การประยุกต์ใช้วิธีฮิวริสติกส์สำหรับแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบประเภทที่ 2 กรณีศึกษา : อุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

Application of Heuristic Method for Assembly Line Balancing Problem Type 2: Case Study of Garment Industry

กนกกาญจน์ จิรศิริเลิศ[1]* ทวีศักดิ์ ผิวทวี[2] เจนวิทย์ ตะนุมาตย์[3] วันวิสา หลักหาญ[4] และสุธิรา เถาบุญ[5]

[1*]สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ อ.เมือง จ ศรีสะเกษ 33000
[2,3,4,5]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190
E-mail: ganokgarn.kung@gmail.com*

Ganokgarn Jirasirilerd[1]* Thaweesak Plathawee[2] Jenwit Tanumat[3] Wanwisa Lakhan[4] and SutiraTaobun[5]

[1*]Department of Industrial Management Technology, Faculty of Liberal Arts and Sciences
Sisaket Rajabhat University, Muang, Sisaket, 33000
[2,3,4,5]Department of Industrial Engineering Faculty of Engineering
Ubon ratchatani University, Warin Charmrap, Ubon Ratchathani , 34190
E-mail: ganokgarn.kung@gmail.com*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอและประยุกต์ใช้วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic Method) 3 วิธี สำหรับแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายงานการประกอบประเภทที่ 2 โดยมีการพิจารณาประเภทของเครื่องจักรร่วมด้วยในแต่ละสถานีงาน ซึ่งมีจำนวนสถานีงาน 19 สถานี และประสิทธิภาพของสายงานการประกอบในปัจจุบันเท่ากับ 65.40 เปอร์เซ็นต์ โดยมีวัตถุประสงค์ในการค้นหารอบเวลาการผลิตที่น้อยที่สุด (C) ซึ่งจัดเป็นปัญหาการจัดสมดุลสายงานการประกอบแบบเส้นตรงประเภทที่ 2 (Simple Assembly Line Balancing Type 2 : SALBP-2) จากผลการศึกษาพบว่าการประยุกต์ใช้วิธีฮิวริสติกส์โดยวิธีกฎเกณฑ์เวลาน้อยที่สุด (Minimum Task Time: Min.Time) สามารถลดรอบเวลาการผลิตลงได้จากเดิม 2.950 นาที เป็น 2.687 นาที และสามารถเพิ่มมีประสิทธิภาพของสายงานการประกอบเย็บได้เท่ากับ 71.80 เปอร์เซ็นต์

คำหลัก: การจัดสมดุลสายงานการประกอบแบบเส้นตรงประเภทที่ 2 วิธีกฎเกณฑ์เวลามากที่สุด วิธีกิลบริดจ์ วิธีกฎเกณฑ์เวลาน้อยที่สุด

Abstract

This paper presents the application of 3 heuristic methods for assembly line balancing problem type 2 which considers machinery type in each workstation of 19 workstations and the current efficiency of assembly line is 65.40%. This purpose is to minimize the cycle time as considered in simple assembly line balancing problem type 2 (SALBP-2). The result shows that the proposed method (Minimum Task Time: Min.Time) were able to reduce the cycle time from 2.95 minutes to 2.687 minutes and increase the assembly line effectiveness to 71.80%.

Keywords: Assembly Line Balancing Problem Type 2 Kilbridge and Weter's Method Maximum task time Minimum Task Time

