



KKU Engineering Journal

<http://www.en.kku.ac.th/enjournal/th/>

การลดต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตกล้องถ่ายภาพดิจิทัล

Quality cost reduction in digital camera manufacturing process

จันท์ทิวา มโนวิเชียร¹⁾ และ นันทชัย กานตานันทะ^{*2)}Jantiwa Manowichian¹⁾ and Nantachai Kantanantha^{*2)}

¹⁾สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม (ภาคพิเศษ) ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10900

¹⁾Graduate Program in Engineering Management, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,
Kasetsart University, Bangkok, Thailand, 10900

²⁾ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10900

²⁾Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok, Thailand, 10900

Received October 2012

Accepted February 2013

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายในการลดต้นทุนคุณภาพที่เกิดจากของเสียในกระบวนการผลิตกล้องถ่ายภาพดิจิทัล โดยเริ่มจากการเก็บข้อมูลต้นทุนคุณภาพและศึกษาประเภทของของเสียที่เกิดขึ้นโดยใช้แผนภูมิพาเรโต จากนั้นจึงทำการคัดเลือกประเภทของปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้เทคนิคแผนภูมิพาเรโตของดัชนีความสำคัญและวิเคราะห์หาสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ สาเหตุดังกล่าวถูกเรียงลำดับความสำคัญจากระดับค่าดัชนีความเสี่ยงซึ่งนำเพื่อคัดเลือกมาหาแนวทางแก้ไขเพื่อให้ของเสียลดลง ในขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการผลิต ได้นำเทคนิคการทดสอบไคสแควร์และการออกแบบการทดลองแบบเชิงแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบแก้ไขปัญหา หลังการปรับปรุงพบว่าสามารถลดของของเสียจากร้อยละ 4.21 เหลือเพียงร้อยละ 0.85 ทำให้ต้นทุนคุณภาพลดลงจาก 1.27 ล้านบาทต่อเดือน เหลือเพียง 3 แสนบาทต่อเดือน นอกจากนี้ค่าดัชนีความเสี่ยงซึ่งนำยังลดลงร้อยละ 80 ถึง 90

คำสำคัญ : ต้นทุนคุณภาพ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ การทดสอบไคสแควร์ การออกแบบเชิงแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบ

Abstract

This research aims to reduce the cost of quality from defects in a digital camera manufacturing process. The research is started from collecting the cost of quality data and studying the occurred defect types by using the Pareto diagram. Next, the defect types, chosen by the Pareto priority index, are analyzed to determine the main causes by applying the failure mode and effect analysis technique. These causes are then ordered according to the risk priority number and selected to determine the way to reduce the defects. In the manufacturing process improvement, the chi-square test and full factorial design of experiment are applied.

*Corresponding author. Tel.: +66-2797-0999 ext. 1632; fax: +66-2579-8610

Email address: nantachai.k@ku.ac.th

After the improvement, the defects are reduced from 4.21 percent to 0.85 percent and the cost of quality is reduced from 1.27 million baht per month to three hundred thousand baht per month. In addition, the risk priority numbers are decreased 80 to 90 percent.

Keywords: Cost of quality, Failure mode and effect analysis, Chi-square test, Full factorial design

1. บทนำ

เนื่องจากสภาวะเศรษฐกิจของประเทศไทยในปัจจุบันมีการชะลอตัวอย่างมากทั้งภาครัฐและภาคอุตสาหกรรมอันเนื่องมาจากสภาวะเศรษฐกิจของโลกเริ่มถดถอยรวมถึงการแข่งขันในตลาดที่สูง ส่งผลให้ทางบริษัทต่างๆ จำเป็นต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพรวมถึงลดต้นทุนให้มากที่สุดเพื่อให้สามารถแข่งขันในตลาดได้ จากเหตุผลดังกล่าวทำให้บริษัทกรณศึกษาต้องปรับตัวตามด้วย และในขณะนี้ทางบริษัทกำลังประสบปัญหากับต้นทุนคุณภาพที่สูงเนื่องจากปริมาณความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต ซึ่งก่อให้เกิดของเสีย (Scrap) การตรวจสอบซ้ำ (Re-inspection) และการแก้ไขงานบกพร่อง (Re-work) ดังนั้นบริษัทจึงเห็นว่าถ้าปัญหาเหล่านี้ยังไม่ได้รับการแก้ไขหรือดำเนินการใดๆ อาจส่งผลกระทบต่อการผลิต รวมถึงต้นทุนที่สูงขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และอาจส่งผลทำให้การส่งมอบสินค้าไม่เป็นไปตามที่ตกลงไว้กับลูกค้า ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์และความน่าเชื่อถือของบริษัทอีกด้วย

