

การวิเคราะห์กระบวนการเพื่อปรับปรุงวิธีการการตรวจวัดชิ้นส่วนตู้เซิร์ฟเวอร์

Process Analysis for Measured Method Improvement of Server Cabinet

Part

เริงฤทธิ์ ศิริรักษ์¹ กฤษณา คำษา¹ วรพจน์ ศิริรักษ์^{2*}

¹สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000

²สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย 57120

Reungruthai Sirirak¹ Kisana Kumsa¹ Worapot Sirirak^{2*}

¹ Department of Material Science, Faculty of Science, University of Phayao 56000

² Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology
Lanna Chiangrai 57120

*Corresponding author Email: worapotsirirak@hotmail.com

(Received: October 3, 2019; Accepted: March 9, 2020)

บทคัดย่อ

ในอุตสาหกรรมการผลิตตู้เซิร์ฟเวอร์ความล่าช้าในกระบวนการวัดส่งผลต่อความสามารถในการผลิตของกระบวนการผลิต ด้วยเหตุนี้การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจวัดคุณภาพรอยเชื่อมแบบจุดของชิ้นส่วนตู้เซิร์ฟเวอร์ โดยใช้เทคนิคอีซีอาร์เอส (ECSR) เพื่อให้ปฏิบัติงานได้ง่ายและลดระยะเวลาในกระบวนการตรวจวัด โดยออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดสำหรับการตรวจวัดขนาด และศึกษาเวลาเพื่อหาเวลามาตรฐานในการตรวจวัด จากนั้นเปรียบเทียบกับวิธีการตรวจวัดด้วยวิธีการเดิม จากการศึกษาพบว่า การใช้อุปกรณ์ช่วยในการตรวจวัดความแข็งแรงของจุดเชื่อมของชิ้นส่วนที่ 3 และชิ้นส่วนที่ 9 มีเวลามาตรฐานในกระบวนการตรวจวัด 5.16 นาที และ 5.53 นาที ตามลำดับ ซึ่งใช้เวลาน้อยและรวดเร็วช่วยให้พนักงานปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้นเป็นที่พึงพอใจกับพนักงานฝ่ายตรวจวัดคุณภาพ สำหรับการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 1 ชิ้นส่วนที่ 4 และชิ้นส่วนที่ 8 มีเวลามาตรฐานในการตรวจวัดด้วยอุปกรณ์ช่วยตรวจวัดขนาด 7.76 นาที 9.20 นาที และ 9.51 นาที ตามลำดับ ซึ่งตรวจวัดได้ง่ายขึ้นใช้เวลาน้อยกว่าวิธีการตรวจวัดแบบเดิม คิดเป็นประสิทธิภาพการลดเวลากระบวนการปฏิบัติงานของการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 3 ชิ้นส่วนที่ 9 ชิ้นส่วนที่ 1 ชิ้นส่วนที่ 4 และชิ้นส่วนที่ 8 ได้ถึง 29.02%, 16.84%, 39.42%, 39.94% และ 35.39% ตามลำดับ อีกทั้งไม่จำเป็นต้องใช้พนักงานที่มีความชำนาญมากในการตรวจวัดก็สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

คำสำคัญ: เวลามาตรฐาน อุปกรณ์จับยึด ตู้เซิร์ฟเวอร์ เทคนิคอีซีอาร์เอส

ABSTRACT

In server cabinet manufacture industry, the lateness in the measurement process affects the productivity of the manufacturing process. Therefore, this research aimed to improve an efficiency of the spot weld measurement process in server cabinet part. The ECSR technique was applied for a

convenient usage and a measured time decrease. The fixture was designed and studied the standard time for measurement and standard time discovery. Afterwards, the received results were compared with the conventional measurement. The study found that the designed fixture was used in part 3 and 9 revealed 5.16 and 5.53 of the standard time, respectively. This result indicated the decrease in the standard measurement time with good continent of QA officer. For part 1, 4 and 8, the standard time is 7.76, 9.20 and 9.51 minute, respectively. All results displayed the more convenient and less standard measurement time than the old one. The efficiency of time decrease is 29.02%, 16.84%, 39.42%, 39.94% and 35.39% for part 3, 9, 1, 4 and 8. Moreover, the proficiency of QA officer was not required for high-efficiency work.

Keyword: Standard time, fixture, server cabinet, spot weld measurement, ECRS.

1. บทนำ

ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงภาวะเศรษฐกิจเกิดขึ้นทั้งการถดถอยและการชะลอตัวซึ่งส่งผลกระทบต่อผู้ประกอบการอย่างมาก เทคโนโลยีและวิธีการในการผลิตของแต่ละอุตสาหกรรมเป็นสิ่งสำคัญที่บ่งบอกถึงสมรรถนะและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ที่ผ่านมามีอุตสาหกรรมประสบปัญหาของเสียหรือข้อบกพร่องและความล่าช้าในการผลิต จึงทำให้มีต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น การปรับปรุงวิธีการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต จึงเป็นสิ่งที่ผู้ประกอบการมุ่งหมายเพื่อปรับตัวให้มีความสามารถในการแข่งขันและตอบสนองความต้องการของลูกค้าเพื่อความอยู่รอดของธุรกิจ ที่ผ่านมามีหลายงานวิจัยที่ศึกษาปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ที่ผ่านมามีการศึกษาวิจัยปรับปรุงกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการปรับปรุงวิธีการทำงานและกระบวนการผลิตให้ทำงานได้ง่าย รวดเร็วและมีคุณภาพด้วยหลายเทคนิคดังเช่นเทคนิคการศึกษางาน เทคนิค ECRS เทคนิคการจำลองสถานการณ์ เทคนิคเครื่องมือคุณภาพ เทคนิคสินค้า และเทคนิคซิกซ์ซิกม่า เป็นต้น [1]-[4] เทคนิคเหล่านี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและคุณภาพสินค้าให้ดีขึ้นได้ [5], [6] ระบบและวิธีการผลิตเป็นลำดับแรกที่ถูกให้ความสำคัญในการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพและใช้เวลาในการผลิตน้อยสามารถจัดส่งสินค้าได้

ตามกำหนดส่งผลให้เกิดความน่าเชื่อถือแก่ลูกค้า ดังเช่น Kasemset et al [4] ได้ใช้เทคนิค ECRS และเทคนิคการจำลองสถานการณ์ช่วยในการแก้ปัญหาการเกิดคอขวดของกระบวนการบรรจุกระดาด สามารถปรับปรุงและลดเวลาของกระบวนการทำงานได้ถึง 28.06% ซึ่งทำให้การผลิตมีความรวดเร็วและเที่ยงตรงและชิ้นงานมีคุณภาพ นอกจากนี้การใช้อุปกรณ์ช่วยในการผลิตและตรวจวัดขนาดจำพวก จิ๊กหรือฟิกเจอร์ เป็นอีกสิ่งที่ยินยมนำมาใช้ในการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดปริมาณการสูญเสียและลดระยะเวลาในการตรวจวัดชิ้นงานในกระบวนการผลิต [7]-[11] อีกทั้งผู้ปฏิบัติงานไม่จำเป็นต้องมีประสบการณ์หรือความชำนาญมากก็สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

