JRGBS ISSN: 2465-4094
วารสารรังสิตบัณฑิตศึกษาในกลุ่มธุรกิจและสังคมศาสตร์
Journal of Rangsit Graduate Studies in Business and Social Sciences

การจัดการความสมดุลการประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

Line Balancing Management of Electronic Circuit Board Assembly

ธนวรรณ อัศวไพบูลย์[1]

10.14456/jrgbsrangsit.2019.12

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดการความสมดุลการประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยการใช้หลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว เทคนิค ECRS และการนำสายพานลำเลียงมาใช้ในการขนถ่าย ซึ่งแผงวงจรนี้ จัดอยู่ในกลุ่มของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ปัจจุบัน มีกำลังการผลิตเพียง 2,010 ชิ้นต่อวัน แต่มีความต้องการสูงถึง 3,780 ชิ้นต่อวันหรือ 20 วินาทีต่อชิ้น จึงเริ่มเก็บรวบรวมข้อมูล โดยบันทึกการทำงานด้วยแผนภูมิกระบวนการสองมือ ค้นหาปัญหาและสาเหตุด้วยแผนผังเหตุและผล ซึ่งพบว่าปัญหาคือการผลิตไม่ทันตามความต้องการ โดยสาเหตุจากวิธีการทำงานที่ไม่เกิดงานและซ้ำซ้อน กล่องบรรจุในการเคลื่อนย้ายระหว่างสถานีงาน และการจัดลำดับงานที่ไม่เหมาะสม ก่อนปรับปรุงมีสถานีงานทั้งหมด 11 สถานี รอบการผลิต 37.61 วินาที และมีเพียง 3 สถานี คือสถานีงานที่ 6,7 และ 8 ที่มีเวลาในการทำงานเกินกว่า 20 วินาที คือสถานีประกอบแผงระบายความร้อน, ประกอบแท่นรองรับ และ ติดฉลาก โดยก่อนปรับปรุงแต่ละสถานีงานมีขั้นตอนการทำงานเป็น 26 ,30 และ 24 ขั้นตอน ซึ่งใช้เวลาในแต่ละสถานีงาน เป็น 25.10 , 27.19 และ 37.61 วินาที ตามลำดับ ประสิทธิภาพของสายการประกอบเป็น 53.84% จึงทำการปรับ ลด รวมและเปลี่ยนวิธีการทำงานโดยใช้หลักการเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว เทคนิค ECRS และการนำสายพานลำเลียงมาใช้ในการขนถ่ายระหว่างสถานีงาน ซึ่งพบว่าหลังปรับปรุงการทำงานทำให้แต่ละสถานีงานลดขั้นตอนการทำงานเหลือ 19, 18 และ14 ขั้นตอน โดยแต่ละสถานีงานมีเวลาลดลงเหลือ 18.82, 18.37 และ 14.68 วินาที ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพของสายการประกอบเพิ่มขึ้นเป็น 83.97 %

คำสำคัญ: การจัดสมดุลสายการประกอบ, แผนภูมิกระบวนการสองมือ, เทคนิค ECRS

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

Abstract

The objective of this research was to manage line balancing in the general printed circuit board (PCB) assembly line by using ECRS method, the principle of motion economy, and conveyor systems. The current production capacity was 2,010 parts per day which was lower than the demand of 3,780 parts per day or equivalent to the cycle time of 20 seconds per part. The two-hand process chart and cause-effect diagram were used to monitor the production process and analyze the causes of problems. From the analysis, the main cause of low productivity was inefficient and redundant methods of work. For example, inefficient sequence of operations and conveying system between the stations was observed. At the onset of the improvement, there were 11 assembly stations with the cycle time of 37.61 seconds. There were only 3 stations (stations 6, 7, and 8), heat sink assembly station, bracket assembly station, and label attaching station using 26, 30, and 24 working tasks with 25.10, 27.19, and 37.61 seconds of operational time respectively (over 20 seconds). The efficiency of the whole assembly line was 53.84%. After the implementation of the proposed method, the working tasks of stations 6, 7, and 8 were reduced to 19, 18, and 14 with operational time of 18.82, 18.37 and 14.68 seconds respectively. In short, the overall efficiency of assembly line increased to 83.97% after the improvement.

Key words: Assembly line balancing, Two-hand process chart, ECRS method

1. บทนำ

ปัจจุบันเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีอัตราการเติบโตที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มีแนวโน้มการเติบโตสูงขึ้นในแต่ละปี เป็นผลจากการขยายตัวของสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ของโลกมีความต้องการเพิ่มขึ้น และมีมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นในตลาดญี่ปุ่น อาเซียน จีน สหภาพยุโรป และสหรัฐอเมริกา เนื่องจากใช้เป็นชิ้นส่วนสำคัญในการพัฒนาสินค้าที่มีการใช้เทคโนโลยีสูง รวมถึงนำไปใช้เป็นชิ้นส่วน Smart Phone, Tablet ซึ่งตารางที่ 1 แสดงค่าดัชนีผลผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์จากการรายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกร รมรายไตรมาสเฉพาะอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ตั้งแต่ไตรมาสที่ 4 ปี 2558-ไตรมาส 2 ปี 2560

ตารางที่ 1 แสดงดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์รายไตรมาส ปี 2558 - 2560

ลำดับที่	ไตรมาส	ดัชนีผลผลิต
1	4/2558	98.10
2	1/2559	107.08
3	2/2559	112.66
4	3/2559	112.15
5	4/2559	107.11
6	1/2560	124.67
7	2/2560	130.90

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2560

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า เครื่องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีอัตราการเติบโตที่สูงขึ้น โดยโรงงานกรณีศึกษานี้ เป็นผู้ผลิตอิเล็กทรอนิกส์และแผงวงจรต่าง ๆ ทำงานสัปดาห์ละ 6 วันๆละ21 ชั่วโมง ต้องพบกับความต้องการของลูกค้าที่สูงขึ้นมาก โดยในปัจจุบันจากการเก็บรวบรวมคำสั่งซื้อล่วงหน้าพบว่ามีความต้องการถึงวันละ 3,780 ชิ้น หรือ รอบการผลิตที่ให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า (Takt Time) คิดเป็น 20 วินาที/ชิ้น แต่จากการบันทึกข้อมูลในปัจจุบันพบว่ามีกำลังการผลิตที่จำกัด โดยสามารถผลิตได้เพียง 2,010 ชิ้น/วัน หรือรอบการผลิตที่โรงงานทำได้ในปัจจุบัน (Cycle Time) เป็น 37.61 วินาที/ชิ้น จึงประสบปัญหาในการส่งมอบและการปฏิเสธคำสั่งซื้อของลูกค้า ซึ่งถ้าไม่มีการปรับตัวให้ทันต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้น ในอนาคตต้องเสียลูกค้า

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อลดขั้นตอนของการทำงาน

2.2 เพื่อจัดสมดุลสายการประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

2.3 เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตให้ทันต่อความต้องการลูกค้า

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การศึกษาการทำงาน (วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ, 2545; วันชัย ริจิรวนิช, 2555)

การศึกษาการทำงาน คือ การศึกษาวิธีการและการวัดผลงาน เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้น และใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาส่งเสริมจูงใจบุคลากร เพื่อเพิ่มผลผลิต โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) การเลือกงาน

2) การเก็บข้อมูลวิธีการทำงาน ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือบันทึกวิธีการทำงาน 2 แผนภูมิ คือ

2.1) แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสังเขป (Operation Process Chart) ใช้ 2 สัญลักษณ์ คือ

