

# การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตในสายการผลิต

ชิ้นส่วนยานยนต์ กรณีศึกษาบริษัท ABC จำกัด

The study ABC company limited process efficiency improvement for  
automotive parts

พรชัย จูอ่วม<sup>1</sup> ดร.ปญญกมล เทพประสิทธิ์<sup>2</sup>

1 นักศึกษาหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

2 อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ประจำคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

Pornchai Ju-uam<sup>1</sup> Dr.Punyapoon Teprasit<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Master of Business Administration (Industrial Management) Ramkhamhaeng University

<sup>2</sup>Advisor Associate Professor of Business Administration Ramkhamhaeng University

## บทคัดย่อ

ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญต่อต้นทุนโดยรวมขององค์กร ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต โดย เพื่อให้สอดคล้องถึงการวิเคราะห์ปัญหากระบวนการในฝ่ายผลิต คน เครื่องจักร วัตถุดิบ วิธีการ ในส่วนประสิทธิภาพของพนักงาน โดยประเมินจากความสามารถปฏิบัติงานของพนักงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงานมีความเหมาะสมหรือเกิดการรอคอยไม่ไหลลื่น เกิดความสูญเปล่าหรือไม่ และส่วนสำคัญที่สุดคือประสิทธิภาพเครื่องจักรเนื่องจากเครื่องจักรนั้นมีราคาค่อนข้างสูงในการลงทุนนั่นเอง ส่วนสำคัญดังกล่าวข้างต้นนี้เองจะเป็นตัวกำหนดทั้งในด้านราคา คุณภาพ และการส่งมอบสินค้า

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงาน และการสร้างความสมดุลของสายการผลิต การตัดกระบวนการที่ไม่จำเป็นออกไปเมื่อเปรียบเทียบเวลาในการทำงานก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงพบว่า เวลาสูญเปล่าลดลงจาก 280.3 วินาที เหลือเพียง 22.1 วินาที สามารถลดเวลาสูญเปล่าของกระบวนการผลิตได้ถึง 92 % หลังกระบวนการปรับปรุง การนำกระบวนการมารวมกันของกระบวนการผลิต ก่อให้เกิดการลดต้นทุนในส่วนองแรงงานสายการผลิตมีการผลิต จากเดิม สถานีละ 2 คน ให้เหลือ ให้เหลือเพียงสถานีละ 1 คน ซึ่งสามารถลดจำนวนพนักงานทั้งหมด 12 คน เหลือเพียง 9 คน

คำสำคัญ: สมดุลสายการผลิต การศึกษางาน / แผนภูมิกระบวนการผลิต / แผนผังก้างปลา/ เทคนิคการปรับปรุงงาน

## Abstract

Manufacturing process efficiency is a key factor of the overall cost of an organization. Overall organization in research focus on improving the efficiency of the production process communication and problem analysis with 4M. (Man, Machine, Material and Method) operator performance can appraise from operator ability. Appropriate working procedure or no bottleneck effect which no waste happened. The importance is efficient of machine due to expensive machine for investment which is assign price, quality and delivery plan.

The results of this research show improvement of employee performance and establish the balance of production and reduce waste and combine process together comparison of cycle time before and after improvement showed that Wastage time has been reduced from 280.3 seconds to 22.1 seconds, resulting in a 92% reduction in process wastage after the improvement process. The integration of the production process. Causing cost reductions in the labor of the production line. Before the reduction of the department in the workforce, the production line was produced from the original station 2 operator, rented only 1 operator per station, can reduce of operator 12 to 9 operator.

Keywords: Production Line Balance Work Study / Production Process Chart / Fishbone Diagram / Work Improvement Techniques

## บทนำ

ธุรกิจผลิตชิ้นส่วนรถยนต์เป็นจักรกลหนึ่งที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมผลิตรถยนต์เป็นอย่างมาก การที่ภาครัฐไทยพยายามผลักดันและสนับสนุนให้อุตสาหกรรมรถยนต์เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมหลักที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ ทำให้ธุรกิจผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ในไทยในฐานะจักรกลสำคัญ จำต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยี บุคลากร และประสิทธิผลในการจัดการธุรกิจควบคู่กันไป ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งท่ามกลางการแข่งขันในตลาดโลก และการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการประกอบธุรกิจ อันนำมาซึ่งโอกาสและความท้าทายสำหรับการประกอบธุรกิจผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ส่งผลให้ผู้ประกอบการธุรกิจผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ขนาดกลางและขนาดเล็กต้องจับตาสถานการณ์ แนวโน้ม โอกาส และความท้าทายต่างๆ รวมถึงการปรับกลยุทธ์

เศรษฐกิจทั่วโลกในปัจจุบัน ได้ส่งผลต่ออุตสาหกรรมรถยนต์ไทยในแง่มุมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น การก่อให้เกิดภาวะเศรษฐกิจที่ถดถอยทั้งในไทยและในระดับโลกอันเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อคำสั่งซื้อรถยนต์จากทั้งตลาดในประเทศและตลาดส่งออก ซึ่งส่งผลต่อเนื่องมาสู่ปริมาณการผลิตรถยนต์ในไทยปีนี้สู่จุดต่ำสุดในรอบกว่า 9 ปี โดยศูนย์วิจัยกสิกรไทยได้ประเมินไว้เบื้องต้นจากมุมมองต่อในปัจจุบันว่ามีความเป็นไปได้ที่ปริมาณการผลิตรถยนต์ในปี 2563 นี้อาจหดตัวลงอย่างมากประมาณร้อยละ 21 ถึง 25 หรือผลิตรถยนต์ได้

เพียง 1,520,000 ถึง 1,590,000 คัน โดยการผลิตที่ลดลงนี้คาดว่าเป็นผลมาจากการส่งออกที่อาจลดต่ำลงมากไปแต่ละระดับ 750,000 ถึง 780,000 คัน หดตัวสูงถึงร้อยละ 26 ถึง 29 จากที่เคยส่งออกได้ 1,054,103 คัน ในปี 2562 ขณะที่ยอดขายในประเทศก็มีความเสี่ยงที่จะลดลงไปแต่ละระดับ 800,000 ถึง 820,000 คัน หรือหดตัวร้อยละ 19 ถึง 21 จากปีก่อนที่ทำได้ 1,007,552 คัน ส่วนการฟื้นตัวของอุตสาหกรรมรถยนต์ผู้ภาวะปกติอีกครั้งคาดว่าจะอาจเป็นช่วงกลางปี 2564 ถึงหรือต้นปี 2565 หลังเศรษฐกิจโลกจะทยอยฟื้นฟูในช่วงปี 2564 (อ้างอิงจาก ศูนย์วิจัยกสิกรไทย สำนักข่าวอิไฟแนนซ์ไทย 7 พ.ค. 63)

