การปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ในกระบวนการฉีดพลาสติก โดยการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ

Product Quality Improvement in Plastic Injection Process by Statistical Quality Control

สุรศักดิ์ ชุบไธสง[1] และระพี กาญจนะ[2]

[1] หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, surasak_c@mail.rmutt.ac.th

[2] ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, rapee.k@en.rmutt.ac.th

---

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ในกระบวนการฉีดพลาสติกของบริษัทกรณีศึกษา สำหรับกรณีผลิตชิ้นงานใหม่โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ จากข้อมูลในอดีต พบของเสียเฉลี่ยอยู่ที่ 8,947 ppm เกินกว่าเป้าหมายที่บริษัทกำหนดไว้ที่ 3,000 ppm ขั้นตอนดำเนินงานวิจัยเริ่มต้นจากการใช้เครื่องมือคุณภาพ เพื่อค้นหาปัญหาและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาในกระบวนการผลิต ซึ่งพบว่าปัญหาประกายเงินเป็นปัญหาที่พบสูงสุด 95.60% ของปัญหาทั้งหมด และจากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาพบว่าสาเหตุหลักเกิดจากค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการฉีดพลาสติกไม่เหมาะสม เทคนิคการออกแบบการทดลองถูกนำมาใช้ในการหาค่าของปัจจัยที่เหมาะสม จากนั้นนำค่าที่ได้ไปทำการผลิตจริง การติดตามผลและควบคุมการผลิตอย่างต่อเนื่อง ทำโดยใช้แผนภูมิการควบคุม P-Chart หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการควบคุม ผลการดำเนินงานของชิ้นงานหมายเลข 1220402 พบว่าสามารถลดสัดส่วนของเสียปัญหาประกายเงินจาก 33,748 ppm ลดลงเหลือ 6,084 ppm และเมื่อพิจารณาจากสัดส่วนของเสียเฉลี่ยโดยรวมของยอดผลิตชิ้นงานใหม่ทั้งหมด ลดลงจากเดิม 8,947 ppm มาอยู่ที่ 2,320 ppm ซึ่งสามารถลดลงได้ 74.06% เป็นไปตามเป้าหมายที่ทางบริษัทกรณีศึกษากำหนดคือต้องน้อยกว่า 3,000 ppm

คำสำคัญ: การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ, การออกแบบการทดลอง, เครื่องมือคุณภาพ, กระบวนการฉีดพลาสติก

ABSTRACT

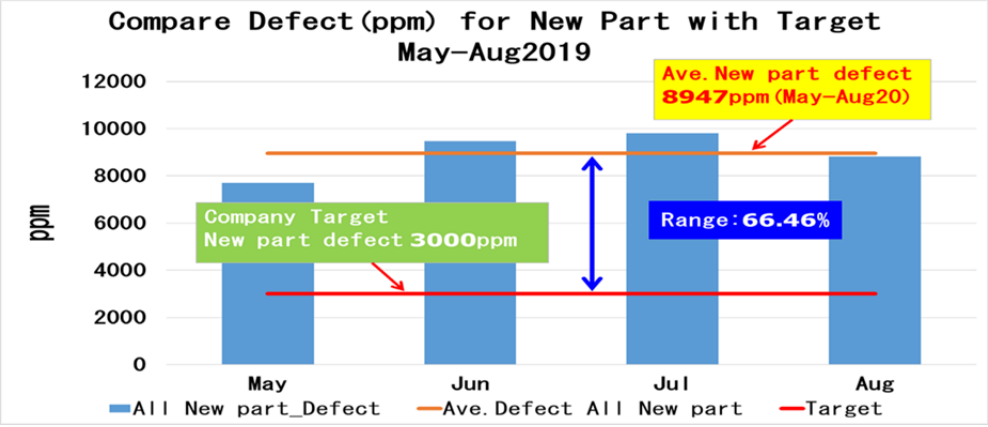
This research aims to improve the quality of product in plastic injection process of the case company for a new part production by applying the Statistical Quality Control technique. Based on the historical data, the average defects were found at 8,947 ppm, exceeding the company target at 3000 ppm. The research methodology started with applying the quality tools to find problem and to analyze the cause of problems in the production process. It found that the silver streak problem became the highest 95.60% of all defect problems and from the problem analysis; it also found that the main cause as a result of inappropriate parameters setting in the injection molding process. The design of experiment technique was then applied to find the suitable factor. After that, the suitable parameters were implemented for mass production. The P-Control Chart was used to monitor and control the production process continuously. After improvement the production processes and controls, the operation result of the part number 1220402 illustrated that the defect proportion of silver streak problems reduced from 33,748 ppm

to 6,084 ppm and when considering the overall average defect proportion of all new parts production, it decreased from 8,947 ppm to 2,320 ppm which can be reduced at 74.06 % achieved the company target which, must be less than 3,000 ppm.

Keywords: Statistical Quality Control, Design of Experiment, QC Tools, Plastic Injection Process

1. บทนำ

การแข่งขันในด้านคุณภาพและราคาของตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (Consumer Electronics) มีมาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ดังนั้นการออกผลิตภัณฑ์ใหม่ในแต่ละช่วงเวลาจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก หากผู้ประกอบการใดสามารถ ทำการผลิตภายใต้ต้นทุนที่ต่ำ และรักษาไว้ซึ่ง คุณภาพที่ดี ราคาที่ยอมรับได้ มีการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าตรงเวลา จะส่งผลต่อความพึงพอใจต่อลูกค้าและมีผลกำไรต่อองค์กร บริษัทกรณีศึกษาซึ่งเป็นบริษัท ลักษณะธุรกิจแบบ EMS (Electronics Manufacturing Service) โดยทำการประกอบผลิตภัณฑ์โทรศัพท์สำนักงานเพื่อการส่งออก ยังคงพบปัญหาในการผลิตชิ้นงานใหม่จากกระบวนการฉีดพลาสติก โดยพบของเสียเฉลี่ยโดยรวมเกินเป้าหมายที่กำหนดไว้คือ 3,000 ppm โดยปัจจุบันพบของสัดส่วนของเสียเฉลี่ยโดยรวม จากการผลิตชิ้นงานใหม่อยู่ที่ 8,947 ppm ตามรูปที่ 1 จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยและบริษัทกรณีศึกษา ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาจึงได้ศึกษาหาแนวทางเพื่อลดปริมาณสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการฉีดพลาสติก (อดิศักดิ์ นาวเหนียว, 2555) โดยการประยุกต์ใช้วิธีการควบคุมคุณภาพเชิงสถิต เพื่อเป็นแนวทางนำมาแก้ปัญหา และควบคุมคุณภาพ และการปรับปรุงในกระบวนการผลิต โดยอาศัยข้อมูลการผลิตของบริษัทกรณีศึกษาที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทางด้านคุณภาพ



