้ก็เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ตั้งแต่การตรวจสอบวัตถุดิบ กระบวนการผลิต ตลอดจนถึงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

ขั้นตอนเริ่มต้นในการแก้ฐานข้อมูล คือ การออกแบบแผ่นบันทึกข้อมูล (Data Sheet) ไว้ใช้ในการเก็บข้อมูลทั้งที่เป็นตัวเลขและไม่เป็นตัวเลข แผ่นบันทึกข้อมูลที่ได้จะได้จากประสบการณ์จากการทำงานจริง จากนั้นจึงออกแบบเป็นใบตรวจสอบ (Check Sheet) ซึ่งต้องมีองค์ประกอบ คือ รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ผู้ตรวจสอบ วันและเวลาที่ตรวจ จำนวนตัวอย่างที่ต้องการตรวจสอบ และตารางหรือรูปแสดงข้อมูล เป็นต้น การออกแบบใบตรวจสอบที่เหมาะสมต้องเก็บข้อมูลได้รวดเร็ว ง่าย และไม่ยุ่งยาก ง่ายต่อการวิเคราะห์ข้อมูล และแสดงผลได้อย่างชัดเจน นอกจากนั้นในการออกแบบยังต้องคำนึงถึงปัจจัยที่สำคัญต่อการควบคุมกระบวนการ เพื่อที่จะสามารถจัดเก็บข้อมูลได้ตรงตามความต้องการจริง

ประโยชน์ของใบตรวจสอบ

1. ช่วยให้ผู้ตรวจสอบบันทึกผลการตรวจสอบได้สะดวก เพราะการออกแบบใบตรวจสอบจะต้องคำนึงถึงความสะดวกของผู้ใช้ เช่น กรอกตัวเลขลงในช่องที่มีข้อความกำกับไว้แล้ว ทำให้ไม่ต้องเขียนข้อความให้เสียเวลาอีก เป็นต้น

2. ช่วยให้การตรวจสอบหรือสรุปการตรวจสอบรวดเร็วขึ้น เพราะใบตรวจสอบจะทำให้ผู้ตรวจสอบทราบว่าต้องตรวจสอบอะไร ใบตรวจสอบที่ดีจะช่วยชี้แนะการตรวจสอบ และกำหนดลำดับขั้นการตรวจสอบ ซึ่งจะทำให้การตรวจสอบรวดเร็ว

3. ทำให้การสื่อข้อความและการตัดสินใจในการดำเนินงานควบคุมคุณภาพเป็นไปได้อย่างถูกต้อง ใบตรวจสอบจะช่วยลดการใช้ถ้อยคำที่ยืดยาว อันอาจจะทำให้เกิดความสับสนหรือไขว้เขว ทำให้การตัดสินใจและการดำเนินการอาจเกิดความผิดพลาดได้ การใช้ใบตรวจสอบจะทำให้การตีความหรือสรุปผลการตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลช่วยในการตัดสินใจในงานควบคุมคุณภาพทำได้รวดเร็วและถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่การตัดสินในเพื่อการดำเนินงานที่ถูกต้อง

4. ทำให้การตรวจสอบเป็นไปอย่างมีระบบ เนื่องจากใบตรวจสอบจะช่วยกำหนดประเด็นที่จะตรวจสอบได้ ซึ่งผู้ตรวจต้องตรวจสอบรายการตามที่กำหนดไว้ในใบตรวจสอบ ทำให้ข้อมูลที่ได้อยู่ในแนวที่ต้องการ แม้ว่าผู้ตรวจจะเป็นคนละคนกันก็ตาม แต่การดำเนินงานยังคงต่อเนื่องส่งผลให้เกิดระบบงานที่ดี

ชนิดของใบตรวจสอบ

1. ใบตรวจสอบการผลิต ใบตรวจสอบประเภทนี้จะมีช่องให้ผู้ตรวจสอบบันทึกค่าต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นที่สามารถนับจำนวนข้อบกพร่องหรือรอยตำหนิได้ หรือสามารถวัดออกมาเป็น

ตัวเลขได้เพื่อพิจารณาคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ เช่น ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง น้ำหนัก ความแข็ง ความเหนียว และความเค้น เป็นต้น ค่าที่วัดได้ของผลิตภัณฑ์จะมีค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากเกิดการ แปรผัน ดังนั้นจึงมักจะทำการวัดผลิตภัณฑ์หนึ่ง ๆ ครั้งละหลาย ๆ ชิ้น การใช้ใบตรวจสอบจะช่วยให้การบันทึกและการวิเคราะห์ผลทำได้รวดเร็วและง่ายยิ่งขึ้น เช่น ใบตรวจสอบการส่งคืนกระดาษ A4 จากลูกค้า เป็นต้น

2. ใบตรวจสอบตำแหน่งบกพร่อง ใบตรวจสอบประเภทนี้จะเป็นภาพร่างหรือภาพวาดรายละเอียดของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานนั้น เนื่องจากชิ้นงานบางอย่างมีข้อบกพร่องบริเวณภายนอก ใบตรวจสอบตำแหน่งบกพร่องใช้ชี้ตำแหน่งข้อบกพร่องของชิ้นงาน เมื่อพบข้อบกพร่องก็จะทำตำหนิลงบนตำแหน่งที่พบข้อบกพร่องนั้น เช่น ใบตรวจสอบรอยตำหนิของการหีบห่อกระดาษ 5 รีม ด้วยพลาสติก เป็นต้น

3. ใบตรวจสอบของเสียหรือข้อบกพร่อง มักจะใช้กับการผลิตที่อาจเกิดของเสียหรือข้อบกพร่องขึ้นกับผลิตภัณฑ์ในลักษณะต่าง ๆ หลาย ๆ ลักษณะ ดังนั้นผู้ผลิตจึงอาศัยประสบการณ์ในการออกแบบ และกำหนดของเสียและข้อบกพร่องต่าง ๆ ในใบตรวจสอบ

4. ใบตรวจสอบสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง ใช้บันทึกความสัมพันธ์ของพนักงาน เครื่องจักร วันทำการผลิต ช่วงเวลา และชนิดของข้อบกพร่อง ดังนั้นเมื่อมีข้อบกพร่องเกิดขึ้น ผู้ตรวจสอบสามารถเชื่อมโยงสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องได้จากการกระจุกของสัญลักษณ์

5. ใบตรวจสอบความเรียบร้อย ใช้กับการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่มีรายการตรวจสอบหลายประการ เช่น การตรวจสอบความพร้อมก่อนการทดสอบ เป็นต้น การตรวจสอบนั้นจะทำเป็นรายวันหรือรายเดือนก็ได้

6. ใบตรวจสอบอื่น นอกจากใบตรวจสอบทั้ง 5 แบบดังกล่าวแล้ว ในอุตสาหกรรมอาจจะพบใบตรวจสอบในลักษณะอื่น ๆ ได้อีก ซึ่งใบตรวจสอบนั้นจะมีลักษณะเฉพาะของตัวเอง หรือมีลักษณะผสมกันระหว่างใบตรวจสอบทั้ง 5 แบบ เพราะต้องประยุกต์หรือดัดแปลงใบตรวจสอบให้เหมาะกับการใช้งานของแต่ละอุตสาหกรรม

ข้อแนะนำในการใช้ใบตรวจสอบ

1. กำหนดและใช้ใบตรวจสอบให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการตรวจสอบ

2. ใบตรวจสอบต้องให้รายละเอียดมากพอที่จะช่วยการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพ

3. ควรมีการแบ่งหมวดหมู่ข้อมูลที่ต้องการศึกษา ตามกลุ่มของคนงาน เครื่องจักร วัตถุดิบ ผลัด วัน เวลา และรุ่นที่ผลิตอย่างชัดเจน เพื่อให้การสืบค้นและการวิเคราะห์สาเหตุของของเสียหรือข้อบกพร่องทำได้สะดวก รวดเร็วและเป็นระบบ

4. ใช้งานได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก และไม่ซับซ้อนเพื่อป้องกันความไขว้เขวหรือความสับสนต่อผู้ตรวจสอบ ใบตรวจสอบที่ดีควรจะช่วยให้ผู้ตรวจสอบทำงานได้ดี ไม่ตกหล่นในรายละเอียด

5. ควรมีระเบียบในการใช้ใบตรวจสอบเพื่อไม่ให้เกิดความสับสนเมื่อมีใบตรวจสอบหลายรูปแบบ

3. ฮิสโทแกรม

ฮิสโทแกรม (Histogram) เป็นแผนภูมิแท่งแสดงการแจกแจงความถี่ของข้อมูล หลักการในการสร้างอันตรภาคชั้นต้องครอบคลุมจำนวนข้อมูลที่ทำการสังเกต ต้องหาจำนวนของอันตรภาคชั้นและความกว้างของแต่ละอันตรภาคชั้นจากนั้นก็นำข้อมูลมาพล็อต

4. แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram)

แผนภูมิพาเรโต คือกราฟแท่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของปัญหาโดยจำแนกออกจากกันและนำมาเรียงกันตามลำดับความสำคัญ

อัลเฟรโต พาเรโต เป็นนักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาเลียน ได้แสดงผลการวิจัยของเขา ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการกระจายรายได้ของประชากรในยุโรป พบว่ารายได้มากอยู่ในมือของประชากรกลุ่มใหญ่

โจเซฟ จูราน เป็นนักเศรษฐศาสตร์ชาวอเมริกัน ยอมรับแนวความคิดดังกล่าวนี้ว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในหลายสาขาวิชา และจูรานได้สร้างวลีที่ว่า “ประเภทน้อยชนิดแต่มีผลมาก และประเภทมากชนิดแต่มีผลน้อย (Vital Few and Trivial Many)”

จูรานแนะนำให้ใช้ตัวเลขหยาบ ๆ กับการตัดสินใจในหลักการพาเรโต (Pareto Principle) คือ “80 - 20” ซึ่งหมายความว่า “ปัญหาหรือความสูญเสียที่มีความสำคัญมากจำนวน 80% มักจะมีสาเหตุมาจากประมาณ 20 % ของสาเหตุทั้งหมด (The Vital Few) ในขณะที่อีกประมาณ 80% ของสาเหตุจะมีผลต่อปัญหาที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยอีกจำนวน 20 % ของปัญหาเท่านั้น (The Trivial Many) เช่น ยอดขายกว่า 80 % เกิดจากยอดสั่งซื้อเพียงไม่กี่บัญชี เป็นต้น ดังนั้นแผนภาพพาเรโตจะเป็นเครื่องมือที่ชี้ให้เห็นถึงว่าปัญหาสำคัญจริง ๆ นั้นมาจากไม่กี่สาเหตุและปัญหาที่มีความสำคัญน้อยเกิดจากสาเหตุมากมาย สรุปว่าในการแก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องแก้ทุกสาเหตุให้หมด แต่ให้เลือกแก้เฉพาะสาเหตุหลักที่สำคัญ กล่าวคือ ปัญหาใดเป็นปัญหาสำคัญมาก ก็ควรเร่งแก้ไขก่อน และปัญหาใดที่เป็นปัญหาสำคัญน้อย ก็ให้แก้ไขทีหลัง จูรานแนะนำให้ใช้ตัวเงินเป็นหน่วยวัด

ขั้นตอนการสร้างแผนภาพพาเรโต

1. ตัดสินใจว่าจะศึกษาปัญหาอะไร และแยกสาเหตุของการเกิดปัญหา

2. ออกแบบใบบันทึกข้อมูล ข้อมูลประกอบด้วยการกำหนดช่วงเวลา ระยะเวลา และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ทำการจดบันทึกในช่วงเวลาที่กำหนด จากสถานที่ที่ต้องการวิเคราะห์ปัญหาและคำนวณหายอดรวมและเปอร์เซ็นต์สะสมของแต่ละสาเหตุที่ได้จากการจำแนกข้อมูล

4. เขียนแกนนอนและแกนตั้ง แกนนอนเขียนจากสาเหตุที่มีความถี่สูงไว้ด้านซ้าย และสาเหตุที่มีความถี่ต่ำไว้ด้านขวา โดยต้องให้แท่ง “อื่น ๆ” (ความถี่ไม่ควรเกิน 20 % ของเปอร์เซ็นต์สะสม) อยู่ด้านขวาสุด ส่วนแกนตั้งเขียนแกนความถี่และแกนเปอร์เซ็นต์

5. เขียนกราฟแท่งที่มีความกว้างเท่ากันกราฟแท่งควรมีประมาณ 6 ถึง 10 แท่งเท่านั้น และลากเส้นความถี่สะสมจากซ้ายไปขวา

5. แผนผังก้างปลา

แผนผังก้างปลา (Fish - bone Diagram) หรือเรียกว่าแผนผังอิชิกาวา (Ishikawa Diagram) หรือแผนผังแสดงเหตุและผล (Cause - and - Effect Diagram) พัฒนาโดย คาโอรุ อิชิกาวา ในปีพ.ศ. 2496 เนื่องจากเขาต้องการพัฒนาเครื่องมือช่วยกลุ่มกิจกรรมคุณภาพ (Quality Circles) ในโรงงาน เพื่อรับมือกับสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อลักษณะคุณภาพของกระบวนการผลิต แผนผังก้างปลาเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการพิจารณาสาเหตุ (Causes) ที่มีผล (Effect) โดยตรงกับลักษณะคุณภาพ (Quality Characteristic) ของปัญหาที่สนใจศึกษา

ขั้นตอนการสร้างแผนผังก้างปลา

1. สร้างคณะทำงานโดยรวบรวมบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อการระบุปัญหาและการระดมความคิด (Brainstorming) ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะคุณภาพ ในการระดมความคิดควรเขียนปัญหา (ลักษณะคุณภาพ) ลงบนกระดานดำหรือกระดาษขนาดใหญ่เพื่อกันหาย และเขียนปัญหาบนแผนผังก้างปลาด้านขวาของลูกศรที่แทนกระดูกสันหลังของปลา

2. ระบุสาเหตุหลัก และเขียนบนแผนผังก้างปลาด้านซ้ายบนก้างปลาหลัก (ก้างปลาใหญ่) ซึ่งมีหัวลูกศรชี้เข้าหากระดูกสันหลัง ในการระบุสาเหตุหลักอาจประยุกต์ผังพาเรโต ซึ่งได้ระบุสาเหตุหลักของปัญหาไว้แล้ว แต่ถ้าไม่สามารถประยุกต์ให้กำหนดสาเหตุโดยวิธีการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุแทน สาเหตุหลักที่สำคัญมี 6 ประการ คือ คน วัตถุดิบ วิธีการทำงาน สภาพแวดล้อม เครื่องจักร และเครื่องมือวัด

3. ระบุสาเหตุย่อยทั้งหมด โดยการระดมความคิดบนก้างปลาย่อย (ก้างปลาเล็ก)เขียนโครงสร้างความสัมพันธ์ ควรเขียนสาเหตุที่สำคัญอันดับต้น ๆ ไว้ที่เส้นก้างปลา และควรเขียนสาเหตุ

ที่มีความสำคัญถัดลงมาไว้ที่เส้นก้างปลาย่อย โดยทำลูกศรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกำกับไว้ด้วย

4. ประมวลผลเพื่อหาข้อสรุป

6. แผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุม (Control Chart) ถูกพัฒนาขึ้นเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2467 โดยวอลเตอร์ เอ. ชิวฮาร์ต ขณะที่เขาทำงานที่เบลล์เทเลโฟนแล็ป แผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือคุณภาพอย่างหนึ่งที่ใช้ในการเฝ้าติดตามกระบวนการผลิตกำลังดำเนินการผลิตอยู่ (On-line Process) แผนภูมิควบคุมจำแนกออกเป็น 2 ประเภทคือ

1.แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบหน่วยหน่วยวัด (Control Chart for Variables) เป็นวิธีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยการวัดผลิตภัณฑ์ในเชิงปริมาณ แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบหน่วยวัดหรือข้อมูลมีค่าต่อเนื่องประกอบด้วย แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ($\bar{x}$ and R Control Charts), แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{x}$ Reproducibility and s Control Charts), แผนภูมิควบคุมค่าวัดและพิสัยเคลื่อนที่ (x and MR Control Charts) และแผนภูมิควบคุมแบบผลบวกสะสม (Cumulative – Sum Control Chart)

2. แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบหน่วยนับ (Control Chart for Attributes) เป็นวิธีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยการนับผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพ เช่น ผลิตภัณฑ์ดีหรือผลิตภัณฑ์เสีย หรือผลิตภัณฑ์ใช้ได้หรือผลิตภัณฑ์ใช้ไม่ได้ เป็นต้น ในทางปฏิบัตินิยมใช้วิธีการตรวจสอบนี้มาก เพราะโรงงานเก็บรวบรวมข้อมูลในลักษณะนี้อยู่แล้ว ดังนั้นโรงงานจึงไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบเพื่อสามารถสร้างแผนภูมิควบคุม แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบหน่วยนับมีดังต่อไปนี้

2.1 แผนภูมิที่ใช้วิเคราะห์ของเสีย (Defectives) ประกอบด้วย แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart) และแผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np Chart)

2.2 แผนภูมิที่ใช้วิเคราะห์ข้อบกพร่อง (Defects) ประกอบด้วย แผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยการทดสอบ (c Chart) และแผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อหน่วย (u Chart)

ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

1. การเตรียมการ เป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับแผนภูมิที่จะประยุกต์ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งต้องทราบถึงขนาดตัวอย่าง และความถี่ของการสุ่มตัวอย่าง

โดยหลักการแล้ว หากต้องการตรวจสอบหรือป้องกันการแปรผัน วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลต้องใช้ตัวอย่างจำนวนมากและต้องสุ่มบ่อย ๆ แต่เป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติ เนื่องจากต้อง

ลงทุนค่าตรวจสอบสูง ดังนั้นวิธีการที่เป็นไปได้จึงมี 2 วิธีคือ ขนาดตัวอย่างน้อย แต่สุ่มตัวอย่างบ่อย ๆ และขนาดตัวอย่างมาก แต่สุ่มตัวอย่างนาน ๆ ครั้ง ปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมต่าง ๆ มักเลือกใช้วิธีแรก เนื่องจากปริมาณการสั่งผลิตสูง หรือเนื่องจากมีสาเหตุการเกิดความแปรผันที่ไม่ได้เกิดขึ้นโดยธรรมชาติมาก นอกจากนั้นเทคโนโลยีการผลิตปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นแบบอัตโนมัติ ส่งผลให้สามารถลดความถี่ในการสุ่มตัวอย่างลงได้

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการจัดบันทึกข้อมูล คำนวณค่าของตัวสถิตที่ต้องการศึกษาและพล็อตค่าของตัวสถิติ

การสุ่มตัวอย่างประมาณ 25 กลุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบ ต้องมีโอกาสที่จะพบกับความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างสูง แต่ต้องมีโอกาสที่จะพบกับความแตกต่างข้อมูลภายในแต่ละกลุ่มตัวอย่างต่ำ ซึ่งลำดับเวลาของการผลิตเป็นปัจจัยที่จะกำหนดเวลาการสุ่มตัวอย่างนั่นเอง กล่าวได้ว่าการสุ่มตัวอย่างทุกชั่วโมง จะให้รายละเอียดของความแปรผันที่ไม่ได้เกิดโดยธรรมชาติได้มากกว่าการสุ่มกะละ 1 ครั้ง

3. การคำนวณขีดจำกัดควบคุม (Control Limits) และเส้นกึ่งกลาง (Central Line หรือ Center Line) ขีดจำกัดควบคุมเป็นเส้นที่ใช้ในการตัดสินว่าข้อมูลอยู่ภายใต้สภาวะการควบคุมหรือไม่

4. การวิเคราะห์และแปลความหมาย เป็นการตัดสินว่าข้อมูลหรือผลิตภัณฑ์อยู่สภาวะการควบคุมหรือไม่ การที่จุดอยู่นอกสภาวะการควบคุมเป็นสิ่งที่ไม่มีใครต้องการ เนื่องจากกระบวนการผลิตเกิดการเปลี่ยนแปลง เพราะมีความแปรผันที่ไม่ได้เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ เมื่อจุดอยู่นอกสภาวะการควบคุม ผู้ตรวจสอบต้องหาสาเหตุและแก้ไขความแปรผันดังกล่าว วิธีการสังเกตว่าข้อมูลอยู่ในสภาวะควบคุมจะมีลักษณะ คือ จุดส่วนใหญ่จะอยู่ใกล้เส้นกึ่งกลางโดยไม่มีรูปแบบ แต่การที่จุดอยู่ภายในช่วง ±3ซิกส์ ซิกม่า ก็มิได้หมายความว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายในสภาวะการควบคุม ถ้าพบว่าจุดส่วนใหญ่จะอยู่รวมกันโดยมีรูปแบบ กล่าวคือ ต้องแบ่งแผนภูมิควบคุมออกเป็น 6 ส่วนเท่า ๆ กัน โดยมี 3 เขต คือ เขต A เขต B และเขต C กฎที่ใช้ในการตัดสินใจว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายนอกสภาวะการควบคุม

7. แผนภาพการกระจาย

แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram) ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยการวาดลงแผนภาพการกระจาย ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เช่น ความหนากับความต้านทานแรงดึงของพลาสติก LLDPE ที่ใช้ห่อกระดาษ 5 รีม

8. กราฟ

กราฟ (Graph) เป็นส่วนหนึ่งของรายงานต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับนำเสนอข้อมูล ที่สามารถทำให้ผู้อ่านเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ ได้ดี สะดวกต่อการแปลความหมาย และสามารถให้รายละเอียดของการเปรียบเทียบได้ดีกว่าการนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีอื่น ทั้งนี้เพราะกราฟทำให้เห็นลักษณะของข้อมูลต่าง ๆ ได้ทันทีจากเส้น รูปภาพ แท่งเหลี่ยม และวงกลม โดยกราฟมีคุณลักษณะที่จำเป็นคือ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย อ่านได้อย่างรวดเร็ว หรือสามารถเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละข้อได้ชัดเจน

ในเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 8 อย่าง กราฟเป็นเครื่องมือที่ง่ายที่สุด เป็นที่คุ้นเคยมากที่สุด และมีโอกาสได้เห็นและได้ใช้เกือบทุกวัน เนื่องจากข้อมูลทุกประเภทสามารถเสนอในรูปของกราฟได้ ประโยชน์ 4 ประการของกราฟ คือ

1. ใช้วิเคราะห์ข้อมูล กราฟจะแสดงความหมายของตัวเลขออกมา และสามารถชี้ให้เห็นข้อเท็จจริง ซึ่งเราอาจมองข้ามไปได้หากดูจากตัวเลขโดยตรง ดังนั้นกราฟจึงมีประโยชน์มากในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในอดีตและปัจจุบัน เพื่อขุดค้นหาสาเหตุและมาตรการในการแก้ไขปรับปรุง

2. ใช้อธิบาย กราฟช่วยให้สามารถอธิบายหรือชี้แจงเรื่องราวหรือเหตุการณ์ให้แก่ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายดีกว่าการอธิบายโดยใช้ข้อมูลหรือตัวเลขโดยตรง

3. ใช้ควบคุม กราฟที่เขียนแสดงอัตราการหยุดงานหรือของเสียตามเวลาที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งกราฟเป็นอุปกรณ์สำคัญที่จะทำให้ทราบว่าอะไรที่ต้องควบคุม

4. ใช้บันทึก ข้อมูลที่ได้จัดเก็บสามารถบันทึกเป็นกราฟได้เลย

ความสามารถของกระบวนการวัด (Gauge Repeatability and Reprodcibility)

หมายถึงความสามารถในการตรวจสอบของพนักงาน โดยทำการตรวจสอบได้ถูกต้องและเหมือนกันในการตรวจสอบในแต่ละครั้งโดยจะเทียบเป็นเปอร์เซนต์คะแนนจากการสอบในแต่ละครั้ง (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

GR&R แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1.Variable Gauge Repeatability and Reproducibility หมายถึง การวิเคราะห์ความสามารถของระบบการวัดด้วยข้อมูลจากค่าพารามิเตอร์เป็นผันแปร โดยเน้นที่การวิเคราะห์ความถูกต้องและแม่นยำของระบบการวัด และนำวิธีทางสถิติ (ANOVA) มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้หลักการแยกความแปรปรวน (Variance) ออกเป็นความผันแปร เพื่อศึกษาว่าความผันแปรจากแหล่งใดมีความสำคัญ เกณฑ์ในการประเมินความสามารถจะดูจาก

1.1 Repeatability (Equipment Variation, EV) คือความผันแปรของระบบการวัด เมื่อทำการวัดคุณลักษณะหนึ่งหลาย ๆ ครั้ง บนชิ้นงานเดียวกันโดยมีเครื่องมือวัดเครื่องเดียวกันและคนวัด

คนเดียวกัน ซึ่งความผันแปรนี้จะมาจากภายในระบบเอง เช่น มาจากภายในเครื่องมือวัด คนวัด มาจากสิ่งแวดล้อมหรือวิธีการวัดเป็นต้น

1.2 Reproducibility (Appraisers Variation, AU) คือความผันแปรของระบบการวัดเมื่อทำการวัดคุณลักษณะหนึ่งบนชิ้นงานเดียวกันด้วยเครื่องมือวัดเครื่องเดียวกัน แต่ต่างคนวัดกัน