จากวิกฤติเศรษฐกิจ ดังกล่าวข้างต้นได้ทำให้เห็นถึงปัญหาสำคัญในรูปแบบกระบวนการผลิตปัจจุบันซึ่งมีการพึ่งพิงฐานการผลิตเดียวมากเกินไปชัดเจนขึ้น ทำให้ค่ายรถและผู้ผลิตชิ้นส่วนอาจต้องพิจารณาปรับเปลี่ยนใหม่ให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้นในอนาคต ด้วยการกระจายความเสี่ยงในการจัดหาชิ้นส่วนรถยนต์ในห่วงโซ่อุปทาน โดยแนวทางที่ศูนย์วิจัยกสิกรไทยคาดว่าค่ายรถและผู้ผลิตชิ้นส่วนจะนำมาใช้นับจากนี้อาจแบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ การลดระดับระบบการผลิตแบบ Just In Time ลง ขณะที่อีกแนวทางเน้นลดการพึ่งพิงฐานการผลิตเดียวโดยการโยกฐานการผลิตออกสู่ประเทศที่เป็นฐานผลิตระดับยุทธศาสตร์ของภูมิภาค ซึ่งกลยุทธ์ดังกล่าวนี้คาดว่าจะทำให้เกิดทิศทางการจัดห่วงโซ่อุปทานการผลิตรูปแบบใหม่ที่ชัดเจนขึ้น ได้แก่ การใช้ platform ร่วมในแต่ละรุ่นรถยนต์และชิ้นส่วนทั้งภายในค่ายเดียวกันเองกับระหว่างค่าย และการรวบงานบางประเภทใน Tier ระดับต่างๆเข้ามาอยู่ในกลุ่มบริษัทเดียวกันมากขึ้น โดยเฉพาะเข้ามาอยู่ในกลุ่มธุรกิจเดียวกันกับผู้ผลิตชิ้นส่วน Tier 1 ทำให้ห่วงโซ่อุปทานการผลิตสั้นลง (Shorten Supply Chain)

ในสถานะสถานการณ์ที่เกิดขึ้น จึงทำให้ผู้ประกอบการธุรกิจจึงหันมาให้ความสำคัญต่อการควบคุมต้นทุนการผลิตให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ทั้งในส่วนของการตัดลดค่าใช้จ่ายสิ้นเปลือง และการเพิ่มผลิตภาพแรงงานให้สูงขึ้น โดยอาจจะหันมาลงทุนปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตซึ่งนำไปสู่การผลิตในระบบอัตโนมัติมากขึ้น และช่วยลดการใช้แรงงานไร้ฝีมือลง หรือใช้แรงงานฝีมือมากขึ้น เพื่อช่วยลดความบกพร่องในการผลิต ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพและมีความเที่ยงตรงแม่นยำมากขึ้น ลดความสูญเสียจากสินค้าไม่ได้มาตรฐาน

## การดำเนินงานวิจัย

การศึกษาด้วยตนเองและค้นคว้าครั้งนี้เพื่อที่จะศึกษาปัญหาในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตของบริษัท โดยมุ่งเน้นที่จะดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพของการทำงานให้เพิ่มมากขึ้นและลดระยะเวลาที่สูญเสียไปกับการทำงาน อีกทั้งยังคงต้องพิจารณาถึงเรื่องปริมาณของคำสั่งซื้อในอนาคตด้วย เพื่อที่จะได้รองรับคำสั่งซื้อที่ผันผวนได้อย่างทันทั่วทั้ง ระเบียบวิธีการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้ศึกษาได้กำหนดระเบียบและขั้นตอนการศึกษาไว้ดังนี้ ศึกษาสภาพปัจจุบัน

### 1. ศึกษาสภาพการณ์ของปัญหาในกระบวนการผลิต

2. เก็บข้อมูล
3. วิเคราะห์ข้อมูล
4. หาวิธีการแก้ไขปัญหา
5. ดำเนินการแก้ไขปัญหา
6. เก็บข้อมูลหลังการดำเนินการแก้ไขปัญหา
7. เปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนและหลัง
8. สรุปผล

ผู้ศึกษาได้ใช้หลักทฤษฎีต่างๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อให้ข้อมูลที่มีความถูกต้องมากที่สุด และข้อมูลที่ได้รวบรวมมาใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลประมาณ 3 เดือน เป็นข้อมูลการผลิต เฉพาะที่โรงงานสาขาใหญ่เท่านั้น โดยเริ่มตั้งแต่การรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าจนไปถึงขั้นตอนการผลิต ชิ้นงานในสายการผลิตแบบ Make to Stock เพื่อให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุด และต้นทุนต่อหน่วยต่ำที่สุด โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้สำรวจสภาพปัญหาในปัจจุบัน

เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลรายละเอียดทั่วไปของบริษัท และการดำเนินธุรกิจของบริษัท ตลอดจนกระบวนการผลิตของชิ้นส่วน เพื่อให้ทราบปัญหาโดยรวมที่เกิดขึ้นในสายการผลิตก่อนที่จะทำการปรับปรุง และ เพื่อเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจ และทำการวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

ในปัจจุบันการผลิตชิ้นส่วนกระบวนการผลิตชิ้นงาน และการศึกษาแผนผังสายการผลิตในผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วน Front bumper beam ปัจจุบันมีสายการผลิตทั้งหมด 1 สายการผลิต จากการศึกษาสายการผลิตพบว่ากระบวนการผลิตประกอบด้วยทั้งหมด 14 ขั้นตอน มีกระบวนการที่ใช้เครื่องจักร 6 ขั้นตอน โดยกำหนดให้การใช้พนักงาน 12 คน ต่อ 1 สายการผลิตและพนักงานถูกแยกออกเป็นพนักงานที่ทำงานกับเครื่องจักร 10 คน และพนักงานที่ไม่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร 2 คน ซึ่งพบว่าการทำงานของพนักงานในส่วนของสายการผลิตชิ้นงานเกิดการรอคอยชิ้นงานจากเครื่องจักรเนื่องจากเวลาของเครื่องจักรไม่สอดคล้องกับเวลาของการปฏิบัติงานของพนักงานเป็นเหตุให้สายการผลิตชิ้นงานนี้ใช้ประสิทธิภาพไม่เต็มที่ หรือกล่าวคือไม่มีประสิทธิภาพในการผลิต

สถานที่เก็บข้อมูล

การศึกษางานวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วน Front bumper beam ภายในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดยปัจจุบันใช้พนักงานทั้งหมด 12 คน และการทำงานในช่วงเวลาการทำงาน เริ่มเวลา 8.00 – 17.00 น.

ออกแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลเวลาและกระบวนการทำงานเบื้องต้นทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือในการเก็บข้อมูลเบื้องต้น โดยออกแบบใบบันทึกเวลาการทำงานและแบบฟอร์มแผนภูมิวิเคราะห์การไหล

วิเคราะห์ข้อมูล

รายละเอียดการวิเคราะห์ โดยการนำข้อมูลมาเรียงเรียงและแยกกลุ่มของปัญหาดังนี้

1 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการทำงานจากการจับเวลาในแต่ละขั้นตอนแล้วนำข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงมาเปรียบเทียบกัน

2 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเก็บข้อมูลการทำงานต่อหนึ่งรอบกระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงแล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

3 ทำการเปรียบเทียบการสูญเสียเวลาที่ใช้ในการผลิตทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงเพื่อเปรียบเทียบผลงานหลังการปรับปรุงกระบวนการ

การกำหนดแนวทางแก้ไขกระบวนการทำงาน

การวิเคราะห์ปัญหาที่แท้จริงและสาเหตุของปัญหา โดยนำข้อมูลที่ได้อาจการเก็บข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหาจากนั้นสรุปผลการวิเคราะห์วิธีการทำงานใหม่และ การออกแบบกระบวนการใหม่ให้เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน

ขั้นตอนการออกแบบวิธีการดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บมาเบื้องต้นมาแล้ว จึงเริ่มดำเนินการ โดยศึกษาขั้นตอนการทำงานต่างๆในกระบวนการผลิตที่มีปัญหามากที่สุดหรือเกิดการสูญเสียเปล่าในการทำงาน โดยทำการศึกษากระบวนการชิ้นส่วน Front bumper beam โดยทำการเก็บข้อมูลเวลาการทำงานตามรอบการผลิต 10 ครั้ง แล้วนำเวลาที่ได้อมาวิเคราะห์ ในแต่ละขั้นตอน เมื่อทราบข้อมูลเบื้องต้นดังกล่าว ซึ่งพบว่าในกระบวนการทำงานยังมีจุดบกพร่องอยู่หลายตำแหน่ง จึงทำการเรียนรู้และนำหลักทฤษฎีมาประยุกต์ใช้

