



KKU Engineering Journal

<http://www.en.kku.ac.th/enjournal/th/>**โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสมดุลสายการประกอบ กรณีศึกษา : โรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป จ.อุบลราชธานี****Computer programming for assembly line balancing case study : apparel factory in Ubon Ratchathani**

นุชสรา เกรียงกรกฎ* ปรีชา เกรียงกรกฎ

Nuchsa Kriengkorakot* and Preecha Kriengkorakot

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190

Received March 2012

Accepted June 2012

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับจัดสมดุลสายการประกอบในโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูปแห่งหนึ่งในจังหวัดอุบลราชธานี ผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา คือ เสื้อสไตล์ 53287 ซึ่งมีประสิทธิภาพสายการผลิตในปัจจุบันเท่ากับ 55.48 % ซึ่งยังอยู่ในระดับที่ต่ำ และการจัดสมดุลสายการประกอบในปัจจุบันยังทำได้ไม่เต็มประสิทธิภาพนัก เนื่องจากยังไม่มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการจัดสมดุลสายการประกอบ และยังใช้ประสบการณ์ของหัวหน้างานเป็นหลัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อปรับปรุงการจัดสมดุลสายการประกอบโดยใช้วิธีฮิวริสติก 4 วิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งได้แก่ วิธี Ranked Positional Weight, Maximum Task Time, Minimum Task Time และวิธี Greedy Randomized เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนสถานีงานและประสิทธิภาพของสายการผลิต ผลจากการวิจัยพบว่า การจัดสมดุลสายการประกอบในผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง 3 วิธี ให้ค่าผลลัพธ์ที่เท่ากัน และเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ซึ่งได้แก่ วิธี Maximum Task Time, Ranked Positional Weight และวิธี Greedy Randomized คือ จำนวนสถานีงานลดลงจาก 17 สถานีงาน เหลือ 12 สถานีงาน และค่าประสิทธิภาพของสายการผลิต เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 55.48 เป็นร้อยละ 78.60 และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถช่วยให้ทางโรงงานจัดสมดุลสายการประกอบได้รวดเร็วและเพิ่มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สมดุลสายการประกอบ วิธีฮิวริสติก โรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

Abstract

The aim of this research was to develop computer programming for assembly line balancing in apparel factory in Ubon Ratchathani province. The case study was T-shirt style 53287. The efficiency of production line was 55.48%, it was quite very low due to no computer programming for line balancing and the factory balanced line with the traditional method. Then, we have developed a computer programming in order to improve the balance of the assembly line. The heuristic method was applied using the rules of Maximum Task Time, Minimum Task Time, Ranked Positional Weight, and Greedy Randomized to determine the optimal solutions related to the number of stations and line efficiency. From the result, it was found that three heuristic rules given the best and the same solutions which were produced by the use of Maximum Task Time, Ranked Positional Weight and Greedy

*Corresponding author. . Tel.: +66-4535-3300 ext. 3357; fax.: +66-4535-3333

Email address: ennuchkr@ubu.ac.th

Randomized respectively. The minimum number of stations were reduced from 17 stations to 12 stations and the line efficiency was increased from 55.48 percent to 78.60 percent. The developed computer programming can balance the assembly line faster and more efficient.

Keywords: Computer programming, Assembly line balancing, Heuristic method, Apparel factory

1. บทนำ

เนื่องจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจในปัจจุบัน ทำให้ธุรกิจหรืออุตสาหกรรมต่างๆมากมายประสบปัญหา มีเพียงธุรกิจหรืออุตสาหกรรมบางกลุ่มที่อยู่รอดได้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นธุรกิจที่มีการส่งออก ธุรกิจอุตสาหกรรม การส่งออกเสื้อผ้าสำเร็จรูป เป็นธุรกิจหนึ่งที่สามารถดำรงอยู่ได้ภายใต้ภาวะวิกฤตนี้ เนื่องจากประเทศไทยยังมีระดับค่าแรงงานที่ไม่สูงมาก อีกทั้งในเรื่องทักษะการทำงานคุณภาพ และการออกแบบก็ไม่ได้ด้อยไปกว่าประเทศอื่นๆ ดังนั้นในสภาวะการแข่งขันทางธุรกิจที่รุนแรง ทำให้กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป ไม่ว่าจะเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ หรือรายเล็ก จำเป็นต้องผลิตสินค้าให้มีความหลากหลายทั้งในเรื่องของรูปแบบ ขนาด และหลากหลายรุ่น เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจให้กับผู้บริโภคสินค้า ดังนั้น การบริหารการผลิตที่มีการวางแผนและควบคุมการผลิตที่ดี จึงเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้เพื่อให้องค์กรมีประสิทธิภาพในการผลิตที่สามารถลดต้นทุนและทำให้เกิดการเพิ่มผลผลิตได้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้ทำการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสมดุลสายการประกอบ ในขั้นตอนการเย็บเสื้อผ้าของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ศึกษา ของโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปแห่งหนึ่งในจังหวัดอุบลราชธานี เนื่องจากในปัจจุบันทางโรงงานยังไม่มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดสมดุลสายการประกอบ ซึ่งยังใช้ประสบการณ์ของหัวหน้างานเป็นหลัก และค่าประสิทธิภาพของสายการผลิตยังมีค่าไม่สูงมากนัก

