การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตโดยเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษา: กระบวนการผลิตรองเท้ากีฬา

Manufacturing Process Improvements by Line Balancing Technic: Case Study of Athletic Shoes Manufacturing Process

ภาษิต ทินนาม[1*], ปิยะ รนต์ละออง[1], สุวภัทร ตั้งผลพูล[1], พีระพงษ์ ยืนยงชัยวัฒน์[1], พลกฤต กลั่นแก้วดำรง[1] ศุภพัชร พวงแก้ว[2]

Pasit Tinnam[1*] Piya Rontlaong[1] Phichata Phonphoon[1] Peerapong Yuenyongchaiwat[1] Pholakrit Klunkaewdamrong[1] Supapat Phuangkaew[2]

[1*]ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

Department of Industrial Technology Program, Industrial Technology Program, BansomdejChaopraya Rajabhat University

[2]ศูนย์วิจัยการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Logistics and Supply Chain Management Research Center, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

[*]Corresponding author email: pasit0828@yahoo.com

Received 14 Aug 2021 Revised 25 Oct 2021 Accepted 15 Nov 2021

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลากระบวนการผลิต กรณีศึกษา กระบวนการผลิตรองเท้ากีฬา ผู้วิจัยทำการการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้เทคนิคในการศึกษางานและ ศึกษาเวลาการทำงาน และแผนผังแสดงเหตุและผล ในการวิเคราะห์งานและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในขั้นตอนการผลิตเพื่อความสะดวกในการทำงาน และเสนอแนะแนวทางในการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ด้วยวิธีค่าสูงสุดและวิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง จากแนวทางดังกล่าวทำให้สามารถลดเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตจากเดิม 1,319.09 วินาที ลงเหลือ 1,258.57 วินาที หรือลดลง 60.52 วินาที คิดเป็น 4.6 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพสายการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 63.31 เป็น 87.6 เปอร์เซ็นต์ หรือ 24.5 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดสถานีงานจากเดิม 10 สถานีงาน เหลือ 8 สถานีงาน ลดลง 2 สถานีงาน

คำสำคัญ: เวลามาตรฐาน/ สมดุลสายการผลิต/ ประสิทธิภาพสายการผลิต

Abstract

The objectives of this research are to increase the efficiency and reduce standard time of manufacturing process: a case study of Athletic shoes Manufacturing Process. The researcher conducted a preliminary study by using work study and time study techniques. Cause and effect diagram was used to find out the cause of problem. After that, the researcher designed equipment to assist in the production process and suggested two technics for line balancing, largest candidate rule and rank positional weight method. From the above approach, it was able to reduce the standard time from 1,380.90 seconds to 1,258.77 seconds or 60.13 seconds reduced to 4.6 percent, increase the efficiency of the production line from 63.31 to 87.6 percent or 24.5 percent and reduce the work station from 10 work stations to 8 work stations.

Keywords: Standard time/ Line balancing/ Production line efficiency

บทนำ

ในอดีตที่ผ่านมาประเทศไทยเป็นผู้ผลิตรองเท้ากีฬาเพื่อส่งออกมากเป็นอันดับหนึ่งในกลุ่มประเทศอาเซียนแต่หลังจากปี พ.ศ. 2560 เป็นต้นมา ประเทศเวียดนามกลายเป็นผู้ส่งออกในปริมาณที่มากที่สุด อันเนื่องมาจากมีปัจจัยการผลิตที่ได้เปรียบต่อการแข่งขันในด้านต้นทุนการผลิต การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตให้สูงขึ้นเป็นแนวคิดหนึ่งในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน เพราะสามารถลดต้นทุนการผลิตในส่วนที่ไม่จำเป็นลงได้ และสามารถเพิ่มความเร็วในการผลิตสินค้าได้อีกด้วย การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสามารถทำได้หลากหลายวิธี การจัดสมดุลสายการผลิตเป็นเทคนิคในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตวิธีหนึ่งสำหรับสายการผลิตแบบต่อเนื่อง หากสามารถจัดสถานีงานในแต่ละสถานีงานให้มีความสมดุลกัน จะทำให้เวลาว่างเปล่าหรือเวลารอคอยในแต่ละสถานีน้อยลงซึ่งเป็นผลให้ประสิทธิภาพสายการผลิตสูงขึ้น (นันทกฤษณ์ และคณะ, 2547) (ภาษิต และคณะ, 2548)

จากการตรวจสอบข้อมูลการผลิตในปัจจุบันของกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตรองเท้า พบว่าปัญหาสำคัญประการหนึ่งของโรงงานก็คือ การผลิตสินค้าไม่ทันตามคำสั่งซื้อของลูกค้า เนื่องจากไม่สามารถผลิตได้ทันตามแผนการผลิตที่วางไว้ จากการสำรวจสภาพปัญหาเบื้องต้นพบว่า เกิดปัญหาการรอคอยของขั้นตอนการผลิตในหลายๆ ขั้นตอน อันเนื่องมาจากการขาดสมดุลของสายการผลิต ทำให้เกิดเวลาสูญเปล่า ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดความสูญเสียทรัพยากรโดยไม่จำเป็นไม่ว่าจะเป็นในส่วนของคนงานหรือเครื่องจักร ซึ่งวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตรองเท้ากีฬาโดยเทคนิคการศึกษางานและการจัดสมดุลสายการผลิต

ทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย

2.1 การคำนวณหาจำนวนรอบเวลาที่เหมาะสม

วันชัย(2548) บริษัท Maytag ได้ออกแบบตารางในการคำนวณหาจำนวนรอบเวลาที่เหมาะสมในการศึกษาเวลาโดยอาศัยหลักการของการกระจายข้อมูลแบบ t-distribution ที่ระดับความคลาดเคลื่อน ±5% และระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อความสะดวกในการใช้งาน ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับแพร่หลายในการศึกษาเวลาการทำงาน แสดงดังภาพที่ 1

Table D Number of Time Study Reading N' Required for ±5 % Precision and 9
Confidence Level

$\frac{R}{\bar{X}}$	Data from Sample of 5	10	$\frac{R}{\bar{X}}$	Data from Sample of 5	10	$\frac{R}{\bar{X}}$	Data from Sample of 5	1
.10	3	2	.42	52	30	.74	162	9
.12	4	2	.44	57	33	.76	171	9
.14	6	3	.46	63	36	.78	180	10
.16	8	4	.48	68	39	.80	190	10
.18	10	6	.50	74	42	.82	199	11
.20	12	7	.52	80	46	.84	209	11
.22	14	8	.54	86	49	.86	218	12
.24	17	10	.56	93	53	.88	229	13
.26	20	11	.58	100	57	.90	239	13
.28	23	13	.60	107	61	.92	250	14
.30	27	15	.62	114	65	.94	261	14
.32	30	17	.64	121	69	.96	273	15
.34	34	20	.66	129	74	.98	284	16
.36	38	22	.68	137	78	1.00	296	16
.38	43	24	.70	145	83			
.40	47	27	.72	153	88			

R = range of time for sample, which is equal to high time study elemental value minus low time study elemental value.

$\bar{X}$ = average time value of element for sample. (For ±10% precision and 95% confidence level, divide answer by 4.)

ภาพที่ 1 แสดงจำนวนตัวอย่างของรอบเวลาที่ใช้โดย Maytag

2.2 การคำนวณหาเวลามาตรฐาน

วันชัย(2548) ได้อธิบายวิธีการในการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานเอาไว้ดังสมการที่ (1)

Std = NT + (NT*%Allowance) (1)

เมื่อ Std = เวลามาตรฐาน

NT = เวลาปกติ

Allowance = ค่าเวลาเผื่อ (%)

ซึ่งเวลาปกติสามารถคำนวณได้โดยสมการที่ (2)

NT= ST*Performance Rating (2)

เมื่อ ST = เวลาที่เลือก

Rating = ค่าอัตราความเร็วคนงาน

2.3 การจัดสมดุลสายการผลิต

(อภินันทนา, 2552) ได้อธิบายวิธีการหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียสมดุลสายการผลิตเอาไว้ดังสมการที่ (3)

$$D = \frac{nTc - Twc}{nTC} \quad (3)$$

เมื่อ D = เปอร์เซ็นต์การสูญเสียสมดุล

สายการผลิต

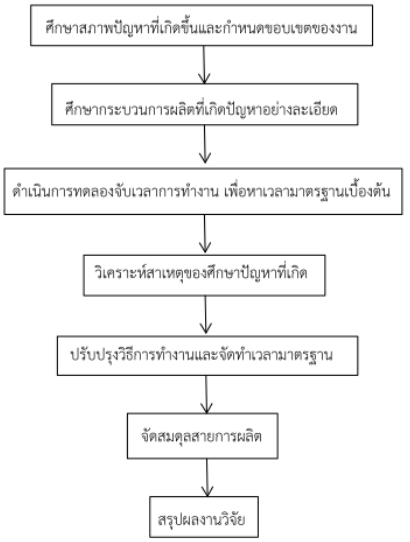
n = จำนวนสถานีงาน

Tc = รอบเวลาการผลิต

Twc = เวลางานทั้งหมด

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งกระบวนการดำเนินงานออกเป็น 7 ขั้นตอนโดยมีลำดับขั้นตอนภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงกระบวนการในงานวิจัย

ผลการดำเนินงาน

4.1 ศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นและกำหนดขอบเขตของงานจากการสำรวจข้อมูลการผลิตเบื้องต้นพบว่าในปัจจุบันกระบวนการผลิตรองเท้าผ้าใบรุ่น VULSTAR ML SCW W ของโรงงานมีการผลิตรองเท้าไม่เป็นไปตามเป้าหมายหรือแผนการผลิตที่กำหนดไว้ ซึ่งในบางครั้งทำให้เกิดปัญหาการค้างส่งสินค้าต่อลูกค้าเป็นผลให้เกิดผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของทางโรงงาน โดยสาเหตุหนึ่งของความล่าช้าก็คือปัญหาความผิดพลาดหรือความบกพร่องที่เกิดในกระบวนการทำงานทำให้สูญเสียเวลาในการปรับแก้งาน จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้มีแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการผลิตของรองเท้ารุ่นดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำให้สามารถลดเวลาการผลิตให้น้อยลงกว่าเดิมซึ่งจะทำให้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้

