

การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต กรณีศึกษา โรงงานผลิตรถยนต์ INCREASING EFFICIENCY OF PRODUCTION PROCESS: A CASE STUDY OF AUTOMOBILE FACTORY

ชลิดา ขาววิจิตร^{1*} และกฤตย์ติภูมิ ดอกไม้²
Chalida Chanwijitch^{1*} and Krittipoom Dokmai²

^{1,2}คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

^{1,2}Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management

*Corresponding Author, E-mail: chalidachan@pim.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการประกอบยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มต่อผลิตภัณฑ์ และส่งผลให้เกิดปัญหาคอขวด จากการศึกษาลักษณะการทำงานของแต่ละสถานีงานในการประกอบยานยนต์ไฟฟ้าทั้ง 12 สถานีงาน พบว่า สถานีงานที่มีรอบเวลาการประกอบรถยนต์มากที่สุดคือ สถานีงานที่ 3 การเติมของเหลวฝั่งซ้าย โดยสาเหตุของปัญหาเกิดจากการทำงานย่อยไม่เหมาะสม การจัดลำดับการเติมของเหลวไม่เหมาะสม และเวลาในการเติมของเหลวนานเกินไป จึงทำการศึกษาวิเคราะห์กระบวนการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต โดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยหลักการ การกำจัด การรวมกัน การจัดใหม่ และการทำให้ง่าย (ECRS) และการปรับค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักรการเติมของเหลวโดยใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ผลการปรับปรุงพบว่า การจัดเรียงลำดับการเติมของเหลวใหม่ในสถานีงานที่ 3 ฝั่งซ้าย และการปรับค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักรการเติมของเหลวที่ 1100 มิลลิบาร์ สามารถลดเวลาในการทำงานของสถานีการเติมของเหลวได้ ซึ่งเวลาก่อนปรับปรุงของสถานีการเติมของเหลวเท่ากับ 349 วินาที สามารถลดลงเหลือ 175 วินาที โดยอยู่ในเวลามาตรฐานที่บริษัทได้กำหนดไว้อยู่ที่ 225 วินาทีและมีประสิทธิภาพสายการเพิ่มขึ้นจากเดิม 44.64% เพิ่มขึ้นเป็น 84.36% และค่าการเสียสมดุลจากเดิม 55.36% ลดลงเหลือ 15.64%

คำสำคัญ: หลักการ ECRS การเพิ่มประสิทธิภาพ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว สมรรถนะหลัก การกำหนดสมรรถนะหลัก ธุรกิจนำเข้า-ส่งออกอุปกรณ์เครื่องมือทางการแพทย์

Abstract

This research aims to improve the electric vehicle assembly process. To reduced work that does not create added value to the product and resulting in bottlenecks From studying the performance characteristics of each work station in the assembly of electric cars in all 12 workstations, It was found that the workstation with the highest car assembly cycle time was the third work station, filling the left side of the liquid. The cause of the problem is due to improper operation of the sub. Improper order of filling of liquids and the liquid filling time is

too long Therefore, a process analysis study was conducted to optimize the production process. By using the Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify (ECRS) line balancing technique and adjust the parameters of the filling machine used one-way ANOVA. The improvement results founded that rearrange the filling order of the 3rd workstation on the left, and adjusted the parameters of the 1100 mbar filling machine It could reduce the work time of the filling station. Which the time before the improvement of the filling station is 349 seconds, can be reduced to 175 seconds, within the standard time that the company had set at 225 seconds, and the line efficiency had increased from 44.64% to 84.36% and the value Loss of balance was reduced from 55.36% to 15.64%

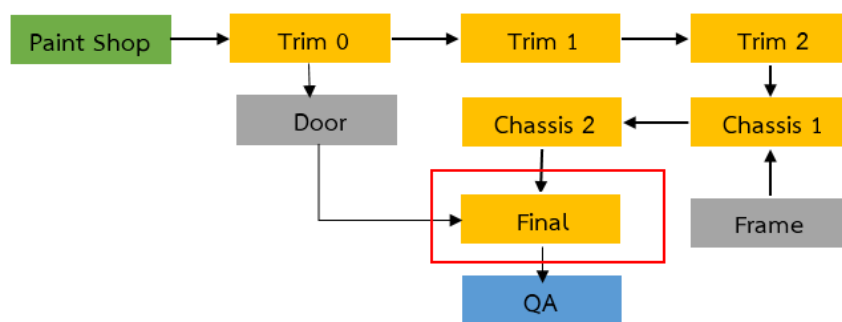
Keywords: Principles ECRS, Increase Efficiency, One-way ANOVA, Core competencies, Defining core competency, Import-export Medical equipment business

บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่ใหญ่และมีความสำคัญอย่างมากในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย อีกทั้งผู้ผลิตแต่ละรายมีการพัฒนารถยนต์ในทุก ๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นทั้งด้านการผลิต ด้านคุณภาพ และเทคโนโลยี เพื่อให้ตอบโจทย์ความต้องการของลูกค้าซึ่งรถแต่ละประเภทถูกออกแบบเพื่อรองรับการใช้งานที่แตกต่างกัน รถยนต์ส่วนใหญ่มีการปล่อยมลพิษเข้าสู่อากาศในอัตราที่เพิ่มสูงขึ้นทุก ๆ ปี ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน รวมถึงการขึ้นราคาของน้ำมัน จึงทำให้ประชาชนส่วนใหญ่กำลังสนใจใช้รถยนต์พลังงานทางเลือกแทน ยานยนต์ไฟฟ้าจึงเริ่มที่จะมีบทบาทมากขึ้นเนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้าไม่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และประหยัดค่าน้ำมัน

ซึ่งโรงงานการศึกษาเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ที่เริ่มผลิตรถยนต์ไฟฟ้าเพื่อตอบโจทย์ความต้องการของลูกค้า โดยงานวิจัยจะทำการศึกษาในกระบวนการประกอบยานยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากเป็นกระบวนการที่มีการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ มากมายและมีการย่อยหลายงาน ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้เวลาในการผลิตมากที่สุด โดยเวลาในการผลิตของกระบวนการในส่วนนี้อาจส่งผลต่อยอดขายของฝ่ายขาย ถ้าไม่สามารถผลิตได้ตามเป้าที่กำหนด ซึ่งสายการประกอบมีทั้งสิ้น 8 สายการผลิต ได้แก่ Trim0, Trim1, Trim 2, Chassis1, Chassis 2, Final Line, Door Line และ Frame Line แสดงดังภาพที่ 1

จากภาพที่ 1 การผลิตในกระบวนการประกอบทั้งหมดจะใช้สายพานลำเลียงเพื่อทำการประกอบ เริ่มจากรถยนต์จะถูกส่งออกจากโรงทำสีตัวถังเข้าสู่ Trim 0 จะตอกเลขตัวถัง และถอดประตูออกจากรถยนต์ส่งต่อไปให้ Door Line เพื่อทำการประกอบประตู จากนั้นส่งต่อไปที่ Trim 1 เพื่อประกอบสายไฟภายในห้องโดยสารและประกอบคอนโซลหน้ารถยนต์ ส่งไปที่ Trim 2 เพื่อประกอบผ้าหลังคา พรหมพื่น และกระจก ส่งไปที่ Chassis 1 ประกอบแบตเตอรี่ ถังน้ำมัน และประกอบเครื่องยนต์กับช่วงล่างเข้ากับตัวรถยนต์ โดยที่เครื่องยนต์และช่วงล่างจะประกอบมาจาก Frame Line ส่งไปที่ Chassis 2 เพื่อประกอบเบาะและล้อ จากนั้นส่งไปประกอบที่สายการประกอบผลิตรายสุดท้ายคือ Final Line เพื่อประกอบประตูและเติมของเหลวต่าง ๆ เข้าสู่ระบบ และรถยนต์จะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ



ภาพที่ 1: กระบวนการประกอบยานยนต์ไฟฟ้า
ที่มา: จากกระบวนการผลิตโรงงานกรณีศึกษา

จากการศึกษาโรงงานผลิตรถยนต์ไฟฟ้า พบว่า การหยุดการทำงานของสายการผลิตหรือการหยุดการทำงานของสายพานลำเลียงรถ เมื่อพบว่าการทำงานของกระบวนการผลิตเกิดความผิดปกติ เกิดการทำงานไม่ได้ตามเวลามาตรฐาน จากการเก็บข้อมูลการหยุดการทำงานของสายการผลิตตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2564 ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2564 มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

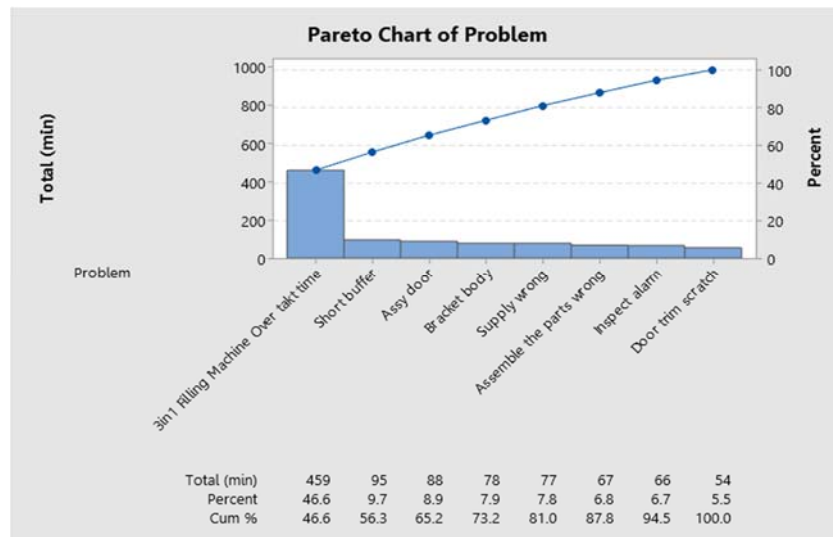
ตารางที่ 1: เวลาการหยุดการทำงานของสายการประกอบยานยนต์ไฟฟ้า

สายการผลิต	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	รวม (นาที)
Trim 0	10	9	12	15	11	15	72
Trim 1	72	65	45	71	67	55	375
Trim 2	81	54	67	86	71	56	415
Chassis 1	72	37	67	78	81	73	408
Chassis 2	56	67	65	47	74	76	385
Final	156	176	166	144	160	182	984
Door	32	34	54	41	49	57	267
Frame	67	50	47	72	24	62	322

ที่มา: จากการเก็บข้อมูลของผู้วิจัย

พบว่า Final Line มีเวลาการหยุดการทำงานของสายการประกอบมากที่สุด คือ 984 นาที โดยสาเหตุของการหยุดการทำงานของสายการประกอบมาจาก 8 ปัญหา ได้แก่ ปัญหาการเติมของเหลว (Filling) ที่เกินเวลามาตรฐาน ปัญหาการประกอบประตู (Assay Door) ปัญหาไม่มีสายพานมารีบรัด (Short Buffer) ปัญหาการตรวจสอบที่ลิ้มประกอบชิ้นส่วน (Inspect Alarm) ปัญหากลอนประตู (Bracket Body) ปัญหาส่งชิ้นส่วนประกอบผิด (Supply Wrong) ปัญหาการประกอบชิ้นส่วนผิดจากสายการผลิตก่อนหน้า (Assemble The Parts Wrong) และปัญหาประตูมีรอย (Door Trim Scratch) ดังภาพที่ 2

จากภาพที่ 2 แสดงแผนภูมิพาร์โตในการวิเคราะห์ปัญหา พบว่า ปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน คือ ปัญหาการเติมของเหลวที่เกินเวลามาตรฐาน เนื่องจากเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นมากที่สุดถึง 46.6% ของปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด



ภาพที่ 2: ปัญหาที่เกิดขึ้นที่ Final line
ที่มา: การวิเคราะห์ข้อมูลของผู้วิจัย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกปัญหาการเติมของเหลวที่เกินเวลามาตรฐาน โดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยหลักการ ECRS และการปรับค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักรการเติมของเหลวโดยใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตในกระบวนการประกอบยานยนต์ไฟฟ้า

ทบทวนวรรณกรรม

สรณศิริ เรืองโลก (2560) งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาในเรื่องของการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเกี่ยวกับการจัดสมดุลในแต่ละสถานีการและการลดของเสียในกระบวนการผลิตให้กับบริษัทกรณีศึกษาที่ผลิตสมอลล์เอิร์ทลิคเบรกเกอร์ โดยเริ่มจากการหาเวลามาตรฐานของแต่ละสถานีการทำงาน แล้วทำการวิเคราะห์การทำงานของครื่องจักร โดยใช้แผนภูมิคน - เครื่องจักร ก่อนการปรับปรุงพบว่าเกิดความไม่สมดุลที่ 12 สายการผลิตทำให้ประสิทธิภาพของสายการผลิตมีค่าต่ำ จากนั้นได้ทำการปรับปรุงสายการผลิตโดยใช้หลักการ ECRS แล้วทำการจัดสมดุลการผลิตใหม่ ภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถลดจำนวนพนักงานจาก 13 คน เหลือ 12 คน และประสิทธิภาพ ของสายการผลิตเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 64.14 เป็นร้อยละ 87.80 ในการลดของเสียใน กระบวนการผลิต ก่อนการปรับปรุงพบว่ามูลค่าของของเสียในกระบวนการผลิตเกินเป้าหมายที่บริษัทกำหนดไว้ที่ต่ำกว่า 500 บาทต่อเดือน จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียด้วยแผนภูมิเก้าปลา หลังจากนั้นได้ ทำการปรับปรุงเพื่อลดของเสีย ภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถลดมูลค่าของเสีย จาก 1,387 บาทต่อเดือน เหลือ 487 บาทต่อเดือน

สมปรารถนา สายสงวนทรัพย์ (2560) ศึกษาหลักการแนวความคิดการจัดสมดุลสายการผลิตสำหรับผลงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มต่อผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลให้เกิดปัญหาคอขวด และรอบจังหวะการผลิตสินค้าต่อชิ้นสูงเกินกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ จากการศึกษาลักษณะการทำงานของแต่ละกระบวนการ และเก็บข้อมูลเวลาในการประกอบชิ้นงาน พบว่าทั้งหมด 5 กระบวนการที่มีรอบจังหวะการผลิตสินค้าต่อหนึ่งชิ้นสูงเกินกว่าเป้าหมายจึงทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาสำหรับกระบวนการกรณีศึกษาทั้ง 5 กระบวนการ โดยแบ่งออกเป็นลักษณะงานย่อยและทำการศึกษาวิเคราะห์กระบวนการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ จากนั้นทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยหลักการ ECRS ผลการปรับปรุงพบว่าสามารถลดรอบเวลาการผลิตในการประกอบชิ้นงานหนึ่งชิ้นลดลงคิดเป็นร้อยละ 25.29% สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 91.67% และสามารถผลิตชิ้นงานได้ตามรอบจังหวะการผลิตสินค้าต่อชิ้นที่ตั้งไว้คือไม่เกิน 195 วินาที ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตเป็นไปตามเป้าหมาย

