การปรับปรุงสายการประกอบรถยนต์ตามแนวทางของ VPS

An Improvement of Automotive Assembly Line Using Value-added Production System Concept

วิศณุ บุญรอด[1*] บรรหาญ ลิลา[2] อดิศักดิ์ นาวเหนียว[3]
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี รหัสไปรษณีย์ 20131
E-mail: Wisanu@eng.buu.ac.th*

W. Boonrawd[1*] B. Lila[2] A. Nowneow[3]
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Burapha University, Chonburi, Thailand 20131
E-mail: Wisanu@eng.buu.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการปรับปรุงสายการประกอบรถยนต์กรณีศึกษา จำนวน 13 สถานี ด้วยการประยุกต์หลักการของ Value-added Production System (VPS) เพื่อลดความสูญเปล่าจากการรอคอย การเคลื่อนไหวของพนักงานและเพิ่มความสามารถในการผลิต จากการวิเคราะห์ปัญหาพบว่าสายการประกอบมีความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวมีระยะทางการเดินเฉลี่ย 71.27 เมตร เวลาการทำงานเฉลี่ย 26.32 นาที และประสิทธิภาพสายการประกอบ 72.44 เปอร์เซ็นต์ จึงทำการปรับปรุงโดยการศึกษาเวลาและจัดทำเวลามาตรฐาน ออกแบบและจัดวางพื้นที่การทำงานใหม่ จัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธี Kilbridge and Wester และหลักการ ECRS ส่งผลให้ระยะทางการเดินของพนักงานลดลง 187.4 เมตร เพิ่มประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการประกอบเป็น 95.25 เปอร์เซ็นต์ ลดพนักงานได้ 1 คน จาก 26 คน เหลือ 25 คน และสามารถลดต้นทุนลงได้ 144,880 บาทต่อปี

คำหลัก VPS ความสูญเปล่า การจัดสมดุลสายการประกอบ การจัดวางพื้นที่การทำงาน ประสิทธิภาพ

Abstract

This research presents a case study of an improvement of 13 work stations for an automotive assembly line using application of the Value-added Production System (VPS) to reduce waiting times and movements of operators and also increase the productivity of the production line. The analysis indicated that the problems were the wastes of movements of operators with average distance 71.27 m and average time 26.32 minutes. The efficiency of assembly line was 72.44 %. The stations were improved by using the time study and redesigned the work stations. Line balancing was done by Kilbrigde and Wester method and ECRS. The average distance of operators was decreased for 187.4 m. The efficiency of assembly line increased to 95.25%. In addition, the number of operators can be reduced from 26 to 25. Consequently, the VPS system can reduce the wastes of the automotive assembly line and significantly increase the efficiency of the production line. Moreover, VPS system can be applied for the other case studies as well.

Keywords: Value-added Production System (VPS), Line balancing, Redesign working area, efficiency

1. บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์มีการแข่งขันที่สูง ผู้ผลิตต่างมีจุดมุ่งหมายเดียวกันคือการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต เพื่อให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งทางการค้าได้ ระบบการบริหารการผลิตต่างๆ เช่น ลีน (Lean) และระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System, TPS) จึงถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มศักยภาพของการผลิต[1],[2],[3]

เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตแบบเพิ่มมูลค่า (Value-added Production System, VPS) ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์และแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิตเช่นกัน[4] โดยมุ่งเน้นที่การลดหรือกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และการจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อแก้ไขปัญหาการทำงานที่ไม่สมดุลเพื่อทำให้กระบวนการผลิตมีความยืดหยุ่นและพร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงในทุกสถานการณ์

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอขั้นตอนการประยุกต์ใช้แนวทาง VPS กับโรงงานกรณีศึกษา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยได้ศึกษาการทำงาน การดำเนินการตามหลัก ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) จัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธี Kilbridge and Wester และออกแบบจัดวางพื้นที่การทำงานใหม่ กรณีศึกษาเป็นสายการประกอบรถยนต์ ที่มีสถานีงานจำนวน 13 สถานี แต่ละสถานีงานประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ที่แตกต่างกัน พบว่าเกิดปัญหาความไม่สมดุลของปริมาณงานระหว่างสถานีงาน อีกทั้งมีจุดคอขวดของการประกอบรถยนต์ รอบเวลาการทำงาน (Cycle time) สูงกว่าจังหวะการผลิต (Takt time)[5]

2. วิธีการดำเนินงาน

ในการดำเนินงานตามหลักการ VPS เพื่อให้ระบบการผลิตมีประสิทธิภาพต้องอาศัยทฤษฎีและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพต่างๆ มาร่วมประยุกต์ใช้อย่างเป็นระบบตลอดการดำเนินงาน โดยทั่วไปการดำเนินงานตามหลัก VPS มีขั้นตอนสังเขปดังนี้