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะลดต้นทุนคุณภาพที่เกิดจากของเสียในกระบวนการผลิตกลึงดีจิตรอล โดยมีเป้าหมายเพื่อลดของเสียจากกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามนโยบายของบริษัทที่กำหนดให้มีของเสียไม่เกินร้อยละ 2

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ต้นทุนคุณภาพ (Cost of Quality, COQ)

ต้นทุนคุณภาพคือค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องจากกิจกรรมต่างๆ ที่ก่อให้เกิดคุณภาพ ซึ่งเป็นเครื่องมือใน

การวัดประสิทธิภาพการบริหารคุณภาพ โดยต้นทุนคุณภาพมีค่าเท่ากับผลรวมของต้นทุนความล้มเหลวด้านคุณภาพ ต้นทุนการตรวจสอบ และต้นทุนการป้องกัน [1] โดยต้นทุนแต่ละชนิด มีรายละเอียดดังนี้

1) ต้นทุนความล้มเหลวด้านคุณภาพ (Failure costs) เป็นต้นทุนที่เกิดจากความบกพร่องทางคุณภาพ เช่น ของเสีย การแก้ไขงานบกพร่อง การเรียกคืนสินค้าของเสียที่ถูกค้าส่งคืน เป็นต้น

2) ต้นทุนการตรวจสอบ (Appraisal costs) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์

3) ต้นทุนการป้องกัน (Prevention costs) เป็นต้นทุนที่เกิดจากการทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความบกพร่องและความสูญเสียในการผลิต เช่น การฝึกอบรมพนักงาน การออกแบบกระบวนการ การปรับปรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ เป็นต้น

ทั้งนี้ต้นทุนคุณภาพเป็นส่วนหนึ่งในกลยุทธ์การจัดการคุณภาพที่ไม่สามารถละเลยได้ จึงได้มีการนำเสนอแนวทางการจัดการออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 เป็นการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนที่มีอยู่ ช่วงที่ 2 เป็นการปรับปรุงและหาต้นทุนที่สามารถลดได้โดยการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ และช่วงที่ 3 เป็นการควบคุมต้นทุนให้ได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ [2]

2.2 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode & Effect Analysis, FMEA)

เทคนิค FMEA เป็นเทคนิคทางวิศวกรรมที่มีหลักเกณฑ์เพื่อวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือในการบ่งชี้และจัดลำดับข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นของผลิตภัณฑ์หรือ

กระบวนการ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจวางแผนพัฒนาคุณภาพและความปลอดภัย โดยลักษณะข้อบกพร่องคือสภาพของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการที่เกิดความล้มเหลวในการปฏิบัติงาน [3] โดยพิจารณาผลกระทบเพื่อประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงขึ้นา (Risk priority number, RPN) ซึ่งเป็นผลคูณของความรุนแรง (Severity, S) โอกาสในการเกิด (Occurrence, O) และความสามารถในการตรวจจับ (Detection, D) แล้วระดมความคิดเพื่อเสนอแนวทางการแก้ไขและดำเนินการ จากนั้นจึงเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงและทบทวนค่า RPN อีกครั้ง

เทคนิค FMEA ถูกนำไปประยุกต์ใช้โดยนำเสนอหลักการที่อาศัยระบบการตัดสินใจที่ใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพในการจัดอันดับความเสี่ยงที่มีสาเหตุมาจากข้อบกพร่องของระบบการผลิต [4] นอกจากนี้ ยังมีการนำหลักการของเทคนิค FMEA มาใช้ร่วมกับพื้นฐานราคาเป็นเครื่องมือวัดความเสี่ยงในการเปรียบเทียบและเลือกแนวทางการออกแบบเพื่อลดวัฏจักรของการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้แบบจำลอง Monte carlo กับ FMEA [5]

2.3 การทดสอบไคสแควร์ (Chi-Square Test)

การทดสอบความเป็นอิสระ (Test for independence) หรือการทดสอบไคสแควร์เป็นการทดสอบว่าตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ [6] โดยตัวแปรแต่ละตัวมีหลายระดับ การทดสอบจะเริ่มจากการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองโดยการเก็บข้อมูลซึ่งอาจเป็นความถี่หรือสัดส่วน และนำข้อมูลที่ได้นำใส่ตาราง จากนั้นคำนวณหาค่าสถิติทดสอบภายใต้สมมติฐาน