สำหรับบริษัทกรณีศึกษาของงานวิจัยนี้ประกอบกิจการผลิตตู้เซิร์ฟเวอร์จัดวางระบบและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการสื่อสารโทรคมนาคมซึ่งมีความต้องการในการผลิตให้ได้วันละไม่ต่ำกว่า 70 ตู้ แต่ไม่สามารถผลิตได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ได้ เนื่องจากกำลังประสบปัญหาความเสียหายจากการบิดงอหรือรอยเชื่อมแตกแล้วชิ้นงานเชื่อมประกอบหลุดออกจากกันเมื่อนำชิ้นส่วนต่าง ๆ ของตู้เซิร์ฟเวอร์มาประกอบ จากการขาดการตรวจวัดความแข็งแรงของจุดเชื่อมต่อ อีกทั้งในการตรวจวัดขนาดของชิ้นส่วนยังเกิดความผิดพลาดหรือ

คลาดเคลื่อนในการตรวจวัดขนาดชิ้นงานตามตำแหน่งที่กำหนดทำให้ต้องมีการตรวจวัดซ้ำหลายครั้ง จึงเกิดความล่าช้าในขั้นตอนการตรวจวัดขนาด ส่งผลให้การผลิตไม่เป็นไปตามแผนการผลิตที่วางไว้ การปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานในการตรวจวัดของฝ่ายตรวจสอบคุณภาพจึงเป็นเป้าหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ดังนั้นบทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการตรวจวัดคุณภาพชิ้นส่วนตู้เซิร์ฟเวอร์ด้วยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดสำหรับการตรวจวัดขนาด ด้วยเทคนิค ECRS และเทคนิคการศึกษาเวลา เพื่อช่วยให้สามารถปฏิบัติงานได้จรวดเร็ว ลดระยะเวลาและความผิดพลาดในการตรวจวัดขนาดของกระบวนการตรวจวัดคุณภาพจากการผลิตชิ้นส่วนสำหรับการนำไปประกอบเป็นตู้เซิร์ฟเวอร์จัดวางระบบและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการสื่อสารโทรคมนาคม

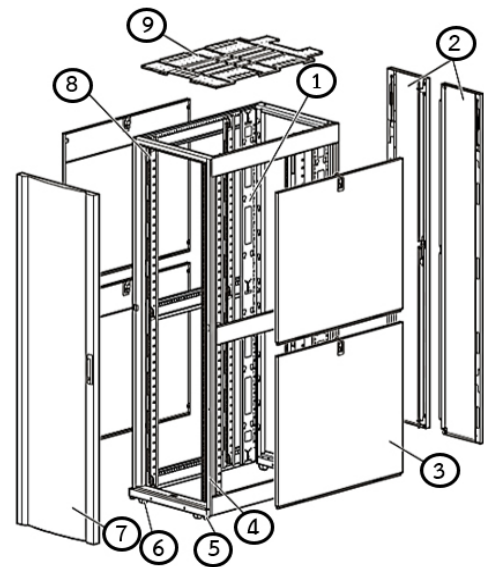
2. วิธีการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเริ่มจากการศึกษาการผลิตและชิ้นส่วนตู้เซิร์ฟเวอร์ทางบริษัทมีความต้องการที่ผลิตสินค้าให้ได้ตามเป้าหมายในแต่ละวันไม่น้อยกว่า 70 ตู้ เพื่อส่งสินค้าให้ได้ตามเวลาที่ลูกค้ากำหนด โดยตู้เซิร์ฟเวอร์มีชิ้นส่วนที่ต้องนำมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์มีชิ้นส่วนประกอบที่สำคัญ 9 ชิ้นส่วนดังรูปที่ 1 ชิ้นส่วนประกอบทั้ง 9 ชิ้นส่วนเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญและต้องมีการตรวจวัดคุณภาพเพื่อให้ได้ตามกำหนดเพื่อให้สินค้าที่ได้มีคุณภาพที่ดี จากข้อมูลเบื้องต้นในขั้นตอนการผลิตตู้เซิร์ฟเวอร์พบปัญหาการประกอบจากชิ้นส่วนที่ 1 ชิ้นส่วนที่ 3 ชิ้นส่วนที่ 4 ชิ้นส่วนที่ 8 และ ชิ้นส่วนที่ 9 โดยสามารถแบ่งแยกปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ปัญหาได้ดังหัวข้อย่อยนี้

2.1 การศึกษาปัญหาการผลิตตู้เซิร์ฟเวอร์

ขั้นตอนการผลิตตู้เซิร์ฟเวอร์พบว่าเกิดปัญหา 2 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ ส่วนแรกเป็นชิ้นส่วนประกอบที่ 3 และ ชิ้นส่วนที่ 9 เกิดปัญหามากในการประกอบตู้เซิร์ฟเวอร์ในตำแหน่งจุดเชื่อมต่อที่เป็นครีบสันสำหรับชิ้นส่วนที่ 3 และ ชิ้นส่วนที่ 9 จุดเชื่อมต่อในส่วนที่เป็นขอบสัน ดังรูปที่ 2

เป็นชิ้นส่วนที่ผ่านการเชื่อมแบบจุดและต้องมีการตรวจวัดความแข็งแรงจุดเชื่อมต่อของแผ่นโลหะซึ่งเป็นตำแหน่งที่ถูกมองข้ามและไม่มีการตรวจวัดค่าความแข็งแรงจุดเชื่อม



- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| 1. Vertical cable organizer | 2. Split doors |
| 3. Side panels with locks | 4. Frame post |
| 5. Adjustable levelling feet | 6. Casters |
| 7. Reversible curved door | 8. Vertical mounting rails |
| 9. Roof | |

รูปที่ 1 ส่วนประกอบตู้เซิร์ฟเวอร์



รูปที่ 2 ตำแหน่งที่ต้องตรวจวัดความแข็งแรงจุดเชื่อมต่อ

เนื่องจากอ้างอิงตามใบรับรองที่เคยส่งชิ้นงานตรวจวัดอย่างไรก็ตามในการเชื่อมจุดของชิ้นส่วนดังกล่าวอาจมีหลายปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงได้ จึงทำให้เกิดปัญหาการบิดงอหรือหลุดออกจากกันของจุดเชื่อมต่อในขณะประกอบเป็นตู้เซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจวัดความแข็งแรงของแนวเชื่อมสำหรับการผลิตตู้