1) ศึกษาการทำงาน โดยการศึกษาเวลาการทำงานและจัดทำเวลามาตรฐาน ศึกษาการเคลื่อนไหวและระยะทางการเคลื่อนที่ของพนักงาน ประเมินสภาพก่อนดำเนินการปรับปรุงด้วยประสิทธิภาพของสายการผลิต เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการดำเนินการปรับปรุง[6]

2) ประยุกต์ใช้ ECRS ในการกำจัดงานที่ไม่จำเป็นและรวมงานที่สามารถทำด้วยกันได้ รวมถึงการจัดลำดับงานใหม่เพื่อให้ง่ายต่อการทำงานของพนักงาน การประยุกต์ใช้ ECRS ต้องเริ่มต้นศึกษาขึ้นตอนการทำงานว่าการทำงานประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อยอะไรบ้าง ในแต่ละขั้นตอนย่อยดำเนินการอย่างไร ต่อจากนั้นจึงวิเคราะห์กระบวนการหรือขั้นตอนการทำงานต่างๆ ด้วยคำถาม 5W+1H เพื่อระบุถึงความสำคัญของกิจกรรมต่างๆ ว่าเป็นกิจกรรมที่สร้างมูลค่า (Value Added) หรือเป็นกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่า(Non-Value Added) ให้กับการผลิต เป้าหมายของ ECRS อันดับแรกคือการกำจัดกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า ในบางกรณีกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าเป็นกิจกรรมที่จำเป็นต่อการผลิตจึงไม่สามารถกำจัดออกได้ อย่างไรก็ตามผู้ปฏิบัติสามารถที่จะปรับปรุงการทำงานได้ต่อไปด้วย การรวม (Combine, C) การจัดลำดับใหม่ (Rearrange, R) และการทำให้ง่าย (Simplify, S) [7],[8]

3) จัดทำสมดุลสายการผลิต เพื่อกระจายงานในแต่ละสถานีให้เท่ากันหรือใกล้เคียง ทั้งนี้เพื่อลดการรอคอย เพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต และเพิ่มความยืดหยุ่นให้สายการผลิต[9] งานวิจัยนี้ใช้วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตแบบ Killbridge and Wester การจัดสมดุลสายการผลิตด้วยเทคนิคนี้จะอาศัยผลของการทำ ECRS ในขั้นตอนก่อนหน้า เนื่องจากวิธีการจัดสมดุลสายการผลิตแบบ Kilbridge and Wester เหมาะกับงานที่มีจำนวนกิจกรรมไม่มากนัก[10] จากนั้นจัดสมดุลสายการผลิตโดยพิจารณาความสัมพันธ์งานก่อนและหลัง ข้อจำกัดของสายการประกอบ ซึ่งได้แก่ลักษณะการไหลของสายพาน ขนาดพื้นที่ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ รวมถึงความสามารถของพนักงาน และการแบ่งงานให้สถานีงานจะต้องไม่ทำให้เวลาการทำงานเกินจาก Takt time

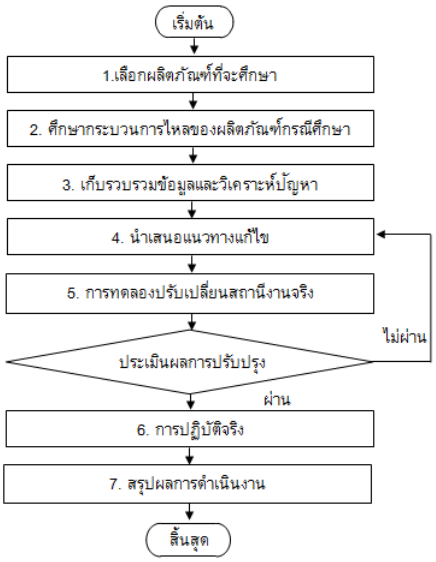
4) ออกแบบระบบอุปทาน และการจัดสถานที่วางชั้นบรรจุชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบรถยนต์ เพื่อลดระยะทางในการเคลื่อนที่ให้น้อยที่สุด การออกแบบสถานที่ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดเช่นเดียวกันกับการจัดสมดุลสายการผลิต

