

การลดของเสียในกระบวนการผลิตโพลิเมอร์ โซลิด คาปาซิเตอร์ DEFECTS REDUCTION IN POLYMER SOLID CAPACITOR PRODUCTION PROCESS

ศุภวัชร เมฆบุรณ และ จีรวัดณ์ ปลั่งใหม่

สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

Suphawat Mekboon and Jeerawat Plongmai

Department of Industrial Engineering Technology, Faculty of Engineering,
Kasem Bundit University

1761 Pattanakarn Rd., Suanluang Bangkok 10250, Thailand

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาแนวทางการลดของเสียในกระบวนการผลิตโพลิเมอร์ โซลิด คาปาซิเตอร์ โดยได้ศึกษาสาเหตุและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่มีเปอร์เซ็นต์ของเสียสูง ได้แก่ กระบวนการ Stitching & Winding ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า ปัญหาของเสียเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น คน เครื่องมืออุปกรณ์ วัสดุการผลิต วิธีการทำงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ไม่เหมาะสมต่างๆ ดังนั้นการแก้ปัญหาเพื่อลดของเสียในการครั้งนี้ได้ใช้วิธีการปรับเปลี่ยนวัสดุการผลิต การปรับปรุงวิธีการผลิต การปรับปรุงเครื่องมือ อุปกรณ์ สนับสนุนการผลิต และปรับปรุงสภาพแวดล้อมเพื่อให้การผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจากการดำเนินการดังกล่าวทำให้สามารถลดเปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการ Stitching & Winding จากร้อยละ 1.53 เหลือร้อยละ 1.01 สามารถเพิ่มค่าดัชนีวัดศักยภาพของกระบวนการในระยะยาว (Pp_{bench}) จาก 0.81 เป็น 0.87 และเพิ่มค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว (Ppk_{bench}) จาก 0.72 เป็น 0.78

คำสำคัญ: การลดของเสีย, กระบวนการผลิตโพลิเมอร์ โซลิด คาปาซิเตอร์, ดัชนีวัดศักยภาพของกระบวนการในระยะยาว, ดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว

ABSTRACT

This article is aimed to methods to reduce defects in Polymer Solid Capacitor production process. We have studied the cause and determined methods to solve problem of defects

generated in the Stitching & Winding process that high percentage of defects. Based on the analysis, the problem of defects due to several reasons, such as man, machine and equipment, production material, working methods and work environment. The solution to reduce defects in the study can be used change of production material, improving working methods, improving machine and equipment and improving work environment to increase the production efficiency. From the above operations can reduce the percentage of defects in the Stitching & Winding process from 1.53% to 1.01%, increase long term process potential capability index (Pp_{bench}) from 0.81 to 0.87 and increase long term process performance capability index (Ppk_{bench}) from 0.72 to 0.78

KEYWORDS: Reduce Defects, Polymer Solid Capacitor Production Process, Long Term Process Potential Capability Index, Long Term Process Performance Capability Index

1. บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการผลิตคาปาซิเตอร์มีการแข่งขันในเชิงธุรกิจค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในสภาวะเศรษฐกิจปัจจุบันทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศที่ยังไม่ดีขึ้น ทำให้ผู้ประกอบการต้องพัฒนาองค์กรอย่างต่อเนื่องในทุก ๆ ด้าน เพื่อที่จะเพิ่มผลผลิต สร้างความได้เปรียบเหนือคู่แข่ง และเพื่อความอยู่รอด โดยปัจจัยสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตในงานอุตสาหกรรมอย่างหนึ่งก็คือ ต้นทุนการผลิต [1] ซึ่งผู้ประกอบการจะต้องควบคุมและหาแนวทางในการลดต้นทุนอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถแข่งขันได้ในระยะยาว และสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตนั้น ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตต่าง ๆ จะถือเป็นความสูญเสียเปล่า [2] ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นโดยไม่จำเป็นและจะส่งผลให้ผลผลิตลดลง [3]

ดังนั้นในการศึกษานี้ ทางผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโพลีเมอร์ โซลิด คาปาซิเตอร์ โดยเข้าไปศึกษาปัจจัยสาเหตุที่มีโอกาสทำให้เกิดของเสียขึ้น ได้แก่ คน วัสดุการผลิต เครื่องจักรอุปกรณ์ วิธีการปฏิบัติงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงาน รวมทั้งกำหนดแนวทางวิธีการแก้ไขที่สาเหตุดังกล่าวเพื่อลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และถือเป็นการเพิ่มผลผลิตและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันให้กับองค์กร

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประเมินความสามารถของกระบวนการสำหรับข้อมูลแบบนับ

การประเมินความสามารถของกระบวนการสำหรับข้อมูลแบบนับ เช่น นับจำนวนของเสีย หรือนับจำนวนความบกพร่องนี้ มีแนวคิดเช่นเดียวกับการประเมินความสามารถของกระบวนการสำหรับข้อมูลแบบวัด กล่าวคือ ให้ทำการประเมินความผันแปรของกระบวนการเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนอนุโลมของข้อกำหนดเฉพาะ เพื่อทำการกำหนดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องจากกระบวนการที่ศึกษา แต่เนื่องจากข้อมูลแบบนับเป็นข้อมูลที่ไม่มีความสมมติอธิบายความผันแปรจึงมีความจำเป็นต้องกำหนดข้อมูลนับให้อยู่ในรูปของสัดส่วนของข้อบกพร่องหรือสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง เพื่อการเทียบเคียงให้อยู่ในรูปของสเกลของการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน (Z) สำหรับการแปลงให้เป็นดัชนีนี้แสดงความสามารถของกระบวนการ

ตัวอย่างเช่น หากนับผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ได้จากกระบวนการแล้วแปลงให้อยู่ในรูปสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องได้เท่ากับ 0.00135 หรือร้อยละ 0.135 แล้วกำหนดว่ากระบวนการที่ผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอยู่ภายใต้การควบคุมที่มีคุณลักษณะคุณภาพเป็นตัวแปรสุ่มแบบปกติแล้ว จะสามารถเทียบเคียงเป็นพิกัดข้อกำหนดเฉพาะ ซึ่งอาจเรียกว่า $Z_{\text{equivalent}}$ หรือ $Z_{\text{benchmark}}$ เท่ากับ 3.00 (ตามพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน) โดยจะเรียกค่าดังกล่าวว่า Z_{bench} และสามารถหาค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการเทียบเท่า หรือ Pp_{bench} ได้เท่ากับ $(1/3) (3.00)$ หรือ 1.00 เป็นต้น