4.2 ศึกษากระบวนการผลิตที่เกิดปัญหาอย่างละเอียดกระบวนการผลิตและประกอบรองเท้าผ้าใบรุ่น VULSTAR ML SCW W สามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็น 37 ขั้นตอน สามารถสรุปรายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ดังตารางที่ 1

4.3 ทดลองจับเวลาการทำงานผู้วิจัยทำการจับเวลาของกระบวนการผลิตขั้นตอนต่าง ๆ ทั้ง 37 ขั้นตอนโดยใช้หลักการของตาราง Maytag ในการกำหนดจำนวนรอบในการจับเวลา ซึ่งเป็นวิธีการได้รับการยอมรับและใช้กันอย่างกว้างขวางในเทคนิคการศึกษาการทำงาน โดย ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการจับเวลาเบื้องต้นของทุกขั้นตอนเป็นจำนวน 10 ครั้ง ตามหลักการของ Maytag ซึ่งผลจากการพิจารณาพบว่าจำนวนตัวอย่างดังกล่าวมีค่าเพียงพอทางสถิติ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2

ผลจากการหาจำนวนรอบเวลาตัวอย่างโดยใช้ตาราง Maytag พบว่าจำนวนครั้งจากการจับเวลาครั้งแรกจำนวน 10 ครั้งเป็นจำนวนที่เพียงพอแล้ว จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการคำนวณหาเวลามาตรฐานตามสูตรที่ (1) โดยกำหนดระยะเวลาเผื่อสำหรับความจำเป็นส่วนบุคคล 5% สำหรับความเมื่อยล้าเบื้องต้น 4% เมื่อยล้าจากการยืน2% เมื่อยล้าจากสภาพอากาศ 2% และ จากระดับความเอาใจใส่งานปานกลาง 3% รวมเท่ากับ 16% ซึ่งเป็นการประเมินมาจากวิศวกรหัวหน้างานโดยใช้ตารางเวลาเผื่อที่แนะนำโดยวันชัย (2548) สำหรับค่า Performance Rating ทางวิศวกรหัวหน้างานได้ประเมินค่าอัตราความเร็วในการทำงานเท่ากับ 0 ซึ่งทำให้สามารถแทนค่า NT ด้วยค่า ST ได้เลย ซึ่งค่าเวลามาตรฐานที่คำนวณได้แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1 แสดงขั้นตอนการผลิต 37 ขั้นตอน

ลำดับ	ขั้นตอน	ลำดับ	ขั้นตอน
1	สโตร์เบล	20	กลิ้งโป๊ว 4 mm
2	ร้อยเชือก	21	ทากาวก่อนวนสาย
3	อบไอน้ำ	22	เช็ดน้ำมันและ ทากาวสายวน
4	ปล่อยหุ่นครอบหน้าผ้าใส่กระดาษแก้ว	23	วนสายวน
5	เข้าหุ่น	24	กลิ้งขอบล่างสายวน
6	มั้งส้นและวัดส้นหลัง	25	ตัดมีดไฟสายวน
7	มัดเชือก	26	อัดสายวน
8	วาดเส้นรอบตัว	27	กลิ้งขอบบนสายวน
9	ปาดกาวตัว WCS 1,2 รอบที่1	28	ทากาวก่อนติดหัวหยักและก่อนติดตรายาง
10	ปาดกาวตัว WCS 1,2 รอบที่2	29	เช็ดน้ำมัน ทากาวหัวหยัก และติดหัวหยัก
11	เช็ดน้ำมันและวนสายโป๊ว	30	เช็ดน้ำมันตรายาง ทากาวยาง และ ติดตรายาง
12	อัดสายโป๊ว	31	อัดหัวหยักและอัดตายาง
13	ทากาวสายโป๊วก่อนติดพื้น	32	ตัดมีดไฟหัวหยัก
14	บั๊วพื้นและเป่าฝุ่น	33	กลิ้งหัวหยักและกลิ้งตรายาง
15	ทากาวพื้น	34	แกะเชือกดึงยางรองลิ้น
16	ติดพื้น	35	ทำความสะอาด
17	อัดพื้น	36	ซ่อมงาน
18	ทากาวขอบพื้น	37	QA ตรวจเช็ค
19	โป๊ว 4 mm รอบตัว		

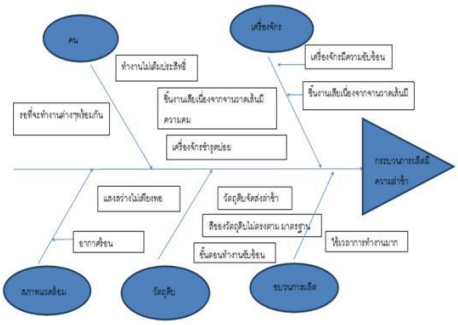
ตารางที่ 2 แสดงจำนวนรอบของเวลาตัวอย่างโดยตาราง Maytag