1.3 เกณฑ์การผ่านประเมิน

% Repeatability	< 30% -- > OK
	≥30% -- > NG
% Reproducibility	< 30% -- > OK
	≥30% -- > NG

2. Atrribute Gauge Repeatability and Reproducibility หมายถึงการวิเคราะห์ความสามารถของระบบการตรวจสอบโดยวิเคราะห์ความถูกต้องและความแม่นยำของการตรวจสอบ ซึ่งจะใช้พารามิเตอร์เชิงข้อมูลเชิงนับ (Attribute Value) สำหรับการตรวจสอบด้วยสายตา และดำเนินการประเมินผลด้วยดัชนีต่างๆ ดังนี้

2.1 Appraiser Score & Attribute Score คือ ความสามารถในการตรวจสอบซ้ำและถูกต้องของพนักงานแต่ละคน

2.1.1 Appraiser score

เปอร์เซ็นต์รีพีทะบิลิตี้ของพนักงานตรวจสอบ = $\frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}}$

2.1.2 Attribute score

เปอร์เซ็นต์รีความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ = $\frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบได้เหมือนและถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}}$

2.2 Effective score & Attribute screen effective score หมายถึงความสามารถในการตรวจสอบซ้ำและถูกต้องทั้งหมดในกลุ่ม

2.2.1 Effective score

เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านรีพีททะบิลิตี้ของการตรวจสอบ = $\frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}}$

2.2.2 Attribute screen effective score

เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านไบอัสของการตรวจสอบ = $\frac{\text{จำนวนครั้งที่ทุกคนตรวจสอบได้เหมือนและถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}}$

2.3 เกณฑ์การผ่านประเมิน การตรวจสอบซ้ำและถูกต้องที่ 90% ขึ้นไป

2.4 การดำเนินการตัดสินใจจากสมการ

2.4.1 เปอร์เซ็นต์ รีพีททะบิลิตี้ของพนักงานตรวจสอบ ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดแล้วให้ทำการอบรมพนักงานใหม่รวมถึงการประเมินผลพนักงานใหม่เพื่อปรับปรุงรีพีททะบิลิตี้ให้ดีขึ้น

2.4.2 เปอร์เซ็นต์ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ มีค่าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดแล้วจะต้องปรับปรุงวิธีการตรวจสอบใหม่

2.4.3 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านรีพีททะบิลิตี้ของการตรวจสอบและเปอร์เซนต์ประสิทธิผลด้านไบอัสของการตรวจสอบ ถ้าหากมีค่าไม่ผ่านเกณฑ์กำหนดแล้วมีความจำเป็นต้องค้นหาสาเหตุและทำการแก้ไขให้ถูกต้อง

ดังนั้น GR&R จึงเป็นส่วนหนึ่งของการทำ MSA (Measurement System Analysis) หรือ การวิเคราะห์ระบบการวัด โดยมีจุดประสงค์สำคัญเพื่อหาแหล่งความคลาดเคลื่อนในระบบการวัด ด้วยการจำแนกสาเหตุออกมา และทำการปรับปรุงผลของความคลาดเคลื่อน

กระบวนการฉีดพลาสติก

กระบวนการฉีดพลาสติก แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

1. ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ (Raw material)

เป็นกระบวนการนำวัตถุดิบ คือ เม็ดพลาสติกไปอบเพื่อไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 60 - 120 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 2 - 6 ชั่วโมง

ภาพที่ 2.1 แสดงเครื่องผสมวัตถุดิบระหว่างพลาสติกแท้กับเม็ดรีไซเคิล

2. ขั้นตอนการฉีดพลาสติก (Molding Injection)

นำเม็ดพลาสติกไปหลอมเหลวด้วยความร้อนที่อุณหภูมิสูงจนละลายกลายเป็นเนื้อพลาสติกเหลว แล้วฉีดใส่ไปในแม่พิมพ์ในเครื่องฉีดพลาสติก ให้ได้ตามแบบที่ลูกค้าต้องการ

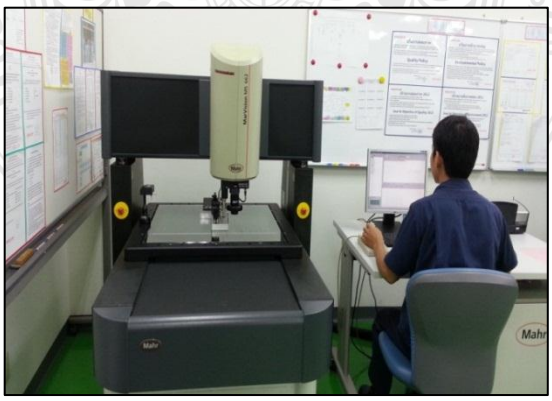
ภาพที่ 2.2 แสดงเครื่องฉีดเม็ดพลาสติก

3. ขั้นตอนการตรวจสอบ (Inspection)

การนำผลิตภัณฑ์ที่ออกจากแม่พิมพ์มาตรวจสอบด้วยเครื่องวัดชิ้นงาน (CMM) เพื่อหาข้อบกพร่องภายนอก โดยทำการตรวจสอบข้อบกพร่องภายนอกแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 ทำการตรวจสอบตั้งแต่ต้นกระบวนการผลิต (Set up)

ช่วงที่ 2 ทำการตรวจกระบวนการผลิตขั้นตอนสุดท้าย (Final process)



ภาพที่ 2.3 แสดงเครื่องวัดชิ้นงาน (CMM)

ลักษณะข้อบกพร่องภายนอก (Cosmetic Defects) ที่เกิดขึ้นภายในแผนกฉีดพลาสติกได้แก่

1. ฉีดไม่เต็ม (Short Mold)
2. ฉีดเกิน (Over Mold)
3. ยุบ (Dent)
4. ครีบ (Flash)
5. คราบ (Contaminate)
6. รอยกระแทก (Hit Mark)
7. ไม่หลอมเป็นเนื้อเดียว (Material No Melt)
8. พอง (Swell)
9. แตก (Break)
10. เสียรูปร่าง (Deform)
11. จุดดำ (Black Dot)

วิศวกรรมการฉีดพลาสติก

องค์ประกอบในการฉีดพลาสติก วิโรจน์ เตชะวิญญูธรรม (2553:1-3) อธิบายว่ามีองค์ประกอบหรือส่วนประกอบที่สำคัญในกระบวนการฉีดพลาสติก เพื่อให้ได้คุณภาพชิ้นงานฉีดที่ดี อัตราการผลิตที่สูง และมีจำนวนของเสียน้อย ควรมีองค์ประกอบที่สำคัญควรมีอยู่ 6 ส่วน (6M) ดังนี้

วัตถุดิบพลาสติก (Material) มีการเลือกชนิดและเกรดของพลาสติกได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับการใช้งานหรือไม่ มีการเตรียมวัตถุดิบพลาสติกได้เหมาะสมหรือไม่ เช่น ต้องทำการอบไล่ความชื้นออกจากเม็ดพลาสติกหรือไม่ถ้ามี ต้องใช้เวลาและอุณหภูมิในการอบไล่ความชื้นอย่างไร สีที่ใช้ สารเติมแต่งต่าง ๆ จำเป็นต้องมีหรือไม่ การผสมเม็ดพลาสติกกับสีและสารเติมแต่งควรทำอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด ไม่ควรมองที่ราคาของวัตถุดิบเป็นหลัก แต่ควรมองว่าจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบที่ประกอบด้วยอะไรบ้าง จึงจะเหมาะสมกับคุณภาพชิ้นงานฉีดที่ต้องการ สามารถผลิตชิ้นงานได้ปริมาณมาก ๆ โดยมีผลกระทบต่อการเกิดของเสียน้อยที่สุด และใช้พลังงานในการผลิตขั้นตอนต่าง ๆ น้อยที่สุด

1. แม่พิมพ์ฉีด (Mold) มีการออกแบบอย่างเหมาะสมดีแล้วหรือยัง เช่น ลักษณะของแม่พิมพ์ต้องเป็นแบบ 2 แผ่น 3 แผ่น หรืออื่น ๆ จำนวนคาวิตี้ (Cavity) ระบบการหล่อเย็นภายในแม่พิมพ์ ระบบคลายและปลดชิ้นงาน ตำแหน่งรอยประกอบแม่พิมพ์ ขนาดของทางน้ำพลาสติกวิ่ง (Runner) และทางน้ำพลาสติกเข้า (Gate) ตำแหน่งของทางน้ำพลาสติกเข้า การระบายอากาศออกจาก

แม่พิมพ์ การเลือกใช้วัสดุโลหะที่ถูกต้องในการทำแม่พิมพ์รวมถึงกระบวนการทางความร้อน (การชุบแข็ง) ที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพของแม่พิมพ์ด้วย

2. เครื่องฉีด (Machine) มีการเลือกขนาดของเครื่องฉีดได้ถูกต้องหรือไม่ เช่น ขนาดของแรงปิดแม่พิมพ์เพียงพอหรือไม่ ปริมาณเนื้อพลาสติกและแรงดันฉีดของเครื่องฉีดต้องเพียงพอต่อขนาดของชิ้นงานที่จะทำการฉีด ความเร็วในการทำงานของเครื่องฉีดสามารถทำ Cycle Time ได้ตามที่ต้องการ ความดันฉีด ความเร็วฉีด และความดันย้ำซึ่งมีอยู่หลายจังหวะให้เลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมกับลักษณะชิ้นงานที่ทำการฉีด เครื่องฉีดมีประสิทธิภาพดีและมีความสม่ำเสมอในระหว่างการทำงาน อายุการใช้งานเหมาะสม ค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาและการซ่อมแซมไม่แพงและทำได้ง่าย มีบริการหลังการขายดี สุดท้ายคือราคาเครื่องฉีดต้องเหมาะสมกับมูลค่าการผลิตสินค้านั้น ๆ

3. วิธีการหรือพารามิเตอร์ที่ปรับตั้งการฉีด (Method) จะเป็นการรวม 3 M คือ Material (วัตถุดิบ พลาสติก) Mold (แม่พิมพ์ฉีด) Machine (เครื่องฉีด) มาใช้ประโยชน์ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการสั่งการและควบคุมเครื่องฉีดให้ทำหน้าที่ดูแลจัดการกับวัสดุพลาสติกอย่างถูกต้องและเหมาะสมในการหลอดเหลว การไหลเข้าแม่พิมพ์ และการเย็นตัวในแม่พิมพ์ ตลอดจนดูแลจัดการให้แม่พิมพ์พร้อมที่จะรับพลาสติกเข้าตัวแม่พิมพ์ ให้พักตัวอยู่ในแม่พิมพ์และปล่อยออกจากแม่พิมพ์เมื่อถึงเวลาที่เหมาะสม (เมื่อพลาสติกเซ็ทตัวและเย็นตัวลงแล้ว) ซึ่งการสั่งการ การควบคุม การดูแลจัดการต่าง ๆ นี้จะต้องมีความเหมาะสมกันมากที่สุด เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพดีที่สุด

4. ช่างฉีดหรือบุคลากร (Man) ผู้ที่จะปรับตั้งพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการฉีดได้เป็นอย่างดีนั้นจะต้องมีความรอบรู้เกี่ยวกับวัสดุพลาสติก แม่พิมพ์ และเครื่องฉีดที่จะใช้ในการผลิตชิ้นงานพลาสติกเป็นอย่างดีเสียก่อน โดยเริ่มตั้งแต่ชนิดของพลาสติก อุณหภูมิพลาสติกเหลว ความหนาแน่น ความดันที่ต้องใช้ คุณสมบัติการไหลตัวของพลาสติกเหลว ลักษณะของทางน้ำพลาสติกวิ่ง (Runner) และทางน้ำพลาสติกเข้า (Gate) ระยะและขนาดของช่องทางการไหล ระบบการหล่อเย็น การปลดชิ้นงาน ฟังก์ชันและปุ่มควบคุมการทำงานของเครื่องฉีด ตลอดจนประสิทธิภาพของเครื่องฉีด เช่น ตั้งความดันของเครื่องเอาไว้ 120 บาร์ (ไฮดรอลิกส์) แต่เครื่องทำได้จริง 100 บาร์ เป็นต้น ดังนั้นจะต้องตรวจสอบการทำงานของเครื่องฉีดก่อนเสมอ อย่าเชื่อตัวเลขที่เราป้อนหรือตั้งที่ตัวเครื่องฉีด ต้องสังเกตดูสิ่งที่เกิดขึ้นจริงกับพลาสติกในระหว่างที่เครื่องฉีดทำงานอยู่ หรืออาจกล่าวได้ว่าผู้ปรับตั้งเครื่องฉีดต้องรู้จักพารามิเตอร์ 5 ตัวหลัก ๆ ที่ต้องสั่งผ่านตัวเครื่องฉีดเพื่อควบคุมพลาสติก คือ อุณหภูมิ ความดัน ความเร็ว ระยะทาง และเวลา นอกจากนี้ยังต้องรู้จักลักษณะของปัญหาแบบต่าง ๆ สามารถวิเคราะห์เพื่อหาต้นเหตุของปัญหาได้ มีแนวทางและเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้อย่าง

ถูกต้องเหมาะสม มีความรอบคอบ และผู้ปรับตั้งพารามิเตอร์ ให้กับเครื่องฉีดจะต้องมีความสามารถด้านการคำนวณอยู่บ้างด้วย

5. การจัดการในการฉีด (Management) หมายถึง การวางแผนการผลิตอย่างเหมาะสม เช่น การวางแผนในการฉีดตามลำดับของชนิดของพลาสติก ลักษณะและความเข้มของสี รูปร่างและขนาดของชิ้นงานลักษณะและขนาดของแม่พิมพ์ การสั่งซื้อ ความสำคัญของลูกค้า เป็นต้น เนื่องจากการวางแผนในการฉีดจะมีผลต่อการสูญเสียเป็นสำคัญ เพราะถ้าการวางแผนในการฉีดไม่เหมาะสม เช่น การฉีดชิ้นงานที่มีสีเข้มก่อนแล้วตามด้วยการฉีดชิ้นงานที่มีสีอ่อนหรือสีใส ย่อมเกิดการสูญเสียทั้งเวลาและวัสดุพลาสติกเป็นจำนวนมาก ตลอดจนอาจจะก่อให้เกิดปัญหาสีของชิ้นงานผิดเพี้ยนไม่ตรงกับความต้องการ โดยจะมีสีเดิมซึ่งเข้มกว่าและล้างทำความสะอาดออกได้ยากติดออกมาเรื่อย ๆ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพียงเพ็ญ นนทจิต (2550) ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการวางแผนการบรรจุสินค้าโดยนำวิธีการบริหารแบบ Six Sigma เป็นเครื่องมือในการปรับปรุง กรณีศึกษา : บริษัทโซนี่ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ชลบุรีเทคโนโลยีเซ็นเตอร์นิยมอุตสาหกรรมอมตะนคร จ.ชลบุรี ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการวางแผนการบรรจุสินค้าเกิดจากการขาดการประสานงานและความเข้าใจในการปฏิบัติงาน รวมทั้งไม่มีการควบคุมประสิทธิภาพการบรรจุสินค้าในการส่งออกแต่ละสัปดาห์ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือฝ่ายวางแผนและควบคุมการผลิตและแผนกโลจิสติกส์ ซึ่งประกอบด้วย 2 หน่วยงาน คือ ฝ่ายจัดทำเอกสารส่งออกและฝ่ายบรรจุสินค้าผู้ศึกษาค้นคว้า จึงได้หาแนวทางแก้ไขปรับปรุงขั้นตอนและกระบวนการการปฏิบัติงานเพื่อเพิ่มศักยภาพของการวางแผนการบรรจุสินค้าของแต่ละสัปดาห์ให้อยู่ในเป้าหมายที่กำหนดคือร้อยละ 80 ต่อตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งการปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงานสามารถสรุปได้ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการกำหนดมาตรฐานการตรวจสอบและยืนยันข้อมูลก่อนการบรรจุสินค้า ขั้นตอนการออกแบบการบรรจุสินค้า และขั้นตอนการจัดทำคู่มือและมาตรฐานการบรรจุสินค้า

เทพนที ด่านเดชา (2552) การปรับปรุงกระบวนการประกอบแผงวงจรรวมตามแนวทางการผลิตแบบลีนและการบริหารคุณภาพด้วยซิกส์ ซิกม่า ผลการศึกษาพบว่าปรับปรุงรอบเวลาการผลิตในกระบวนการ Die Attach และกระบวนการ Wire Bond เป็นการปรับปรุงความสูญเปล่าที่เกิดจากการผลิตทั้งหมด 3 ประเภท คือ ความสูญเปล่าที่เกิดจากการใช้ขั้นตอนการทำงานมากเกินไป (Over Processing) ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวโดยไม่จำเป็น (Unnecessary Movement) และความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอยเวลาที่ใช้ในการรอปฏิบัติการ (Waiting –Time on hand)

ทิพรัตน์ โคตรชมภู (2552) การปรับปรุงคุณภาพด้วยแผนกประกันคุณภาพ กรณีศึกษา : เพิ่มการประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่แผนกฉีดพลาสติก ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มการประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่แผนกฉีดพลาสติกมีการปรับปรุงทั้งหมด 4 ขั้นตอนคือ การเพิ่มหน่วยงานประกันคุณภาพ (Quality Assurance) เข้าไปประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่แผนกฉีดพลาสติกก่อนที่จะนำผลิตภัณฑ์ส่งมอบไปยังแผนกประกอบชิ้นส่วนการปรับปรุงข้อกำหนดผลิตภัณฑ์โดยเน้นด้านการตรวจสอบรูปร่างภายนอกให้ชัดเจนมากขึ้นการพัฒนาความสามารถของบุคลากรด้วยวิธีการจีอาร์แอนด์อาร์ (GR&R) ทำให้ความสามารถด้านการตรวจสอบรูปร่างภายนอกของพนักงานเพิ่มสูงขึ้นและการดำเนินการตรวจประเมินภายใน (Process Audit) ส่งผลให้พนักงานเกิดความตระหนักและมีดำเนินการปฏิบัติงานสอดคล้องกับข้อกับข้อกำหนด ISO 9001

ธีรพงษ์ ขันทอง (2554) การปรับปรุงคุณภาพการผลิตโดยใช้เทคนิคการจัดการคุณภาพทั่วทั้งองค์กรและลีน : กรณีศึกษากระบวนการหยอดกาว RTV ผลการศึกษาทำให้สามารถลดความสูญเสียของกาว RTV ในกระบวนการหยอดกาว จากอัตราของเสียเฉลี่ยสัปดาห์ละ 33,657.64 ml เหลือ 133.83 ml โดยลดลงเท่ากัน 33,523.81 ml คิดเป็นร้อยละ 99.6 หรือสามารถลดมูลค่าความสูญเสียก่อนการปรับปรุง ซึ่งเป็นการปรับปรุงคุณภาพการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่อง “การปรับปรุงคุณภาพกระบวนการฉีดพลาสติกด้วยเทคนิคซิกส์ ซิกม่า กรณีศึกษา บริษัทโคคูโย -ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด” ใช้แนวทางการค้นคว้าเชิงพรรณนา และวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและพัฒนาปรับปรุง แก้ไขกระบวนการและขั้นตอนการปฏิบัติงาน โดยใช้ขั้นตอน “DMAIC” ของซิกส์ ซิกม่า (Six Sigma) โดยศึกษาว่ามีปัญหาหรือปัจจัยใดบ้างที่มีผลกระทบต่อการควบคุมคุณภาพกระบวนการฉีดพลาสติก

รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตให้สูงขึ้น จากการปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติกของแผนกฉีดพลาสติก ได้แบ่งวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล
3. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
4. สำรวจสภาพปัจจุบัน

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการเกิดของเสียในกระบวนการการฉีดพลาสติกครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาเพื่อนำวิธีการบริหารแบบซิกส์ ซิกม่า (Six Sigma) มาเป็นเครื่องมือในการปรับปรุง และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยมุ่งเน้นการปรับปรุงคุณภาพกระบวนการฉีดพลาสติกโดยใช้หลักการหรือขั้นตอนการดำเนินการที่เรียกว่า “DMAIC” หรือ “Define” (กำหนดปัญหา) Measure (การเก็บข้อมูลและวัดผล) Analyze (วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา) Improve (แก้ไขปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงาน) และ Control (ควบคุมและติดตามผลการปฏิบัติงานให้เป็นไปในทิศทางและเป้าหมายที่กำหนด) และนำเครื่องมือบริหารคุณภาพ (Quality Tools) มาใช้ในแต่ละขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา ดังนี้

1. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Process Flow Diagram) เพื่อนำมาศึกษากระบวนการทำงานและเพื่อหาปัจจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อกระบวนการฉีดพลาสติก และขั้นตอนการปฏิบัติงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำการวิเคราะห์และหาวิธีแก้ไข ปรับปรุง

2. DMAIC (ดีเมอิก) คือแนวทางการวิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพขององค์กรทั้งในระยะสั้นและระยะยาวของซิกส์ ซิกม่า (Six Sigma)

3. ใบตรวจสอบ (Check Sheet) เป็นเครื่องมือตัวแรกในการแก้ปัญหา ใช้สำหรับการเก็บข้อมูลที่เกิดขึ้น ณ เวลา ที่สนใจในสถานที่ที่ต้องการศึกษา โดยผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการผลิตจะเป็นผู้บันทึก

4. แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) คือ กราฟแท่งสรุปให้เห็นวามสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและขนาดของปัญหาโดยสาเหตุของความบกพร่องตำแหน่งที่พบความบกพร่อง หรือเครื่องจักรที่ก่อให้เกิดความบกพร่องและนำข้อมูลมาจัดลำดับจากมากไปน้อย

5. แผนผังก้างปลา (Fish - bone Diagram) หรือเรียกว่าแผนผังอิชิกาวา (Ishikawa Diagram) หรือแผนผังแสดงเหตุและผล (Cause - and-Effect Diagram)

6. แผนภูมิควบคุม (Control Chart) ถูกพัฒนาขึ้นเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2467 โดยวอล-เตอร์ เอ.ชิวฮาร์ เลือกใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p Chart) เพราะว่าเหมาะสมกระบวนการที่ใช้ในการศึกษาเรื่องนี้

7. กราฟ (Graph) เป็นส่วนหนึ่งของรายงานต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับนำเสนอข้อมูล ที่สามารถทำให้ผู้อ่านเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ ได้ดี สะดวกต่อการแปลความหมาย และสามารถให้รายละเอียดของการเปรียบเทียบได้ดีกว่าการนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีอื่น

8. การระดมความคิด (Brain Storming) คือ การปรับแนวความคิดร่วมกันระหว่างสมาชิกในทีมที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการการฉีดพลาสติก เพื่อเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกระบวนการฉีดพลาสติก ดังนี้

- เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนชิ้นงานเสียและจำนวนข้อร้องเรียนภายในทั้งหมดในแผนกฉีดพลาสติก ของบริษัทโคคูโย-ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด

