การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ
24-26 ตุลาคม 2550

การประยุกต์ใช้หลักการซิกซ์ซิกมา เพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดจากระบบเติมหมึก

Application of Six Sigma Approach to Reduce the Defective Ink Refill System

สุพัฒตรา เกษราพงศ์[1*] สิทธา จงรักษ์[2] ธนนท์ เพ็ชรขาว[3] เสริมศักดิ์ ศักดิ์สุริยา[4]
[1,2,3,4]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม กรุงเทพฯ 10900
E-mail: Suphattra.ke@spu.ac.th[*]

Suphattra katesarapong[1*] Sitta Jongruk[2] Tanon Phetkhao[3] Sermsug Sugsuriya[4]
[1]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Sripatum University, Bangkok 10900
E-mail: Suphattra.ke@spu.ac.th[*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางการควบคุมคุณภาพในการลดของเสียที่เกิดจากระบบเติมหมึกโดยใช้หลักการซิกซ์ซิกมา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ การกำหนดนิยามของปัญหา (Define), การวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุของปัญหา (Measure), การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze), การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve) และการควบคุมตัวแปร (Control) ขั้นตอนเริ่มต้นของการศึกษาได้ทำการศึกษาความแม่นยำและความถูกต้องของระบบการวัด การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยแผนภาพแสดงเหตุและผล หาความรุนแรงของปัญหาด้วย FMEA ทำการปรับปรุงเพื่อลดสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นเพียง 80% แรกของสาเหตุทั้งหมด และจัดทำมาตรการควบคุมและป้องกันปัญหา หลังจากปรับปรุงคุณภาพพบว่าสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการลดลงในตลับหมึกรุ่น HPC6615A และ HP51645A จาก 73,276 PPM เป็น 33,245 PPM เมื่อเปรียบเทียบในระดับ σ สามารถปรับปรุงจาก 2.96σ เป็น 3.33σ, ตลับหมึกรุ่น HPC8727A และ HPC6656A จาก 70,513 PPM เป็น 45,249 PPM เมื่อเปรียบเทียบในระดับ σ สามารถปรับปรุงจาก 2.96σ เป็น 3.18σ, ตลับหมึกรุ่น HPC8728A และ HPC6657A จาก 146,667 PPM เป็น 87,819 PPM เมื่อเปรียบเทียบในระดับ σ สามารถปรับปรุงจาก 2.55σ เป็น 2.86σ และตลับหมึกรุ่น HPC1823A, HPC6625A และ HP6578A จาก 130,326 PPM เป็น 92,593 PPM เมื่อเปรียบเทียบในระดับ σ สามารถปรับปรุงจาก 2.62σ เป็น 2.82σ

คำหลัก ซิกซ์ซิกมา, การลดปริมาณของเสีย, ระบบเติมหมึก

Abstract

This research has the objective to purpose the guidelines of quality control in defect reduction from Ink Refill system by applying six sigma approach. It consist of the following five steps; definition, measurement, analysis, improvement and control. The first step of the research is to study precision and accuracy of measuring system and brain storming to look for the causes of the problem by using Cause and Effect Diagram and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Researcher improved the process in order to reduce defective ratio and constructed controllable standard and prevented the problems. The results of the research discovered the following, defective ratio of HPC6615A and HP51645A changed from 73,276 PPM to 33,245 PPM (in σ level from 2.96σ to 3.33σ), HPC8727A and HPC6656A changed from 70,513 PPM to 45,249PPM (in σ level from 2.96σ to 3.18σ), HPC8728A and HPC6657A changed from 146,667 PPM to 87,819 PPM (in σ level from 2.55σ to 2.86σ), HPC1823A, HPC6625A and HP6578A changed from 130,326 PPM to 92,593 PPM (in σ level from 2.62σ to 2.82σ)