ขั้นตอน	Rang/ Mean	จำนวน รอบ	ขั้นตอน	Rang/ Mean	จำนวน รอบ
1.สโตร์เบล	0.16	4	20.กลิ้งโป๊ว 4 mm	0.18	6
2.ร้อยเชือก	0.12	2	21.ทากาวก่อนวนสาย	0.17	5
3.อบไอน้ำ	0.19	7	22.เช็ดน้ำมันและทากาวสายวน	0.16	4
4.ปล่อยหุ่นครอบหน้าผ้าใส่กระดาษแก้ว	0.11	2	23.วนสายวน	0.20	7
5.เข้าหุ่น	0.22	8	24.กลิ้งขอบล่างสายวน	0.12	2
6.มั้งส้นและวัดส้นหลัง	0.17	5	25.ตัดมีดไฟสายวน	0.10	2
7.มัดเชือก	0.14	3	26.อัดสายวน	0.11	2
8.วาดเส้นรอบตัว	0.10	2	27.กลิ้งขอบบนสายวน	0.13	3
9.ปาดกาวตัว WCS 1,2 รอบที่1	0.08	2	28.ทากาวก่อนติดหัวหยักและก่อนติดตรายาง	0.19	7
10.ปาดกาวตัว WCS 1,2 รอบที่2	0.11	2	29.เช็ดน้ำมัน ทากาวหัวหยักและติดหัวหยัก	0.24	10
11.เช็ดน้ำมันและวนสายโป๊ว	0.11	2	30.เช็ดน้ำมันตรายาง ทากาวายาง และ ติดตรายาง	0.16	4
12.อัดสายโป๊ว	0.18	6	31.อัดหัวหยักและอัดตายาง	0.12	2
13.ทากาวสายโป๊วก่อนติดพื้น	0.18	6	32.ตัดมีดไฟหัวหยัก	0.14	3
14.บั๊วพื้นและเป่าฝุ่น	0.19	7	33.กลิ้งหัวหยักและกลิ้งตรายาง	0.22	8
15.ทากาวพื้น	0.19	7	34.แกะเชือกดึงยางรองลิ้น	0.24	10
16.ติดพื้น	0.15	4	35.ทำความสะอาด	0.14	3
17.อัดพื้น	0.17	5	36.ซ่อมงาน	0.11	2
18.ทากาวขอบพื้น	0.17	5	37.QA ตรวจเช็ค	0.11	2
19.โป๊ว 4 mm รอบตัว	0.11	2			

ตารางที่ 3 แสดงเวลามาตรฐานของแต่ละขั้นตอน

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	NT (วินาที)	Std (วินาที)	ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	NT (วินาที)	Std (วินาที)
1	สโตร์เบล	25.17	29.19	20	กลิ้งโป๊ว 4 mm	16.53	19.17
2	ร้อยเชือก	30.32	35.16	21	ทากาวก่อนวนสาย	25.34	29.39
3	อบไอน้ำ	23.74	27.53	22	เช็ดน้ำมันและ ทากาวสายวน	30.70	35.60
4	ปล่อยหุ่นครอบหน้าผ้าใส่กระดาษแก้ว	52.84	61.28	23	วนสายวน	17.21	19.96
5	เข้าหุ่น	20.83	24.15	24	กลิ้งขอบล่างสายวน	27.26	31.61
6	มั้งส้นและวัดส้นหลัง	25.34	29.39	25	ตัดมีดไฟสายวน	28.14	32.64
7	มัดเชือก	28.30	32.82	26	อัดสายวน	33.93	39.35
8	วาดเส้นรอบตัว	68.59	79.55	27	กลิ้งขอบบนสายวน	52.91	61.37
9	ปาดกาวตัว WCS 1,2 รอบที่1	51.91	60.21	28	ทากาวก่อนติดหัวหยักและก่อนติดตรายาง	26.31	30.52
10	ปาดกาวตัว WCS 1,2 รอบที่2	51.53	59.76	29	เช็ดน้ำมัน ทากาวหัวหยัก และติดหัวหยัก	17.58	20.38
11	เช็ดน้ำมันและวนสายโป๊ว	51.78	60.05	30	เช็ดน้ำมันตรายาง ทากาวายาง และ ติดตรายาง	25.19	29.21
12	อัดสายโป๊ว	25.81	29.94	31	อัดหัวหยักและอัดตรายาง	36.43	42.77
13	ทากาวสายโป๊วก่อนติดพื้น	25.75	29.86	32	ตัดมีดไฟหัวหยัก	25.76	29.81
14	บั๊วพื้นและเป่าฝุ่น	25.89	30.02	33	กลิ้งหัวหยักและกลิ้งตรายาง	17.31	19.27
15	ทากาวพื้น	16.58	19.23	34	แกะเชือกดึงยางรองลิ้น	17.1	20.09
16	ติดพื้น	30.87	35.80	35	ทำความสะอาด	25.34	29.34
17	อัดพื้น	26.66	30.92	36	ซ่อมงาน	26.72	29.74
18	ทากาวขอบพื้น	30.01	34.81	37	QA ตรวจเช็ค	26.23	30.30
19	โป๊ว 4 mm รอบตัว	50.76	58.87		**รวม**	1,137.3	1,319.09