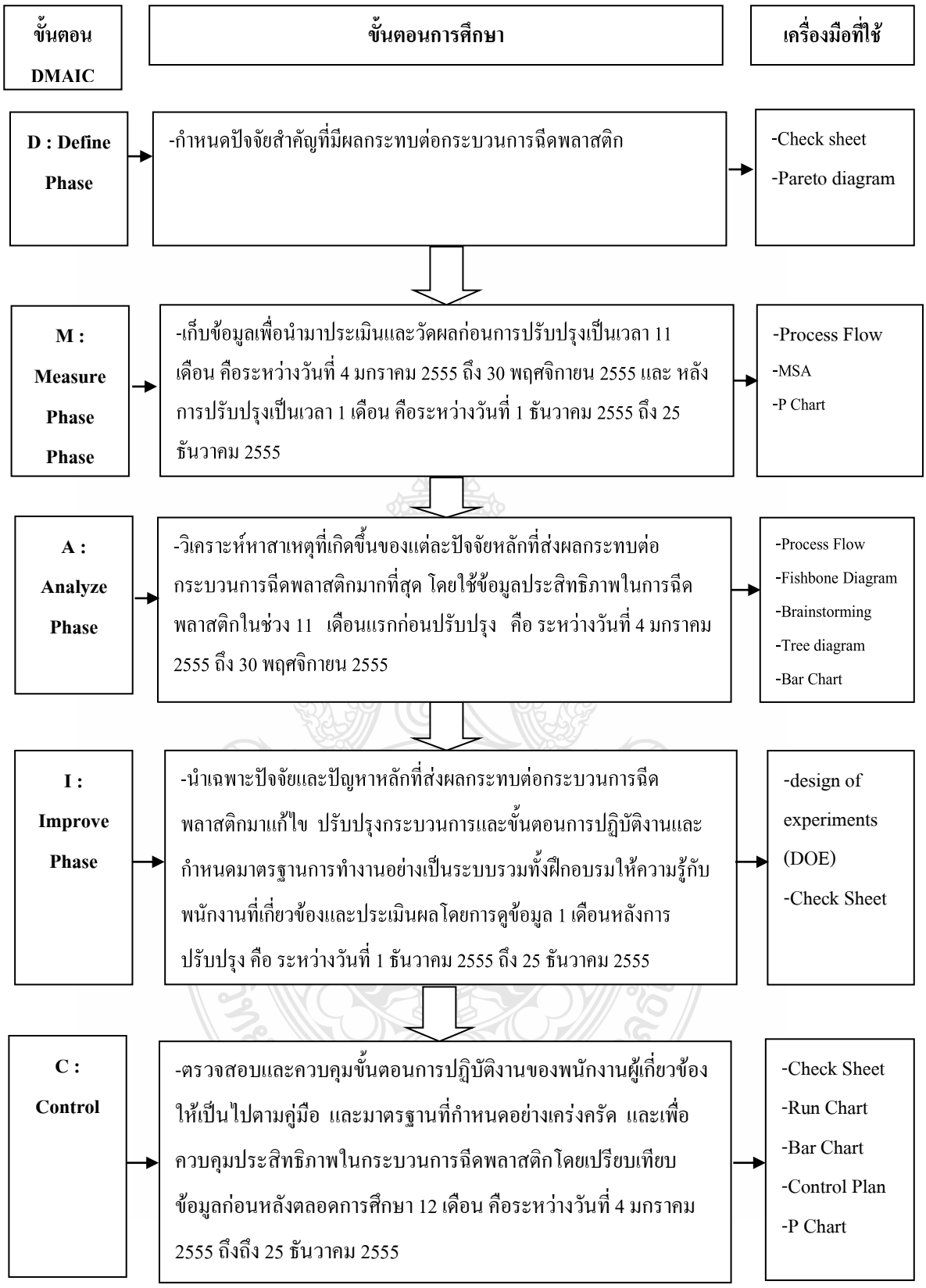
- เก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตในช่วงระหว่างวันที่ 4 มกราคม 2555 - วันที่ 25 ธันวาคม 2555 เป็นระยะเวลา 12 เดือน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงที่หนึ่ง ระหว่างวันที่ 4 มกราคม 2555 - วันที่ 30 พฤศจิกายน 2555 กำหนดให้เป็นช่วงของการเก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์หาสาเหตุ และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกระบวนการฉีดพลาสติก และหาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานใหม่เพื่อให้ได้แนวทางที่ดีกว่า ช่วงที่สอง ระหว่างวันที่ 1 ธันวาคม 2555 - 25 ธันวาคม 2555 กำหนดให้เป็นช่วงของการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการปฏิบัติงาน เพื่อนำไปสู่การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกและลดการเคลมชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานจาก

แผนกประกอบหรือเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต รวมถึงการควบคุมกระบวนการให้ถูกต้องตามมาตรฐานการทำงานที่กำหนดไว้

- การติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลงานเพื่อเปรียบเทียบผลการทำงานก่อนการปฏิบัติงาน และหลังปฏิบัติงานว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ถ้าผลลัพท์ออกมาตามเป้าหมายก็จะนำไปจัดทำเป็นมาตรฐานสำหรับการปฏิบัติงานในครั้งต่อไป

3.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

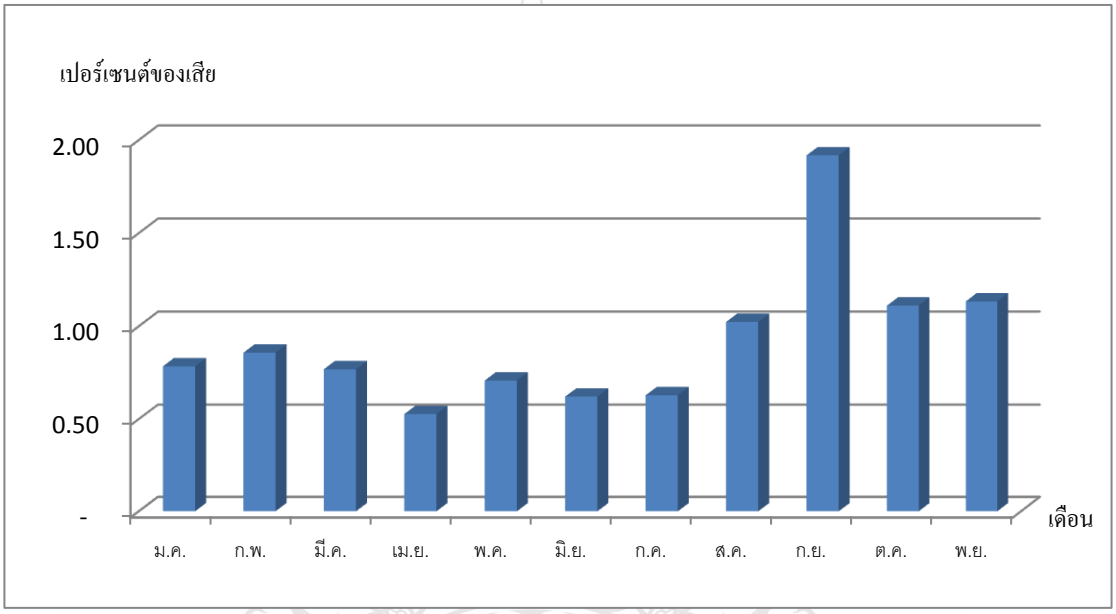
การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปรผลจากการศึกษาครั้งนี้ จะนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกระบวนการฉีดพลาสติก จากนั้นจึงทำการแก้ไขและปรับปรุงกระบวนการทำงาน ซึ่งการวิเคราะห์และการปรับปรุงนั้น ใช้หลักปฏิบัติและขั้นตอนของซิกส์ ซิกม่า (Six Sigma) ซึ่งก็คือ “DMAIC” เป็นตัววิเคราะห์หาปัจจัยและสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการฉีดพลาสติก เพื่อหาแนวทางทำการแก้ไขและปรับปรุงการปฏิบัติงาน



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอน “DMAIC” วิธีการศึกษาและเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์

3.4 สำรวจสภาพปัจจุบัน

1. ในปัจจุบันแผนกฉีดพลาสติกของบริษัทโคคูโย-ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด กำลังประสบปัญหาฉีดชิ้นงานที่ไม่มีคุณภาพออกมาเป็นจำนวนมากและส่งผลต่อต้นทุนสินค้าด้อยคุณภาพ (Cost of Poor Quality) และความสามารถในการควบคุมการผลิตของบริษัท ณ ปัจจุบัน จำนวนชิ้นงานเสียหรือข้อบกพร่องของชิ้นงานจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.59 % และเทียบเท่ากับ 8,623 PPM



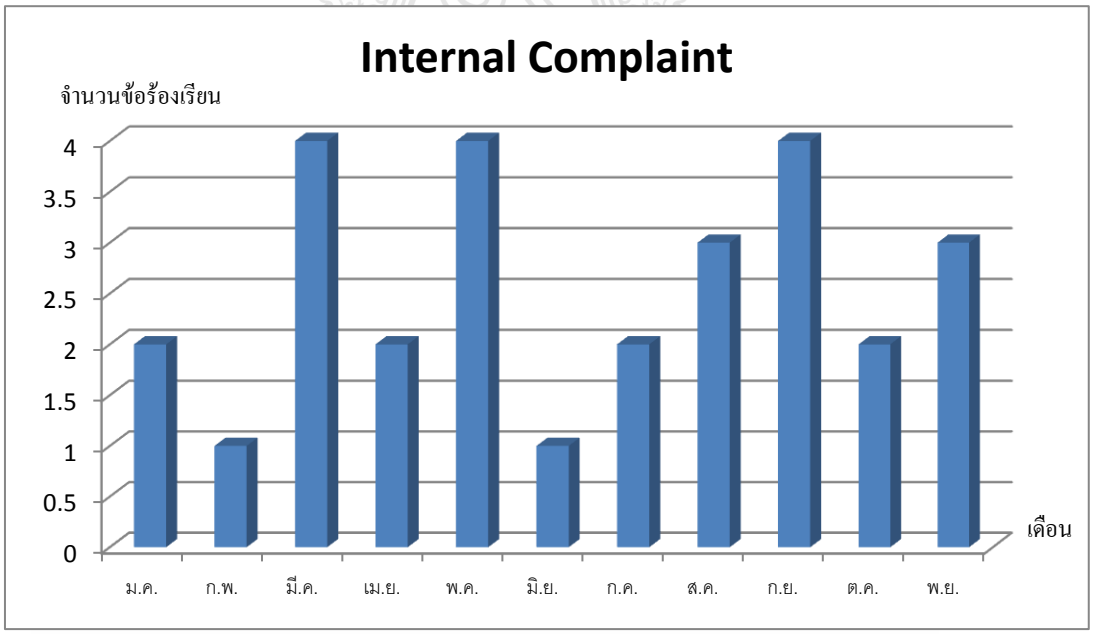
ภาพที่ 3.2 แสดงเปอร์เซนต์ของเสียโดยรวมทุกปัญหา

โอกาสที่เกิดขึ้นในหนึ่งล้านครั้งได้ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 3.1 ระดับของซิกม่าเปรียบเทียบกับข้อบกพร่องต่อโอกาสที่เกิดขึ้นในหนึ่งล้านครั้ง

ระดับซิกม่า	เปอร์เซนต์ที่เป็นไปได้ตามข้อกำหนด	ข้อบกพร่องหรือของเสีย
±1σ	30.28	697,700
±2σ	69.13	308,700
±3σ	93.32	66,810
KOKUYO-IK	99.1377	8,623
±4σ	99.3790	6,210
±5σ	99.97670	233
±6σ	99.999660	3.4

2. ในสภาพปัจจุบันจำนวนข้อร้องเรียนภายใน (Internal Complaints) จากแผนกประกอบชิ้นงานที่ถูกส่งไปยังแผนกฉีดพลาสติกและลูกค้าภายนอกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.5 ข้อร้องเรียน/เดือน



ภาพที่ 3.3 แสดงจำนวนข้อร้องเรียนภายใน (Internal Complaint)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

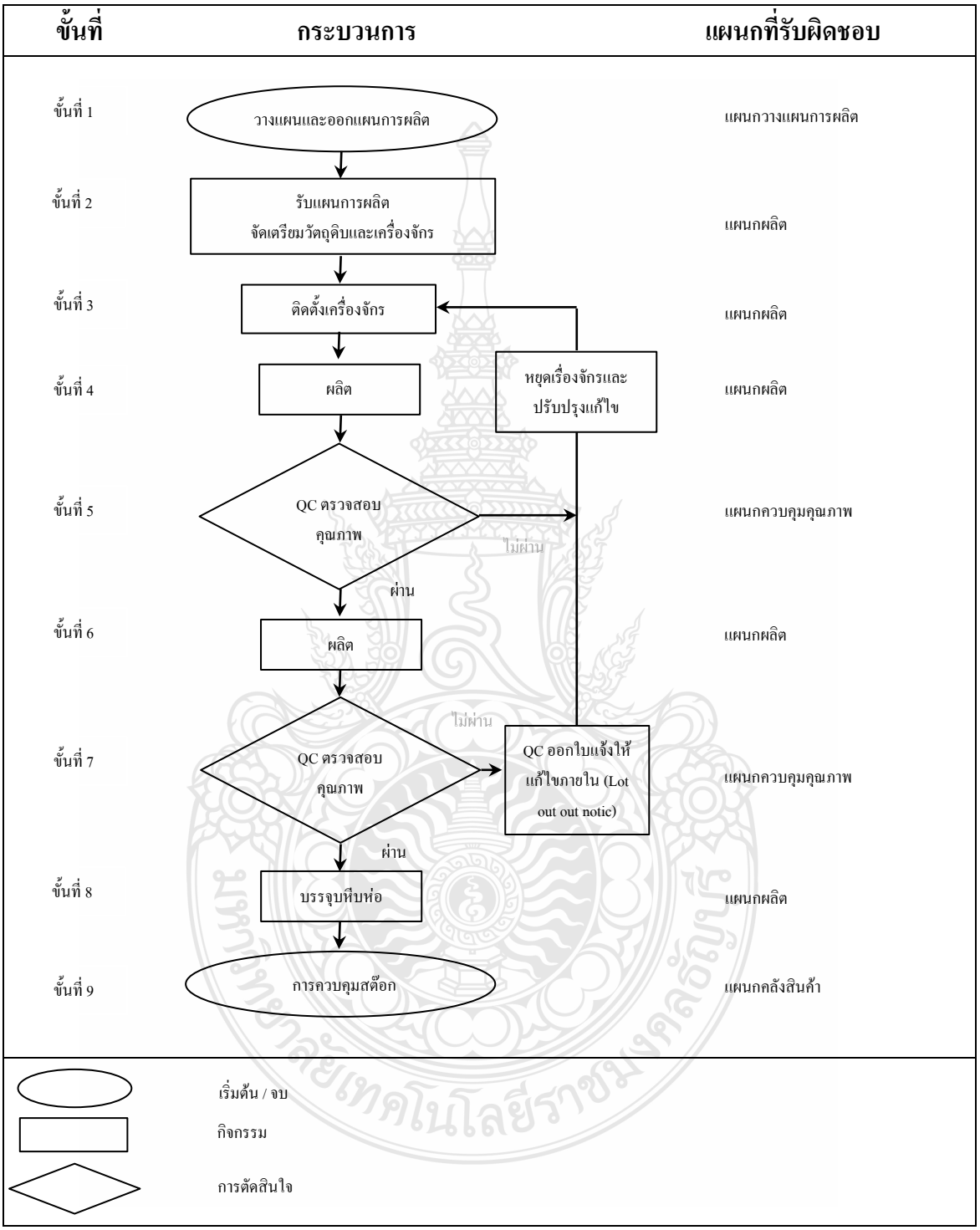
การศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่อง “ การปรับปรุงคุณภาพกระบวนการฉีดพลาสติกด้วยเทคนิค ซิกซ์ ซิกม่า กรณีศึกษา : บริษัทโคคูโย-ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด” ได้กำหนดการวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะในส่วนของกระบวนการฉีดพลาสติก ในแผนกฉีดพลาสติกของบริษัทโคคูโย-ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งจะได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักการและแนวคิดซิกส์ ซิกม่า (Six Sigma) โดยการใช้เครื่องมือหลักคือ ขั้นตอน DMAIC มาใช้ในการดำเนินการเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการปรับปรุงและแก้ไขได้ผล ดังนี้

4.1 ผลขั้นตอนกำหนดปัญหา (Define Phase)

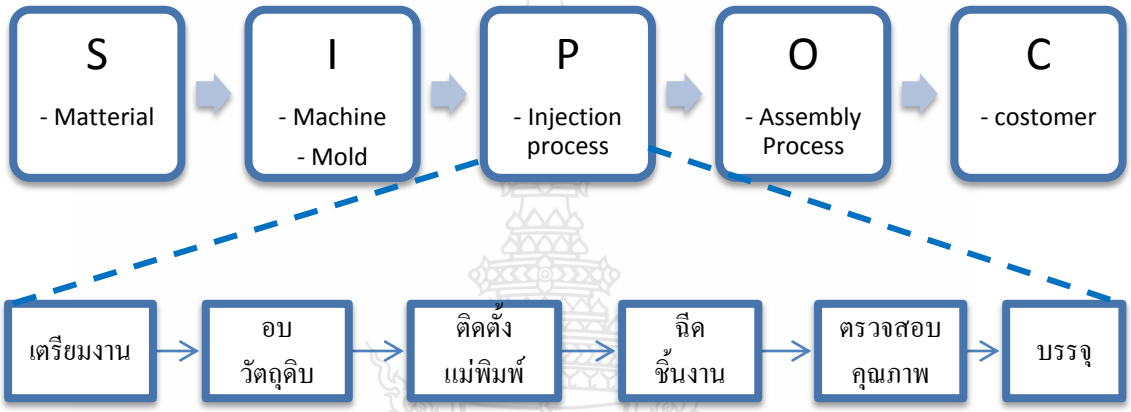
กำหนดปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการฉีดพลาสติกภายในแผนกฉีดพลาสติก ของบริษัทโคคูโย-ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด ผลการเก็บข้อมูลสัดส่วนปัญหาของชิ้นงานพลาสติกที่เกิดขึ้นในการดำเนินงานภายใน และจากข้อร้องเรียนของลูกค้าย้อนหลังเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 ดังภาพที่ 4.1 และยังพบอีกว่าในสภาพปัจจุบันมีจำนวนข้อร้องเรียนภายใน (Internal Complaints) จากแผนกประกอบชิ้นงานและลูกค้าภายนอกจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.5 ข้อร้องเรียน/เดือน

ขั้นตอนการผลิตในการฉีดพลาสติกและการตรวจสอบ



ภาพที่ 4.1 เป็น Flow chart แสดงขั้นตอนการผลิตในการฉีดพลาสติกและการตรวจสอบ

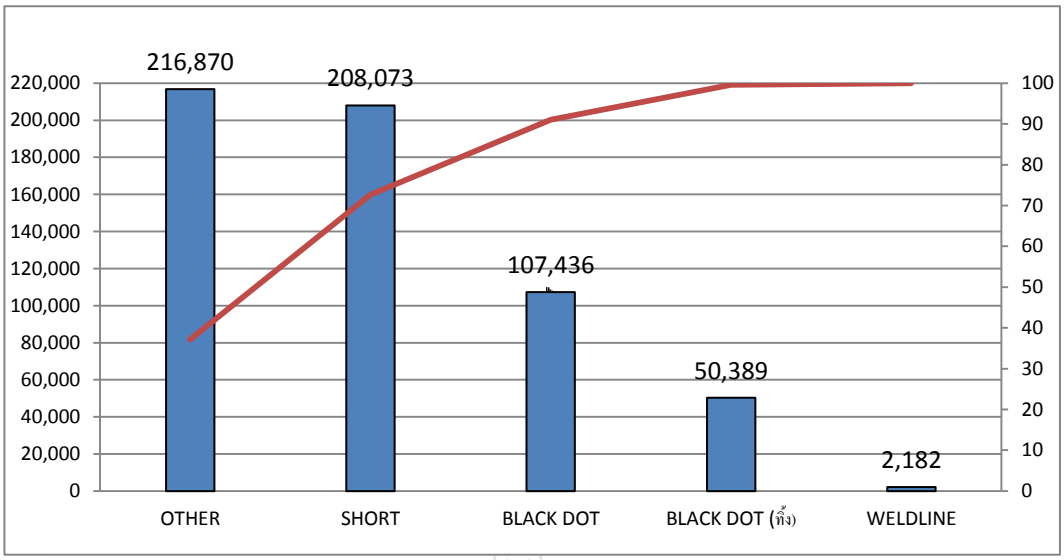
SIPOC Process map กระบวนการฉีดชิ้นงานของบริษัท เริ่มจาก รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า เตรียมวัตถุดิบโดยการสั่งซื้อจากซัพพลายเออร์ เครื่องจักร โมลด์ฉีด พนักงานประจำเครื่องจักรจากนั้นข้าสู่กระบวนการฉีดชิ้นงาน ตรวจสอบคุณภาพ บรรจุ ส่งชิ้นงานที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปยังกระบวนการประกอบชิ้นงานต่อไปเพื่อประกอบเป็นสินค้าและส่งมอบให้กับลูกค้าต่อไป โดยสามารถเขียนเป็นผัง SIPOC ดังนี้ได้



ภาพที่ 4.2 แผนผัง SIPOC ของกระบวนการฉีดชิ้นงานพลาสติก

ปัญหาที่เกิดขึ้นจึงเริ่มกำหนดทีมงานโดยระดมความคิดความร่วมมือจากหลาย ๆ หน่วย งาน สำรวจปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้หลักการตั้งคำถาม 3W2H (What, Where, When, How and How much)

- What: พบของเสียชิ้นงานฉีดไม่เต็มในระดับ PPM ที่สูงเป็นอันดับแรก
- Where: กระบวนการฉีดพลาสติก
- When: เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม
- How: ใบรายงานจากการตรวจสอบคุณภาพ
- How much: 8,623 DPPM และข้อร้องเรียนเฉลี่ยจากลูกค้า 2.5 กรณี/เดือน



ภาพที่ 4.3 แสดงจำนวนชิ้นงานเสียจากสาเหตุต่าง ๆ

หลังจากนำข้อมูลจำนวนชิ้นงานเสียมาวิเคราะห์โดยใช้กราฟพาเรโต ก็จะพบว่าประเภทของชิ้นงานเสียหลัก ๆ ก็จะมีอยู่ 2 ชนิดด้วยกันซึ่งก็คือ 1.ชิ้นงานฉีดไม่เต็ม (Short) 2.ชิ้นงานเกิดปัญหาจุดดำ (Black Dot) และอีกปัญหาหนึ่งที่จะต้องปรับปรุงแก้ไขซึ่งก็คือปัญหาอื่น ๆ มีจำนวนมากที่สุดเพราะตามปรกติแล้วปัญหาอื่น ๆ จะต้องมีต่ำที่สุด แต่ในกรณีที่ไม่ทำปัญหาอื่น ๆ มาพิจารณาแก้ไข เนื่องจากไม่ทราบว่าเกิดจากปัญหาอะไรบ้าง และเมื่อนำจำนวนของเสียทั้งหมดมารวมกันและคิดออกมาเป็นเปอร์เซนต์ของเสียได้เท่ากับ 0.86% โอกาสที่เกิดขึ้นในหนึ่งล้านครั้งก็จะอยู่ที่ 8,623 PPM.

Smart Goal ก็คือลดอัตราการเกิดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดพลาสติกจาก 8,623 PPM. ให้เหลือแค่ 4,311 PPM. ภายในเดือนมกราคมของปี พ.ศ. 2556

4.2 ผลขั้นตอนการวัดผล (Measure Phase)

หลังจากพบว่าปัญหาหรือปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการฉีดพลาสติกนั้นคืออะไร และก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป จึงต้องนำข้อมูลการผลิตมาทำการประเมินและวัดผลก่อนว่าประสิทธิภาพในกระบวนการฉีดพลาสติกนั้น คิดเป็นร้อยละเท่าไร โดยในขั้นตอนนี้การวิเคราะห์ระบบการวัดมาช่วยวิเคราะห์ปัญหาและพัฒนาระบบการวัดให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

1. ชิ้นงานฉีดไม่เต็ม (Short)

ลักษณะปัญหา ชิ้นงานเกิดรอยแหว่งในการฉีดบางครั้ง โดยรอยแหว่งจะเกิดขึ้นที่ตำแหน่งสุดท้ายของการไหล และเกิดขึ้นที่คาวิตี้หนึ่งจากแม่พิมพ์ที่อาจจะมีหลายคาวิตี้ และเกิดขึ้นที่ตำแหน่งเดิมทุกครั้ง

สาเหตุหลัก

1. เนื่องจากพลาสติกเหลวไม่สามารถไหลเข้าไปได้เพียงพอกับช่องว่างในแม่พิมพ์ เพราะการไหลของพลาสติกเหลวในแต่ละคาวิตี้ไม่เท่ากัน จึงมีโอกาสเกิดรอยแหว่งในคาวิตี้ที่พลาสติกเหลวไหลได้ไม่ดี

2. เนื้อพลาสติกเหลวในช่วงจังหวะการฉีดน้อยเกินไปและไหลช้า จึงเกิดการเย็นตัวก่อน

สาเหตุรอง

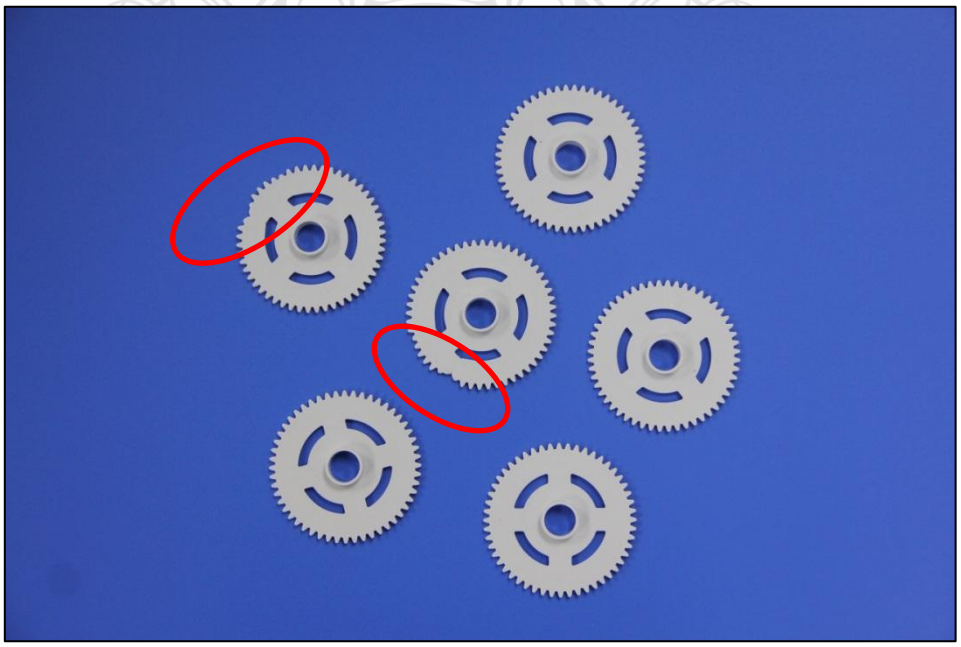
1. ไม่ได้ทำการสมดุลการไหลของพลาสติกเหลวในแต่ละคาวิตี้