O - การปฏิบัติงาน และ □ - การตรวจสอบงาน

2.2) แผนภูมิกระบวนการสองมือ (Two-Handed Process Chart) ใช้ 4 สัญลักษณ์ คือ

O - การปฏิบัติงาน ➡ - การเคลื่อนที่

D - การรอคอย และ ▼ - การถือไว้

ซึ่งใช้ในการบันทึกงานที่มีรอบการทำงานสั้นๆและรวดเร็ว และใช้การบันทึกการทำงานด้วยวีดีทัศน์ช่วยในการจัดทำเวลามาตรฐาน

3) การวิเคราะห์วิธีการทำงาน เป็นการศึกษาการทำงานที่ไม่เหมาะสม รวมทั้งการค้นหาปัญหาและสาเหตุ โดยการใช้ด้วยเครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด

4) การปรับปรุงวิธีการทำงาน เป็นการเปลี่ยนวิธีการทำงานที่ให้เกิดประสิทธิภาพ ซึ่งในบทความวิจัยนี้ ใช้ 2 ส่วนคือ

4.1) หลักการเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

(ก) การใช้โครงร่างมนุษย์ หลักการที่นำมาใช้ เช่น มือทั้งสองต้องเริ่มต้นและสิ้นสุดในเวลาเดียวกัน มือทั้งสองต้องไม่ว่างในเวลาเดียวกันยกเว้นตอนพักงาน และการเคลื่อนไหวของแขนทั้งสองข้างจะต้องเหมือนกัน ในทิศทางตรงกันข้ามและต้องเคลื่อนไหวในเวลาเดียวกัน เป็นต้น ซึ่งจะใช้ในการปรับปรุงเบื้องต้นโดยพิจารณาสัญลักษณ์ D ในการตัดออกหรือลด เพื่อลดการว่างงาน หรือการรอคอย

(ข) การจัดสถานที่ปฏิบัติงาน หลักการเบื้องต้นที่ต้องคำนึงถึง คือ ตำแหน่งวางควรแน่นอน ตายตัว กล่องหรือวัสดุควรวางใกล้กับผู้ปฏิบัติงานมากที่สุด และเครื่องมือหรือวัสดุต้องจัดเรียงให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดลำดับขั้นตอนของการเคลื่อนไหวขณะปฏิบัติงานได้ดีที่สุด ซึ่งจะใช้ในการปรับปรุงเบื้องต้นโดยพิจารณาสัญลักษณ์ ➡ ในการลดระยะการเคลื่อนที่ของมือ เพื่อลดเวลาการเคลื่อนที่

(ค) การออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์จับยึด ทั้ง Jig (อุปกรณ์จับยึดที่กำหนดตำแหน่งการทำงานของชิ้นงาน) หรือ Fixture (อุปกรณ์จับยึดที่ออกแบบมาเพื่อรองรับการทำงานซ้ำๆ บนชิ้นงานแบบเดียวกัน) ช่วยจับหรือประกอบ ซึ่งจะใช้ในการปรับปรุงเบื้องต้นโดยพิจารณาสัญลักษณ์▼ เพื่อให้มือทั้งสองได้ทำงานแทนการถือหรือจับชิ้นงาน

4.2) เทคนิคการปรับปรุงงานแบบ ECRS ประกอบด้วย (ดวงรัตน์ ชีวปัญญาโรจน์ และสุภศักดิ์ พงษ์อนันต์, 2544)

(ก) Eliminate คือ การตัดงานที่ไม่จำเป็นออก

(ข) Combine คือ การรวมงานเข้าด้วยกัน

(ค) Rearrange คือ การจัดลำดับงานใหม่

(ง) Simplify คือ การปรับให้การทำงานง่ายขึ้น

5) การวัดผลงาน เป็นการคำนวณเวลามาตรฐาน จากการแปลงค่าเวลาที่จับได้เป็นเวลามาตรฐาน

6) การติดตามการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

3.2 การจัดสมดุลสายการผลิต (Russell & Taylor, 2014)

การผลิตหรือประกอบสินค้าปริมาณมากและสม่ำเสมอ มักจะมีวิธีการและลำดับขั้นตอนในการผลิตที่แน่นอนและถูกแบ่งออกเป็นสถานีงาน (Work Station) หลายสถานีต่อเนื่อง ดังนั้นการพิจารณากำหนดงานหรือขั้นตอนต่างๆ ที่ใช้ในการประกอบสินค้าให้กับสถานีงานต้องมีความสมดุล และสามารถผลิตสินค้าได้ตามอัตราความต้องการ (Takt Time : รอบการผลิตที่ให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า) การจัดสมดุลสายการผลิตจึงเป็นการจัดให้แต่ละสถานีงานมีเวลาที่ใช้ในการผลิตเท่า ๆ กัน เพื่อที่จะลดเวลาสูญเปล่า อันเกิดจากการรองาน การล่าช้าของงานให้ต่ำที่สุด และอยู่ในภายใต้เงื่อนไขการผลิตที่ต้องการ โดยสถานีงานที่ใช้เวลาการผลิตสูงสุดเป็นตัวกำหนดรอบการผลิต (Cycle Time) และตัวชี้วัดที่สำคัญในการจัดสมดุลสายการผลิตคือ ค่าประสิทธิภาพการผลิต มีสูตรคำนวณดังสมการที่ 1

$$E = \frac{Twc}{nC_a} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (1)$$

กำหนดให้ n = จำนวนสถานีงาน C_a= รอบการผลิต T_{wc}= เวลารวมของงานทั้งหมด

3.3 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (พิชิต สุขเจริญพงษ์, 2535)

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาในการทำงาน ประกอบด้วย ฮีสโตแกรม แผนผังกระจาย กราฟ แผนผังเหตุและผล แผนภูมิพาเรโต แผ่นตรวจสอบ และแผนภูมิควบคุม โดยงานวิจัยนี้ได้นำเครื่องควบคุมคุณภาพ 2 ชนิด มาช่วยในการดำเนินงานดังนี้

1) กราฟแท่ง เป็นแผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติ ทำให้ง่ายและเร็วต่อการทำความเข้าใจ

2) แผนผังเหตุและผล หรือแผนภูมิก้างปลา คือแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของปัญหา (ผล) กับปัจจัยต่างๆ (สาเหตุ) ที่เกี่ยวข้องโดยแสดงผลของปัญหาไว้ที่ปลายแผนภูมิ และระหว่างที่จะถึงปลายของแผนภูมิจะแสดงสาเหตุของปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด จำแนกออกเป็นแขนงเหมือนก้างปลา