นพดล ศรีพุทธา และคณะ (2563) ประยุกต์ใช้เทคนิค ECRS เพื่อลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการบรรจุภัณฑ์ผงซักฟอก โดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหลในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุงด้วยหลักการ ECRS ลดการไหลงานที่ไม่จำเป็นออกจากกระบวนการ การรวมงานที่คล้ายกันเข้าด้วยกัน และจัดเรียงใหม่เพื่อให้เกิดความสมดุลของสายการผลิต โดยการลดความสูญเสียเปล่าที่เกิดจากคนทำงานมากเกินไป และลดระยะการไหลของผลิตภัณฑ์จากสถานีงานด้วยการวางผังเครื่องจักรใหม่ ผลการปรับปรุงปรากฏว่าสามารถลดคนทำงานลงจาก 12 คน เหลือ 9 คน ระยะการไหลของเครื่องจักร A ลดลงจาก 31.36 เมตร เป็น 24.41 เมตร เครื่องจักร B ลดลงจาก 26.48 เมตร เป็น 24.41 เมตร รอบเวลาของเครื่อง A และ B ลดลงจาก 397 วินาที เป็น 319 วินาที และ 354 วินาที เป็น 319 วินาทีตามลำดับ เป็นผลให้สมดุลสายการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 72% เป็น 92%

ชลิตา ชาญวิจิตร และณัฐภูมิ ว่องทรัพย์ทวี (2563) ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดสมดุลการผลิตและลดรอบเวลาในการผลิตรถยนต์ เนื่องจากประสบปัญหาการเกิดคอขวดในกระบวนการผลิตขั้นตอนการตรวจสอบมาตรฐานสถานีงานกันน้ำรั่วใต้ท้องรถและกันเศษหินเข้าตัวรถยนต์ ซึ่งมีสาเหตุมาจากพนักงานและวิธีการทำงานทำ รวมถึงปัญหาการทำงานที่ไม่สมดุลของพนักงาน โดยอาศัยหลักการ ECRS เข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหาในการลดเวลาสูญเสียเปล่าในกระบวนการ จากการศึกษาพบว่าการจัดลำดับงานใหม่สามารถลดรอบเวลาในการผลิตในขั้นตอนการตรวจสอบมาตรฐานสถานีงานกันน้ำรั่วใต้ท้องรถและกันเศษหินเข้าตัวรถยนต์ของแต่ละจุดงานไม่เกินเวลา 315 วินาทีต่อจุดงาน โดยสามารถลดเวลาของจุดงานดังนี้ จุดงานการแปะเทปกาวของพนักงานฝั่งซ้ายเวลาเดิมในการทำงาน 273 วินาที เป็น 255 วินาที จุดงานการแปะเทปกาวของพนักงานฝั่งขวาเวลาเดิมในการทำงาน 277 วินาที เป็น 262 วินาที จุดงานกันน้ำรั่วใต้ท้องรถฝั่งซ้ายเวลาเดิมในการทำงาน 340 วินาที เป็น 264 วินาที ส่วนจุดงานกันน้ำรั่วใต้ท้องรถฝั่งขวาเวลาเดิมในการทำงาน 310 วินาที เป็น 265 วินาที จุดงานป้องกันเสียงรบกวนจากเศษหินมากระทบใต้ท้องรถเวลาเดิมในการทำงาน 276 วินาที เป็น 255 วินาที และจุดงานดึงเทปกาวเวลาเดิมในการทำงาน 211 วินาที เป็น 311 วินาที โดยค่าประสิทธิภาพสมดุลสายการผลิตจากเดิม 82.25% หลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้นเป็น 86.38% และการสูญเสียสมดุลสายการผลิตจากเดิม 17.75% หลังการปรับปรุงลดลงเหลือ 13.62%

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อปรับปรุงกระบวนการประกอบยานยนต์ไฟฟ้า

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสภาพปัจจุบัน

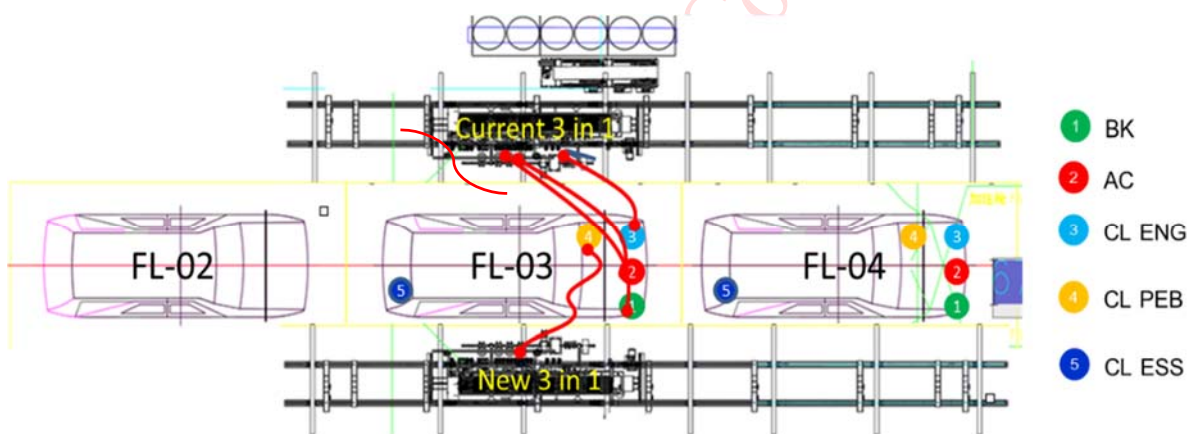
ดำเนินการศึกษาการผลิตยานยนต์ไฟฟ้า ในกระบวนการประกอบรถยนต์ Final Line ซึ่งมีขั้นตอนในการทำงานแบ่งเป็นสถานีงานทั้งสิ้น 14 สถานี ดังนี้ สถานีที่ 1 ประกอบคิ้วล้อ สถานีที่ 2 ประกอบพวงมาลัย สถานีที่ 3 เติมน้ำมันของเหลว สถานีที่ 4 ลงโปรแกรมในรถ (ECOS1) สถานีที่ 5 ประกอบแผงฝาครอบท้ายรถ สถานีที่ 6 เติมน้ำมันเชื้อเพลิง สถานีที่ 7 ตรวจสอบการประกอบ สถานีที่ 8 ประกอบประตู สถานีที่ 9 ประกอบชุดแต่งประตู สถานีที่ 10 ตรวจสอบประตูของรถ สถานีที่ 11 ตรวจสอบการประกอบฝากระโปรง สถานีที่ 12 ตรวจสอบโปรแกรม (ECOS2) สถานีที่ 13 ประกอบกระจกสามเหลี่ยม สถานีที่ 14 ตรวจสอบก่อนทดสอบระบบ ซึ่งมี 2 สถานีงานที่ไม่ได้ทำการศึกษา คือ สถานีงานการตรวจสอบการประกอบ (สถานีที่ 7) และสถานีงานตรวจสอบสภาพก่อนเข้าทดสอบรถ (สถานีที่ 14) เนื่องจากในวิจัยนี้จะเน้นปรับปรุงการทำงานในสายการผลิต จากการศึกษาแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ทั้ง 12 สถานีงาน เพื่อบันทึกขั้นตอนการทำงานและเวลาในการประกอบยานยนต์ไฟฟ้ารายละเอียดดังตารางที่ 2 โดยแต่ละสถานีงานจะมีการแบ่งการทำงานออกเป็นฝั่งขวา (Right: R) และฝั่งซ้าย (Left: L) ทำการจับเวลาการทำงานในแต่ละสถานีงานจำนวน 10 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ยเวลาการทำงานของแต่ละสถานีงานย่อย