2. ค่าตัวเลขของตำแหน่งจุดสับเปลี่ยน (Switch-over) มากเกินไป ทำให้เนื้อพลาสติกเหลวในช่วงการฉีดน้อยเกินไป ชิ้นงานจึงไม่เต็มแม่พิมพ์ในช่วงจังหวะการฉีด

3. ความเร็วจังหวะฉีดต่ำเกินไป จึงทำให้พลาสติกไหลช้าและเกิดการเย็นตัวก่อนที่จะเต็มแม่พิมพ์

4. ใช้ความดันย้ำต่ำเกินไป

5. อุณหภูมิพลาสติกเหลวและแม่พิมพ์ต่ำเกินไป



ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างชิ้นงานเสียจากการฉีดไม่เต็ม (Short)

2. ชิ้นงานเกิดปัญหาจุดดำ (Black Dot)

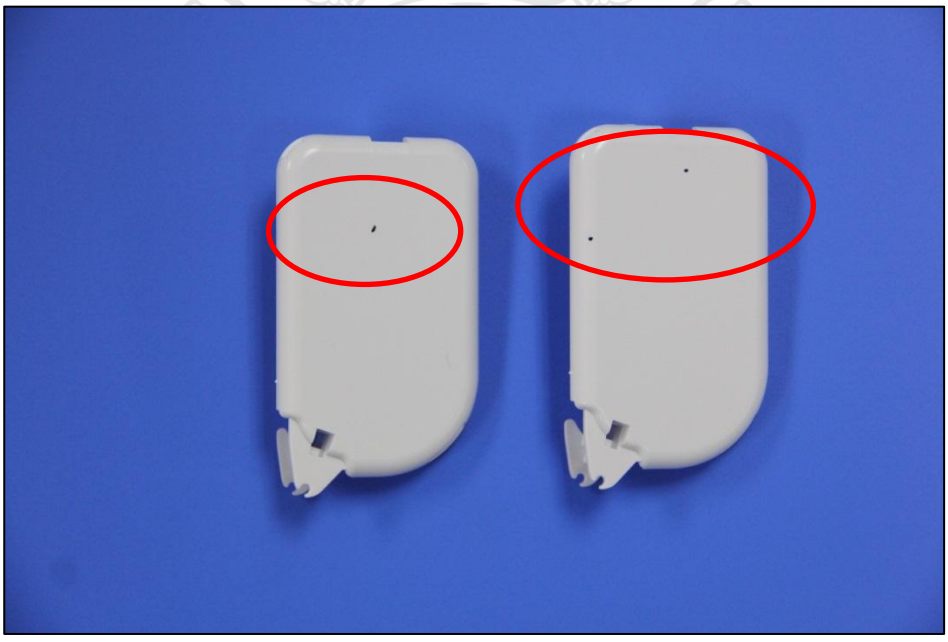
ลักษณะปัญหา เกิดจุดดำขนาดเล็กประมาณไม่เกิน 0.2 มิลลิเมตร กระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อชิ้นงานประมาณ 10-20 จุด ดังแสดงในภาพที่ 4.5 โดยมีสาเหตุการเกิดปัญหาดังนี้

สาเหตุหลัก

มีสิ่งแปลกปลอมหรือพลาสติกไหม้ที่มีลักษณะเป็นจุดดำเล็ก ๆ ปะปนมากับเนื้อพลาสติกเหลว

สาเหตุรอง

1. มีฝุ่นผงจากภายนอกปะปนมากับเม็ดพลาสติก
2. ทำความสะอาดกรวยเติมเม็ดพลาสติก (Hopper)
3. ผิวของสกรูและผิวของกระบอกฉีดสกปรก มีคราบเขม่าดำของพลาสติกที่ไหม้ติดอยู่ที่ผิวของสกรูและผิวของกระบอกฉีดหลุดปะปนออกมากับพลาสติกเหลว
4. อุณหภูมิของพลาสติกเหลวที่กระบอกสูง
5. ความเร็วรอบของสกรูสูงมาก ทำให้พลาสติกร้อน สกรูกับกระบอกฉีดเสียดสีกันได้มาก และรุนแรงคราบเขม่าดำของพลาสติกที่ไหม้ติดอยู่ที่ผิวของสกรูและผิวของกระบอกฉีดจึงหลุดปะปนออกมากับพลาสติกเหลวได้ง่ายและมากขึ้น



ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างชิ้นงานเสียจากชิ้นงานมีจุดดำ (Black Dot)

ความสามารถของกระบวนการวัด (Gauge Repeatability and Reprodcibility) ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การคำนวณและวิเคราะห์ระบบการวัด Attribute

สิ่งตัวอย่าง	คุณภาพงานแท้จริง	พนักงานคนที่ 1		พนักงานคนที่ 2		พนักงานคนที่ 3	
		1	2	1	2	1	2
1	G	G	NG	G	G	G	G
2	G	G	G	G	G	G	G
3	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
4	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
5	G	NG	NG	G	NG	G	G
6	G	NG	NG	NG	NG	NG	NG
7	G	G	G	G	G	G	G
8	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
9	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
10	G	NG	NG	G	NG	NG	NG
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	NG	G	G	G	NG	NG	NG
13	G	G	G	G	G	G	G
14	G	G	G	G	G	G	G
15	G	NG	NG	G	G	G	G
16	G	G	G	NG	G	G	G
17	G	NG	NG	NG	NG	NG	NG
18	G	G	NG	NG	G	G	G
19	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
20	NG	NG	NG	G	NG	NG	NG

การคำนวณผลการวัดของกระบวนการวัดแบบ Attribute

เปอร์เซนต์รีพีททะบิลิตี้ของพนักงาน = $\frac{\text{จำนวนครั้งที่การตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ตรวจสอบทั้งหมด}}$

เปอร์เซนต์ความไม่ไบอัสของพนักงาน = $\frac{\text{จำนวนครั้งที่ตอบถูกได้เหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบทั้งหมด}}$

เปอร์เซนต์ประสิทธิผลด้านรีพีททะบิลิตี้ของการตรวจสอบ = $\frac{\text{จำนวนครั้งที่พนักงานตรวจสอบได้เหมือน}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ตรวจสอบทั้งหมด}}$

เปอร์เซนต์ประสิทธิผลด้านไบอัสของการตรวจสอบ = $\frac{\text{จำนวนครั้งที่พนักงานทุกครั้งตรวจได้ถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ตรวจสอบทั้งหมด}}$

ประสิทธิภาพด้านรีพีททะบิลิตี้ของพนักงานที่ตรวจสอบ

เปอร์เซนต์รีพีททะบิลิตี้ของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1 = $\frac{18}{20}$ X 100 = 90%

เปอร์เซนต์รีพีททะบิลิตี้ของพนักงานตรวจสอบคนที่ 2 = $\frac{14}{20}$ X 100 = 70%

เปอร์เซนต์รีพีททะบิลิตี้ของพนักงานตรวจสอบคนที่ 3 = $\frac{20}{20}$ X 100 = 100%

ประสิทธิผลด้านไบอัสของพนักงาน

เปอร์เซนต์ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1 = $\frac{12}{20}$ X 100 = 60%

เปอร์เซนต์ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบคนที่ 2 = $\frac{12}{20}$ X 100 = 60%

เปอร์เซนต์ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบคนที่ 3 = $\frac{17}{20}$ X 100 = 85%

การวิเคราะห์ระบบการวัด Attribute แบบรวม

เปอร์เซนต์ประสิทธิผลด้านรีพีททะบิลิตี้ของการตรวจสอบ = $\frac{11}{20}$ X 100 = 55%

เปอร์เซนต์ประสิทธิผลด้านไบอัสของการตรวจสอบ = $\frac{10}{20}$ X 100 = 50%

ตารางที่ 4.2 สรุปผลการตรวจสอบของพนักงานแต่ละคน

ความสามารถในการวัด	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2	พนักงานคนที่ 3
รีพีททะบิลิตี้	90%	70%	100%
ความไม่ไบอัส	60%	60%	85%

ตารางที่ 4.3 สรุปผลการวิเคราะห์ระบบการวัด Attritbute แบบรวม

ประสิทธิภาพด้านรีพีททะบิลิตี้ของการตรวจสอบ	55%
ประสิทธิผลด้านไบอัสของการตรวจสอบ	50%

เกณฑ์ในการยอมรับเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพด้านรีพีททะบิลิตี้ของการตรวจสอบและเปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านไบอัสของการตรวจสอบจะต้องมีค่า 100 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นจึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

สาเหตุที่ผิดพลาดในระบบการวัดแบบ Attribute

1. พนักงานอาจตัดสินใจผิดพลาดกับชิ้นงานที่มีลักษณะก้ำกึ่ง (Marginal)
2. พนักงานเข้าใจและตรวจสอบชิ้นงานที่ไม่ถูกวิธี
3. เกิดการเอนเอียงของพนักงานตรวจสอบในขณะทำการวิเคราะห์ระบบการวัด
4. เลือกพนักงานที่มิได้ปฏิบัติงานตรวจสอบ ณ. จุดตรวจสอบ

แนวทางการแก้ไข : อบรมพนักงานตรวจสอบใหม่แล้วทำการวิเคราะห์อีกครั้ง

สัมประสิทธิ์ของ Kappa และ Kendall's (kappa and Kendall's coefficient)

เป็นการทดสอบสมมติฐานความมีประสิทธิผลของพนักงานทีละคู่โดยการอาศัยตารางไขว้ (Cross tabulation) ซึ่งแนวความคิดของการทดสอบสมมุติฐานจากตารางไขว้จะพิจารณาจากผลการตรวจสอบที่ให้ผลเหมือนกันของพนักงานทั้ง 2 คน โดยอาศัยสัมประสิทธิ์ของ Kappa และ Kendall's ดังนี้

$$\% \text{ Kappa} = \frac{P_O - P_e}{1 - P_e}$$

เมื่อ P_O = ผลรวมของค่าสัดส่วนของค่าสังเกตในแนวทะแยงมุม

P_e = ผลรวมของค่าสัดส่วนคาดหมายในแนวทะแยงมุม

ตารางที่ 4.4 ตารางไขว้ผลการทดสอบของพนักงานคนที่ 1 และ 2

		พนักงานคนที่ 2		ผลรวม
		NG	G	
พนักงานคนที่ 1	NG	19 (14.3)	7 (11.7)	26
	G	3 (7.7)	11 (6.3)	14
ผลรวม		22	18	40

ตารางที่ 4.5 ตารางไขว้ผลการทดสอบของพนักงานคนที่ 2 และ 3

		พนักงานคนที่ 3		ผลรวม
		NG	G	
พนักงานคนที่ 2	NG	19 (12.1)	3 (9.9)	22
	G	3 (9.9)	15 (8.1)	18
ผลรวม		22	18	40

ตารางที่ 4.6 ตารางไขว้ผลการทดสอบของพนักงานคนที่ 1 และ 3

		พนักงานคนที่ 3		ผลรวม
		NG	G	
พนักงานคนที่ 1	NG	20 (14.3)	6 (11.7)	26
	G	2 (7.7)	12 (6.3)	14
ผลรวม		22	18	40

ตัวอย่างการคำนวณ Kappa ระหว่างพนักงานคนที่ 1 และ 2

$$\text{Kappa} = \frac{\left[\frac{19}{40} + \frac{11}{40}\right] - \left[\frac{14.3}{40} + \frac{6.3}{40}\right]}{1 - \left[\frac{14.3}{40} + \frac{6.3}{40}\right]}$$

$$= 0.484$$

สัมประสิทธิ์ Kappa จะวัดถึงระดับของความสัมพันธ์ระหว่างกันของพนักงงานทั้งสองที่ตรวจสอบได้เหมือนกันโดยมีเกณฑ์การยอมรับที่แนะนำไว้ใน MSA ของ AIAG (2010: P137)

Kappa > 0.75 ผลการตรวจสอบพ้องกันดีมาก

Kappa < 0.4 ผลการตรวจสอบไม่พ้องกัน

โดยการทดสอบจะได้ผลสรุป ดังนี้

ตารางที่ 4.7 สัมประสิทธิ์ Kappa ของพนักงาน

	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2	พนักงานคนที่ 3
พนักงานคนที่ 1	-	0.484	0.587
พนักงานคนที่ 2	0.484	-	0.697
พนักงานคนที่ 3	0.587	0.697	-

ซึ่งจากผลการตรวจสอบพบว่า พนักงานแต่ละคู่มีความพ้องกันพอใช้แต่อย่างไรก็ตาม หากต้องการพิจารณาว่าพนักงานแต่ละคนมีความสามารถในการตรวจสอบดีเพียงไร (ความสามารถในการแยกงาน NG ออกจากงาน G) จะต้องพิจารณาถึงค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ของพนักงานแต่ละคนเทียบกับค่าอ้างอิง ดังนี้

ตารางที่ 4.8 ตารางไขว้ผลการทดสอบของพนักงานคนที่ 1 กับค่าอ้างอิง

		ค่าอ้างอิง		ผลรวม
		NG	G	
พนักงานคนที่ 1	NG	14 (10.4)	12 (15.6)	26
	G	2 (5.6)	12 (8.4)	14
ผลรวม		16	24	40

ตารางที่ 4.9 ตารางไขว้ผลการทดสอบของพนักงานคนที่ 2 กับค่าอ้างอิง

		ค่าอ้างอิง		ผลรวม
		NG	G	
พนักงานคนที่ 2	NG	14 (8.8)	8 (13.2)	22
	G	2 (7.2)	16 (10.8)	18
ผลรวม		16	24	40

ตารางที่ 4.10 ตารางไขว้ผลการทดสอบของพนักงานคนที่ 3 กับค่าอ้างอิง

		ค่าอ้างอิง		ผลรวม
		NG	G	
พนักงานคนที่ 3	NG	16	6	22
		(8.8)	(13.2)	
	G	0	18	18
		(7.2)	(10.8)	
ผลรวม		16	24	40

ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.11 สัมประสิทธิ์ Kappa ของพนักงานทั้งสองกับค่าอ้างอิง

พนักงาน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3
Kappa	0.339	0.509	0.701

ซึ่งจากผลสรุปได้ว่าพนักงานคนที่ 3 สามารถตรวจสอบได้ผลพ้องกับมาตรฐานได้ดีที่สุด และ พนักงานคนที่ 1 ตรวจพ้องน้อยที่สุด

การคำนวณความมีประสิทธิภาพของระบบวัด

Effectiveness

Operator effectiveness (O_E) = $\frac{\text{จำนวนครั้งที่ชี้บ่งได้อย่างถูกต้อง}}{\text{โอกาสทั้งหมด (Opportunity) ที่ถูกต้อง}}$

Miss Rate

ดัชนีการตรวจสอบที่ยอมรับความผิดพลาด (I_{Miss}) = $\frac{\text{จำนวนครั้งที่ยอมรับความผิดพลาด}}{\text{โอกาสทั้งหมด (Opportunity) ที่ยอมรับความผิดพลาด}}$
(ของเสียบอกว่าดี)

False Alarm Rate

ดัชนีการตรวจสอบที่ปฏิเสธความผิดพลาด (I_{FA}) = $\frac{\text{จำนวนครั้งที่ปฏิเสธความผิดพลาด}}{\text{โอกาสทั้งหมด (Opportunity) ที่ปฏิเสธความผิดพลาด}}$
(ของเสียบอกว่าดี)

ตารางที่ 4.12 การคำนวณความมีประสิทธิภาพของระบบการวัด

เกณฑ์การยอมรับของ MSA ของ AIAG (2010, P140)

การตัดสินใจในระบบการวัด	Effectiveness	Miss Rate	False Alarm
ยอมรับ	$\geq$ 90%	$\leq$ 2%	$\leq$ 5%
ยอมรับแบบมีเงื่อนไขควรได้รับการปรับปรุง	$\geq$ 80%	$\leq$ 5%	$\leq$ 10%
ไม่ยอมรับต้องได้รับการแก้ไข	< 80%	> 5%	> 10%

ตารางที่ 4.13 การคำนวณความมีประสิทธิภาพของระบบการวัด

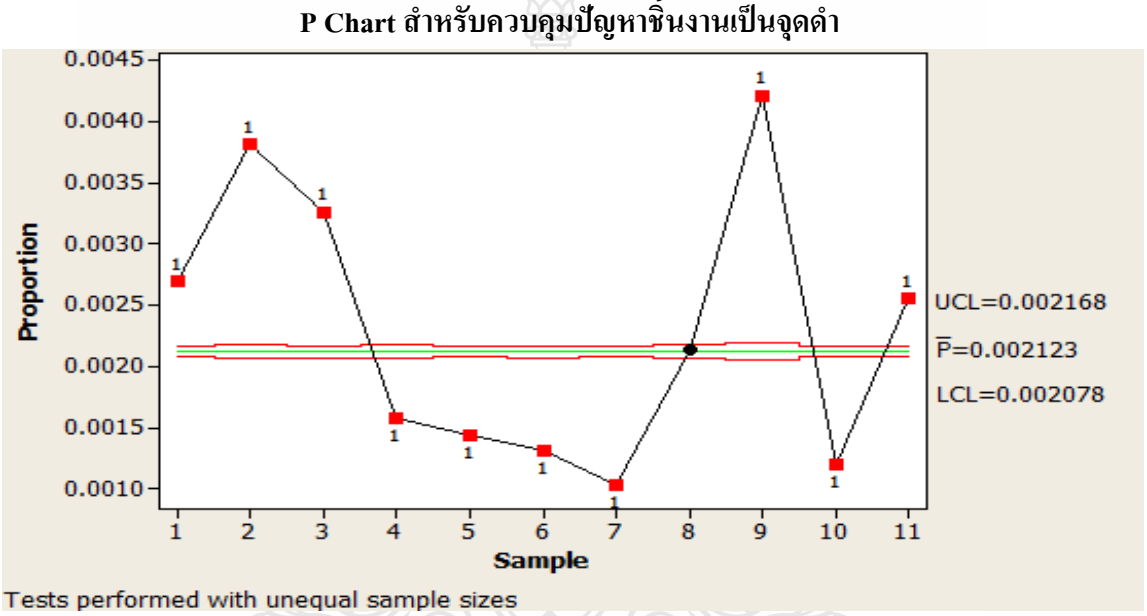
พนักงานคนที่	1	2	3
จำนวนที่ตรวจสอบทั้งหมด	40	40	40
ชี้บ่ง G ถูกต้อง	12	16	18
ชี้บ่ง NG ถูกต้อง	14	14	16
รวมชี้บ่ง G และ NG ถูกต้อง (O_E)	26	30	34
จำนวนการยอมรับที่ผิดพลาด (I_{Miss})	2	2	0
จำนวนการปฏิเสธที่ผิดพลาด (I_{FA})	12	8	6

ตารางที่ 4.14 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ระบบการวัด

พนักงานคนที่	**1**	**2**	**3**
(O_E)	$\frac{26}{40}$ X 100 = 65%	$\frac{30}{40}$ X 100 = 77%	$\frac{34}{40}$ X 100 = 85%
(I_{Miss})	$\frac{2}{16}$ X 100 = 12.5%	$\frac{2}{16}$ X 100 = 12.5%	0%
(I_{FA})	$\frac{12}{24}$ X 100 = 50%	$\frac{8}{24}$ X 100 =33.33%	$\frac{6}{24}$ X 100 = 25%

ตารางที่ 4.15 สรุปผลพนักงานทั้ง 3 คน

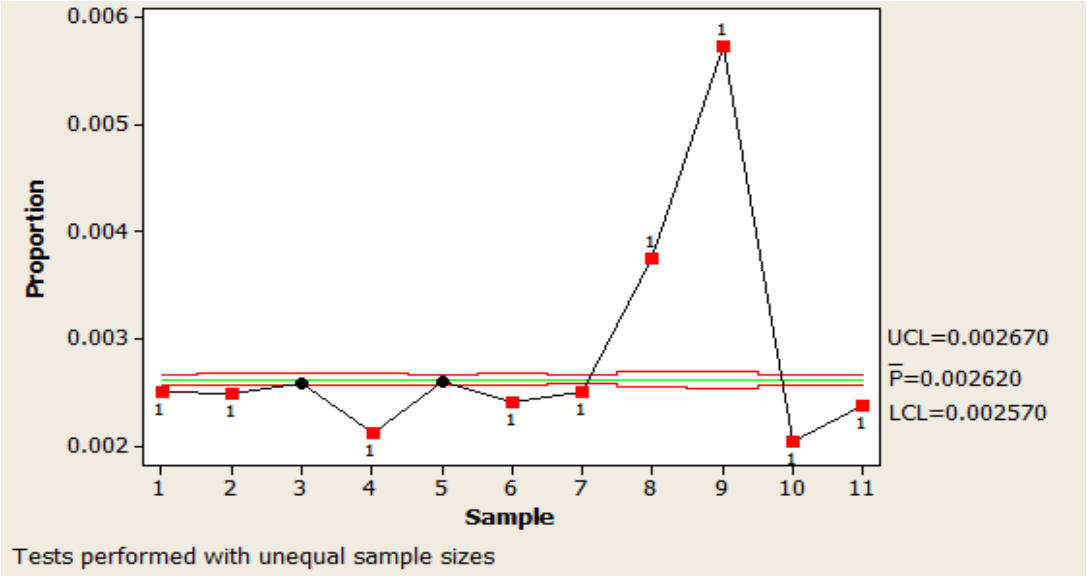
พนักงานคนที่	1	2	3
O_E	ไม่ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	ยอมรับแบบมีเงื่อนไข
I_{Miss}	ไม่ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	ยอมรับ
I_{FA}	ไม่ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	ไม่ยอมรับ



ภาพที่ 4.6 ความสามารถในการควบคุม กระบวนการฉีดพลาสติก (Black Dot)

ผลจากการวิเคราะห์สมรถนะของกระบวนการ (Process Capability Analysis) โดยบันทึกจำนวนของผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดบนแผนภูมิ P และคำนวณค่าสัดส่วนของของเสียโดยจำนวนของ ของเสีย/จำนวนของตัวอย่าง หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่า Cpk ซึ่งได้เท่ากับ 0.31521

P Chart สำหรับควบคุมปัญหาชิ้นงานฉีดไม่เต็ม



ภาพที่ 4.7 ความสามารถในการควบคุม กระบวนการฉีดพลาสติก (Short)

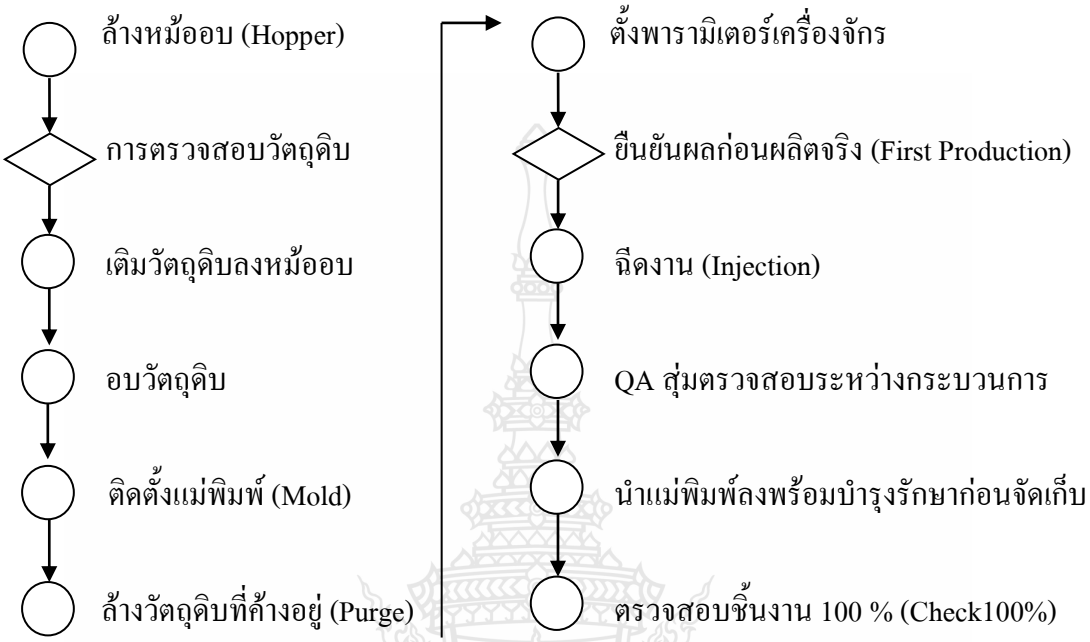
ผลจากการวิเคราะห์สมรรถนะของกระบวนการ (Process Capability Analysis) โดยบันทึกจำนวนของผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดบนแผนภูมิ P และคำนวณค่าสัดส่วนของของเสีย โดยจำนวนของของเสีย/จำนวนของตัวอย่าง หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่า Cpk ซึ่งได้เท่ากับ 0.31557

4.3 ผลขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analyze Phase)

ขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อหาปัญหาและปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการฉีดพลาสติกทำให้ประสิทธิภาพการควบคุมชิ้นงานเสียต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด จึงได้นำผังการไหลของกระบวนการปฏิบัติงานมาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางแก้ไข ปรับปรุงกระบวนการปฏิบัติงาน หลังจากพบว่าปัญหาหรือปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการฉีดพลาสติกนั้นคืออะไรและก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป จึงต้องนำข้อมูลการผลิตมาทำการประเมินและวัดผลก่อนว่าประสิทธิภาพในกระบวนการฉีดพลาสติกนั้น คิดเป็นร้อยละเท่าไร โดยในขั้นตอนนี้ จะนำเครื่องมือมาทำการวัดผล 4 ชนิด ดังนี้