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

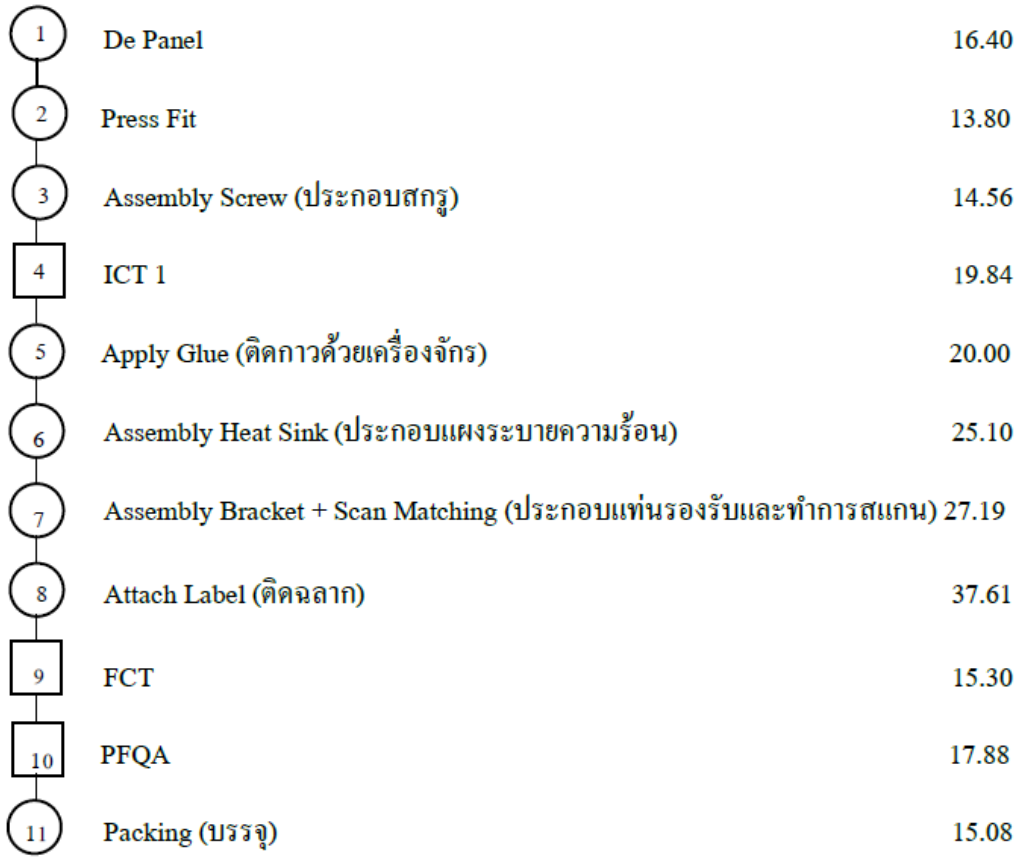
การจัดสมดุลสายการผลิตเป็นเทคนิคการจัดกระบวนการทำงานให้สามารถทำการผลิตสินค้าได้ทันเวลา ลดต้นทุนในการผลิตโดยมักจะไม่ทำการจัดสมดุลสายการผลิตในทันที เช่น งานวิจัยของ นันทชัย กานตานันทะ และนพลักษณ์ ชัยอมรทรัพย์ (2558) เป็นโรงงานประกอบตู้ควบคุมเอเอ็มอาร์ เริ่มจากการเก็บข้อมูล วิเคราะห์อัตราการผลิต จัดทำเวลามาตรฐาน หลังจากนั้นจึงทำการจัดสมดุล โดยวิธี กิลบริด แอนด์ เวสเทอร์ และการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาแนวทางที่ดีในการลดต้นทุนในการผลิต นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ ธนพร ศรีสว่างวงศ์ และนันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร (2559) ยุทธณรงค์ จงจันทร์ และคณะ (2560) วรินทร์ เกียรตินุกูล (2561) ที่บริษัทประสบ

ปัญหาส่งสินค้าให้กับลูกค้าไม่ทันตามกำหนด เนื่องจากกระบวนการทำงานไม่เหมาะสม เกิดกระบวนการที่เป็นคอขวด และขาดอุปกรณ์ช่วยในการทำงานที่เหมาะสม โดยงานวิจัยของ ธนพร ศรีสว่างวงศ์ และนันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร (2559) และ วรินทร์ เกียรตินุกูล (2561) ลดปัญหาวิธีการทำงานที่ไม่เหมาะสมจากการใช้หลักการ ECRS โดยการ ขจัด รวม ปรับ หรือทำให้วิธีการทำงานง่ายขึ้น และงานวิจัยของ ยุทธณรงค์ จงจันทร์ และคณะ (2560) และ วรินทร์ เกียรตินุกูล (2561) ลดปัญหาวิธีการทำงานที่ไม่เหมาะสม โดยการออกแบบและสร้างอุปกรณ์จับยึดช่วยในการทำงาน ทั้ง Jig และ Fixture ก่อนจะปรับสมดุลสายการผลิต และพบว่า ผลการวิจัย สามารถลดรอบเวลาการผลิตให้สั้นลง สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า และ ประสิทธิภาพสายการผลิตสูงขึ้น

4. การดำเนินการวิจัย

4.1 ขั้นตอนการประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

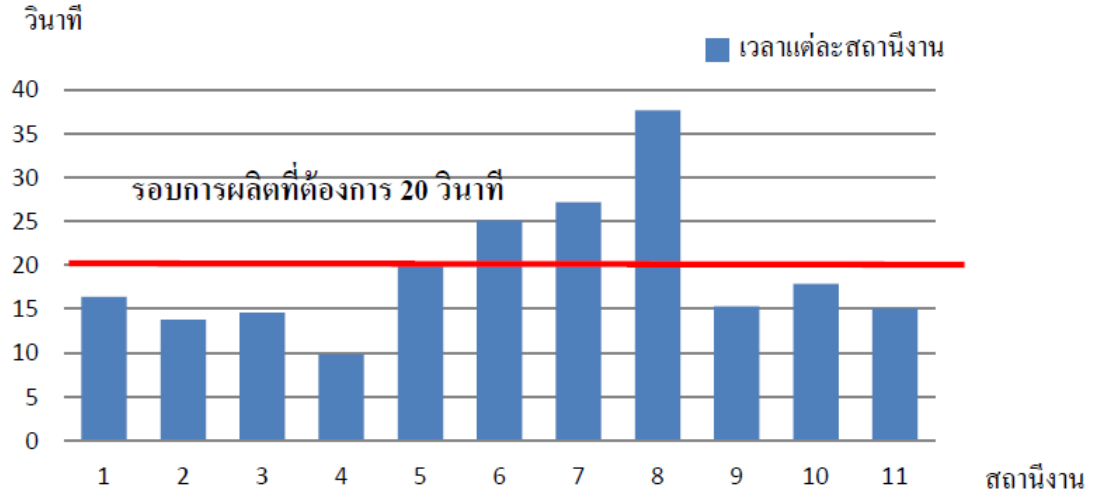
ผลิตภัณฑ์ของโรงงาน คือแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยเลือกทำการศึกษา คือแผงวงจร Computing and Storage ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป เช่น คอมพิวเตอร์ มือถือ โน้ตบุ๊ค เป็นต้น แผงวงจรนี้มีทั้งหมด 11 สถานีงาน เวลารวมของงานทั้งหมดเท่ากับ 222.76 วินาที สถานีงานละ 1 คน และแต่ละสถานีงานมี 1 งาน ยกเว้นสถานีที่ 7 ที่มี 2 งาน โดยมีแผนภูมิการผลิตแบบสังเขป (Operation Process Chart: OPC) แสดงสถานีงาน ขั้นตอนงานการประกอบ และเวลามาตรฐานในแต่ละสถานี ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดง ขั้นตอนการทำงาน สถานีงาน และเวลามาตรฐานในแต่ละสถานีของการประกอบแผงวงจร (วินาที)

