

# การลดความแปรปรวนของเวลาในกระบวนการเชื่อมทิกเพื่อการผลิต Ice Bin ASSY

โดยประยุกต์ใช้แนวคิดลีน ซิกส์ซิกมา

กรณีศึกษาแผนกชีทเมทัล เอพียู บริษัท ซาฟราน เคบิน ลำพูน จำกัด

## Time Variation Reduction in TIG Welding for Producing Ice Bin ASSY

by Applying Lean Six Sigma Concept: A Case Study of Sheet

Metal APU, Safran Cabin Lamphun Company Limited

จิรพัฒน์ วาณิชวัฒน์โกศล<sup>1\*</sup>, ทักษพร มะโนกุล<sup>2</sup> และสุนัตตา หวานชะเอม<sup>3</sup>

Jirapat Wanitwattanakosol<sup>1\*</sup>, Tulsaporn Manokul<sup>2</sup> and Sunutta Wanchaem<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>การจัดการสมัยใหม่และเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยศิลปะ สื่อและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200 โทร 0 5392 0299 E-mail: jirapat.w@cmu.ac.th

<sup>1,2,3</sup>Modern Management and Information Technology,

College of Arts, Media and Technology, Chiang Mai University

239, Huaykaew Road, Suthep, Chiang Mai, 50200 Tel. +66 5392 0299 E-mail: jirapat.w@cmu.ac.th

วันที่รับบทความ 8 กรกฎาคม 2565

วันที่รับแก้ไขบทความ 20 กันยายน 2565

วันที่ตอบรับบทความ 26 ตุลาคม 2565

Received: Jul. 8, 2022

Revised: Sep. 20, 2022

Accepted: Oct. 26, 2022

### บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความแปรปรวนของเวลา และลดอัตราของเสียในกระบวนการเชื่อมทิกที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ Ice bin ASSY ซึ่งเป็นภาชนะสำหรับบรรจุน้ำแข็งที่ใช้ในเครื่องบินโดยประยุกต์ใช้แนวคิดลีน ซิกส์ซิกมา งานวิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนซิกส์ ซิกมาประกอบไปด้วย การนิยามปัญหา การวัดสภาพปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การปรับปรุงแก้ไข และการควบคุมและติดตามผล จากการนิยามปัญหาด้วยการสอบถาม และเก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิตพบว่ากระบวนการเชื่อมทิกเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดความล่าช้า เมื่อวัดสภาพปัญหาด้วยฮีสโตแกรมแผนผังสายธารคุณค่าปัจจุบัน และแผนภูมิพาเรโต พบสาเหตุหลัก 3 ประการได้แก่ การวัดขนาดเชิงเส้นไม่ได้ตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ รอยเชื่อมไม่สมบูรณ์ และผลิตภัณฑ์ไม่ได้รูปทรง จึงใช้ผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และใช้การประเมินความเสี่ยงเพื่อจัดลำดับความเสี่ยง ผลจากการวิเคราะห์พบว่าความร้อนจากการเชื่อมทำให้เสียรูปทรง นอกจากนี้ยังไม่มีมาตรฐานในการทำงาน และสูญเสียเวลาในการประกอบเครื่องมือจับยึด ดังนั้นจึงปรับปรุงด้วยหลักการ ECRS ทำให้เกิดเครื่องมือจับยึดชิ้นงานแบบใหม่ และนำเสนอแผนผังสายธารคุณค่าอนาคต ขั้นตอนสุดท้ายคือการควบคุมและติดตามผลโดยใช้เอกสารมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงาน

หลังจากการปรับปรุงพบว่า ความแปรปรวนของเวลาการผลิตลดลงร้อยละ 65 และอัตราของเสียลดลงร้อยละ 28

**คำสำคัญ:** การเชื่อมทิก, ลีน, ซิกส์ ซิกมา

### Abstract

The objectives of this research were to reduce the time variation and waste rate of tungsten inert gas (TIG) in the welding processes in the production of Ice bin ASSY, an ice container used in airplanes. This research applied the Lean Six Sigma concept steps of Define, Measure, Analyze, Improve, and Control. Based on the first step, defining with inquiry, and collecting data from the production process, it was found that TIG welding processes were a bottleneck. In the next measurement step, three causes were found using a histogram, a current state value stream mapping, and a Pareto chart, which comprised of linear dimension off-specification, poor welding, and product surface deformation. Then a fishbone diagram and risk assessment were applied to analyze the root causes and rank appearing risks. Based on the analyzation step, it was seen that heat fusion deformed products. Moreover, no working standard and waste of time in assembly of clamping tools appeared in this step. Therefore, with the ECRS principle, a new type of workpiece clamping tool was invented. The future value stream mapping was proposed in the improvement step. The final step was to control and follow up by using work instructions. It was found that time variances were reduced by sixty-five percent and the waste rate decreased by twenty-eight percent.