โดยทั่วไปการประเมินค่าสัดส่วนของผลิตภัณฑ์บกพร่องเฉลี่ย มักจะต้องประเมินจากข้อมูลโดยรวม ดังนั้นค่าดัชนีที่ใช้ประเมินจากค่าผลิตภัณฑ์บกพร่องเฉลี่ย จึงมักจะเป็นดัชนีความสามารถของกระบวนการแบบระยะยาว โดยจะมีการพิจารณาทั้งดัชนีวัดด้านศักยภาพของกระบวนการในระยะยาว (Pp_{bench}) และ ดัชนีวัดด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว (Ppk_{bench}) ประกอบกัน

1) ดัชนีวัดด้านศักยภาพของกระบวนการในระยะยาว (Pp_{bench})

$$Pp_{\text{bench}} = (1/3) Z_{\text{bench}} \quad (1)$$

โดยที่ Z_{bench} ได้จากการเปิดตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งแบบปกติมาตรฐาน โดยกำหนดให้สัดส่วนของเสียมีค่าเท่ากันทั้งสองด้านของเส้นโค้งแบบปกติ

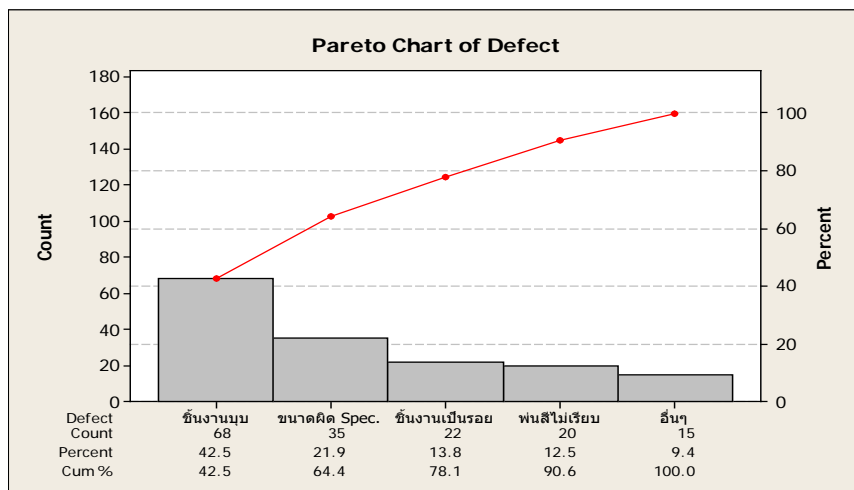
2) ดัชนีวัดด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว (Ppk_{bench})

$$Ppk_{\text{bench}} = (1/3) Z_{\text{bench}} \quad (2)$$

โดยที่ Z_{bench} ได้จากการเปิดตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งแบบปกติมาตรฐาน โดยกำหนดให้ สัดส่วนของเสียอยู่ที่ด้านเดียวของเส้นโค้งปกติ [4, 5]

2.2 แผนภาพพาเรโต

แผนภาพพาเรโตตามรูปที่ 1 เป็นแผนภาพที่ใช้จำแนกประเภทของข้อมูล รวมถึงการวิเคราะห์ ความสำเร็จของข้อมูลที่มีการจำแนกประเภทและมีการสะสมตามเวลา โดยแผนภาพดังกล่าว จะใช้แสดงถึงหลักการของพาเรโตที่ระบุว่า สิ่งที่มีความสำคัญมากจะมีจำนวนน้อยและสิ่งที่มี ความสำคัญน้อยจะมีจำนวนมาก [6]



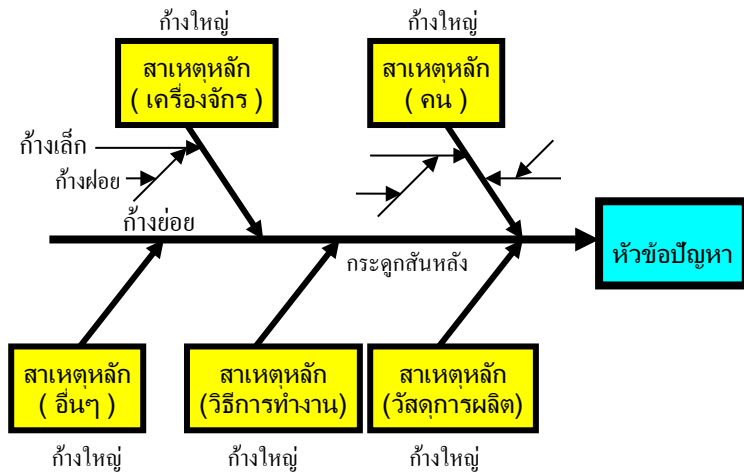
รูปที่ 1 ตัวอย่างแผนภาพพาเรโต

ประโยชน์ของแผนภาพพาเรโต คือ

- 1) ช่วยแยกปัญหาใหญ่ออกจากปัญหาเล็กทำให้มองภาพรวมของปัญหาได้ชัดเจน
- 2) ช่วยเรียงลำดับความสำคัญของปัญหา ทำให้สะดวกในการพิจารณาเลือกปัญหาที่สำคัญมาทำการแก้ไข ซึ่งโดยปกติจะนำปัญหาที่อยู่ภายใต้เปอร์เซ็นต์สะสม 80 เปอร์เซ็นต์มาทำการแก้ไขก่อน (หลักการ 80:20)
- 3) ช่วยเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างของปัญหาก่อนและหลังการปรับปรุงงานว่าดีขึ้นหรือไม่และมากน้อยเพียงใด

2.3 แผนผังก้างปลา

ในกระบวนการควบคุมคุณภาพ มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการศึกษาถึงสาเหตุและผลของปัญหา ในกรณีนี้สามารถระดมสมอง เพื่อกำหนดสมมุติฐานของสาเหตุในรูปของแผนผังก้างปลา หรือแผนผังเหตุและผล [7] ตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวอย่างแผนผังก้างปลา