ดำเนินการแก้ไขปัญหา

เป็นการนำแนวทางในการแก้ไขปัญหาคือที่ดีที่สุด ที่ได้จากการวิเคราะห์ และให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมมากที่สุดไปวางแผนปฏิบัติงาน และลงมือปฏิบัติ เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าปัญหานั้นเป็นงานที่สามารถดำเนินการแก้ไขภายในแผนก หรือต่างแผนก ก็ต้องแจ้งให้ผู้บริหารแจ้งกลับมา ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ในการศึกษาเปรียบเทียบผลก่อน และหลังปรับปรุง ในเรื่องการปรับปรุงกระบวนการผลิต จะทำการตัดลดขั้นตอนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าออก ทำการปรับสายการผลิตเพื่อทดสอบบางส่วน และปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีเวลาสูญเสียเปล่าน้อยลงที่สุด

เก็บข้อมูล

ทำการติดตาม ตรวจสอบและประเมินผลงานที่ปฏิบัติ โดยการเปรียบเทียบผลการทำงานก่อนปฏิบัติงาน และหลังปฏิบัติงาน ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ถ้าผลลัพธ์ออกมาตามที่กำหนด ก็จะนำไปจัดทำมาตรฐานสำหรับการปฏิบัติงาน แต่ถ้าผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นไม่เป็นไปตามที่กำหนด โดยอาจจะสูงหรือต่ำกว่าที่ต้องการ

สรุปผลการวิจัย

เปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนและหลัง เปรียบเทียบประสิทธิผลของกระบวนการผลิตความแตกต่างที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการปรับปรุง

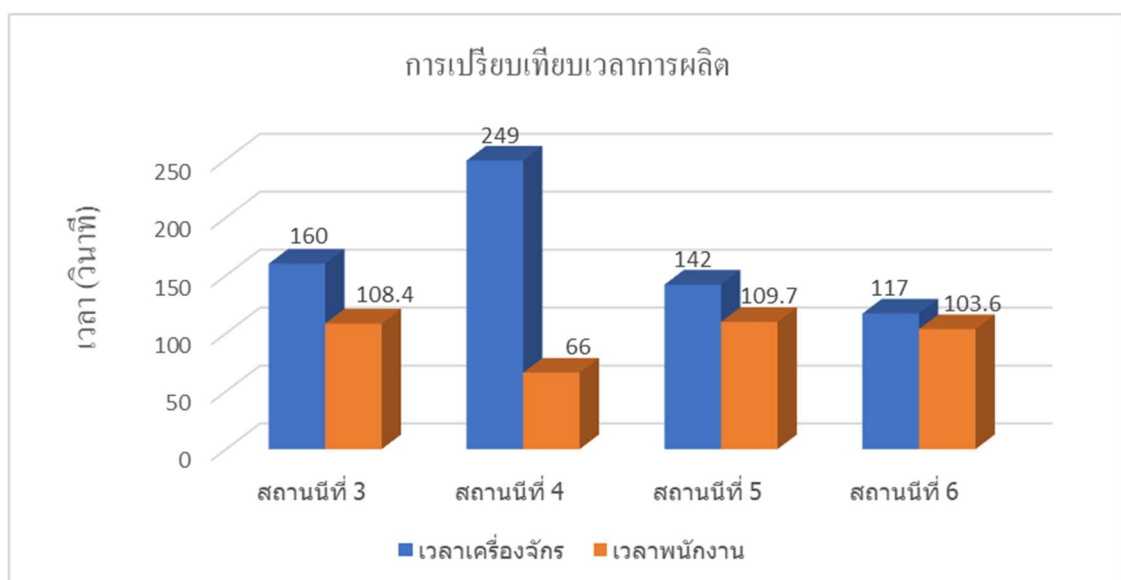
1 เปรียบเทียบข้อมูลเวลาการทำงานจากการจับเวลาในแต่ละขั้นตอนแล้วนำข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงมาเปรียบเทียบกัน

2 เปรียบเทียบข้อมูล โดยการเก็บข้อมูลการทำงานต่อหนึ่งรอบกระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงแล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

3 ทำการเปรียบเทียบการสูญเสียเวลาที่ใช้ในการผลิตทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงเพื่อเปรียบเทียบผลงานหลังการปรับปรุงกระบวนการ

### ปัญหาที่พบในกระบวนการผลิต

จากการศึกษาข้อมูลในฝ่ายการผลิตในเรื่องของขั้นตอนและวิธีปฏิบัติงานรวมถึงเวลาของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตและเวลาของพนักงานที่ใช้แต่ละกระบวนการ สามารถสรุปได้ว่าปัจจุบันกระบวนการผลิตประกอบด้วยสถานีงานทั้งหมด 6 สถานีงานต่อ 1 สายการผลิตฝั่งการผลิตกำหนดให้ใช้พนักงาน 2 คนต่อ 1 เครื่องจักร 5 สถานี และ 1 คน ต่อ 1 เครื่องจักร 1 สถานี รวมทั้งหมด 11 คน และ สถานีที่ 3 ถึง 6 ที่เป็นคอขวดนั้นคือรอบเวลาของเครื่องจักรกับการพนักงานไม่สอดคล้องกัน เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าเวลาของพนักงานที่ใช้ในการผลิตเร็วกว่า ของเครื่องจักรในแต่ละสถานี ส่งผลทำให้พนักงานหยุดรอเครื่องจักร ซึ่งงานไม่ไหลอย่างต่อเนื่อง

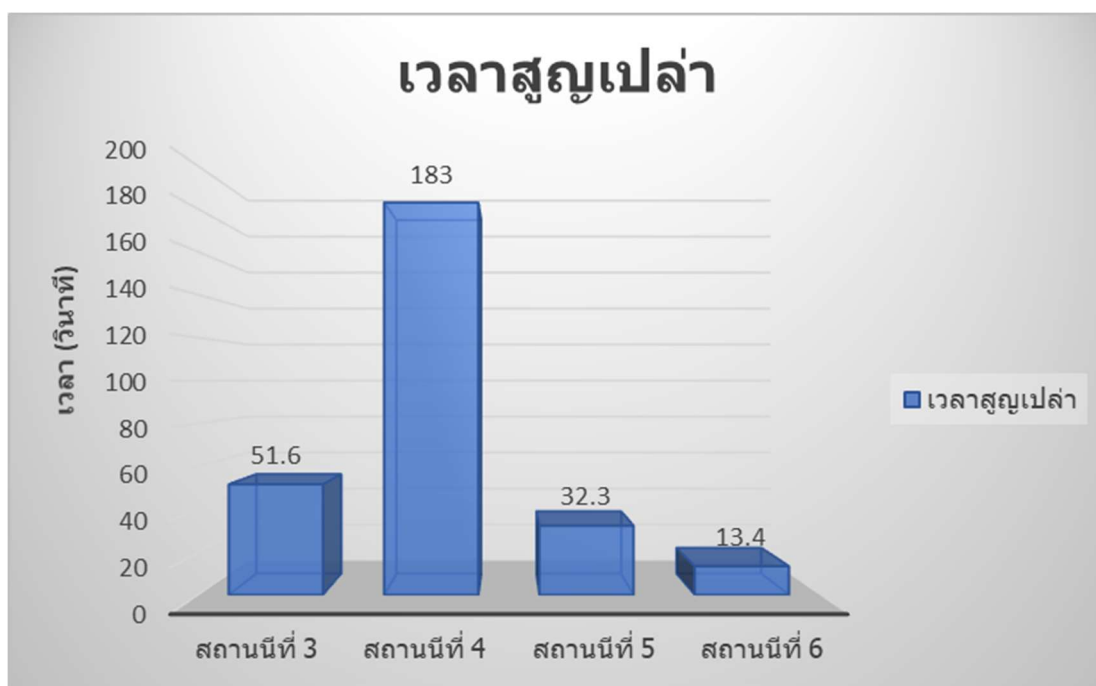


ภาพที่ 1 เวลาที่ใช้ในการผลิตของเครื่องจักรและของพนักงาน

ข้อมูลของการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรสามารถสรุปได้ดังนี้

