การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจัดสมดุลการผลิต: กรณีศึกษา บริษัทในอุตสาหกรรมยานยนต์

ปาริกชาติ แก้วมณี
นักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อรรถกร เก่งพล*
รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0-2555-2000 ต่อ 8529 อีเมล: athakorn@kmutnb.ac.th
รับเมื่อ 20 มกราคม 2557 ตอบรับเมื่อ 24 สิงหาคม 2557
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2014.08.003 © 2015 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจัดสมดุลการผลิตให้รวดเร็วขึ้น และแก้ไขปัญหาความล่าช้าจากการจัดสมดุลการผลิตแบบอาศัยสำนึกหรือฮิวริสติกส์ (Heuristic Method) ที่ใช้ทักษะของวิศวกรการผลิตเป็นหลักเท่ากับ 215.58 นาทีต่อครั้ง โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ถูกผสมผสานจากข้อดีของวิธีการจัดสมดุลสายงานการประกอบโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างเข้มข้น (Intensified-Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line: I-COMSOAL) เพื่อเลือกลำดับของขั้นงาน ที่เหมาะสมให้กับแต่ละสถานีงาน ลดขั้นตอนที่ซับซ้อนของวิธีการจัดสมดุลสายงานการประกอบโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบดั้งเดิม (Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line: COMSOAL) และลดความแปรปรวนของสมดุลการผลิตในแต่ละครั้ง ใช้เทคนิคการจัดการฐานข้อมูล เพื่อเพิ่มความสะดวกต่อการปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัย และใช้เทคนิคการมอบหมายงานให้เหมาะสมกับทักษะฝีมือของพนักงานผลิต ภายใต้เงื่อนไขเรื่องความต้องการของลูกค้าที่ไม่คงที่ และขอบเขตจำกัดล่างของประสิทธิภาพสมดุลการผลิตต่อครั้งต้องไม่ต่ำกว่า 80% วิธีการพัฒนาโปรแกรมที่นำเสนอถูกนำไปทดสอบกับปัญหาการจัดสมดุลสายงานเย็บประกอบแบบสายงานเดียวของบริษัทกรณีศึกษาในอุตสาหกรรมยานยนต์ ผลการทดสอบพบว่าวิธีที่นำเสนอนี้ สามารถช่วยให้การจัดสมดุลการผลิตรวดเร็วขึ้นจริงโดยใช้เวลาเพียง 13.22 นาทีต่อครั้ง ลดลงถึง 93.87% และหัวหน้าทีมสามารถทำการจัดสมดุลการผลิตได้ด้วยตนเอง

คำสำคัญ: โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สมดุลการผลิต

การอ้างอิงบทความ: ปาริกชาติ แก้วมณี และ อรรถกร เก่งพล, "การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจัดสมดุลการผลิต: กรณีศึกษา บริษัทในอุตสาหกรรมยานยนต์," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 25, ฉบับที่ 1, หน้า 91-101, ม.ค. - เม.ย. 2558. http://dx.doi.org/10.14416/j.kmutnb.2014.08.003

The Development of a Computer Program for Line Balancing Process: A Case Study of a Company in an Automotive Industry

Parigchat Kawmanee
Student, Department of industrial Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

Athakorn Kengpol*
Associate Professor, Department of industrial Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel 0-2555-2000 Ext. 8529, E-mail: athakorn@kmutnb.ac.th
Received 20 January 2014; Accepted 24 August 2014
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2014.08.003 © 2015 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

This research presents the Intensified-Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line (I-COMSOAL) method for solving assembly line balancing (ALB) problems. The current heuristic cycle time of original manual approach is 215.58 min. I-COMSOAL method is developed by considering the appropriate task sequence arrangement procedures for each workstation and reducing the complicated procedures of the original approach (COMSOAL) by applying the database management and a computer programming, based upon variance demand and ALB efficiency of at least 80%. I-COMSOAL method is conducted in the single-sewing model ALB problems in an automotive industry. The results show that I-COMSOAL method can reduce the cycle time to 13.22 minutes or a reduction of 93.87 percent. Moreover, team leader can perform ALB by himself.

Keywords: Computer Program Method, Line Balancing

Please cite this article as: P. Kawmanee and A. Kengpol, "The Development of a Computer Program for Line Balancing Process: A Case Study of a Company in an Automotive Industry," *J. KMUTNB*, Vol. 25, No. 1, pp. 91-101, Jan. - Apr. 2015 (in Thai). http://dx.doi.org/10.14416/j.kmutnb.2014.08.003