1. บทนำ

ประเทศไทยได้พัฒนาเข้าสู่ประชาคมอาเซียน (Asean Economic Community หรือ AEC) ส่งผลให้การค้าระหว่างประเทศไทยกับประเทศอาเซียนมีการขยายตัวและคล่องตัวมากขึ้น เนื่องจากมีตลาดสำหรับการส่งออกที่ใหญ่ ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องมีฐานการผลิตสินค้าที่รวดเร็วและมีคุณภาพที่ดี แต่การผลิตให้ได้ซึ่งคุณภาพที่ดีนั้นต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านปริมาณการผลิต เวลา และคุณภาพ โดยเฉพาะต้องมีการระบุขั้นตอนในการทำงานให้ชัดเจน ซึ่งถือว่าเป็นปัญหาการจัดสายการประกอบ (Assembly line Balancing Problem) ซึ่งเป็นปัญหารูปแบบหนึ่ง ในปัจจุบันปัญหาเกี่ยวกับการจัดสมดุลสายการประกอบโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป เป็นอุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องใช้แรงงานคนเป็นหลัก เนื่องจากการผลิตมีความประณีตและเอียดในการผลิตของแต่ละขั้นตอนการผลิต ร่วมกับการผลิตโดยใช้เครื่องจักร แต่เนื่องจากการจ้างแรงงานสำหรับการผลิตแต่ละขั้นตอนนั้นส่งผลทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากต้องใช้แรงงานคนทุกขั้นตอน และถึงแม้ว่าแรงงานก่อนเข้าปฏิบัติงานจะมีการฝึกอบรม แต่ทักษะการทำงานของแต่ละคนไม่เท่ากัน จึงทำให้ระบบการผลิตไม่ไหลอย่างต่อเนื่อง หรืออาจเกิดคอขวด (Bottleneck) ดังนั้นจึงต้องประยุกต์ใช้วิธีการจัดสมดุลสายการประกอบมาช่วยในการแก้ปัญหา เนื่องจากปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ช่วยจัดการระบบการผลิต อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนในการผลิต เนื่องจากมีการผลิตที่ดี ใช้เวลาการผลิตต่ำ และไม่ให้เกิดคอขวด (Bottleneck) จึงทำให้ผลิตสินค้าได้ตรงตามความต้องการ พร้อมทั้งยังช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการประกอบอีกด้วย

ปัญหาการจัดสายการประกอบเป็นการกำหนดขั้นตอนงาน (Task) แต่ละขั้นตอนให้กับสถานีงานแต่ละสถานี (Workstation) โดยมีเงื่อนไขของลำดับความสัมพันธ์ของขั้นตอนการทำงานก่อน-หลัง เงื่อนไขของเวลาการทำงานแต่ละสถานีงานที่ควรมีเวลาเฉลี่ยเท่า ๆ กัน ไม่ควรเกินรอบเวลาการผลิต (Cycle time) ซึ่งจะส่งผลต่อให้เกิดเวลาว่างงาน (Idle time) และต้องคำนึงเงื่อนไขอื่น ๆ ที่ต้องนำมาพิจารณาเพิ่ม ดังเช่นกรณีศึกษาที่ผู้วิจัยทำหารศึกษานอกจากมีเงื่อนไขในเรื่องของลำดับความสัมพันธ์ของขั้นตอนการทำงานก่อน-หลัง เวลาการผลิตแล้ว ต้องพิจารณาถึงเงื่อนไขของเครื่องจักรแต่ละประเภทที่ใช้สำหรับขั้นตอนานแต่ละขั้นตอน ดังนั้นปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบจึงเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนในการแก้ปัญหา เนื่องจากจะต้องพิจารณาเงื่อนไขต่าง ๆ พร้อมกัน

บทความนี้จึงมุ่งเน้นการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายงานการประกอบเย็บของอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี เนื่องจากกรณีศึกษาไม่ได้มีวิธีช่วยในการจัดสมดุลสายการประกอบ โดยใช้เพียงประสบการณ์ของวิศวกร หรือหัวหน้างานเท่านั้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้

นำเสนอและประยุกต์ใช้วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic Method) เพื่อหารอบเวลาการผลิตที่น้อยที่สุด (c) และเวลาว่างงานลง (Idle time) พร้อมทั้งสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสายการประกอบได้

2. ทบทวนวรรณกรรม

การจัดสมดุลสายการประกอบ เป็นปัญหาที่สามารถจำแนกได้หลายประเภทตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา [1] โดยแบ่งประเภทของการจัดสมดุลสายการประกอบได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) การจัดสมดุลสายการประกอบแบบเส้นตรง ซึ่งได้แก่

- สายการประกอบแบบเส้นตรงประเภทที่ 1 มีเป้าหมายเพื่อหาจำนวนสถานีงาน (m) ที่น้อยที่สุด
- สายการประกอบแบบเส้นตรงประเภทที่ 2 มีเป้าหมายเพื่อหารอบเวลาการผลิต (c) ที่น้อยที่สุด
- สายการประกอบแบบเส้นตรงประเภทที่ E มีเป้าหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของสายการประกอบสูงที่สุด
- สายการประกอบแบบเส้นตรงประเภทที่ F มีเป้าหมายเพื่อทำให้สายการประกอบของขั้นตอนงานในแต่ละสถานีงานเกิดความสมดุลขึ้นจริง ๆ