เซิร์ฟเวอร์ที่มีคุณภาพตามข้อกำหนดของลูกค้า โดยมีรายละเอียดขั้นตอนงานย่อยในการตรวจสอบแบบเดิมด้วยสายตาและการสัมผัสของชิ้นส่วนที่ 3 และชิ้นส่วนที่ 9 ตามแผนภูมิการไหลกระบวนการตรวจสอบดังตารางที่ 1-2 โดยที่ สัญลักษณ์ ○ หมายถึง กิจกรรมการปฏิบัติงาน ⇨ หมายถึง กิจกรรมการเคลื่อนที่หรือขนย้าย □ หมายถึง กิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพ D หมายถึง กิจกรรมการรอคอย ∇ หมายถึง กิจกรรมการเก็บรักษา จะเห็นได้ว่ากระบวนการในการตรวจสอบใช้เวลาในการปฏิบัติงานตรวจสอบชิ้นส่วนที่ 3 และชิ้นส่วนที่ 9 มีเวลาเฉลี่ย 5.27 นาที และ 4.82 นาที ตามลำดับ และมีระยะทางในการเคลื่อนที่ของทั้ง 2 ชิ้นส่วนเท่ากัน 12.30 เมตร ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการตรวจสอบชิ้นงานแต่ละชิ้นค่อนข้างใช้เวลานาน โดยเฉพาะในกิจกรรมย่อยที่ 3 เป็นขั้นตอนการตรวจเช็คจุดเชื่อมด้วยสายตาและการสัมผัสเพื่อหาจุดบกพร่องของรอยเชื่อมอย่างละเอียด

ส่วนที่สอง เป็นกระบวนการตรวจวัดขนาดชิ้นส่วนที่ 1 ชิ้นส่วนที่ 4 และชิ้นส่วนที่ 8 ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ และใช้วิธีการตรวจวัดด้วยเวอร์เนียร์คาร์ลิปเปอร์ในการตรวจวัดของพนักงานทำได้ยากเกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดและต้องวัดซ้ำในตำแหน่งเดิม

ตารางที่ 1 แผนภูมิการไหลกระบวนการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 3 ก่อนปรับปรุงวิธีการตรวจวัด

แผนภูมิกระบวนการชิ้นส่วนที่ 3							
งานย่อย	รายการ	ใช้เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	○	⇨	□	∇
1	ยกชิ้นส่วนมาวางเพื่อตรวจวัด	0.33	6.30				
2	ทำความสะอาด	0.22	-				
3	ตรวจเช็คจุดเชื่อมด้วยสายตาและการสัมผัส	3.14	-				
4	วางชิ้นส่วนจุดพัก	0.12	-				
5	ร่อนพนักงานยกเก็บ	0.23	-				
6	ยกชิ้นส่วนไปเก็บ	1.23	6.00				
7	เก็บเพื่อรอส่งไปประกอบ	-	-				
รวม		5.27	12.30	2	2	1	1

ตารางที่ 2 แผนภูมิการไหลกระบวนการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 9 ก่อนปรับปรุงวิธีการตรวจวัด

แผนภูมิกระบวนการชิ้นส่วนที่ 3							
งานย่อย	รายการ	ใช้เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	○	⇨	□	∇
1	ยกชิ้นส่วนมาวางเพื่อตรวจวัด	0.35	6.30				
2	ทำความสะอาด	0.31	-				
3	ตรวจเช็คจุดเชื่อมด้วยสายตาและการสัมผัส	2.53	-				
4	วางชิ้นส่วนจุดพัก	0.13	-				
5	ร่อนพนักงานยกเก็บ	0.28	-				
6	ยกชิ้นส่วนไปเก็บ	1.22	6.00				
7	เก็บเพื่อรอส่งไปประกอบ	-	-				
รวม		4.82	12.30	2	2	1	1

จึงใช้เวลากระบวนการตรวจวัดชิ้นส่วนทั้ง 3 ชิ้นส่วนค่อนข้างมาก โดยแยกรายละเอียดงานย่อยในการตรวจวัดตามแผนภูมิการไหลกระบวนการตรวจวัดดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3 แผนภูมิการไหลกระบวนการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 1 ก่อนปรับปรุงวิธีการตรวจวัด

แผนภูมิกระบวนการชิ้นส่วนที่ 1							
งานย่อย	รายการ	ใช้เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	○	⇨	□	∇
1	เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้การตรวจวัด	1.40	-				
2	ยกชิ้นส่วนมาวางเพื่อตรวจวัด	1.33	5.30				
3	ทำความสะอาด	0.52	-				
4	หยิบเวอร์เนียร์เพื่อตรวจวัด	0.19	-				
5	ตรวจวัดขนาด	4.14	-				
6	วางเวอร์เนียร์	0.18	-				
7	ร่อนพนักงานยกเก็บ	0.30	-				
8	ยกชิ้นส่วนไปเก็บ	1.53	8.00				
9	เก็บเพื่อรอส่งไปประกอบ	-	-				
รวม		9.29	13.30	4	2	1	1

แสดงให้เห็นว่ากระบวนการตรวจวัดมีงานย่อยที่ต้องปฏิบัติเช่นเดียวกันทั้ง 3 ชิ้นส่วน ที่เป็นส่วนประกอบตู้เซิร์ฟเวอร์ที่ผ่านมาใช้วิธีการตรวจวัดด้วยเวอร์เนียร์คาร์ลิป

เปอร์ใช้เวลาเฉลี่ยในกระบวนการตรวจชิ้นส่วนที่ 1 เป็น 9.29 นาที ชิ้นส่วนที่ 4 เป็น 11.11 นาที และชิ้นส่วนที่ 8 เป็น 10.67 นาที

ตารางที่ 4 แผนภูมิการไหลกระบวนการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 4 ก่อนปรับปรุงวิธีการตรวจวัด

แผนภูมิกระบวนการชิ้นส่วนที่ 4						
งานย่อย	รายการ	ใช้เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	○	⇒	□ D ▽
1	เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้การตรวจวัด	1.44	-	●		
2	ยกชิ้นส่วนมาวางเพื่อตรวจวัด	1.50	6.30		●	
3	ทำความสะอาด	1.05	-	●		
4	หยิบเวอร์เนียสเพื่อตรวจวัด	0.23	-	●		
5	ตรวจวัดขนาด	4.58	-		●	
6	วางเวอร์เนียส	0.20	-	●		
7	ร่อนพนักงานเก็บ	0.28			●	
8	ยกชิ้นส่วนไปเก็บ	1.43	9.00		●	
9	เก็บเพื่อรอส่งไปประกอบ	-	-			●
รวม		11.11	15.30	4	2	1 1 1