H_0 : ตัวแปรที่พิจารณาเป็นอิสระต่อกัน

H_1 : ตัวแปรที่พิจารณาไม่เป็นอิสระต่อกัน

2.4 การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบ (Full Factorial Design)

การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบเป็นเทคนิคที่ให้ผลแม่นยำและถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยสามารถระบุออกมาเป็นค่าทางสถิติที่ส่งผลต่อกระบวนการได้อย่างมีนัยสำคัญ [7] โดยการออกแบบเชิงแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบ (Full factorial design) เป็นการทดลองที่ให้ผลที่เกิดจากการรวมกันของระดับปัจจัย และมีการคิดทั้งปัจจัยที่ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญออกจากการทดลองโดยการวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยหลัก (Main effect) และปัจจัยร่วม (Interaction)

3. วิธีการวิจัย

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

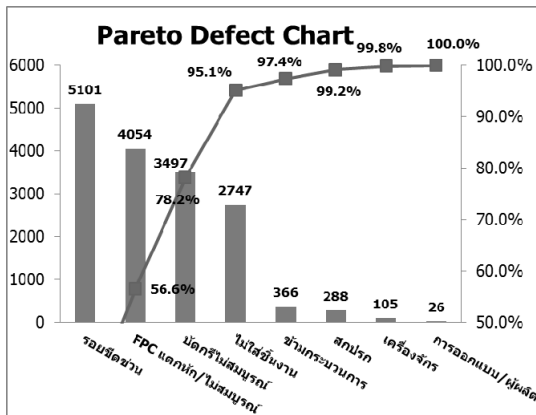
จากการศึกษาและเก็บข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 พบว่าในปัจจุบันบริษัทต้องสูญเสียต้นทุนคุณภาพเฉลี่ย 1.27 ล้านบาทต่อเดือน มีของเสียในกระบวนการผลิตเฉลี่ยที่ร้อยละ 4.21 ดังแสดงในตารางที่ 1 และจากการเปรียบเทียบต้นทุนคุณภาพแต่ละประเภทในแต่ละเดือน พบว่า ต้นทุนความล้มเหลวด้านคุณภาพมีมูลค่าสูงกว่าต้นทุนอื่นๆ ซึ่งต้นทุนที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากความผิดพลาดในกระบวนการผลิต ทำให้เกิดของเสีย การตรวจสอบซ้ำ และการแก้ไขงานบกพร่อง

3.2 สภาพการดำเนินงานของกระบวนการผลิต

จากข้อมูลเบื้องต้นและสภาพการดำเนินงานในปัจจุบัน บริษัทยังไม่สามารถผลิตได้ตามเป้าหมายเนื่องจากมีปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตเกินกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ที่ไม่เกินร้อยละ 2 ตามนโยบายของบริษัท ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ปัญหาเบื้องต้นเพื่อแยกประเภทของของเสีย โดยสามารถแสดงเป็นแผนภูมิพาราโต (Pareto diagram) ได้ดังรูปที่ 1

ตารางที่ 1 ต้นทุนคุณภาพที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2554

เดือน	ต้นทุนความล้มเหลว	ต้นทุนการตรวจสอบ	ต้นทุนการป้องกัน	ต้นทุนคุณภาพ	ของเสีย
	ด้านคุณภาพ (บาท)	(บาท)	(บาท)	(บาท)	(ร้อยละ)
มกราคม	876,374	348,254	107,000	1,331,628	4.15
กุมภาพันธ์	906,417	290,150	101,000	1,297,567	4.32
มีนาคม	841,093	310,813	109,000	1,260,906	4.30
เมษายน	762,425	273,979	118,000	1,154,404	4.10
พฤษภาคม	881,470	316,196	120,000	1,317,666	4.20
ค่าเฉลี่ย	853,556	307,878	111,000	1,272,434	4.21
ร้อยละของต้นทุนคุณภาพ	67.08	24.20	8.72	100.00	-



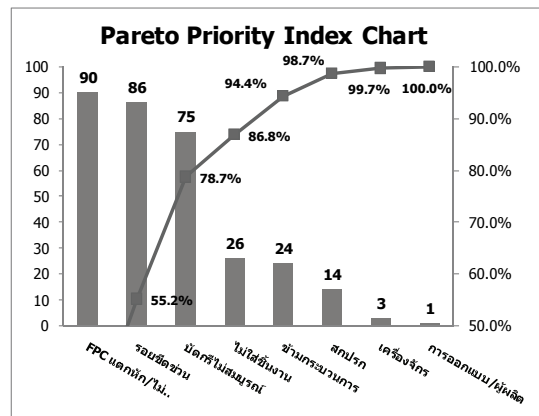
รูปที่ 1 แผนภูมิพาเรโตแสดงประเภทของของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