ประโยชน์ของแผนผังก้างปลา คือ

- 1) ช่วยให้สามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้อย่างละเอียดลึกซึ้ง มีเหตุมีผล เจาะลึกถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้ง่ายและเป็นระบบทำให้แก้ปัญหาได้อย่างตรงจุด
- 2) ช่วยระดมความคิดเห็นจากสมาชิกหรือผู้เกี่ยวข้อง ทำให้เกิดความคิดที่หลากหลาย

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศุภชัย สิบคุณะ [8] ได้ศึกษาเรื่อง“การลดของเสียในกระบวนการผลิตถั่วลิสงปรุงรส” บริษัท ลิลลี่โทแบก้า จำกัด เป็นบริษัทที่ผลิตอาหารประเภทถั่วลิสงปรุงรสชนิดต่าง ๆ ซึ่งในขั้นตอนในการผลิตจะมีของเสียเกิดขึ้นค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงได้ใช้เทคนิค QC 7 Tools เข้ามาช่วยวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดวิธีปฏิบัติการแก้ไขเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต ทำให้สามารถลดของเสียในกระบวนการผลิตเดิมที่มีอยู่ถึงร้อยละ 4.89 เหลือร้อยละ 2.25

วีระ เป็โรสง [9] ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การลดของเสียในกระบวนการกัดเฟืองนาฬิกา” เป็นการศึกษาการลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตประเภทชิ้นส่วนเฟืองนาฬิกา โดยของเสียที่เกิดขึ้นมากคือฟันเฟืองหัก แกนฟันเฟืองหัก และงานมีครีบ ดังนั้นจึงได้ใช้เทคนิค QC 7 Tools เข้า

มาช่วยวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดวิธีปฏิบัติการแก้ไข เช่น จัดทำตารางบำรุงรักษาและตรวจเช็คเครื่องจักร จัดทำ Jig และ Pin ในการกำหนดตำแหน่งของเครื่องจักรและอุปกรณ์ และอบรมทางด้านการปฏิบัติงานที่ถูกต้องให้กับพนักงาน ทำให้สามารถลดของเสียในกระบวนการผลิตเดิมที่มีอยู่ถึงร้อยละ 2.79 เหลือร้อยละ 1.48 [9]

เชิดชัย สิงห์ขาม [10] ได้ศึกษาเรื่อง“การลดของเสียในกระบวนการทำ Main plate นาฬิกา” เป็นการศึกษาการลดปริมาณของเสียในกระบวนการทำ Main plate นาฬิกา โดยของเสียที่เกิดขึ้นมากคืองาน Portant อ้า และงานเจาะไม่ตรง ดังนั้นจึงได้ใช้เทคนิค QC 7 Tools เข้ามาช่วยวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดวิธีปฏิบัติการแก้ไข เช่น จัดทำตารางบำรุงรักษาและตรวจเช็คเครื่องจักร จัดทำ Fog Oil และ Sensor เพื่อให้การทำงานของเครื่องจักรมีประสิทธิภาพมากขึ้น และอบรมทางด้านการปฏิบัติงานที่ถูกต้องให้กับพนักงาน ทำให้สามารถลดของเสียในกระบวนการผลิตเดิมที่มีอยู่ถึงร้อยละ 4.45 เหลือร้อยละ 0.74 [10]

3. วิธีการศึกษา

3.1 ขั้นตอนการศึกษา

ในการดำเนินการ ผู้ศึกษาได้ศึกษาปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตชิ้นส่วนโลหะ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

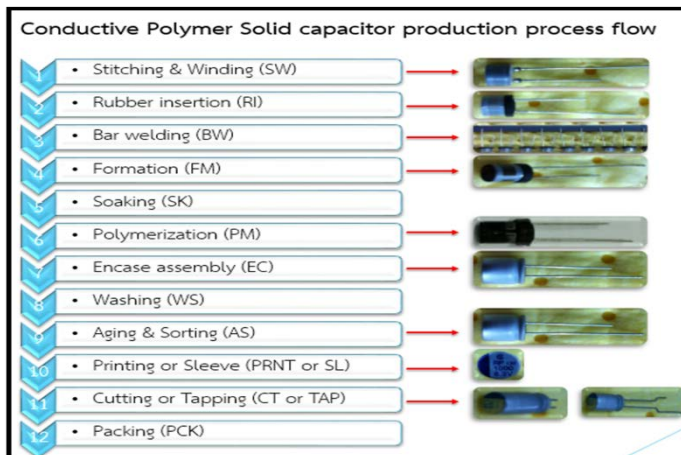
- 1) ศึกษาปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตโพลีเมอร์ โซลิด คาปาซิเตอร์
- 2) ศึกษาสภาพปัญหาและวิเคราะห์สภาพปัญหาของกระบวนการผลิตที่เกิดของเสียมากที่สุด
- 3) กำหนดวิธีการในการแก้ไขปัญหา
- 4) ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหา
- 5) สรุปผลและนำเสนอผู้เกี่ยวข้องของบริษัท

3.2 ขั้นตอนการผลิตโพลีเมอร์ โซลิด คาปาซิเตอร์

กระบวนการผลิตจะถูกแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการหลัก ตามรูปที่ 3 ได้แก่

- 1) กระบวนการผลิต ประกอบด้วย 8 แผนกย่อย คือ
 - Stitching & Winding (SW) เป็นขั้นตอนการย้ําและม้วน
 - Rubber Insertion (RI) เป็นขั้นตอนการสวมรับเบอร์หรือหมวก
 - Bar Welding (BW) เป็นขั้นตอนการเชื่อมขาสีตวายให้ยึดติดกับแผ่นเหล็ก (Iron Bar)
 - Formation (FM) เป็นขั้นตอนการช่อมแซมอลูมิเนียมออกไซด์ช่อง
 - Monomer Soaking (Monomer SK) เป็นขั้นตอนการแช่ชิ้นงานในสารมอนอเมอร์

- Oxidant Soaking (Oxidant SK) เป็นขั้นตอนการแช่สารออกซิไดเซอร์
 - Polymerization (PM) เป็นขั้นตอนการอบชิ้นงานเพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาโพลิเมอร์
 - Encase (EC) เป็นขั้นตอนการประชิ้นงานหรือการสวมปลอกอลูมิเนียม
 - Washing (WS) เป็นขั้นตอนการล้างชิ้นงานหลังการประกอบ
- 2) กระบวนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า คือ แผนก Aging & Sorting (AS)
- 3) กระบวนการขึ้นรูปขาลีดวาย ประกอบด้วย 4 แผนกย่อย คือ
- Printing & Sleeve (PRNT & SL) เป็นแผนกที่ทำการพิมพ์ตราแบรนด์ สเปค แรงดัน
 - Cutting (CT) เป็นแผนกที่ทำการขึ้นรูปขาลีดวายด้วยวิธีการตัดแบบต่าง ๆ
 - Tapping (TAP) เป็นแผนกที่ทำการขึ้นรูปขาล โดยการยึดติดกับฟิตเทปและกระดาษ