รูปที่ 1 แสดงของเสียจากการผลิตชิ้นงานใหม่ ข้อมูลช่วงเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม 2562

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อการปรับปรุงคุณภาพ กระบวนการฉีดพลาสติกของบริษัทกรณีศึกษา โดยมีเป้าหมายคุณภาพสัดส่วนของเสียโดยรวมในการผลิตชิ้นงานใหม่ ต้องน้อยกว่า 3,000 ppm

3. การดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตที่มีเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด (วันชาติ แก้วยินดี, 2562) โดยใช้แนวคิดการประยุกต์ใช้หลักกการการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ การใช้เครื่องมือทางสถิติ QC Tool มาเพื่อเป็นแนวในการแก้ปัญหาลดสัดส่วนของเสียให้เป็นไปตามเป้าหมายที่บริษัทกรณีศึกษากำหนด โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน4ขั้นตอนดังนี้

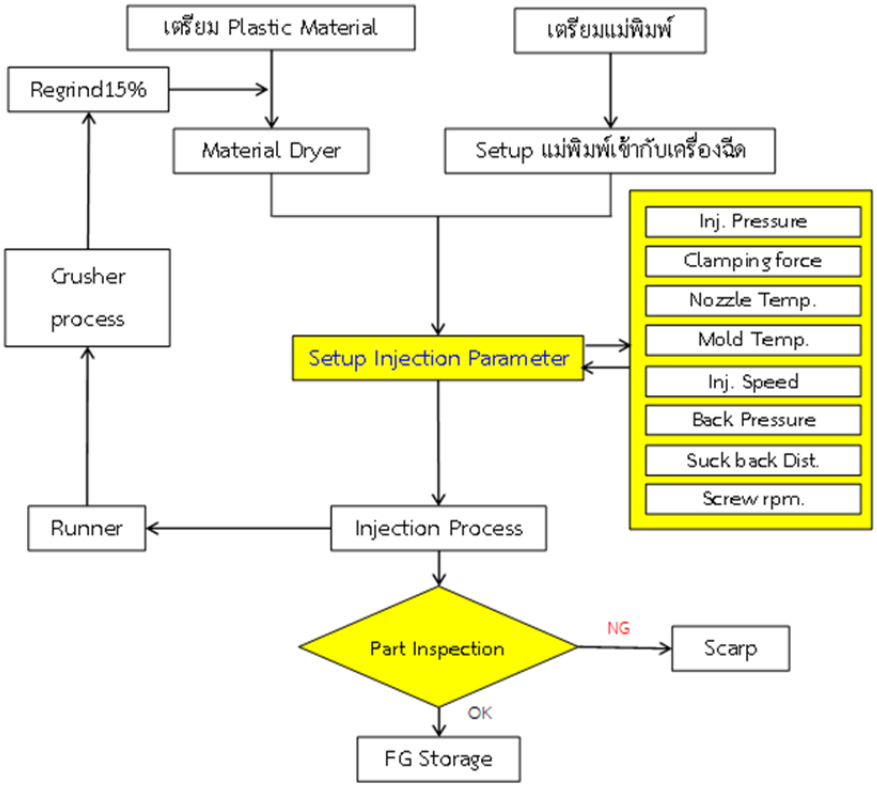
3.1 ศึกษาสภาพของกระบวนการผลิต และปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อกำหนดหัวข้อในการศึกษา

3.2 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่ทำการศึกษา

3.3 ตรวจสอบและดำเนินการแก้ไขปัญหา

3.4 ติดตามผล และควบคุมกระบวนการ

3.1 ศึกษากระบวนการฉีดพลาสติกของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อค้นหาปัญหาที่จะทำการปรับปรุงแก้ไข โดยกระบวนการฉีดพลาสติกของบริษัทกรณีศึกษามีขั้นตอนการไหลของการทำงาน (Flow chart) แสดงในรูปที่ 2 และผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมปัญหาด้านคุณภาพจากข้อมูลดำเนินงานในอดีต (Historical data) ของชิ้นงานจากกระบวนการฉีดพลาสติก สำหรับการผลิตงานใหม่ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-เดือนสิงหาคม 2562 รวมทั้งสิ้น 4 เดือน ได้ผลตามตารางที่ 1 ข้อมูลได้จากการรวบรวมจาก Check sheet บันทึกของเสียในระหว่างการผลิตชิ้นงานใหม่

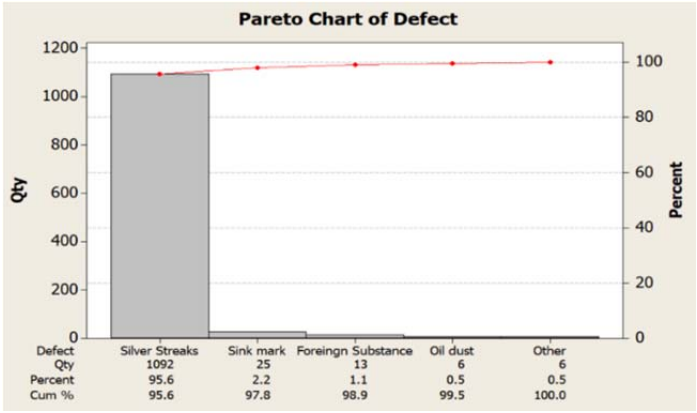


รูปที่ 2 Flow chart กระบวนการฉีดพลาสติก

ตารางที่ 1 จำนวนการผลิตและจำนวนของเสียโดยรวม ของชิ้นงานผลิตใหม่ ช่วงเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม 2562