จากการทบทวนงานวิจัย ที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมสิ่งทอ เครื่องนุ่งห่ม และในอุตสาหกรรมอื่นๆ ภายในประเทศส่วนใหญ่ จะเป็นการเพิ่มผลผลิตและประยุกต์วิธีการจัดสมดุลสายการประกอบ ในกรณีศึกษาต่างๆดังนี้ [1] ได้ศึกษาการสมดุลเย็บประกอบหนึ่ง สำหรับหุ้มเบาะรถยนต์ โดยใช้หลักการสมดุลสายการผลิตทางทฤษฎี และการสมดุล

สายการผลิต โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วย ในการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีการต่างๆ จากนั้นเลือกวิธีที่เหมาะสมเพื่อจะนำมาปรับปรุงสายการผลิต ผลจากการศึกษา พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตจากเดิม 45.54 % เพิ่มขึ้นเป็น 92.86 % และจากนั้น [2] ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การจัดสมดุลสายการประกอบในโรงงานผลิตอุปกรณ์เครื่องครัว : กรณีศึกษา สายการประกอบหม้อหุงข้าวไฟฟ้า ซึ่งเป็นการศึกษาเวลามาตรฐานการผลิต และใช้เทคนิคการจัดสมดุลการผลิตทั้ง 3 วิธี ของ Kilbridge & Wester, Helgeson & Birnie และ COMSOAL ผลการศึกษา พบว่า เทคนิคการจัดสมดุลการผลิตทั้ง 3 วิธีดังกล่าว ให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกัน คือ สามารถจัดสถานีงานใหม่ได้ 9 สถานีงาน จากเดิม 14 สถานีงาน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตจากเดิม 50% เพิ่มขึ้นเป็น 78% และ [3] ได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพที่เหมาะสมที่สุดของสายการผลิต โดยทำการเปรียบเทียบการจัดสมดุลสายการผลิตใน 2 ลักษณะคือ (1) แบบวิธีปกติหรือแบบที่กำหนดให้รอบเวลาการผลิตมีเพียงค่าคงที่ค่าเดียว และ(2)แบบที่รอบเวลาการผลิตแปรเปลี่ยนตามเงื่อนไขการผลิต ซึ่งในการจัดสมดุลสายการผลิต จะใช้วิธีวิวิธวิธีจำนวน 4 วิธี คือ วิธีเวลาที่มากที่สุด, วิธีเวลาที่น้อยที่สุด, วิธีงานที่มีน้ำหนักตำแหน่งสูงสุด, และวิธีงานที่มีจำนวนงานตามหลังที่มากที่สุด หลังจากนั้นทำการทดสอบวิธีการต่างๆกับปัญหาดตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนสถานีงานและประสิทธิภาพของสายการผลิต ทั้งนี้เพื่อหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด ผลจากการศึกษาหลังจากที่ทดสอบกับปัญหาดตัวอย่าง สรุปได้ว่า (1) กรณีการจัดสมดุลแบบปกติ คือที่ค่ารอบเวลาการผลิตเท่ากับ 13 นาที/ชิ้นวิธีที่ให้ค่าคำตอบที่ดีที่สุดคือ วิธีงานที่มีน้ำหนักตำแหน่งสูงสุด และวิธีงานที่มีจำนวนงานตามหลังที่มากที่สุด คือให้ค่าจำนวนสถานีงานน้อยสุดคือ 9 สถานีงาน และค่าประสิทธิภาพสายการผลิตเป็น 89.74% และ (2) กรณีการจัดสมดุลแบบที่รอบเวลาการผลิตแปรเปลี่ยนตามเงื่อนไขการผลิตที่กำหนดนั้น ที่รอบเวลาการผลิตเท่ากับ