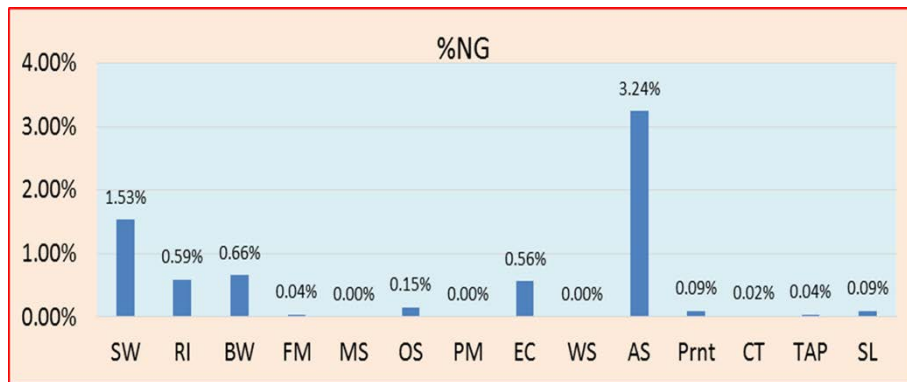
รูปที่ 3 กระบวนการผลิต โพลิเมอร์ โซลิด คาปาซิเตอร์

3.3 สภาพปัญหา

จากการศึกษาสภาพปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น สามารถสรุปภาพรวมเปอร์เซ็นต์ของเสียก่อนการแก้ไขตั้งแต่ในแต่ละกระบวนการในช่วงเดือนกรกฎาคม 2558- มีนาคม 2559 ได้ตามรูปที่ 4 ซึ่งในส่วนของกระบวนการถูกแบ่งออกเป็นสามส่วนหลัก ได้แก่ กระบวนการผลิต กระบวนการทดสอบ และกระบวนการขึ้นรูปขาลซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- กระบวนการผลิตได้แก่ SW, RI, BW, FM, MS, OS, PM, EC และ WS
- กระบวนการทดสอบได้แก่ AS
- กระบวนการขึ้นรูปขาลได้แก่ PRNT, CT, TP และ SL

โดยตัวเลขเปอร์เซ็นต์ของเสียของแต่ละกระบวนการสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1



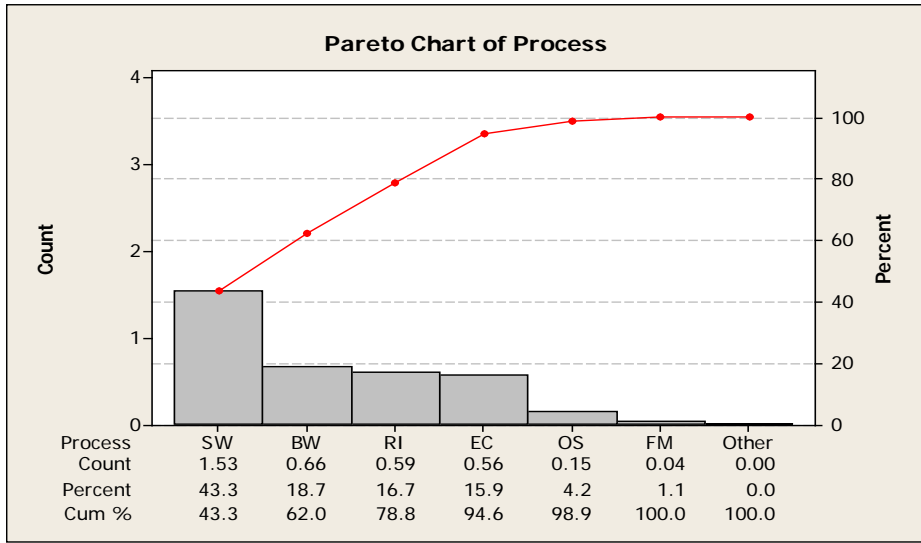
รูปที่ 4 ของเสียแต่ละกระบวนการโดยรวมเดือนกรกฎาคม 2558 - มีนาคม 2559

ตารางที่ 1 สรุปตัวเลขเปอร์เซ็นต์ของเสียแต่ละกระบวนการผลิต

แผนก	% ของเสีย	% ของสัดส่วนการเสีย	% สะสมของสัดส่วนการเสีย
Stitching & Winding (SW)	1.53%	43.36%	43.36%
Bar welding (BW)	0.66%	18.59%	61.95%
Rubber insertion (RI)	0.59%	16.75%	78.70%
Encase (EC)	0.56%	15.89%	94.59%
Oxidant soaking (OS)	0.15%	4.35%	98.94%
Formation (FM)	0.04%	1.06%	100.00%
Monomer soaking (MS)	0.00%	0.00%	100.00%
Polymerization (PM)	0.00%	0.00%	100.00%
Washing (WS)	0.00%	0.00%	100.00%

หมายเหตุ: กระบวนการทดสอบไม่ใส่ในตารางเนื่องจากไม่ได้เป็นกระบวนการผลิตหรือขึ้นรูป

เมื่อวิเคราะห์ตามทฤษฎีของแผนภาพพาเรโตตามรูปที่ 5 พบว่าเปอร์เซ็นต์ของสัดส่วนการเสีย กระบวนการ Stitching & Winding (SW) จัดอยู่ในอันดับแรกของปัญหาเท่ากับ 43.36% ซึ่งในส่วน ของกระบวนการ Stitching & Winding เป็นกระบวนการที่จะเข้าไปทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงแก้ไข เนื่องจากเป็นกระบวนการแรกและมีความสำคัญเป็นอันดับ 1 เพราะจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพงาน ของแผนกถัดไป



รูปที่ 5 ลำดับความสำคัญกระบวนการที่เกิดของเสียจากมากไปหาน้อย

4. ผลการดำเนินการศึกษา

4.1 อาการปัญหาของเสียของกระบวนการ **Stitching & Winding** ก่อนปรับปรุง

จากการศึกษากระบวนการ **Stitching & Winding** โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2558 จนถึงเดือนมีนาคม 2559 พบว่ามีค่าเฉลี่ยของเสีย 1.53% ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บันทึกการผลิตแผนก **Stitching & Winding** เดือน ก.ค.2558 – มี.ค.2559 (kpcs.)