**Keywords:** Tig Welding, Lean, Six Sigma

### 1. บทนำ

อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมอนาคตที่มีบทบาทสำคัญของประเทศไทย งานวิจัยนี้เป็นกรณีศึกษา แผนกซีทเมทัล เอพียูของ บริษัท ซาฟราน เคบิน ลำพูน จำกัด ที่ผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์ภายในเครื่องบินให้แก่กลุ่มลูกค้าหน่วยธุรกิจต่าง ๆ โดยแผนกซีทเมทัล เอพียู มีหน้าที่วางแผนจัดการผลิตชิ้นงานประกอบ วัตถุดิบหลักคือแผ่นอะลูมิเนียมและแผ่นสแตนเลส ผ่านกระบวนการต่าง ๆ เริ่มจากกระบวนการตัด (Cutting Part) การขัด และลบคม (Deburring and Brake Sharp) การพับ (Folding) การเชื่อม (Welding) มี 2 รูปแบบ คือการเชื่อมทิก

(TIG Welding) และการเชื่อมจุด (Spot Welding) การเคลือบผิวด้วยสารเคมี (Chemical Coating) การประกอบชิ้นงาน (Assembly) และการพิมพ์ด้วยหมึก (Ink Stamp) จากการศึกษาพบว่า กระบวนการเชื่อมทิกเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดความล่าช้าหรือเป็นคอขวด เพราะใช้ระยะเวลาทำงานค่อนข้างมาก ชิ้นงานถูกปรับปรุงแก้ไขบ่อยครั้ง กระบวนการเชื่อมทิกใช้เวลาเฉลี่ย 3,739 นาที และอัตราของเสียที่เกิดจากการเชื่อมทิกร้อยละ 78 ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตต่ำ จึงต้องหาวิธีการลดปริมาณอัตราของเสีย และความแปรปรวนของเวลา

ลีน ซิกส์ซิกมา (Lean Six Sigma: LSS) เป็นแนวคิดที่ได้รับความนิยม และปรับใช้กับภาคธุรกิจหลากหลายรูปแบบ ความแตกต่างระหว่างซิกส์ซิกมา และลีน คือ ซิกส์ ซิกมาเป็นวิธีการทางสถิติที่เป็นระบบ (Systematic) เพื่อลดความผันแปร (Variation) ในกระบวนการผลิต (Process) และผลิตภัณฑ์ (Product) DMAIC ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1. การนิยามปัญหา (Define) 2. การวัดสภาพปัญหา (Measure) 3. การวิเคราะห์ปัญหา (Analyze) 4. การปรับปรุงแก้ไข (Improve) 5. การควบคุมและติดตามผล (Control) (Stamatis, 2019) โดยมุ่งหวังคุณภาพที่เป็นเลิศ ลดต้นทุนและเพิ่มผลกำไร โดยต้นทุนที่ให้ความสนใจคือ ต้นทุนคุณภาพ แต่ไม่ได้ให้ความสำคัญเรื่องการไหลของกระบวนการ (George et al., 2004) ส่วนลีนมุ่งเน้นไปที่การไหลของการผลิตให้เป็นไปอย่างต่อเนื่องกัน ขจัดความสูญเปล่าในทุกพื้นที่ของสายการผลิต (Waste elimination) เน้นเรื่องคุณค่าของกิจกรรมที่กระทำ (Value-added) และระบุจำแนกความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ซึ่งความสูญเปล่าอาจรวมถึงกิจกรรม ขั้นตอน หรือกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าเพิ่มให้กับลูกค้า (Non-value-added) (Antony et al., 2017; Singh and Rathi, 2019)

งานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดลีน ซิกส์ซิกมา (LSS) มาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการปรับปรุงแก้ไข เพื่อลดความแปรปรวนของเวลาในการผลิต และลดอัตราของเสียในกระบวนการเชื่อมทิกของผลิตภัณฑ์ Ice bin ASSY ที่เกิดขึ้นกับแผนกซีทเมทัล เอพียู

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อลดความแปรปรวนของเวลาในการผลิตอย่างน้อยร้อยละ 50 และลดอัตราของเสียในกระบวนการเชื่อมทิกของผลิตภัณฑ์ Ice bin ASSY

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดลีน ซิกส์ซิกมา แนวคิดลีน และเครื่องมือต่าง ๆ เข้ามาประยุกต์รวมทั้งใช้ซอฟต์แวร์ด้านสถิติคือ Minitab ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.1 การนิยามปัญหา เริ่มจากศึกษาข้อมูลของแผนกซีทเมทัล เอพียู โดยสอบถามจากพนักงานวางแผนการผลิต และฝ่ายบัญชีในการหาข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนคำสั่งซื้อ

และต้นทุนสูง โดยใช้รูปแบบการสัมภาษณ์ และการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) จากนั้นศึกษากระบวนการผลิต สอบถามกระบวนการจากพนักงาน อัตคลิปีวิดีโอ ศึกษาจากใบงาน และเขียนผังงาน (Flow Chart) กระบวนการผลิต Ice bin ASSY