3.3 การคัดเลือกประเภทของเสียที่มีผลต่อกระบวนการผลิต

เทคนิคแผนภูมิพาเรโตของดัชนีความสำคัญ (Pareto priority index, PPI) ถูกนำมาใช้ในการคัดเลือกประเภทของของเสียที่เกิดขึ้นที่แสดงในรูปที่ 1 โดยการพิจารณาจากดัชนีของต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับเพื่อช่วยในการตัดสินใจว่าจะปรับปรุงของเสียประเภทใดก่อน โดยค่า PPI สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1

$$PPI = \frac{\text{Saving cost} \times \text{Probability of success}}{\text{Implementation cost} \times \text{Completion time}} \quad (1)$$

จากผลการคำนวณค่า PPI ในตารางที่ 2 สามารถนำมาเรียงลำดับความสำคัญได้ดังรูปที่ 2 ซึ่งงานวิจัยนี้จะเลือกประเภทของของเสียที่มีคะแนน PPI สูงสุด 3 อันดับแรก ซึ่งคิดเป็น 78.7% ของคะแนน PPI ทั้งหมด ได้แก่ FPC (Flexible Printed Circuit) แตกหัก/ไม่สมบูรณ์ รอยขีดข่วน และบัดกรีไม่สมบูรณ์ มาทำการวิจัยเพื่อปรับปรุงต่อไป



รูปที่ 2 แผนภูมิพาเรโตแสดงดัชนีความสำคัญ

ตารางที่ 2 ผลการคำนวณค่า PPI ของของเสียแต่ละประเภท

ประเภทของของเสีย	Saving cost	Probability of success	Implementation cost	Completion time (Years)	PPI
FPC แดกหัก / ไม่สมบูรณ์	169,600	0.8	6,000	0.25	90
รอยขีดข่วน	214,600	0.9	9,000	0.25	86
บัดกรีไม่สมบูรณ์	174,600	0.7	6,500	0.25	75
ไม่ใส่ชิ้นงาน	2,500	0.9	500	0.17	26
ข้ามกระบวนการ	2,500	0.8	500	0.17	24
สกปรก	5,000	0.8	3,500	0.08	14
เครื่องจักร	5,000	0.5	2,000	0.5	3
การออกแบบ / ผู้ผลิต	50,000	0.5	20,000	2	1

3.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุที่มีผลต่อของเสียในกระบวนการผลิต

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของของเสียที่เลือกมาในหัวข้อที่ 3.3 ด้วยการระดมสมองจากทีมงานพบว่า สาเหตุส่วนใหญ่เกิดมาจากความผิดพลาดในกระบวนการผลิต จึงนำเทคนิคแผนภูมิแก๊งปลา มาช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุร่วมกับเทคนิค FMEA ในการประเมินค่า RPN เพื่อลำดับความสำคัญของสาเหตุและกำหนดแนวทางแก้ไข ป้องกัน เพื่อลดค่าของ O และ D ซึ่งจะช่วยลดของเสียในกระบวนการ การวิจัยนี้จะดำเนินการแก้ไข 4 สาเหตุหลักดังแสดงในตารางที่ 3 พร้อมค่า RPN ของแต่ละสาเหตุ

ตารางที่ 3 สาเหตุของของเสียและค่า RPN ก่อนการปรับปรุง

สาเหตุ	ประเภทของของเสีย	S	O	D	RPN
1. ปลายทวิลเซอร์คม	FPC แดกหัก/ไม่สมบูรณ์	7	8	7	392
2. การจัดชิ้นงานเอียง	รอยขีดข่วน	7	7	8	392
3. การขันสกรูโดนชิ้นงาน	รอยขีดข่วน	7	8	8	448
4. ไม่มีมาตรฐานในการบัดกรี	บัดกรีไม่สมบูรณ์	7	7	9	441

3.5 การดำเนินการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิต

สำหรับสาเหตุที่ 1-3 ได้ตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการทดสอบไคสแควร์โดยใช้โปรแกรมมินิแทปในการประเมินผลที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขนาดตัวอย่างที่ 2,000 ขึ้น ผลการทดสอบพบว่าสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ได้ทั้ง 3 สาเหตุเนื่องจาก P-Value มีค่าน้อยกว่า 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 4 และตารางที่ 5-7 แสดงวิธีการก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการผลิตของทั้งสามสาเหตุ