18 นาทีขึ้น วิธีเวลาที่สุด และวิธีงานตามหลังที่มากที่สุด จะให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

และสำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวกับ การสมดุลสายการประกอบในต่างประเทศ เริ่มมีการวิจัยครั้งแรกในปี ค.ศ. 1955 โดย [4] ได้ทำการตีพิมพ์และเผยแพร่งานวิจัยเรื่อง “The Assembly Line Balancing Problem” เป็นครั้งแรกนอกจากนี้ ก็มีการพัฒนาวิธีการฮิวริสติกต่างๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบ ได้แก่ [5] ได้พัฒนาวิธีการใช้ค่าน้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weight; RPW) และจากนั้น [6] ได้เสนอ เทคนิค COMSOAL ที่เป็นวิธีทางฮิวริสติก ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดสายงานประกอบ และในปี ค.ศ. 2005 [7] ได้ทำการ ออกแบบระบบที่ปรึกษา สำหรับการจัดสมดุลสายการประกอบ ฮาร์ดดิสค์บนระบบอินเตอร์เน็ต โดยใช้หลักการฮิวริสติก 3 วิธี คือวิธี RPW, COMSOAL และวิธีของ Kilbridge and Wester ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลของสายการประกอบ ฮาร์ดดิสค์ที่มี 21 ชิ้นงาน

สรุปผลจากการทบทวนงานวิจัย พบว่า วิธีฮิวริสติก ยังคงเป็นวิธีที่นักวิจัยให้ความสนใจ เพื่อนำไปใช้ในการหาผลลัพธ์ สำหรับแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบ รวมถึงการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการจัดสมดุลการประกอบในระบบอุตสาหกรรมการผลิตก็ยังมีไม่มาก ซึ่งก็เป็นเรื่องที่น่าสนใจในการทำวิจัยต่อไป

2. วิธีการวิจัย

วิธีการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาสภาพปัจจุบัน และกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง

2.2 เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และศึกษาสภาพปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตในปัจจุบันของแผนกเย็บเสื้อสไตล์ 53287 ไลน์ A14 โดยตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขั้นตอนการผลิตและเวลามาตรฐานในการผลิตทั้ง 17 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 1 และตารางที่ 1 ตามลำดับ



รูปที่ 1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการเย็บประกอบและเวลามาตรฐานของการเย็บผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

St.	ขั้นตอน	จำนวน คนงาน	Std.Time(min)
1	เย็บต่อปลายคอ 3 ชั้น	1	0.30
2	เย็บติดปลายคอ	1	0.25
3	โพ้งต่อไหล่ 2 ข้าง	1	0.39
4	ลาโรยไหล่ 2 ข้าง	1	0.27
5	โพ้งต่อแขนขวา	1	0.36
6	โพ้งต่อแขนซ้าย	1	0.45
7	ลาโรยแขน 2 ข้าง	1	0.81
8	โพ้งขวา	1	0.62
9	ลาโรยขวา	1	0.34
10	โพ้งซ้ายพร้อมสอดปลายข้าง	1	0.67
11	ลาโรยซ้าย	1	0.40
12	ลากันคอ	1	0.54
13	ลาต่อคอ	1	0.37
14	ลาปลายแขนซ้าย	1	0.51
15	ลาปลายแขนขวา	1	0.49
16	ลาชาย	1	0.62
17	ลาปิดคอ	1	0.25
เวลารวม			7.64

2.3 ศึกษาหลักการ และทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับจัดสมดุลสายการประกอบ โดยประยุกต์ใช้วิธีฮิวริสติกต่างๆ 4 วิธี ซึ่งได้แก่ วิธี Ranked Positional Weight, Maximum Task Time, Minimum Task Time และวิธี Greedy Randomized ในการจัดสมดุลสายการประกอบของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในเบื้องต้น และปัญหาตัวอย่างเป็นปัญหาที่ไม่ซับซ้อนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีฮิวริสติกที่มีประสิทธิภาพและที่เข้าใจง่าย ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยาก และสามารถเข้าใจได้ง่ายสำหรับผู้ใช้งาน