3.2 การวัดสภาพปัญหา การหาตัวชี้วัดกระบวนการโดยใช้ฮิสโตแกรม (Histogram) เปรียบเทียบการกระจายตัวของข้อมูลที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพกับข้อมูลอ้างอิง จากนั้นสร้างแผนผังสายธารคุณค่าปัจจุบัน (Current State Value Stream Mapping) เพื่อมองภาพรวมกระบวนการทำงานปัจจุบัน ในส่วนของการเก็บข้อมูลประกอบด้วย ปริมาณชิ้นงานที่จัดส่งต่อเดือนและต่อวัน ตารางการจัดส่งวัสดุของผู้จัดส่งวัตถุดิบ เวลาในการผลิตที่มี (Lead Time) รอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) เวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร (Change Over Time) จำนวนพนักงาน จำนวนกะ สถานที่จัดเก็บ ปริมาณสินค้าคงคลัง และเวลาระหว่างกระบวนการ ความเร็วในการผลิต (Takt Time) มีสูตรที่ใช้คำนวณดังนี้

$$T = \frac{T_a}{D} \quad (1)$$

โดยที่  $T$  คือความเร็วในการผลิต  $T_a$  คือเวลาทั้งหมดที่มีพร้อมทำงาน และ  $D$  คืออุปสงค์ของลูกค้าระหว่างช่วงเวลานั้น

หลังจากนั้นจึงใช้แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องในด้านคุณภาพกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น เพื่อหาสาเหตุสำคัญในการปฏิเสธ (Reject) ชิ้นงาน ซึ่งได้มาจากแผนกการประกันคุณภาพ (Quality Assurance: QA) โดยรวบรวมข้อมูลชิ้นงานเสียที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ Ice bin ASSY โดยการคำนวณหาอัตราร้อยละจำนวนของเสียและความถี่สะสม เพื่อดูผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น และนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง

3.3 การวิเคราะห์ปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุความเสี่ยงโดยใช้ผังก้างปลา (Fishbone Diagram) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เจาะลึกถึงรากเหง้าปัญหาที่แท้จริง ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์สาเหตุกับพนักงานที่เกี่ยวข้องของกรณีศึกษา โดยรวบรวมข้อมูลจากปัญหาที่พบจากหน้างานจริง และสอบถามพนักงานฝ่ายผลิต เพื่อนำมาวิเคราะห์ตามหลักการและใช้การประเมินความเสี่ยง วิเคราะห์แนวทางในการขจัดลดค่าความเสี่ยงหรือโอกาสที่จะเกิดปัญหาให้น้อยลง โดยประเมินค่าความเสี่ยงจากค่าผลลัพธ์ของความรุนแรงและโอกาสในการเกิด เพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญในการแก้ไขปัญหา ซึ่งได้จากการระดมสมองในทีมเพื่อกำหนดเกณฑ์ มีสูตรการคำนวณค่าดังนี้

$$\text{Risk Assessment} = S \times O \quad (2)$$

โดยที่  $S$  คือความรุนแรงผลกระทบที่เกิดความล้มเหลว และ  $O$  คือโอกาสที่จะเกิดขึ้น  
วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

3.4 การปรับปรุงแก้ไข การปรับปรุงกระบวนการด้วยแนวคิดลีน ด้วยการประยุกต์ใช้หลักการ การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่าย (Simplify) หรือ ECRS (Suhardi et al., 2019) เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการ (Waste) แก้ไขสาเหตุหลักของการเชื่อมทิกให้ความแปรปรวนของเวลา และอัตราของเสียลดลง โดยวาดแผนผังสายธารคุณค่าอนาคต (Future State Value Stream Mapping) เพื่อสะท้อนให้เห็นกระบวนการหลังจากปรับปรุงแล้ว

การคำนวณความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง มีสมการดังนี้

$$VB = \frac{\sum BT^2}{N_1 - 1} \quad (3)$$

$$VA = \frac{\sum AT^2}{N_2 - 1} \quad (4)$$

โดยที่  $VB$  คือความแปรปรวนในการผลิตก่อนปรับปรุง  $VA$  คือความแปรปรวนในการผลิตหลังปรับปรุง  $BT$  คือ ผลต่างเวลามาตรฐาน และเวลาจริงในการผลิตก่อนปรับปรุง  $AT$  คือผลต่างเวลามาตรฐาน และเวลาจริงในการผลิตหลังปรับปรุง  $N_1$  คือจำนวนนับของการผลิตก่อนปรับปรุง และ  $N_2$  คือจำนวนนับของการผลิตหลังปรับปรุง

3.5 การควบคุมและติดตามผล กำหนดวิธีปฏิบัติงานที่ถูกต้องให้พนักงานปฏิบัติตาม เพื่อควบคุมคุณภาพงานเชื่อมทิกให้เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น และสามารถเข้าไปตรวจสอบ ติดตามผล และแก้ไขปัญหาได้ โดยได้จัดทำเอกสารมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction: WI)

ขอบเขตด้านเนื้อหา: ศึกษาและดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยประยุกต์ใช้แนวทางลีน ชิکشิกมา

ขอบเขตด้านพื้นที่: ศึกษาและดำเนินการปรับปรุงเฉพาะกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ice bin ASSY ของแผนกซีทเมทัล เอพียู

ขอบเขตด้านเวลา: การวิจัยครั้งนี้เก็บข้อมูลในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ.2563 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2564