4.4 การวิเคราะห์สาเหตุและการออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหาในการวิเคราะห์เลือกขั้นตอนที่จะทำการแก้ไขเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตผู้วิจัยได้พิจารณาในกระบวนการผลิตประกอบที่ใช้เวลาสูงซึ่งขั้นตอนเหล่านั้นจะมีผลทำให้ใช้เวลาในการผลิตมากและใช้แผนผังกระบวนการทำงานและแผนผังการไหลเพื่อวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนเหล่านั้น ซึ่งจากข้อมูลเวลาการผลิตเบื้องต้นจากตารางที่ 3 พบว่าขั้นตอนที่ใช้เวลาในการผลิตสูงที่สุดคือขั้นตอนการวาดเส้นรอบตัว (MARKING AROUND) ใช้เวลา 79.55 วินาที (รวมเวลาเผื่อ) และจากการวิเคราะห์ขั้นตอนดังกล่าวยังพบว่าเกิดปัญหาความล่าช้าอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในการทำงานอยู่บ่อยครั้ง ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้แผนผังวิเคราะห์เหตุและผลในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาในขั้นตอนดังกล่าวแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงการวิเคราะห์สาเหตุความล่าช้าโดยแผนผังวิเคราะห์เหตุและผล

ผู้วิจัยศึกษาขั้นตอนการวาดเส้นรองเท้าอย่างละเอียดโดยใช้แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานดังภาพที่ 4

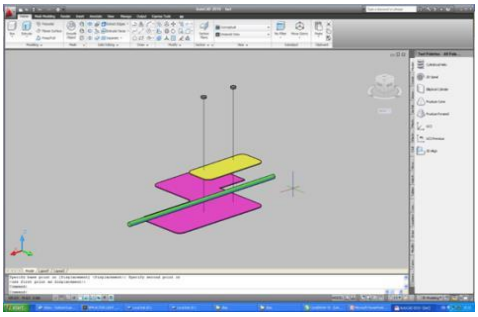
แผนภูมิวิเคราะห์กระบวนการทำงาน ☐ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร

แผนภูมิหมายเลข 01 แผ่นที่ 1	สรุปผล				
ชื่อโรงงาน : บางกอกรับเบอร์ (จำกัดมหาชน)	สัญญลักษณ์		ปัจจุบัน	เสนอ	ลดลง
กรรมวิธี : การวาดเส้นรองเท้า	การปฏิบัติการ	○	2	1	1
	การเคลื่อนย้าย	⇨	3	2	1
	การรอคอย	D	2	0	2
วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีเสนอ ☐	การตรวจสอบ	□	2	1	1
ต้นหน่วยที่ตั้ง : แผนกประกอบรองเท้า	การเก็บรักษา	▽	0	0	0
ผู้บันทึก : พิมพ์ วันที่ 8 มีนาคม 2556	ระยะทาง		2.7 m.	1	1.7 m.
ผู้อนุมัติประเทือง วันที่ 11 มีนาคม 2556	เวลา				

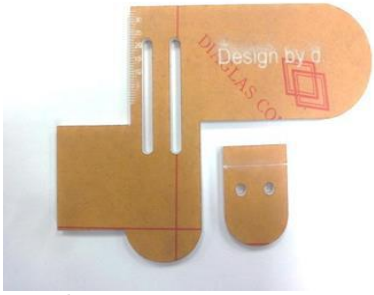
รายการ	จำนวน	ระยะทาง	เวลา	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
จับชิ้นงาน		1 m.	2.15						
ปรับเครื่องจักรเครื่องที่ 1			2.0						
นำชิ้นงานเข้าเครื่องวาดเส้น เครื่องที่ 1			25.01						
ตรวจเช็คความสูงของเส้นวาด 1			2.14						
ย้ายชิ้นงานจากเครื่องที่ 1 ไปยังเครื่องที่ 2		0.6 m.	2.76						
ปรับเครื่องจักรเครื่องที่ 2			2.23						
นำชิ้นงานเข้าเครื่องวาดเส้น เครื่องที่ 2			27.22						
ตรวจเช็คความสูงของเส้นวาด2			1.76						
ส่งชิ้นงานให้กับจังหวะต่อไป		1.1 m.	3.29						
รวม		2.7 M.	68.59	2	3	2	2	0	

ภาพที่ 4 แสดงแผนภูมิวิเคราะห์การทำงานขั้นตอนการวาดเส้นรองเท้า

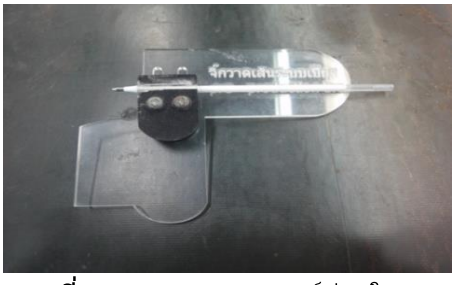
4.5 การออกแบบแนวทางแก้ไขและหาเวลามาตรฐานใหม่จากแผนผังแสดงเหตุและผลและแผนภูมิวิเคราะห์การทำงาน ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหาความล่าช้าในขั้นตอนดังกล่าวด้วยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงานโดยออกแบบอุปกรณ์การวาดเส้นเพื่อลดเวลาและลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดยเครื่องมือช่วยในการวาดเส้นที่ออกแบบแสดงดังภาพที่ 5-8