5) ดำเนินการปรับปรุง

6) ประเมินผลการปรับปรุง

7) สรุปผล

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยฉบับนี้มีรายละเอียดการดำเนินงานเริ่มจากการเลือกผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา โดยใช้ข้อมูลความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก ศึกษากระบวนการผลิตหรือกระบวนการไหลของผลิตภัณฑ์ลำดับต่อมาดำเนินการเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตโดยใช้แบบฟอร์มบันทึกเวลาการทำงาน ใช้แผนภาพแสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ของพนักงานในระหว่างการทำการประกอบรถยนต์เพื่อศึกษาระยะทางการเคลื่อนที่ จากนั้นข้อมูลด้านเวลาที่บันทึกได้ถูกนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับ Takt time โดยใช้แผนภูมแท่ง เมื่อการวิเคราะห์แสดงให้เห็นถึงปัญหาจึงได้เสนอแนวทางแก้ไขเพื่อดำเนินการปรับปรุงการทำงาน ขั้นตอนการดำเนินงานได้ถูกแสดงเป็นแผนภูมิการไหลดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภูมิการไหลขั้นตอนการดำเนินงาน

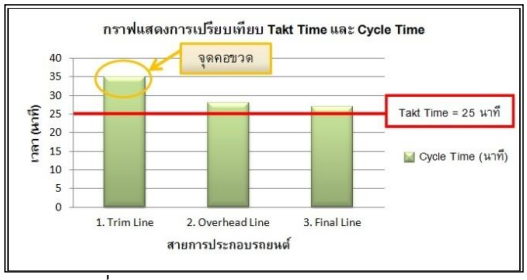
3. ผลการดำเนินงาน

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานประกอบรถยนต์ ทำการประกอบรถยนต์จำนวน 5 รุ่น ได้แก่รุ่น F02, F10, F25, E84 และ E90 จากการเก็บข้อมูลความต้องการรถยนต์ในแต่ละรุ่น ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 พบว่า รุ่นที่ผลิตมากที่สุดคือรุ่น F10 มีการผลิตรวมทั้งสิน 948 คัน จากการผลิตทั้ง 5 รุ่น จำนวน 1,902 คัน หรือคิดเป็นร้อยละ 49.8 ของจำนวนการผลิตรถยนต์ทุกรุ่น ดังนั้นสายการประกอบรถยนต์รุ่น F10 จึงถูกเลือกศึกษาและปรับปรุง เพราะมียอดการผลิตสูงที่สุดและลักษณะสายการประกอบนั้น ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่เหลืออีก 4 รุ่น เมื่อสามารถปรับปรุงสายการประกอบรุ่น F10 จะนำไปประยุกต์ใช้กับสายการประกอบรุ่นอื่นต่อไปได้

ในสายการประกอบรถรุ่น F10 แบ่งแผนกประกอบเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) Trim line 2) Overhead line และ 3) Final line ซึ่งการไหลของการประกอบเรียงจาก Trim line ไปจบที่ Final line

จากการศึกษาเวลาในการทำงานพบว่าสายการประกอบทั้ง 3 มีรอบเวลาการประกอบสูงกว่า Takt time แต่สายการประกอบใช้เวลาในการทำงานมากกว่า Takt time สูงที่สุดและเป็นจุดคอขวดของการประกอบคือ Trim line รูปที่ 2 แสดงให้เห็นถึงรอบเวลาในการประกอบของแต่ละสายการประกอบเทียบกับ Takt time

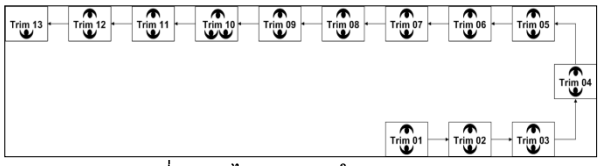
ดังนั้น กรณีศึกษานี้จึงเลือกที่จะศึกษาและปรับปรุงกระบวนการประกอบรถยนต์รุ่น F10 ในสายการประกอบ Trim line เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับการปรับปรุงสายการประกอบและ/หรือรถยนต์ในรุ่นอื่นต่อไป



รูปที่ 2 เวลาการทำงานของสายการประกอบ

3.1 การศึกษาสายการประกอบ Trim line

Trim time มีสถานีงาน 13 สถานีงาน จำนวนงานย่อย 940 งาน พนักงานในสายการประกอบรถยนต์มีจำนวนทั้งสิ้น 26 คน แต่ละสถานีงานมีพนักงานประจำอยู่สถานีงานละ 2 คน ด้านซ้าย 1 คน และขวา 1 คน ยกเว้นสถานีที่ 10 จะมีพนักงาน 3 คน โดยเพิ่มพนักงานทำการประกอบงานตรงกลางสายพาน และสถานีงานที่ 13 จะมีพนักงานประจำสถานีเพียง 1 คน เนื่องจากสถานีงานที่ 13 มีงานประกอบปริมาณน้อย รูปที่ 3 แสดงภาพร่างการจัดวางสถานีงานของ Trim line โดยที่สัญลักษณ์ เป็นตัวแทนของพนักงาน 1 คน และ Trim 01 หมายถึงสถานีงานที่ 1 ของ Trim line