4.2 การวิเคราะห์ปัญหากระบวนการประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งทำงานสัปดาห์ละ 6 วันๆละ 21 ชั่วโมง โดย ซึ่งมีกำลังการผลิตประมาณ 631,000 ชิ้นต่อปี หรือรอบการผลิตเป็น 37.61 วินาที/ชิ้น ในปัจจุบันความต้องการของลูกค้าเพิ่มสูงมาก โดยมีความต้องการถึง 1,188,000 ต่อปี หรือ Takt Time เป็น 20 วินาที/ชิ้น และจากการศึกษาข้อมูลในกระบวนการผลิตโรงงานกรณีศึกษา ได้กำหนดว่า สถานีงาน ที่ไม่สามารถทำการแก้ไขและปรับปรุงได้คือ Apply Glue เพราะเป็นการทำงานด้วยเครื่องจักร และมีรอบเวลาการผลิต 20 วินาทีซึ่งเป็นไปตาม Takt Time ที่ต้องการ ดังนั้นจึงต้องปรับปรุงสถานีงาน ที่มีรอบเวลาการผลิตเกิน 20 วินาที โดยการลดเวลาและขั้นตอนการทำงานที่ทำให้เกิดความสูญเปล่า เพื่อให้เห็นสถานีงานที่เวลาการทำงานเกิน 20 วินาที อย่างชัดเจน จึงใช้กราฟแท่ง แสดงเวลาการทำงานในแต่ละสถานีงานก่อนปรับปรุง ดังรูปที่ 2 และเส้นแดงแสดงถึงรอบการผลิตที่ต้องการ 20 วินาที



รูปที่ 2 แสดงกราฟแท่งเวลาการทำงานแต่ละสถานีงานก่อนปรับปรุง

จากรูปที่ 2 พบว่ามี 3 สถานีงาน ที่มีรอบเวลาการผลิตเกิน 20 วินาที คือ

1) สถานีที่ 6 Assembly Heat Sink (การประกอบแผงระบายความร้อน) เวลาการทำงานในสถานีเป็น 25.10 วินาที

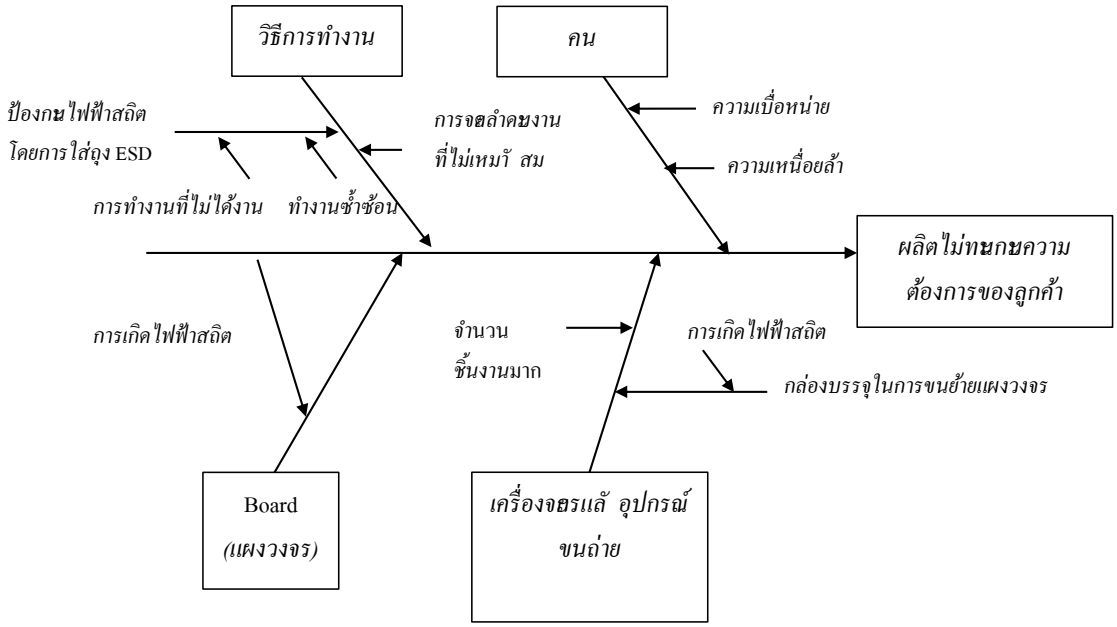
2) สถานีที่ 7 Assembly Bracket (การประกอบแท่นรองรับ) เวลาการทำงานในสถานีเป็น 27.19 วินาที

3) สถานที่ 8 Attach label (การติดฉลาก) เวลาการทำงานในสถานีเป็น 37.61 วินาที

โดยต้องคำนวณประสิทธิภาพของสายการผลิต (Line Efficiency) ก่อนปรับปรุง เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัด ซึ่งมีจำนวนสถานีงาน 11 สถานี มีรอบการผลิตสูงสุดอยู่ที่สถานีงานที่ 8 คือสถานี Attach Label เวลาเป็น 37.61 วินาที และมีเวลารวมของงานทั้งหมดเท่ากับ 222.76 วินาที

$$\text{ประสิทธิภาพสายการประกอบ (E)} = \frac{222..76}{11(37.61)} = 0.5384 = 53.84\ \%$$

จากประสิทธิภาพของสายการประกอบที่ต่ำ รอบการผลิตที่สูง และปัญหาที่สำคัญคือผลิตไม่ทันกับความต้องการของลูกค้า จึงได้นำแผนผังเหตุและผล หรือแผนภูมิก้างปลามาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหา ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงแผนผังเหตุและผลของสาเหตุและปัญหาผลิตไม่ทันกับความต้องการลูกค้า

จากรูปที่ 3 พบว่าสาเหตุเกิดจาก

1) กล่องบรรจุที่ใช้ในการขนย้ายแผงวงจร ซึ่งทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตจึงต้องการนำ Board (แผงวงจร) ใส่ถุง ESD เพื่อป้องกันไฟฟ้าสถิต

2) วิธีการทำงานที่ซ้ำซ้อนและไม่ได้งาน

3) การจัดลำดับงานที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากพนักงานเคยชินกับการทำงานแบบเดิม

ซึ่งทั้ง 3 สาเหตุนี้จะถูกนำไปปรับแก้ไขเพื่อให้ได้วิธีการทำงานที่ดีขึ้น

4.3 การปรับปรุงกระบวนการทำงาน

จากการใช้แผนผังเหตุและผล ทำให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหาซึ่งมี 3 ส่วนสำคัญคือวิธีการทำงาน อุปกรณ์การขนย้ายเพื่อลดหรือขจัดไฟฟ้าสถิต และการจัดลำดับงานที่ไม่เหมาะสม ซึ่งวิธีการทำงานถูกบันทึกโดยใช้ แผนภูมิกระบวนการสองมือ (Two-Handed Process Chart) เข้ามาช่วยวิเคราะห์กระบวนการทำงาน พร้อมทั้งการบันทึกการทำงานด้วยวีดีทัศน์เนื่องจากเวลาในการทำงานสั้นมาก เพื่อใช้ในการหาเวลาที่จับได้ ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาคำนวณและแปลงค่าให้เป็นเวลามาตรฐานพร้อมแสดงขั้นตอนการทำงานของมือขวาและมือซ้ายก่อนปรับปรุงอย่างละเอียด โดยเริ่มจาก

1) สถานีที่ 6 Assembly Heat Sink ก่อนการปรับปรุงมีขั้นตอนการทำงาน 26 ขั้นตอน และมีรอบการผลิตเป็น 25.10 วินาที โดยแผนภูมิกระบวนการสองมือแสดงดังรูปที่ 4