สถานีพนักงานที่ 3 เครื่องจักรใช้เวลาในการทำงาน เท่ากับ 160 วินาที ส่วนพนักงานใช้เวลารวม เท่ากับ 108.4 วินาที ส่งผลให้พนักงานเกิดการรอคอยเพื่อให้เครื่องจักรทำงานเสร็จกระบวนการ เป็นเวลา 51.6 วินาที สถานีพนักงานที่ 4 เครื่องจักรใช้เวลาเท่ากับ 249.0 วินาที ส่วนพนักงานใช้เวลารวม เท่ากับ 66.0 วินาที ส่งผลให้พนักงานเกิดการรอคอยเพื่อให้เครื่องจักรทำงานเสร็จกระบวนการ เป็นเวลา 183.0 วินาที สถานีพนักงานคนที่ 5 เครื่องจักรใช้เวลาเท่ากับ 142.0 วินาที ส่วนพนักงานใช้เวลารวมเท่ากับ 109.7 วินาที ส่งผลให้พนักงานเกิดการรอคอยเพื่อให้เครื่องจักรทำงานเสร็จกระบวนการ เป็นเวลา 32.3 วินาที สถานีพนักงานคนที่ 6 เครื่องจักรใช้เวลาเท่ากับ 117 วินาที ส่วนพนักงานใช้เวลารวม เท่ากับ 103.6 วินาที ส่งผลให้พนักงานเกิดการรอคอยเพื่อให้เครื่องจักรทำงานเสร็จกระบวนการ เป็นเวลา 13.4 วินาที

ดังนั้นสรุปปัญหาคือ พบว่าการปฏิบัติงานของพนักงานในส่วนของสายการผลิตชิ้นงานเกิดการรอคอยชิ้นงานจากเครื่องจักรเนื่องจากเวลาของเครื่องจักรไม่สอดคล้องกับกับเวลาของการปฏิบัติงานของพนักงาน เป็นเหตุให้สายการผลิตชิ้นงานนี้ใช้ประสิทธิภาพไม่เต็มที่ หรือกล่าวคือไม่มีประสิทธิภาพในการผลิต

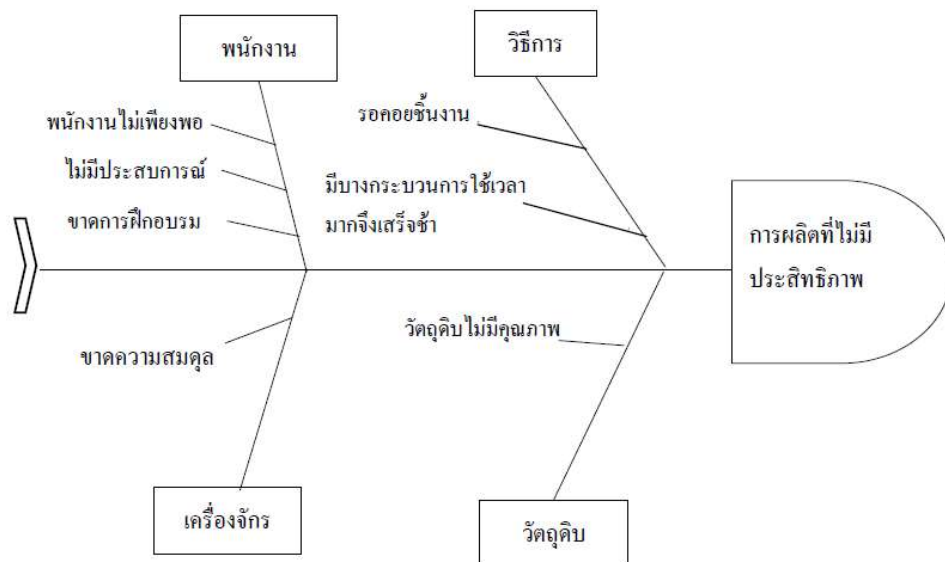


ภาพที่ 2 แสดงเวลาที่สูญเปล่าของแต่ละสถานี

### แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต

แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต จากการวิเคราะห์การปัญหาจากการศึกษาและเก็บข้อมูลแล้วพบว่า สายการผลิตยังไม่มีประสิทธิภาพอันเนื่องมาจากการผลิตที่ไม่ต่อเนื่อง เพราะมีการรอคอยชิ้นงาน พนักงาน

บางคน ยังขาดประสบการณ์และสายการผลิตยังขาดความสมดุลปัญหาดังกล่าวข้างต้นสามารถวิเคราะห์โดยใช้ผังสาเหตุและผล หรือแผนภูมิแก๊งปลา



ภาพที่ 3 ผังสาเหตุและผล

1. คน (Man) ในเรื่องของบุคลากรนั้นเป็นเรื่องที่ค่อนข้างละเอียดอ่อนเนื่องจากแต่ละบุคคลมีความชำนาญและความรู้ความสามารถไม่เท่ากันดังนั้นสาเหตุที่เกิดจากบุคลากรนั้นมีสาเหตุย่อยๆ มากมายหลายสาเหตุส่งผลให้การผลิตเป็นเรื่องยากต่อพนักงานที่เข้ามาใหม่เพราะผลิตภัณฑ์ของบริษัทนั้นเป็นการผลิตที่ต้องเดินตลอดรวมไปถึงการตรวจสอบของพนักงานในการตรวจสอบ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปด้วยส่วนของพนักงานก็มีความรู้ความเข้าใจต่างกันเพราะในเรื่องของประสิทธิภาพการใช้และการตรวจสอบด้วยเครื่องตรวจวัดในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ก็แตกต่างกัน สาเหตุต่าง ๆ ในส่วนของบุคคลนั้นได้แยกออกมาดังต่อไปนี้

- 1.1 พนักงานใหม่มีความรู้ความเข้าใจน้อย
- 1.2 พนักงานขาดการฝึกอบรม
- 1.3 พนักงานมีมาตรฐานการตรวจสอบไม่เท่ากัน
- 1.4 ผลิตภัณฑ์มีความละเอียดในการตรวจสอบและขาดเอกสารที่ชัดเจน
- 1.5 เวลาจำกัดหรือเวลาน้อยในการอบรมและฝึกสอน

2. วิธีการ (Method) เป็นสาเหตุจากขั้นตอนที่มีความละเอียดอ่อนและซับซ้อนการปฏิบัติงานกับเครื่องจักร วิธีการจับชิ้นงานและขั้นตอนของการใช้เครื่องมือวัดชิ้นงานต้องใช้ความชำนาญและความรอบครอบระมัดระวัง การกำหนดจำนวนพนักงานที่รับผิดชอบต่อเครื่องจักรภายใต้การสมดุลของคนกับ