ตารางที่ 5 แผนภูมิการไหลกระบวนการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 8 ก่อนปรับปรุงวิธีการตรวจวัด

แผนภูมิกระบวนการชิ้นส่วนที่ 8						
งานย่อย	รายการ	ใช้เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	○	⇒	□ D ▽
1	เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้การตรวจวัด	1.38	-	●		
2	ยกชิ้นส่วนมาวางเพื่อตรวจวัด	1.55	6.00		●	
3	ทำความสะอาด	1.25	-	●		
4	หยิบเวอร์เนียสเพื่อตรวจวัด	0.20	-	●		
5	ตรวจวัดขนาด	4.24	-		●	
6	วางเวอร์เนียส	0.19	-	●		
7	ร่อนพนักงานเก็บ	0.36	-		●	
8	ยกชิ้นส่วนไปเก็บ	1.50	10.00		●	
9	เก็บเพื่อรอส่งไปประกอบ	-	-			●
รวม		10.67	16.00	4	2	1 1 1

โดยพบว่างานย่อยที่ 5 เป็นขั้นตอนการตรวจวัดขนาด มีลักษณะการตรวจวัดดังรูปที่ 3 ใช้เวลามากที่สุดด้วยเวลาเฉลี่ยในการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 1, 4 และ 8 เป็น 4.14 นาที 4.58 นาที และ 4.24 นาที ตามลำดับ ทำให้เกิดความล่าช้าใช้เวลามากในการตรวจวัดชิ้นส่วนแต่ละชิ้น



รูปที่ 3 วิธีการตรวจวัดชิ้นส่วนด้วยเวอร์เนียสคาร์ลิปเปอร์

เนื่องจากการวัดขนาดมีการตรวจวัดหลายด้านซึ่งต้องหมุนพลิกชิ้นส่วนเพื่อให้ตรวจวัดขนาดได้ครบทุกส่วน จึงทำให้การปฏิบัติงานเกิดความยากลำบากและเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวัดขนาดบ่อยครั้ง และต้องตรวจวัดซ้ำในแต่ละชิ้นส่วนเป็นเหตุให้กระบวนการตรวจวัดคุณภาพไม่สามารถตรวจวัดชิ้นส่วนเหล่านี้แล้วเสร็จได้ครบตามแผน ดังนั้นในงานย่อยที่ 5 จึงเป็นเป้าหมายของการศึกษาวิจัยอีกส่วนเพื่อให้มีการทำงานได้ง่าย ลดเวลาของกระบวนการในการตรวจวัดชิ้นส่วนแต่ละชิ้นต่อไป

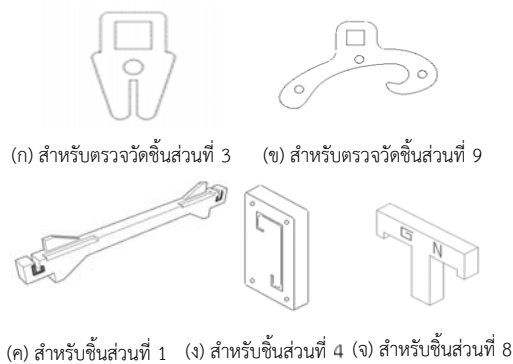
2.2 แนวคิดการแก้ปัญหาและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

จากปัญหาดังกล่าวจึงได้ใช้เทคนิค ECRS เพื่อพัฒนาวิธีการใหม่ในการปฏิบัติงานตรวจวัดให้ง่ายและรวดเร็วมากขึ้นด้วยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการตรวจวัดให้เหมาะสมกับลักษณะรูปทรงของชิ้นส่วนและตำแหน่งการวัด โดยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการตรวจวัดชิ้นส่วนตู้แช่ฟรียูเออร์ ใช้หลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปทรงชิ้นส่วนและตำแหน่งการวัด ดังนี้

1. กำหนดความต้องการหรือคุณลักษณะของรูปทรงของชิ้นส่วนนั้น ๆ และตำแหน่งที่ต้องการตรวจวัด โดยการออกแบบและการสร้างอุปกรณ์ช่วยให้มีความง่าย ไม่ซับซ้อน มีต้นทุนการสร้างต่ำและสามารถตรวจวัดได้ง่ายรวดเร็ว ไม่ยุ่งยากหรือหลายขั้นตอน ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีทักษะการตรวจวัดที่ชำนาญมาก

2. กำหนดวิธีการใช้งานอุปกรณ์ช่วยในการตรวจวัด โดยอุปกรณ์ช่วยตรวจวัดของชิ้นส่วนที่ 3 และ 9 จะใช้ร่วมกับประแจวัดแรงบิดเพื่อตรวจสอบด้วยการบิดจุดเชื่อมสำหรับตรวจวัดค่าความแข็งแรงของจุดเชื่อม ชิ้นส่วนที่ 1, 4 และ 8 จะตรวจวัดชิ้นส่วนเหล่านี้ด้วยการใช้อุปกรณ์ตรวจวัดวางตามตำแหน่งและการสวมเข้ากับชิ้นส่วน

3. กำหนดรูปร่างของอุปกรณ์ช่วยในการตรวจวัด โดยลักษณะของอุปกรณ์ช่วยในการตรวจวัดความแข็งแรงจุดเชื่อมของชิ้นส่วนที่ 3 และ ชิ้นส่วนที่ 9 ดังรูปที่ 4 ก-ข ออกแบบอุปกรณ์ช่วยให้จับยึดชิ้นส่วนที่ 3 สามารถเสียบเข้าไปบนครีปสันให้ได้ขนาดตามพิคัดพอดีสำหรับการวัดความแข็งแรงจุดเชื่อม และชิ้นส่วนที่ 9 ออกแบบให้สามารถมีรูปทรงเป็นตะขอเกี่ยวกับขอบสันได้ง่าย สำหรับอุปกรณ์ช่วยในการตรวจวัดขนาดหรือเรียกว่า เกจวัดขนาดชิ้นส่วนที่ 1 ชิ้นส่วนที่ 4 และชิ้นส่วนที่ 8 ดังรูปที่ 4 ค-จ ออกแบบให้มีรูปทรงเหมาะสมสอดคล้องกับการตรวจวัดชิ้นส่วนแต่ละชิ้นด้วยการขึ้นรูปเกจวัดให้มีรูปร่างและขนาดกำหนดตามแบบเพื่อให้เกจวัดขนาดตามตำแหน่งที่ต้องการตรวจวัดของชิ้นส่วนที่ 1 ชิ้นส่วนที่ 4 และชิ้นส่วนที่ 8 ได้ง่าย ทำให้การตรวจวัดได้รวดเร็วขึ้น