ตารางที่ 2: เวลาการทำงานเฉลี่ยของ Final Line ในแต่ละสถานีงาน

สถานีการทำงาน	สัญลักษณ์					หน่วยเวลา
	○	⇒	□	D	▽	
สถานีการทำงาน 01 R	76.83	26.79	8.17	0	0	วินาที
สถานีการทำงาน 01 L	76.83	26.79	8.17	0	0	วินาที
สถานีการทำงาน 02 R	74.81	23.94	0	4.78	7.91	วินาที
สถานีการทำงาน 02 L	76.1	46.24	7.76	0	0	วินาที
สถานีการทำงาน 03 R	61.36	24.34	15.96	0	0	วินาที
สถานีการทำงาน 03 L	349.66	0	0	0	0	วินาที
สถานีการทำงาน 05 R	80.23	54.81	10	0	0	วินาที
สถานีการทำงาน 06 L	79.39	48.01	0	0	5.29	วินาที
สถานีการทำงาน 08 R	101.16	30.11	5.23	0	0	วินาที
สถานีการทำงาน 08 L	101.16	30.11	5.23	0	0	วินาที
สถานีการทำงาน 09 R	70.19	40.03	0	0	6.39	วินาที
สถานีการทำงาน 09 L	70.19	40.03	0	0	6.39	วินาที
สถานีการทำงาน 12	69.82	30.26	10.87	53.25	7.8	วินาที
สถานีการทำงาน 13 R	83.85	47.59	0	0	9.5	วินาที
รวมทั้งหมด	1421.59	489.96	84.64	96.14	69.13	วินาที
			2,185.23			วินาที

ที่มา: จากการเก็บข้อมูลของผู้วิจัย

จากตารางที่ 2 พบว่าสถานีงานที่ 3 เป็นการเติมของและการประกอบถังลมไนรัยมีพนักงาน 2 คน โดยจะแบ่งออกเป็นฝั่งซ้าย (สถานีการทำงาน 03 L) และฝั่งขวา (สถานีการทำงาน 03 R) จะเริ่มทำงานพร้อมกันมีเวลาการทำงานทั้งหมดเท่ากับ 451.32 วินาที ฝั่งขวาจะเป็นการประกอบถังลมไนรัย ซึ่งมีรายละเอียดการปฏิบัติงานทั้งสิ้น 16 ขั้นตอน ใช้เวลาในการประกอบไปทั้งหมด 101.66 วินาที ฝั่งซ้ายจะเป็นการเติมของเหลวโดยพนักงานมีรายละเอียดการปฏิบัติงาน 30 ขั้นตอน ใช้เวลาทำงานทั้งหมด 349.66 วินาที ซึ่งเป็นการดำเนินงานที่ใช้เวลาทำงานมากที่สุด ผู้วิจัยจึงจะปรับปรุงการทำงานในสถานี 03 L การเติมของเหลว โดยการเติมของเหลวจะทำด้วยพนักงานฝั่งซ้าย การเติมของเหลวจะเติมที่เครื่องเติมของเหลวที่อยู่ทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของสถานีที่ 3 การเติมของเหลว (3 In 1 Filling Machine) ในการเติมของเหลวทั้ง 3 ชนิด คือ น้ำยาแอร์ (Air Condition: AC) น้ำมันเบรก (Brake Fluid: BK) และน้ำยาหล่อเย็น (Coolant: CL) ประกอบด้วย น้ำยาหล่อเย็นของโมดูลควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อน (Coolant Power Electronic Brake: CL PEB) น้ำยาหล่อเย็นของแบตเตอรี่ (Coolant Energy Storage System: CL ESS) และน้ำยาหล่อเย็นของเครื่องยนต์ (Coolant Engine: CL ENG) มีเครื่องเติมของเหลวมีจำนวน 2 เครื่อง ติดตั้งอยู่ด้านซ้ายและขวาของสถานีที่ 3 โดยแต่ละเครื่องจะมีหัวเติมทั้งหมด 5 หัวเติม ได้แก่ หัวเติมน้ำมันเบรก 2 หัว หัวเติมน้ำยาแอร์ 1 หัว และหัวเติมน้ำยาหล่อเย็น 2 หัว โดยการเติมของเหลวของยานยนต์ไฟฟ้า มีการเติมของเหลวอยู่ 5 ตำแหน่ง มีลำดับการเติมของเหลวดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ลำดับการเติมของเหลวก่อน สถานีที่ 3 ฝั่งซ้าย

ที่มา: จากกระบวนการผลิตโรงงานรถจักรยานยนต์

2. ศึกษาสมมูลการทำงานหรือการประกอบปัจจุบัน

ทำการศึกษาสมมูลการทำงานหรือการประกอบปัจจุบันของการประกอบยานยนต์ไฟฟ้า ในส่วนสถานีงานการประกอบ Final Line มีรายละเอียดดังนี้

2.1 รอบเวลาในการผลิต (Cycle Time)

รอบเวลาการทำงานรวมเท่ากับ 2,185.23 วินาที รอบเวลาการทำงานมากที่สุดของกระบวนการเท่ากับ 349.66 วินาที นั่นคือเวลาของสถานีงานที่ 03L สถานีการเติมของเหลว

2.2 ความเร็วการผลิต (Takt Time)

โดยผู้วิจัยทำการศึกษา ความเร็วการผลิตในการผลิตต่อ 1 หน่วย ซึ่งความเร็วการผลิตของบริษัทกรณีสึกษาจะคำนวณค่าประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานหักเวลาเพื่อเข้าไปด้วย จะแสดงวิธีการคำนวณได้ดังนี้

กำหนดให้ เวลาในการผลิต 1 วันของโรงงานกรณีสึกษาเท่ากับ 28,800 วินาที

เป้าหมายในการผลิต 1 วัน เท่ากับ 128 คัน

การคำนวณความเร็วการผลิตที่บริษัทกรณีสึกษาใช้ในปัจจุบัน

$$\text{Takt Time (T/T)} = \frac{\text{เวลาในการผลิต}}{\text{เป้าหมายในการผลิต}}$$

$$\text{Takt Time (T/T)} = \frac{\text{เวลาในการผลิต}}{\text{เป้าหมายในการผลิต}}$$

$$= \frac{28800 \text{ วินาที/วัน}}{128 \text{ คัน/วัน}}$$

$$= 225 \text{ วินาที/คัน}$$

2.3 ผลผลิตภาพ (Productivity)

จากการศึกษาหาผลผลิตภาพ (Productivity) ของโรงงานกรณีสึกษา ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จในการบริหารจัดการต้นทุนทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น วัตถุดิบ เวลา และบุคลากร งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเพื่อศึกษาความคุ้มค่าของการใช้ทรัพยากรในการทำการผลิตรถยนต์ต่อคัน ต่อชั่วโมงทำงาน และต่อพนักงานในการทำงาน

กำหนดให้ - เวลาในการผลิต 1 วันของบริษัทกรณีสึกษาเท่ากับ 8 ชั่วโมง

- เป้าหมายในการผลิต 1 วัน เท่ากับ 128 คัน

$$\text{Productivity} = \frac{\text{ปริมาณที่ผลิตต่อวัน}}{\text{จำนวนพนักงาน} \times \text{เวลาที่ใช้ทำงาน}}$$

$$= \frac{128 \text{ คันต่อวัน}}{1 \text{ คน} \times 8 \text{ ชั่วโมงต่อวัน}}$$

$$= 16 \text{ คันต่อชั่วโมงแรงงาน}$$

2.4 ประสิทธิภาพความสมดุลของสายการประกอบ (E_b)