เดือน	ก.ค.58	ส.ค.58	ก.ย.58	ต.ค.58	พ.ย.58	ธ.ค.58	ม.ค.59	ก.พ.59	มี.ค.59	เฉลี่ย
ยอดผลิต	19,634	22,455	13,288	11,567	12,730	13,278	22,284	22,209	16,109	17,061
ของดี	19,266	22,110	13,061	11,394	12,569	13,092	21,951	21,859	15,902	16,800
ของเสีย	368	345	227	174	161	186	332	350	207	261
% เสีย	1.87%	1.54%	1.71%	1.50%	1.26%	1.40%	1.49%	1.58%	1.28%	1.53%
% ของดี	98.13%	98.46%	98.29%	98.50%	98.74%	98.60%	98.51%	98.42%	98.72%	98.47%

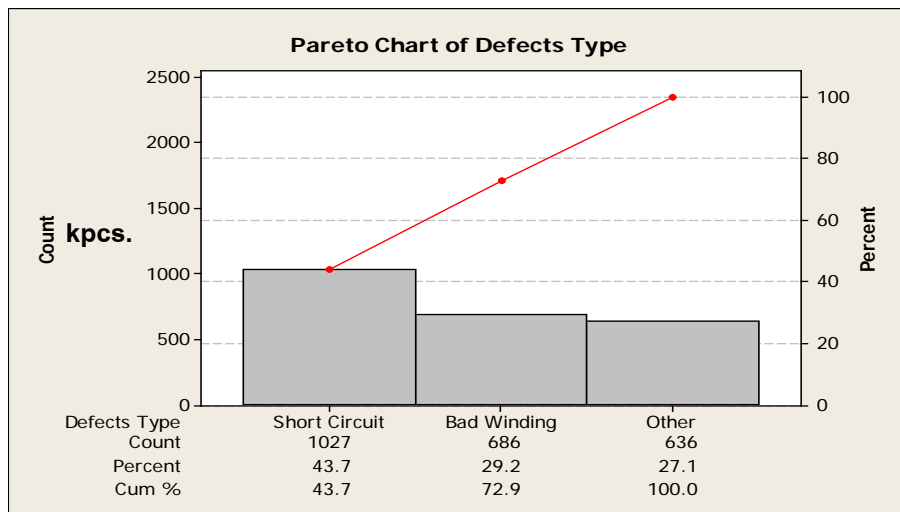
ตารางที่ 3 แสดงถึงรายละเอียดของอาการปัญหาของเสียในแผนก **Stitching & Winding** ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2558 ถึง มีนาคม 2559 ซึ่งสัดส่วนของเสียแต่ละอาการมีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 3 รายละเอียดของเสียก่อนปรับปรุงของแผนก **Stitching & Winding (kpcs.)**

อาการเสีย	ก.ค. 2558		ส.ค. 2558		ก.ย. 2558		ต.ค. 2558		พ.ย. 2558	
	kpcs	%	kpcs	%	kpcs	%	kpcs	%	kpcs	%
Short Circuit	178	0.91%	157	0.70%	86	0.65%	72	0.62%	59	0.46%
Bad Winding	90	0.46%	97	0.43%	69	0.52%	58	0.50%	54	0.43%
Other	100	0.51%	91	0.40%	72	0.53%	44	0.38%	47	0.38%
Total	368	1.87%	345	1.54%	227	1.71%	174	1.50%	161	1.26%

อาการเสีย	ธ.ค. 2558		ม.ค. 2559		ก.พ. 2559		มี.ค. 2559		รวม	
	kpcs	%	kpcs	%	kpcs	%	kpcs	%	kpcs	%
Short Circuit	77	0.58%	159	0.72%	160	0.72%	79	0.49%	1,027	0.67%
Bad winding	58	0.44%	100	0.45%	97	0.44%	62	0.39%	686	0.45%
Other	52	0.38%	73	0.32%	93	0.41%	65	0.41%	636	0.41%
Total	186	1.40%	332	1.49%	350	1.58%	207	1.28%	2,349	1.53%

เมื่อวิเคราะห์ตามทฤษฎีของแผนภาพพาเรโต สามารถจัดลำดับอาการเสียจากมากที่สุดไปจนถึงน้อยสุดได้ดังรูปที่ 6 โดยอาการเสียที่มากที่สุดคือ Short Circuit อันดับสองคือ Bad Winding และนอกนั้นคืออาการเสียอื่น ๆ ดังนั้นการแก้ไขปัญหาจะแก้ไขในเรื่อง Short Circuit เป็นหลัก



รูปที่ 6 ลำดับอาการเสียจากมากไปหาน้อยของกระบวนการ **Stitching & Winding**

ลักษณะอาการเสียที่เกิดขึ้นจาก Short Circuit แสดงตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายละเอียดของเสียอาการเสีย Short Circuit

อาการเสีย	ภาพอาการเสีย	รายละเอียด
Short Circuit (ลัดวงจร)		ช็อตจากเส้นลวมูมิเหนียวพอยล์
		ช็อตจากฝุ่นผงลวมูมิเหนียว
		ช็อตจากใบมีดสี
		ช็อตจากเข็มแทงกระดาษขาด

4.2 ดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ Stitching & Winding ก่อนปรับปรุง

การศึกษานี้จะใช้ดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตมาเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการ Stitching & Winding โดยใช้ข้อมูลจากเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นมาคำนวณหาค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิต (Pp_{bench} และ Ppk_{bench}) ดังกล่าว ซึ่งหากดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุงมีค่าสูงกว่าก่อนการปรับปรุง แสดงว่าประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตดีขึ้นและจำนวนของเสียลดลง

จากข้อมูลของเสียในกระบวนการ Stitching & Winding ซึ่งมีของเสีย 1.53% สามารถนำมาคำนวณดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการผลิตก่อนปรับปรุงตามสมการที่ (1) และ (2) จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้ดังตารางที่ 5