เครื่องจักรนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญ ถ้าเวลาของเครื่องจักรใช้มากกว่าเวลาของคน ก็จะทำให้คนรอเครื่องจักรทำงานและในทางกลับกันถ้าเวลาของเครื่องจักรเร็วทำให้เครื่องจักรรอคนนั่นเอง ซึ่งจากการเก็บข้อมูลพบว่าการกำหนดจำนวนคนที่รับผิดชอบต่อเครื่องจักรยังไม่มีประสิทธิภาพกล่าวคือ คนรอการทำงานของเครื่องซึ่งไม่สมดุลกันระหว่างการกำหนดวิธีการทำงานของคนกับเครื่องจักร

3. เครื่องมืออุปกรณ์ (Machine) เครื่องจักรเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในการประกอบการขึ้นรูปของชิ้นงาน เนื่องจากอุปกรณ์มีราคาสูงมากและมีจำนวนที่น้อยทำให้ไม่เพียงพอต่อการผลิตแต่สามารถใช้วิธีเร่งรอบในการทำงานได้ จึงมีผลกระทบต่อความเร่งรีบในด้านเวลาและอาจทำให้ชิ้นงานออกมาไม่มีคุณภาพเพราะขาดความรอบคอบ ซึ่งหากกำหนดรอบเวลาไม่สอดคล้องกับพนักงานแล้วก็จะทำให้การใช้งานของเครื่องจักรไม่เต็มประสิทธิภาพได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่ามีสาเหตุที่ทำให้การผลิตได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ฉะนั้นผู้ทำวิจัยจึงได้มีทิศทางและแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาในจุดที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดโดยอาศัยแนวโน้มนำทางสถิติและการหาข้อมูลเพื่อสนับสนุน สมมติฐานที่ตั้งไว้เพื่อบ่งชี้ชัดว่าเป็นสาเหตุที่แท้จริงหรือไม่ในด้านของประสิทธิภาพการผลิต และสามารถระบุต่อได้ว่าสาเหตุเหล่านั้นมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพและต้นทุนของผลิตภัณฑ์มากน้อยเพียงใด

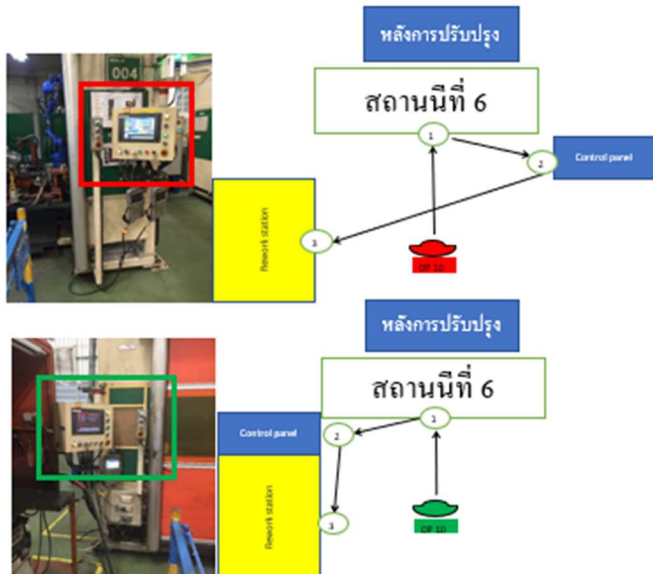
1. คน (Man) มีการจัดการอบรมในหัวข้อของการให้ความรู้ความเข้าใจต่อการทำงานโดยการทำเอกสารประกอบวิธีการปฏิบัติรวมไปถึงวิธีการตรวจสอบชิ้นงานให้สอดคล้องกับมาตรฐานและขั้นตอนในการผลิตซึ่งจะทำให้พนักงานทั้งเก่าและใหม่มีความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้นรวมไปถึงพนักงานใหม่ที่เข้ามาที่มีการให้ความรู้ความเข้าใจและฝึกอบรมกับผู้ที่ชำนาญการระดับหัวหน้าเป็นคนคอยให้คำชี้แนะอยู่ตลอดเวลาโดยจัดหาเวลาให้กับแผนกโดยเฉพาะและให้เวลาการปรับปรุงการทำงานของพนักงานใหม่อย่างน้อย 2-4 สัปดาห์ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสมัยก่อนพนักงานที่เข้ามาใหม่จะมีการอบรมจากหัวหน้าแผนกแต่ก็ไม่ได้มีความจริงจังหรือมีความเอาใจใส่มากเพราะ ฝ่ายผลิต ไม่ให้ความสำคัญในกระบวนการนี้ และไม่ค่อยมีเวลามากนั้นรวมทั้งยังมีวันหยุดเสาร์และอาทิตย์จึงมีข้อบกพร่องเรื่องเวลาฉะนั้นจึงมีการเจาะจงให้เวลากับผลิตภัณฑ์หลักมากที่สุดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุดและเป็นการให้ความรู้ความสามารถแก่พนักงานใหม่อีกด้วยทำให้มีกำลังใจในการทำงานต่อไปเพื่อไม่ให้คิดว่าเป็นงานที่ย่างยากเกินความสามารถรวมไปถึงการให้ความรู้ความเข้าใจกับแผนกควบคุมคุณภาพ ให้มีการควบคุมคุณภาพอย่างเจาะจงและให้ความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานในด้านลูกค้าและข้อกำหนดที่ลูกค้าต้องการหรือมาตรฐานที่ลูกค้าให้ความยอมรับได้เช่นให้รู้ถึงมาตรฐานอย่างชัดเจนว่าสินค้าชิ้นนี้สมควรมากน้อยเพียงใด ที่จะให้ผ่านและส่งถึงมือลูกค้าโดยที่ไม่ต้องส่งซ่อม

2. วิธีการ (Method) โดยให้ความรู้ความเข้าใจถึงวิธีการปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับเวลาของเครื่องจักร ศึกษาการปรับสมดุลของสายการผลิตและการลดความสูญเสียเปล่าโดยใช้หลักการ ECRS

2.1 การขจัดออก (Eliminate) เมื่อพิจารณาจากข้อมูลพบว่า สถานีที่ 3 เครื่องจักรใช้เวลาในการทำงาน เท่ากับ 160 วินาที ส่วนพนักงานใช้เวลารวมเท่ากับ 108.4 วินาทีพนักงานใช้เวลาในการปฏิบัติหน้าที่เร็วกว่าเครื่องจักรและมีการหยุดรอชิ้นงานจากเครื่องจักรทำงาน จากการวิเคราะห์สถานีที่ปฏิบัติงานจริงและได้จำลองการยกเลิกการทำงานของพนักงานเหลือเพียง 1 คน ดังนั้นจึงจำลองยกเลิกการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงานเหลือ 1 คน สถานีพนักงานที่ 4 เครื่องจักรใช้เวลาเท่ากับ 249 วินาที ส่วนพนักงานใช้เวลารวมเท่ากับ 66 วินาที พนักงานใช้เวลาในการปฏิบัติหน้าที่ได้เร็วกว่าเครื่องจักรและมีการหยุดรอชิ้นงานจากเครื่องจักรทำงาน จากการวิเคราะห์สถานีที่ปฏิบัติงานจริงและได้จำลองการยกเลิกการทำงานของพนักงานเหลือเพียง 1 คน ดังนั้นจึงจำลองยกเลิกการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงานเหลือ 1 คน สถานีพนักงานคนที่ 5 เครื่องจักรใช้เวลาเท่ากับ 142 วินาที ส่วนพนักงานใช้เวลารวม เท่ากับ 109.7 วินาที พนักงานใช้เวลาในการปฏิบัติหน้าที่ได้เร็วกว่าเครื่องจักรและมีการหยุดรอชิ้นงานจากเครื่องจักรทำงาน จากการวิเคราะห์สถานีที่ปฏิบัติงานจริงและได้จำลองการยกเลิกการทำงานของพนักงานเหลือเพียง 1 คน ดังนั้นจึงจำลองยกเลิกการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงานเหลือ 1 คน