Keywords: Six Sigma, Defect Reduction, Ink Refill System,

1. บทนำ

จากการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ตลาดตลับหมึก พบว่า ตลับหมึก Inkjet Cartridge ของแท้นั้นมีราคาสูงเท่ากับ 50% ของราคาเครื่อง Printer ดังนั้นถ้าสามารถนำตลับหมึก Inkjet ของแท้กลับมาผลิตซ้ำ และได้คุณภาพสินค้าที่ดีเท่ากับของแท้ แต่ราคาถูกลง 30% - 40% เมื่อเปรียบเทียบกับตลับหมึกของแท้ และชุดเติมหมึก (Refill Kit) จะทำให้ผู้บริโภคหันมาใช้สินค้า Remanufactured Inkjet Cartridge มากขึ้น

ผลิตภัณฑ์ Remanufactured Inkjet Cartridge คือ การนำตลับหมึกเปล่าอิงค์เจ็ทที่ถูกใช้งานแล้วมาเติมน้ำหมึกเข้าไปใหม่ (Refill) จากกระบวนการผลิตพบว่าปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มสูงขึ้นจากการเติมน้ำหมึกด้วยเครื่องจักร ส่งผลให้บริษัทมีกำไรน้อยลง ประกอบกับบริษัทต้องรับภาระในส่วนราคาตลับหมึกที่รับซื้อเข้ามาในราคาที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง งานวิจัยนี้ได้นำหลักการ ซิกซ์ซิกมา มาประยุกต์ใช้เพื่อหาสาเหตุหลักของของเสีย และลดปริมาณของเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต

2. วิธีการวิจัยและผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำหลักการ ซิกซ์ซิกมา มาประยุกต์ใช้ ซึ่ง Forrest W.Breyfogale ได้อธิบายถึงการใช้หลักการของซิกซ์ซิกมาว่า ประกอบไปด้วยเครื่องมือทางสถิติแบบธรรมดาไปจนถึงสถิติขั้นสูง โดยผู้ปฏิบัติสามารถทำการคัดเลือกเครื่องมือให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละปัญหา หลักการของซิกซ์ซิกมาประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1.การกำหนดนิยามของปัญหา (Define) คือ ขั้นตอนของการนิยามหรือกำหนดปัญหา เลือกโครงการที่ทำการปรับปรุง หรือออกแบบโดยเน้นความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก

2.การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure) คือ ขั้นตอนการวัด เช่น วัดความสามารถของกระบวนการ วัดของเสีย ฯลฯ เพื่อนำมาวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ

3.การวิเคราะห์ความรุนแรงของสาเหตุของปัญหา (Analyze) คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ เพื่อหาหรือพิสูจน์ตัวแปรที่สำคัญที่สุดในกระบวนการที่เป็นต้นตอสาเหตุของปัญหา

4.การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve) คือ ขั้นตอนการปรับปรุงหลังจากที่จับตัวแปรที่มีความสำคัญเพื่อขจัดสาเหตุที่วิเคราะห์ได้

5.การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ (Control) คือ ขั้นตอนของการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้กระบวนการนั้นนิ่งหมายถึง อยู่ภายใต้การควบคุมอย่างสม่ำเสมอ

2.1 การกำหนดนิยามของปัญหา (Define)

งานวิจัยเริ่มต้นจากการแต่งตั้งทีมงานของบริษัท ทำการระดมสมอง (Brainstorming) ร่วมกัน เพื่อนิยามปัญหา พบว่า ปัญหาหลัก คือ ปริมาณของเสียที่เกิดจากการเติมน้ำหมึกด้วยเครื่องจักรมีแนวโน้มสูงขึ้น ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า ดังนั้นทางทีมงานได้เลือกตลับหมึกยี่ห้อ HP ซึ่งมี 9 รุ่น ที่มีปริมาณการผลิต และยอดการสั่งซื้อสูงที่สุด จากนั้นทางทีมวิจัยทำการจัดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ชนิดของสีน้ำหมึก, ลักษณะของรูปทรงของตลับหมึก และเปอร์เซ็นต์ของของเสียเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง สามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. HP C6615A และHP 51645A (ตลับหมึกดำ)
2. HP C8727A และHP C6656A (ตลับหมึกดำ)
3. HP C8728A และHP C6657A (ตลับหมึกสี)
4. HP C1823A, HP C6625A และHP 6578A (ตลับหมึกสี)