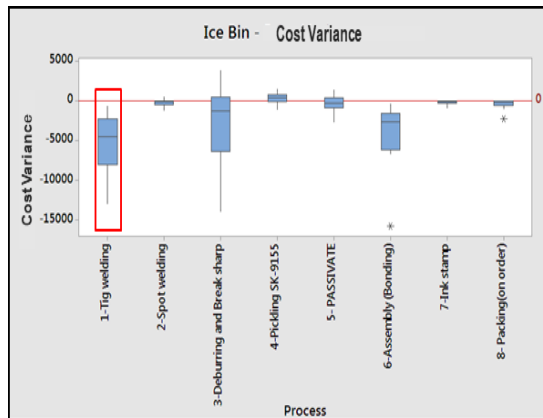
#### 4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการนิยามปัญหา จากการศึกษาข้อมูลของแผนกซีทเมทัล เอพียู โดยใช้ผลต่างด้านต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงกับต้นทุนประมาณ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ควรนำมาปรับปรุงกระบวนการผลิตเป็นอันดับที่ 1 ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ Ice bin ASSY (ภาพที่ 1) จากนั้นนำข้อมูลต้นทุนกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนมาเปรียบเทียบ พบว่ากระบวนการเชื่อมทิกมีความแปรปรวนต้นทุนสูงที่สุด และมีแนวโน้มที่จะเป็นสาเหตุของความแปรปรวนต้นทุนที่เกิดขึ้นกับขั้นตอนอื่น ๆ ดังภาพที่ 2

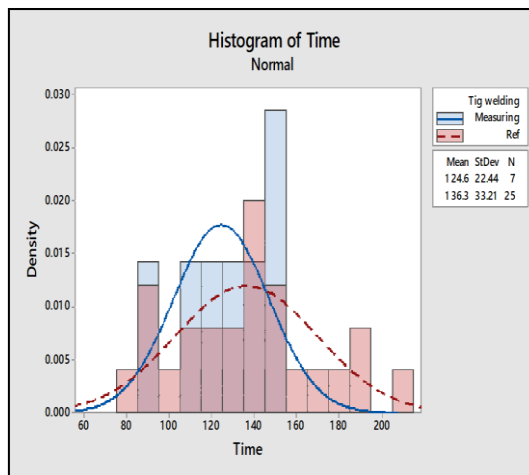
4.2 ผลการวัดสภาพปัญหา การวัดสภาพปัญหาต้องมีข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และมีการกระจายตัวของข้อมูลที่น้อย จากการเปรียบเทียบข้อมูลภายใต้ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้ข้อมูลเวลาการเชื่อมอั้งอิง 25 ชุด กับข้อมูลที่ใช้วัด 7 ชุด ปรากฏว่าข้อมูลมีการกระจายตัวอยู่ในกลุ่มเดียวกัน แสดงว่าข้อมูลมีความน่าเชื่อถือที่จะนำมาวัดผล ดังภาพที่ 3 และ 4 โดยข้อมูลที่ใช้วัดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 124.6 นาที และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 22.44 นาที ข้อมูลที่ใช้อั้งอิงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 136.3 นาที และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 33.21 นาที หลังจากนั้นจึงสร้างแผนผังสายธารคุณค่าปัจจุบัน (ดังภาพที่ 5 และตารางที่ 1) ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่กิจกรรมการสั่งซื้อจากลูกค้าจนถึงการส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้า พบว่ากระบวนการเชื่อมทิกใช้เวลาทั้งหมด 3,739 นาที



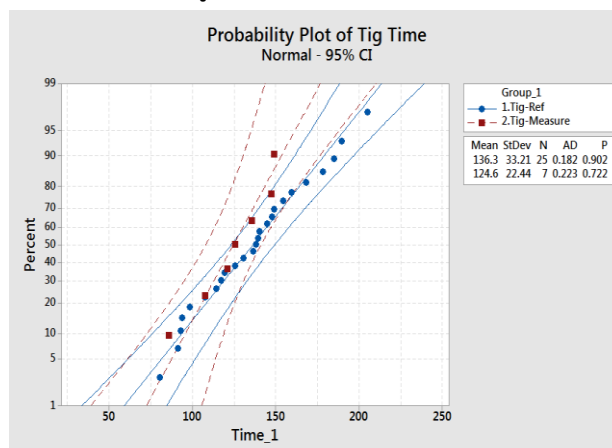
ภาพที่ 1 ผลิตภัณฑ์ Ice bin ASSY



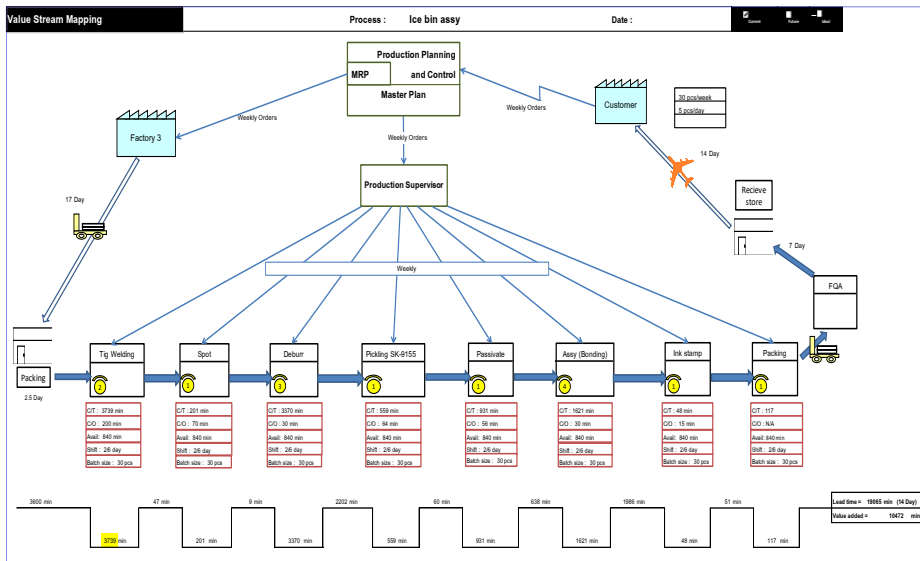
ภาพที่ 2 ความแปรปรวนด้านต้นทุนกระบวนการผลิต