2) การจัดสมดุลสายการประกอบแบบทั่วไป ได้แก่

- จัดสมดุลสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์ผสม
- การจัดสมดุลสายการประกอบแบบตัวยู
- การจัดสมดุลสายการประกอบแบบอื่น ๆ

[2] พบว่าปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบเป็นปัญหาแบบ NP- hard ที่มีโครงสร้างการหาคำตอบที่ซับซ้อน ซึ่งมีคำตอบเป็นวงกว้างจะมีคำตอบเพียงคำตอบเดียวเท่านั้นที่เหมาะสมที่สุด จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีนักวิจัยได้พัฒนาและประยุกต์ใช้วิธีฮิวริสติกส์เพื่อแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบ เช่น การประยุกต์ใช้หลักการสุ่มอย่างมีหลักเกณฑ์ (Heuristic Method) โดยวิธีเกณฑ์เวลามากที่สุด (Maximum Task Time) ในการเพิ่มประสิทธิภาพของสายการประกอบในโรงงานผลิตตู้แช่ แห่งหนึ่ง [3] การประยุกต์ใช้วิธีการ Ranked Positional Weight Method วิธี Trial and Error Technique และวิธี COMSOAL ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตชุดชั้นในสตรี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต [4] การประยุกต์ใช้วิธี Maximum task time, วิธี Kilbridge and Weter's Method และวิธี Ranked Positional Weights Method ในการแก้ปัญหาสายการประกอบประเภทที่ 1 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสายการประกอบ [5] การประยุกต์ใช้วิธี Largest Candidate Rule, วิธี Kilbridge and Weter's Method และวิธี Ranked Positional Weights Method ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบแบบเส้นตรงประเภทที่ 1 เพื่อหาสถานีงานที่น้อยที่สุด และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสายการประกอบ [6] การประยุกต์ใช้วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weight Method : RPW) และวิธีคอมโซน (COMSOAL) ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตงานเชื่อมประกอบชิ้นส่วนยานยนต์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต [7]

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าวิธีฮิวริสติกส์สามารถแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายประกอบได้ ดังนั้นในบทความนี้ผู้วิจัยจึงเลือกและนำหลักการหาคำตอบของวิธีฮิวริสติกส์มานำเสนอและประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบ และนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับผลปัจจุบันของกรณีศึกษา

3.วิธีการวิจัย

3.1 ข้อมูลกรณีศึกษา

จากการศึกษาสายงานการประกอบเย็บเสื้อรุ่น 660284 ปัจจุบันของกรณีศึกษา พบว่าเป็นสายงานการประกอบแบบเส้นตรง (Simple Assembly Line Balancing) มีการผลิตสินค้าเป็นแบบชนิดเดียวมีจำนวนขั้นตอนงานทั้งหมด 52 ขั้นตอน ดังภาคผนวก , จำนวนสถานีงาน 19 สถานี ดังตารางที่ 1 และมีเครื่องจักรทั้งหมดอยู่ในสายการประกอบเย็บ 4 ประเภท ซึ่งแบ่งประเภทเครื่องจักรที่ใช้ในสายการ

ประกอบได้ดังนี้ 1) 4OV 2) SN comp 3) 2TBC 1/8 และ 4) 1FLA ตามลำดับ โดยมีรอบเวลาการผลิตเท่ากับ 2.95 นาที และมีประสิทธิภาพของสายงานการประกอบเย็บเท่ากับ 65.40 เปอร์เซ็นต์ ดังสมการที่ 1 ซึ่งการจัดสมดุลสายงานการประกอบเย็บมีวัตถุประสงค์เพื่อหารอบเวลาการผลิตที่น้อยที่สุด (c) ซึ่งเป็นการจัดสมดุลสายงานการประกอบแบบเส้นตรงประเภทที่ 2 (Simple Assembly Line Balancing Type 2 : SALBP-2) เนื่องจากในปัจจุบันการจัดสมดุลสายงานการประกอบของกรณีศึกษานั้นใช้ประสบการณ์ในการจัดขั้นตอนงานลงสถานีงานและแก้ปัญหาเมื่อเกิดปัญหาการผลิต ทำให้มีประสิทธิภาพของสายงานการประกอบเย็บอยู่ในระดับที่ต่ำ