2.5 เปรียบเทียบผล การจัดสมดุลสายการประกอบก่อนและหลังปรับปรุง และเสนอแนะให้กับทางโรงงาน

3. หลักการสมดุลสายการประกอบและวิธีฮิวริสติก

การจัดสมดุลสายการประกอบ เป็นการทำให้สถานประกอบการต่างๆ มีอัตราการทำงานหรือเวลาที่ใช้ในการทำงานในการผลิตแต่ละชิ้นเท่าๆ กัน ถ้าเวลาในการผลิตไม่เท่ากันแล้ว อัตราการผลิตของสินค้านั้นจะถูกกำหนดโดยเวลาการทำงานของสถานงานที่ใช้เวลามากที่สุด ซึ่งเราเรียกเวลาในการกำหนดอัตราการผลิตนี้ว่า รอบเวลาการทำงานหรือรอบเวลาการผลิต โดยทั่วไปในการจัดสมดุลสายการผลิต จะต้องเริ่มด้วยการกำหนดรอบเวลาการทำงาน ลำดับขั้นงานย่อยต่างๆ (Precedence diagram) และเวลามาตรฐานของการทำงานแต่ละขั้นของงานนั้น จากนั้นพยายามรวมงานย่อยเข้าด้วยกันให้เป็นสถานงาน โดยจัดให้มีเวลาว่างเกิดขึ้นน้อยที่สุด [1]

3.1 แผนภาพลำดับขั้นงาน (Precedence diagram) แสดงลำดับขั้นต่อนงานย่อยต่างๆ โดยจะมีจุดเชื่อม (node) แทนงานย่อย และลูกศรเป็นตัวกำหนดทิศทางการทำงาน ซึ่งจะเริ่มจากด้านซ้ายสุดของผังประกอบจนเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ทางด้านขวามือ และมีเวลาของแต่ละงานย่อยกำกับอยู่ด้านบน ตัวอย่างของและแผนภาพลำดับขั้นงานของผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา ดังในรูปที่ 2

3.2 ประสิทธิภาพของสายการผลิต (Line Efficiency; E) จะเป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึง ความสามารถในการจัดงานลงในสถานงาน เพื่อให้เกิดเวลาสูญเปล่าน้อยที่สุด สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$E = (\sum t / mc) * (100) \quad (1)$$

โดยค่า E เป็นค่า เปอร์เซ็นต์ ; $\sum t$ = เวลาขั้นงานรวม, m = จำนวนสถานงาน, c = รอบเวลาผลิต

3.3 การสูญเสียความสมดุล (Balance Delay; D) เป็นเครื่องชี้ถึงประสิทธิภาพของสายการผลิต หรือการผลิตที่มีความไม่สมบูรณ์เกิดขึ้น โดยพิจารณาที่เวลาสูญเปล่า (Idle time) ของการจัดงานลงในสถานงาน มีสูตรการคำนวณคือ

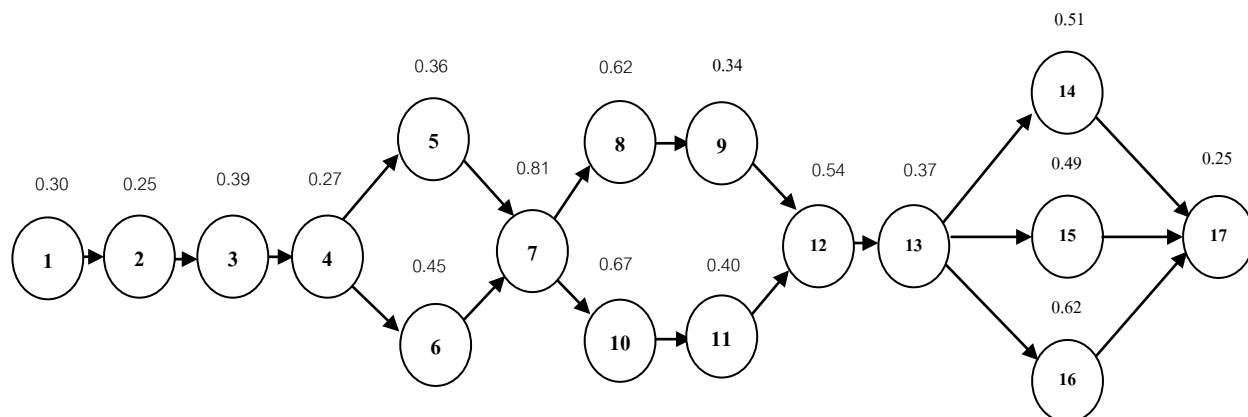
$$D = ((mc - \sum t) / mc) * 100 \quad (2)$$