ภาพที่ 3 แผนภาพความผันแปรของข้อมูล



ภาพที่ 4 การกระจายตัวของข้อมูลที่ใช้วัดและอ้างอิง



ภาพที่ 5 แผนผังสายธารคุณค่าปัจจุบันของกระบวนการผลิต Ice bin ASSY

ตารางที่ 1 รายละเอียดแผนผังสายธารคุณค่าปัจจุบัน (หน่วยเวลา: นาที)

กระบวนการ	เวลาในการทำงาน	ทรัพยากร (คน)	เวลาทั้งหมดในการทำงานต่อวัน	เวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร	เวลาระหว่างกระบวนการ
Tig Welding	3,739	2	840	200	3,600
Spot	201	1	840	70	47
Deburr	3,370	3	840	30	9
Pickling SK-9155	559	1	840	64	2,202
Passivate	931	1	840	56	60
Assy (Bonding)	1,621	4	840	30	638
Ink stamp	48	1	840	15	1,986
Packing	117	1	840	N/A	51

ความเร็วในการผลิตของผลิตภัณฑ์ Ice bin ASSY ได้จากการใช้สมการที่ (1) ซึ่งพบว่าเวลาทั้งหมดที่มีพร้อมทำงานเท่ากับ 840 นาที และอุปสงค์ของลูกค้าเท่ากับ 5 ชิ้นต่อวัน ดังนั้นความเร็วในการผลิตเท่ากับ 168 นาทีต่อชิ้น

จากขั้นตอนการตรวจสอบ Final QA พบว่าปัญหาที่มีสัดส่วนอัตราของเสียมากที่สุด โดยเรียงลำดับสามอันดับแรก ได้แก่ 1) การวัดขนาดเชิงเส้นไม่ได้ตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ 2) คุณภาพการเชื่อมแย้ 3) ผลิตภัณฑ์ไม่ได้รูปทรง

4.3 ผลการวิเคราะห์ปัญหา จากการวัดสภาพของปัญหาเพื่อนำมาวิเคราะห์ต้นเหตุของปัญหาโดยใช้ผังก้างปลา มีสาเหตุหลักสี่ด้าน ประกอบด้วย เครื่องจักร วัตถุดิบ พนักงาน และวิธีการทำงาน ดังภาพที่ 6 จากนั้นจึงประเมินความเสี่ยง (ตารางที่ 2) ซึ่งมีการจัดลำดับความสำคัญ

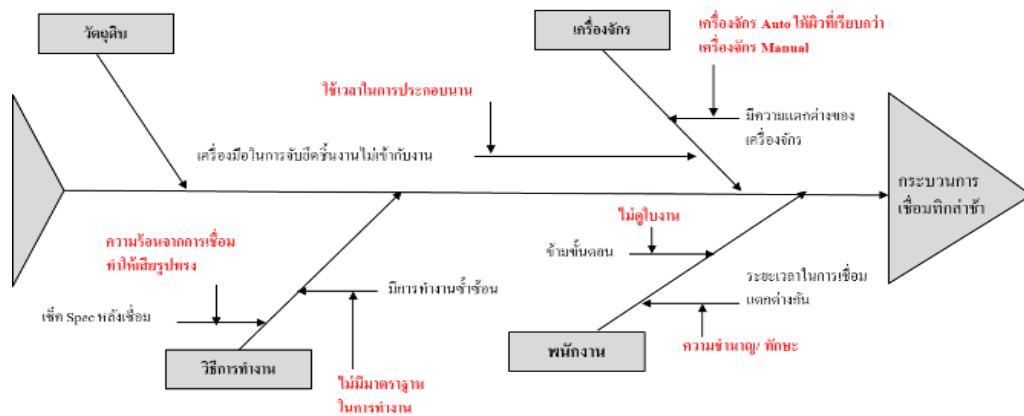


ของสาเหตุที่เกิดจากปัญหาการเชื่อมทิก มีเกณฑ์การตัดสินใจ (ตารางที่ 3) ที่มาจากค่าผลลัพธ์ของความรุนแรง (S) และโอกาสในการเกิดปัญหา (O) โดยใช้จากสมการ (2)