รูปที่ 4 อุปกรณ์ช่วยในการตรวจวัดขนาด

4. กำหนดรายละเอียดวิธีการใช้งานโดยขั้นตอนในการตรวจวัดความแข็งแรงของจุดเชื่อมจะนำอุปกรณ์ช่วยในการตรวจวัดจุดเชื่อมของชิ้นงานที่ 3 และชิ้นงานที่ 9 มาประกอบกับประแจขันวัดแรงบิด (Digital Torque

Wrench) สำหรับชิ้นส่วนที่ 1, 4 และ 8 จะสามารถเลื่อนหรือวางไปตามตำแหน่งที่ต้องตรวจวัดได้ง่าย

5. การเลือกวัสดุมาใช้ในการสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดจะต้องเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายตามท้องตลาดและมีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการรับแรงในการตรวจวัดซึ่งเลือกเหล็กกล้า St 37 สำหรับการสร้างอุปกรณ์ช่วยตรวจวัดเนื่องจากมีความแข็งแรงมากกว่าแรงที่ใช้ในการตรวจวัด

เมื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยตรวจวัดแล้วจึงติดตั้งอุปกรณ์ช่วยในการตรวจวัดกับประแจวัดแรงบิดสำหรับการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 3 และชิ้นส่วนที่ 9 และปรับตั้งค่าแรงที่ใช้ในการตรวจวัด โดยกำหนดให้ต้องมีความแข็งแรงสูงกว่าแรงที่ใช้ในการประกอบเพื่อป้องกันการแตกของรอยเชื่อมมีค่าแรงบิดในการประกอบตามคู่มือกำหนดต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 15 lbf·in สำหรับชิ้นส่วนที่ 3 และต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 23 lbf·in สำหรับชิ้นส่วนที่ 9 โดยในการตรวจวัดจะปรับตั้งให้ค่าแรงมีขนาดแรงทดสอบ 17 lbf·in ดังรูปที่ 5 หากจุดเชื่อมของชิ้นส่วนดังกล่าวสามารถรับแรงบิดได้ตามค่าที่ตั้งไว้ ชิ้นส่วนนั้นผ่านมาตรฐานตามคู่มือกำหนด



รูปที่ 5 การติดตั้งอุปกรณ์ช่วยตรวจวัดและการตรวจวัดความแข็งแรงจุดเชื่อม

สำหรับการทดลองตรวจวัดขนาดชิ้นส่วนที่ 1 ชิ้นส่วนที่ 4 ชิ้นส่วนที่ 8 และชิ้นส่วนที่ 3 และชิ้นส่วนที่ 9 จะตรวจวัดจำนวน 20 ชิ้น โดยการตรวจวัดความแข็งแรงจุดเชื่อมจะตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 3 จำนวน 6 จุด และชิ้นส่วนที่ 9 จำนวน 10 จุด ตามตำแหน่งที่มีจุดเชื่อม เมื่อตรวจวัด

ขึ้นส่วนดังกล่าวแล้ว จากนั้นใช้เทคนิคการศึกษาเวลาสำหรับศึกษาเวลากระบวนการตรวจวัดของแต่ละชิ้นส่วนเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยและจำนวนครั้งในการจับเวลาสำหรับหาเวลามาตรฐานในการตรวจวัดแต่ละชิ้นส่วน ส่วนการตรวจวัดขนาดระยะของชิ้นงานที่ 1 จะตรวจวัดขนาดในแต่ละจุด จำนวน 3 จุดตามแนวยาว ซึ่งเป็นตำแหน่งส่วนหน้า ส่วนกลาง และส่วนหลัง สำหรับการตรวจวัดขนาดชิ้นงานที่ 4 และชิ้นส่วนที่ 8 นั้น จะตรวจวัดขนาดตามแนวยาวระยะห่างประมาณ 30 เซนติเมตร จำนวน 6 จุด โดยลักษณะการตรวจวัดของชิ้นส่วนทั้ง 3 ชิ้น ด้วยเกจวัดหรืออุปกรณ์ช่วยตรวจวัดที่สร้างขึ้นดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การตรวจวัดด้วยอุปกรณ์ช่วยตรวจวัด

การทดลองในการตรวจวัดจะบันทึกเวลาที่ใช้ในการตรวจวัดเพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการตรวจวัดแบบเดิมและหาเวลามาตรฐานในการตรวจวัด โดยเบื้องต้นจะดำเนินการทดลองเก็บข้อมูลด้านเวลาดำเนินการด้วยขนาดตัวอย่าง 20 ตัวอย่าง สำหรับนำไปใช้ในการหาจำนวนครั้งของการเก็บข้อมูล ซึ่งถือเป็นการเก็บข้อมูลทางสถิติสำหรับการทดลองตรวจวัด เพื่อให้ได้จำนวนครั้งของการเก็บข้อมูลที่เพียงพอน่าเชื่อถือ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% มีความแม่นยำ $\pm 5\%$ โดยหาได้จากสูตรที่ 1 [12]

$$N = n / (1 + (n \times p^2)) \quad (1)$$

เมื่อ N คือจำนวนครั้งการเก็บข้อมูล n คือขนาดตัวอย่างข้อมูล และ p คือค่าความแม่นยำ เมื่อได้จำนวนครั้งการเก็บข้อมูลที่น่าเชื่อถือแล้ว จึงหาค่าเวลามาตรฐานการของกระบวนการตรวจวัดแต่ละชิ้นส่วนหาได้จากสูตรที่ 2 และในการทำงานของพนักงานกำหนดเวลาเพื่อในการทำงาน 20%

$$ST = NT(1+AT) \quad (2)$$

เมื่อ ST คือเวลามาตรฐาน NT คือเวลาปกติ และ AT คือ %เวลาเผื่อ โดยเวลาปกติของงานหาได้จากสูตรที่ 3

$$NT = Obt \times E \quad (3)$$

เมื่อ Obt คือ เวลาสังเกตการณ์และ E คือ ประสิทธิภาพในการทำงาน โดยประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานจะประเมินจากระบบ Westing House ดังตารางที่ 6 แล้วนำมาบวกเข้ากับ 1 จึงจะได้ค่าประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน

ตารางที่ 6 ค่าประเมินประสิทธิภาพการทำงานด้วยระบบ Westing House

ทักษะ	ความพยายาม
+0.15 A1 ขำนาญสูงมาก	+0.13 A1 ขำนาญสูงมาก
+0.13 A2	+0.12 A2
+0.11 B1 ดีมาก	+0.10 B1 ดีมาก
+0.08 B2	+0.08 B2
+0.06 C1 ดี	+0.06 C1 ดี
+0.03 C2	+0.02 C2
0.00 D เฉลี่ย	0.00 D เฉลี่ย
-0.05 E1 พอใช้	-0.04 E1 พอใช้
-0.10 E2	-0.18 E2
-0.16 F1 ควรปรับปรุง	-0.12 F1 ควรปรับปรุง
-0.22 F2	-0.17 F2
สภาพแวดล้อมในการทำงาน	ความสม่ำเสมอ
+0.06 A ดีเยี่ยม	+0.04 A ดีเยี่ยม
+0.04 B ดีมาก	+0.03 B ดีมาก
+0.02 C ดี	+0.01 C ดี
0.00 D เฉลี่ย	0.00 D เฉลี่ย
-0.03 E พอใช้	-0.02 E พอใช้
-0.07 F ควรปรับปรุง	-0.02 F ควรปรับปรุง