$$\text{หรือ} \quad D = 100 - E \quad (3)$$

ซึ่งจากการศึกษาขั้นตอนการเย็บของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างจะมีทั้งหมด 17 ขั้นตอนย่อยหรือสถานงาน มีผลรวมของเวลางานทั้งหมดเป็น 7.64 นาที จากข้อมูลข้างต้น จึงทำการคำนวณหาประสิทธิภาพของสายการผลิตในปัจจุบันของทางโรงงาน จากการศึกษขั้นตอนการเย็บ ตามตารางที่ 1 พบว่า ขั้นตอนที่ 7 ใช้เวลาในการเย็บมากที่สุด คือ 0.81 นาที ดังนั้น จึงกำหนดรอบเวลาการผลิต โดยใช้เวลาการทำงานของสถานงานที่มากที่สุด คือเท่ากับ 0.81 นาที และทำการคำนวณหาประสิทธิภาพของสายการผลิตในปัจจุบันของทางโรงงานได้ตามสูตรที่ (1) ดังนี้

$$E = (7.64 / 17 \times 0.81) \times 100 = 55.48\%$$

จากการคำนวณ ค่าประสิทธิภาพของสายการผลิตในปัจจุบัน คิดเป็น 55.48% ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ ดังนั้น จึงหาแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีฮิวริสติกมาช่วยในการจัดสมดุลสายการประกอบให้สามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากขึ้น



รูปที่ 2 แผนภาพ Precedence Diagram ของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ศึกษา

3.4 วิธีวิธีวิธิตก วิธีวิธีวิธิตกต่างๆ ที่ได้ประยุกต์ใช้มี 4 วิธี ซึ่งได้แก่

(1) วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุด (Maximum Task Time; Max. Time) ลำดับแรกจะทำการเลือกงานย่อยต่างๆ ที่พร้อมจะถูกมอบหมายให้เข้าสถานีนงาน โดยงานย่อยที่ถูกเลือกเป็นงานที่มีเวลามากที่สุดก่อน

(2) วิธีการใช้เกณฑ์เวลาน้อยที่สุด (Minimum Task Time; Min. Time) ลำดับแรกจะทำการเลือกงานย่อยต่างๆ ที่พร้อมจะถูกมอบหมายให้เข้าสถานีนงาน โดยงานย่อยที่ถูกเลือกเป็นงานที่มีเวลาน้อยที่สุดก่อน

(3) วิธีการใช้เกณฑ์น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weight; RPW) โดยการจ้างงานย่อยเข้าสถานีนงานตามลำดับค่า RPW ซึ่งค่า RPW คือ ผลรวมของเวลางานย่อยที่กำลังพิจารณาบวกกับเวลาทุกชั้นงานที่ตามหลังงานย่อยนั้น ถ้าค่า RPW ของงานย่อยที่พร้อมจะถูกมอบหมายใดมีค่าสูงที่สุดก็จะถูกเลือกเข้าสถานีนงานก่อน

(4) วิธี Greedy Randomized วิธีการสุ่มแบบ Greedy นี้จะทำการสุ่มเลือกงานย่อยต่างๆ ซึ่งจะมีโอกาสในการถูกเลือกเพื่อจัดเข้าสถานีนงานไม่เท่ากัน โดยที่งานย่อยที่มีเวลางานมากกว่า จะมีโอกาสถูกสุ่มเลือก

มากกว่า ซึ่งจะพิจารณาจากค่าโอกาสความน่าจะเป็น (probability value) ของงานย่อยนั้นๆ ในการสุ่มเลือกงานเพื่อจัดเข้าสถานีนงาน โดยค่าโอกาสของความน่าจะเป็นของแต่ละงานย่อย จะคำนวณได้จากสมการที่ (4)

$$P_{kj} = \frac{[t_j]}{\sum_{i \in S_k} [t_i]} \quad (4)$$

โดยที่ค่า P_{kj} = ค่าความน่าจะเป็นของงาน j ที่จะถูกจัดงานลงในสถานีนงานที่ k , t_j คือเวลางานย่อยที่ j และ $\sum_{i \in S_k} [t_i]$ เป็นค่าผลรวมของเวลางานย่อยทั้งหมดที่มีโอกาสถูกเลือกที่จะถูกจัดลงในสถานีนงานที่ k

4. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดสมดุลสายการประกอบ

งานวิจัยนี้ ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสมดุลการประกอบ ในโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปตัวอย่าง บนโปรแกรม Visual FoxPro เวอร์ชัน 6.0 เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ และมีความสามารถในการจัดการฐานข้อมูลโปรแกรมหนึ่ง ที่สามารถจัดสมดุลงานในปัญหาขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ ที่มีขั้นตอนงานย่อย 500 ขั้นตอน หรือมากกว่านั้นได้ ทั้งนี้ ได้ทำการทดสอบโปรแกรมกับปัญหาดตัวอย่าง ในหลายๆขนาด จากทางเว็บไซต์ [9] ซึ่งส่วนใหญ่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน จะรันบนระบบดอส และมีวิธีวิธีวิธิตกที่ไม่หลากหลาย มีข้อจำกัดและไม่ยืดหยุ่นสำหรับผู้ใช้งานในระบบ

ซึ่งปัจจุบันทางโรงงานยังไม่มีโปรแกรมเพื่อช่วยในการจัดสมดุลงาน อีกทั้งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตก็มีความหลากหลายและซับซ้อนมากขึ้น คือมีขั้นตอนงานย่อย 15-50 ขั้นตอนซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มปัญหาขนาดเล็กถึงขนาดกลางดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาโปรแกรมนี้ขึ้นมา ซึ่งสามารถใช้ได้ใน

ทุกผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มความสะดวกและรวดเร็วให้กับทางโรงงาน โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับจัดสมดุลสายการประกอบ ได้ถูกออกแบบให้มีการทำงาน 2 ส่วนคือ ส่วนที่ใช้จัดการข้อมูลของปัญหา และส่วนที่ใช้วิเคราะห์หรือจัดสมดุลสายการประกอบ เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมา ในเบื้องต้นจะต้องทำการจัดการข้อมูลของปัญหา โดยตั้งชื่อปัญหาและกรอกข้อมูลของงาน, เวลา, ลำดับก่อนหลังของงานตามแผนภาพลำดับชั้นงาน ในที่นี่จะใช้ข้อมูลของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของเสื้อสไตล์ 53287 ไลน์ A14 ที่มีจำนวนงานย่อยทั้งหมด 17 งาน เป็นข้อมูลที่กรอกเข้าสู่โปรแกรม จะได้ดังรูปที่ 3

Station	Task	Time
1	1	0.30000
1	2	0.25000
2	3	0.39000
2	4	0.27000
3	6	0.45000
3	5	0.36000
4	7	0.81000
5	10	0.67000
6	8	0.62000
7	11	0.40000
7	9	0.34000
8	12	0.54000
9	13	0.37000
10	16	0.62000
11	14	0.51000
12	15	0.49000
12	17	0.25000

รูปที่ 4 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธี Max. Time

ผลการจัดสมดุลด้วยวิธี Max. Time ในรูปที่ 4 คือ จัดได้จำนวน 12 สถานีงาน ประสิทธิภาพของสายการผลิตเท่ากับ 78.60% และค่าการสูญเสียความสมดุลเท่ากับ 21.40% และนอกจากนี้ โปรแกรมสามารถแสดงรายละเอียดของงานย่อยในแต่ละสถานีงานด้วย

จากนั้น เมื่อผู้ใช้เลือกวิธีอีกรัสติกแบบ Min Time, RPW, และ Greedy Random โปรแกรมจะแสดงผลการจัดสมดุลสายการประกอบ ดังในรูปที่ 5, 6, และ 7 ตามลำดับ และโปรแกรมยังสามารถพิมพ์รายงานผลการจัดสมดุลสายการประกอบได้ ดังรูปที่ 8 ดังนี้

Station	Task	Time
1	1	0.30000
1	2	0.25000
2	3	0.39000
2	4	0.27000
3	5	0.36000
3	6	0.45000
4	7	0.81000
5	8	0.62000
6	9	0.34000
7	10	0.67000
8	11	0.40000
9	12	0.54000
10	13	0.37000
11	15	0.49000
12	14	0.51000
13	16	0.62000
14	17	0.25000