ผลการวิเคราะห์ปัญหาสามารถจัดอันดับในการปรับปรุงได้ดังนี้ ความร้อนจากการเชื่อมทำให้เสียรูปทรง ไม่มีมาตรฐานการทำงาน และสูญเสียเวลาในการประกอบเครื่องมือจับยึด ดังนั้นจึงระดมสมองกับพนักงานแผนก QA พบว่าควรปรับปรุงเครื่องมือจับยึดชิ้นงานในการเชื่อมซึ่งเป็นสาเหตุหลักของปัญหาข้างต้น

ตารางที่ 2 การจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุที่เกิดจากปัญหาการเชื่อมทิก

รูปแบบ	สาเหตุหลัก	สาเหตุย่อย	S	O	คะแนน	ลำดับ
เครื่องจักร	เครื่องมือในการจับยึดชิ้นงาน	ใช้เวลาในการประกอบนาน	3	3	9	3
วิธีการทำงาน	มีการทำงานซ้ำซ้อน	ไม่มีมาตรฐานการทำงาน	4	3	12	2
	เช็ค Spec หลังเชื่อม	ความร้อนทำให้เสียรูปทรง	4	4	16	1



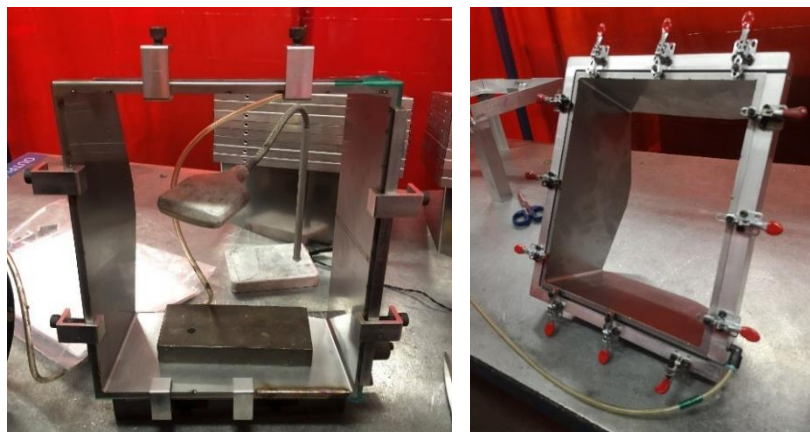
ภาพที่ 6 แผนผังก้างปลาของกระบวนการเชื่อมทิก

ตารางที่ 3 เกณฑ์ค่าผลลัพธ์ของความรุนแรง (S) และโอกาสในการเกิดปัญหา (O)

Level	Severity (S) ความรุนแรง	Occurrence (O) การเกิดปัญหา
1	ทำงานซ้ำ < 25% หรือไม่เกิดผลกระทบ	เกิดความผิดพลาดได้น้อย
2	ทำงานซ้ำ ≥ 25%	เกิดความผิดพลาดที่ต้องแก้ไขหน้างาน
3	ทำงานซ้ำ ≥ 50%	เกิดความผิดพลาดที่จะถูก QC ส่งกลับ
4	ทำงานซ้ำ ≥ 75%	เกิดความผิดพลาดที่จะถูก QA ส่งกลับ
5	งานต้องผลิตซ้ำ (ทำใหม่)	เกิดความผิดพลาดที่จะถูกลูกค้าส่งกลับ

4.4 ผลการปรับปรุงแก้ไข จากผลการวิเคราะห์เพื่อลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อนและเกิดความสูญเปล่าในการทำงานของการเชื่อมทิกแบบเดิม ด้วยการนำหลักการกำจัด (E) กระบวนการที่ไม่จำเป็น และการทำให้ง่าย (S) เพื่อลดเวลาในการประกอบชิ้นงานเข้ากับเครื่องมือจับยึด ดังนั้นเครื่องมือจับยึดชิ้นงานแบบใหม่ ซึ่งมีตัวประกอบเครื่องมือจับยึดชิ้นงานน้อยลง จึงได้ถูกออกแบบ (ภาพที่ 7) และนำมาทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

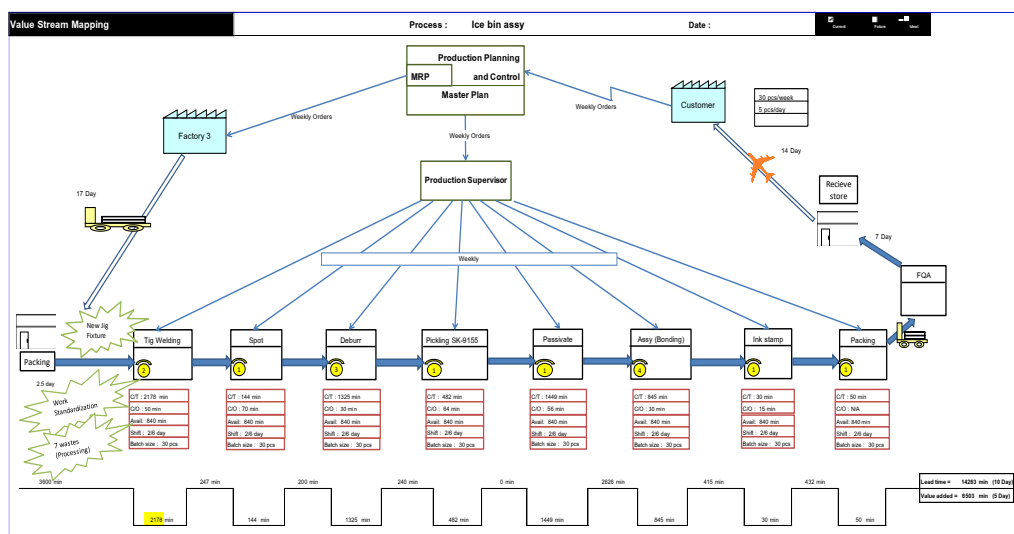
ผลจากการปรับปรุง แสดงผลโดยใช้แผนผังสายธารคุณค่าอนาคต ดังภาพที่ 8 และมีรายละเอียดดังตารางที่ 4 พบว่าเวลาในกระบวนการเชื่อมทิกเฉลี่ยลดลงเหลือ 2,178 นาที จากเดิมที่ใช้เวลาเฉลี่ย 3,739 นาที ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประกอบเครื่องมือจับยึดชิ้นงานแบบใหม่และแบบเก่า โดยลดเวลาในการประกอบได้ 5 นาที ต่อครั้งทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการประกอบเครื่องมือจับยึดชิ้นงานน้อยลง รวมทั้งคุณภาพชิ้นงานหลังการเชื่อมทิกดีขึ้น