Month	Output (Pcs.)	Defect (Pcs.)	NG Rate (%)	ppm
May	10,380	80	0.771%	7,707
Jun	8,440	80	0.948%	9,479
Jul	24,056	236	0.981%	9,810
Aug	84,845	746	0.882%	8,793
Average	**31,930**	**286**	**0.90%**	**8,947**

จากตารางที่ 1 พบว่าเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม 2562 มีสัดส่วนของเสียเฉลี่ยต่อเดือนของการผลิตชิ้นงานใหม่ในกระบวนการฉีดพลาสติก อยู่ที่ 8,947 ppm ซึ่งเกินกว่าเป้าหมายที่บริษัทกรณีศึกษากำหนดไว้คือ 3,000 ppm และจากปัญหาโดยรวมทั้งหมด พบว่า ปัญหาประกายเงินพบมากที่สุด แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ปัญหาของชิ้นงานผลิตใหม่ ช่วงเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม 2562

จากข้อมูลรูปที่ 3 พบว่าปัญหาประกายเงิน เป็นปัญหาหลักถึง 95.60% ของปัญหาทั้งหมด ด้วยเหตุนี้จึงได้เลือกปัญหาประกายเงิน มาทำการแก้ไขเป็นปัญหาแรก และจากการวิเคราะห์ข้อมูลของปัญหาประกายเงิน ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนสิงหาคม 2562 ตารางที่ 2 พบว่ามีชิ้นงานผลิตใหม่หลายชิ้นงานที่เกิดปัญหาประกายเงิน ดังนั้นจึงทำการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อดูว่าชิ้นงานใดที่ควรนำมาทำการแก้ไขก่อน

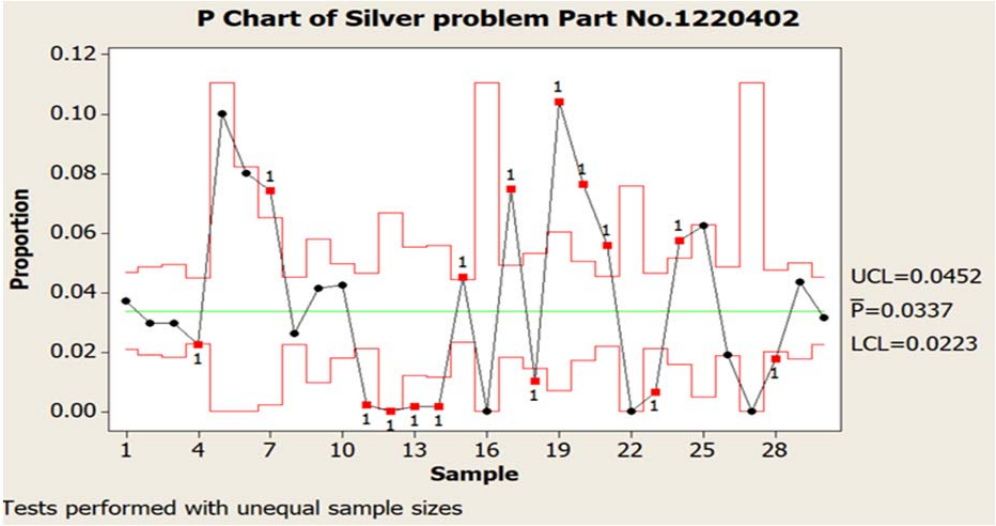
ตารางที่ 2 รายการชิ้นงานใหม่ที่พบปัญหาประกายเงินในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนสิงหาคม 2562

หมายเลขชิ้นงาน	จำนวนการผลิต	พบปัญหาประกายเงิน	
		จำนวน	ppm
1220368	8,666	5	577
1220370	10,433	12	1,150
1220374	15,684	4	255
1220377	802	2	2,494
1220378	9,202	1	109
1220384	15,049	7	465
1220402	32,357	1,092	33,748

จากตารางที่ 2 พบว่าชิ้นงาน 1220402 ได้เกิดปัญหาประกายเงินมากที่สุด 33,748 ppm ตามมาตรฐานการตรวจสอบแล้วจะต้องไม่พบปัญหาประกายเงินบนผิวของชิ้นงาน 1220402 ด้วยเหตุนี้จึงเลือกชิ้นงานหมายเลข 1220402 มาทำการศึกษาเพื่อแก้ปัญหา รูปที่ 4 แสดงลักษณะปัญหาประกายเงิน

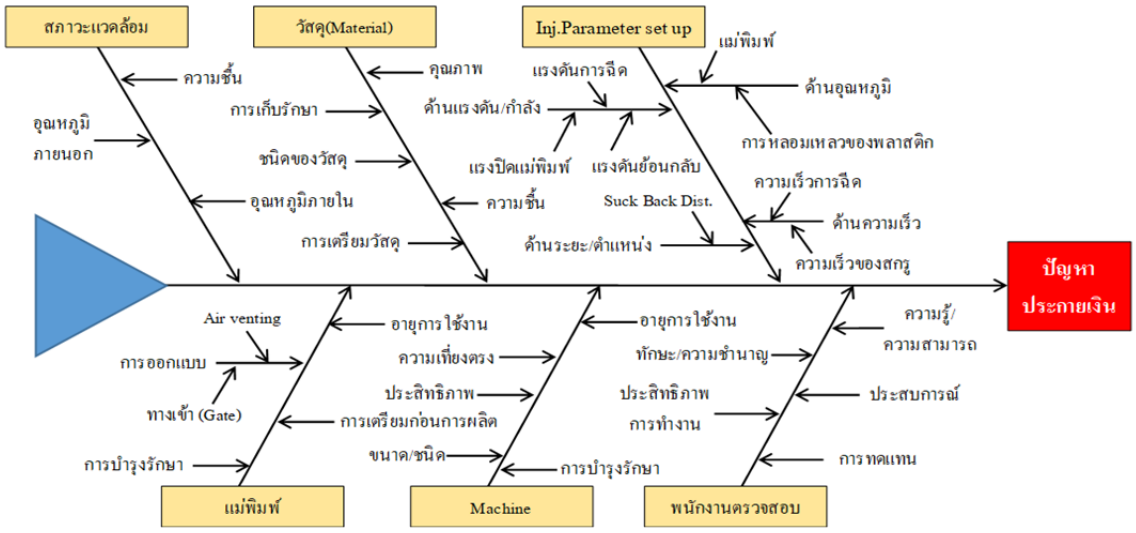
รูปที่ 4 แสดงลักษณะของปัญหาประกายเงินบนผิวของชิ้นงานหมายเลข 1220402