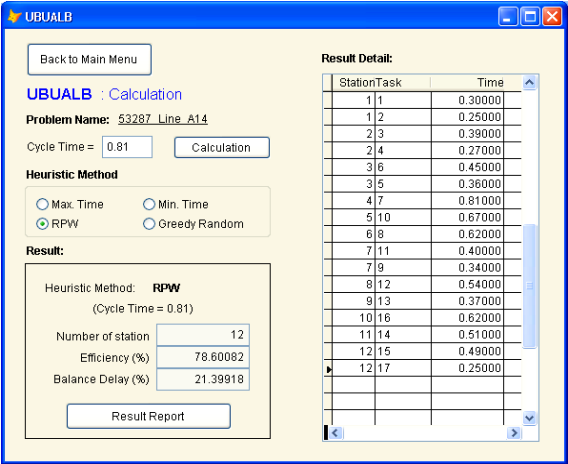
รูปที่ 5 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธี Min. Time

No	Task	Time
14	14	0.51000
15	15	0.49000
16	16	0.62000
17	17	0.25000

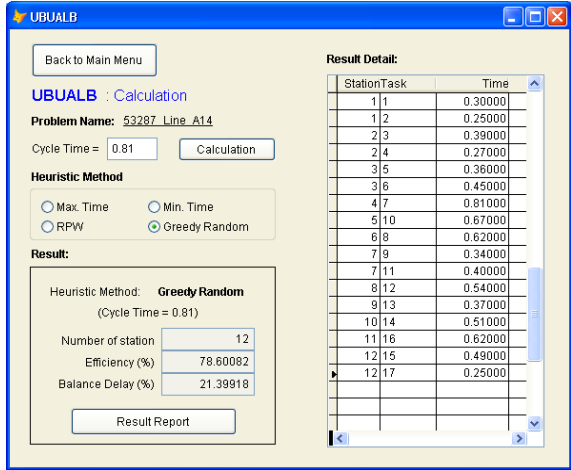
NoPred	Task
17	13
18	14
19	15
20	16

รูปที่ 3 การจัดการข้อมูลปัญหา (กรอกข้อมูลงาน เวลา ลำดับก่อนหลังของงาน)

เมื่อมีข้อมูลของปัญหาแล้ว จะสามารถเข้าสู่การวิเคราะห์หรือจัดสมดุลสายการประกอบได้ ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องกรอกข้อมูลของรอบเวลาการผลิต และเลือกวิธีอีกรัสติกที่จะใช้แก้ปัญหา ก่อน ในที่นี่จะใช้รอบเวลาการผลิตเท่ากับ 0.81 นาที ตามเวลางานย่อยที่มากที่สุดของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างนี้ แต่ทั้งนี้ ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนรอบเวลาการผลิตได้ ตามแผนการผลิตที่ทางโรงงานต้องการ และจากนั้นทำการเลือกวิธีอีกรัสติกที่จะใช้แก้ปัญหา โดยจะเลือก วิธี Max. Time ก่อน ผลการจัดสมดุลสายการประกอบจะได้ดังรูปที่ 4



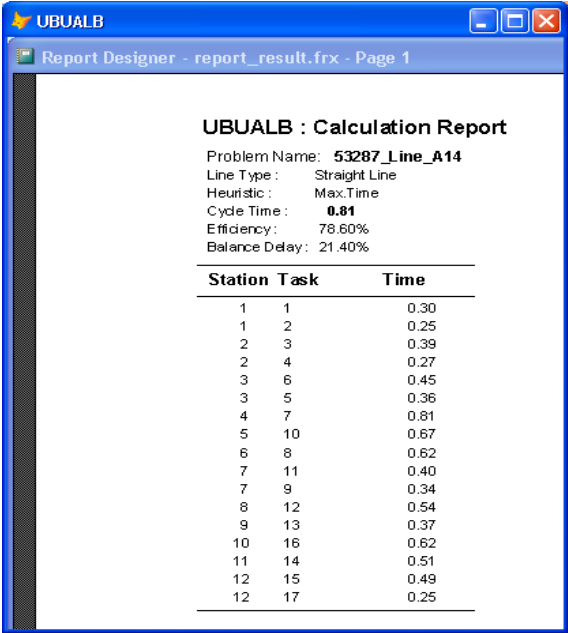
รูปที่ 6 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธี RPW