เมื่อได้เวลามาตรฐานของกระบวนการตรวจวัดแล้ว จึงดำเนินการเปรียบเทียบความแตกต่างของเวลามาตรฐานในการทำงานสำหรับการตรวจวัดแบบเดิมด้วยเวอร์เนียร์คาร์ลิปเปอร์และการตรวจวัดด้วยอุปกรณ์ช่วยตรวจวัดหรือเกจวัดที่สร้างขึ้น

3. ผลการทดลองและอภิปราย

การทดลองตรวจวัดความแข็งแรงจุดเชื่อมของชิ้นส่วนที่ 3 และชิ้นส่วนที่ 9 ด้วยอุปกรณ์ช่วยในการตรวจวัดที่ออกแบบมาใช้สำหรับตรวจวัดนั้นสามารถนำมาใช้ในการตรวจวัดจุดเชื่อมของชิ้นงานซึ่งเป็นจุดเชื่อมที่มีระยะแคบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้การตรวจวัดความแข็งแรงจุดเชื่อมได้ง่ายและรวดเร็วโดยใช้เวลาเฉลี่ยกระบวนการตรวจวัดความแข็งแรงสำหรับชิ้นส่วนที่ 3 และชิ้นส่วนที่ 9 เป็น 3.74 นาที และ 4.01 นาที ตามลำดับ มีกระบวนการตรวจวัดดังตารางที่ 7 และตารางที่ 8 สำหรับการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 1 ชิ้นส่วนที่ 4 และชิ้นส่วนที่ 8

ตารางที่ 7 แผนภูมิกระบวนการตรวจวัดความแข็งแรงจุดเชื่อมชิ้นส่วนที่ 3 ด้วยอุปกรณ์ช่วยตรวจวัด

แผนภูมิกระบวนการชิ้นส่วนที่ 3							
งานย่อย	รายการ	ใช้เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	O	⇒	□	D ▽
1	ประกอบ การตรวจวัดความแข็งแรง	1.14	-	●			
2	ยกชิ้นส่วนมาวางเพื่อตรวจวัด	0.33	6.30		●		
3	ทำความสะอาด	0.22	-	●			
4	ตรวจวัดความแข็งแรง	0.45	-		●		
5	วางอุปกรณ์ตรวจวัด	0.12	-	●			
6	รอกพนักงานยกเก็บ	0.25	-		●		
7	ยกชิ้นส่วนไปเก็บ	1.23	6.00		●		
8	เก็บเพื่อรอส่งไปประกอบ	-	-			●	
	รวม	3.74	12.30	3	2	1	1 1

เมื่อใช้เกจวัดช่วยในกระบวนการตรวจวัด พบว่างานย่อยที่ 5 ใช้เวลาเฉลี่ยในการตรวจวัดลดลง สามารถลดเวลาเฉลี่ยในการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 1 เหลือ 0.18 นาที ชิ้นส่วนที่ 4 เหลือ 0.14 นาทีและ ชิ้นส่วนที่ 8 เหลือ 0.47 นาที ซึ่งลดเวลาการตรวจวัดลงอย่างมาก ทำให้เวลาของกระบวนการตรวจวัดลดลงเหลือ 5.63 นาที 6.67 นาที และ 6.90 นาที ตามลำดับ ดังตารางที่ 9-11 แสดงให้เห็น

ว่าการใช้เกจวัดที่ออกแบบและสร้างขึ้นมานี้ช่วยให้การตรวจวัดได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

เมื่อดำเนินการเก็บข้อมูลของเวลาในการทำงานเบื้องต้นแล้วจึงคำนวณหาจำนวนการเก็บตัวอย่างที่เหมาะสมจากสูตรที่ 1 จะได้จำนวนครั้งการเก็บข้อมูลที่เหมาะสม

ตารางที่ 8 แผนภูมิกระบวนการตรวจวัดความแข็งแรงจุดเชื่อมชิ้นส่วนที่ 9 ด้วยอุปกรณ์ช่วยตรวจวัด

แผนภูมิกระบวนการชิ้นส่วนที่ 9							
งานย่อย	รายการ	ใช้เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	O	⇒	□	D ▽
1	ประกอบ การตรวจวัดความแข็งแรง	1.21	-	●			
2	ยกชิ้นส่วนมาวางเพื่อตรวจวัด	0.35	6.00		●		
3	ทำความสะอาด	0.31	-	●			
4	ตรวจวัดความแข็งแรง	0.55	-		●		
5	วางอุปกรณ์ตรวจวัด	0.10	-	●			
6	รอกพนักงานยกเก็บ	0.29	-		●		
7	ยกชิ้นส่วนไปเก็บ	1.20	6.00		●		
8	เก็บเพื่อรอส่งไปประกอบ	-	-			●	
	รวม	4.01	12.00	3	2	1	1 1

ตารางที่ 9 แผนภูมิการไหลกระบวนการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 1 หลังปรับปรุงวิธีการตรวจวัด

แผนภูมิกระบวนการชิ้นส่วนที่ 1							
งานย่อย	รายการ	ใช้เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	O	⇒	□	D ▽
1	เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้การตรวจวัด	1.40	-	●			
2	ยกชิ้นส่วนมาวางเพื่อตรวจวัด	1.33	5.30		●		
3	ทำความสะอาด	0.52	-	●			
4	หยิบเวอร์เนียร์เพื่อตรวจวัด	0.19	-	●			
5	ตรวจวัดขนาด	0.18	-		●		
6	วางเวอร์เนียร์	0.18	-	●			
7	รอกพนักงานยกเก็บ	0.30	-		●		
8	ยกชิ้นส่วนไปเก็บ	1.53	8.00		●		
9	เก็บเพื่อรอส่งไปประกอบ	-	-			●	
	รวม	5.63	13.30	4	2	1	1 1

เป็น 19 ครั้ง แต่ในการศึกษานี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูล 20 ครั้ง ซึ่งการเก็บข้อมูลจากการทดลองจึงมีความน่าเชื่อถือเพียงพอสำหรับการนำไปใช้หาเวลามาตรฐาน