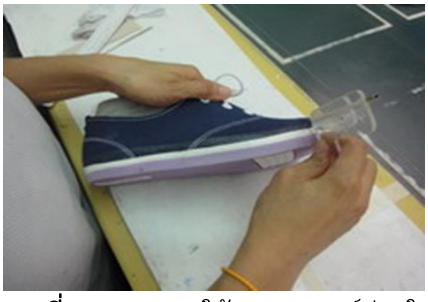
ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างการออกแบบอุปกรณ์โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 6 แสดงการออกแบบโดยโปรแกรมเขียนแบบ



ภาพที่ 7 แสดงภาพอุปกรณ์ช่วยในการวาดเส้นที่สร้างใหม่



ภาพที่ 8 แสดงการใช้งานอุปกรณ์ช่วยในการวาดเส้น

ผลจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการออกแบบและสร้างอุปกรณ์มาช่วยในขั้นตอนการวาดเส้น ทำให้สามารถลดเวลาในกระบวนการดังกล่าวเหลือเพียง 19.03 วินาที จากเดิม 79.55 วินาที หรือลดลง 60 52 วินาที โดยช่วยในการทำงานทำให้สามารถลดเวลาในการทำงานจากเดิม 1,319.09 วินาที ลงเหลือเพียง 1,258.57 วินาที

4.6. จัดสมดุลสายการผลิต

4.6.1 วิเคราะห์สมดุลสายการผลิตในปัจจุบันกระบวนการผลิตในปัจจุบันได้

แบ่งสถานีงานออกเป็น 10 สถานีงาน ดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงสถานีงานและเวลาที่ใช้ของแต่ละสถานีในปัจจุบัน

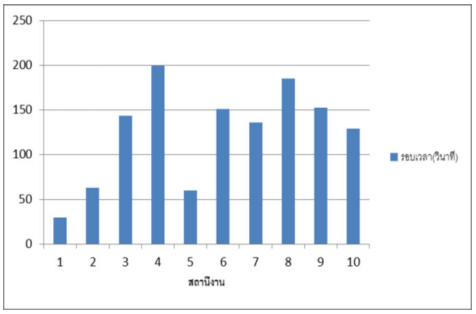
สถานีงาน	งานย่อย	รอบเวลา (วินาที)	เวลาสูญเปล่า (วินาที)
1	1	29.19	170.24
2	2,3	62.56	136.87
3	4,5,6,7	147.58	51.83
4	8,9,10,11	199.13	0-
5	12,13	59.78	139.65
6	14,15,16,17,18	150.82	48.61
7	19,20,21,22	143.01.4	56.40
8	23,24,25,26,27	184.83	14.6
9	28,29,30,31,32	152.59	46.75
10	33,34,35,36,37	128.92	70.49
	เวลารวม(วินาที)	**1,258.57**	

จากข้อมูลในตารางที่4 สามารถคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียความสมดุลตามสมการที่ (3) ได้ดังนี้

$$D = \frac{(10 * 199.43) - 1258.77}{10 * 199.43}$$

$$= 0.369 \text{ or } 36.9\,\%$$

พบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียความสมดุลเท่ากับ 36.9 % ค่าประสิทธิภาพสายการผลิตจะมีค่าเท่ากับ 63.1 %



ภาพที่ 9 แสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงาน

เมื่อพิจารณาถึงเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานตามภาพที่ 9 พบว่าสายการผลิตยังขาดความสมดุลสังเกตได้จากเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานยังขาดความสม่ำเสมอทำให้เกิดปัญหาการรอคอยสายการผลิต

4.6.2 ปรับสมดุลสายการผลิตใหม่

จากกระบวนการผลิตในปัจจุบันมีรอบเวลาการผลิตเท่ากับ 199.43 วินาที ซึ่งมากกว่าความต้องการของโรงงานซึ่งกำหนดไว้ที่ 180 วินาที นอกจากนั้นทางโรงงานยังต้องการเพิ่มค่าประสิทธิภาพสายการผลิตเพื่อลดเวลาในการรอคอยในแต่ละสถานีงาน ดังนั้นการทดลองแนวทางแก้ไขปัญหาการขาดสมดุลของสายการผลิตดังกล่าวโดยใช้วิธีการ (1) กฎเกณฑ์การกำหนดโดยใช้ค่าสูงสุด และ (2) วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง

1. กฎเกณฑ์การกำหนดโดยใช้ค่าสูงสุด (Largest Candidate Rule)