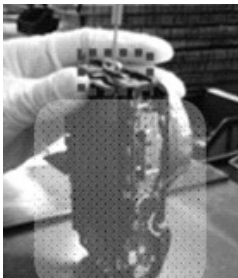
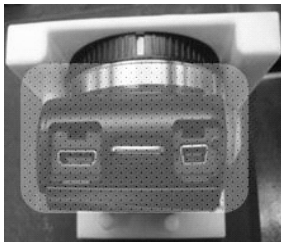
ตารางที่ 4 ผลการทดสอบไคสแควร์

สาเหตุลำดับที่	ก่อนการปรับปรุง		หลังการปรับปรุง		χ^2	P-Value
	ของดี (ขึ้น)	ของเสีย (ขึ้น)	ของดี (ขึ้น)	ของเสีย (ขึ้น)		
1	1,975	25	2,000	0	25.157	0.000
2	1,970	30	1,995	5	18.015	0.000
3	1,978	22	1,998	2	16.767	0.000

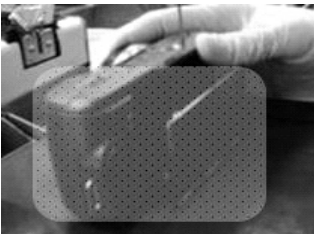
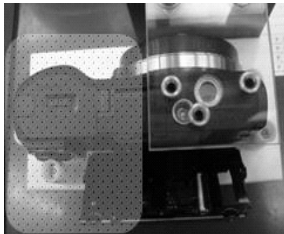
ตารางที่ 5 การปรับปรุงปลายทวิสเซอร์คม

สมมติฐานเชิงสถิติ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
H_0 : ความคมของปลายทวิสเซอร์ไม่มีผลต่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่อง	จากการสังเกตพบว่าปลายของทวิสเซอร์ที่ใช้เป็นแบบชนิดปลายแหลมทำให้มีความคมมาก และวัสดุทำมาจากอะลูมิเนียมที่มีความแข็งจึงมีโอกาที่จะเกิดการขูดขีดกับ FPC ขณะทำการประกอบ	หาวัสดุที่อ่อนนุ่มที่สามารถลดการเสียดสีระหว่างการประกอบชิ้นงาน จึงเลือกใช้ทวิสเซอร์ที่ปลายทำมาจากพลาสติก
H_1 : ความคมของปลายทวิสเซอร์และสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องขึ้นต่อกัน		
สรุปผล: ปฏิเสธ H_0		

ตารางที่ 6 การปรับปรุงการจับชิ้นงานเฉียง

สมมติฐานเชิงสถิติ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
H_0 : วิธีการจับชิ้นงานเป็นอิสระกับสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่อง	จากการสังเกตพบว่าขณะทำการขันสกรูเข้ากับชิ้นงาน พนักงานใช้มือข้างที่ไม่ถนัดในการจับชิ้นงานทำให้ตำแหน่งของชิ้นงานสามารถเอนเอียงได้หรือไม่ตั้งฉาก ทำให้ขณะขันสกรูมีโอกาสที่ปลายบิดไปกระแทกกับชิ้นงานจนเกิดรอยขีดข่วน	ออกแบบจิ๊กสำหรับจับชิ้นงานใหม่ โดยให้ชิ้นงานตั้งฉากกับพื้นโต๊ะทำงานทำให้ชิ้นงานไม่สามารถเอนเอียงได้
H_1 : วิธีการจับชิ้นงานและสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องไม่เป็นอิสระต่อกัน		
สรุปผล: ปฏิเสธ H_0		

ตารางที่ 7 การปรับปรุงการขันสกรูโดนชิ้นงาน

สมมติฐานเชิงสถิติ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
H_0 : วิธีการขันสกรูเป็นอิสระกับสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่อง	จากการสังเกตพบว่าขณะที่ทำการขันสกรูเข้ากับชิ้นงาน ไม่ได้มีอุปกรณ์การป้องกันการกระแทกของปลายบิตขณะทำการขันสกรู ทำให้มีโอกาสที่ปลายบิตไปกระแทกกับชิ้นงานจนเกิดรอยขีดข่วน	ออกแบบจิ๊กสำหรับป้องกันการกระแทกของปลายบิตขณะทำการขันสกรู
H_1 : วิธีการขันสกรูและสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องไม่เป็นอิสระต่อกัน		
สรุปผล: ปฏิเสธ H_0		