ตารางที่ 1 แสดงขั้นตอนงานที่ถูกจัดลงสถานีงาน (รอบเวลาการผลิตเท่ากับ 2.95 นาที)

สถานีงาน	ขั้นตอนงาน	เวลา (นาที)	เวลาว่างาน (2.95-2.696)	ประเภทเครื่องจักร
1	1,2,4	2.044	0.906	งานมือ,SN comp, 2TBC 1/8
2	5,6,7,8	2.034	0.916	SN comp
3	9,3	1.366	2.045	2TBC 1/8, SN comp
4	12,10,11,21	1.863	1.087	SN comp, 40V
5	14,15,13	1.369	1.581	SN comp, 2TBC 1/8, งานมือ
6	18,19	1.974	0.976	SN comp, 2TBC 1/8
7	16,17	1.565	1.385	SN comp
8	23,24,25,	2.057	0.896	SN comp, 40V
9	29,26,30,22	2.52	0.43	2TBC 1/8 , 40V
10	31,42,32	2.139	0.811	SN comp, 2TBC 1/8, งานมือ
11	27,28,33,34	1.641	1.309	SN comp, 40V
12	43,44	2.186	0.764	SN comp
13	37,38	2.081	0.87	SN comp
14	39,40	2.376	0.575	SN comp
15	35,36,41	1.304	1.646	1FLA
16	47,51	2.696	0.254	40V
17	48,45,46	2.311	0.639	2TBC 1/8 , 40V
18	49,50	2.206	0.744	SN comp
19	52	1.389	1.561	40V
รวม		**36.659**	**19.395**	

สำหรับประสิทธิภาพการทำงานของสายงานการประกอบ (Efficiency of Line Balancing : E) [8] สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1

$$E = \frac{\sum T_{ej}}{nTc} \times 100 \qquad (1)$$

โดยค่า E = ประสิทธิภาพการทำงานของสายงานการผลิต

Tej = เวลาขั้นตอนงานรวม

n = จำนวนสถานีงาน

Tc = รอบเวลาการผลิต

ซึ่งสามารถแสดงการคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของสายงานการประกอบเย็บเสื้อรุ่น 660284 ได้ดังนี้

$$E = \frac{36.639}{19(2.95)} \times 100$$

$$= 65.40\%$$

จากตารางที่ 1 เป็นการแสดงจำนวนสถานีงานของสายงานการประกอบเย็บเสื้อรุ่น 660284 และภาคผนวก แสดงแผนผังของการไหลของขั้นตอนงาน

และประเภทของเครื่องจักรของสายการประกอบเย็บเสื้อรุ่น 660284 ปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา

3.2 วิธีฮิวริสติกส์เพื่อแก้ปัญหากรณีศึกษา

จากปัญหาการจัดสมดุลสายงานการประกอบประกอบประเภทที่ 2 ของกรณีศึกษา ผู้เขียนได้ประยุกต์ใช้และนำเสนอวิธีฮิวริสติกส์ 3 วิธี ได้แก่ 1) วิธีกฎเกณฑ์เวลามากที่สุด (Maximum Task Time: Max.Time) 2) วิธีกิลบริดจ์ (Kilbridge and Weter's Method: KWM) และ 3) วิธีกฎเกณฑ์เวลาน้อยที่สุด (Minimum Task Time: Min.Time) เพื่อแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบประเภทที่ 2 ของกรณีศึกษา มีวิธีการแก้ปัญหาดังนี้

1) วิธีกฎเกณฑ์เวลามากที่สุด (Maximum task time: Max.Time)

วิธีกฎเกณฑ์เวลามากที่สุด (Maximum task time: Max.Time) คือวิธีการนี้ทำการเลือกขั้นตอนงานที่มีเวลาการทำงานมากที่สุดถูกจัดลงสถานีงานก่อน โดยขั้นตอนงานที่ถูกเลือกต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของความสัมพันธ์ลำดับขั้นตอนการทำงานก่อน-หลัง ซึ่ง 1 สถานีงาน สามารถมีเครื่องจักรได้เพียง 2 ประเภทเท่านั้น และเวลารวมของสถานีงานนั้นๆ ต้องไม่เกินรอบเวลาการผลิตของกรณีศึกษา ซึ่งการจัดขั้นตอนงานลงสถานีงานของกรณีศึกษา ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจัดขั้นตอนงานของกรณีศึกษาลงสถานีงานโดยวิธีกฎเกณฑ์เวลามากที่สุด