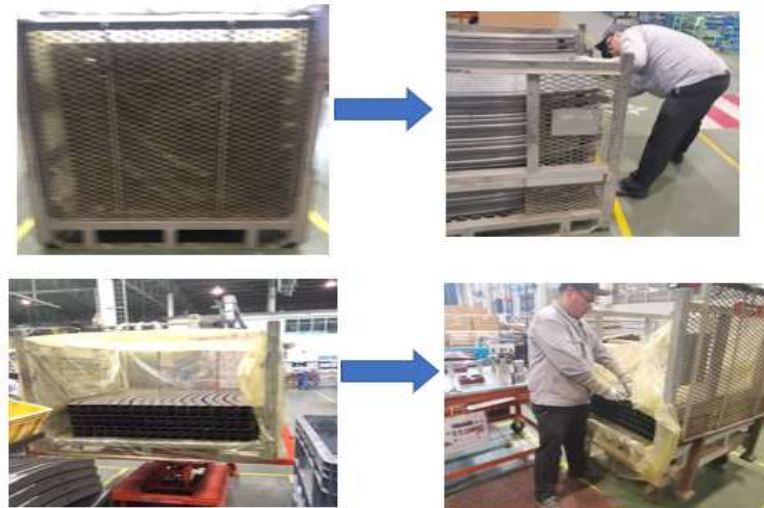
2.2 การรวมกัน (Combination) หลังจากยกเลิกการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงานคนที่ 5 คนที่ 7 และ คนที่ 9 จึงต้องนำภาระหน้าที่ จำแนกให้กับพนักงานที่ 4 และพนักงานคนที่ 6 และคนที่ 8 ทำการปฏิบัติงานแทนแสดงเป็นภาพ ที่ 4.10, 4.11 และ 4.12

2.3 งานที่จัดเรียงใหม่ (Rearrange) ทำการจัดเรียงขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรให้สอดคล้องกับการทำงานพนักงาน 1 คน เช่น จัดเรียงกระบวนการทำงานของเครื่องจักรใหม่ และการจัดเรียงอุปกรณ์ใส่ ชิ้นงานสะดวกต่อการหยิบใส่ และการเคลื่อนที่ ของพนักงานน้อยลง



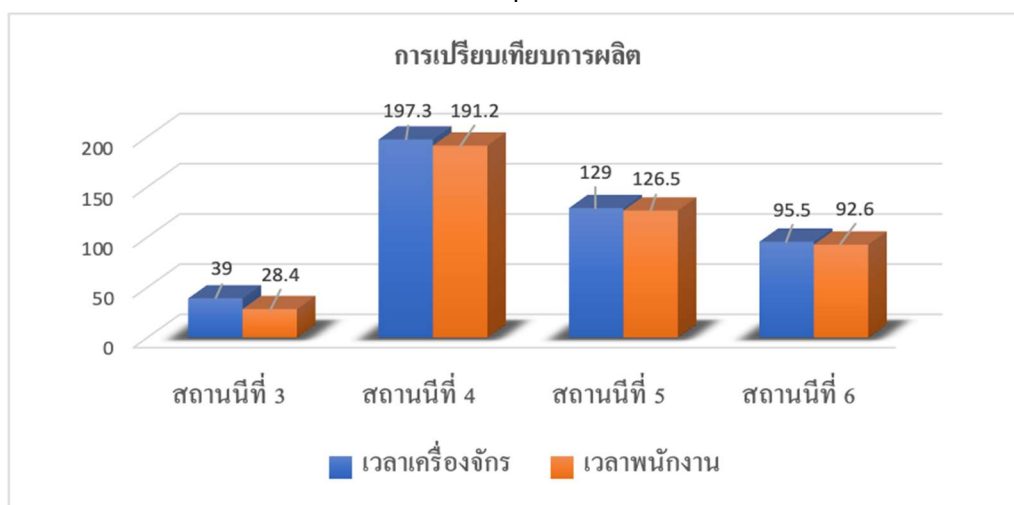
ภาพที่ 4 จัดเรียงกระบวนการเดินในการทำงานใหม่

2.4 การทำให้้งานง่ายขึ้น (Simplify) เพื่อช่วยลดการเคลื่อนย้ายวัสดุและมีการ ออกแบบ พื้นที่วางอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เป็นระเบียบมากขึ้น ทำให้หยิบใช้ได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้นตัวอย่างการปรับปรุง



ภาพที่ 5 จัดเรียงกระบวนการหยิบชิ้นงานใหม่  
ผลการปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากการศึกษาขั้นตอนการประกอบ Front bumper beam โดยละเอียด ทำการจับเวลา เพื่อนำมาวิเคราะห์และแก้ไขปรับปรุง โดยได้นำหลัก ECRS มาใช้ในการปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน และทำการกำหนดขั้นตอนและวิธีปฏิบัติงานรวมถึงเวลาของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต เวลาของพนักงานที่ใช้ แต่ละกระบวนการ สรุปได้หลังจากทำการปรับปรุงแก้ไขในการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตแล้ว กระบวนการผลิตจะประกอบด้วยสถานีที่เป็นขอลวด ดังแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงาน ข้อมูลของการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรสามารถสรุปได้ดังนี้



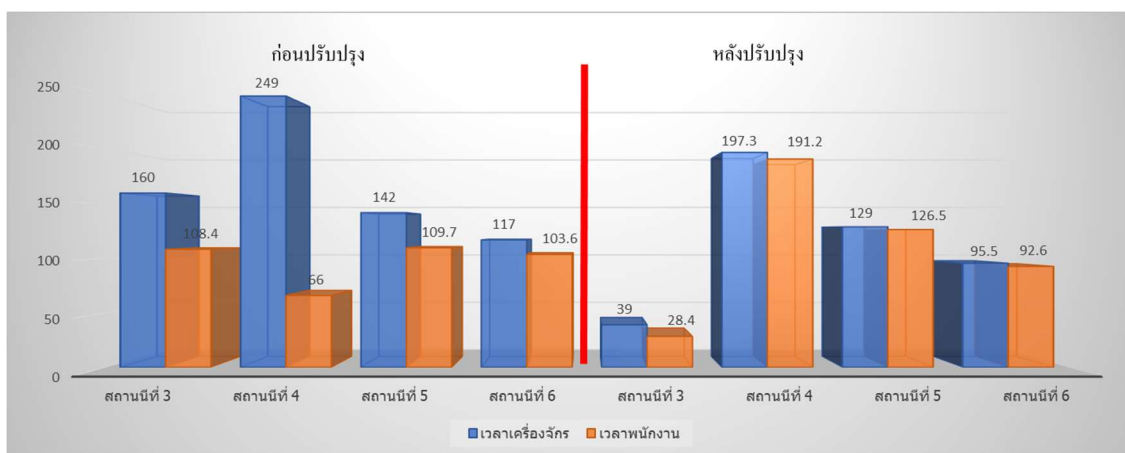
ภาพที่ 6 เวลาที่ใช้ในการผลิตของเครื่องจักรและของพนักงาน

สถานีที่ 3 เครื่องจักรใช้เวลาในการทำงาน เท่ากับ 39 วินาที ส่วนพนักงานใช้เวลารวม เท่ากับ 28.4 วินาที ส่งผลให้พนักงานเกิดการรอคอยเพื่อให้เครื่องจักรทำงานเสร็จกระบวนการ เป็นเวลา 10.6 วินาที