สำหรับการแก้ไขสาเหตุที่ 4 ได้มีการวิเคราะห์หาปัจจัยในขั้นตอนการบัดกรีโดยใช้แผนภูมิแกงปลาและพบว่าปัจจัยที่สามารถควบคุมได้และอาจมีผลต่อการบัดกรี คือ ขนาดของตะกั่วบัดกรี (A) ค่าอุณหภูมิ (B) และขนาดของหัวแร้ง (C) จากนั้นจึงใช้วิธีการออกแบบการทดลอง 2^3 แฟคทอเรียลเต็มรูปแบบโดยใช้โปรแกรมมินิแทป เพื่อคัดทั้งปัจจัยและระดับปัจจัยที่เหมาะสม และเพื่อความน่าเชื่อถือของการทดลองจะทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้งในแต่ละลำดับ โดยการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปัจจัยและระดับของปัจจัยที่ทำให้เวลาที่ใช้ในการบัดกรีมีค่าน้อยที่สุด การทดลองนี้ได้วิเคราะห์ความเป็นปกติของข้อมูล พบว่าไม่มีสิ่งผิดปกติใน Residual Plot ในขณะที่กราฟ Normal Probability Plot มีลักษณะเป็นเส้นตรง แสดงว่าข้อมูลมีการกระจายแบบปกติและจากกราฟ Residuals vs. Order ลักษณะข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน เนื่องจากการกระจายไม่มีรูปแบบและมีความแปรปรวนที่คงที่ จึงสรุปได้ว่าข้อมูลมีความเป็นปกติ

ระดับของแต่ละปัจจัยในการทดลองแบบเชิงแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบแสดงได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ปัจจัยและระดับของปัจจัยในการทดลอง

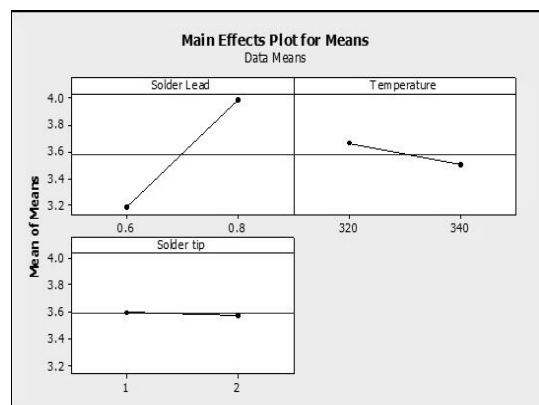
ปัจจัย	หน่วย	ระดับ	
		ต่ำ (1)	สูง (2)
ขนาดของตะกั่วบัดกรี (A)	มม.	0.6	0.8
ค่าอุณหภูมิ (B)	°C	320	340
ขนาดของหัวแร้ง (C)	มม.	1.0	2.0

จากการวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยพิจารณาถึงปัจจัยหลักและปัจจัยร่วม 2 ระดับเท่านั้น พบว่าปัจจัยร่วมไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากค่า P-value มีค่ามากกว่า 0.05 และปัจจัยหลักที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการบัดกรี คือ ปัจจัย A และ B เนื่องจากมีค่า P-value น้อยกว่า 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลลัพธ์จากโปรแกรมมินิแทป

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		3.585	0.02556	140.28	0.000
A	0.8000	0.4000	0.0256	15.6500	0.0000
B	-0.1600	-0.0800	0.0256	-3.1300	0.0040
C	-0.0200	-0.0100	0.0256	-0.3900	0.6980
A*B	0.0900	0.0450	0.0256	1.7600	0.0880
A*C	-0.0500	-0.0250	0.0256	-0.9800	0.3350
B*C	0.0500	0.0250	0.0256	0.9800	0.3350

จากนั้นจึงนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยหลักเพื่อหาระดับของปัจจัยที่เหมาะสมดังแสดงในรูปที่ 3 และสามารถสรุประดับของปัจจัยที่เหมาะสมที่ใช้ในบัดกรีได้ดังนี้ ขนาดของตะกั่วบัดกรี 0.6 มิลลิเมตรและค่าอุณหภูมิ 340 องศาเซลเซียส ส่วนขนาดของหัวแร้งไม่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการบัดกรีอย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถเลือกขนาดของหัวแร้งขนาด 1 หรือ 2 มิลลิเมตรก็ได้



รูปที่ 3 ผลของปัจจัยหลักที่มีต่อเวลาที่ใช้ในการบัดกรี

4. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การประเมินผลหลังการปรับปรุงแก้ไขจะใช้การเปรียบเทียบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