สถานีงาน	ขั้นตอนงาน	เวลา (นาที)	เวลาว่างาน (2.95-2.696)	ประเภทเครื่องจักร
1	1,47	2.695	0.204	งานมือ, 4OV
2	48,18	2.899	0.000	2TBC 1/8
3	42,51	2.377	0.522	SN com , 4OV
4	43,29	2.702	0.197	SN comp, 2TBC 1/8
5	30,14	1.132	1.767	4OV, 2TBC 1/8
6	31,37	1.05	1.849	2TBC 1/8 , SN comp
7	38,19,4	2.765	0.134	SN comp, 2TBC 1/8
8	39,40	2.376	0.523	SN comp
9	5,6,7,15,8	2.513	0.386	SN comp, งานมือ
10	2,12	0.819	2.080	SN comp , 4OV
11	9,3	0.905	1.994	SN comp, 2TBC 1/8
12	10,11,13, 23,16	2.551	0.348	SN comp
13	17,24,25	2.042	0.857	SN comp, งานมือ, 4OV
14	26,21	1.066	1.833	2TBC 1/8, SN comp
15	20,22,32, 27,28	2.224	0.675	40V, งานมือ
16	33,34,44, 35,36	1.452	1.447	SN comp, 1FLA
17	41,45,46	1.496	1.403	1FLA, 4OV
18	49,50	2.206	0.693	SN comp
19	52	1.389	1.510	2TBC 1/8
รวม		**36.659**	**18.422**	

จากตารางที่ 2 สามารถจัดขั้นตอนงานลงสถานีงานได้ 19 สถานีงาน รอบเวลาการผลิตเท่ากับ 2.899 นาที และมีประสิทธิภาพของสายการประกอบเย็บเท่ากับ 66.55 เปอร์เซ็นต์

2) วิธีกิลบริดจ์ (Kilbridge and Weter's Method: KWM)

วิธีกิลบริดจ์ (Kilbridge and Weter's Method: KWM) เป็นเทคนิคที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาการสมดุลของสายการผลิตที่มีความสลับซับซ้อนได้เป็นผลสำเร็จ โดยแบ่งขั้นตอนงานของแผนผังลำดับขั้นตอนงาน เป็นคอลัมภ์ต่าง ๆ เริ่มจากขั้นตอนงานที่อยู่ด้านซ้ายมือจะได้รับการเลือกและถูกจัดลงสถานีงานก่อน และส่วนของงานอื่น ๆ จะถูกจัดไว้ในสดมภ์ที่อยู่ถัดไปตามลำดับ โดยงานที่ถูกเลือกต้องเป็นไปตามเงื่อนของลำดับขั้นตอนการทำงานก่อน-หลัง ซึ่ง 1 สถานีงานสามารถมีเครื่องจักรได้เพียง 2 ประเภทเท่านั้น และเวลารวมของสถานีงานนั้น ๆ ต้องไม่เกินรอบเวลาการผลิตของกรณีศึกษา ซึ่งการจัดขั้นตอนงานลงสถานีงานของกรณีศึกษา ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การจัดขั้นตอนงานของกรณีศึกษาลงสถานีงานโดยวิธีกิลบริดจ์

สถานีงาน	ขั้นตอนงาน	เวลา (นาที)	เวลาว่างาน (2.95-2.726)	ประเภทเครื่องจักร
1	1,2,4	2.044	0.682	งานมือ, SN Comp, 2TBC1/8
2	12,14,18	2.225	0.501	4OV, 2TBC1/8
3	21,23,29	1.554	1.172	2TBC1/8, SN Comp
4	37,42	1.770	0.956	SN Comp
5	47,51	2.696	0.030	SN Comp, 4OV
6	5,15,19	1.690	1.036	งานมือ, SN Comp
7	24,30,38	2.726	0.000	งานมือ, SN Comp, 40V
8	43	1.886	0.840	SN Comp
9	48,6	2.193	0.533	2TBC1/8, SN Comp
10	25,31	1.210	1.516	4OV, 2TBC1/8
11	39,44,7	2.351	0.375	SN Comp
12	26,32,40	1.866	0.860	2TBC1/8, งานมือ, SN Comp,
13	8,9,3	1.366	1.360	SN Comp, 2TBC1/8
14	10,11,13,16	2.199	0.527	SN Comp
15	17,20,22,27	2.148	0.578	SN Comp, 4OV
16	28,33,34	1.150	1.576	4OV, SN Comp
17	35,36,41	1.304	1.422	1FLA
18	45,46,49	1.789	0.937	4OV, SN Comp
19	50,52	2.492	0.234	SN Comp, 2TBC1/8
รวม		**36.659**	**15.135**	