1. แผนผังกระบวนการ (Process Flow)
2. แผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram)
3. การระดมสมอง (Brainstorming)

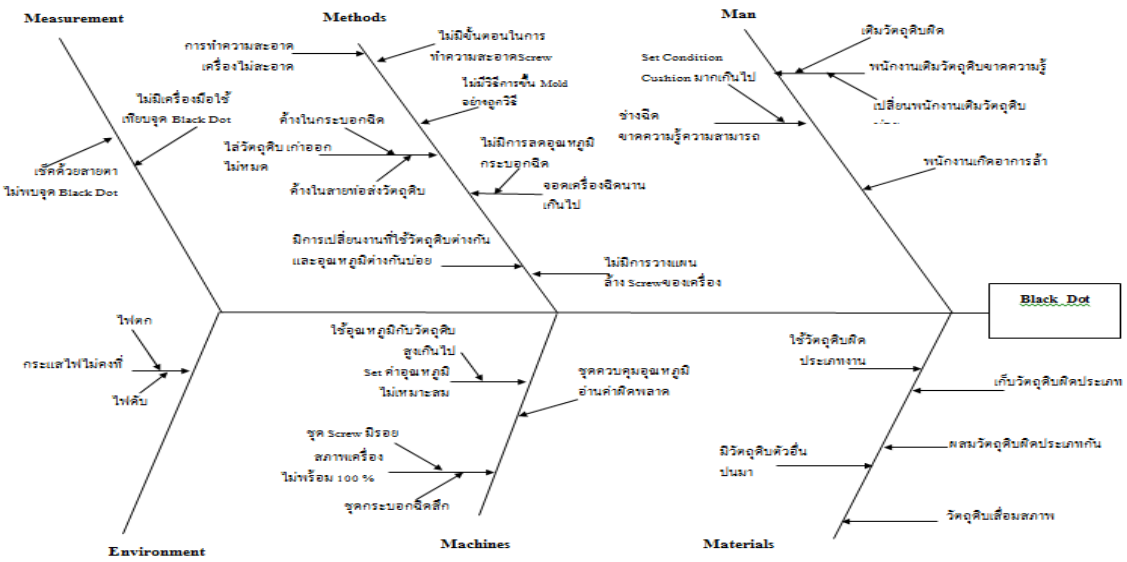
4. แผนภูมิต้นไม้ (Tree diagram)



ภาพที่ 4..8 แสดงกระบวนการฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน (Black Dot)

เมื่อทำการศึกษากระบวนการโดยครบถ้วนแล้วจึงทำให้ทราบว่าตัวแปรนำเข้าที่สำคัญของกระบวนการมีอะไรบ้าง จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram) เพื่อทำการหาสาเหตุรากเหง้าที่เป็นไปได้ทั้งหมด ดังภาพที่ 4.9 ผลการศึกษากระบวนการผลิตทั้งกระบวนการดังภาพที่ 4.8 พบว่าปัญหาฉีดงานไม่เต็มใน 4 กระบวนการ คือ

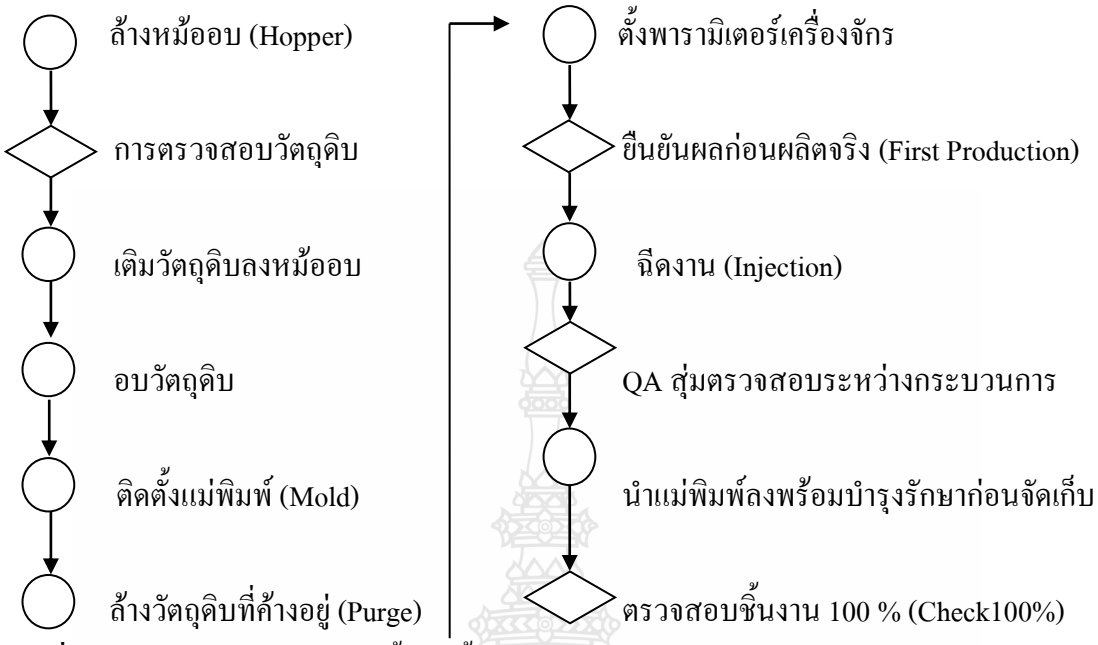
1. กระบวนการล้างหม้ออบ (Hopper)
2. กระบวนการล้างวัตถุดิบที่ค้างอยู่ (Purge)
3. กระบวนการตั้งพารามิเตอร์เครื่องจักร
4. กระบวนการตรวจสอบชิ้นงาน 100%



ภาพที่ 4.9 การวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Black Dot)

ผลการศึกษากระบวนการผลิตทั้งกระบวนการดังภาพที่ 4.10 พบว่าปัญหาฉีดงานไม่เต็มใน 4 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการล้างหม้ออบ (Hopper)
2. กระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ
3. กระบวนการฉีดงาน (Injection)
4. กระบวนการนำแม่พิมพ์ลงพร้อมบำรุงรักษาก่อนจัดเก็บ



ภาพที่ 4.10 แสดงกระบวนการฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน (Short)

เมื่อทำการศึกษากระบวนการโดยครบถ้วนแล้วจึงทำให้ทราบว่าตัวแปรนำเข้าที่สำคัญของกระบวนการมีอะไรบ้าง จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram) เพื่อทำการหาสาเหตุรากเหง้าที่เป็นไปได้ทั้งหมด ดังภาพที่ 4.11

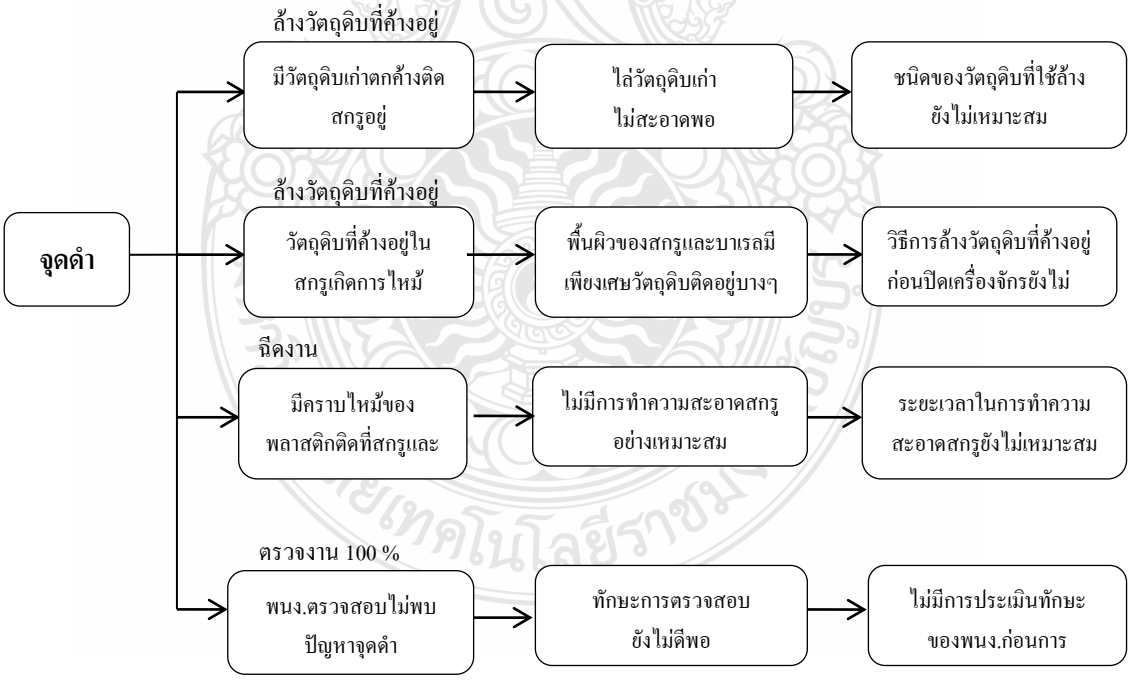
ภาพที่ 4.11 การวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Short)

ขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อหาปัญหาและปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการฉีดพลาสติกทำให้ประสิทธิภาพการควบคุมชิ้นงานเสียต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด จึงได้นำผังการไหลของกระบวนการปฏิบัติงานมาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางแก้ไข ปรับปรุงกระบวนการปฏิบัติงาน ดังนี้

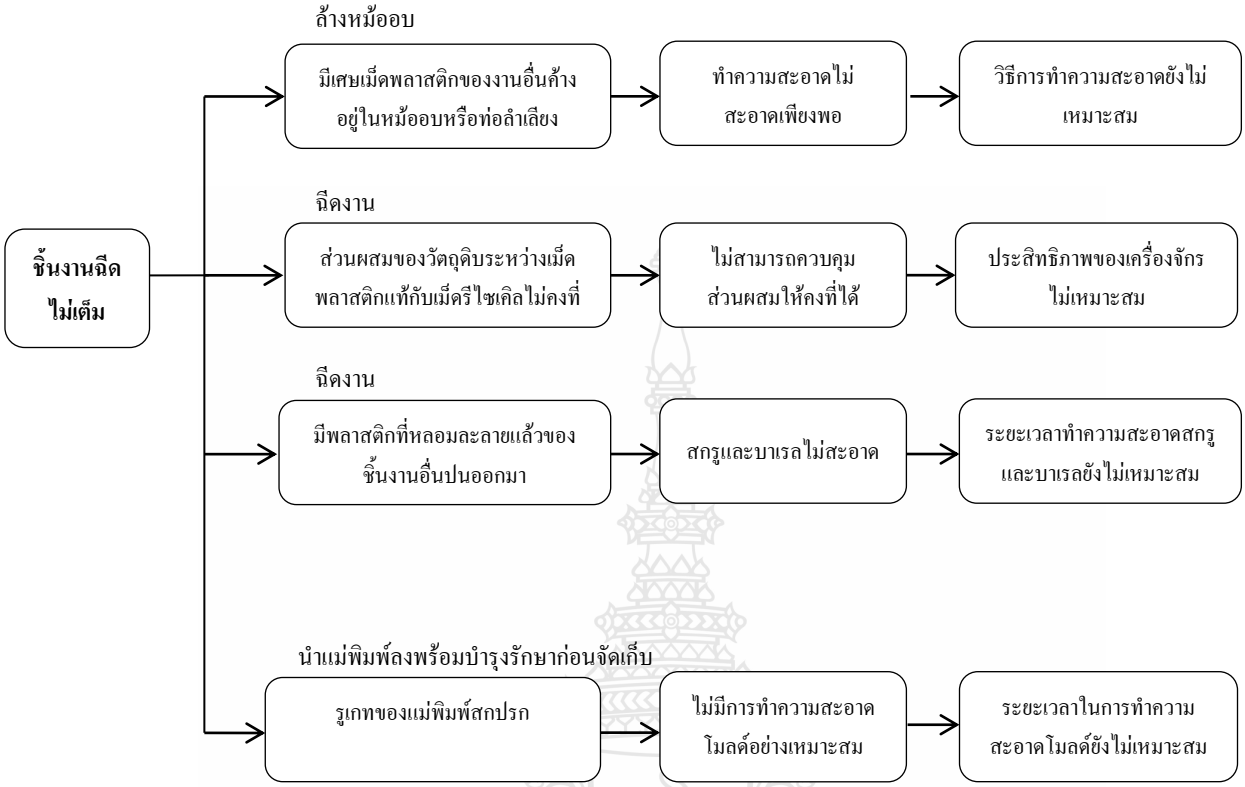
จากขั้นตอนการวัดผล พบว่าสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาที่ทำการศึกษามีทั้งหมด 5 ปัจจัย ซึ่งประกอบไปด้วย

1. กระบวนการล้างวัตถุดิบที่ค้างอยู่
2. กระบวนการฉีดงาน (Injection)
3. กระบวนการตรวจสอบชิ้นงาน 100 %
4. กระบวนการล้างหม้ออบ
5. กระบวนการนำแม่พิมพ์ลงพร้อมบำรุงรักษาก่อนจัดเก็บ

เมื่อทำการศึกษากระบวนการโดยครบถ้วนแล้วจึงทำให้ทราบว่าตัวแปรนำเข้าที่สำคัญของกระบวนการมีอะไรบ้าง จากนั้นจึงนำแผนภูมิก้างปลามาทำการระดมสมองโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ (Tree Diagram) เพื่อทำการหาสาเหตุรากเหง้าที่เป็นไปได้ทั้งหมด ดังภาพที่ 4.12 และ 4.13



ภาพที่ 4.12 การวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ (Black Dot)



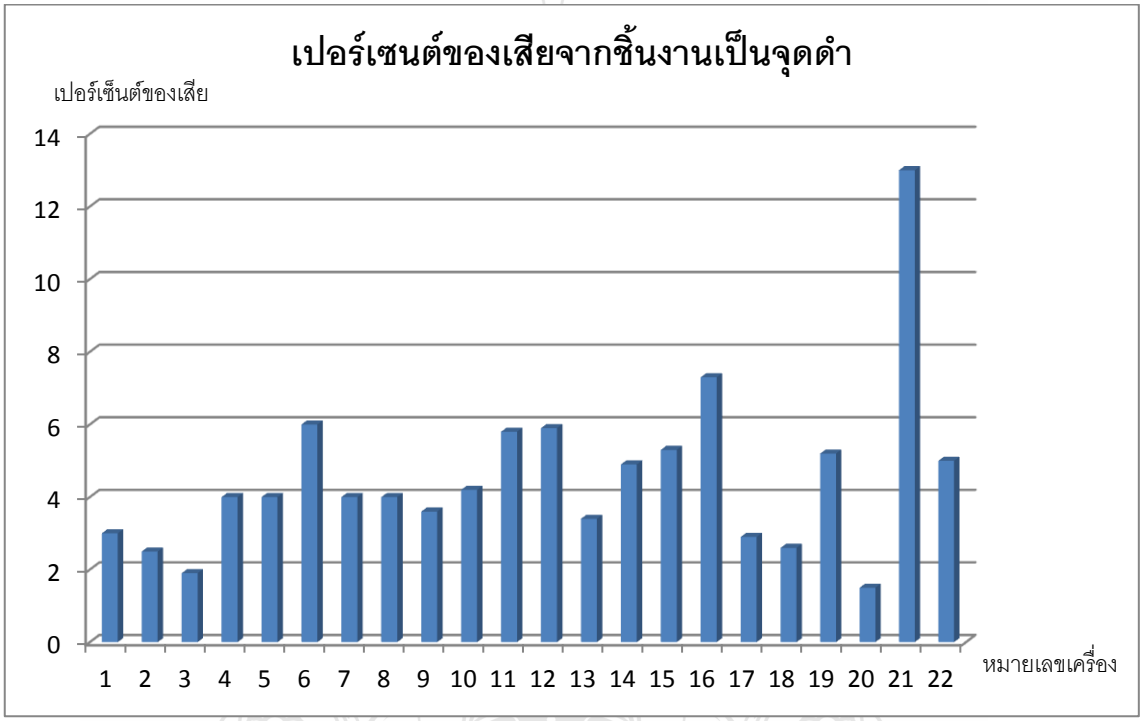
ภาพที่ 4.13 การวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ (Short)

ตารางที่ 4.16 สรุปปัญหาและแนวทางแก้ไข

ลำดับ	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข	จุดที่แก้ไข
1	ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ล้างยังไม่เหมาะสม	เปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ล้างจาก PE เป็น PP	ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ล้างยังไม่เหมาะสม
2	วิธีการล้างวัตถุดิบที่ค้างอยู่ก่อนปิดเครื่องจักรยังไม่เหมาะสม	เปลี่ยนวิธีการล้างวัตถุดิบใหม่	วิธีการล้างวัตถุดิบที่ค้างอยู่ก่อนปิดเครื่องจักรยังไม่เหมาะสม
3	ระยะเวลาทำความสะอาดสกรูและบาเรลยังไม่เหมาะสม	ทำความสะอาดสกรูและกระบอกฉีดทุกๆ 3 เดือน	ระยะเวลาทำความสะอาดสกรูและบาเรลยังไม่เหมาะสม
4	ไม่มีการประเมินทักษะของพนักงานก่อนการปฏิบัติงานจริง	ทำการประเมินทักษะของพนักงานวัดโดยใช้ GR & R	ไม่มีการประเมินทักษะของพนักงานก่อนการปฏิบัติงานจริง
5	ประสิทธิภาพของเครื่องจักรไม่เหมาะสม	ทำการเปลี่ยนเครื่องผสมวัตถุดิบใหม่จากระบบที่ควบคุมด้วยเวลามาเป็นควบคุมด้วยน้ำหนัก	ประสิทธิภาพของเครื่องจักรไม่เหมาะสม
6	ระยะเวลาในการทำความสะอาดโมลด์ยังไม่เหมาะสม	ทำความสะอาดและซ่อมบำรุงโมลด์ทุกๆ 50,000 Shot	ระยะเวลาในการทำความสะอาดโมลด์ยังไม่เหมาะสม

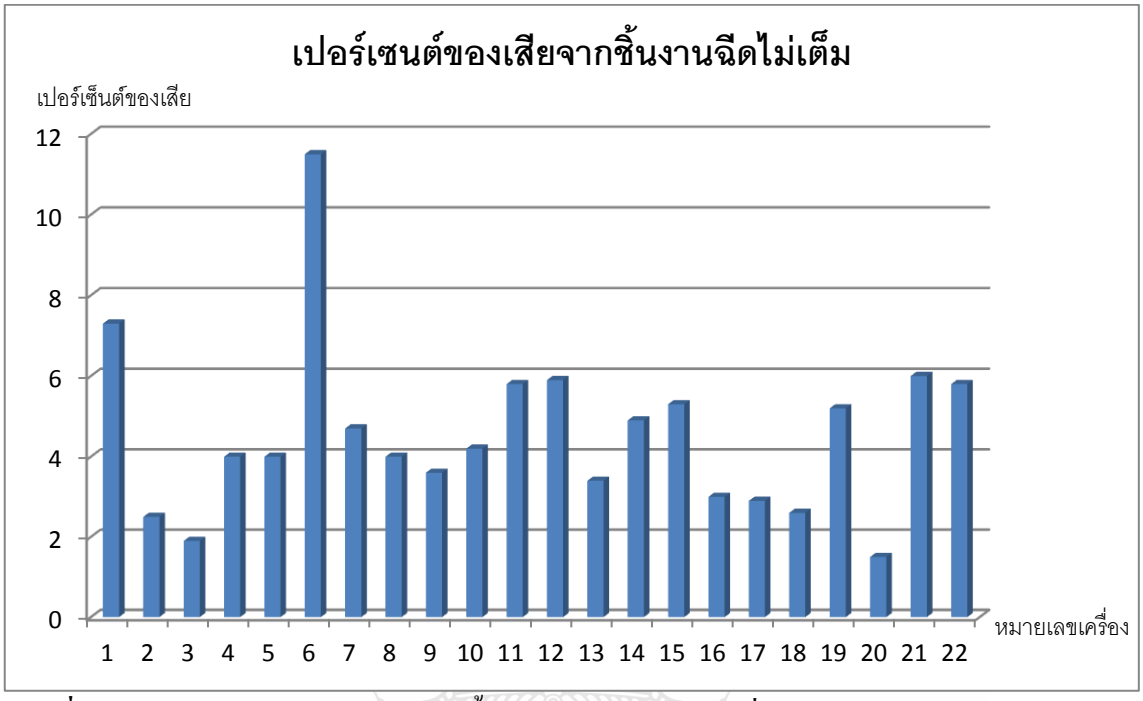
การวิเคราะห์ปัญหาชิ้นงานเสียแต่ละเครื่องจักร

ผลจากการนำปัญหาชิ้นงานเสียมาวิเคราะห์ว่าปัญหาชิ้นงานเป็นจุดดำและปัญหาชิ้นงานฉีดไม่เต็มนั้นเกิดปัญหามากที่เครื่องจักรตัวใดบ้าง ก็ได้ผลว่าเปอร์เซนต์ของเสียจากชิ้นงานเป็นจุดดำ (Black Dot) เครื่องฉีดหมายเลข 21 มีชิ้นงานเสียจากจุดดำมากที่สุดคือ ร้อยละ 13



ภาพที่ 4.14 แสดงเปอร์เซนต์ของเสียจากชิ้นงานเป็นจุดดำแต่ละเครื่องจักร

และพบปัญหาฉีดชิ้นงานไม่เต็ม (Short) มากที่สุดนั้นได้แก่เครื่องฉีดหมายเลข 6 มีชิ้นงานเสียอยู่ที่ร้อยละ 11.5



ภาพที่ 4.15 แสดงเปอร์เซนต์ของเสียจากชิ้นงานฉีดไม่เต็มแต่ละเครื่องจักร

4.4 ผลขั้นตอนการปรับปรุง (Improve Phase)

ขั้นตอนการแก้ไขและปรับปรุงกระบวนการการปฏิบัติงาน หลังจากพบว่าสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการฉีดพลาสติกมากที่สุดคือ 1. ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ล้างยังไม่เหมาะสม 2. วิธีการล้างวัตถุดิบที่ค้างอยู่ก่อนปิดเครื่องจักรยังไม่เหมาะสม 3. ระยะเวลาทำความสะอาดสกรูและบาเรลยังไม่เหมาะสม 4. ไม่มีการประเมินทักษะของพนักงานก่อนการปฏิบัติงานจริง 5. วิธีการทำความสะอาดยังไม่เหมาะสม 6. ประสิทธิภาพของเครื่องจักรไม่เหมาะสม 7. ระยะเวลาในการทำความสะอาดโมลด์ยังไม่เหมาะสม จึงทำการแก้ไขและปรับปรุงดังนี้

1. ทำการทดลองชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการล้าง (Purge)

1.1 ทำการล้างสกรูและกระบอกฉีดให้สะอาดของทั้งสองเครื่องจักรซึ่งก็คือเครื่องฉีดหมายเลข 21 เพราะว่าเป็นเครื่องฉีดที่พบปัญหาชิ้นงานเป็นจุดดำมากที่สุดและหมายเลข 6 ซึ่งเป็นเครื่องฉีดแบรนด์เดียวกันและรุ่นเดียวกัน (JSW Model J-180AD)

1.2 ทำการทดลองผลิตชิ้นงานเป็นระยะเวลา 1 เดือน

1.3 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตงานจะเป็น PS ทั้งสองเครื่องจักร

1.4 กำหนดให้ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการล้างวัถุดิบค้างอยู่ (Purge) จะมีอยู่ 2 ชนิด คือ Polyethelene (PE) และ Polypopylene (PP)

1.5 วิธีการล้างวัตถุดิบที่ค้างอยู่ในกระบอกฉีดจะให้วัตถุดิบค้างอยู่ให้เต็มกระบอกฉีด

1.6 ทำการเก็บข้อมูลจำนวนชิ้นงานเสียเปรียบเทียบกันระหว่างสองเครื่องจักร

ตารางที่ 4.17 แสดงการทดลองชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการล้าง (Purge)

ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ล้าง (Purge)	ระยะเวลาในการทดลอง	วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต	จำนวนชิ้นงานที่ทดลองทั้งหมด	จำนวนชิ้นงานเสียจากจุดดำ
PE	1 เดือน	PS	50,000	105
PP	1 เดือน	PS	50,000	55

จากผลการทดลองพบว่าชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ล้าง (Purge) ถ้าเป็น PP จะส่งผลทำให้เกิดชิ้นงานเสียจากจุดดำจำนวนน้อยกว่าวัตถุดิบที่เป็น PE ดังนั้นจึงสมควรเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบใหม่และกำหนดเป็นมาตรฐานในกระบวนการฉีดพลาสติก