จากข้อมูลกระบวนการผลิต โดยนำแผนภูมิควบคุมชนิด P Chart มาใช้ในการตรวจสอบสัดส่วนของเสีย (Montgomery, 2009) ปัญหาประกายเงินของชิ้นงานหมายเลข 1220402 ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม-เดือนสิงหาคม 2562 พบว่า มีจุดตกออกนอกเส้นควบคุมบน (UCL) และเส้นควบคุมล่าง (LCL) บ่งชี้ให้ทราบว่ากระบวนการผลิตชิ้นงานหมายเลข 1220402 ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงปัญหาประกายเงินของชิ้นงานใหม่หมายเลข 1220402 ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนสิงหาคม 2562

3.2 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ได้ทำการระดมสมอง (Brainstorming) เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุประกอบด้วยผู้วิจัยและทีมงาน วิศวกร และผู้เชี่ยวชาญทุกส่วนที่เกี่ยวข้อง ได้นำแผนภูมิก้างปลา (Cause & Effect Diagram) มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาดังกล่าว และรวบรวมปัจจัยทั้งหมดที่อาจจะส่งผลกระทบต่อปัญหาประกายเงิน แสดงได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาประกายเงิน

จากผลการศึกษากระบวนการฉีดพลาสติกของบริษัทกรณีศึกษาในปัจจุบันตามรูปที่ 2 และจากวิเคราะห์แผนภูมิก้างปลาจากการระดมสมอง (Brainstorming) ได้นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ถึงระดับความสำคัญโดยใช้ตารางความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล (Cause & Effect Metric) ซึ่งเป็นเทคนิคช่วยในการบ่งชี้สาเหตุของปัญหาที่มีโอกาสเกิดขึ้น จากตารางที่ 3 พบว่าขั้นตอนหรือสาเหตุหลัก ที่อาจส่งผลต่อปัญหาประกายเงินมีอยู่สองขั้นตอนที่มีเปอร์เซ็นต์เกินกว่า 80% คือขั้นตอนการปรับตั้งค่าการฉีด (Injection parameter Setup) และกระบวนการตรวจสอบ (Part inspection) ด้วยเหตุนี้จึงเลือกปัจจัยทั้งสองมาทำการตรวจสอบและปรับปรุง (อดุลย์ จิตรอารีย์ และคณะ, 2556)

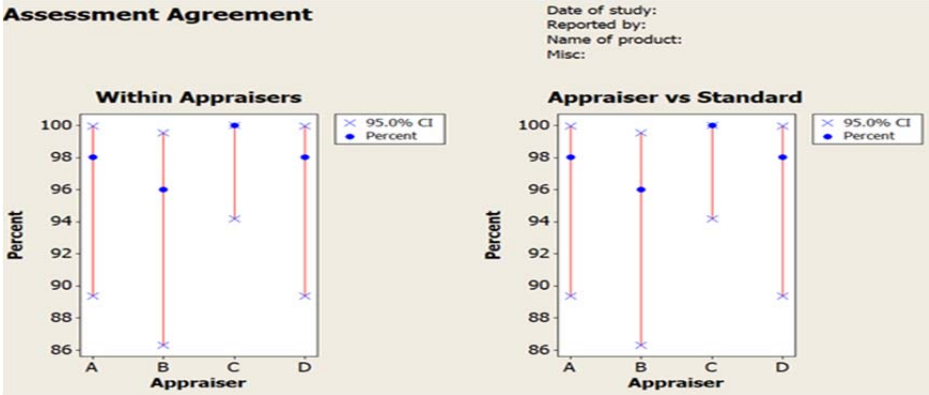
ตารางที่ 3 ผลของตารางความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผล (Cause & Effect Metric)

ลำดับที่	กลุ่มของปัจจัย	ทีมงาน วิศวกร ผู้เชี่ยวชาญ โดยเทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming)										คะแนนรวม (คะแนนเต็ม90)	%
		วิศวกร แม่พิมพ์	วิศวกร ฝ่ายผลิต	วิศวกร ควบคุมคุณภาพ	วิศวกร ออกแบบชิ้นงาน	หัวหน้าแผนก ฉีดพลาสติก	ผู้เชี่ยวชาญ เม็ดพลาสติก	ผู้เชี่ยวชาญ แม่พิมพ์	ผู้เชี่ยวชาญ ฉีดพลาสติก	ผู้จัดการ ฝ่ายวิศวกร	ผู้จัดการ ฝ่ายผลิต		
1	การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์	7	9	9	9	9	7	7	9	9	9	84	93.33%
2	พนักงานตรวจสอบ	7	8	9	7	7	7	7	9	9	7	77	85.56%
3	แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	7	7	7	7	5	5	7	5	5	5	60	66.67%
4	วัตถุดิบ (พลาสติก)	5	7	5	5	7	5	5	5	5	5	54	60.00%
5	เครื่องจักร												
	-เครื่องอบเม็ดพลาสติก	3	5	5	5	5	7	3	5	5	5	48	53.33%
	-เครื่องฉีดพลาสติก	3	5	5	3	3	3	3	3	3	5	36	40.00%
6	สภาวะแวดล้อม	1	3	3	1	3	3	1	3	1	3	22	24.44%

หลักเกณฑ์การให้คะแนน: 9 คะแนนส่งผลโดยตรงต่อปัญหา 100% 7 คะแนนส่งผลโดยตรงต่อปัญหา 80% 5 คะแนนส่งผลโดยตรงต่อปัญหา 60% 3 คะแนนส่งผลโดยตรงต่อปัญหา 40% และ 1 คะแนนส่งผลโดยตรงต่อปัญหา < 20%

3.3 ตรวจสอบและดำเนินการแก้ไขปัญหา ปัจจัยเกี่ยวกับพนักงานตรวจสอบ เพื่อลดแปรปรวนของกระบวนการ ขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มจากการประเมินความถูกต้องแม่นยำของระบบการวัด (MSA) การตรวจสอบของพนักงานที่ทำการตรวจสอบ ซึ่งใช้การประเมินและวิเคราะห์ระบบการวัดแบบข้อมูลตามลักษณะ (Attribute Agreement Analysis) โดยใช้มาตรฐานการประเมินระบบการวัดของบริษัทกรณีศึกษาโดยใช้ตัวอย่างทั้งหมด 50