รูปที่ 3 การไหลของงานใน Trim line

3.1.1 เวลามาตรฐานและประสิทธิภาพของสถานีงาน

ผลการสุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาเวลาการทำงานโดยอาศัยตารางเลขสุ่มเป็นตัวกำหนดช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง ขนาดตัวอย่าง n = 60 กำหนดให้มีเวลาเผื่อ 10% พบว่าเวลามาตรฐานในการทำงานเฉลี่ยสูงที่สุดอยู่ที่สถานีงานที่ 10 พนักงานคนกลาง (ด้าน MD) ใช้เวลาในการทำงานเท่ากับ 35.63 นาที เป็นจุดคอขวดของสายการประกอบ ตารางที่ 1 แสดงเวลาในการทำงานของพนักงานใน Trim line โดยที่ LH MD และ RH หมายถึงสถานีงานด้านซ้าย ตรงกลาง และด้านขวามือของสายพานตามลำดับ

ตารางที่ 1 จำนวนงานย่อย เวลามาตรฐานและประสิทธิภาพการประกอบรถยนต์รุ่น F10

สถานีงาน	จำนวนงานย่อย (งาน)			เวลามาตรฐาน (นาที)			ประสิทธิภาพ (%)			ประสิทธิภาพรวม (%)
	ด้าน LH	ด้าน MD	ด้าน RH	ด้าน LH	ด้าน MD	ด้าน RH	ด้าน LH	ด้าน MD	ด้าน RH	
1	64	-	29	27.28	-	27.94	76.56	-	78.42	78.42
2	33	-	21	26.20	-	27.82	73.53	-	78.08	78.08
3	19	-	19	26.04	-	27.93	73.08	-	78.39	78.39
4	26	-	24	21.49	-	19.23	60.31	-	53.97	60.31
5	77	-	50	26.19	-	24.16	73.51	-	67.81	73.51
6	56	-	68	26.61	-	24.78	74.68	-	69.55	74.68
7	20	-	19	23.07	-	20.96	64.75	-	58.83	64.75
8	71	-	69	23.09	-	24.47	64.80	-	68.68	68.68
9	23	-	35	23.62	-	26.34	66.29	-	73.93	73.93
10	10	24	11	16.44	35.63	16.32	46.14	100	45.80	100.00
11	41	-	31	18.48	-	22.06	51.87	-	61.91	61.91
12	31	-	28	26.30	-	22.61	73.81	-	63.46	73.81
13	41	-	-	19.68	-	-	55.23	-	-	55.23
รวม	512	24	404	304.49	35.63	284.62	854.59	100.00	798.82	941.71
ประสิทธิภาพสายการประกอบโดยเฉลี่ย										72.44

ค่าประสิทธิภาพของสายการประกอบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 72.44% ดังแสดงในตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของสถานีงานประกอบด้านซ้าย กลาง และขวาคำนวณได้ดังนี้

ประสิทธิภาพสายการประกอบของสถานีงานทางด้านซ้าย

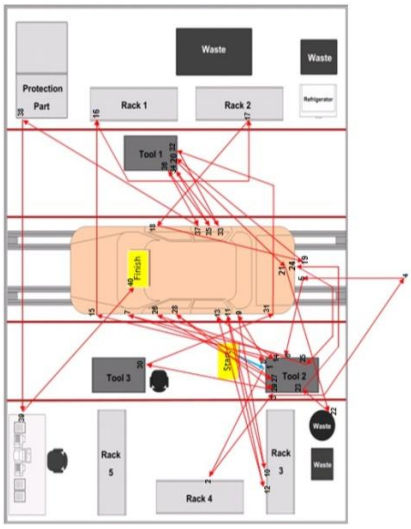
$$\frac{100\sum_{i=0}^{N} t}{(C)(M)} = \frac{100\times(304.49)}{35.63\times13} = 65.74\ \%$$

ประสิทธิภาพสายการประกอบของสถานีงานตรงกลาง

$$\frac{100\sum_{i=0}^{N} t}{(C)(M)} = \frac{100\times(35.63)}{35.63} = 100\ \%$$

ประสิทธิภาพสายการประกอบของสถานีงานทางด้านขวา

$$\frac{100\sum_{i=0}^{N} t}{(C)(M)} = \frac{100\times284.62}{35.63\times12} = 66.57\ \%$$



รูปที่ 4 เส้นทางการเดินของพนักงานด้านซ้ายสถานีงานที่ 1

เมื่อ $\sum_{i=0}^{N} t$ คือผลรวมของเวลาการทำงานของสถานีงานด้านนั้นๆ ทั้งหมด *C* คือ Cycle time ของการผลิต *M* คือจำนวนสถานีงานที่มีพนักงานปฏิบัติงานในด้านนั้นๆ [9]