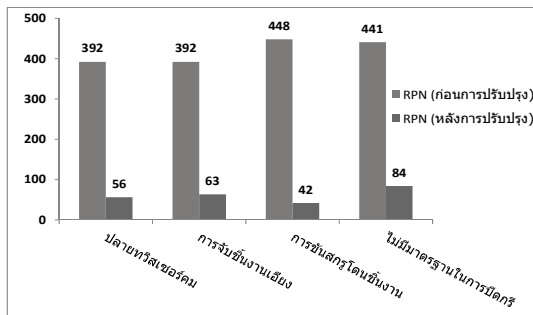
4.1 การเปรียบเทียบค่าดัชนีความเสี่ยงซึ่งนำ (RPN)

หลังจากได้มีการปรับปรุงกระบวนการใหม่เพื่อลดการเกิดข้อบกพร่องและทำการป้องกัน ได้ทำการประเมินค่า RPN ของกระบวนการผลิตใหม่ดังตารางที่ 10 โดยค่า

S ยังใช้ค่าเดิมเพราะไม่มีการเปลี่ยนแปลงในส่วนของการออกแบบ จึงมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะการลดค่าของ O และ D เท่านั้น จากนั้นทำการเปรียบเทียบกับค่า RPN ทั้งก่อนและหลังปรับปรุง พบว่าค่า RPN มีค่าลดลงร้อยละ 80 ถึง 90 ดังแสดงในรูปที่ 4

ตารางที่ 10 ค่า RPN หลังการปรับปรุง

สาเหตุ	ประเภทของข้อเสีย	S	O	D	RPN
1. ปลายทวิสเซอร์คม	FPC แดกหัก/ไม่สมบูรณ์	7	2	4	56
2. การจัดชิ้นงานเอียง	รอยขีดข่วน	7	3	3	63
3. การขันสกรูโดนชิ้นงาน	รอยขีดข่วน	7	2	3	42
4. ไม่มีมาตรฐานในการบัดกรี	บัดกรีไม่สมบูรณ์	7	3	4	84



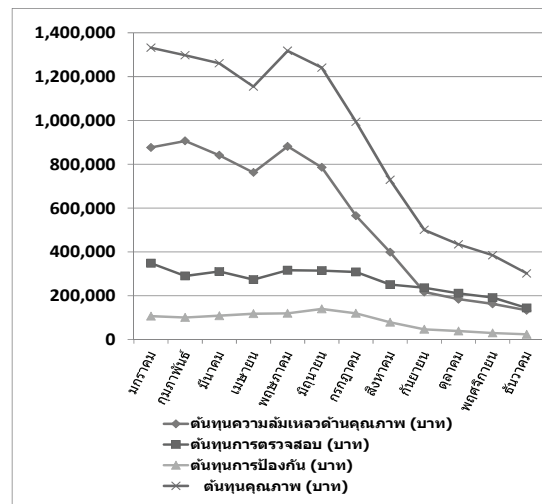
รูปที่ 4 ค่า RPN ก่อนและหลังการปรับปรุง

4.2 การเปรียบเทียบของเสียในกระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง

หลังจากดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางในหัวข้อ 3.5 และทำการผลิตในอีก 7 เดือนถัดมา (เดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2554) จากข้อมูลที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว ดังแสดงในตารางที่ 11 พบว่าของเสียเฉลี่ยในช่วงดังกล่าวลดลงจากช่วงก่อนการปรับปรุงที่มีของเสียเฉลี่ยร้อยละ 4.21 เหลือเพียงร้อยละ 1.66 ซึ่งต่ำกว่าระดับที่บริษัทกำหนดไว้ที่ร้อยละ 2 และหากพิจารณาของเสียในแต่ละเดือนหลังการปรับปรุงจะพบว่ามียาลดลงอย่างต่อเนื่อง จากเดือนมิถุนายนที่มีของเสียร้อยละ 3.60 เหลือเพียงร้อยละ 0.85 ในเดือนธันวาคม