ตัวอย่าง พนักงานตรวจสอบ 4 คน (A, B, C, D) และตรวจสอบคนละสามครั้ง ทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม Minitab ได้ผลแสดงตามรูปที่ 7



รูปที่ 7 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์การประเมินการวัด พบว่าพนักงานทั้ง 4 คนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา มาตรฐานคือเปอร์เซ็นต์ของการประเมินการวัดจะต้องได้ มากกว่า 90% ในทุกๆ ดัชนีการชี้วัดซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมพร วงษ์เพ็ง (2554)

สำหรับปัจจัยเกี่ยวกับการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์การฉีด (Injection Parameter Set up) พบว่ามีพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องที่อาจเป็นสาเหตุส่งผลต่อการเกิดปัญหาประกายเงิน โดยสามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ได้ 4 ส่วนดังนี้

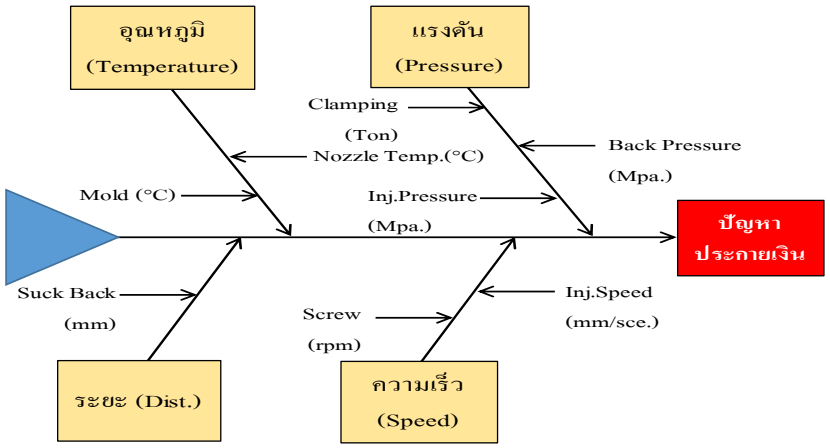
ส่วนที่ 1 พารามิเตอร์เกี่ยวกับด้านอุณหภูมิ ประกอบด้วย อุณหภูมิแม่พิมพ์และ อุณหภูมิหัวฉีด

ส่วนที่ 2 พารามิเตอร์เกี่ยวกับด้านความเร็ว ประกอบด้วย ความเร็วการฉีดและความเร็วรอบของสกรู

ส่วนที่ 3 พารามิเตอร์เกี่ยวกับด้านแรงดัน ประกอบด้วย แรงดันการฉีด แรงดันย้อนกลับ และแรงปิดแม่พิมพ์

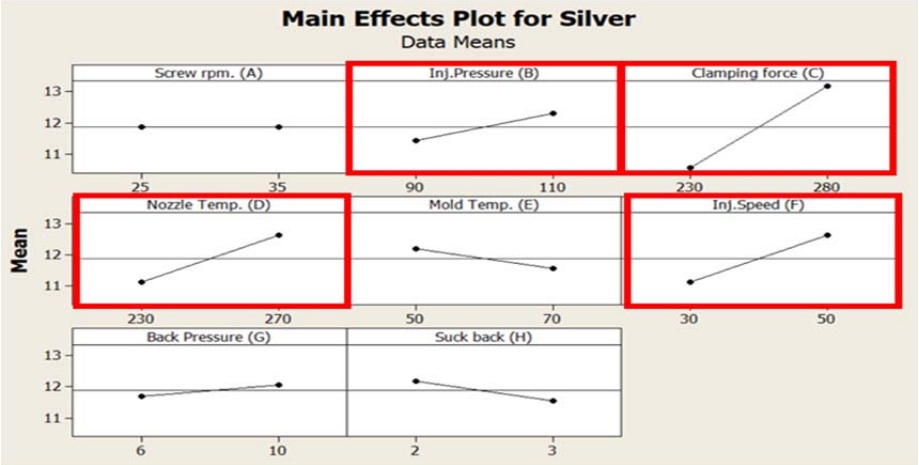
ส่วนที่ 4 พารามิเตอร์เกี่ยวกับระยะ ตำแหน่ง ประกอบด้วย ระยะ Suck back

จากการระดมสมองระหว่างทีมงาน วิศวกร และผู้เชี่ยวชาญ ได้คัดเลือกค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องทั้งสี่ส่วนนำไปใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองเบื้องต้น เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ซึ่งสามารถแสดงปัจจัยที่นำเข้าเพื่อทำการออกแบบการทดลองเบื้องต้น เป็นแผนภูมิก้างปลาได้ดังรูปที่ 8



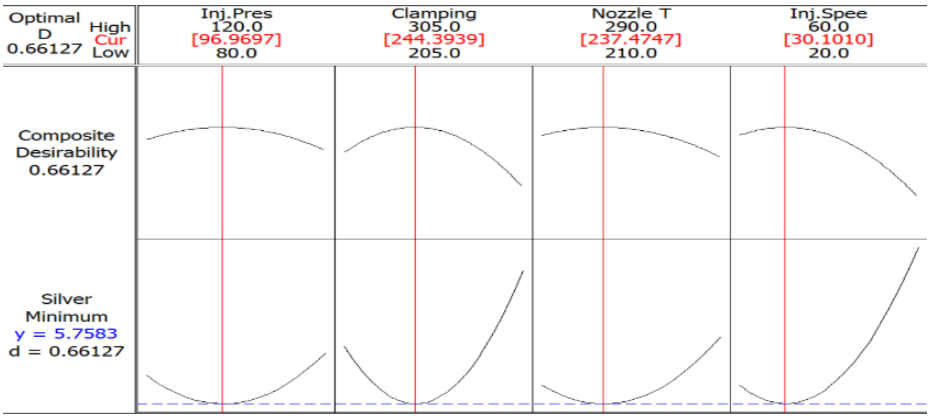
รูปที่ 8 แผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาประกายเงินแสดงถึงปัจจัยที่นำเข้าการออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลองเบื้องต้น (Screening Experiment) ได้นำปัจจัยนำเข้าทั้ง 8 ปัจจัยมาทำศึกษาเพื่อลดจำนวนของปัจจัย (Montgomery, 2013) โดยการใช้การทดลองแบบ 2^{8-3} Fraction Factorial แต่ละปัจจัยมีสองระดับ ทำการทดลองจำนวน 1 Replicate 32 Run ใช้ตัวอย่างในการทดลองจำนวน 500 ชิ้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (α=0.05) ผลจากการทดลอง พบว่า เหลือปัจจัยหลัก (Main Effect) รูปที่ 9 ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาประกายเงิน อยู่ 4 ปัจจัยคือ แรงดันในการฉีด (Inj. Pressure) (B), แรงปิดแม่พิมพ์ (Clamping force) (C), อุณหภูมิที่หัวฉีด (Nozzle Temp.) (D) และความเร็วในการฉีด (Inj. Speed) (F)