(ก)

(ข)

ภาพที่ 7 เครื่องมือจับยึดชิ้นงานแบบเก่า (ก) และแบบใหม่ (ข) ที่ใช้ในการเชื่อมทิก



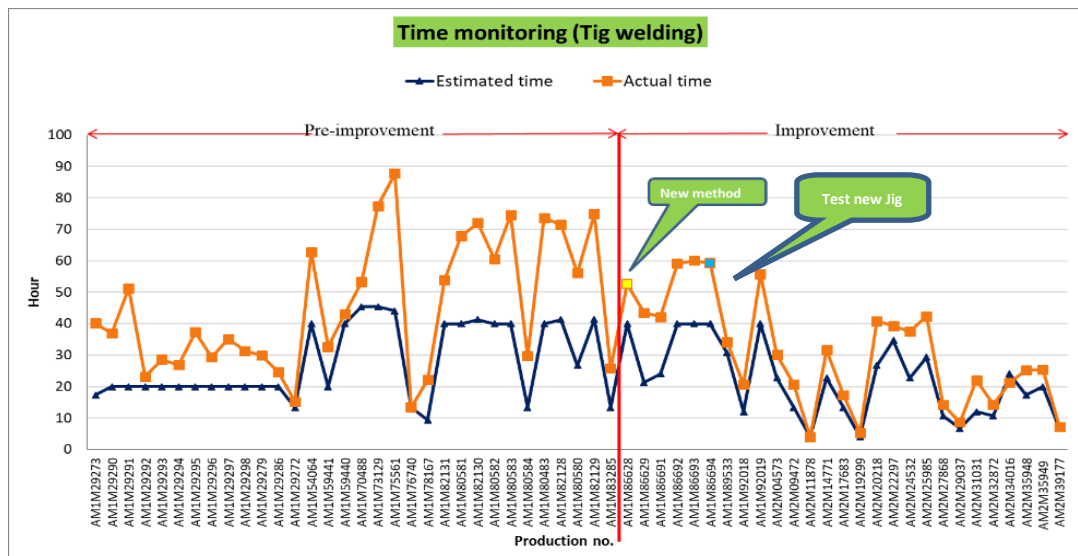
ภาพที่ 8 แผนผังสายธารคุณค่าอนาคตของกระบวนการผลิต Ice bin ASSY

ตารางที่ 4 รายละเอียดแผนผังสายธารคุณค่าอนาคต (หน่วยเวลา: นาที)

กระบวนการ	เวลาในการทำงาน	ทรัพยากร (คน)	เวลาทั้งหมดในการทำงานต่อวัน	เวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร	เวลาระหว่างกระบวนการ
Tig Welding	2,178	2	840	50	3,600
Spot	144	1	840	70	47
Deburr	1,325	3	840	30	9
Pickling SK-9155	482	1	840	64	2,202
Passivate	1,449	1	840	56	60
Assy (Bonding)	845	4	840	30	638
Ink stamp	30	1	840	15	1,986
Packing	50	1	840	N/A	51

ความแปรปรวนในการผลิตก่อนปรับปรุง (สมการที่ (3)) พบว่าผลต่างเวลามาตรฐาน และเวลาจริงในการผลิตก่อนปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 26.24 ชั่วโมง โดยวัดจากชิ้นงาน 39 ชิ้นทำให้เกิดความแปรปรวนเท่ากับ 18.12 ส่วนความแปรปรวนในการผลิตหลังปรับปรุง (สมการที่ (4)) พบว่าผลต่างเวลามาตรฐาน และเวลาจริงในการผลิตหลังปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 11.56 ชั่วโมง โดยวัดจากชิ้นงาน 22 ชิ้นทำให้เกิดความแปรปรวนเท่ากับ 6.37 ซึ่งสามารถลดความแปรปรวนของเวลาในการผลิตลงได้ร้อยละ 65 ส่งผลให้อัตราของเสียที่เกิดจากการเชื่อมตึงลดลงเหลือร้อยละ 28 จากร้อยละ 78 นอกจากนี้กระบวนการเชื่อมตึงในการผลิต Ice bin ASSY ก่อนและหลังการปรับปรุงเมื่อเทียบกับเวลามาตรฐาน (ภาพที่ 9) เห็นได้ว่าหลังปรับปรุงสามารถทำเวลาได้ใกล้เคียงกับเวลามาตรฐาน