4.3 การเปรียบเทียบต้นทุนคุณภาพ

ต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงลดลงอย่างต่อเนื่อง จากช่วงก่อนการปรับปรุงที่มีต้นทุนเฉลี่ยอยู่ที่เดือนละ 1.27 ล้านบาท เหลือเพียง 3 แสนบาทในเดือนธันวาคม ดังแสดงในตารางที่ 10 เมื่อพิจารณาต้นทุนคุณภาพกับเวลาในรูปที่ 5 จะสามารถแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 ก่อนเริ่มการปรับปรุง (เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม) ต้นทุนยังอยู่ในระดับที่สูง ช่วงที่ 2 ช่วงทำการปรับปรุง (เดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม) ต้นทุนความล้มเหลวด้านคุณภาพเริ่มลดลง แต่ต้นทุนการตรวจสอบและต้นทุนการป้องกันเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการเพิ่มการตรวจสอบและปรับปรุงอุปกรณ์เนื่องจากเป็นวิธีการทำงานใหม่ ช่วงที่ 3 ช่วงการควบคุมคุณภาพแบบต่อเนื่อง (เดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม) เป็นการเพิ่มการปรับปรุงคุณภาพแต่ไม่เพิ่มต้นทุนคุณภาพโดยต้นทุนความล้มเหลวด้านคุณภาพ ต้นทุนการตรวจสอบและต้นทุนการป้องกันมีค่าลดลงเรื่อยๆ



รูปที่ 5 ต้นทุนคุณภาพก่อนและหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 11 ต้นทุนคุณภาพและของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2554

เดือน	ต้นทุนความล้มเหลว	ต้นทุนการตรวจสอบ	ต้นทุนการป้องกัน	ต้นทุนคุณภาพ	ของเสีย
	ด้านคุณภาพ (บาท)	(บาท)	(บาท)	(บาท)	(ร้อยละ)
มิถุนายน	785,751	314,667	140,000	1,240,418	3.60
กรกฎาคม	565,033	308,333	120,000	993,366	2.55
สิงหาคม	398,832	250,833	79,000	728,665	1.80
กันยายน	216,920	236,333	47,000	500,253	1.00
ตุลาคม	184,339	211,083	39,000	434,422	0.95
พฤศจิกายน	163,064	191,700	30,000	384,764	0.90
ธันวาคม	133,404	144,333	24,000	301,737	0.85
ค่าเฉลี่ย	349,620	236,755	68,429	654,804	1.66
ร้อยละของต้นทุนคุณภาพ	53.39	36.16	10.45	100.00	-

4.4 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากทางบริษัทกรณีศึกษาประสบปัญหาด้านต้นทุนคุณภาพสูงกว่าเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโดยที่ไม่มีการมาตรการป้องกันล่วงหน้า โดยส่วนใหญ่แล้วเมื่อพบปัญหาจึงจะเข้าไปทำการแก้ปัญหา บางครั้งทำให้ปัญหาไม่ได้ถูกแก้ไขอย่างถูกต้อง ผู้ดำเนินการวิจัยจึงได้เสนอแนวทางในการควบคุมคุณภาพ ดังนี้

1. ควรขยายผลวิธีการปรับปรุงกระบวนการผลิตในงานวิจัยนี้ไปยังผลิตภัณฑ์กลุ่มเดียวกันและผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพล่วงหน้า ซึ่งทำให้ผู้บริหารได้ตระหนักในเรื่องต้นทุนคุณภาพและดำเนินกิจกรรมปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง

2. การใช้ประโยชน์จากกรณีวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพ ควรพิจารณาตัววัดผลลัพธ์ในรูปแบบตัวเงินประกอบด้วยตามหลักการของต้นทุนคุณภาพจะทำให้เห็นภาพชัดเจนขึ้นและสนับสนุนการตัดสินใจในการลงทุนในการปรับปรุงคุณภาพครั้งต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Juran JM, Godfrey AB. Juran's quality handbook. 5th ed. New York: McGraw-Hill; 1998.
- [2] Shank JK, Govindarajan V. Measuring the Cost of quality: A strategic cost management perspective. Journal of cost management. 1994; 8: 5-17.
- [3] Kmenta S, Fitch P, Ishii K. Advance failure modes and effects analysis of complex processes. Proceedings of the 1999 ASME Design Engineering Technical Conference; 1999 Sep 12-15; Las Vegas, Nevada, 1-9.
- [4] Puente J, Pino R, Priore P, Fuente D. A decision support system for applying failure mode and effects analysis. International Journal of quality & reliability management. 2002; 19(2): 137-150.

- [5] Rhee SJ, Ishii K. Using cost based FMEA to enhance reliability and serviceability. Advanced engineering informatics. 2003; 17(3-4): 179-188.
- [6] Lunsford ML, Fink ADD. Water taste test Data. Journal of statistics education. 2010; 18(1): 1-19.
- [7] Sudasna-Na-Ayudhya P, Luangpaiboon P. Design and analysis of experiment. Top publishing: Bangkok; 2008. (In Thai)