2. ทำการทดลองวิธีการล้างวัตถุดิบที่ค้างอยู่ก่อนปิดเครื่องจักร

2.1 ทำการล้างสกรูและกระบอกฉีดให้สะอาดของทั้งสองเครื่องจักรซึ่งก็คือเครื่องฉีดหมายเลข 16 เพราะว่าเป็นเครื่องฉีดที่พบปัญหาชิ้นงานเป็นจุดดำรองลงมาและหมายเลข 12 ซึ่งเป็นเครื่องฉีดแบรนด์เดียวกันและรุ่นเดียวกัน (JSW Model J-140AD)

2.2 ทำการทดลองผลิตชิ้นงานเป็นระยะเวลา 1 เดือน

2.3 ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตงานจะเป็น PS ทั้งสองเครื่องจักร

2.4 ก่อนปิดเครื่องจักรทำการล้างวัตถุดิบที่ค้างอยู่ (Purge) โดยการเดินเครื่องไล่วัตถุดิบออกให้หมดไม่ให้มีค้างอยู่ในกระบอกฉีด กับอีกวิธีหนึ่งเดินเครื่องไล่วัตถุดิบจนกว่าวัตถุดิบไล่ออกมาจะมีสีขาวหลังจากนั้นปล่อยให้วัตถุดิบค้างอยู่ในกระบอกฉีดให้เต็มกระบอกเพื่อป้องกันไม่ให้อ๊อกซิเจนเข้าไปในกระบอกฉีดได้เพราะสาเหตุของวัตถุดิบไหม้ในกระบอกฉีดมีอยู่ 3 องค์ประกอบ ด้วยกันคือ

1. ความร้อน
2. เวลา
3. อ๊อกซิเจน

ถ้าขาดองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งก็จะไม่สามารถทำให้วัตถุดิบที่ค้างอยู่ในกระบอกฉีดเกิดการไหม้ได้

ตารางที่ 4.18 แสดงการทดลองวิธีการล้างวัตถุดิบที่ค้างอยู่ก่อนปิดเครื่องจักร

วิธีการล้างวัตถุดิบ	ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ล้าง(Purge)	ระยะเวลาในการทดลอง	วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต	จำนวนชิ้นงานที่ทดลองทั้งหมด	จำนวนชิ้นงานเสียจากจุดดำ
ไล่วัตถุดิบออกให้หมด	PP	1 เดือน	PS	100,000	215
ให้วัตถุดิบค้างอยู่ในกระบอกฉีดให้เต็ม	PP	1 เดือน	PS	100,000	106

ผลจากการทดลองพบว่าวิธีการล้างวัตถุดิบโดยให้วัตถุดิบค้างอยู่ในกระบอกฉีดให้เต็มจะส่งผลต่อจำนวนชิ้นงานเสียจากจุดดำน้อยกว่าการไล่วัตถุดิบออกให้หมด ดังนั้นจึงสมควรเปลี่ยนวิธีการล้างวัตถุดิบใหม่และกำหนดเป็นมาตรฐานการปฏิบัติ (Work Instruction)

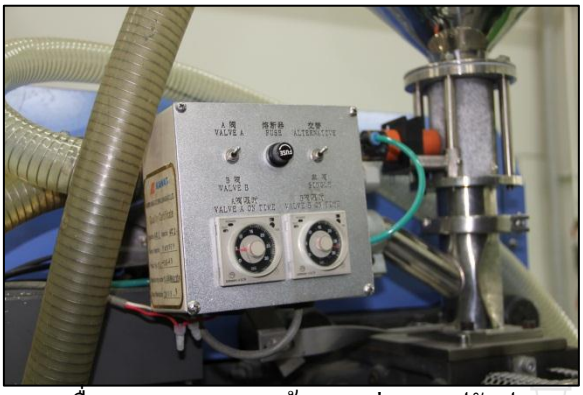
3.ระยะเวลาทำความสะอาดสกรูและบาเรลยังไม่เหมาะสม ในสภาพปัจจุบันมีการทำความสะอาดสกรูและกระบอกฉีดปีละครั้ง ทำให้ส่งผลต่อจำนวนชิ้นงานเสียจากจุดดำยังมีปริมาณที่สูงอยู่ ดังนั้นจึงควรเปลี่ยนความถี่ในการทำความสะอาดให้สั้นลงเหลือ 3 เดือนต่อหนึ่งครั้ง

4.ไม่มีการประเมินทักษะของพนักงานก่อนการปฏิบัติงานจริง ดังนั้นจึงทำการพิสูจน์สาเหตุโดยใช้การประเมินความสามารถของระบบการวัดแบบข้อมูลนับ (Attribute Gage Study) พนักงานตรวจสอบงานที่เข้ามาทำการทดสอบต้องผ่านเกณฑ์ประเมินซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานในคู่มือการผลิตอุตสาหกรรมยานยนต์หรือที่เรียกว่า ISO/TS16949 ซึ่งผลจากการประเมินทักษะการตรวจสอบของพนักงานตรวจสอบงานพบว่าในครั้งแรกที่ทำการประเมินไม่มีพนักงานตรวจสอบงานผ่านเกณฑ์การประเมิน เมื่อผ่านการอบรมและทำการประเมินอีกครั้งพบว่าพนักงานตรวจสอบงานผ่านเกณฑ์การประเมินทุกคน

5. วิธีการทำความสะอาดหม้ออบยังไม่เหมาะสม เพิ่มขั้นตอนการตรวจสอบซ้ำในขั้นตอนการปฏิบัติงาน และกำหนดเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงาน

6. ประสิทธิภาพของเครื่องจักรไม่เหมาะสม ทำการทดลองเครื่องผสมวัตถุดิบระหว่างระบบที่ควบคุมด้วยเวลากับระบบที่ควบคุมด้วยน้ำหนัก

7. ทำการทดลองเครื่องฉีดหมายเลข 6 เพราะเป็นเครื่องฉีดที่พบปัญหาชิ้นงานฉีดไม่เต็มมากที่สุดและเครื่องฉีดหมายเลข 1 ซึ่งเป็นเครื่องฉีดแบรนด์เดียวกันและรุ่นเดียวกัน (JSW Model J-140AD)



เครื่องผสมแบบควบคุมด้วยเวลาก่อนการปรับปรุง

เครื่องผสมแบบควบคุมด้วยน้ำหนักหลังปรับปรุง

ภาพที่ 4.16 แสดงเครื่องผสมวัตถุดิบ

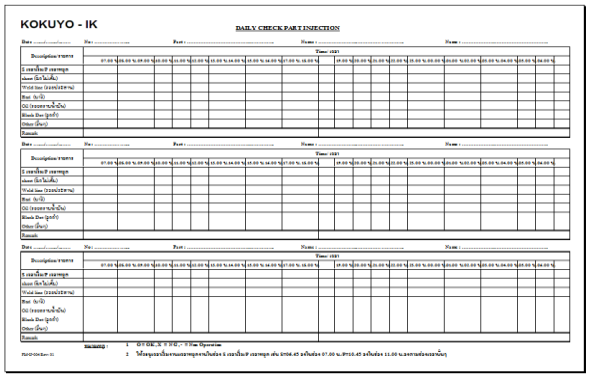
ตารางที่ 4.19 แสดงการทดลองชนิดของเครื่องผสมวัตถุดิบ

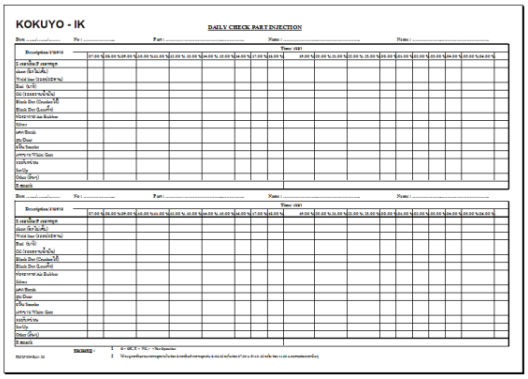
ชนิดของเครื่องจักร	ชื่องานที่ใช้ในการทดลอง	ระยะเวลาในการทดลอง	วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต	จำนวนชิ้นงานที่ทดลองทั้งหมด	จำนวนชิ้นงานเสียจากฉีดไม่เต็ม
เครื่องผสมแบบควบคุมด้วยเวลา	SDLR - 1	1 เดือน	PS	50,000	131
เครื่องผสมแบบควบคุมด้วยน้ำหนัก	SDLR - 1	1 เดือน	PS	50,000	69

ผลจากการทดลองพบว่าเครื่องผสมแบบควบคุมด้วยน้ำหนักมีจำนวนชิ้นงานเสียจากฉีดไม่เต็มน้อยกว่าเครื่องผสมแบบควบคุมด้วยเวลา ดังนั้นจึงควรใช้เครื่องผสมแบบควบคุมด้วยน้ำหนัก ในปัจจุบันมีเครื่องผสมทั้งหมด 22 เครื่อง แบ่งเป็นเครื่องผสมแบบควบคุมด้วยเวลา จำนวน 18 เครื่อง เป็นเครื่องผสมแบบควบคุมด้วยน้ำหนัก จำนวน 4 เครื่อง ในอนาคตกำลังปรับเปลี่ยนเป็นแบบเครื่องผสมแบบควบคุมด้วยน้ำหนักทั้งหมด

8. ระยะเวลาในการทำความสะอาดโมลด์ยังไม่เหมาะสม ทำความสะอาดและซ่อมบำรุงโมลด์ทุก ๆ 50,000 Shot

9. จากขั้นตอนการกำหนดปัญหาพบว่ามีการเก็บข้อมูลจำนวนของเสียอยู่ 5 ประเด็น และเมื่อวิเคราะห์ออกมาแล้วก็พบว่าประเด็นปัญหาอื่น ๆ เป็นจำนวนของเสียที่เยอะมากที่สุดทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าปัญหาอื่น ๆ นั้น คืออะไรบ้าง ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงใบบันทึกของเสียประจำวัน (Check Sheet) ขึ้นใหม่ โดยการเพิ่มเติมแยกประเด็นของเสียออกให้มากขึ้น เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์จะได้รู้ประเด็นปัญหาต่าง ๆ อย่างชัดเจนมากขึ้น





ใบบันทึกของเสียประจำวันก่อนการปรับปรุง ใบบันทึกของเสียประจำวันหลังการปรับปรุง

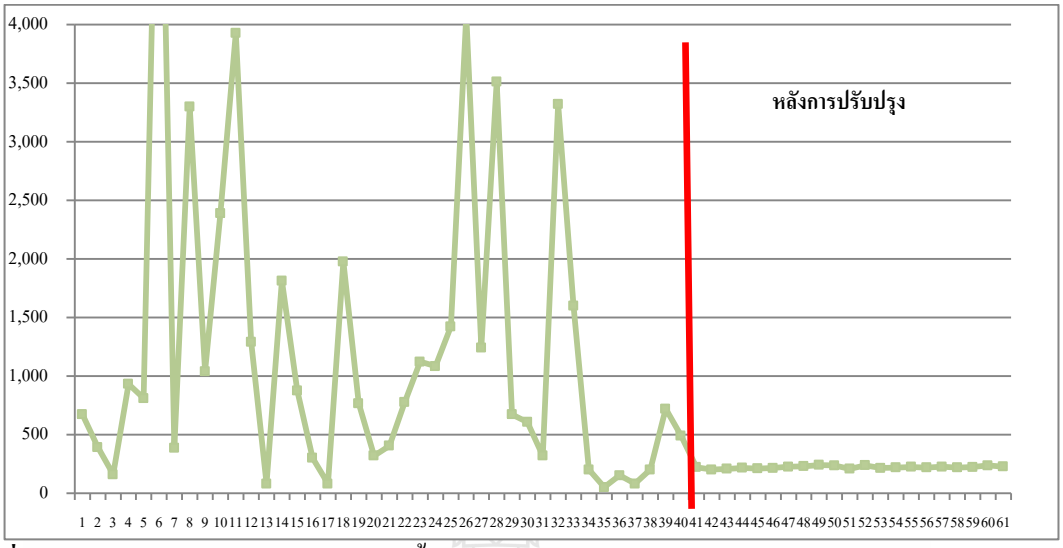
ภาพที่ 4.17 แสดงใบบันทึกของเสียประจำวัน (Check Sheet)

4.5 ผลขั้นตอนการควบคุมปัญหา (Control Phase)

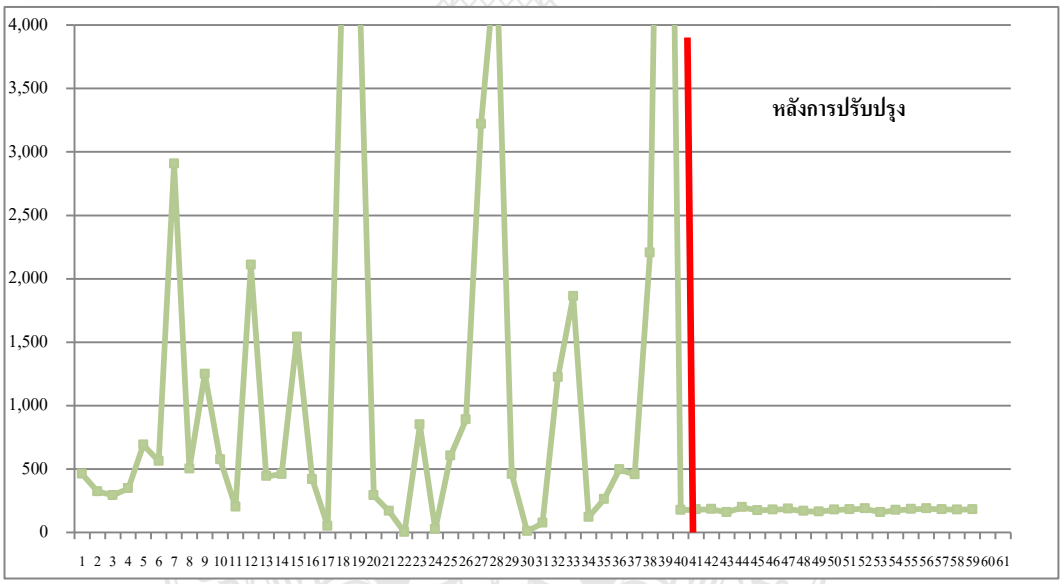
ขั้นตอนสุดท้าย คือ ขั้นตอนของการตรวจสอบขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงานผู้เกี่ยวข้องให้เป็นไปตามคู่มือ และมาตรฐานที่กำหนดอย่างเคร่งครัด และเพื่อควบคุมปริมาณของเสียให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำขึ้นอีก โดยในขั้นตอนนี้ใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้

1. แผนภูมิวิ่ง (Run chart)

นำเอาแผนภูมิวิ่งมาใช้เป็นเครื่องมือในการดูการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพในการควบคุมกระบวนการฉีดพลาสติก ในระยะเวลา 3 เดือนคือก่อนการปรับปรุงเป็นระยะเวลา 2 เดือนและหลังจากปรับปรุงอีก 1 เดือนที่ทำการศึกษาค้นคว้าว่าการควบคุมในกระบวนการฉีดมีประสิทธิภาพในการควบคุมของเสียอยู่ที่เท่าไร และอยู่ในเป้าหมายที่กำหนดมากน้อยเพียงใด และมีการแปรปรวนของปริมาณของเสียหรือไม่ หากพบว่าความสามารถในการควบคุมของเสียต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ ก็จะต้องรีบทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและหาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงทันที



ภาพที่ 4.18 กราฟแสดงผลการเก็บข้อมูลชิ้นงานเสียจากปัญหาฉีดไม่เต็ม (Short)

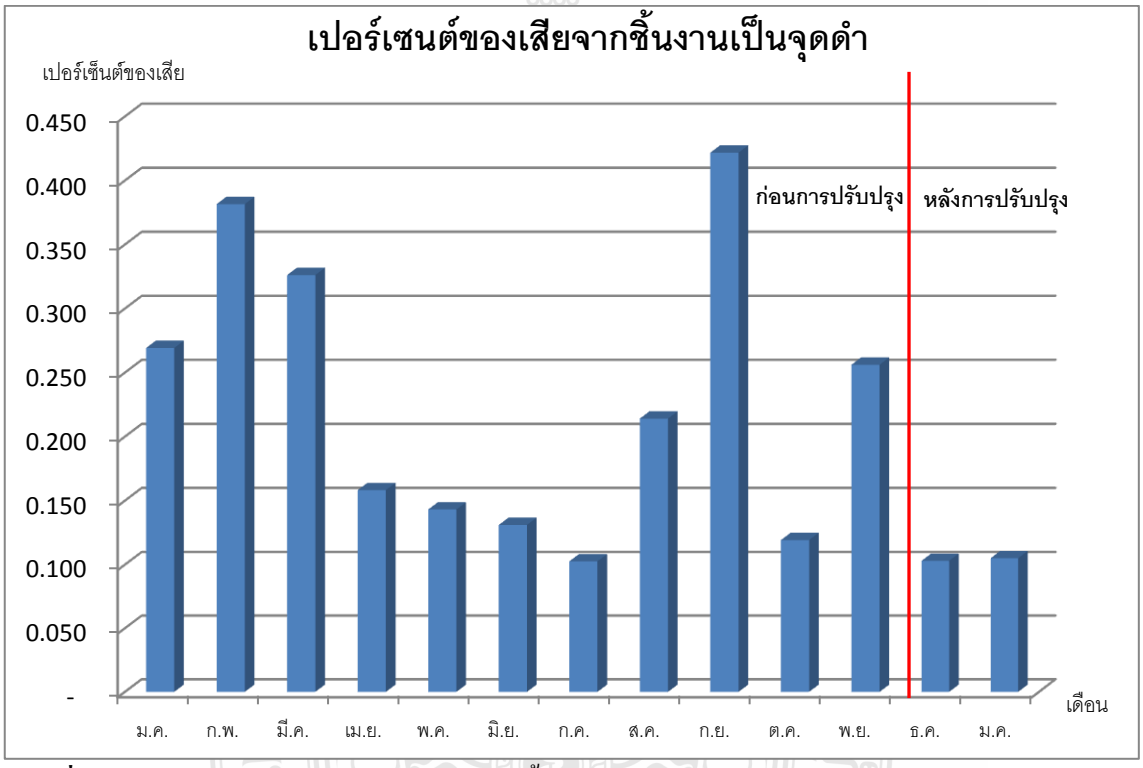


ภาพที่ 4.19 กราฟแสดงผลการเก็บข้อมูลชิ้นงานเสียจากปัญหาจุดดำ (Black Dot)

จากการนำเครื่องมือข้างต้นเพื่อควบคุมข้อบกพร่องต่าง ๆ ซึ่งจะมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อม ผู้ศึกษาต้องพยายามควบคุมระบบการทำงานเพื่อจะไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำอีก โดยได้จัดทำระบบเอกสารการปฏิบัติงานในการควบคุมคุณภาพดังนี้

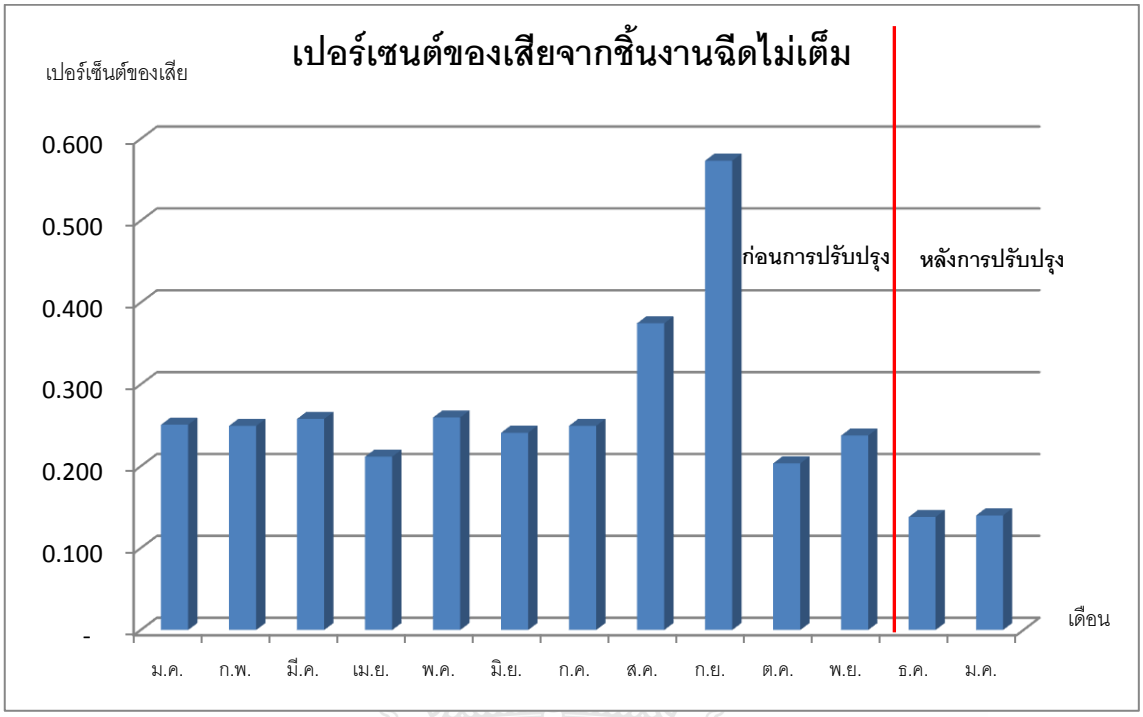
2. แผนภูมิแท่ง (Bar chart)

ได้ทำการรวบรวมข้อมูลของประสิทธิภาพในกระบวนการฉีดพลาสติก โดยทำการเก็บข้อมูลเปอร์เซนต์ของชิ้นงานเสียจากปัญหาชิ้นงานเป็นจุดดำและปัญหาชิ้นงานฉีดไม่เต็ม รวมทั้งจำนวนข้อร้องเรียนภายในโดยแบ่งเป็นสองช่วง ซึ่งช่วงก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิตตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 และช่วงหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตคือเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ดังแสดงในภาพที่ 4.20 - 4.22



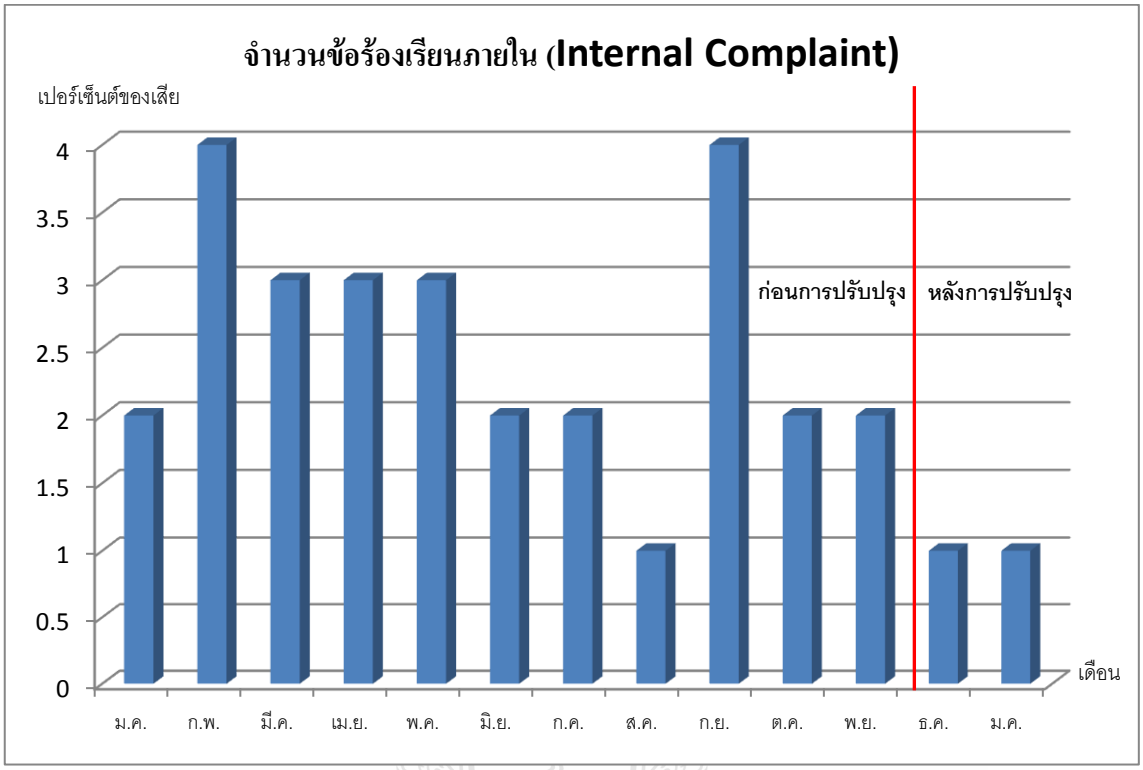
ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงเปอร์เซนต์ของเสียจากชิ้นงานเป็นจุดดำ

ผลการศึกษาพบว่าก่อนการปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติกโดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ของเสียจากชิ้นงานเป็นจุดดำจะอยู่ที่ 0.229% แต่หลังจากการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติดแล้วนั้น พบว่าประสิทธิภาพในกระบวนการฉีดพลาสติกดีขึ้นโดยเปอร์เซนต์ของเสียของสองเดือนหลังการปรับปรุงจะอยู่ที่ 0.104%