ตารางที่ 2 ระยะทางการเดินของพนักงาน

สถานีงาน	ระยะทางการเดิน (เมตร)	
	ด้านซ้าย	ด้านขวา
T 01	119.2	98.3
T 02	67.4	44.2
T 03	45.9	50.6
T 04	97.7	98.4
T 05	64.5	80.7
T 06	49.2	46.8
T 07	31.7	57.4
T 08	29.7	9.7
T 09	15.3	9.8
T 10	44.6 (1.1)	47.6
T 10	88.9 (1.2)	-
T 11	117.5	72.8
T 12	111.8	98.4
T 13	123.5	-
รวมระยะทาง	1002.6	714.7

3.1.2 ระยะทางการเดิน

ในกระบวนการประกอบรถยนต์ พนักงานต้องเดินหยิบชิ้นส่วนที่วางอยู่บนชั้นวาง (Rack) เพื่อนำชิ้นส่วนมาประกอบ จากการเก็บข้อมูลพบว่าในการประกอบรถยนต์ 1 คัน พนักงานใช้ระยะทางการเดินมากที่สุดเท่ากับ 123.5 เมตร และระยะทางที่น้อยที่สุดที่ คือ 9.7 เมตร ตัวอย่างเส้นทางการเดินของพนักงานในสถานีงานที่ 1 ด้านซ้ายมือและข้อมูลระยะทางการเดินของพนักงาน

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์งานเพื่อลดความสูญเปล่าด้วย ECRS

ลำดับ	งานย่อย	Value	Non Value	Waste	เวลาก่อน (นาที)	E	C	R	S	หมายเหตุ	เวลาหลัง (นาที)
724	Shopping parts		✓		0.45			✓		ลดพนักงาน 1 คน และ สลับกับงานที่ 725 และ งานย่อยสองงานนี้สามารถทำร่วมกันได้	0.82
758	Shopping parts		✓		0.82			✓			-
725	ประกอบ Parts ด้าน RH	✓			1.02			✓		ย้ายงานไปสถานีงานที่ 7	-
760	เดินมาหยิบ Parts Rack 1		✓		0.48			✓		ลดพนักงาน 1 คน และ สลับกับงานที่ 726 และงานที่ 759	0.48
759	ประกอบ Parts ในห้องเครื่อง	✓			0.88			✓		ลดพนักงาน 1 คน และ งานย่อยสองขั้นตอนนี้สามารถทำร่วมกันได้	1.18
761	ประกอบหม้อน้ำยาหล่อเย็น	✓			1.18			✓			-
762	เก็บ Tool		✓		0.45			✓		ลดพนักงาน 1 คน และ สลับกับงานที่ 726	0.45
726	เดินย้ายไปด้าน LH		✓		0.33			✓		ย้ายงานไปสถานีงานที่ 7	-
727	ประกอบ Parts ด้าน LH	✓			0.97			✓		"	-
728	Sub B-post	✓			1.51			✓		-	1.51
763	Sub Parts	✓			1.49			✓		ลดพนักงาน 1 คน และ สลับกับงานที่ 729 และ งานย่อยสองงานสามารถรวมกันได้	3.92
729	Sub Parts	✓			3.92			✓			-
765	ประกอบ Parts	✓			2.07			✓		ลดพนักงาน 1 คน และ สลับกับงานที่ 730 และงานที่ 764	2.07
764	หยิบ Parts และ Tool ขึ้นวางบนรถ		✓		0.40			✓		ลดพนักงาน 1 คน และ งานย่อยสองงานสามารถรวมกันได้	2.09
766	หยิบ Parts และ Tool ขึ้นวางบนรถ		✓		2.09			✓			-
730	ประกอบลายไม้	✓			3.03			✓		-	3.03
731	ยก Headlining (คนที่1 มายก)		✓		0.89			✓		-	0.89

แสดงดังภาพที่ 4 และตารางที่ 2 ตามลำดับ โดยสถานีงานที่ 1 3 6 9 และ 10 มีลักษณะการจัดวางเครื่องมือและชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบรถยนต์ไม่เหมาะสม ต้องดำเนินการปรับปรุง ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

3.2 การลดความสูญเปล่าด้วย ECRS

สายการประกอบ Trim line มีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประกอบรถยนต์ทั้งสิ้น 940 กิจกรรมงานย่อย แบ่งเป็นด้านซ้าย 512 งานย่อย ตรงกลาง 24 งานย่อย และด้านขวา 404 งานย่อย กิจกรรมงานย่อยทั้งหมดถูกวิเคราะห์ลักษณะของงานแบ่งเป็นงานที่เพิ่มมูลค่า และงานที่ไม่เพิ่มมูลค่า กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าจะทำการกำจัดทิ้งหรือจัดใหม่ กิจกรรมใดที่เพิ่มมูลค่าแต่สามารถจัดลำดับใหม่ หรือรวมงานได้ก็จะดำเนินการเพื่อลดความสูญเปล่า ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์งานการประกอบรถยนต์เพื่อทำการปรับปรุงด้วย ECRS ของสถานีงานที่ 10