รูปที่ 9 Main Effect plot

หลังจากนั้นได้นำปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อปัญหาประกายเงินที่ได้จากการทดลองเบื้องต้นทั้ง 4 ปัจจัยมาทำการวิเคราะห์โดยใช้การออกแบบการทดลองแบบ Central Composite (CCD) โดยเพิ่มการทดลองที่จุดศูนย์กลาง ทำการทดลองจำนวน 1 Replicate 31 Run ใช้ตัวอย่างในการทดลองจำนวน 500 ชิ้น ในแต่ละการทดลอง ที่ระดับนัยสำคัญ0.05 (α=0.05) เพื่อหาระดับของปัจจัยที่เหมาะสม หลังจากวิเคราะห์ผลการทดลองโดยโปรแกรม Minitab พบว่า ผลการทดลองมีความเชื่อถือได้ โดยพิจารณาจากค่า Lack of Fit ที่มากกว่าค่า α=0.05 (0.471 > 0.05) จึงนำข้อมูลดังกล่าวไปหาค่าที่เหมาะสม Response Optimization เพื่อที่จะได้ค่าระดับของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปัญหาประกายเงินที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (α = 0.05) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงตาม รูปที่ 10



รูปที่ 10 ระดับของปัจจัยที่เหมาะสมที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (α = 0.05)

จากการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Minitab เพื่อหา Response Optimization ของทั้ง 4 ปัจจัยพบว่าค่าที่เหมาะสมสำหรับปัจจัย Inj. Pressure เท่ากับ 96.96 Mpa. Clamping force เท่ากับ 244.39 Ton Nozzle Temp เท่ากับ 237.47°C และปัจจัย Inj. Speed ที่ 30.10 mm./Sec ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ ($\alpha = 0.05$) และนำค่าที่ได้ไปทำการทดลองเพื่อยืนยันผลกับชิ้นงาน 1220402 ดังตารางที่ 4 ในช่วงการผลิตระหว่างเดือนกันยายน-ตุลาคม 2562

ตารางที่ 4 ระดับของปัจจัยที่นำไปทดลองเพื่อยืนยันผล

Factors (Symbol)	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	Unit
Screw rpm. (A)**	30	25	rpm
Inj. Pressure (B)*	110	97	Mpa
Clamp. force (C)*	260	240	Ton
Nozzle Temp. (D)*	260	237	°C
Mold Temp. (E)**	60	70	°C
Inj. Speed (F)*	43	30	mm./Sec
Back Pressure (G)**	6	6	Mpa
Suck back Distance (H)**	3	3	mm.

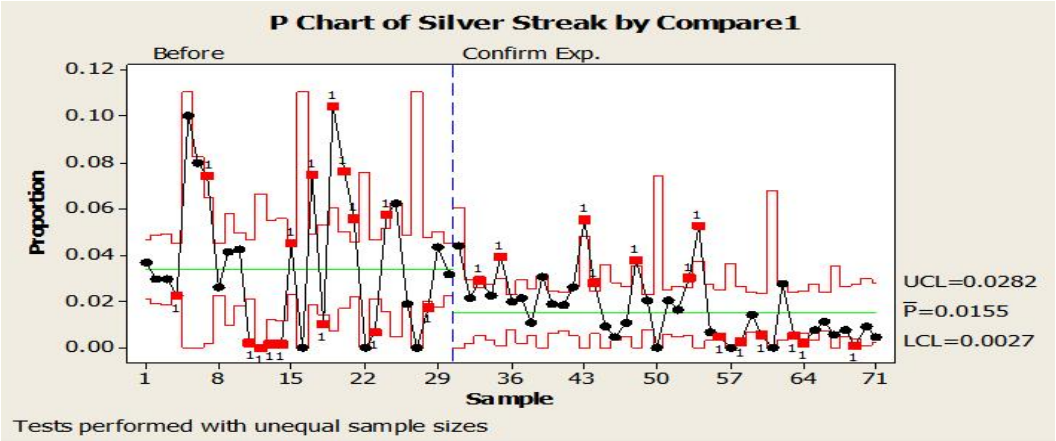
หมายเหตุ * ปัจจัยที่มีนัยสำคัญ **ปัจจัยที่ไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ในการทดลองยืนยันผลได้ใช้แผนภูมิ P Chart เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย เปรียบเทียบกับจำนวนสัดส่วนของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 5 และรูปที่ 11 ดังนี้

ตารางที่ 5 ผลการทดลองยืนยันหลังจากการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ในช่วงเดือนกันยายน-เดือนตุลาคม 2562

สภาวะ	หมายเลขชิ้นงาน	จำนวนการผลิต	ปัญหาประกายเงิน		P Chart Control		
			จำนวน	ppm	UCL	CL	LCL
ก่อนการปรับปรุง	**1220402**	32,357	1,092	33,748	0.0452	0.0337	0.0223
การทดลองยืนยันผล (หลังการปรับปรุง)		42,878	663	15,462	0.0282	0.0155	0.0027
ผลการเปรียบเทียบ			ลดลง	18,286	0.017	0.0182	0.0196

จากผลการทดลองเพื่อยืนยันช่วงเดือนกันยายน-เดือนตุลาคม 2562 พบว่าสามารถลดสัดส่วนของเสียจากปัญหาประกายเงินของชิ้นงาน 1220402 ลงได้ 18,286 ppm หรือคิดเป็น 54.18%