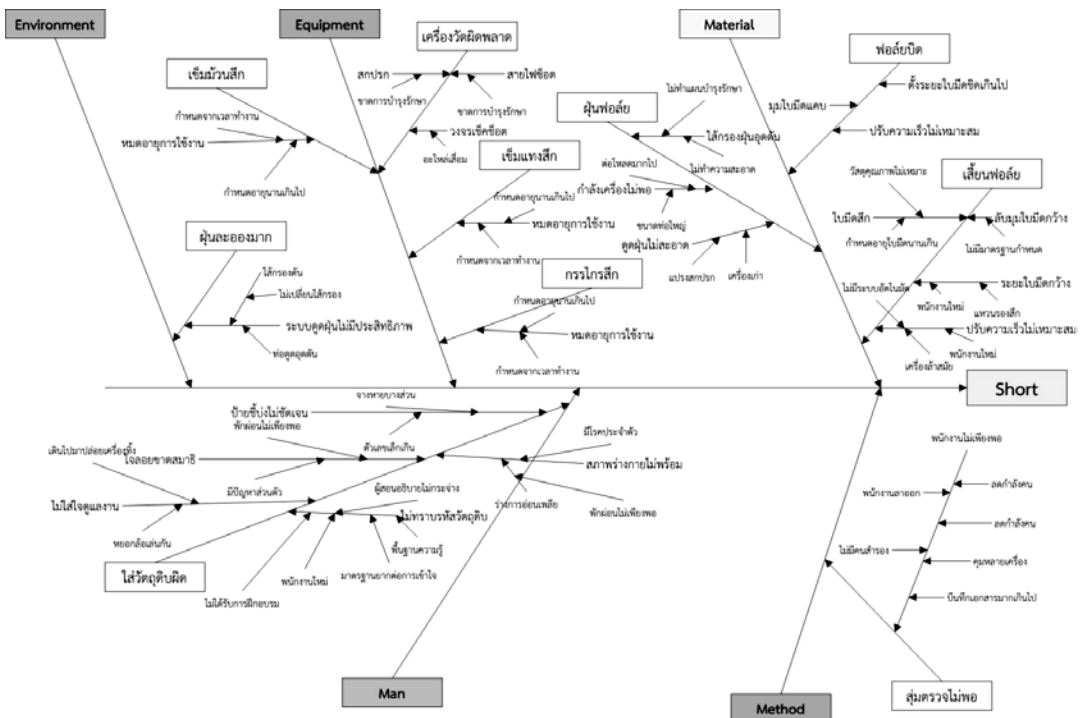
ตารางที่ 5 ดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ Stitching & Winding ก่อนปรับปรุง

ดัชนีวัดความสามารถของ กระบวนการ Stitching & Winding	ก่อนปรับปรุง
ค่า Pp_{bench}	0.81
ค่า Ppk_{bench}	0.72

4.3 สาเหตุของปัญหาและแนวทางการปรับปรุงแก้ไข

จากข้อมูลข้างต้นที่ได้ทำการรวบรวมและทำการวิเคราะห์เห็นว่ากระบวนการ Stitching & Winding กระบวนการที่เกิดของเสียมากที่สุด ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบการผลิตในภาพรวม จึงได้ทำการศึกษาวิเคราะห์รายละเอียดถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหารวมถึงจัดทำแผนดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในส่วนของอาการปัญหา Short Circuit เนื่องจากเป็นปัญหาอันดับแรกตามแผนภาพพาเรโต จากนั้นจะนำข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงมาทำการเปรียบเทียบผลของการดำเนินการต่อไป

การวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา คณะผู้ศึกษาได้ใช้หลักการของแผนผังก้างปลา โดยแยกเป็นสาเหตุใหญ่จากคน (Man) วัสดุการผลิต (Material) วิธีการ (Method) เครื่องจักรอุปกรณ์ (Equipment) และสภาพแวดล้อม (Environment) ตามรูปที่ 7 จะเป็นการวิเคราะห์สาเหตุของอาการ Short Circuit ซึ่งจะเห็นถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหลายประการ








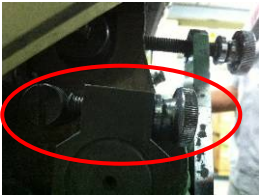


รูปที่ 7 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุของอาการ Short Circuit

จากการวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา คณะผู้ศึกษาได้กำหนดแนวทางแก้ไขปัญหาจากอาการ Short Circuit ดังนี้





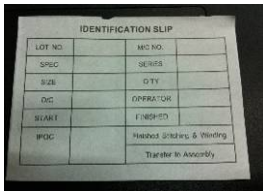
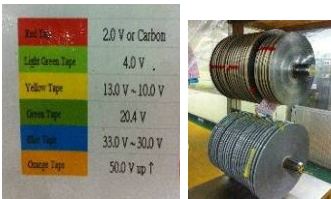
- 1) สาเหตุจากวัสดุการผลิต ปรับปรุงแก้ไขโดย
 - 1.1) เปลี่ยนวัสดุใบมีดใหม่
 - 1.2) กำหนดอายุการใช้งานใบมีดใหม่
 - 1.3) กำหนดมาตรฐานองศาของใบมีดใหม่
 - 1.4) กำหนดอายุการใช้งาน การตรวจวัดและจัดกลุ่มแหวนรอง
- 2) สาเหตุจากคน ปรับปรุงแก้ไขโดย
 - 2.1) ใช้สติ๊กเกอร์สีชี้บ่งวัสดุการผลิตป้องกันการหยิบผิด
 - 2.2) เนื่องจากจำนวนพนักงานไม่พอ จึงปรับผังการวางเครื่องจักรใหม่ เพื่อให้พนักงานสามารถคุมเครื่องได้มากขึ้น
- 3) สาเหตุจากวิธีการ ปรับปรุงแก้ไขโดย
 - 3.1) จัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน (WI) การตั้งระยะใบมีด
 - 3.2) แก้ไขคู่มือการปฏิบัติงาน (WI) กำหนดความเร็วการตัด
- 4) สาเหตุจากเครื่องจักรอุปกรณ์ ปรับปรุงแก้ไขโดย
 - 4.1) จัดทำแผนบำรุงรักษาชุดวัด
 - 4.2) กำหนดอายุการใช้งานเข็มแทง/เข็มม้วน/กรรไกรตัดฟอยล์
 - 4.2) ติดตั้งเครื่องควบคุมอัตโนมัติ
- 5) สาเหตุจากสภาพแวดล้อม ปรับปรุงแก้ไขโดย
 - 5.1) ติดตั้งเครื่องดูดฝุ่นเพิ่ม
 - 5.2) ลดขนาดท่อดูดลง
 - 5.3) เพิ่มขนาดเครื่องดูดฝุ่น
 - 5.4) เปลี่ยนแบบแปรงใหม่เพื่อให้แข็งแรงขึ้น
 - 5.5) กำหนดช่วงเวลาเปลี่ยนแผ่นกรองฝุ่นของเครื่องดูดฝุ่น