ผู้วิจัยทำการเรียงลำดับเวลาที่ใช้ของงาน
ย่อยจากสูงสุดไปต่ำสุดแสดงดังตารางที่ 5

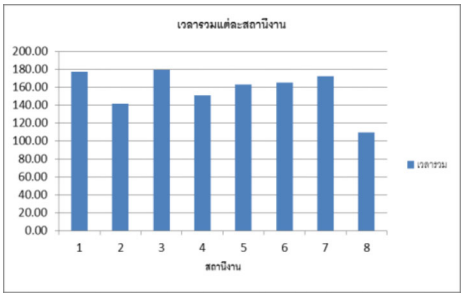
ตารางที่ 5 แสดงการเรียงลำดับเวลาของงานย่อยจากสูงสุดไปต่ำสุด

ลำดับ	งานย่อย	เวลา(วินาที)	งานก่อนหน้า	ลำดับ	งานย่อย	เวลา(วินาที)	งานก่อนหน้า
1	27	61.37	26	20	12	29.93	11
2	4	61.27	3	21	13	29.85	12
3	9	60.21	8	22	32	29.81	31
4	11	60.04	10	23	36	29.73	35
5	10	59.75	9	24	21	29.39	20
6	19	58.86	18	25	6	29.35	5
7	31	42.76	30	26	35	29.34	34
8	26	39.33	25	27	30	29.20	29
9	16	35.85	15	28	1	29.19	-
10	22	35.59	21	29	3	27.52	2
11	2	35.04	1	30	5	24.15	4
12	18	34.81	17	31	29	20.38	28
13	7	32.81	6	32	34	20.09	33
14	25	32.64	24	33	23	19.88	22
15	24	31.60	23	34	33	19.47	32
16	17	30.92	16	35	8	19.42	7
17	28	30.51	27	36	15	19.22	14
18	37	30.29	36	37	20	19.17	19
19	14	30.02	13				

ผู้วิจัยได้ทำการจัดสถานีงานใหม่ตามหลักการ กฎเกณฑ์การกำหนดโดยใช้ค่าสูงสุด (Largest Candidate Rule) พบว่าสามารถลดจำนวนสถานีงานลงเหลือ 8 สถานีงาน แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงผลสรุปสถานีงานตามวิธีค่าสูงสุด

สถานีงาน	งานย่อย	เวลาที่ใช้ (วินาที)	เวลาสูญเปล่า(วินาที)
1	1,2,3,4,5	177.17	2.41
2	6,7,8,9	141.79	37.79
3	10,11,12,13	179.58	0.00
4	14,15,16,17,18	150.81	28.77
5	19,20,21,22,23	162.89	16.69
6	24,25,26,27	164.94	14.64
7	28,29,30,31,32,33	171.94	7.44
8	34,35,36,37	109.45	70.13
	เวลารวม(วินาที)	**1,258.57**	



ภาพที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีหลังปรับปรุง

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียความสมดุลได้ดังนี้

$$D = \frac{(8 * 179.59) - 1258.57}{8 * 179.59}$$

$$= 0.124 \text{ or } 12.4\%$$

ผลจากการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ด้วยวิธี กฎเกณฑ์การกำหนดโดยใช้ค่าสูงสุด (Largest Candidate Rule) พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียความสมดุลของสายการผลิตลดลงเหลือเพียง 12.4 % ทำให้ค่าประสิทธิภาพสายการผลิตใหม่มีค่าเท่ากับ 87.6 %

2. วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง ทำการกำหนดระยะเวลาสะสมของงานโดยเรียงลำดับจากงานที่มีเวลาสะสมมากที่สุดไปน้อยที่สุดแสดงรายละเอียดดังตารางที่แล้วเลือกงานในแต่ละสถานีงานโดยพิจารณาระยะเวลาสะสมรวมมากที่สุดและลำดับก่อนหลังของงานเป็นสำคัญแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงระยะเวลาสะสมและลำดับงานก่อนหน้าของงานย่อยแต่ละงาน

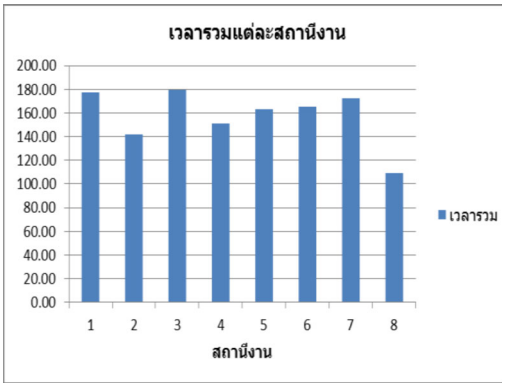
ลำดับที่	งานย่อย	น้ำหนักตำแหน่ง (วินาที)	เวลาที่ใช้ของงานย่อย (วินาที)	งานก่อนหน้า	ลำดับที่	งานย่อย	น้ำหนักตำแหน่ง (วินาที)	เวลาที่ใช้ของงานย่อย (วินาที)	งานก่อนหน้า
1	1	1258.77	29.19	-	20	20	550.56	19.17	19
2	2	1229.57	35.04	1	21	21	531.39	29.39	20
3	3	1194.54	27.52	2	22	22	502.00	35.59	21
4	4	1167.01	61.27	3	23	23	466.40	19.88	22
5	5	1105.74	24.15	4	24	24	446.52	31.60	23
6	6	1081.59	29.35	5	25	25	414.92	32.64	24
7	7	1052.24	32.81	6	26	26	382.28	39.33	25
8	8	1019.43	19.42	7	27	27	342.95	61.37	26
9	9	1000.01	60.21	8	28	28	281.59	30.51	27
10	10	939.81	59.75	9	29	29	251.07	20.38	28
11	11	880.06	60.04	10	30	30	230.70	29.20	29
12	12	820.01	29.93	11	31	31	201.49	42.76	30
13	13	790.08	29.85	12	32	32	158.73	29.81	31
14	14	760.23	30.02	13	33	33	128.92	19.47	32
15	15	730.21	19.22	14	34	34	109.45	20.09	33
16	16	710.99	35.85	15	35	35	89.36	29.34	34
17	17	675.14	30.92	16	36	36	60.02	29.73	35
18	18	644.22	34.81	17	37	37	30.29	30.29	36
19	19	609.42	58.86	18					