ผลการดำเนินการลดความสูญเปล่าด้วย ECRS โดยมีงานย่อยถูกกำจัด 49 งาน นำมารวมกัน 112 งาน และ จัดลำดับใหม่ 50 งาน ส่งผลให้กิจกรรมงานย่อยลดลงเหลือ 821 งาน พนักงานปฏิบัติงานตรงกลางของสถานีงานที่ 10 ถูกกำจัดออก กิจกรรมงานย่อยด้านซ้ายลดลงเหลือ 459 งาน และด้านขวาลดลงเหลือ 362 งาน ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนกิจกรรมงานย่อยก่อน - หลังการทำ ECRS

สถานีงาน	ก่อนการปรับปรุง			หลังการปรับปรุง	
	จำนวนงานย่อย (งาน)				
	LH	MD	RH	LH	RH
1	64	-	29	54	16
2	33	-	21	21	13
3	19	-	19	14	14
4	26	-	24	25	19
5	77	-	50	71	50
6	56	-	68	43	60
7	20	-	19	18	22
8	71	-	69	71	69
9	23	-	35	19	28
10	10	24	11	12	14
11	41	-	31	41	29
12	31	-	28	29	28
13	41	-	-	41	-
รวม	512	24	404	459	362
	940			821	

3.3 การจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธี Kilbridge and Wester

ผลจากการดำเนินการลดความสูญเปล่าด้วย ECRS ส่งผลให้เวลาสะสมของสถานีงานที่มากที่สุดลดลงเหลือ 300.2 นาที และจากการกำหนดให้ Takt time เท่ากับ 25 นาที จึงสามารถคำนวณหาจำนวนสถานีงานได้ตามสมการที่ (1) [9]

$$\text{จำนวนสถานีงาน} = \frac{\text{Maximum Total production time}}{Takt\ time} \quad (1)$$

= 300.2/25

= 12.008 หรืออย่างน้อย13 สถานีงาน

ผลการจัดกลุ่มงานเข้าสถานีงานจำนวน 13 สถานีงาน ทั้งซ้ายและขวาแสดงดังตารางที่ 5 การจัดสมดุลสายการผลิตใหม่แสดงให้เห็นว่ามีกำลังการผลิตที่เพียงพอต่อการตอบสนองความต้องการที่ Takt time เท่ากับ 25 นาที ประสิทธิภาพของสายการผลิตเท่ากับ

95.25 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 การจัดสัดส่วนงานให้สถานีงานด้วยวิธี Kilbridge and Wester

สถานีงาน	จำนวนงานที่ได้รับมอบหมาย		เวลาสะสมของสถานีงาน (นาที)		ประสิทธิภาพ (%)		ประสิทธิภาพรวม (%)
	ด้าน LH	ด้าน RH	ด้าน LH	ด้าน RH	ด้าน LH	ด้าน RH	
1	54	16	24.52	23.83	98.63	95.86	98.63
2	21	13	24.59	24.26	98.91	97.59	98.91
3	14	14	24.38	24.71	98.07	99.40	99.40
4	25	19	21.29	18.35	85.64	73.81	85.64
5	71	50	24.76	24.16	99.60	97.18	99.60
6	43	60	24.81	18.87	99.80	75.91	99.80
7	18	22	22.64	23.28	91.07	93.64	93.64
8	71	69	23.09	24.47	92.88	98.43	98.43
9	19	28	24.76	24.36	99.60	97.99	99.60
10	12	14	22.9	24.86	92.12	100.00	100.00
11	41	29	18.48	21.86	74.34	87.93	87.93
12	29	28	24.25	22.61	97.55	90.95	97.55
13	41	-	19.68	-	79.16	-	79.16
รวม	**459**	**362**	**300.2**	**275.62**	**1207.36**	**1108.69**	**1238.29**
ประสิทธิภาพสายการประกอบโดยเฉลี่ย							**95.25**

3.4 การปรับปรุงผังจัดวางชิ้นส่วน

ผังการจัดวางชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบรถยนต์ของสายการประกอบสถานีงานที่ 1 3 6 9 และ 10 ได้ถูกปรับปรุง ในการปรับปรุงจะวิเคราะห์ถึงปัญหาและสาเหตุ จากนั้นได้กำหนดแนวทางแก้ไขโดยพิจารณาถึงการไหลลื่นในลำดับการทำงาน และความเหมาะสมของปริมาณพื้นที่สถานีงาน ตารางที่ 6 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อปรับปรุงการจัดวางพื้นที่ปฏิบัติงานของสถานีงานที่ 1