ดังนั้นข้อมูลที่น่ามาใช้ในการหาค่าเวลามาตรฐานจึงมีความแม่นยำเพียงพอสำหรับการหาค่าเวลามาตรฐานในการตรวจวัดความแข็งแรงจุดเชื่อมต่อของชิ้นส่วนที่ 3 และชิ้นส่วนที่ 9 และการตรวจวัดขนาดชิ้นส่วนที่ 1 ชิ้นส่วนที่ 4 และชิ้นส่วนที่ 8 ด้วยเช่นกันในการหาเวลาปกติของงาน

และการหาเวลามาตรฐานนั้นจะใช้เวลาเฉลี่ยของการตรวจวัดจากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นมาเป็นเวลาสังเกตการณ์และประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานจะพิจารณาจากประสบการณ์การตรวจวัดซึ่งพนักงานของบริษัทกรณีศึกษามีประสบการณ์ 0-1 ปีและการตรวจวัดมีสภาพแวดล้อมในการทำงานดีมีการทำงานที่สม่ำเสมอจึงให้ระดับประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานในเกณฑ์ดี ดังนั้นค่าเวลามาตรฐานในการทำงานตรวจวัด

ตารางที่ 10 แผนภูมิการไหลกระบวนการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 4 หลังปรับปรุงวิธีการตรวจวัด

แผนภูมิกระบวนการชิ้นส่วนที่ 4						
งานย่อย	รายการ	ใช้เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	○	⇒	□ D ▽
1	เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้การตรวจวัด	1.44	-	●		
2	ยกชิ้นส่วนมาวางเพื่อตรวจวัด	1.50	6.30		●	
3	ทำความสะอาด	1.05	-	●		
4	หยิบเวอร์เนียร์เพื่อตรวจวัด	0.23	-	●		
5	ตรวจวัดขนาด	0.14	-		●	
6	วางเวอร์เนียร์	0.20	-	●		
7	รอปพนักงานยกเก็บ	0.28	-		●	
8	ยกชิ้นส่วนไปเก็บ	1.43	9.00		●	
9	เก็บเพื่อรอส่งไปประกอบ	-	-			●
	รวม	6.67	15.30	4	2	1 1 1

ตารางที่ 11 แผนภูมิการไหลกระบวนการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 8 หลังปรับปรุงวิธีการตรวจวัด

แผนภูมิกระบวนการชิ้นส่วนที่ 8						
งานย่อย	รายการ	ใช้เวลา (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	○	⇒	□ D ▽
1	เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้การตรวจวัด	1.38	-	●		
2	ยกชิ้นส่วนมาวางเพื่อตรวจวัด	1.55	6.00		●	
3	ทำความสะอาด	1.25	-	●		
4	หยิบเวอร์เนียร์เพื่อตรวจวัด	0.20	-	●		
5	ตรวจวัดขนาด	4.24	-		●	
6	วางเวอร์เนียร์	0.19	-	●		
7	รอปพนักงานยกเก็บ	0.36	-		●	
8	ยกชิ้นส่วนไปเก็บ	1.50	10.00		●	
9	เก็บเพื่อรอส่งไปประกอบ	-	-			●
	รวม	6.90	16.00	4	2	1 1 1

ตารางที่ 12 เวลามาตรฐานการวัดชิ้นส่วนตู้เซิร์ฟเวอร์

ชิ้นส่วน	ประสิทธิภาพการทำงาน	%เวลาเผื่อ	สังเกตการณ์ (นาทีต่อชิ้น)	เวลาปกติ (นาทีต่อชิ้น)	เวลา มาตรฐาน (นาทีต่อชิ้น)	การตรวจวัด
ชิ้นส่วนที่ 3	ทักษะ C1 = 0.06 ความพยายาม C1 = 0.06 สภาพแวดล้อมในการทำงาน C = 0.02 ความสม่ำเสมอ C = 0.01 ดังนั้น ประสิทธิภาพการทำงานเท่ากับ 1+0.06+0.06+0.02+0.01 =1.15	20/100 = 0.2	5.27	6.06	7.27	วิธีการเดิม
ชิ้นส่วนที่ 9			3.74	4.30	5.16	วิธีการใหม่
			4.82	5.54	6.65	วิธีการเดิม
ชิ้นส่วนที่ 1			4.01	4.61	5.53	วิธีการใหม่
			9.29	10.68	12.81	วิธีการเดิม
ชิ้นส่วนที่ 4			5.63	6.47	7.76	วิธีการใหม่
			11.11	12.77	15.32	วิธีการเดิม
ชิ้นส่วนที่ 8			6.67	7.67	9.20	วิธีการใหม่
			10.67	12.27	14.72	วิธีการเดิม
			6.90	7.93	9.51	วิธีการใหม่

ของพนักงานดังตารางที่ 12 เวลามาตรฐานในกระบวนการตรวจวัดความแข็งแรงจุดเชื่อมของชิ้นส่วนที่ 3 และชิ้นส่วน 9 มีค่า 5.16 นาที และ 5.53 นาที สำหรับการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 1 ชิ้นส่วนที่ 4 และชิ้นส่วนที่ 8 เวลามาตรฐานกระบวนการตรวจวัดด้วยวิธีการเดิมเป็น 12.81 นาที 15.32 นาที และ 14.72 นาที ตามลำดับ แต่เวลามาตรฐานกระบวนการตรวจวัดด้วยวิธีการใหม่ของชิ้นส่วนที่ 1 เป็น 7.76 นาที ชิ้นส่วนที่ 4 เป็น 9.20 นาที และชิ้นส่วนที่ 8 เป็น 9.51 นาทีซึ่งลดลงจากวิธีการเดิม จากเวลามาตรฐานของวิธีการใหม่ที่ปรับปรุงกระบวนการตรวจวัดชิ้นส่วนที่กล่าวมา เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเดิมแล้ว สามารถลดเวลามาตรฐานของกระบวนการตรวจวัดชิ้นส่วนตู้เซิร์ฟเวอร์เหล่านี้ได้ค่อนข้างมากดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบเวลามาตรฐานก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการตรวจวัดชิ้นส่วนตู้เซิร์ฟเวอร์

ชิ้นส่วนที่	เวลามาตรฐาน (นาทีต่อชิ้น)		ผลต่างของ เวลา มาตรฐาน (นาทีต่อชิ้น)	% ประสิทธิภาพ เวลามาตรฐาน การตรวจวัด ลดลง
	วิธีการ เดิม	วิธีการ ใหม่		
3	7.27	5.16	2.11	29.02
9	6.65	5.53	1.12	16.84
1	12.81	7.76	5.05	39.42
4	15.32	9.20	6.12	39.94
8	14.72	9.51	5.21	35.39