การดำเนินการปรับปรุงแก้ไขอาการปัญหา Short Circuit แสดงผลเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงอาการปัญหา Short Circuit

แนวทางการปรับปรุง	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
เปลี่ยนวัสดุใบมีดใหม่	SUJ2+SKD11	Hi-speed+SKD11
กำหนดอายุการใช้งานใบมีดใหม่	ไม่เกิน 10,000 เมตร	ไม่เกิน 7,000 เมตร
กำหนดมาตรฐานองศาของใบมีดใหม่	 ต่ำกว่า 34 องศา	 มาตรฐาน 35-37 องศา
กำหนดอายุการใช้งาน/ตรวจวัดและจัดกลุ่มแหวนรอง	 ไม่มีการคัดแยก	 จัดกลุ่มคัดแยกใหม่
อบรมทักษะใหม่/จัดทำคู่มือการตั้งระยะใบมีด	 ปรับแบบหยาบ	 เพิ่มการปรับละเอียด
แก้ไข WI / ผิดอบรมพนักงาน	ไม่มีการกำหนดความเร็วการตัด	กำหนดความเร็วไม่เกิน 25 เมตร/นาที
ติดตั้งเครื่องควบคุมอัตโนมัติ	 ใช้คนปรับแรงดึง	 ติดตั้งเครื่องอัตโนมัติ

ตารางที่ 6 ผลเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงอาการปัญหา Short Circuit (ต่อ)

แนวทางการปรับปรุง	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ติดตั้งเครื่องดูดฝุ่นเพิ่ม	1 เครื่องดูดฝุ่นต่อ 4 เครื่องตัด	1 เครื่องดูดต่อ 1 เครื่องตัด
ลดขนาดท่อดูดลง	 ท่อขนาด 3 นิ้ว	 ลดขนาดท่อลงเหลือ 1 นิ้ว
เปลี่ยนเครื่องกำลังสูงขึ้น	เครื่องขนาด 700 W	เครื่องขนาด 1,000 W
กำหนดอายุการใช้แปรง	ใช้จนหมดสภาพ	1 ครั้งต่อสัปดาห์
เปลี่ยนแบบแปรงใหม่	 ใช้เพียงชนิดเดียว	 ใช้สองชนิดร่วมกัน
กำหนดอายุการใช้งานเข็มแทง/เข็มม้วน/กรรไกร	กำหนด 30 ± 5 วัน	กำหนด 1,500-1,600 kpcs.
จัดทำแผนบำรุงรักษาชุดวัด	ไม่ระบุ	เพิ่มเติมใน M5F-007
ใช้สติ๊กเกอร์สีชี้บ่งวัสดุการผลิต	 ติดป้ายชี้บ่ง	 กำหนดรหัสสีชี้บ่ง
ปรับปรุงการวางเครื่องจักร	แถวละ 8 เครื่อง	แถวละ 9 เครื่อง
เปลี่ยนแผ่นกรองฝุ่น	1 ครั้งต่อสัปดาห์	1 ครั้งต่อวัน

4.4 การติดตามผลหลังการปรับปรุงแก้ไข

หลังจากได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามแนวทางวิธีการที่กำหนดแล้ว ได้มีการเก็บข้อมูลของเสียในกระบวนการ Stitching & Winding เป็นเวลา 2 เดือน (สิงหาคม-กันยายน 2559) มาวิเคราะห์ได้ข้อมูลดังตารางที่ 7 โดยของเสียโดยเฉลี่ยหลังการปรับปรุงเท่ากับ 1.01% โดยแยกเป็นของเสียจากอาการ Short Circuit 0.42%, ของเสียจากอาการ Bad Circuit 0.22% และของเสียจากอาการอื่น ๆ 0.37% และสามารถคำนวณหาค่า ค่า Pp_{bench} เท่ากับ 0.87 และ ค่า Ppk_{bench} เท่ากับ 0.78 ดังตารางที่ 8 (การแก้ปัญหา Short Circuit อาจส่งผลทำให้ของเสียจากอาการ Bad Winding และอาการอื่น ๆ ลดลงด้วย เนื่องจากการเสียอาจจะมาจากสาเหตุเดียวกันในบางประเด็น)

ตารางที่ 7 บันทึกการผลิตแผนก Stitching & Winding เดือน ส.ค.-ก.ย. 2559

เดือน	สิงหาคม 2559		กันยายน 2559		ค่าเฉลี่ย	% เฉลี่ย
ยอดผลิต	28,981,537	-	29,578,476	-	29,280,007	-
ของดี	28,694,814	99.01%	29,273,243	98.97%	28,984,029	98.99%
ของเสีย	286,723	0.99%	305,233	1.03%	295,978	1.01%
Short Circuit	120,509	0.42%	125,943	0.43%	123,226	0.42%
Bad Winding	66,658	0.23%	62,174	0.21%	64,416	0.22%
Other	104,334	0.36%	112,338	0.38%	108,336	0.37%

ตารางที่ 8 ดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ Stitching & Winding หลังปรับปรุง