หลังจากนั้นทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มเป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยสร้างใบตรวจสอบ (Check Sheet) พบว่าของเสียในแต่ละกลุ่มของตลับหมึกอยู่ที่ระดับ σ ไม่ถึง 3σ ดังตารางที่ 1 ซึ่งปกติโรงงานโดยทั่วไปควรมีระดับมาตรฐานของการควบคุมอยู่ที่ 3σ คือมีจำนวนของเสียไม่เกิน 66,810 PPM ดังนั้นทางทีมงานตั้งเป้าหมายที่จะแก้ไขปรับปรุงกระบวนการเพื่อให้มีระดับมาตรฐานที่สูงขึ้น

ตารางที่ 1 ระดับของเสียของตลับหมึกในแต่ละกลุ่มก่อนทำการปรับปรุง

กลุ่มที่	PPM	ระดับ σ
1	73,276	2.96σ
2	70,513	2.96σ
3	146,667	2.55σ
4	130,326	2.62σ

2.2 การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure)

ทีมวิจัยเริ่มจากศึกษาและทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตอย่างละเอียดของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม เพื่อสามารถระบุปัญหา ซึ่งก่อให้เกิดข้อบกพร่องได้อย่างชัดเจน ว่าขั้นตอนใดมีโอกาสก่อให้เกิดข้อบกพร่อง เพื่อทำการวิเคราะห์สาเหตุ พบว่าระบบเติมหมึกประกอบด้วย 8 กระบวนการตามลำดับ คือ 1.การตรวจสอบเครื่องจักร 2.การไล่ฟองอากาศในท่อทางเดินน้ำหมึก 3.การตรวจสอบตลับหมึก 4.การขนย้ายตลับหมึก 5.การ Vacuum อากาศในตลับหมึก 6.การ test print 7.การติดบลูเทป และ 8.การจัดเก็บ หลังจากทำการศึกษากระบวนการได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาของเสียในแต่ละกระบวนการ พบว่าปัญหาของเสียเกิดขึ้นหลายลักษณะในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นจึงใช้หลักการของพาเรโต้จัดลำดับความสำคัญของปัญหาและเลือกปัญหาตามหลัก 80% ในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทำการแก้ปัญหาที่มีความสำคัญก่อน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปัญหาหลักที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่ม	กระบวนการ	ปัญหา	%
1	1,2,3,4,5	เส้นขาดเล็ก ๆ	50.00
	4,8	เส้นแตก	33.33
2	1,2,3,4	เส้นขาดเล็ก ๆ	55.55
	3,4,6,8	เครื่อง print test ไม่รับ	36.36
3	1,3	สีปน	71.43
	2,3,4	เส้นขาดเล็ก ๆ	14.29
4	1,3	สีปน	77.78
	1,2,3,4	เส้นขาดเล็ก ๆ	11.11

2.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze)