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางแก้ไขการจัดวางพื้นที่สถานีงานที่ 1

ปัญหาและสาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
1.พนักงานเดินประกอบชิ้นส่วนรอบรถยนต์ เป็นการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น	1.เพิ่มโต๊ะเพื่อวางอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบให้สะดวกต่อการหยิบใช้งานและใกล้จุดที่ทำการประกอบ
2.พนักงานต้องเดินหยิบชิ้นส่วนและเครื่องมือสลับไปมาระหว่างรถ Rack และ โต๊ะเครื่องมือในจุดที่ซ้ำกันหลายรอบ บางจุดเป็นระยะทางไกล	2.จัดวางชิ้นส่วนภายใน Rack ใหม่ ให้สะดวกต่อการหยิบใช้งาน โดยจัดวางตามลำดับในการประกอบ
3.มีการเดินเพื่อนำขยะไปทิ้งและกลับมาทำการประกอบหลายรอบ	3.ด้านขวา ลดจำนวน Rack 2 ให้เหลือเพียง Rack1
4.กล่องขยะถูกวางไว้ด้านในข้างหลัง Rack ทำให้การเดินไม่สะดวกและมีระยะทางไกล	4.เคลื่อนย้ายกล่องขยะมาไว้ด้านหน้า
5.การจัดวางชิ้นส่วนภายใน Rack ถูกจัดวางในระยะที่ห่างกันบางชิ้นส่วน ทำให้ไม่สะดวกต่อการ	5.ด้านซ้าย ลดจำนวน Rack 5 และทำการจัดวางชิ้นส่วนภายใน Rack ใหม่ เพื่อลดพื้นที่ในการจัดวาง
6.ขั้นตอนการประกอบของพนักมีมาก ทำให้บางครั้งพนักงานไม่ปฏิบัติตามคู่มือการประกอบ	6. จัดแนวในการวาง Rack ใหม่ โดยทำให้เฉียงเข้าหากันเพื่อให้ง่ายต่อการหยิบขณะทำการ Sub part และลดระยะทางการเดินในการ Shopping part
	7.สับเปลี่ยนขั้นตอนการประกอบเพื่อให้การทำงานเป็นไป

ผลการดำเนินการปรับปรุงด้านพื้นที่ปฏิบัติงานสถานีงานที่ 1 3 6 9 และ 10 ส่งผลให้ระยะทางการเดินของพนักงานลดลงทั้งหมด 187.4 เมตร ตารางที่ 7 แสดงผลการปรับปรุงการจัดวางพื้นที่ปฏิบัติงาน

ตารางที่ 7 ผลการปรับปรุงการจัดวางพื้นที่ปฏิบัติงาน

สถานีงาน		ระยะทาง (เมตร)		ผลต่าง
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	
T01	ซ้าย	119.2	74	45.2
	ขวา	98.3	55.9	42.4
T03	ซ้าย	45.9	16.4	29.5
	ขวา	50.6	50.5	0.1
T06	ซ้าย	49.2	17.9	31.3
	ขวา	46.8	32.6	14.2
T10	ซ้าย (1.2)	88.89	64.19	24.7
รวม				187.4

4. สรุป

ผลการดำเนินการวิจัยด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพสายการประกอบรถยนต์ แผนกประกอบ Trim line ตามแนวคิด Value-added production system (VPS) สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ผลของการศึกษาการทำงานพบว่า กระบวนการผลิตไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ทันโดย Cycle time เท่ากับ 35.63 นาที ในขณะที่ความต้องการของลูกค้าหรือ Takt time เท่ากับ 25 นาทีต่อ1คัน

2) การประยุกต์ใช้เทคนิค ECRS ในการวิเคราะห์กิจกรรมในกระบวนการผลิต แสดงให้เห็นกิจกรรมที่ไม่ก่อเกิดมูลค่าในการประกอบรถยนต์และกำจัดออกจากกระบวนการผลิต ผลคือทำให้งานย่อยลดลงจาก 940 งาน เหลือ 821 งาน

3) การจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธี Kilbridge and Wester ส่งผลให้ดำเนินการประกอบรถยนต์ได้ทันต่อความต้องการของลูกค้า เพิ่มประสิทธิภาพของสถานีงานให้ใกล้เคียงกัน และส่งผลให้ประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มสูงขึ้นจากเดิม 72.44 เปอร์เซ็นต์ เป็น 95.25 เปอร์เซ็นต์ ลดพนักงานประกอบได้ 1 คน

4) การปรับปรุงผังการวาง Rack ทำให้ลดระยะทางในการเดินของพนักงานประกอบ กำจัดเวลาสูญเปล่าโดยการปรับปรุงแผนผังของการจัดวางชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบรถยนต์กับ 5 สถานีงาน สามารถลดการเดินของพนักงานได้ 187.4 เมตร