4.5 ผลการควบคุม และติดตามผล หลังจากปรับปรุงวิธีการเชื่อมตึงพบว่าผลเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด คือ ลดความแปรปรวน และลดอัตราของเสียลงได้ จึงจัดทำเอกสารมาตรฐานวิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction: WI) ที่ถูกต้องให้พนักงานปฏิบัติตามเพื่อควบคุมคุณภาพงานเชื่อม



ภาพที่ 9 เวลา ก่อนและหลังการปรับปรุงเมื่อเทียบกับเวลามาตรฐาน

## 5. สรุปผลและการอภิปรายผล

ซิกส์ซิกมา เป็นวิธีการทางสถิติที่เป็นระบบ เพื่อลดความผันแปรในกระบวนการผลิต และผลิตภัณฑ์ ส่วนแนวคิดแบบลีน และการประยุกต์ใช้หลักการ ECRS นำมาใช้เพื่อขจัดความสูญเปล่าในกระบวนการเชื่อมทิก งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้แผนผังสายธารคุณค่ากับขั้นตอนการวัดสภาพ ปัญหา และการปรับปรุงแก้ไข ส่วนหลักการกำจัด และการทำให้ง่ายการกับขั้นตอนปรับปรุงแก้ไข ดังนั้นจากการประยุกต์ใช้ ลีน ซิกส์ซิกมา ทำให้ความแปรปรวนของเวลาในกระบวนการเชื่อมทิก ของผลิตภัณฑ์ Ice bin ASSY ลดลงร้อยละ 65 ซึ่งลดความแปรปรวนของเวลาในการผลิตได้สูงกว่า ร้อยละ 50 ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และอัตราของเสียในกระบวนการเชื่อมทิกของผลิตภัณฑ์ Ice bin ASSY ลดเหลือร้อยละ 28 ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ทำให้ลดจุดที่เป็นคอขวดของการผลิต ได้ ส่งผลให้ระยะเวลาในการผลิตใกล้เคียงกับเวลามาตรฐานที่กำหนด

การประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีน และหลักการ ECRS พบว่าได้รับการนำไปใช้เพื่อลด สิ่งสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทำงานในภาคอุตสาหกรรม เช่น ซเรอมวย เขา และคณะ, 2564 (Sao, S. et al, 2021) ได้ลดรอบเวลาการติดฉลากบนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งส่งผลให้ผลิตภาพสูงขึ้น ลีน ซิกส์ซิกมา ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับภาคอุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมสุขภาพ และ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อยกระดับศักยภาพในการดำเนินงาน ดังที่ Shokri (2017) ได้นำเสนอ บทความความทบทวนวรรณกรรมระหว่างปี ค.ศ.1992 ถึง ปี ค.ศ.2013

งานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งอ้างอิง หรือแนวปฏิบัติของภาคอุตสาหกรรมการผลิต ขนาดกลาง และขนาดย่อม รวมทั้งอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่สนใจนำ ลีน ซิกส์ซิกมา ไปประยุกต์ เพื่อเพิ่มศักยภาพกระบวนการทำงาน อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้เครื่องมือต่าง ๆ ตามแนวคิดลีน

ซิกส์ซิกมา มีความสำคัญมาก เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือในแต่ละขั้นตอนจะส่งผลถึงเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นอกจากนี้แผนผังสายธารคุณค่าอนาคตเป็นเพียงแนวทางที่ได้ออกแบบไว้ หากจะใช้ดำเนินการจริง อาจจะถูกปรับแก้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์

## 6. เอกสารอ้างอิง

Antony, J., Snee, R., and Hoerl, R. (2017). Lean Six Sigma: yesterday, today and tomorrow. *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 34(7), 1073-1093.

George, M.L., Maxey, J., Rowlands, D.T., and Upton, M. (2004). *Lean six sigma pocket toolbox*. McGraw-Hill Professional Publishing.

Sao, S., Chanwiang, W., Dondee, S., and Budsareechai, S. (2021). Reduction of bubble defect and production leveling: Case study of a hard disk drive company, *Industry Technology Lampang Rajabhat University*, 14(2), 12-24. (in Thai)

Shokri, A. (2017). Quantitative analysis of Six Sigma, Lean and Lean Six Sigma research publications in last two decades. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(5), 598-625.

Singh, M., and Rathi, R. (2019). A structured review of Lean Six Sigma in various industrial sectors. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(2), 622-664.

Stamatis, D.H. (2019). *Six Sigma fundamentals: A complete introduction to the system, methods, and tools*. New York: CRC Press.

Suhardi, B., Anisa, N., and Laksono, P. W. (2019). Minimizing waste using lean manufacturing and ECRS principle in Indonesian furniture industry. *Cogent Engineering*, 6(1).

<https://doi.org/10.1080/23311916.2019.1567019>.