ภาพที่ 4.21 กราฟแสดงเปอร์เซนต์ของเสียจากชิ้นงานฉีดไม่เต็ม

จากภาพที่ 4.21 พบว่าก่อนการปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติกโดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ของเสียจากชิ้นงานฉีดไม่เต็มจะอยู่ที่ 0.283% แต่หลังจากการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติดแล้วนั้น พบว่าประสิทธิภาพในกระบวนการฉีดพลาสติกดีขึ้นโดยเปอร์เซนต์ของเสียของสองเดือนหลังการปรับปรุงจะอยู่ที่ 0.139% ซึ่งหมายถึงการปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติกนั้นสัมฤทธิ์ผล ตรงตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้



ภาพที่ 4.22 กราฟแสดงจำนวนข้อร้องเรียนภายใน (Internal Complaint)

ผลการศึกษาจะพบว่าก่อนการปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติกโดยค่าเฉลี่ยของจำนวนข้อร้องเรียนภายใน (Internal Complaint) เป็นจำนวน 2.5 ข้อร้องเรียน/เดือน แต่หลังจากการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติดแล้วนั้น พบว่าประสิทธิภาพในกระบวนการฉีดพลาสติกดีขึ้นโดยจำนวนข้อร้องเรียนภายในจะอยู่ที่ 1 ข้อร้องเรียน/เดือน ซึ่งหมายถึงการปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติกนั้นส่งผลให้ปริมาณชิ้นงานเสียลดลงและยังช่วยให้จำนวนข้อร้องเรียนนั้นลดตามลงไปด้วยแสดงว่าสามารถลดลงได้ดีกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้คือ 50% ของข้อร้องเรียนเล็กน้อย

3. แผนควบคุมกระบวนการ (Control Plan)

แผนควบคุมกระบวนการเป็นเอกสารที่บรรยายถึงการไหลของกระบวนการผลิต กำหนดวิธีการควบคุม และระบบการตรวจสอบ เพื่อให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์ได้คุณภาพตามที่ต้องการ แผนควบคุมกระบวนการนั้นจะถูกนำไปควบคุมการปฏิบัติงานของพนักงานต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 4.23 ซึ่งมีรายการควบคุมเกี่ยวกับการตรวจเช็คชิ้นงานที่เป็นจุดดำและชิ้นงานฉีดไม่เต็ม

CONTROL PLAN

☐ Prototyp ☐ Pre-Launch ☑ Production

Control Plan Number : CP-QC-001	Key Contact/Phone Ms.Orasa Wittayadilok/02-7094675 # 400	Date(orig.) 15/3/2012	Date(Rev.) 6/1/2013 Rev.01
Part Number/Latest Change level : BM MF58 511	Core Team Ms.Piengjai Saunmaprang/02-7094675 # 630 Ms.Sujittra Hunsa / 02-7094675 # 550	Customer Engineering Approval/Date(If Req'd)	
Part Name/Description : YP-5 CASE	Organization/Plant Approval/Date	Customer Quality Approval/Date(If Req'd)	
Organization/Plant : Kokuyo-ik 629 M.4 Bangpoo Industrial Estate Organization Code : K003	Other Approval/Date(If Req'd)	Other Approval/Date(If Req'd)	

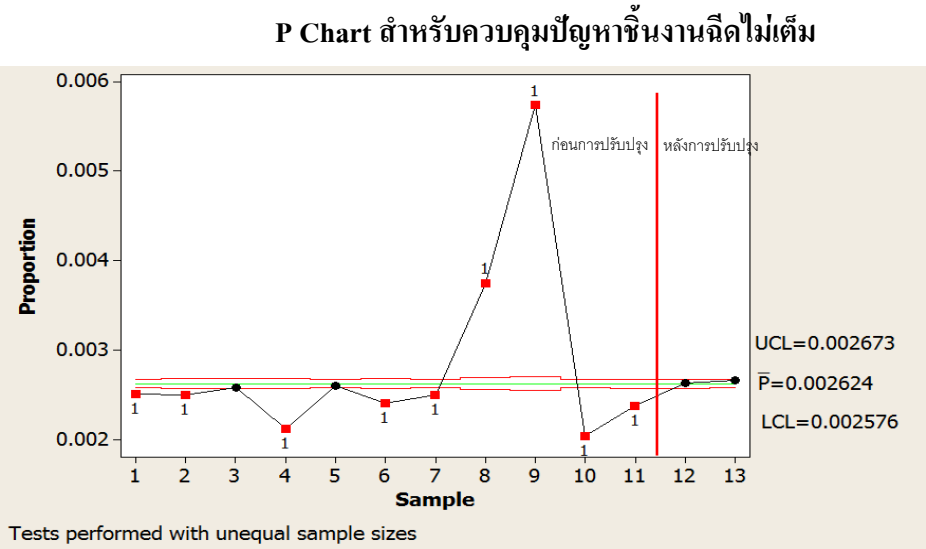
Part/ Process Number	Process Name/ Operation Description	Machine, Device, Jig, Tools For Mfg.	Characteristics No.	Characteristics Product	Characteristics Process	Special Char. Class	Methods Product/Process Specification/ Tolerance	Methods Evaluation Measurement Technique	Methods Sample Size	Methods Sample Freq.	Methods Control Method	Reaction plan
60	Injection/Inspection	INJECTION MACHINE NO.2 180 TON	1	Diameter			ø 20 + 0.2 mm.	CMM by QC	3 Shot	Start Run	IS-QC-164	1.Worker inform QC leader 2.QC leader inform IJ leader 3.IJ leader inform Engineer
			2	Diameter		B	ø 26+0.02 - ø26+0.12mm	CMM by QC	3 Shot	Start Run		
			3	Diameter:a Diameter:b Diameter:c			ø 4.5 ± 0.05 mm. ø 4.5 ± 0.05 mm. ø 4.5 ± 0.05 mm.	Pin Gauge by QC	3 Shot	Start Run		
			4	Dimension		B	3 -0.10mm. - 3-0.20mm.	Vernier by QC	3 Shot	Start Run		
			5	Dimension		B	ø 4.2 ± 0.05 mm.	Vernier by QC	3 Shot	Start Run		
			6	Dimension			ø 3.5 ± 0.05 mm.	Pin Gauge by QC	3 Shot	Start Run		
			7	Dimension		B	34 ± 0.10 mm.	Vernier by QC	3 Shot	Start Run		
			8	Dimension		B	3 ± 0.15 mm.	Micrometer by QC	3 Shot	Start Run		
			9	Burr			≤ 0.10 mm. IS-QC-164	Scale by QC Visual by worker	3 Shot 100%	Start Run 100%	IS-QC-164 WI-IJ-005,144 FM-PC-027,FM-IJ-004	1. Inform leader 2. IJ leader inform Engineer
			10	Gate Cutting			≤ 0.50 mm. IS-QC-164	Scale by QC Visual by worker	3 Shot 100%	Start Run 100%		
			11	Short Shot			IS-QC-164 IS-QC-164	Visual by QC Visual by worker	3 Shot 100%	Start Run 100%		
			12	Burning			IS-QC-164 IS-QC-164	Visual by QC Visual by worker	3 Shot 100%	Start Run 100%		

ภาพที่ 4.23 ภาพแสดงแผนควบคุมกระบวนการตรวจเช็คชิ้นงาน

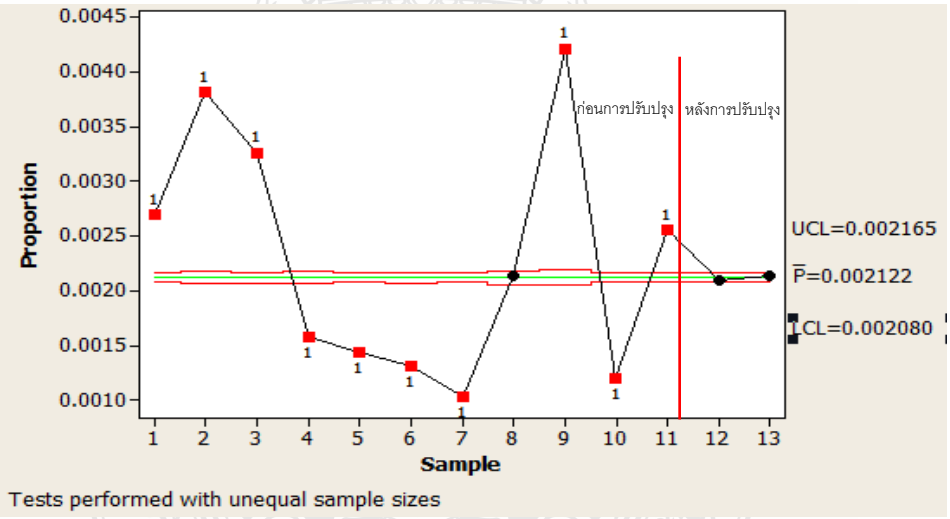
จากแผนควบคุมกระบวนการได้นำบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติก และกระบวนการตรวจสอบ (Inspection) โดยเฉพาะกระบวนการตรวจสอบได้กำหนดจุดที่ต้องตรวจสอบทั้งชิ้นงานฉีดไม่เต็ม (Short) และปัญหาชิ้นงานมีจุดดำ (Black Dot) เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการปฏิบัติงาน

4. แผนภูมิควบคุม (Control chart)

แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (Control Charts for Fraction Nonconforming; p Chart) จะใช้เพื่อวิเคราะห์ลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในเชิงคุณภาพ ถ้าผลิตภัณฑ์ใดเมื่อผลิตแล้วมีคุณภาพไม่ตรงกับมาตรฐานที่โรงงานกำหนด จะจำแนกผลิตภัณฑ์นั้นเป็นของเสีย (Defective หรือ Nonconforming) สำหรับการนำแผนภูมิควบคุม (p Chart) ไปใช้ควบคุมกระบวนการฉีดพลาสติก สำหรับปัญหาชิ้นงานฉีดไม่เต็ม และปัญหาชิ้นงานเป็นจุดดำในช่วงก่อนการปรับปรุง ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 ค่าสัดส่วนของเสีย มีลักษณะผิดปกติซึ่งอยู่นอกเส้นควบคุมของแผนภูมิควบคุม (p Chart) หลังจากการปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติกในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 ถึง มกราคม พ.ศ. 2556 ค่าสัดส่วนของเสียอยู่ภายใต้เส้นควบคุมของแผนภูมิควบคุม (p Chart)



ภาพที่ 4.24 ภาพแสดงแผนภูมิควบคุมกระบวนการ (P Chart) ของปัญหาชิ้นงานฉีดไม่เต็ม



ภาพที่ 4.25 ภาพแสดงแผนภูมิควบคุมกระบวนการ (P Chart) ของปัญหาชิ้นงานเป็นจุดดำ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการประยุกต์ใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า มาช่วยแก้ปัญหาจุดดำ (Black Dot) และปัญหาฉีดงานไม่เต็ม (Short) ของกระบวนการฉีดพลาสติก พบว่าก่อนการปรับปรุงเกิดปัญหาจุดดำอยู่ที่ 0.22% และปัญหาฉีดงานไม่เต็มอยู่ที่ 0.26% รวมทั้งปัญหาการร้องเรียนของลูกค้าภายในและลูกค้าภายนอกเฉลี่ยอยู่ 2.5 ข้อร้องเรียนต่อเดือนของปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด ผลจากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยการระดมสมองโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ (Tree Diagram) พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาคือ

1. ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ล้างยังไม่เหมาะสม
2. วิธีการล้างวัตถุดิบที่ค้างอยู่ก่อนปิดเครื่องจักรยังไม่เหมาะสม
3. ระยะเวลาทำความสะอาดสกรูและบาเรลยังไม่เหมาะสม
4. ไม่มีการประเมินทักษะของพนักงานก่อนการปฏิบัติงานจริง
5. ประสิทธิภาพของเครื่องจักรไม่เหมาะสม
6. ระยะเวลาในการทำความสะอาดโมลด์ยังไม่เหมาะสม

จากการออกแบบและวิเคราะห์การทดลองพบว่า ปัญหาทั้งหมดมีผลต่อปัญหาจุดดำและปัญหาฉีดงานไม่เต็มอย่างมีนัยสำคัญ และจากการปรับปรุงด้วยการออกแบบการทดลองเพื่อทำการหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัยพบว่า

1. ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ล้างยังไม่เหมาะสม จากผลการทดลองพบว่าชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ล้าง (Purge) ถ้าเป็น PP จะส่งผลทำให้เกิดชิ้นงานเสียจากจุดดำจำนวนน้อยกว่าวัตถุดิบที่เป็น PE ดังนั้นจึงสมควรเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบใหม่และกำหนดเป็นมาตรฐานในกระบวนการฉีดพลาสติก

2. วิธีการล้างวัตถุดิบที่ค้างอยู่ก่อนปิดเครื่องจักรยังไม่เหมาะสม ผลจากการทดลองพบว่าวิธีการล้างวัตถุดิบโดยให้วัตถุดิบค้างอยู่ในกระบอกฉีดให้เต็มจะส่งผลต่อจำนวนชิ้นงานเสียจากจุดดำน้อยกว่าการไล่วัตถุดิบออกให้หมด ดังนั้นจึงสมควรเปลี่ยนวิธีการล้างวัตถุดิบใหม่และกำหนดเป็นมาตรฐานการปฏิบัติ (Work Instruction)

3. ระยะเวลาทำความสะอาดสกรูและบาเรลยังไม่เหมาะสม ในสภาพปัจจุบันมีการทำความสะอาดสกรูและกระบอกฉีดปีละครั้ง ทำให้ส่งผลต่อจำนวนชิ้นงานเสียจากจุดดำยังมีปริมาณที่สูงอยู่ ดังนั้นจึงควรเปลี่ยนความถี่ในการทำความสะอาดให้สั้นลงเหลือ 3 เดือนต่อหนึ่งครั้ง

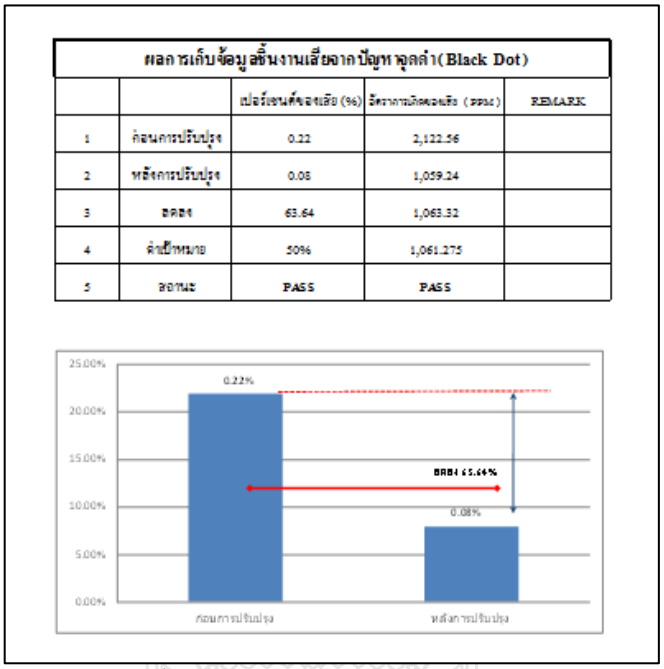
4. ไม่มีการประเมินทักษะของพนักงานก่อนการปฏิบัติงานจริง ดังนั้นจึงทำการพิสูจน์สาเหตุโดยใช้การประเมินความสามารถของระบบการวัดแบบข้อมูลนับ (Attribute Gage Study) พนักงานตรวจสอบงานที่เข้ามาทำการทดสอบต้องผ่านเกณฑ์ประเมินซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานในคู่มือการผลิตอุตสาหกรรมยานยนต์หรือที่เรียกว่า ISO/TS16949 ซึ่งผลจากการประเมินทักษะการตรวจสอบของพนักงานตรวจสอบงานพบว่าในครั้งแรกที่ทำการประเมินไม่มีพนักงานตรวจสอบงานผ่านเกณฑ์การประเมิน เมื่อผ่านการอบรมและทำการประเมินอีกครั้งพบว่าพนักงานตรวจสอบงานผ่านเกณฑ์การประเมินทุกคน

5. ประสิทธิภาพของเครื่องจักรไม่เหมาะสม ผลจากการทดลองพบว่าเครื่องผสมแบบควบคุมด้วยน้ำหนักมีจำนวนชิ้นงานเสียจากฉีดไม่เต็มน้อยกว่าเครื่องผสมแบบควบคุมด้วยเวลา ดังนั้นจึงควรใช้เครื่องผสมแบบควบคุมด้วยน้ำหนัก ในปัจจุบันมีเครื่องผสมทั้งหมด 22 เครื่อง แบ่งเป็นเครื่องผสมแบบควบคุมด้วยเวลา จำนวน 18 เครื่อง เป็นเครื่องผสมแบบควบคุมด้วยน้ำหนัก จำนวน 4 เครื่อง ในอนาคตกำลังปรับเปลี่ยนเป็นแบบเครื่องผสมแบบควบคุมด้วยน้ำหนักทั้งหมด

6. ระยะเวลาในการทำความสะอาดโมลด์ยังไม่เหมาะสม ระยะเวลาในการทำความสะอาดโมลด์ยังไม่เหมาะสม ทำความสะอาดและซ่อมบำรุงโมลด์ทุก ๆ 50,000 Shot

7. จากขั้นตอนการกำหนดปัญหาพบว่ามีการเก็บข้อมูลจำนวนของเสียอยู่ 5 ประเด็น และเมื่อวิเคราะห์ออกมาแล้วก็พบว่าประเด็นปัญหาอื่น ๆ เป็นจำนวนของเสียที่เยอะมากที่สุดทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าปัญหาอื่น ๆ นั้น คืออะไรบ้าง ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงใบบันทึกของเสียประจำวัน (Check Sheet) ขึ้นใหม่ โดยการเพิ่มเติมแยกประเด็นของเสียออกให้มากขึ้น เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์จะได้รู้ประเด็นปัญหาต่าง ๆ อย่างชัดเจนมากขึ้น

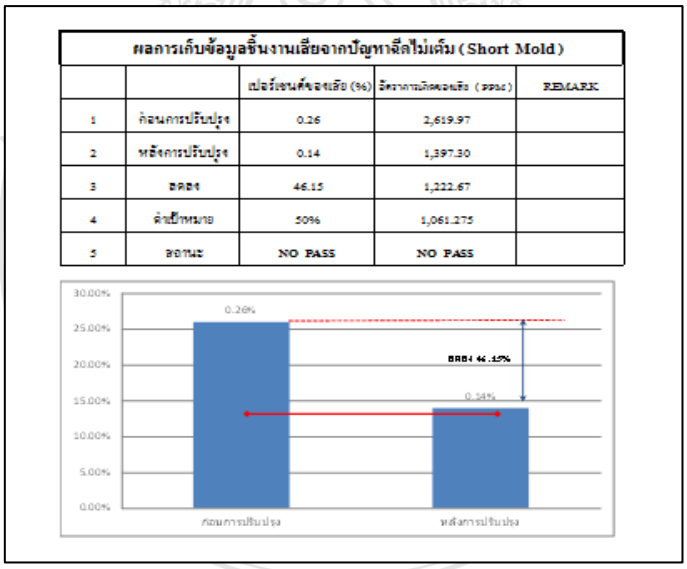
1. ทำให้สามารถลดปัญหาจุดดำ (Black Dot) จาก 0.22 % เหลือ 0.08 %



ผลการเก็บข้อมูลชิ้นงานเสียจากปัญหาจุดดำ (Black Dot)				
		เปอร์เซนต์ของเสีย (%)	อัตราการผลิตของเสีย (PPM)	REMARK
1	ก่อนการปรับปรุง	0.22	2,122.56	
2	หลังการปรับปรุง	0.08	1,059.24	
3	ลดลง	63.64	1,063.32	
4	ค่าเป้าหมาย	50%	1,061.275	
5	สถานะ	PASS	PASS	

ภาพที่ 5.1 แสดงผลการเก็บข้อมูลชิ้นงานเสียจากปัญหาจุดดำ (Black Dot)

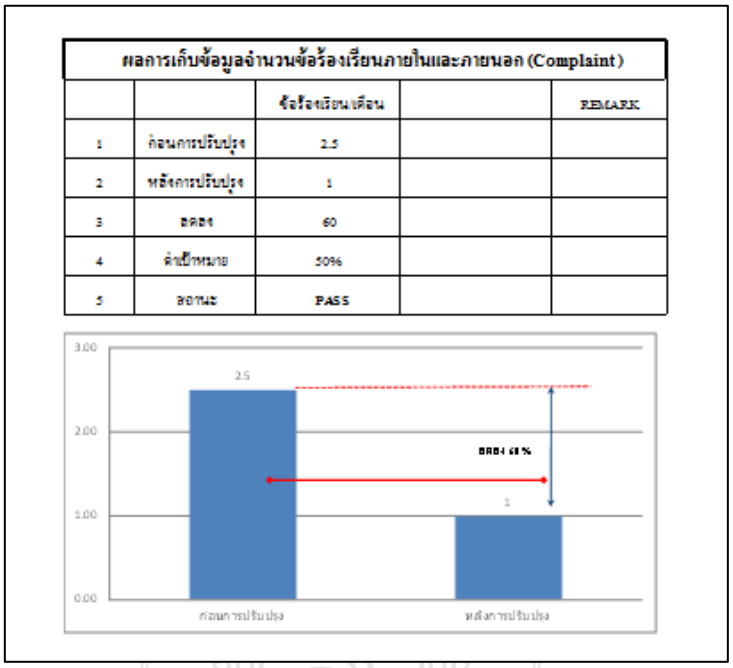
2. ทำให้สามารถลดปัญหาฉีดงานไม่เต็ม (Short) จาก 0.26 % เหลือ 0.14 %



ผลการเก็บข้อมูลชิ้นงานเสียจากปัญหาฉีดไม่เต็ม (Short Mold)				
		เปอร์เซนต์ของเสีย (%)	อัตราการผลิตของเสีย (PPM)	REMARK
1	ก่อนการปรับปรุง	0.26	2,619.97	
2	หลังการปรับปรุง	0.14	1,397.30	
3	ลดลง	46.15	1,222.67	
4	ค่าเป้าหมาย	50%	1,061.275	
5	สถานะ	NO PASS	NO PASS	

ภาพที่ 5.2 แสดงผลการเก็บข้อมูลชิ้นงานเสียจากปัญหาฉีดไม่เต็ม (Short)

3. ทำให้สามารถลดปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้าภายในและลูกค้าภายนอก จาก 2.5 ข้อร้องเรียนต่อเดือน เหลือ 1 ข้อร้องเรียนต่อเดือน



ผลการเก็บข้อมูลจำนวนข้อร้องเรียนภายในและภายนอก (Complaint)

		ข้อร้องเรียนเดือน		REMARK
1	ก่อนการปรับปรุง	2.5		
2	หลังการปรับปรุง	1		
3	ยอดผลิต	60		
4	ค่าเป้าหมาย	50%		
5	สถานะ	PASS		

ภาพที่ 5.3 แสดงผลการเก็บข้อมูลจำนวนข้อร้องเรียนลูกค้าภายในและภายนอก

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย

จากการค้นคว้าอิสระ “การปรับปรุงคุณภาพกระบวนการฉีดพลาสติกด้วยเทคนิค Six Sigma” กรณีศึกษาบริษัท โคคูโย -ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด เป็นการศึกษาโดยการนำเทคนิคซิกส์ซิกม่า มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการฉีดพลาสติก โดยมีกระบวนการ DMAIC เป็นตัวขับเคลื่อน วิธีการคือ กำหนดปัญหา การวัดผล การวิเคราะห์ การปรับปรุง การควบคุมปัญหา ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์หลัก คือ สามารถลดปริมาณชิ้นงานเสีย จากเดิมอยู่ที่ 0.86 % และเท่ากับ 8,622 ppm ปัจจุบันอยู่ที่ 0.59% และเท่ากับ 5,899.92 ppm ซึ่งสอดคล้องกับการประกันคุณภาพ สามารถลดความสูญเสียได้และทำให้ต้นทุนต่อชิ้นงานลดลง และทำให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพมากขึ้น

การนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคตน่าจะนำเทคนิคส์ซิกส์ ซิกม่าไปปรับปรุงกระบวนการการผลิตอื่น ๆ ที่ยังมีปัญหาชิ้นงานเสียเป็นจำนวนมาก เพื่อช่วยลดปริมาณชิ้นงานเสียและยังส่งผลต่อการลดต้นทุนการผลิตสินค้าด้อยคุณภาพอีกด้วย ปัญหาและอุปสรรคที่พบส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาทรัพยากรบุคลเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องซิกส์ ซิกม่าและจะเกี่ยวข้องกับความรู้ด้าน

สถิติพื้นฐาน เพราะการพัฒนาคนเป็นหัวใจของการพัฒนาทุกอย่าง ถ้าองค์กรไหนไม่มีการพัฒนาบุคลากรก็ยากที่จะประสบความสำเร็จในเรื่องอื่น ๆ

ด้านการฝึกอบรมของพนักงานตรวจสอบชิ้นงาน โดยใช้วิธีการจีอาร์แอนด์อาร์ (Attribute GR & R) เพื่อประเมินผลเมื่อคุณลักษณะที่ศึกษาเป็นคุณลักษณะเชิงคุณภาพ เช่น รสชาติ ความเรียบร้อย ความสวยงาม ซึ่งแนวความคิดของวิธีนี้จะอาศัยการจำแนกชิ้นสิ่งตัวอย่างที่มีลักษณะทั้งดี ไม่ดี และก้ำกึ่ง (Marginal) ในจำนวนที่เหมาะสม แล้วให้พนักงานที่สุ่มมา (หรือกำหนดไว้ล่วงหน้า) ทำการตรวจสอบ เพื่อจำแนกผลการตรวจสอบเป็นผ่านและไม่ผ่าน จากนั้นพิจารณาว่าผลการตรวสอบซ้ำมีคุณภาพตรงกับคุณภาพแท้จริงของสิ่งตัวอย่างหรือไม่ ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะบ่งบอก “ความถูกต้อง” ในการตรวจสอบ โดยการวิเคราะห์ความสามารถของพนักงานตรวจสอบแต่ละคนสามารถวิเคราะห์และคำนวณได้

5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

จากข้อมูลงานศึกษาค้นคว้าอิสระข้างต้นจะเห็นได้ว่าในการศึกษาครั้งต่อไป หากมีการเพิ่มเติมโดยการนำเทคนิคซิกซ์ ซิกม่ามาประยุกต์ใช้ในช่วงที่ผลิตภัณฑ์กำลังทำการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product) ก็จะยิ่งส่งผลให้การผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเมื่อเริ่มทำการผลิตผลิตภัณฑ์ไปแล้ว การปรับปรุงแก้ไขบางอย่างทำได้ยากมาก เนื่องจากจะกระทบต่อต้นทุนและอาจต้องแจ้งให้ลูกค้าทราบเพื่อขออนุมัติการเปลี่ยนแปลง

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวเนื่องในอนาคต

การศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเพิ่มเติมดังนี้

1. ทำการศึกษาถึงวิธีการป้องกันการประกอบชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ผิด (Foolproof)
2. ทำการศึกษาวิธีการคัดแยกจำนวนชิ้นส่วนพลาสติกโดยใช้เครื่องจักรแทนการใช้คน
3. ทำการศึกษาการควบคุมพารามิเตอร์ของเครื่องฉีดที่มีนัยสำคัญซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของชิ้นงานพลาสติก

บรรณานุกรม

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2550. **การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA)**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ทิพรัตน์ โคตรชมภู. 2552. **การปรับปรุงคุณภาพด้วยแผนกประกันคุณภาพ : กรณีศึกษาเพิ่มการประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่แผนกฉีดพลาสติก**. การค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

เทพนที ด่านเดชา. 2552. **การปรับปรุงกระบวนการประกอบแผงวงจรรวมตามแนวทางการผลิตแบบลีนและการบริหารคุณภาพด้วยซิกส์ ซิกม่า**. การค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ธีรพงษ์ ขันทอง. 2554. **การปรับปรุงคุณภาพการผลิตโดยใช้เทคนิคการจัดการคุณภาพทั่วทั้งองค์กรและลีน : กรณีศึกษา กระบวนการหยอดกาว RTV**. การค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

เพียงเพ็ญ นนทจิต. 2550. **ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการวางแผนการบรรจุสินค้าโดยนำวิธีการบริหารแบบ six sigma เป็นเครื่องมือในการปรับปรุง : กรณีศึกษา บริษัทโซนี่ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด**. การค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

วชิรพงษ์ สาลีสิงห์. 2548. **ปฏิวัติกระบวนการทำงานด้วยเทคนิค SIX SIGMA ฉบับ Champion และ Black Belt**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ศิริวัฒนา อินเตอร์พริ้นท์ จำกัด (มหาชน).