สถานีที่ 4 เครื่องจักรใช้เวลาเท่ากับ 197.3 วินาที ส่วนพนักงานใช้เวลารวม เท่ากับ 191.2 วินาที ส่งผลให้พนักงานเกิดการรอคอยเพื่อให้เครื่องจักรทำงานเสร็จกระบวนการ เป็นเวลา 6.1 วินาที

สถานีที่ 5 เครื่องจักรใช้เวลาเท่ากับ 129 วินาที ส่วนพนักงานใช้เวลารวมเท่ากับ 126.5 วินาที ส่งผลให้พนักงานเกิดการรอคอยเพื่อให้เครื่องจักรทำงานเสร็จกระบวนการ เป็นเวลา 2.5 วินาที

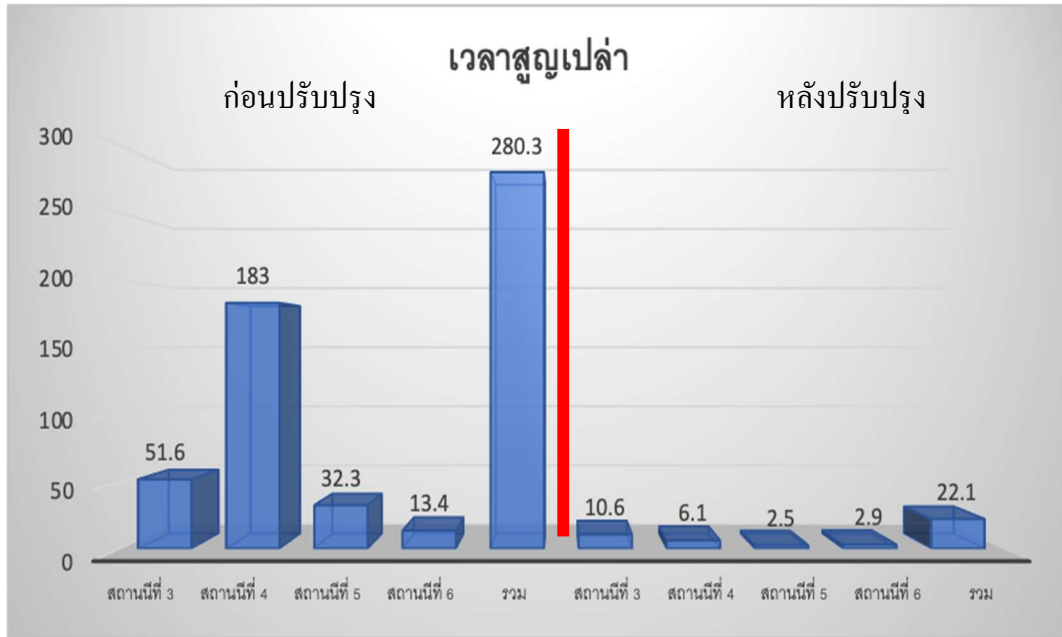
สถานีพนักงานคนที่ 6 เครื่องจักรใช้เวลาเท่ากับ 95 วินาที ส่วนพนักงานใช้เวลารวม เท่ากับ 92.6 วินาที ส่งผลให้พนักงานเกิดการรอคอยเพื่อให้เครื่องจักรทำงานเสร็จกระบวนการ เป็นเวลา 2.9วินาที



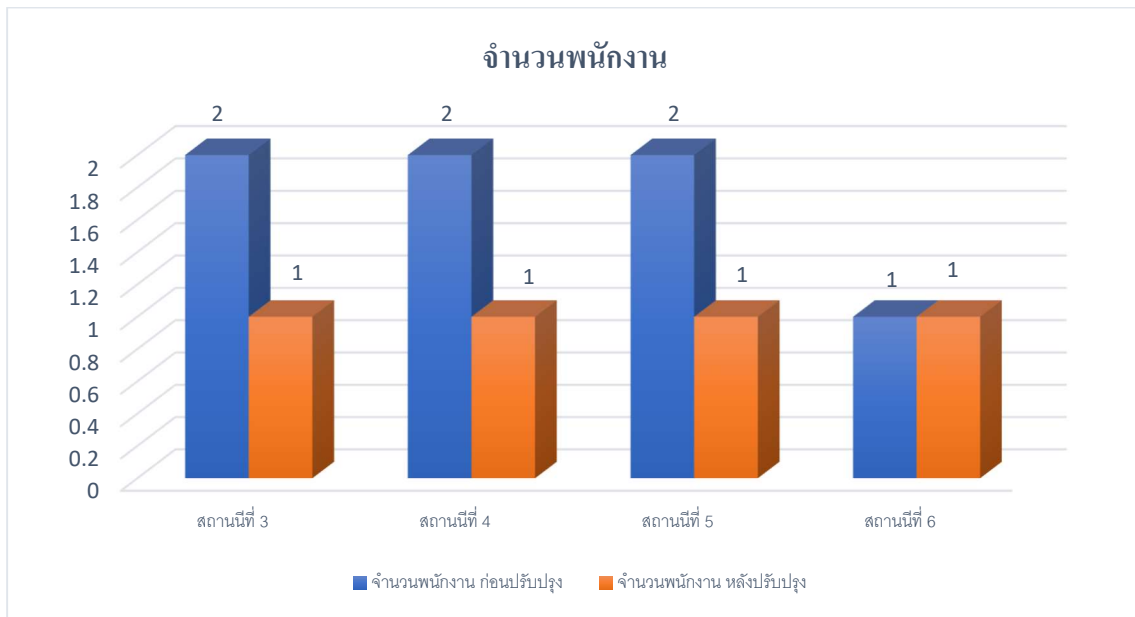
ภาพที่ 7 เวลาที่ใช้ในการผลิตของเครื่องจักรและของพนักงานก่อนและหลังปรับปรุง

จากการศึกษาขั้นตอนการประกอบ โดยละเอียด ทำการจับเวลา เพื่อนามาวิเคราะห์และแก้ไขปรับปรุง โดยได้นำหลัก ECRS มาใช้ในการปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน เมื่อเปรียบเทียบเวลาในการทำงาน ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงพบว่า เวลาสูญเสียลดลงจาก 280.3 วินาที เหลือเพียง 22.1 วินาที สามารถลดเวลาสูญเสียของกระบวนการผลิตได้ถึง 92 %

กระบวนการปรับปรุง สามารถสรุปได้ว่ากระบวนการผลิตประกอบด้วยสถานีทั้งหมด 6 สถานี งานต่อ 1 สายการผลิตฝั่งการผลิตกำหนดให้ใช้พนักงาน 2 คนต่อ 1 เครื่องจักร 5 สถานี และ 1 คน ต่อ 1 เครื่องจักร 1 สถานี รวมทั้งหมด 11 คน ปัจจุบันหลังการปรับปรุงกระบวนการทำงานใหม่โดยได้นำหลัก ECRS ทำให้กระบวนการผลิตทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ และลดจำนวนพนักงานที่ประจำสถานีที่ 3,4,5 จากเดิม สถานีละ 2 คน ให้เหลือ ให้เหลือเพียงสถานีละ 1 คน ซึ่งสามารถลดจำนวนพนักงานทั้งหมด 12 คน เหลือเพียง 9 คน



ภาพที่ 10 แสดงเวลาที่สูญเปล่าของแต่ละสถานีก่อนและหลังการปรับปรุง



ภาพที่ 9 แสดงจำนวนพนักงานก่อนและหลังการปรับปรุง

การใช้เวลาประกอบพิธีที่รวดเร็วขึ้นย่อมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับโรงงานผู้ประกอบการ ส่งผลให้สามารถส่งมอบสินค้ากับลูกค้าได้รวดเร็วขึ้น และต้นทุนค่าแรงโดยรวมต่างลง และสามารถแข่งขันได้ใน