รูปที่ 11 ผลการทดลองการยืนยันผล เปรียบเทียบกับสัดส่วนของเสียก่อนการปรับปรุง โดย P Chart ข้อมูลในช่วงเดือนกันยายน-เดือนตุลาคม 2562

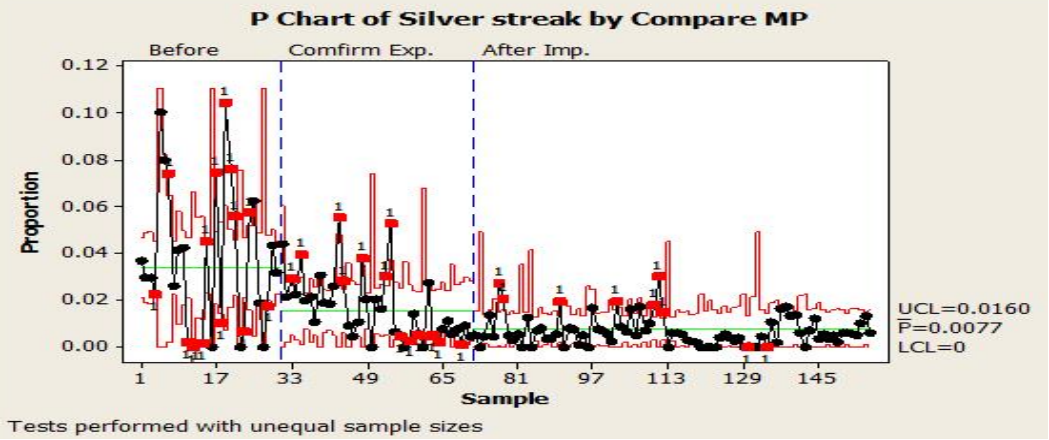
จากผลการทดลองเพื่อยืนยันผลที่ได้สำหรับชิ้นงาน 1220402 พบว่าสัดส่วนของเสียปัญหาประกายเงิน อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือลดลงจากเดิม 54.18% ดังนั้นทางบริษัทกรณีศึกษา จึงได้นำค่าปัจจัยดังกล่าวมาปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เครื่องฉีดพลาสติกเพื่อทำการผลิตจริง Mass Production

3.4 ติดตามผล และควบคุมกระบวนการ หลังจากได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม และทำการทดลองยืนยันผล โดยได้นำค่าพารามิเตอร์ใหม่ไปปรับใช้ในส่วนของชิ้นงานหมายเลข 1220402 ที่ทำการผลิตแบบ Mass Production และทำการตรวจสอบของเสียที่เป็นปัญหาประกายเงิน ตามจำนวนการผลิตประจำเดือนช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 - เดือนมีนาคม2563 ทำการติดตามผลโดยใช้แผนภูมิ P Chart ในการควบคุมสัดส่วนของเสียจากปัญหาประกายเงิน ได้ผลตามตารางที่ 6 และรูปที่ 12

ตารางที่ 6 ผลจากการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ (±5%) ที่ใช้ในการผลิต Mass Production ของชิ้นงาน 1220402 ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 - เดือนมีนาคม 2563

สภาวะ	หมายเลขชิ้นงาน	จำนวนการผลิต	ปัญหาประกายเงิน		P Chart Control		
			จำนวน	ppm	UCL	CL	LCL
ก่อนการปรับปรุง	1220402	32,357	1,092	33,748	0.0452	0.0337	0.0223
การทดลองยืนยันผล (หลังการปรับปรุง)		42,878	663	15,462	0.0282	0.0155	0.0027
ผลการผลิตจริง (หลังการปรับปรุง)		106665	723	6,778	0.0160	0.0077	0

ผลที่ได้จากการผลิต Mass Production โดยใช้ค่าพารามิเตอร์หลังจากการปรับปรุงโดยการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์สามารถปรับการตั้งได้ (±5%) จากค่าหลังจากการปรับปรุงที่กำหนดให้จากตารางที่4 พบว่าสามารถลดสัดส่วนของเสียของชิ้นงาน 1220402 จากปัญหาประกายเงินลดลงจาก 33,748 ppm มาอยู่ที่ 6,778 ppm ซึ่งสามารถลดลงได้ 26,970 ppm หรือคิดเป็น 79.92% เมื่อเทียบกับค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ก่อนการปรับปรุง



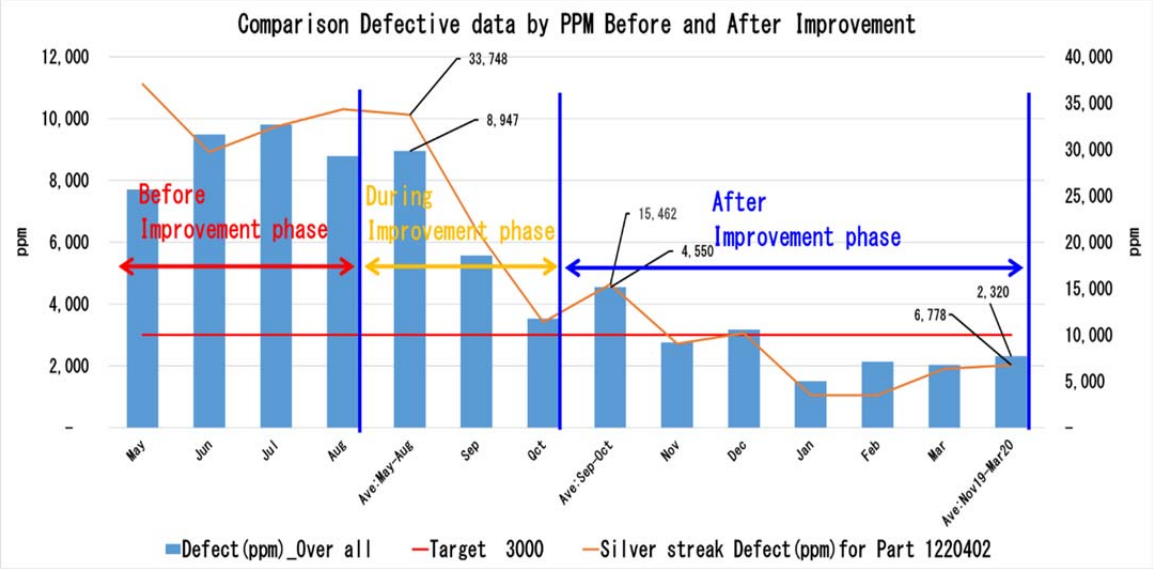
รูปที่ 12 ผลการติดตาม Mass Production เปรียบเทียบสัดส่วนของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง โดย P Chart ข้อมูลช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 – เดือนมีนาคม 2563