จากการศึกษากระบวนการผลิตแต่ละกระบวนการอย่างละเอียดพบว่าปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการเติมน้ำหมึกด้วยเครื่องจักรของตลับหมึกทั้ง 4 กลุ่ม เกิดปัญหารูปแบบความล้มเหลวที่เกิดคล้าย ๆ กัน หลังจากนั้นผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญในกระบวนการผลิตได้ระดมความคิดโดยใช้ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาพบว่าสาเหตุของปัญหาเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ ต่อจากนั้นผู้วิจัยได้นำสาเหตุดังกล่าวมาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์รูปแบบของการเสียและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis) ช่วยในการวิเคราะห์สาเหตุโดยเทคนิค FMEA เป็นการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่า RPN ซึ่งเกิดจากผลคูณขององค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ คือ 1.ค่าความรุนแรง (Severity :S), ค่าความถี่ในการเกิดปัญหา (Occurrence :O) และค่าความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่อง (Detection :D) ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญได้ระดมสมองเพื่อตั้งเกณฑ์ค่า S, O และค่า D ซึ่งอยู่ในระดับคะแนน 1 ถึง 10 คะแนน และทำการประเมินค่า RPN ของรูปแบบของเสียของกระบวนการผลิตในปัจจุบัน จากตาราง PFMEA พบว่า สาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียมีหลายสาเหตุ ซึ่งส่งผลต่อค่า RPN จึงได้นำค่า RPN มาพล็อตกราฟพาเรโต้เพื่อช่วยในการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาโดยใช้หลัก 80% ในแต่ละกระบวนการ ได้สาเหตุของปัญหาหลักแสดงดังตารางที่ 3

2.4 การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve)

ในการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการต้องใช้การพิสูจน์ทางสถิติ เพื่อยืนยันว่าการปรับปรุงแก้ไขสามารถปรับปรุงและลดของเสียได้ งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบของของเสีย และผลกระทบในกระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิค FMEA เพื่อวัดค่า RPN หลังทำการปรับปรุง ซึ่งวิธีการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการแสดงดังตารางที่ 3

2.5 การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ (Control)

งานวิจัยนี้ได้นำแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (แผนภูมิ P Chart) มาใช้ในการควบคุมสัดส่วนของเสียที่เกิดจากข้อบกพร่องต่าง ๆ และแผนภูมิควบคุมร้อยละของเสียมาใช้การควบคุมสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์ในแต่ละล๊อต ผลการควบคุมดังกล่าวพบว่าระดับของเสียลดลงทำให้ค่า σ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มหลังการปรับปรุงมีค่าเพิ่มขึ้นแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับของเสียของตลับหมึกในแต่ละกลุ่มหลังทำการปรับปรุง

กลุ่มที่	PPM	ระดับ σ
1	33,245	3.33σ
2	45,249	3.18σ
3	87,819	2.86σ
4	92,593	2.82σ

ตารางที่ 3 แสดงรูปแบบความล้มเหลว สาเหตุ และการปรับปรุงแก้ไขของกระบวนการที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในกลุ่มตัวอย่าง