ลำดับ	มือซ้าย	สัญลักษณ์				เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์				มือขวา
		O	➡	D	▼		O	➡	D	▼	
1	เคลื่อนมือไปหยิบ BOARD		●			1.00			●		รอ
2	หยิบ BOARD	●				0.60			●		รอ
3	เคลื่อนมือพร้อม BOARD มาที่ปฏิบัติงาน		●			0.69			●		รอ
4	วาง BOARD ลงบน FIXTURE	●				0.70	●				วาง BOARD ลงบน FIXTURE
5	เคลื่อนมือไปหยิบ JIG		●			0.78			●		รอ
6	หยิบ JIG	●				0.48			●		รอ
7	เคลื่อนมือพร้อม JIG มาที่ปฏิบัติงาน		●			0.69			●		รอ
8	วาง JIGลงบน BOARD	●				1.17			●		รอ
9	เคลื่อนมือไปหยิบ HEAT SINK		●			1.65			●		รอ
10	หยิบ HEAT SINK	●				0.70			●		รอ
11	เคลื่อนมือพร้อม HEAT SINK มาที่ปฏิบัติงาน		●			1.02			●		รอ
12	ถือ HEAT SINK				●	2.55	●				ลอก LABEL ที่ HEAT SINK
13	ถือ HEAT SINK				●	0.50		●			เคลื่อนมือไปเพื่อทิ้ง LABEL
14	ถือ HEAT SINK				●	0.23	●				ทิ้ง LABEL
15	ถือ HEAT SINK				●	0.56		●			เคลื่อนมือมาที่ปฏิบัติงาน
16	วาง HEAT SINK ลงบน JIG	●				1.90	●				วาง HEAT SINK ลงบน JIG
17	เคลื่อน BOARD มาประกอบ		●			2.02		●			เคลื่อน BOARD มาประกอบ
18	จับ Board				●	1.97	●				กดเครื่องช่วยประกอบ HEAT SINK
19	เคลื่อน BOARD ไปข้างหน้า		●			1.12		●			เคลื่อน BOARD ไปข้างหน้า
20	ปลด JIG ออก	●				0.98	●				ปลด JIG ออก
21	เคลื่อนมือไปวาง JIG		●			0.62			●		รอ
22	วาง JIG	●				0.23			●		รอ
23	เคลื่อนมือมาที่ปฏิบัติงาน		●			0.54			●		รอ
24	หยิบ BOARD ออกจาก FIXTURE	●				0.62	●				หยิบ BOARD ออกจาก FIXTURE
25	รอ			●		0.63		●			เคลื่อนมือพร้อม BOARDไปที่วาง
26	รอ			●		1.15	●				วาง BOARD
Total		9	10	2	5	25.10	8	5	13	0	

รูปที่ 4 แสดงแผนภูมิกระบวนการสองมือของการทำงานในสถานีที่ 6 Assembly Heat Sink ก่อนปรับปรุง

จากรูปที่ 4 พบว่ามือขวามีเวลารอมาก จึงใช้หลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว ให้มือทั้งสองทำงานในเวลาเดียวกัน และเทคนิค ECRS เข้ามาช่วยในการปรับปรุงดังนี้

(ก) ก่อนปรับปรุงใช้มือซ้ายหยิบ Board หยิบ Jig ขณะที่มือขวารอ หลังปรับปรุงให้มือซ้ายและขวาทำงานพร้อมกัน มือซ้ายหยิบ Jig พร้อมมือขวาหยิบ Board และ วาง Board และ Jig ลงบน Fixture ตามลำดับ ดังรูปที่ 5 การนำ Board ลงบน Fixture ในการประกอบสถานี Heat Sink ก่อน และหลังปรับปรุง ตามลำดับ

ก่อน **หลัง**

รูปที่ 5 แสดงการนำ Board ลงบน Fixture ก่อนและหลังปรับปรุงในการประกอบสถานี Assembly Heat Sink

(ข) ก่อนปรับปรุงโดยเริ่มในขั้นตอนที่ 8 มือซ้ายวาง Jig หยิบ Heat Sink ในขณะที่มือขวาว่างงาน หลังปรับปรุงให้มือซ้ายและขวาทำงานพร้อมกันโดยปรับมือซ้ายวาง Jig พร้อมมือขวาเคลื่อนหยิบ Heat Sink

(ค) ก่อนปรับปรุงมือซ้าย ปลด Jig นำ Board ออกจาก Fixture ในขณะที่มือขวาว่างงาน หลังปรับปรุงให้มือซ้ายและขวาทำงานพร้อมกัน โดยมือซ้าย ปลด Jig แล้วมือขวาจึงหยิบ Board ออก ดังรูปที่ 6 การนำ Board ออกจาก Fixture ในการประกอบสถานี Heat Sink ก่อนและหลังปรับปรุง ตามลำดับ

ก่อน

หลัง

รูปที่ 6 แสดงการนำ Board ออกจาก Fixture ก่อนและหลังปรับปรุงในการประกอบสถานี Assembly Heat Sink

ดังนั้น หลังการปรับปรุง ทำให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานทั้งหมดเหลือ 19 ขั้นตอน ซึ่งลดการทำงาน 7 ขั้นตอน และ รอบการผลิต เท่ากับ 18.82 วินาที โดยแผนภูมิกระบวนการสองมือ หลังการปรับปรุงแสดงในรูปที่ 7

ลำดับ	มือซ้าย	สัญลักษณ์				เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์				มือขวา
		O	➡	D	▼		O	➡	D	▼	
1	รอ			●		1		●			เคลื่อนมือไปหยิบ BOARD
2	เคลื่อนมือไปหยิบ JIG		●			0.6	●				หยิบ BOARD
3	หยิบ JIG	●				0.47		●			เคลื่อนมือพร้อม BOARD มาที่ปฏิบัติงาน
4	เคลื่อนมือพร้อม JIG มาที่ปฏิบัติงาน		●			0.69	●				วาง BOARD ลงบน FIXTURE
5	วาง JIGลงบน BOARD	●				1.17		●			เคลื่อนมือไปหยิบ HEAT SINK
6	รอ			●		0.64	●				หยิบ HEAT SINK
7	รอ			●		0.6		●			เคลื่อนมือพร้อม HEAT SINK มาที่ปฏิบัติงาน
8	ลอก LABEL ที่ HEAT SINK	●				2.55				●	ถือ HEAT SINK
9	เคลื่อนมือไปเพื่อทิ้ง LABEL		●			0.56				●	ถือ HEAT SINK
10	ทิ้ง LABEL	●				0.23				●	ถือ HEAT SINK
11	เคลื่อนมือมาที่ปฏิบัติงาน		●			0.57				●	ถือ HEAT SINK
12	วาง HEAT SINK ลงบน JIG	●				1.58	●				วาง HEAT SINK ลงบน JIG
13	เคลื่อน BOARD มาประกอบ		●			2.02		●			เคลื่อน BOARD มาประกอบ
14	จับ BOARD				●	1.97	●				กดเครื่องช่วยประกอบ HEAT SINK
15	เคลื่อน BOARD ไปข้างหน้า		●			1.11		●			เคลื่อน BOARD ไปข้างหน้า
16	ปลด JIG ออก	●				0.75			●		รอ
17	เคลื่อนมือพร้อม JIG ไปที่วาง		●			0.62	●				หยิบ BOARD ออกจาก FIXTURE
18	วาง JIG	●				0.54		●			เคลื่อนมือพร้อม BOARDไปที่วาง
19	รอ			●		1.15	●				วาง BOARD
รวม		**7**	**7**	**4**	**1**	**18.82**	**7**	**7**	**1**	**4**	

รูปที่ 7 แสดงแผนภูมิกระบวนการสองมือของการทำงานในสถานีที่ 6 Assembly Heat Sink หลังปรับปรุง