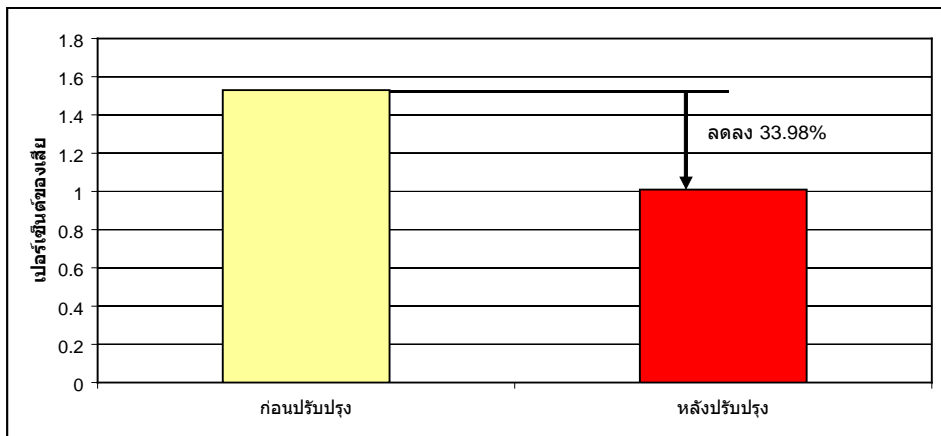
ดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ Stitching & Winding	หลังปรับปรุง
ค่า Pp_{bench}	0.87
ค่า Ppk_{bench}	0.78

5. สรุปผลการดำเนินงาน

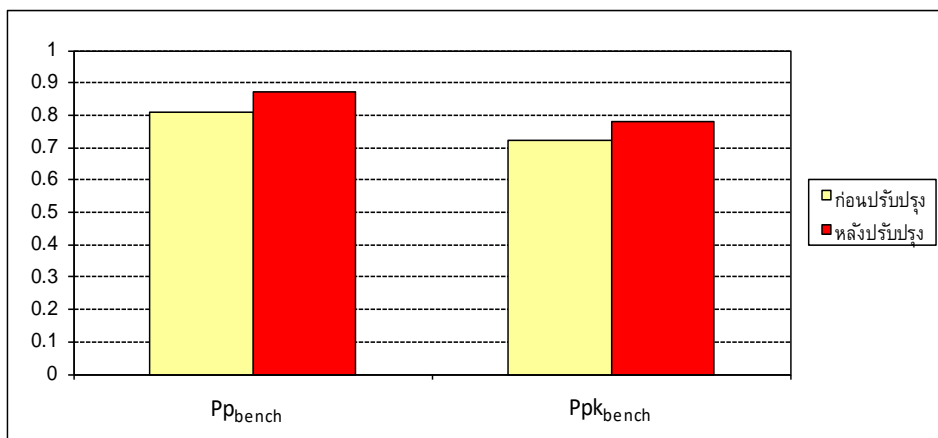
จากการศึกษาเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตโพลีเมอร์ โซลิด คาปาซิเตอร์ โดยได้เข้าไปทำการศึกษาระบวนการผลิตโดยละเอียด รวมทั้งวิเคราะห์สาเหตุและเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาของเสียในขั้นตอนการผลิตที่มีนัยสำคัญ ได้แก่ กระบวนการ Stitching & Winding ซึ่งจากการดำเนินการดังกล่าวสามารถลดเปอร์เซ็นต์ของเสียและเพิ่มค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ Stitching & Winding ได้ดังตารางที่ 9 รูปที่ 8 และ รูปที่ 9

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการ Stitching & Winding

รายการ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
เปอร์เซ็นต์ของเสีย	1.53%	1.01%
ค่า Pp_{bench}	0.81	0.87
ค่า Ppk_{bench}	0.72	0.78



รูปที่ 8 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียก่อนและหลังการดำเนินการ



รูปที่ 9 กราฟเปรียบเทียบ Pp_{bench} และ Ppk_{bench} ก่อนและหลังการดำเนินการ

ซึ่งจากตัวเลขข้อมูลพบว่าสามารถลดของเสียในกระบวนการ Stitching & Winding จาก 1.53% เป็น 1.01% (ลดลง 33.98%) สามารถเพิ่มค่าดัชนีวัดด้านศักยภาพของกระบวนการในระยะ

ยาว (Pp_{bench}) จาก 0.81 เป็น 0.87 และสามารถเพิ่มค่าดัชนีวัดด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว (Ppk_{bench}) จาก 0.72 เป็น 0.78 จึงสรุปได้ว่าการดำเนินงานเพื่อลดของเสียนี้มีประสิทธิผลอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและเป็นที่ยอมรับของสถานประกอบการ

References

- [1] Chamlak Khunponkaew. (2001). **Productivity Improvement Principle**. 1st Edition. Bangkok: Prachachon Publisher. Thailand Productivity Institute. (In Thai)
- [2] Surus Tangphaitoon. (2014). **7 Waste Reduction by Kaizen for Production Improvement**. 1st Edition. Nonthaburi. (In Thai)
- [3] Kitisak Ployphanitchareon. (2008). **Quality Control Principle**. 3rd Edition. Bangkok: Technology Promotion Association (Thailand-Japan) Publisher. (In Thai)
- [4] Weerapot Lueprasitsakul. (2000). **Improvement Manual for Quality of Work: The QC Story and The 14 QC Tools**. 1st Edition. BPR & TQM Consultant Publisher. (In Thai)
- [5] Kitisak Ployphanitchareon. (2008). **Process Capability Analysis**. 5th Edition. Bangkok: Technology Promotion Association (Thailand-Japan) Publisher. (In Thai)
- [6] Richard B. Chase. (1995). **Production and Operations Management**. 7th Edition. McGraw-Hill.
- [7] Richard E. Devor. (1992). **Statistical Quality Design and Control**. Macmillan.
- [8] Suphachai Seubkuna (2014). **“Defect Reduction in Peanut Cuisine Production Process”**. Project Report. Department of Industrial Engineering Technology. Faculty of Engineering. Kasem Bundit University. (In Thai)
- [9] Weera Paythaisong (2013). **“Defect Reduction in Gear of Watch Milling Process”** Project Report. Department of Industrial Engineering Technology. Faculty of Engineering. Kasem Bundit University. (In Thai)
- [10] Cherdchai Singkam (2014). **“Defect Reduction in Main Plate of Watch Production Process”**. Project Report. Department of Industrial Engineering Technology. Faculty of Engineering. Kasem Bundit University. (In Thai)

ประวัติผู้เขียนบทความ



ศุภวัชร เมฆมูรณ์ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต โทรศัพท์ 081-9248125 E-Mail: suphawat.m@gmail.com จบการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทั่วไป สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์



จิรวุฒิ ปล้องใหม่ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งหัวหน้าสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต หมายเลขโทรศัพท์ 086-3469908 E-Mail: jeerawat2556p@gmail.com จบการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม และ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการจัดการ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต และ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