วิโรจน์ เตชะวิญญูธรรม. 2553. **วิศวกรรมการฉีดพลาสติก**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

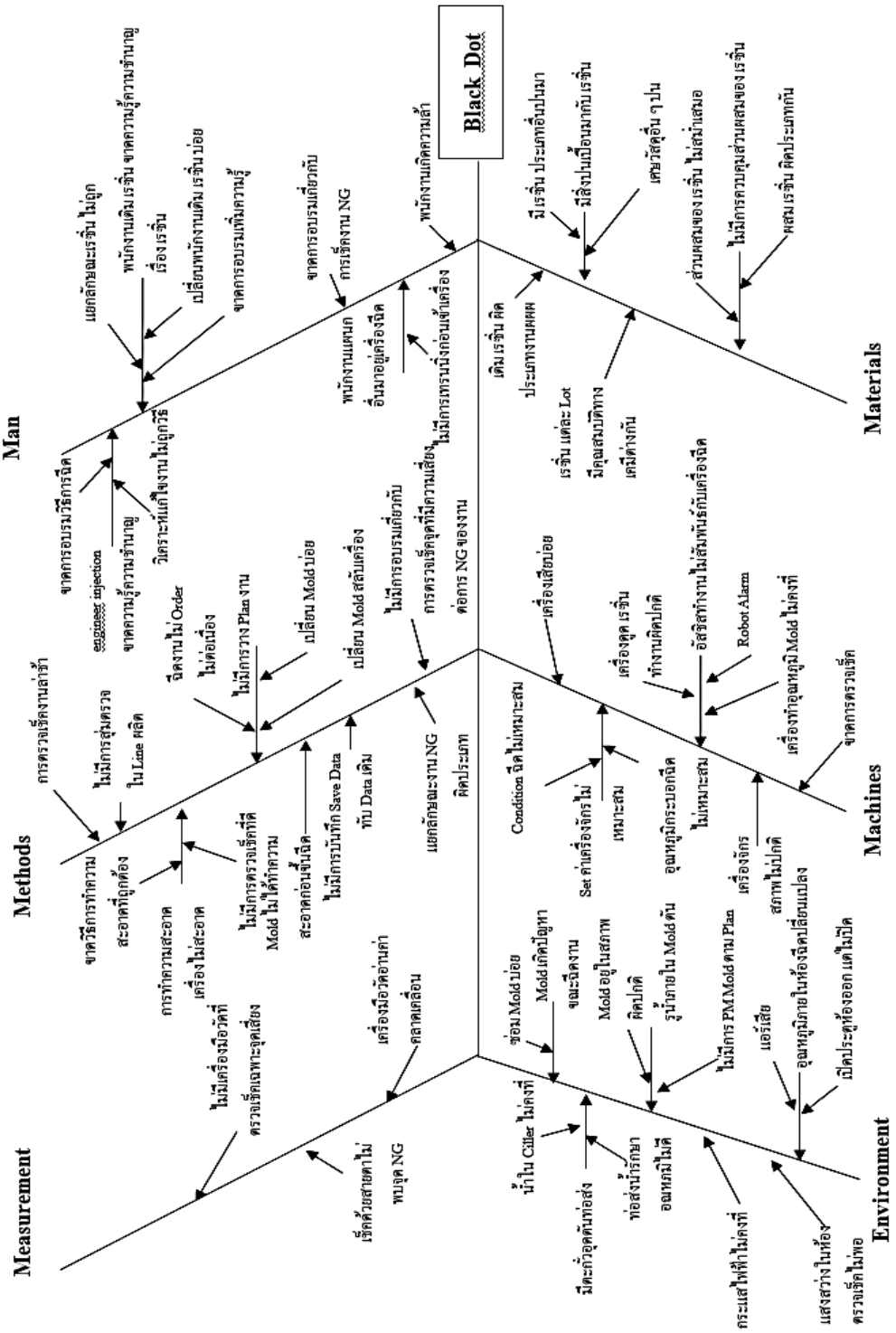
ศุภชัย นาทะพันธ์. 2551. **การควบคุมคุณภาพ**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

David, M. & Levine. 1946. **Statistics for Six sigma Green Belts with Minitab and JMP**. New Jersey: Pearson Education.

ภาคผนวก

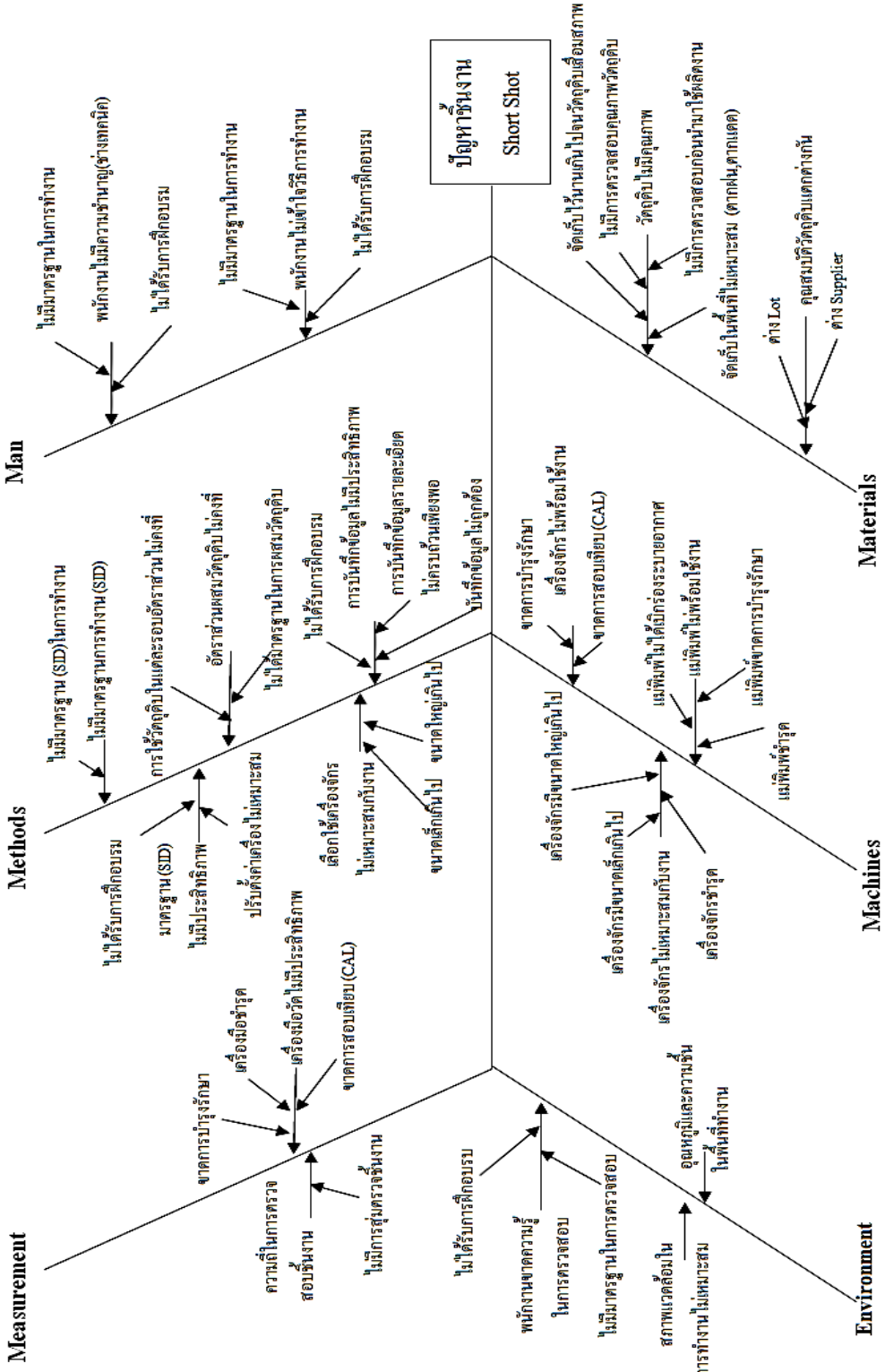
ภาคผนวก ก

ภาพแสดงแผนภูมิก้างปลา (Black Dot)



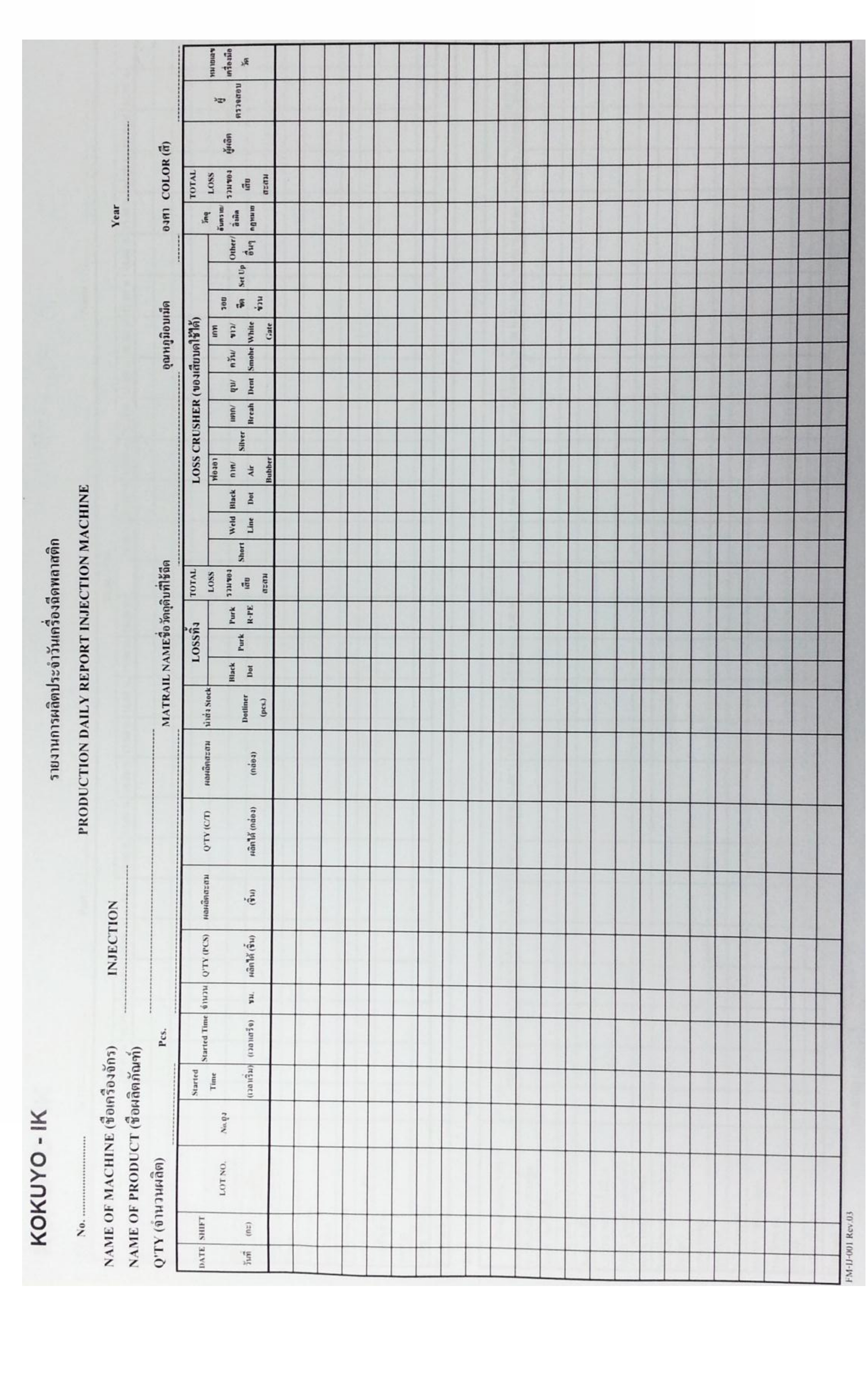
ภาคผนวก ข

ภาพแสดงแผนภูมิก้างปลา (Short)



ภาคผนวก ค

ภาพแสดงใบบันทึกของเสียประจำวัน (Check Sheet) ก่อนการปรับปรุง



KOKUYO - IK

รายงานการผลิตประจำวันเครื่องฉีดพลาสติก

PRODUCTION DAILY REPORT INJECTION MACHINE

No. ....

NAME OF MACHINE (ชื่อเครื่องจักร) INJECTION

NAME OF PRODUCT (ชื่อผลิตภัณฑ์)

Q'TY (จำนวนผลิต) Pcs.

MATRAIL NAME ชื่อวัตถุดิบที่ใช้ฉีด

อุณหภูมิเม็ด

องศา COLOR (สี)

Year

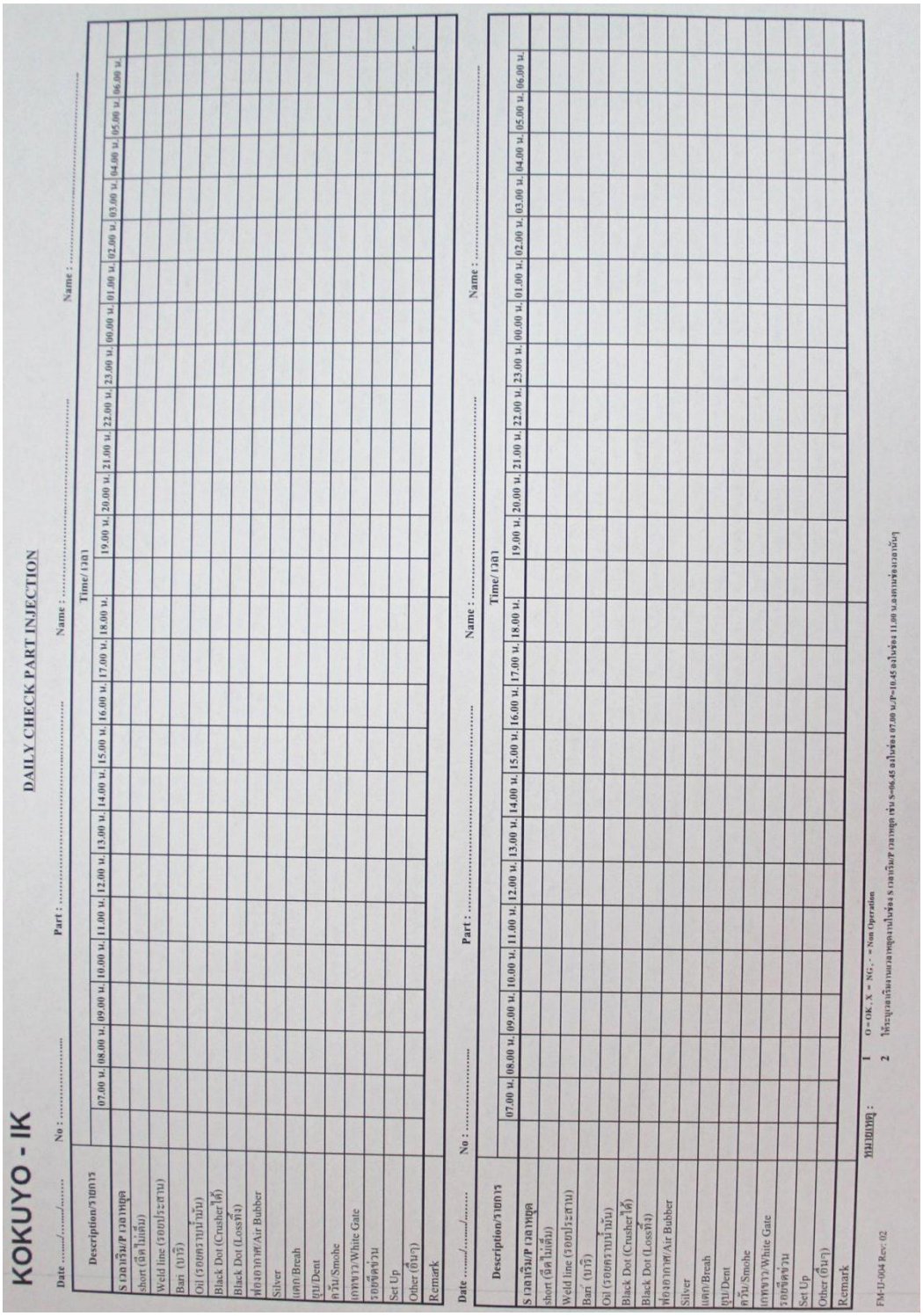
DATE วันที่	SHIFT (กะ)	LOT NO.	No.ถุง	Started Time (เวลาเริ่ม)	Started Time (เวลาหยุด)	จำนวน ชม.	Q'TY (PCS) ผลิตได้ (ชิ้น)	ผลผลิตสะสม (ชิ้น)	Q'TY (C/T) ผลิตได้ (กล่อง)	ผลผลิตสะสม (กล่อง)	นำส่ง Stock Dotliner (pcs.)	LOSSทิ้ง Black Dot	LOSSทิ้ง Purk	LOSSทิ้ง Purk R-PE	TOTAL LOSS รวมของเสียสะสม	LOSS CRUSHER Short	Weld Line	Black Dot	ฟองอากาศ Air Bubber	Silver	แตก/ Break	ยุบ/ Dent	ควัน/ Smoke	ขาว/ White	เกท Gate	รอยจีดข่วน	Set Up	Other/ อื่นๆ	วัตถุดิบตกพื้น/ สิ่งสกปรก	TOTAL LOSS รวมของเสียสะสม	ผู้ผลิต	ผู้ตรวจสอบ	หมายเลขเครื่องมือวัด

FM-IJ-001 Rev.03

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ภาคผนวก ง

ภาพแสดงใบบันทึกของเสียประจำวัน (Check Sheet) หลังการปรับปรุง



KOKUYO - IK

DAILY CHECK PART INJECTION

Date ...../...../..... No : ..... Part : ..... Name : ..... Name : .....

Description/รายการ	Time/ เวลา																								
	07.00 น.	08.00 น.	09.00 น.	10.00 น.	11.00 น.	12.00 น.	13.00 น.	14.00 น.	15.00 น.	16.00 น.	17.00 น.	18.00 น.	19.00 น.	20.00 น.	21.00 น.	22.00 น.	23.00 น.	00.00 น.	01.00 น.	02.00 น.	03.00 น.	04.00 น.	05.00 น.	06.00 น.
S เวลาริ้ม/P เวลาหุด																									
short (ช็อต ไม่เต็ม)																									
Weld line (รอยประสาน)																									
Burr (บาริ)																									
Oil (รอยคราบน้ำมัน)																									
Black Dot (Crusher ไหม้)																									
Black Dot (Loss ที่ไหม้)																									
ฟองอากาศ/Air Bubber																									
Silver																									
แตก/Breah																									
บุบ/Dent																									
ดำไหม้/Smoke																									
เกทขาว/White Gate																									
รอยขีดข่วน																									
Set Up																									
Other (อื่นๆ)																									
Remark																									

Date ...../...../..... No : ..... Part : ..... Name : ..... Name : .....

Description/รายการ	Time/ เวลา																								
	07.00 น.	08.00 น.	09.00 น.	10.00 น.	11.00 น.	12.00 น.	13.00 น.	14.00 น.	15.00 น.	16.00 น.	17.00 น.	18.00 น.	19.00 น.	20.00 น.	21.00 น.	22.00 น.	23.00 น.	00.00 น.	01.00 น.	02.00 น.	03.00 น.	04.00 น.	05.00 น.	06.00 น.
S เวลาริ้ม/P เวลาหุด																									
short (ช็อต ไม่เต็ม)																									
Weld line (รอยประสาน)																									
Burr (บาริ)																									
Oil (รอยคราบน้ำมัน)																									
Black Dot (Crusher ไหม้)																									
Black Dot (Loss ที่ไหม้)																									
ฟองอากาศ/Air Bubber																									
Silver																									
แตก/Breah																									
บุบ/Dent																									
ดำไหม้/Smoke																									
เกทขาว/White Gate																									
รอยขีดข่วน																									
Set Up																									
Other (อื่นๆ)																									
Remark																									

หมายเหตุ : 1 O = OK , X = NG , - = Non Operation

2 ให้ระบุเวลาเริ่มงานและหยุดงานในช่อง S กรณีเริ่มP กรณีหยุด เช่น S=08.45 อยู่ในช่อง 07.00 น.,P=16.45 อยู่ในช่อง 11.00 น.และหากช่องงานว่างกันๆ

FM-U-004 Rev: 02

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล : นายสมยศ วงษ์น้อย

คุณวุฒิทางการศึกษา : พ.ศ. 2548 วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
พ.ศ. 2555 บริหารธุกิจมหาบัณฑิต สาขาการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประสบการณ์ทำงาน : พ.ศ. 2548 - พ.ศ. 2550 ตำแหน่งวิศวกร
บริษัทโคคูโย-ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด
: พ.ศ. 2550 - 2553 ตำแหน่งผู้ช่วยหัวหน้าฝ่ายวิศวกรรม
บริษัทโคคูโย-ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด
: พ.ศ. 2553 - ปัจจุบัน ตำแหน่งหัวหน้าฝ่ายวิศวกรรม
บริษัทโคคูโย -ไอเค (ประเทศไทย) จำกัด

ที่อยู่ : 817/3 หมู่ 7 หมู่บ้านพฤกษา 59 ถ.สุขุมวิท
ต. ท้ายบ้านใหม่ อ. เมืองสมุทรปราการ จ. สมุทรปราการ 10280

ที่ทำงาน : 529 หมู่ 4 นิคมอุตสาหกรรมบางปู ซอย 8 ซี
ต. แพรกษา อ. เมืองสมุทรปราการ จ. สมุทรปราการ 10280

เบอร์โทรศัพท์ : (+66) 0-859-200-754

อีเมล์ : vongnoy@hotmail.com