เมื่อเปรียบเทียบผลต่างของเวลามาตรฐานของกระบวนการตรวจวัดจากตารางที่ 13 เห็นได้ว่าผลต่างของเวลามาตรฐานการตรวจวัดของชิ้นส่วนที่ 3, 9, 1, 4 และชิ้นส่วนที่ 8 เป็น 2.11, 1.12, 5.05, 6.12 และ 5.21 นาที ต่อชิ้น ตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพของเวลามาตรฐานการตรวจวัดลดลง 29.02%, 16.84%, 39.42%, 39.94% และ 35.39% ตามลำดับ

4. สรุป

จากการศึกษาและผลการทดลองแสดงให้เห็นได้ว่ากระบวนการตรวจวัดความแข็งแรงจุดเชื่อมชิ้นส่วนที่ 3 และชิ้นส่วนที่ 9 สามารถตรวจวัดความแข็งแรงจุดเชื่อม

ด้วยเวลามาตรฐานกระบวนการการตรวจวัดชิ้นส่วนได้รวดเร็วขึ้น 5.16 นาทีต่อชิ้น และ 5.53 นาทีต่อชิ้นตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพของเวลามาตรฐานการตรวจวัดลดลงถึง 29.02% และ 16.84% ตามลำดับ เนื่องจากการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการตรวจวัดที่เหมาะสมกับลักษณะของชิ้นส่วนทั้ง 2 ช่วยให้การตรวจวัดสามารถเข้าถึงตำแหน่งพื้นที่แคบและมีขนาดเล็กที่เป็นครีบนสันและขอบสันส่งผลให้การทำงานได้ง่ายและสะดวก ซึ่งจากการสอบถามการใช้งานของพนักงานฝ่ายตรวจสอบคุณภาพพนักงานมีความพึงพอใจในการปฏิบัติงานที่ง่ายสะดวกและขั้นตอนปฏิบัติงานน้อย อีกทั้งไม่จำเป็นต้องใช้พนักงานที่มีประสบการณ์สูง สามารถแก้ปัญหาการบดงอหรือหลุดออกจากกันก่อนการนำไปประกอบในขั้นตอนต่อไป

สำหรับกระบวนการตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 1 ชิ้นส่วนที่ 4 และชิ้นส่วนที่ 8 เมื่อเปรียบเทียบกระบวนการตรวจวัดวิธีเดิมด้วยการใช้เวอร์เนียร์คาร์ลิปเปอร์กับการตรวจวัดวิธีใหม่ด้วยอุปกรณ์ช่วยตรวจวัดขนาด การตรวจวัดวิธีใหม่ใช้เวลาในการตรวจวัดลดลงเหลือ 7.76 นาที 9.20 นาที และ 9.51 นาที ตามลำดับ เนื่องจากการออกแบบเกจวัดชิ้นส่วนทั้ง 3 ชิ้นส่วนนี้ มีรูปทรงและขนาดพิกัดเพื่อที่เหมาะสมตามที่กำหนดในแบบงาน จึงช่วยให้สามารถนำเกจวัดไปวางในตำแหน่งที่ตรวจวัดแต่ละจุดสำหรับชิ้นส่วนที่ 1 และ ชิ้นส่วนที่ 8 ได้อย่างรวดเร็ว และสวมเลื่อนไปตามตำแหน่งที่กำหนดเพื่อตรวจวัดชิ้นส่วนที่ 4 ทำให้สามารถปฏิบัติงานได้ง่ายและรวดเร็วกว่าวิธีการแบบเดิมในการตรวจวัดขนาด ซึ่งผลจากการตรวจวัดขนาดของชิ้นส่วนดังกล่าวจึงใช้เวลาน้อยกว่ามากจากวิธีการตรวจวัดแบบเดิม ซึ่งคิดเป็นประสิทธิภาพของเวลามาตรฐานการตรวจวัดลดลงของชิ้นส่วนที่ 1 ชิ้นส่วนที่ 4 และชิ้นส่วนที่ 8 ถึง 39.42%, 39.94% และ 35.39% ตามลำดับ อีกทั้งไม่จำเป็นต้องใช้พนักงานที่มีความชำนาญมากในการตรวจวัดก็สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาผู้ผลิตตู้
เจียร์เวอร์ที่อนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษาวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ปิยะพร บุญผาชาติ, “การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์,” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, วิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี, 2559.
- [2] อานนท์ จิตรกร, “การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียกรณีศึกษา โรงงานประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์,” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี, 2554.
- [3] รัตติยา ราษฎร์สุข และ ชุมพล ยวงโย, “การปรับปรุงกระบวนการผลิตของโรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์,” *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2555 17-19 ตุลาคม 2555*, ชะอำ เพชรบุรี, 2555.
- [4] C. Kasemset, P. Pinmanee and P. Umarin, “Application of ECRS and Simulation Techniques in Bottleneck Identification and Improvement: A Paper Package Factory,” *Proceedings of the Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference 2014*, Jeju-si, South Korea, 2014.
- [5] ปวีณสุตา ปานอำไพ และ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, “การลดของเสียผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นในอุตสาหกรรมยานยนต์โดยการประยุกต์ใช้แนวทางของซิกซ์ซิกมา DMAIC,” *วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา*, เล่มที่ 22, ฉบับที่ 12, หน้า 56-64, 2554.
- [6] คลอเคลีย วจนะวิชากร, ปานจิต ศรีสวัสดิ์, และ วรัญญ์ ทิพย์โพธิ์, “การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเสียและเพิ่มคุณภาพผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา กรณีศึกษาชุมชนเครื่องปั้นดินเผาปากห้วยวังนอง จังหวัดอุบลราชธานี,” *วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ*, เล่มที่ 9, ฉบับที่ 12, หน้า 38-46, 2559.
- [7] เสกสรร ทะนิตะ, “การปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตโครงเบาะรถยนต์โดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน,” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, วิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี, 2559.
- [8] H. M. Shukla, A. S. Puttevar and S. R. Ikhar, “Design of Jig and Fixtures for Productivity Improvement of Stirrup Making Activity,” *International Journal for Scientific Research & Development*, Vol. 3, No. 12, pp. 138-140, 2015.
- [9] C. C. Okpala and E. Okechukwu C., “The Design and Need for Jigs and Fixtures in Manufacturing,” *Science Research*, Vol. 3, No. 14, pp. 213-219, 2015.
- [10] P. Antil and A. Budhiraja, “A Case Study on Tool & Fixture Modification to Increase The Productivity and to Decrease The Rejection Rate in A Manufacturing Industry,” *International Journal Of Advance Research In Science And Engineering*, Vol. 2, No. 19, pp. 180-188, 2013.
- [11] A. Saptari, W. Soon Lai and M. Rizal Salleh, “Jig Design, Assembly Line Design and Work Station Design and their Effect to Productivity,” *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, Vol. 5, No. 11, pp. 9-16, 2011.

- [12] T. Yamane, “*Statistics: An Introductory Analysis*”, Third edition, Newyork: Harper and Row Publication, 1973.