จากการศึกษาเวลาการทำงานทั้งหมด รอบเวลาการผลิต ผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาศึกษาประสิทธิภาพความสมดุลของสายการประกอบปัจจุบัน สามารถคำนวณประสิทธิภาพสายการ ประกอบได้ดังนี้

- กำหนดให้
- ก่อนการปรับปรุง เวลาการทำงานทั้งหมด 2,185.23 วินาที
 - ก่อนการปรับปรุง รอบเวลาการผลิตที่มากที่สุด 349.66 วินาที
 - หลังการปรับปรุง เวลาการทำงานทั้งหมด 2,066.76 วินาที
 - หลังการปรับปรุง รอบเวลาการผลิตที่มากที่สุด 175 วินาที
 - จำนวนสถานีงาน 14 สถานี

สูตรคำนวณ

$$E_b = \frac{\text{เวลาการทำงานทั้งหมด}}{\text{จำนวนสถานีงาน} \times \text{รอบเวลาการผลิตที่มากที่สุด}} \times 100$$

ก่อนการปรับปรุง $= \frac{2,185.23}{14 \times 349.66} \times 100$ $= 44.64\%$	หลังการปรับปรุง $= \frac{2,066.76}{14 \times 175} \times 100$ $= 84.36\%$
---	--

2.5 ค่าการเสียสมดุลของสายการประกอบ (d)

จากการศึกษาประสิทธิภาพความสมดุลของสายการประกอบ ทำให้ทราบถึงค่าการเสียสมดุลของสายการประกอบ

สามารถคำนวณได้ดังนี้

สูตรคำนวณก่อนการปรับปรุง

$$d = 100\% - E_b$$

$$= 100\% - 44.64\%$$

$$= 55.36\%$$

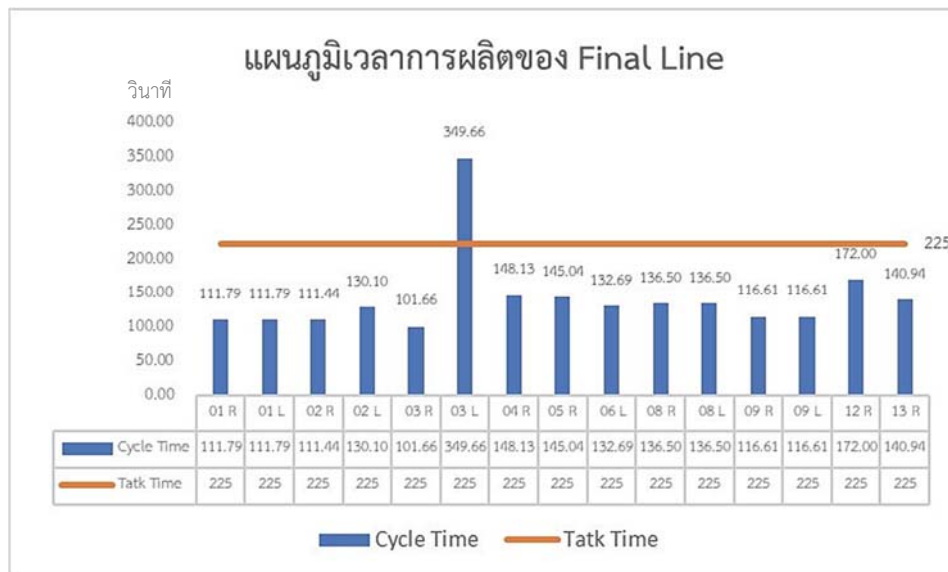
สูตรคำนวณหลังการปรับปรุง

$$d = 100\% - E_b$$

$$= 100\% - 84.36\%$$

$$= 15.64\%$$

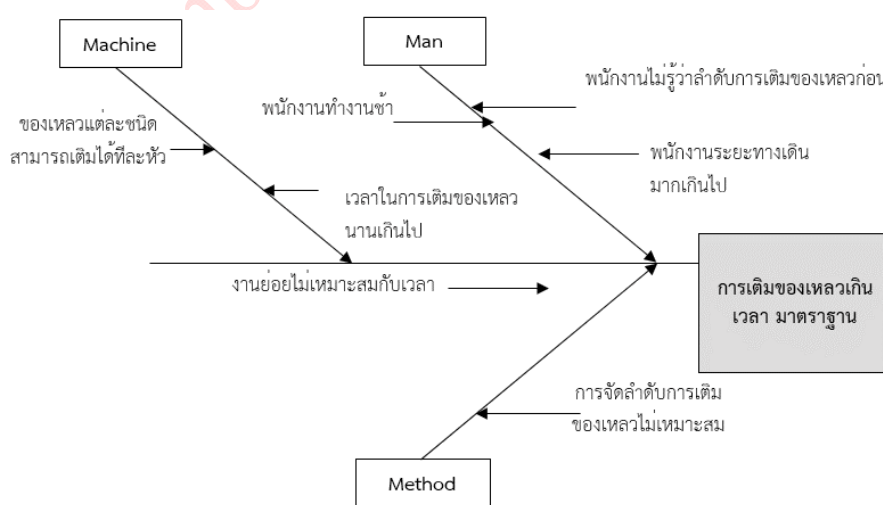
จากการศึกษาเวลาและสมดุลการประกอบสถานีการประกอบ Final Line ทำให้ทราบว่าความเร็วการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา เท่ากับ 225 วินาทีต่อสถานี มีรอบเวลาการทำงานมากที่สุดของกระบวนการเท่ากับ 349.66 วินาที ซึ่งโรงงานกรณีศึกษามีประสิทธิภาพความสมดุลของสายการประกอบอยู่ที่ 44.64% และมีค่าการเสียสมดุลของสายการประกอบเท่ากับ 55.36% แสดงการศึกษาเวลาของสถานีการประกอบ Final Line ได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4: เวลาในการทำงานของไลน์การผลิต Final Line

ที่มา: จากกระบวนการผลิตโรงงานกรณีศึกษา

จากการศึกษาเวลาในการทำงานของกระบวนการประกอบยานยนต์ไฟฟ้าของส่วน Final Line พบว่า กระบวนการเติมของเหลวมีรอบความเร็วการผลิตเกินเวลามาตรฐานของสถานีงาน 03L สถานีการเติมของเหลว เนื่องจากมีการเติมของเหลวของยานยนต์ไฟฟ้า โดยมีตำแหน่งการเติม 5 ตำแหน่ง ซึ่งรถรุ่นอื่น ๆ มีเติมของเหลว 3 ตำแหน่ง จึงทำให้เกิดปัญหาการทำงานเกินเวลามาตรฐานของสถานีการเติมของเหลว (Filling Over Takt Time) ผู้วิจัยได้นำปัญหาดังกล่าวมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนภาพแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เพื่อค้นหาสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหาการเติมของเหลวเกินเวลามาตรฐาน แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5: แผนภาพแสดงปัญหาการเติมของเหลวเกินเวลามาตรฐาน

ที่มา: จากการเก็บข้อมูลของผู้วิจัย

จากภาพที่ 5 พบว่าปัญหาการเติมของเหลวนานเกินเวลามาตรฐานมีสาเหตุเกิดจากไม่มีมาตรฐานในการปรับค่าการเติมของเหลวให้เหมาะสมกับยานยนต์ไฟฟ้า พนักงาน (Man) ทำงานช้าและไม่รู้ลำดับการเติมของเหลว กระบวนการทำงาน (Method) ปัญหาที่พบคือการจัดลำดับงานย่อยไม่เหมาะสมกับเวลา โดยผู้วิจัยกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: แนวทางการแก้ไขปัญหา

สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
งานย่อยไม่เหมาะสมกับเวลา	ใช้หลักการ ECRS ในการแก้ปัญหา
การจัดลำดับการเติมชนิดของเหลวไม่เหมาะสม	ใช้หลักการ ECRS ในการแก้ปัญหา
ไม่มีมาตรฐานในการปรับค่าการเติมของเหลวให้เหมาะสม	ใช้หลักการ One Way ANOVA ในการแก้ปัญหา

ที่มา: ผู้วิจัย

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การปรับปรุงขั้นตอนการทำงานด้วยการใช้หลักการ ECRS

1.1 งานย่อยไม่เหมาะสมกับเวลา

แนวทางในการปรับปรุงการทำงานจะนำหลักการทฤษฎีการศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหวมาใช้ปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยจะพิจารณาขั้นตอนงานย่อยทุกกิจกรรมในสถานงาน ซึ่งจะทำให้เห็นถึงเวลาที่กิจกรรมในแต่ละสถานงานใช้เวลาต่างกัน และจัดเรียงลำดับงานใหม่ให้เหมาะสม การจัดสมดุลการผลิตของสายการประกอบ Final Line สถานงานที่ 3 ผังซ้ายจะอาศัยหลักการ ECRS การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) ย้ายงานทำก่อน-หลังไปสถานงานอื่นจำนวน 5 สถานี ดังนี้ สถานงานที่ 02 สถานีประกอบพวงมาลัย สถานงานที่ 3 สถานีเติมของเหลว สถานงานที่ 4 สถานีลงโปรแกรมในรถ (ECOS1) สถานงานที่ 5 สถานีประกอบแผงฝาครอบท้ายรถ สถานงานที่ 6 สถานีเติมน้ำมันเชื้อเพลิง รายละเอียดดังตารางที่ 4 ขั้นตอนการจัดงานย่อยใหม่ และตารางที่ 5 ขั้นตอนการทำงานก่อน-หลังปรับปรุง

ตารางที่ 4: ขั้นตอนการจัดงานย่อยใหม่ของสถานงานที่ 3 ผังซ้าย

ขั้นตอนที่โยกย้ายการทำงาน	หมายเหตุ
2. ประกอบฝาครอบเครื่องยนต์ (Cover Engine)	ย้ายไปสถานงานที่ 6
3. เปิดฝาน้ำห้องเครื่องทั้ง 4 ฝา	ย้ายไปสถานงานที่ 2 ผังขวา
4. เสียบปลั๊กสาย OBD	ย้ายไปสถานงานที่ 3 ผังขวา
11. เดินมาแสกน VIN	ย้ายไปสถานงานที่ 3 ผังขวา
14. เปิดฝาน้ำยาหล่อเย็นแบตเตอรี่	ย้ายไปสถานงานที่ 2 ผังซ้าย
17. ปิดฝาน้ำยาหล่อเย็นเครื่องยนต์	ย้ายไปสถานงานที่ 5
18. ปิดฝาน้ำยาหล่อเย็นมอเตอร์	ย้ายไปสถานงานที่ 5
27. ปิดฝาน้ำยาแอร์และน้ำมันเบรก	ย้ายไปสถานงานที่ 5
28. ถอดปลั๊กสาย OBD	ย้ายไปสถานงานที่ 4
30. ปิดฝาน้ำยาหล่อเย็นแบตเตอรี่	ย้ายไปสถานงานที่ 5

ที่มา: ผู้วิจัย

ตารางที่ 5: ขั้นตอนการทำงานก่อน-หลังปรับปรุง

สถานี	ก่อนปรับปรุง						หลังปรับปรุง					
	○	⇒	□	◇	▽	รวม	○	⇒	□	◇	▽	รวม
สถานีงานที่ 02L	10	9	1	-	-	130.10	11	9	1	-	-	134.60
สถานีงานที่ 02R	8	7	1	-	1	111.44	9	7	1	-	1	114.16
สถานีงานที่ 03R	11	3	2	-	-	101.66	14	3	2	-	-	124.14
สถานีงานที่ 04R	23	2	2	4	3	296.29	24	2	2	4	3	303.30
สถานีงานที่ 05R	11	12	1	-	-	145.04	13	12	1	-	-	166.67
สถานีงานที่ 06L	17	19	-	-	1	132.69	19	19	-	-	1	146.19

ที่มา: ผู้วิจัย

จากตารางที่ 5 ขั้นตอนการทำงานก่อนและหลังปรับปรุง พบว่า สถานีงานที่ 2 ผังซ้าย มีขั้นตอนปฏิบัติเพิ่มขึ้น 1 ขั้นตอน มีเวลาการทำงานหลังปรับปรุงรวมเท่ากับ 134.60 วินาที สถานีงานที่ 2 ผังขวา มีขั้นตอนปฏิบัติเพิ่มขึ้น 1 ขั้นตอน มีเวลาการทำงานหลังปรับปรุงรวมเท่ากับ 114.16 วินาที สถานีงานที่ 3 ผังขวา มีขั้นตอนปฏิบัติเพิ่มขึ้น 3 ขั้นตอน มีเวลาการทำงานหลังปรับปรุงรวมเท่ากับ 124.14 วินาที สถานีงานที่ 4 ผังขวา มีขั้นตอนปฏิบัติเพิ่มขึ้น 1 ขั้นตอน มีเวลาการทำงานหลังปรับปรุงรวมเท่ากับ 303.30 วินาที สถานีงานที่ 5 ผังขวา มีขั้นตอนปฏิบัติเพิ่มขึ้น 2 ขั้นตอน มีเวลาการทำงานหลังปรับปรุงรวมเท่ากับ 166.67 วินาที และสถานีงานที่ 6 ผังซ้าย มีขั้นตอนปฏิบัติเพิ่มขึ้น 2 ขั้นตอน มีเวลาการทำงานหลังปรับปรุงรวมเท่ากับ 146.19 วินาที

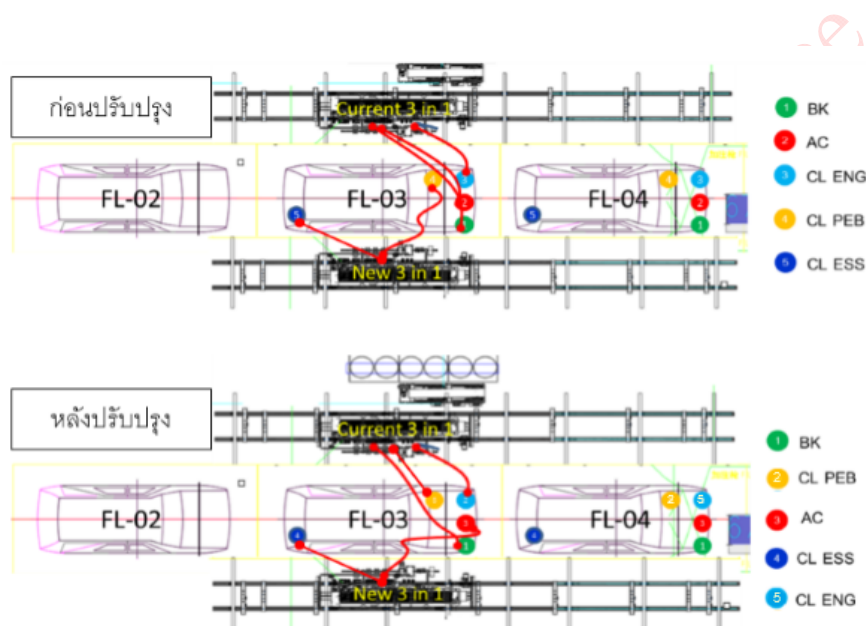
1.2 การจัดลำดับการเติมชนิดของเหลวไม่เหมาะสม

ปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการประกอบสถานีงานที่ 3 ผังซ้าย โดยการใช้หลักการ ECRS การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) จากการศึกษาเวลาการทำงานร่วมกันของคนและเครื่องจักรของสถานีที่ 3 ผังซ้าย พบว่าการเติมของเหลว (Filling Machine) ใช้เวลาทำงานสิ้น 349.66 วินาที โดยคนทำงานร่วมกับเครื่องจักรด้านซ้ายใช้เวลาการทำงาน 160 วินาที และคนทำงานร่วมกับเครื่องจักรด้านขวาใช้เวลาการทำงาน 165 วินาที นอกจากนั้นจะเป็นเวลาว่างงานถึง 24.66 วินาที เนื่องจากไม่มีลำดับการเติมของเหลวที่เหมาะสม รวมถึงการรอการเติมของเหลวให้ได้ปริมาตรที่กำหนด ผู้วิจัยจึงต้องจัดเรียงลำดับการเติมของเหลวใหม่ร่วมกับการปรับค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักรการเติมของเหลว โดยลำดับการเติมชนิดของเหลวใหม่มีรายละเอียดดังนี้

- 1) เติมน้ำมันเบรก โดยใช้เครื่องเติมของเหลวด้านซ้ายในการเติมน้ำมันเบรก
- 2) เติมน้ำยาหล่อเย็นของโมดูลควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อน โดยใช้เครื่องเติมของเหลวด้านซ้ายในการเติมน้ำยาหล่อเย็นของโมดูลควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อน
- 3) เติมน้ำยาแอร์ โดยใช้เครื่องเติมของเหลวด้านขวาในการเติมน้ำยาแอร์
- 4) การเติมน้ำยาหล่อเย็นของแบตเตอรี่ โดยใช้เครื่องเติมของเหลวด้านขวาในการเติมน้ำยาหล่อเย็นของแบตเตอรี่
- 5) เติมน้ำยาหล่อเย็นของเครื่องยนต์ โดยใช้เครื่องเติมของเหลวด้านซ้ายในการเติมน้ำยาหล่อเย็นของเครื่องยนต์ แสดงดังภาพที่ 6

2. การปรับค่าพารามิเตอร์ (Parameter) ของเครื่องจักรการเติมของเหลวโดยใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way ANOVA)

จากการศึกษาความดันของเครื่องปั๊มในการเติมน้ำยาหล่อเย็นทั้ง 3 ชนิด คือ น้ำยาหล่อเย็นสำหรับเครื่องยนต์ น้ำยาหล่อเย็นของโมดูลควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อน และน้ำยาหล่อเย็นสำหรับแบตเตอรี่ชาร์จ ซึ่งมีผลต่อเวลาของการเติมน้ำยาหล่อเย็นทั้ง 3 ชนิด ที่ปริมาตรของน้ำยาหล่อเย็นคงที่ เท่ากับ 5000 ml ซึ่งปัจจุบันการเติมน้ำยาหล่อเย็นที่โรงงานกรณีศึกษาจะใช้ที่ความดันที่ 1400 mbar, 1200 mbar และ 1100 mbar โดยการกำหนดค่าความดันในการเติมสารหล่อเย็นยังไม่มีมาตรฐานในการปรับค่า พนักงานจึงปรับตามประสบการณ์ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความดันที่ส่งผลต่อเวลาในการเติมน้ำยาหล่อเย็นทั้ง 3 ชนิด โดยทดสอบกับยานยนต์ไฟฟ้า 20 คัน ข้อมูลตัวอย่างการทดสอบของการเติมน้ำยาหล่อเย็นเครื่องยนต์ดังตารางที่ 6



ภาพที่ 6: ลำดับการเติมของเหลวก่อนและหลังปรับปรุง สถานีที่ 3 ผังซ้าย

ตารางที่ 6: ข้อมูลการทดลองของการเติมน้ำยาหล่อเย็นเครื่องยนต์

ลำดับ	ความดัน (mbar)			เวลา	ลำดับ	ความดัน (mbar)			เวลา
	1400	1200	1100			1400	1200	1100	
1	95.5	86.5	82	วินาที	11	96.1	85.1	81.5	วินาที
2	95.3	85.2	82.8	วินาที	12	96.4	85.5	82.1	วินาที
3	95.6	86.6	82.1	วินาที	13	95.9	85.7	81.9	วินาที
4	93.3	85.5	82.7	วินาที	14	96	86.2	81.4	วินาที
5	99	86	81.8	วินาที	15	96.3	86.5	82.1	วินาที
6	96.3	85.9	81.7	วินาที	19	96.2	86.4	82	วินาที
7	96.8	86.4	82.4	วินาที	20	95.6	86.4	82.3	วินาที

ที่มา: ผู้วิจัย

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อศึกษาระดับความดันปัมในการเติมน้ำยาหล่อเย็นทั้ง 3 ชนิด โดยใช้โปรแกรม Minitab ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีสมมติฐานการทดลองได้ดังนี้

$$H_0: \mu_{1400} = \mu_{1200} = \mu_{1100}$$

(ความดันของปัมไม่มีผลต่อเวลาในการเติมน้ำยาหล่อเย็นทั้ง 3 ชนิด)

$$H_1: \mu_{1400} \neq \mu_{1200} \neq \mu_{1100}$$

(ความดันของปัมมีผลต่อเวลาในการเติมน้ำยาหล่อเย็นทั้ง 3 ชนิด)

แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของความดันปัมในการเติมน้ำยาหล่อเย็นทั้ง 3 ชนิด ดังตารางที่ 7 - ตารางที่ 9

ตารางที่ 7: ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของความดันปัมในการเติมน้ำยาหล่อเย็นเครื่องยนต์

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
ความดันการเติมน้ำยาหล่อเย็นเครื่องยนต์	2	2094.07	1047.04	2145.65	0.000
Error	57	27.82	0.49		
Total	59	2121.89			

S = 0.6986 R-Sq = 98.69% R-Sq(adj) = 98.64%

ตารางที่ 8: ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของความดันปัมในการเติมน้ำยาหล่อเย็นของโมดูลควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
ความดันการเติมน้ำยาหล่อเย็นของโมดูลควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อน	2	2650.26	1325.13	36917.07	0.000
Error	57	2.05	0.04		
Total	59	2652.30			

S = 0.1895 R-Sq = 99.92% R-Sq(adj) = 99.91%

ตารางที่ 9: ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของความดันปัมในการเติมน้ำยาหล่อสำหรับแบตเตอรี่ชาร์จ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
ความดันการเติมน้ำยาหล่อสำหรับแบตเตอรี่ชาร์จ	2	298.70	149.35	1548.48	0.000
Error	57	5.498	0.096		
Total	59	304.19			

S = 0.3106 R-Sq = 98.19% R-Sq(adj) = 98.13%

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของระดับความดันปัมในการเติมน้ำยาหล่อเย็นทั้ง 3 ชนิดมีผลต่อเวลาการเติมน้ำยาหล่อเย็นทั้ง 3 ชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์หาระดับความดันปัมที่เหมาะสมในการเติมน้ำยาหล่อเย็นทั้ง 3 ชนิด ด้วยวิธี Response Optimizer