2) สถานีที่ 7 Assembly Bracket ก่อนปรับปรุง ขั้นตอนการปฏิบัติงาน 30 ขั้นตอนและรอบการผลิต 27.19 วินาที โดยแผนภูมิกระบวนการสองมือแสดงดังรูปที่ 8

ลำดับ	มือซ้าย	สัญลักษณ์				เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์				มือขวา
		O	➡	D	▼		O	➡	D	▼	
1	เคลื่อนมือไปหยิบ BRACKET		●			0.97			●		รอ
2	หยิบ BRACKET	●				0.62			●		รอ
3	เคลื่อนมือพร้อม BRACKET มาที่ปฏิบัติงาน		●			0.83			●		รอ
4	วาง BRACKET ลงใน FIXTURE	●				1.80			●		รอ
5	เคลื่อนมือไปหยิบ BOARD		●			0.54			●		รอ
6	หยิบ BOARD	●				0.50			●		รอ
7	เคลื่อนมือพร้อม BOARD มาที่ปฏิบัติงาน		●			0.58			●		รอ
8	วาง BOARD ลงใน FIXTURE	●				1.40			●		รอ
9	รอ			●		0.32	●				ปิดฝา Fixture
10	เคลื่อนมือไปหยิบน๊อต 2 ตัว		●			0.68		●			เคลื่อนมือไปหยิบทอร์คสกรู
11	หยิบน๊อต 2 ตัว	●				0.56	●				หยิบทอร์คสกรู
12	เคลื่อนมือพร้อมน๊อต 2 ตัวมาที่ปฏิบัติงาน		●			0.89		●			เคลื่อนมือพร้อมทอร์คสกรูมาที่ปฏิบัติงาน
13	ถือน๊อตตัวที่ 1				●	1.78	●				นำที่ทอร์คสกรูมาดูดน๊อตตัวที่ 1
14	ถือน๊อตตัวที่ 2				●	1.76	●				ทำการทอร์คสกรูตัวที่ 1
15	ถือน๊อตตัวที่ 2				●	1.67	●				นำที่ทอร์คสกรูมาดูดน๊อตตัวที่ 2
16	รอ			●		1.76	●				ทำการทอร์คสกรูตัวที่ 2
17	รอ			●		0.54	●				ปล่อยที่ทอร์คสกรู
18	เปิดฝา FIXTURE	●				0.94			●		รอ
19	รอ			●		0.68	●				หยิบ BOARD ออกจาก FIXTURE
20	รับ BOARD จากมือขวา	●				0.50		●			ส่ง BOARD ให้มือซ้าย
21	จับ BOARD				●	0.54		●			เคลื่อนมือไปหยิบเครื่อง SCAN
22	จับ BOARD				●	0.49	●				หยิบเครื่อง SCAN
23	จับ BOARD				●	0.5		●			เคลื่อนมือพร้อมเครื่อง SCAN มาที่ปฏิบัติงาน
24	จับ BOARD				●	2.58	●				ทำการ SCAN BOARD
25	จับ BOARD				●	0.58		●			เคลื่อนมือพร้อมเครื่อง SCAN ไปที่วาง
26	จับ BOARD				●	0.8	●				วาง เครื่อง SCAN
27	จับ BOARD				●	0.54		●			เคลื่อนมือมาที่ปฏิบัติงาน
28	จับ BOARD				●	0.44	●				หยิบ BOARD จากมือซ้าย
29	รอ			●		0.60		●			เคลื่อนมือพร้อม BOARD ไปที่วาง
30	รอ			●		0.80	●				วาง BOARD
รวม		**7**	**6**	**6**	**11**	**27.19**	**13**	**8**	**9**	**0**	

รูปที่ 8 แสดงแผนภูมิกระบวนการสองมือของการทำงานในสถานี Assembly Bracket ก่อนปรับปรุง

จากรูปที่ 8 ซึ่งพบว่ามือขวามีเวลารอมาก เพื่อลดการรอลง จึงใช้หลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว ให้มือทั้งสองทำงานในเวลาเดียวกัน และเทคนิค ECRS เข้ามาช่วยในการปรับปรุงดังนี้

(ก) ก่อนปรับปรุง มือซ้ายทำงานโดยหยิบ Bracket และ Board ขณะที่มือขวารอ หลังปรับปรุงให้มือซ้าย และขวาทำงานพร้อมกัน ดังรูปที่ 9 ก่อน และหลังปรับปรุง ตามลำดับ หลังจากนั้นจึงวาง Bracket และ Boardลงใน Fixture

ก่อน **หลัง**

รูปที่ 9 แสดงการนำ Board และ Bracket ลงบน Fixture ก่อนและหลังปรับปรุง
ในการประกอบสถานี Assembly Bracket

(ข) ในขั้นตอนที่ 9 ปรับให้มือขวาปิดฝา fixture พร้อมมือซ้าย หยิบน็อตตัวที่ 1

(ค) ในขั้นตอนที่ 17 ปรับให้มือขวาปล่อยที่ทอร์คสกรู พร้อมมือซ้ายเปิดฝา fixture

(ง) รอบการผลิตของสถานียังสูงเกินรอบการผลิตที่กำหนด จึง จัดลำดับงานใหม่ โดยปรับย้ายขั้นตอนการ Scan Matching (ซึ่งเป็นงานอิสระและไม่มีผลต่อลำดับการทำงานก่อนหลัง) ไปที่สถานีที่ 8 Attach Labelดังนั้นหลังการปรับปรุงโดยใช้เทคนิคการปรับปรุงแบบ ECRS ทำให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานทั้งหมดเหลือ 18 ขั้นตอน ซึ่งลดการทำงานที่สูญเปล่าไปได้ 12 ขั้นตอน และ รอบการผลิต เท่ากับ 18.37 วินาที โดยแผนภูมิกระบวนการสองมือ หลังการปรับปรุงแสดงในรูปที่ 10

ลำดับ	มือซ้าย	สัญลักษณ์ O	→	D	▼	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ O	→	D	▼	มือขวา
1	เคลื่อนมือไปหยิบ BRACKET		●			1.27		●			เคลื่อนมือไปหยิบ BOARD
2	หยิบ BRACKET	●				0.62	●				หยิบ BOARD
3	เคลื่อนมือพร้อม BRACKET มาที่ปฏิบัติงาน		●			0.83		●			เคลื่อนมือพร้อม BOARD มาที่ปฏิบัติงาน
4	วาง BRACKET ลงใน FIXTURE	●				2.42	●				วาง BOARD ลงใน FIXTURE
5	เคลื่อนมือไปหยิบน็อตตัวที่ 1		●			0.32	●				ปิดฝา FIXTURE
6	หยิบน็อตตัวที่ 1	●				0.53		●			เคลื่อนมือไปหยิบทอร์คสกรู
7	เคลื่อนมือพร้อมน็อตตัวที่ 1 มาที่ปฏิบัติงาน		●			0.56	●				หยิบทอร์คสกรู
8	รอ			●		0.75		●			เคลื่อนมือพร้อมทอร์คสกรูมาที่ปฏิบัติงาน
9	ประกอบน็อตตัวที่ 1	●				1.67	●				นำทอร์คสกรูมาดูดน็อตตัวที่ 1
10	เคลื่อนมือไปหยิบน็อตตัวที่ 2		●			1.7	●				ทำการทอร์คสกรูน็อตตัวที่ 1
11	หยิบน็อตตัวที่ 2	●				0.56			●		รอ
12	เคลื่อนมือพร้อมน็อตตัวที่ 2 มาที่ปฏิบัติงาน		●			0.75			●		รอ
13	ประกอบน็อตตัวที่ 2	●				1.67	●				นำทอร์คสกรูมาดูดน็อตตัวที่ 2
14	รอ			●		1.7	●				ทำการทอร์คสกรูน็อตตัวที่ 2
15	เปิดฝา FIXTURE	●				0.94	●				ปล่อยทอร์คสกรู
16	รอ			●		0.48	●				หยิบ BOARD ออกจาก FIXTURE
17	รอ			●		0.8		●			เคลื่อนมือพร้อม BOARDไปที่วาง
18	รอ			●		0.8	●				วาง BOARD
รวม		7	6	5	0	18.37	11	5	2	0	