ผู้วิจัยได้ทำการจัดสถานีงานใหม่ตามหลักการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง พบว่าสามารถลดจำนวนสถานีงานลงเหลือเพียง 8 สถานีงานแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงผลการจัดสถานีงานด้วยวิธีวิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง

สถานีงาน	งานในสถานี	เวลาในสถานีงาน (วินาที)
1	1,2,3,4,5	177.17
2	6,7,8,9	141.79
3	10,11,12,13	179.58
4	14,15,16,17,18	150.81
5	19,20,21,22,23	162.89
6	24,25,26,27	164.94
7	28,29,30,31,32,33	171.94
8	34,35,36,37	109.45
	เวลารวม(วินาที)	**1,258.57**

การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานแสดงดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีหลังปรับปรุง

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียความสมดุล ได้ดังนี้

$$D = \frac{(8 * 179.59) - 1{,}258.57}{8 * 179.59}$$

$$= 0.124 \text{ or } 12.4\%$$

ผลจากการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ด้วยวิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียความสมดุลของสายการผลิตลดลงเหลือเพียง 12.4 % ทำให้ค่าประสิทธิภาพสายการผลิตใหม่มีค่าเท่ากับ 87.6 %

5 สรุปผลและอภิปรายผลงานวิจัย

จากการศึกษาปัญหาความล่าช้าในกระบวนการผลิตรองเท้ากีฬาของโรงงานกรณีศึกษาพบว่า สาเหตุความล่าช้าที่สำคัญ 2 ประการ คือ การใช้เวลาที่นานเกินไปในกระบวนการผลิตบางขั้นตอนและทำให้เกิดของเสียทำให้ต้องเสียเวลาในการแก้ไขปรับปรุง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคการศึกษาเวลาการทำงานใน จากการศึกษาพบว่าเวลามาตรฐานเบื้องต้นก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 1,319.09 วินาที และหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานใหม่โดยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานทำให้สามารถลดเวลาการ

ทำงานลงเหลือ 1,258.57 วินาที ลดลง 60.52 คิดเป็น 4.6 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการประเมินค่า Performance Rating ของพนักงานในการทดลองจับเวลาผู้วิจัยและวิศวกรหัวหน้างานได้ทำการประเมินด้วยค่าเฉลี่ยของพนักงานซึ่งอาจทำให้ผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงไปบ้าง หลังจากนั้นได้ทำการศึกษาสมดุลสายการผลิตพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียค่อนข้างสูงจึงทำการปรับปรุงใหม่โดยใช้เทคนิค ปรับสมดุลสายการผลิตใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตให้สูงขึ้นผลสรุปแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงจำนวนสถานีงานและประสิทธิภาพสายการผลิตก่อนและหลังปรับปรุง

สายการผลิต	จำนวนสถานีงาน	% สูญเสียความสมดุล	ประสิทธิภาพสายการผลิต (%)
แบบเดิม	10	36.69	63.31
วิธีค่าสูงสุด	8	12.4	87.6
วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง	8	12.4	87.6

ซึ่งผลการจัดสถานีงานใหม่ด้วยเทคนิคทั้งสองวิธีให้ผลลัพธ์ที่เท่ากันน่าจะมีเหตุผลมาจากกระบวนการผลิตเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

เอกสารอ้างอิง

นันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร (2547). การประยุกต์ใช้วิศวกรรมวิธีและการวัดงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในบริษัทผลิตรถยนต์ กรณีศึกษาสายการประกอบรถยนต์. **การประชุมวิชาการเครือข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ** พ.ศ. 2547

ภาษิต ทินนาม ปิยะ รนต์ละออง และ สุวภัทร ตั้งผลพูล. (2558). การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตตู้แช่สแตนเลสโดยวิธีการจัดสมดุลสายการผลิต. **วารสารก้าวทันโลก คณะวิทยาสาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา, 15**(2), 13-26

วันชัย ริจิรวนิช. (2548). **การศึกษาการทำงาน: หลักการและกรณีศึกษา**. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อภินันทนา อุดมศักดิกุล. (2552). **การวางแผนและควบคุมการผลิต**. (พิมพ์ครั้งที่ 2).กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แอดวาน วิชั่น เซอร์วิส จำกัด