ผลของการปรับปรุงนี้ทำให้ลดต้นทุนด้านแรงงานได้ 144,880 บาทต่อปี จากการที่สามารถลดพนักงานประกอบได้ 1 คน ตารางที่ 8 เป็นตารางแสดงผลการดำเนินงานโดยรวม เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ VPS

ตารางที่ 8 สรุปผลการดำเนินงาน

ตารางการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง		
รายการ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
จำนวนสถานีงาน	13 สถานีงาน	13 สถานีงาน
จำนวนพนักงาน	26 คน	25 คน
รอบเวลาการทำงาน	35.63 นาที	24.86 นาที
ประสิทธิภาพสายการประกอบ	72.44%	95.25%

5. อภิปราย

ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการประกอบรถยนต์ยังมีเทคนิคหรือแนวคิดอื่นที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายเช่น ลีน (Lean Production System) ไคเซ็น (Kaizen Improvement) หรือการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System, TPS) เทคนิคดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เช่นเดียวกันกับ VPS คือการเพิ่มประสิทธิภาพให้สายการประกอบรถยนต์ ขั้นตอนในการดำเนินการปรับปรุงอาจใช้เครื่องมือหรือเทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายคล้ายคลึงกันบ้าง

จากกรณีศึกษานี้พบว่า VPS ช่วยให้ระบบการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเช่นเดียวกับลีน ไคเซ็น และ TPS ทั้งนี้ VPS มุ่งเน้นความสำคัญที่การเพิ่มมูลค่าของงานในกระบวนการผลิต กำจัดงานที่ไม่เกิดมูลค่า อีกทั้งยังเน้นให้ระบบอุปทานชิ้นส่วนและเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบรถยนต์ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การประยุกต์ใช้ VPS ในกรณีศึกษานี้ งานในแต่ละสถานีงานที่มอบหมายให้สถานีงานต่าง ๆ ผู้ปฏิบัติงานสามารถดำเนินงานได้ตามกรอบเวลาที่กำหนด เนื่องจากการคำนวณเวลาในการทำงานได้ชดเชยเวลาเผื่อตามนโยบายเวลาเผื่อการทำงาน หรือประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงานที่โรงงานกรณีศึกษาเป็นผู้กำหนด กล่าวคือผู้ดำเนินการวิจัยมิได้คิดคำนึงความล้าของผู้ปฏิบัติงานในระยะยาวที่สามารถเกิดขึ้นได้ อันเป็นผลเนื่องมาจากการปรับปรุงสายการผลิตทำให้บางสถานีงานมีภาระงานสูงขึ้น ทั้งนี้หากเกิดปัญหาดังกล่าวโรงงานกรณีศึกษาควรต้องทบทวนกรอบเวลาเผื่อในการทำงานใหม่ เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างปลอดภัยและราบรื่น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ใช้ข้อมูลจากปริญญานิพนธ์ระดับปริญญาตรีของนางสาวกชพร เผ่าศรี นางสาวรดาธร กิติญาณนนท์ และนางสาวกรีติกร สุขสงวน เพื่อเป็นกรณีศึกษา

เอกสารอ้างอิง

[1] Kasul, R.A., Motwani, J.G. 1997. Successful implementation of TPS in a manufacturing setting: a case study. *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 97, pp. 274 - 279

[2] Rose, A.M.N., Deros, B.Md., Rahman, M.N.Ab. 2010. Development of framework for lean manufacturing implementation in SMEs. Proceedings of the 11th Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference 2010, Penang, Malaysia, Dec. 7-10, 2010

[3] George, M.L. 2003. Lean six sigma for service. McGraw-Hill, USA

[4] บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด. 2554. เอกสารฝึกอบรมบริษัทบีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด, ประเทศไทย

[5] กชพร เผ่าศรี, รดาธร กิตติญาณนนท์, กีรติกร สุขสงวน. 2555. การปรับปรุงสายการประกอบรถยนต์ตามแนวทางของ VPS. ปริญญานิพนธ์ระดับปริญญาตรี. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยบูรพา, ประเทศไทย

[6] เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. 2539. การศึกษางาน. สำนักพิมพ์ประกอบเมไตร, กรุงเทพฯ

[7] Kato, I., and Smalley, A. 2011. Toyota Kaizen Methods: Six Steps to Improvement. Productivity Press-Taylor & Francis Group, USA

[8] Ohno, Taiichi. 2007. Workplace Management. Translated by Jon Miller. Gemba Press

บรรหาญ ลิลา. 2553. การวางแผนและควบคุมการผลิต. สำนักพิมพ์ท้อป, กรุงเทพฯ

[9] พิภพ ลลิตาภรณ์. 2544. ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต. สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