รูปที่ 10 แสดงแผนภูมิกระบวนการสองมือของการทำงานในสถานี Assembly Bracket หลังปรับปรุง

3) สถานที่ 8 Attach Label ก่อนปรับปรุงมี รอบการผลิต 37.61 วินาที และมีขั้นตอนการปฏิบัติงาน 24 ขั้นตอน ดังรูปที่ 11 ซึ่งพบว่ามีขั้นตอนที่มือซ้ายทำงานในขณะที่มือขวารอ จึงทำการปรับโดยใช้หลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวให้มือทั้งสองทำงานในเวลาเดียวกัน รวมทั้งยังพบว่าขั้นตอนการนำ Boardใส่ถุง ESD (ถุง ESD ป้องกันไฟฟ้าสถิต) และบรรจุลงในกล่องเพื่อการขนย้ายไปสถานีถัดไปก่อให้เกิดการกีดขวางการทำงาน จึงทำการปรับปรุงโดยใช้เทคนิค ECRS การจัดลำดับงานและการใช้สายพานลำเลียง โดยวัสดุที่ใช้ทำสายพานเป็นวัสดุที่ป้องกันไฟฟ้าสถิต ช่วยในการปรับปรุงงาน เพื่อให้การปฏิบัติงานสะดวก เป็นไปอย่างต่อเนื่อง ลดเวลาของแต่ละสถานีงาน และที่สำคัญคือการตัดขั้นตอนการนำ Boardใส่ถุง ESD พร้อมทั้งจัดลำดับงานใหม่โดยนำขั้นตอนการ Scan Matching มาทำในสถานีงานนี้ นอกจากนี้สถานีงานมีพื้นที่เพิ่มขึ้น ลดสิ่งกีดขวางในสายการประกอบ ดังรูปที่ 12 กล่องใช้การขนย้ายและสายพานลำเลียง ก่อนและหลังการปรับปรุง ในสถานีงาน Attach Label

ลำดับ	มือซ้าย	สัญลักษณ์ O	➡	D	▼	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ O	➡	D	▼	มือขวา
1	เคลื่อนมือไปหยิบ BOARD		●			1.03			●		รอ
2	หยิบ BOARD	●				0.62			●		รอ
3	เคลื่อนมือพร้อม BOARD มาที่ปฏิบัติงาน		●			0.69			●		รอ
4	วาง BOARD	●				0.4			●		รอ
5	เคลื่อนมือไปจับแถว LABEL		●			0.71		●			เคลื่อนมือไปจับ LABEL
6	จับแถว LABEL				●	1.27	●				หยิบ LABEL
7	เคลื่อนมือมาที่ปฏิบัติงาน		●			0.65		●			เคลื่อนมือพร้อม LABEL มาที่ปฏิบัติงาน
8	จับ BOARD				●	3.72	●				ติด LABEL ที่ BOARD
9	วาง BOARD	●				0.84		●			เคลื่อนมือไปหยิบถุง ESD
10	รอ			●		0.53	●				หยิบถุง ESD
11	รอ			●		1.3		●			เคลื่อนมือพร้อมถุง ESD มาที่ปฏิบัติงาน
12	รอ			●		0.35	●				วางถุง ESD ที่ปฏิบัติงาน
13	เคลื่อนมือไปจับแถว LABEL		●			0.71		●			เคลื่อนมือไปจับ LABEL
14	จับแถว LABEL				●	1.27	●				หยิบ LABEL
15	เคลื่อนมือมาที่ปฏิบัติงาน		●			0.65		●			เคลื่อนมือพร้อม LABEL มาที่ปฏิบัติงาน
16	ถืออุง ESD				●	5.13	●				ติด LABEL ที่ถุง ESD
17	ถืออุง ESD				●	3.70	●				เปิดปากถุง ESD
18	ถืออุง ESD				●	0.98		●			เคลื่อนมือไปจับ BOARD
19	ถืออุง ESD				●	0.80	●				หยิบ BOARD
20	ถืออุง ESD				●	0.98		●			เคลื่อนมือพร้อม BOARD มาที่ปฏิบัติงาน
21	ขยับถุง ESD ช่วย	●				4.5	●				นำ BOARD ใส่ถุง ESD
22	จัด BOARD ในถุง ESD ให้เรียบร้อย	●				3.44	●				จัด BOARD ในถุง ESD ให้เรียบร้อย
23	เคลื่อนมือไปจับกล่อง		●			1.7		●			เคลื่อนมือพร้อมถุง ESD ไปใส่กล่อง
24	จับกล่อง				●	1.64	●				วางถุง ESD ในกล่อง
รวม		**5**	**7**	**3**	**9**	**37.61**	**11**	**9**	**4**	**0**	

รูปที่ 11 แสดงแผนภูมิกระบวนการสองมือของการทำงานในสถานี Attach label ก่อนปรับปรุง

ก่อน **หลัง**

รูปที่ 12 แสดงกล่องใช้การขนย้ายและสายพานลำเลียง ก่อนและหลังการปรับปรุง ในสถานีงาน Attach Label

หลังการปรับปรุง ทำให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานทั้งหมดเหลือ 14 ขั้นตอน ซึ่งลดการทำงานที่สูญเปล่าได้ 10 ขั้นตอน และ รอบการผลิตเป็น 14.68 วินาที โดยแผนภูมิกระบวนการสองมือ หลังการปรับปรุงแสดงในรูปที่ 13

		สัญลักษณ์				เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์				
ลำดับ	มือซ้าย	O	➡	D	▼		O	➡	D	▼	มือขวา
1	เคลื่อนมือไปหยิบ BOARD		●			1			●		รอ
2	หยิบ BOARD	●				0.6			●		รอ
3	เคลื่อนมือพร้อม BOARD มาที่ปฏิบัติงาน		●			0.69			●		รอ
4	วาง BOARD	●				0.4			●		รอ
5	เคลื่อนมือไปจับแถว LABEL		●			0.7		●			เคลื่อนมือไปจับ LABEL
6	จับแถว LABEL				●	1.39	●				หยิบ LABEL
7	เคลื่อนมือมาที่ปฏิบัติงาน		●			0.69		●			เคลื่อนมือพร้อม LABEL มาที่ปฏิบัติงาน
8	จับ BOARD				●	3.72	●				ติด LABEL ที่ BOARD
9	จับ BOARD				●	0.54		●			เคลื่อนมือไปหยิบเครื่อง SCAN
10	จับ BOARD				●	0.49	●				หยิบเครื่อง SCAN
11	จับ BOARD				●	0.5		●			เคลื่อนมือพร้อมเครื่อง SCAN มาที่ปฏิบัติงาน
12	จับ BOARD				●	2.58	●				ทำการ SCAN BOARD
13	เคลื่อนมือพร้อม BOARD ไปที่วาง		●			0.58		●			เคลื่อนมือพร้อมเครื่อง SCAN ไปที่วาง
14	วาง BOARD	●				0.8	●				วาง เครื่อง SCAN
รวม		3	5	0	6	**14.68**	5	5	4	0	