2.1 การกำหนดระดับปัจจัยที่เหมาะสม (Response Optimization)

การหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมของระดับความดันปัมในการเติมน้ำยาหล่อเย็น 3 ชนิด คือน้ำยาหล่อเย็นสำหรับเครื่องยนต์ น้ำยาหล่อเย็นของโมดูลควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อน และน้ำยาหล่อเย็นสำหรับแบตเตอรี่ชาร์จ ที่มีผลต่อเวลาการเติมน้ำยาหล่อเย็น ในการปรับตั้งหาค่าระดับปัจจัยจะวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab โดยมีเป้าหมาย (Goal) คือ ใช้เวลาในการเติมน้อยที่สุด ซึ่งจะคำนวณค่าระดับความดันปัมในการเติมน้ำยาหล่อเย็นที่เหมาะสมที่สุดดังตารางที่ 10 – ตารางที่ 12

ตารางที่ 10: การหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมของระดับความดันปัมในการเติมน้ำยาหล่อเย็นเครื่องยนต์

Parameters	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Import
ปริมาณของเสีย	Minimum	-	81.4	99	1	1

Goalball Solution ความดันการเติมน้ำยาหล่อเย็นเครื่องยนต์ = 1100
 Predicted Response เวลาการเติมน้ำยาหล่อเย็น = 82.10, desirability = 0.9605
 Composite Desirability = 0.9605

ตารางที่ 11: การหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมของระดับความดันปัมในการเติมน้ำยาหล่อเย็นของโมดูลควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อน

Parameters	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Import
ปริมาณของเสีย	Minimum	-	65.7	82.5	1	1

Goalball Solution ความดันการเติมน้ำยาหล่อเย็นของโมดูลควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อน = 1100
 Predicted Response เวลาการเติมน้ำยาหล่อเย็น = 66.06, desirability = 0.9786
 Composite Desirability = 0.9786

ตารางที่ 12: การหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมของระดับความดันปัมในการเติมน้ำยาหล่อเย็นสำหรับแบตเตอรี่ชาร์จ

Parameters	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Import
ปริมาณของเสีย	Minimum	-	76.13	82.9	1	1

Goalball Solution ความดันการเติมน้ำยาหล่อเย็นสำหรับแบตเตอรี่ชาร์จ = 1100
 Predicted Response เวลาการเติมน้ำยาหล่อเย็น = 76.48, desirability = 0.9481
 Composite Desirability = 0.9481

จากการวิเคราะห์ระดับปัจจัยสรุปได้ว่าควรปรับค่าความดันปัมในการเติมน้ำยาหล่อเย็นที่ 1100 mbar จะส่งผลต่อเวลาการเติมน้ำยาหล่อเย็นของทั้ง 3 ชนิดน้อยที่สุด คือ เวลาการเติมน้ำยาหล่อเย็นสำหรับเครื่องยนต์ใช้เวลา 82.10 วินาที เวลาการเติมน้ำยาหล่อเย็นของโมดูลควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนใช้เวลา

66.06 วินาที และเวลาการเติมน้ำยาหล่อเย็นสำหรับแบตเตอรี่ชาร์จใช้เวลา 76.48 วินาที หลังปรับปรุงการจัดลำดับการเติมชนิดของเหลว และปรับค่าความดันปั๊มในการเติมน้ำยาหล่อเย็นของสถานีที่ 3 ผังซ้าย ที่ 1100 mbar โดยนำผลการวิเคราะห์ไปทดสอบการทำงานของสถานีการเติมของเหลว พบว่า การจัดเรียงลำดับการเติมของเหลวใหม่ร่วมกับปรับค่าความดันปั๊มในการเติมน้ำยาหล่อเย็น ใช้เวลาทำงานสั้น 175 วินาที โดยคนทำงานร่วมกับเครื่องจักรด้านซ้ายใช้เวลาการทำงาน 157 วินาที และคนทำงานร่วมกับเครื่องจักรด้านขวาใช้เวลาการทำงาน 107 วินาที

สรุปผล

จากการศึกษากระบวนการประกอบยานยนต์ไฟฟ้าของสายการประกอบในส่วนของ Final Line บางกระบวนการประกอบมีรอบความเร็วการผลิต (Takt Time) เกินเวลามาตรฐาน จากการศึกษาลักษณะการทำงานของแต่ละสถานีงานในการประกอบยานยนต์ไฟฟ้าทั้ง 12 สถานีงาน พบว่า สถานีงานที่มีรอบเวลาการประกอบยานยนต์ไฟฟ้ามากที่สุด คือ สถานีงานที่ 3 การเติมของเหลวฝั่งซ้าย โดยสาเหตุของปัญหาเกิดจากการทำงานย่อยไม่เหมาะสม การจัดลำดับการเติมของเหลวไม่เหมาะสม และเวลาในการเติมของเหลวนานเกินไป จึงทำการศึกษาวิเคราะห์กระบวนการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต โดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยหลักการ ECRS เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการประกอบยานยนต์ไฟฟ้าและใช้หลักการ One Way ANOVA รวมถึงวิเคราะห์ด้วย Response Optimizer ในการปรับค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักรในกระบวนการการเติมของเหลวที่เหมาะสม

ผลการศึกษาพบว่า สถานีงานที่ 3 ผังซ้ายสามารถปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยการจัดงานย่อยใหม่ การจัดเรียงลำดับการเติมของเหลวใหม่ และการปรับค่าความดันของเครื่องปั๊มในการเติมน้ำยาหล่อเย็น คือ การเติมน้ำยาหล่อเย็นสำหรับเครื่องยนต์ การเติมน้ำยาหล่อเย็นของโมดูลควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อน และการเติมน้ำยาหล่อเย็นสำหรับแบตเตอรี่ชาร์จที่ 1100 mbar ทำให้สามารถผลิตได้ทันรอบเวลาผลิต โดยสถานีงานที่ 3 ผังซ้ายจากเดิมเวลามาตรฐานเท่ากับ 349.66 วินาที ลดลงเหลือ 175 วินาที ประสิทธิภาพสมดุลการประกอบเดิมเท่ากับ 44.64% เพิ่มขึ้นเป็น 84.36% และค่าการเสียสมดุลจากเดิม 55.36% ลดลงเหลือ 15.64%

เอกสารอ้างอิง

- ชลิดา ชาญวิจิตร และ ณัฐวุฒิ ว่องทรัพย์ทวี. (2563). การจัดสมดุลการผลิตเพื่อลดเวลาในกระบวนการผลิตรถยนต์ กรณีศึกษาโรงงานประกอบรถยนต์. ใน *นวัตกรรมงานวิจัยในยุค 5.0. การประชุมวิชาการระดับชาติสหวิทยาการเอเชียอาคเนย์ 2563 ครั้งที่ 7* (น.281-288)
- นพดล ศรีพุทธา, จิตตานันท์ โฆษิตวัฒน์ และดอน แก้วดก. (2563). การลดความสูญเสียในกระบวนการบรรจุภัณฑ์ผงซักฟอกด้วยการใช้เทคนิค ECRS. ใน *Production Technology and Management for Improving Smart Farming. การประชุมวิชาการราชชมงคลด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ 2020 ครั้งที่ 5* (น.190-196).
- สมปรารถนา สายสงวนทรัพย์. (2560). *การปรับปรุงกระบวนการด้วยการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษากระบวนการประกอบผลิตภัณฑ์กล่องวงจรปิด* [ค้นคว้าอิสระมหาบัณฑิต]. TU Digital Collections. https://digital.library.tu.ac.th/tu_dc/frontend/Info/item/dc:126648