จากตารางที่ 3 สามารถจัดขั้นตอนงานลงสถานีงานได้ 19 สถานีงาน รอบเวลาการผลิตเท่ากับ 2.726 นาที และมีประสิทธิภาพของสายการประกอบเย็บเท่ากับ 71.22 เปอร์เซ็นต์

3) วิธีกฎเกณฑ์เวลาน้อยที่สุด (Minimum Task Time: Min.Time)

วิธีกฎเกณฑ์เวลาน้อยที่สุด (Minimum task time: Min.Time) จะคล้ายกับ วิธีกฎเกณฑ์เวลามากที่สุด (Maximum task time: Max.Time) คือ วิธีกฎเกณฑ์เวลาน้อยที่สุดนี้ทำการเลือกขั้นตอนงานที่มีเวลาการทำงานน้อยที่สุดถูกจัดลงสถานีงานก่อน โดยงานที่ถูกเลือกต้องเป็นไปตามเงื่อนของลำดับขั้นตอนการทำงานก่อน-หลัง ซึ่ง 1 สถานีงานสามารถมีเครื่องจักรได้เพียง 2 ประเภทเท่านั้น และเวลารวมของสถานีงานนั้นๆ ต้องไม่เกินรอบเวลาการผลิต ซึ่งการจัดขั้นตอนงานลงสถานีงานของกรณีศึกษา ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การจัดขั้นตอนงานของกรณีศึกษาลงสถานีงาน โดยวิธีกฎเกณฑ์เวลาน้อยที่สุด

สถานีงาน	ขั้นตอนงาน	เวลา (นาที)	เวลาว่างงาน (2.95-2.696)	ประเภทเครื่องจักร
1	1,23,21,2,12	2.687	0.000	SN comp, งานมือ ,4OV
2	4,14,15,37	2.049	0.638	SN comp, งานมือ ,2TBC 1/8
3	24,5,6	1.654	1.033	งานมือ, SN comp
4	7,8,9,3	1.86	0.827	SN comp, 2TBC 1/8
5	10,11,13,25	2.100	0.587	4OV, SN comp
6	26,29,30	2.09	0.597	2TBC 1/8, 4OV
7	31,32,18	2.167	0.520	งานมือ, 2TBC 1/8
8	19,16,17	2.266	0.421	SN comp
9	20,22,27,28,29	2.186	0.501	4OV, 2TBC 1/8
10	34,51,	1.46	1.227	4OV, SN comp
11	42	1.246	1.028	SN comp
12	38	1.557	0.717	SN comp
13	39	1.557	0.717	SN comp
14	40,35,36	1.313	0.961	1FLA , SN comp
15	43,44	2.186	0.088	SN comp
16	47,41	2.375	0.312	4OV,1FLA
17	48,45,46	2.311	0.376	4OV,2TBC 1/8
18	49,50	2.206	0.481	SN comp
19	52	1.389	1.298	2TBC 1/8
รวม		36.659	12.329	

จากตารางที่ 4 สามารถจัดขั้นตอนงานลงสถานีงานได้ 19 สถานีงาน รอบเวลาการผลิตเท่ากับ 2.687 นาที และมีประสิทธิภาพของสายการประกอบเย็บเท่ากับ 71.80 เปอร์เซ็นต์