รูปที่ 13 แสดงแผนภูมิกระบวนการสองมือของการทำงานในสถานี Attach label หลังปรับปรุง

หลังการปรับปรุงครบทั้ง 3 สถานี รอบการผลิตสูงสุดจึงอยู่ที่สถานีงาน Apply Glue และเท่ากับ Takt Time ที่ต้องการคือ 20 วินาที ค่าประสิทธิภาพของสายการผลิต (Line Efficiency) หลังปรับปรุง โดยมีสถานีงาน 11สถานี เวลารวมของงานทั้งหมดเท่ากับ 184.73 วินาที

$$E = \frac{184.73}{11(20)} = 0.8397 = \quad 83.97\%$$

4.4 การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง

จากการปรับปรุงโดยให้หลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว เทคนิค ECRS และการใช้สายพานลำเลียง สามารถลดเวลาการทำงานในสถานีงาน 6, 7, 8 ลง 6.28 , 8.82 และ 22.93 วินาที ตามลำดับ เวลาการประกอบรวมจาก 222.76 เป็น 184.73 วินาที รอบการผลิตลดลง 17.61 วินาที/ชิ้น และเปลี่ยนสถานีงานที่เป็นตัวกำหนดรอบการผลิต จากเดิมคือสถานีงาน Attach Label เป็น สถานีงาน Apply Glue โดยตารางที่ 2 เป็นการแสดงการเปรียบเทียบเวลาการทำงานในแต่ละสถานี รวมทั้งจำนวนชิ้นงานและประสิทธิภาพก่อนและหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบผลเวลาการทำงานในแต่ละสถานี จำนวนชิ้นงานและประสิทธิภาพก่อนและหลังปรับปรุง

สถานีงาน		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	เปลี่ยนแปลง
1. De Panel	(วินาที)	16.40	16.40	-
2. Press Fit	(วินาที)	13.80	13.80	-
3. Assembly Screw	(วินาที)	14.56	14.56	-
4. ICT1	(วินาที)	19.84	19.84	-
5. Apply Glue	**(วินาที)**	20.00	**20.00**	-
6. Assembly Heat Sink	(วินาที)	25.10	18.82	ลดลง 6.28
7. Assembly Bracket	(วินาที)	27.19	18.37	ลดลง 8.82
8. Attach Label	**(วินาที)**	**37.61**	14.68	ลดลง 22.93
9. FCT	(วินาที)	15.30	15.30	-
10. PFQA	(วินาที)	17.88	17.88	-
11. Packing	(วินาที)	15.08	15.08	-
เวลาการประกอบรวม	**(วินาที)**	**222.76**	**184.73**	**ลดลง 38.03**
รอบการผลิต (กำหนดจากสถานีงานที่ใช้เวลาสูงสุด : วินาที/ชิ้น)		**37.61**	**20**	**ลดลง 17.61**
จำนวนชิ้นงานที่ประกอบ (ชิ้น/วัน)		**2,010**	**3,780**	**เพิ่มขึ้น 1,770**
ประสิทธิภาพสายการประกอบ (%)		**53.84**	**83.97**	**เพิ่มขึ้น 30.13**

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการปรับปรุงวิธีการทำงานด้วยหลักการเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว เทคนิค ECRS และการใช้สายพานลำเลียง ซึ่งเป็นการปรับปรุง 3 สถานีงาน คือ สถานีที่ 6 Assembly Heat Sink เวลาการทำงานก่อนปรับปรุงเป็น 25.10 วินาที หลังปรับปรุงเป็น 18.82 วินาที ลดลง 6.28 วินาที สถานีที่ 7 Assembly Bracket เวลาการทำงานก่อนปรับปรุงเป็น 27.19 วินาที หลังปรับปรุงเป็น 18.37 วินาที ลดลง 8.82 วินาที สถานีที่ 8 Attach Label เวลาการทำงานก่อนปรับปรุง เป็น วินาที 37.61 วินาที หลังปรับปรุงเป็น 14.68 ลดลง 22.93 วินาที สามารถลดรอบการผลิตจากเดิม 37.61 วินาทีต่อชิ้น เป็นรอบการผลิตที่ 20 วินาทีต่อชิ้น โดยลดลงถึง 17.61 วินาทีต่อชิ้น ทำให้เพิ่มจำนวนชิ้นงานที่ประกอบจากวันละ 2,010 เป็น 3,780 ชิ้น ซึ่งเพิ่มขึ้น 1,770 ชิ้นต่อวัน หรือ คิดเป็นประสิทธิภาพการผลิตจากเดิม 53.84% เป็น 83.97% เพิ่มขึ้น 30.13%

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า ปัจจัยการทำงานให้มีประสิทธิภาพนั้นต้องอาศัยทักษะและความชำนาญ จึงจำเป็นต้องมีการฝึกอบรมพนักงานให้เกิดความชำนาญตามขั้นตอนการทำงานแบบใหม่ และการจับวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามแผนภูมิกระบวนการสองมือหลังปรับปรุง โดยกำหนดให้เป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงานของพนักงาน

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาด้านการทำงานระหว่างพนักงานกับเครื่องจักร โดยนำหลักการของ แผนภาพลูกสูบ (Pump Diagram) เพื่อลดเวลาว่าง และรอบการผลิตลง โดยให้พนักงานและเครื่องจักรทำงานพร้อมกัน นอกจากนี้ยังสามารถนำหลักการปรับปรุงนี้ไปใช้ในสายการประกอบผลิตภัณฑ์อื่นๆ

6. เอกสารอ้างอิง

ดวงรัตน์ ชีวปัญญาโรจน์, และศุภศักดิ์ พงษ์อนันต์. (2544). *ความสูญเสีย 7 ประการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.

ธนพร ศรีสว่างวงศ์, และนันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร. (2559). การปรับปรุงงานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์. *วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย, 2*(3)(กรกฎาคม-ธันวาคม), 33-39.

นันทชัย กานตานันทะ, และนพลักษณ์ ชัยอมรทรัพย์. (2558). การเพิ่มผลผลิตสายการประกอบตู้ควบคุมเอเอ็มอาร์. *วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย, 1*(1)(มกราคม-มิถุนายน), 1-6.

พิชิต สุขเจริญพงษ์. (2535). *การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น

ยุทธณรงค์ จงจันทร์ และคณะ. (2560). การปรับปรุงกระบวนการประกอบชุดจับยึดที่นั่งของรถยนต์โดยใช้หลักการสมดุลสายการผลิต. *วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย, 3*(2)(กรกฎาคม-ธันวาคม), 37-46.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2560). *รายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2558-2560) ดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์รายไตรมาส*. สืบค้นจาก http://www.oie.go.th/academic/รายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมรายไตรมาส

วรินทร์ เกียรตินุกูล. (2561). การจัดสมดุลสายการผลิตกระบวนการประกอบโครงอลูมิเนียม กรณีศึกษา: บริษัทตัวอย่าง. *วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย, 4*(1)(มกราคม-มิถุนายน), 49-58.

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ. (2545). *การศึกษาการทำงาน* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันชัย ริจิรวนิช. (2555). *การศึกษาการทำงาน : หลักการและกรณีศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Russell, R. S., & Taylor, B. W. (2014). *Operations and Supply Chain Management* (8th ed.). n.p.: Wiley.