ตลาดปัจจุบันที่ค่าแรงต่อวันเพิ่มสูงขึ้นมาก ดังนั้น เราจึงสามารถสรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมนั้นสามารถช่วยลดต้นทุนให้กับผู้ประกอบการ และเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันได้

เอกสารอ้างอิง

Ozgurler, Guneri and Gulsun (2003) ศึกษาการจัดการสมดุลสายการผลิต ด้วยวิธีการศึกษาเวลา เพื่อลดเวลาสูญเสียเปล่า จัดสมดุลภาระงานในแต่ละสถานี และปรับวิธีการทำงานที่เป็นปัญหา เพื่อลดเวลาสถานีงานคอกขวด

ทวิพร ษาเยี่ยมเจน และอรรถกร เก่งพล (2550) ได้ทำการศึกษาการใช้แบบทาง คณิตศาสตร์ ในการวางแผนการผลิต เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด และให้สอดคล้องกับเงื่อนไข ในการวางแผนการผลิตทั้งทางด้านปริมาณข้อจำกัดทางด้านความสามารถในการผลิต และข้อจำกัดทางด้านคลัง โดยการใช้โปรแกรมเชิงเส้น ประกอบกับหลักการทางการวางแผนการผลิต และการจัดระบบคลัง ให้มีความสอดคล้องกับเงื่อนไขในแต่ละเงื่อนไขในการปรับปรุง การวางแผนการผลิตให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

สุวิมล จันทร์แก้ว และธรรมมา เจียรธรวานิช (2550) ทำการวิจัยเพื่อปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิตล้อลูมิเนียมอัลลอยด์โดยใช้การวิเคราะห์หลักขณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ (FMEA) ผลการดำเนินการพบว่าของเสียลดลงร้อยละ 3.38

คุณฉวี สิมมาจกร (2551) ลดรอบเวลาการผลิตชิ้นส่วนบ้านสำเร็จรูปคอนกรีต โดยดำเนินการวิเคราะห์อัตราการผลิต และขั้นตอนการผลิตที่ทำให้เกิดความล่าช้า ด้วยวิธีการศึกษาการทำงานและปรับสมดุลเวลาสายการผลิต เพื่อค้นหาและลดเวลาสูญเสียเปล่าของสถานีงาน ที่เป็นคอกขวด ผลการศึกษา พบว่าสามารถเพิ่มกำลังการผลิตชิ้นส่วนบ้านสำเร็จรูปจากเดิม 168 เป็น 207 หลังต่อเดือนโดยเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 23.2 ก่อนการปรับปรุง

ธรรมศักดิ์ แจ้งจบ, สมชาย ชูโหมและเสกสรร สุธรรมานนท์ (2551) ศึกษาการเพิ่มผลผลิตของสายการผลิตกึ่งชุดในอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำ โดยทำการศึกษากระบวนการผลิตวิธีการทำงาน หลังจากการดำเนินการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพสายสมดุลของสถานีงาน หลังปรับปรุงเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.89 ประสิทธิภาพของพนักงานที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้ลดจำนวนพนักงานลงได้ทั้งหมด 19 คน ส่งผลให้ต้นทุนต่อหน่วยของสถานีงานเรียงลงถาดคัมลดลงจากเดิมร้อยละ 14.5 และสถานีงานเรียงกึ่งลงถาดโพลลดลงจากเดิมร้อยละ 9.6 และเมื่อเปรียบเทียบแผนภูมิขั้นตอนการทำงานสามารถลดการรอคอย และการเคลื่อนย้ายลงได้ร้อยละ 20.69 และร้อยละ 14.80 ตามลำดับ

สุธีร์ คาวิจิตร (2553) ศึกษาการลดเวลาในการจัดหาวัตถุดิบ และการจัดส่งสินค้า สำเร็จรูปด้วยระบบการผลิตแบบโตโยต้า กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์โดยใช้เทคนิค TPS (Toyota production system) และ Lean manufacturing system เพื่อลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการ ได้ผลคือ เวลาในการตั้งชื่อวัตถุดิบลดลงร้อยละ 50 ต้นทุนดอกเบี้ยจากปริมาณวัตถุดิบคลังลดลงร้อยละ 47.81

อภิชาติ เปรมปราชญ์ชยันต์ (2555) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการลดต้นทุนจากการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีน กับการผลิตคราวละมากๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต โดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ พบว่า การผลิตแบบลีนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในภาพรวม คุณภาพ ที่ต้นกำเนิดและการลดขนาดกลุ่มการผลิตมีความสัมพันธ์กับความสำเร็จในการลดต้นทุนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

นิรพร กุมวิจิตร (2556) ศึกษาการวางแผนความต้องการวัสดุในงานชิ้นรูปเย็น กรณีศึกษา บริษัท ทีเอสเคเฟอร์จิง จำกัด โดยการนำระบบ MRP (Material requirement planning) มาใช้ลดเวลาในการรอกอยวัสดุ กำหนดปริมาณความต้องการวัสดุและเพิ่มประสิทธิผลในกระบวนการผลิตโดยกำหนดฝ่ายที่จะศึกษา คือ ฝ่ายขาย ฝ่ายวางแผนการผลิต ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายคลังสินค้า และฝ่ายผลิตพบว่า เวลาในการหยุดเครื่องจักรเพื่อรอกอยวัสดุลดลงร้อยละ 50 ของปริมาณของวัสดุสอดคล้องกับยอดผลิตและยอดสั่งซื้อที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด

นงลักษณ์ นิมิตภูวดล (2557) ศึกษาเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการคลังสินค้า ด้วยแนวคิดลีน กรณีศึกษาอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ เพื่อลดปัญหาในการจัดการคลังสินค้า เสนอแนะแนวทางการปรับปรุงกระบวนการและการลดความสูญเปล่าด้านเวลา ต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพของกิจกรรมในคลังสินค้า ผลการศึกษาพบว่า ลดเวลาในกระบวนการ ลงร้อยละ 45.51 ลดเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าลงร้อยละ 54.62 รอบเวลาการทำงานรวมลดลง ร้อยละ 43.17

Pyo (2000) การศึกษามุ่งเน้นไปที่การศึกษาสายสมดุลในบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์โดยก่อนการปรับปรุงสายการผลิตที่เป็นอยู่เดิมมีการปฏิบัติงานรูปแบบการเดินเป็นเส้นตรง และได้ทำการปรับปรุงโดยการออกแบบสายการผลิตรูปแบบใหม่ให้เป็นรูปตัว U รอบเวลา ของแต่ละขั้นตอนการประกอบมี 6 ขั้นตอน ศึกษาทั้งก่อนและหลังโดยการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ซึ่งผลที่ได้จากการเปรียบเทียบรอบเวลา คือ ขั้นตอนลำดับที่ 1 ได้ลดลง 95% ลำดับที่ 2 ลดลง 13.7% ลำดับที่ 3 ลดลง 3.0% ส่วนลำดับที่ 4 และ 5 เพิ่มขึ้น 7.5% และ 7.6% ตามลำดับ ส่วนขั้นตอนลำดับที่ 6 แสดงผลกระทบเป็นอย่างมากโดยมีความแตกต่างรอบเวลา ลดลงที่ 34.4% โดยสรุปรวมรอบเวลาความแตกต่างระหว่างสายการผลิตรูปแบบเส้นตรงกับสายการผลิตรูปแบบ U นั้นได้ลดลง 8%