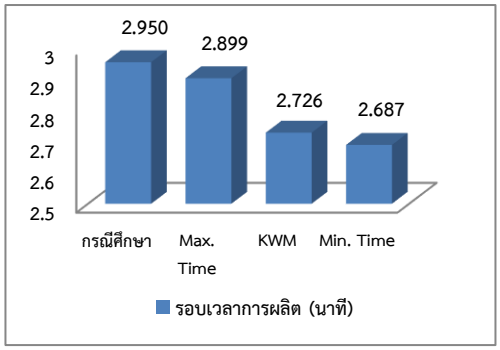
4. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาและนำวิธีการฮิวริสติกส์ทั้ง 3 วิธี ได้แก่ 1) วิธีกฎเกณฑ์เวลามากที่สุด (Maximum Task Time: Max.Time) 2) วิธีกิลบริดจ์ (Kilbridge and Weter's Method: KWM) และ 3) วิธีกฎเกณฑ์เวลาน้อยที่สุด (Minimum Task Time: Min.Time) เพื่อแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบประเภทที่ 2 ของกรณีศึกษา โดยได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์พื้นฐาน Microsoft Excel สำหรับการจัดขั้นตอนงานลงสถานีงาน รวมถึงการใช้สูตรคำนวณพื้นฐานสำหรับการหาคำตอบ จากนั้นนำคำตอบของทั้ง 3 วิธี มาทำการเปรียบเทียบผลกับกรณีศึกษาพบว่าสามารถลดรอบเวลาการผลิตลงได้ จากเดิม 2.950 นาที ลดลงเหลือ 2.899 นาที, 2.726 นาที และ 2.687 นาที ตามลำดับ ดังตารางที่ 5

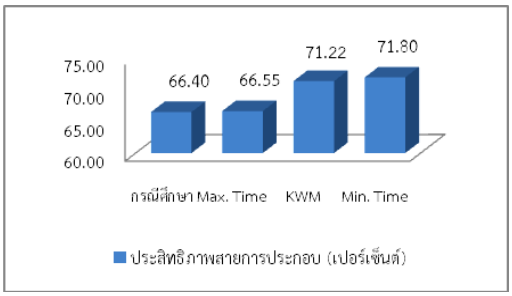
ตารางที่ 5 แสดงผลการจัดสมดุลสายงานการประกอบเย็บเสื้อรุ่น 660284 ด้วยวิธีการฮิวริสติกส์ทั้ง 3 วิธี

ลำดับ	รายการ	กรณีศึกษา	Max.	KWM	Min.
1	สถานีงาน	19	19	19	19
2	รอบเวลาการผลิต (นาที)	2.950	2.899	2.726	2.687
3	เวลาว่างงาน (นาที)	19.395	18.422	15.135	12.329
4	ประสิทธิภาพสายการประกอบ (เปอร์เซ็นต์)	66.40	66.55	71.22	71.80

จากตารางที่ 5 ผลการจัดสมดุลสายงานการประกอบเย็บเสื้อรุ่น 660284 ด้วยวิธีการฮิวริสติกส์ทั้ง 3 วิธี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดรอบเวลาการผลิตที่น้อยที่สุด (c) พบว่าวิธีกฎเกณฑ์เวลาน้อยที่สุด (Minimum Task Time: Min.Time) สามารถให้คำตอบที่ดีกว่าวิธีวิธีกฎเกณฑ์เวลามากที่สุด (Maximum Task Time: Max.Time) และวิธี กิลบริดจ์ (Kilbridge and Weter's Method: KWM)



รูปที่ 1 แผนภูมิแสดงผลการเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิต



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสายการประกอบของกรณีศึกษา

จากรูปที่ 1 และรูปที่ 2 พบว่าวิธีกฎเกณฑ์เวลาน้อยที่สุด (Minimum Task Time: Min.Time) สามารถลดรอบเวลาการผลิตจากเดิม 2.95 นาที ลดลงเหลือ 2.687 นาที และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสายการประกอบขึ้นได้ 71.80 เปอร์เซ็นต์

5. สรุปผลและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยนำเสนอวิธีการฮิวริสติกส์สำหรับปัญหาการจัดสมดุลสายงานการประกอบเย็บประเภทที่ 2 เสื้อรุ่น 660284 ของกรณีศึกษา พบว่าวิธีฮิวริสติกส์สามารถให้คำตอบที่ดีและมีประสิทธิภาพในการค้นพบคำตอบได้ แต่เนื่องจากปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน เนื่องจากต้องพิจารณาวัตถุประสงค์หลายวัตถุประสงค์พร้อมกัน Gutjahr และ Nemhauser (1964) อาจจะต้องมีการศึกษาและนำวิธีการเมตาฮิวริสติกส์มาช่วยในการค้นหาคำตอบในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] Nuchsara Kriengkorakot and Nalin Pianthong, The Assemble Line Balancing Problem Review Articles, KKU Engineering Journal, 34(2), 133-140, 2007.