4. ผลการวิจัย

ผลจากการปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติก โดยอาศัยหลักการของการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อทำการลดสัดส่วนของเสีย โดยมีเป้าหมายคุณภาพในการผลิตชิ้นงานใหม่ของเสียเฉลี่ยโดยรวมต้องน้อยกว่า 3,000 ppm จากการลดสัดส่วนของเสียของชิ้นงาน 1220402 ในส่วนของปัญหาประกายเงินลงจาก 33,748 ppm ลงมาอยู่ที่ 6,778 ppm หรือคิดเป็น 79.92% พบว่าสามารถลดสัดส่วนของเสียเฉลี่ยโดยรวมของปัญหาทั้งหมดลงได้ จาก 8,947 ppm ลดลงมาอยู่ที่ 2,320 ppm หรือคิดเป็นลดลง 74.06% ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของบริษัทกรณีศึกษากำหนด แสดงได้ตามตารางที่ 7 และรูปที่ 13

ตารางที่ 7 แสดงผลการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละช่วงเวลาก่อนและหลังการปรับปรุงของสัดส่วนของเสียทั้งหมด

Comparison overall defective for New Part					
Period	Month	Production	Defective(Pcs.)	NG Rate(%)	ppm
Before Improvement	May'19	10380	80	0.771%	7707
	June'19	8440	80	0.948%	9479
	July'19	24056	236	0.981%	9810
	August'19	84845	746	0.879%	8793
	Average	31930	286	0.895%	8947
During Imp.	Sep'19	70196	391	0.557%	5570
	Oct'19	92045	325	0.353%	3531
	Average	81121	358	0.455%	4550
After Improvement	Nov'19	89542	247	0.276%	2758
	Dec'19	95344	303	0.318%	3178
	Jan'20	53870	81	0.150%	1504
	Feb'20	47783	102	0.213%	2135
	Mar'20	43891	89	0.203%	2028
	Average	66086	164	0.232%	2320



รูปที่ 13 กราฟเปรียบเทียบแสดงผลการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละช่วงเวลา ก่อนและหลังการปรับปรุง สัดส่วนของเสียทั้งหมด และสัดส่วนของเสียชิ้นงาน 1220402 สำหรับปัญหาประกายเงิน

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลจากลดสัดส่วนของเสียของกระบวนการฉีดพลาสติก โดยใช้เทคนิคการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ เพื่อทำการปรับปรุงกระบวนการฉีดพลาสติก แสดงให้เห็นว่าเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมคุณภาพ ซึ่งสามารถชี้บ่งถึงปัญหาหลักที่จะต้องทำการแก้ไข และสามารถวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาได้ ตลอดจนมีการติดตามผลและควบคุมกระบวนการผลิตให้ดีอย่างต่อเนื่อง เพื่อรักษาระดับความสามารถของกระบวนการในการผลิต เพื่อรักษาสัดส่วนของเสียให้อยู่ในการควบคุม และหากในกรณีสัดส่วนของเสียมีการเปลี่ยนแปลงไป เทคนิคการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ SPC จะสามารถช่วยตรวจจับการเปลี่ยนแปลงและดำเนินการแก้ไขก่อนที่จะเกิดความเสียหายได้ โดยการยืนยันจากผลการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษาที่เป็นจริง คือสามารถลดสัดส่วนของเสียเฉลี่ยโดยรวมลงจาก 8,947 ppm ลดลงมาที่ 2,320 ppm หรือลดลงคิดเป็น 74.06% และสามารถควบคุมกระบวนการให้มีคุณภาพอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะสำหรับบริษัทกรณีศึกษา สามารถนำเทคนิคและวิธีการ ขั้นตอนการดำเนินงานไปขยายผลเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาอื่นๆได้ จะเห็นได้จากการนำหลักการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติที่ช่วยทำให้สามารถลดของเสียจากกระบวนการฉีดพลาสติกจาก 9.72% ลดลงมาที่ 8.75% และจาก 13.49% ลดลงมาที่ 7.40% ดังงานวิจัยของ Khawaja Mubeenur Rahman (2018) และ Jafri Mohd Rohani (2001) ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

วันชาติ แก้วยินดี. (2562). *การลดปริมาณตำหนิจากกระบวนการย้อมและตกแต่งสำเร็จในโรงงานตัวอย่างโดยหลักการ DMAIC* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).

สมพร วงษ์เพ็ง. (2554). *การประยุกต์ใช้เทคนิคซิกซ์ซิกม่า เพื่อลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).

อดิศักดิ์ นาวเหนียว, บรรหาญ ลิลา และ วิศณุ บุญรอด. (2555). การควบคุมคุณภาพการผลิตด้วยเทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2555*. สืบค้นจาก http://www.dms.eng.su.ac.th/filebox/FileData/QMS034.pdf

อดุลย์ จิตรอารี, ศรีไร จารุภิญโญ และระพี กาญจนะ. (2556). "การออกแบบการทดลองเพื่อการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเสียรูปในการจำลองกระบวนการฉีดชิ้นส่วนพลาสติก ABS". *วารสารสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น : วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี 1,(2) (ก.ค.-ธ.ค. 2556), 68-73.*

Jafri Mohd Rohani, Chan Kok Teng. (2001). *Statistical Process Control (SPC) applied in plastic injection moulded lenses* (Research report, Fakulti Kejuruteraan Mekanikal University) Teknologi Malaysia.

Khawaja Mubeenur Rahman. (2018). *A Study on Quality Control Techniques in Plastic Injection Moulding at Pune* (Pune, India International Research Journal of Management and Commerce).

Montgomery, D.C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control* (6th ed.). Jefferson City: John Wiley&Sons.

Montgomery, D.C. (2013). *Design and Analysis of Experiments.* (8th ed.). Jefferson City: John Wiley&Sons.