รูปที่ 7 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธี Greedy Random

5. ผลการวิจัย

ในการจัดสมดุลสายการประกอบ ผลที่ได้จากการจัดสมดุลงานของแผนกเย็บ เสื้อสไตรล์ 53287 ของโรงงานตัวอย่าง โดยวิธีฮิวริสติกวิธีต่างๆ ดังแสดงใน ตารางที่ 2



รูปที่ 8 ตัวอย่างรายงานผลการจัดสมดุล

ตารางที่ 2 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่าง ด้วยวิธีฮิวริสติกส์ต่างๆ

	ก่อน		หลังปรับปรุง		
ข้อมูลการ จัดสมดุล	-	Max T.	Min.T.	RPW	Greedy Random.
สถานีงาน	17	12	14	12	12
E (%)	55.48	78.60	67.37	78.60	78.60
Balance Delay (%)	44.52	21.40	32.63	21.40	21.40

จากตารางที่ 2 แสดงผลของการจัดสมดุลสายการประกอบของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ศึกษา ด้วยวิธีฮิวริสติกต่างๆ พบว่า วิธี Maximum Task Time, Ranked Positional Weight, และวิธี Greedy Randomized ให้คำตอบที่เท่ากัน และเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด คือ มีจำนวนสถานีงานลดลง

จาก 17 สถานีงาน เหลือ 12 สถานีงาน และค่าประสิทธิภาพของสายการผลิต เพิ่มขึ้นจาก 55.48% เป็น 78.60% มีค่าการสูญเสียความสมดุล ลดลงจาก 44.52% เป็น 21.40 %

6. สรุปผลและเสนอแนะ

6.1 ผลที่ได้จากการจัดสมดุลสายการประกอบของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ด้วยวิธีฮิวริสติกส์ พบว่า มี 3 วิธี ที่ให้ผลลัพธ์ที่เท่ากัน ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 2 ดังนั้น ในตัวอย่างปัญหานี้ สามารถเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งก็ได้ เพื่อนำไปปรับปรุงการจัดสมดุลสายการประกอบของโรงงาน ทั้งนี้จะต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่นๆ ร่วมด้วยตามความเหมาะสม เช่น ความยาก-ง่ายในการทำงาน การโยกย้ายเครื่องจักร และนอกจากนี้ ยังต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้ที่รับผิดชอบในสายการผลิตนั้นๆ ด้วย จึงจะส่งผลให้การจัดสมดุลสายการผลิตเป็นไปอย่างเหมาะสมทั้งในทางทฤษฎีและปฏิบัติ

6.2 ทางโรงงานสามารถใช้โปรแกรมนี้เพื่อจัดสมดุลสายการประกอบในกรณีของผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้

6.3 ควรทำการพัฒนาวิธีการฮิวริสติก หรือวิธีอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น มาใช้ในการจัดสมดุลสายการประกอบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตให้สูงขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัย จากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการวิจัยในครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Chetharat W and Soodchada P. The study of line balancing for leather car seat assembly: case study. Project Report in the Bachelor degree of Industrial Engineering. Ubon Rat chathani University. 2000 (In Thai).

- [2] Aiemtakul S, Maiudom C, Yoadpijit N. and Jongprasithiporn M. Assembly line balancing in the factory of kitchen utensils in case study : assembly line of electric rice cooker. Proceeding of IE Network #13. By the Industrial Engineering Department of Chiang Mai University. 2004 (In Thai).
- [3] Kriengorakot N, Kriengkorakot P. Line Balancing for Varied Cycle Time Following Production Constraints. The UBU Science and Technology journal. 2011;13(2): 73-79. (In Thai).
- [4] Salvesson, M.E. The Assembly Line Balancing Problem. The Journal of Industrial Engineering. 1955;6(3): 8-25.
- [5] Helgeson W.P. and Birnie D.P. Assembly Line Balancing Using the Ranked Positional Weight Technique. The Journal of Industrial Engineering , 1961;12(6):394-398.
- [6] Arcus A.L. COMSOAL: A Computer Method of Sequencing Operations for Assembly Lines. International Journal of Production Research. 1966; 4(4): 259-277.
- [7] Jiao J, Kumer A and Martin W. A Web-based Interactive Adviser for Assembly Line Balancing. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. (2005).
- [8] Sareungkansiri C. Production planning and control. Technology Promotion Association (Thailand-Japan), 1995. P. 220-223. (In Thai).
- [9] Problem data set from, <http://www.assembly-line-balancing.de>.