[2] A. L. Gutjahr and G. L. Nemhause, An algorithm for the line balancing problem, Management Science, 11(2), 8-315, 1964

[3] จักรินทร์ กลั่นเงิน, การจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธีการสุ่มอย่างมีหลักเกณฑ์ กรณีศึกษาโรงงานผลิตตู้แช่. วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต ปีที่ 5(2), 56-69. ก.ค. - ธ.ค. 2558

[4] ณัฐ ประสีระเตสัง, การปรับปรุงสายการผลิตด้วยวิธีสมดุลสายงานการผลิตกรณีศึกษาการผลิตชุดชั้นในสตรี. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 2560

[5] ภาณุภัณฑ์ ภาระเวช, ระพีพันธ์ ปิตาคะโส และปรุพห์ มะยะเฉี่ยว, การแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบการด้วยวิธีดิฟเฟอร์เรนเชียลอีโวลูชั่น กรณีศึกษาโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูป. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, ปีที่ 6(2), 92–104. พ.ค. – ส.ค. 2557

[6] กนกกาญจน์ จิรศิริเลิศ, การใช้วิธีการวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่างในการจัดสมดุลสายการประกอบแบบเส้นตรงประเภทที่ 1 กรณีพิจารณาจำนวนประเภทเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละสถานีงาน. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556

[7] รุ่งวสันต์ ไกรกลาง, การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตงานเชื่อมประกอบชิ้นส่วนยานยนต์. ใน การ**ประชุม**ข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ **(น 225-233).** ชะอำ:เพชรบุรี, 2555

[8] ชุมพล ศฤงคารศิริ, การวางแผนและควบคุมการผลิต, กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย- เยอรมัน), 2535

ภาคผนวก

ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ของลำดับขั้นตอนงานก่อน-หลัง ของกรณีศึกษา

ขั้นตอนงาน	ประเภทเครื่องจักรเย็บ	ลำดับก่อน-หลัง	เวลาผลิต (นาที)	ขั้นตอนงาน	ประเภทเครื่องจักรเย็บ	ลำดับก่อน-หลัง	เวลาผลิต (นาที)
1	งานมือ	-	1.130	27	4OV	22,32	0.492
2	SN comp	1	0.406	28	4OV	27	0.492
3	2TBC 1/8	2,9	0.511	29	2TBC 1/8	1	0.816
4	2TBC 1/8	1	0.508	30	4OV	29	0.594
5	SN comp	4	0.511	31	2TBC 1/8	30	0.526
6	SN comp	5	0.568	32	งานมือ	31	0.367
7	SN comp	6	0.494	33	SN comp	28	0.329
8	SN comp	7	0.461	34	SN comp	33	0.329
9	SN comp	8	0.394	35	1FLA	34,40	0.247
10	SN comp	3,12	0.532	36	1FLA	35	0.247
11	SN comp	10	0.532	37	SN comp	1	0.524
12	4OV	1	0.413	38	SN comp	37	1.557
13	SN comp	11,15	0.352	39	SN comp	38	1.557
14	2TBC 1/8	1	0.538	40	SN comp	39	0.819
15	งานมือ	14	0.479	41	1FLA	36,44	0.810
16	SN comp	13,19	0.783	42	SN comp	1	1.246
17	SN comp	16	0.783	43	SN comp	42	1.886
18	2TBC 1/8	1	1.274	44	SN comp	43	0.300
19	SN comp	18	0.700	45	4OV	41,48	0.343
20	4OV	17,19	0.443	46	4OV	45	0.343
21	SN comp	1	0.386	47	4OV	1	1.565
22	4OV	20,26	0.430	48	2TBC 1/8	47	1.625
23	SN comp	1	0.352	49	SN comp	46,51	1.103
24	งานมือ	23	0.575	50	SN comp	49	1.103
25	4OV	24	0.684	51	4OV	1	1.131
26	2TBC 1/8	25	0.680	52	2TBC 1/8	50	1.389