กระบวนการ	กลุ่มตัวอย่างที่เกิด	รูปแบบความล้มเหลว	สาเหตุ	การปรับปรุงแก้ไข
1	1,2,4	เส้นขาดเล็ก ๆ	ขาดความรู้ในการตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเติม	จัดทำ WI ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนใช้งาน
	3,4	สีปน	อัตราการไหลของน้ำหมึกจากเครื่องจักรยังไม่คงที่	วิเคราะห์และปรับตั้งเครื่องจักรให้มีอัตราการไหลคงที่
2	1,2,3,4	เส้นขาดเล็ก ๆ	ทิ้งช่วงการเติมนานเกินไป	ควบคุมไม่ให้อากาศเข้าท่อทางเดินน้ำหมึก
			print test เร็วไปน้ำหมึกที่เติมยังไม่ตกลงสู่หัวพิมพ์	วิเคราะห์หาเวลาก่อนการ print test ที่เหมาะสม
			ไล่ฟองอากาศภายในท่อทางเดินน้ำหมึกออกไม่หมด	จัดทำ WI ในขั้นตอนไล่ฟองอากาศ
3	1,2,3,4	เส้นขาดเล็ก ๆ	น้ำหมึกที่เหลืออยู่ในตลับหมึกแห้ง	ควบคุมระยะเวลาการจัดเก็บตลับหมึกก่อนเติมให้เหมาะสม
4	1,2,3,4	เส้นขาดเล็ก ๆ	กระบะใส่ตลับหมึกไม่เหมาะสมในขณะปฏิบัติงาน	จัดทำตัวคลิ๊บล็อคตำแหน่งของตลับหมึกในกระบะ
	1	เส้นแตก	กระบะใส่ตลับหมึกไม่เหมาะสมในขณะปฏิบัติงาน	จัดทำตัวคลิ๊บล็อคตำแหน่งของตลับหมึกในกระบะ
	2	เครื่อง print test ไม่รับ	กระบะใส่ตลับหมึกไม่เหมาะสมในขณะปฏิบัติงาน	จัดทำตัวคลิ๊บล็อคตำแหน่งของตลับหมึกในกระบะ
5	1	เส้นขาดเล็ก ๆ	Vacuum อากาศและน้ำหมึกเก่าออกไม่หมด	วิเคราะห์หาค่าเวลาที่ใช้ในการ Vacuum ให้เหมาะสม
6	2	เครื่อง print test ไม่รับ	แผงวงจรเสีย	จัดทำ WI เพิ่มความละเอียดในการตรวจสอบตลับหมึก
8	1	เส้นแตก	กระบะใส่ตลับหมึกไม่เหมาะสมในขณะปฏิบัติงาน	จัดทำตัวคลิ๊บล็อคตำแหน่งของตลับหมึกในกระบะ
	2	เครื่อง print test ไม่รับ	กระบะใส่ตลับหมึกไม่เหมาะสมในขณะปฏิบัติงาน	จัดทำตัวคลิ๊บล็อคตำแหน่งของตลับหมึกในกระบะ

3. สรุป

เมื่อประยุกต์ใช้เทคนิค ซิกซ์ซิกมา ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1.การกำหนดนิยามของปัญหา 2.การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา 3.การวิเคราะห์ความรุนแรงของสาเหตุของปัญหา 4.การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ 5.การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ทำให้สามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของทั้ง 4 กลุ่มตัวอย่าง

4. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของเวลาในการวิจัยทำให้ค่าระดับ σ เพิ่มขึ้นอยู่ที่ระดับประมาณเพียง 3σ ดังนั้นถ้าต้องการให้ระดับ σ เพิ่มขึ้นเพื่อให้มีของเสียน้อยลงที่สุดหรือของเสียเป็นศูนย์ (Zero Defect) ควรปรับปรุงปัญหาอื่น ๆ ที่เหลือ เช่น ปัญหาหมึกรั่วด้านข้างตลับ ปัญหาแผงวงจรฉีกขาด ปัญหาสีปริ้นไม่ออก ฯลฯ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก บริษัท รีไซเคิ้ลคอนเซ็ป จำกัด

เอกสารอ้างอิง

[1] กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2542. การวิเคราะห์ระบบการวัด. สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., กรุงเทพฯ.

[2] ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. 2538. การควบคุมคุณภาพสำหรับนักบริหารและกรณีศึกษา. บริษัทเอ็มแอนด์อี, กรุงเทพฯ.

[3] ธนากร เกียรติบรรลือ. 2543. FMEA การวิเคราะห์ความล้มเหลวในการผลิต. วารสาร Industrial Technology Review. 73: 101-105.

[4] สิทธิศักดิ์ พฤกษ์ปิติกุล. 2546. การพัฒนาแบบก้าวกระโดยด้วยวิธี Six Sigma. สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., กรุงเทพฯ.

[5] วีระพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์. 2542. วิธีทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ. สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., กรุงเทพฯ.

[6] Automotive Industry Action Group (AIAG). 1995. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Michigan, USA.

[7] Forrest, W. Breyfogle III. 1999. Implementing Six Sigma Smarter Solutions Using Statistical Methods. John Wiley & sons, USA.

[8] Montgomery, D.C. 1994. Introduction to Statistical Quality Control. John Wiley and Sons, USA.