1. บทนำ

แรงงานถือเป็นปัจจัยหลักในอุตสาหกรรมการผลิตประเภทการเย็บประกอบชิ้นส่วนเบาะที่นั่งรถยนต์ ประสิทธิภาพการผลิตในแต่ละกระบวนการจะขึ้นอยู่ทักษะและความชำนาญของพนักงานในกระบวนการนั้น พนักงานเย็บหนึ่งคน ส่วนใหญ่ต้องรับภาระงานมากกว่าหนึ่งขั้นตอน ในการมอบหมายงานให้พนักงานเย็บแต่ละคน จึงต้องมีความเหมาะสมตามทักษะของแต่ละคน การเลือกลำดับขั้นตอนงาน รวมถึงการจัดสรรภาระงานให้กับพนักงานเย็บแต่ละคนในกระบวนการให้เกิดความสมดุลและสอดคล้องกับปริมาณความต้องการของลูกค้า (Customer Demand) ที่ไม่คงที่ จึงเป็นที่มาของวิธีการจัดสมดุลการผลิตของสายการเย็บประกอบ ซึ่งถือเป็นหนึ่งในวิธีการที่มีความเหมาะสมกับการสร้างระบบการไหลของงานในกระบวนการอย่างต่อเนื่อง ช่วยลดปริมาณงานค้างในกระบวนการผลิต (Work In Process: WIP) และเพิ่มประสิทธิภาพสมดุลการผลิต นำไปสู่การแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับประสิทธิภาพสมดุลการผลิตในปี 2555 ที่มีค่าเท่ากับ 57.57% ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปี 2554 และต่ำกว่าขอบเขตจำกัดล่างที่บริษัทกรณีศึกษาได้กำหนดที่ 80% ส่งผลกระทบให้สูญเสียต้นทุนจากความสูญเปล่าของแรงงานทางตรงจากผลของความไม่สมดุลของภาระงานในกระบวนการ และเกิดการรอคอยในกระบวนการเย็บประกอบเท่ากับ 20,143 บาทต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 1

การจัดสมดุลการผลิตเป็นหน้าที่ของวิศวกรการผลิต ซึ่งจำเป็นต้องมีทักษะและความชำนาญ เพื่อใช้ประสบการณ์ในการจัดสมดุลการผลิต และต้องทำแบบลองผิดลองถูกหลายครั้งเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสมดุลการผลิตที่ไม่ต่ำกว่า 80% จากการสำรวจสภาพปัจจุบันพบว่าทีมเย็บบางทีมดำเนินการผลิตโดยปราศจากใบรายงานแจ้งวิธีการจัดสมดุลการผลิตจากวิศวกรการผลิต ส่งผลกระทบให้ประสิทธิภาพสมดุลการผลิตในปี 2555 ต่ำกว่าเป้าหมาย เมื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาดังกล่าวร่วมกับวิศวกรการผลิต และหัวหน้าทีมเย็บพบว่าสาเหตุหลักคือความล่าช้าของการออกใบรายงานดังกล่าว ผู้วิจัยจึงทำการศึกษางานและเวลาในวิธีการจัดสมดุลการผลิตจากเทคนิคสำนึกหรือฮิวริสติกส์ (Heuristic Method) โดยใช้ทักษะของวิศวกรที่ประสิทธิภาพสมดุลการผลิตไม่ต่ำกว่า 80% โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการรับข้อมูลที่เกี่ยวข้องจนกระทั่งถึงขั้นตอนการพิมพ์ใบรายงานดังกล่าวส่งให้หัวหน้าทีมเย็บ และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเวลาด้วยวิธีพิสัยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้รอบเวลาเท่ากับ 215.58 นาทีต่อครั้ง ผู้วิจัยจึงได้เสนอวิธีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจัดสมดุลการผลิตขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อแก้ไขปัญหาจากความล่าช้าในการจัดสมดุลการผลิตดังที่กล่าวข้างต้น และกำหนดวัตถุประสงค์รองเพื่อให้หัวหน้าทีมเย็บสามารถดำเนินการจัดสมดุลการผลิตได้ด้วยตนเอง โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกทำวิจัยเฉพาะงานเย็บรุ่น C303 ซึ่งเป็นรุ่นที่มีการพยากรณ์ปริมาณยอดขายต่อเดือนในปี 2555 สูงที่สุด

งานวิจัยนี้จึงเกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยจัดสมดุลการผลิตโดยกำหนดเป้าหมายเพื่อลดเวลาในการจัดสมดุลการผลิตลงมากกว่าแบบเดิม 30%

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลประสิทธิภาพสมดุลการผลิตและต้นทุน แรงงานที่สูญเสียจากเวลารอคอย (พ.ศ. 2554-2555)

รายการคำนวณ	พ.ศ. 2554	พ.ศ. 2555
ค่าแรงทางตรงพนักงานเย็บ (บาทต่อคนต่อวัน)	250	300
จำนวนพนักงานรวม (คน)	50	150
ประสิทธิภาพสมดุลงานเย็บเฉลี่ย (%)	83.95	57.57
ว่างงานเฉลี่ยจากการรอคอยในแต่ละรอบการผลิต (%)	16.05	42.43
ค่าแรงงานทางตรงที่สูญเสียจากการรอคอย (บาทต่อวัน)	2,056	20,143

ที่มา: รายงานประสิทธิภาพการผลิตต่อวันของแผนกเย็บ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดสมดุลสายการผลิต

การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) หมายถึง การลดเวลาว่างงานของพนักงานในกระบวนการผลิต โดยพยายามทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตของแต่ละสถานีงานเท่ากัน หรือเกิดความสมดุลกันให้มากที่สุด มีหลักการมอบหมายงานแต่ละงานให้กับสถานีงานโดยที่ไม่ขัดกับความสัมพันธ์ก่อนหลังระหว่างงานและเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งกลุ่มงานที่จัดให้กับแต่ละสถานีงานนั้นมีชื่อเรียกว่า ภาระงานของสถานีงาน และเวลาในแต่ละสถานีงานมาจากผลรวมของเวลาทั้งหมดของขั้นตอนย่อยที่อยู่ในสถานีงานนั้นรวมกัน เรียกว่า รอบเวลาของงาน (Cycle Time: CT) ในสายงานการประกอบหนึ่งมักมีจำนวนสถานีงานมากกว่าหนึ่ง โดยจำนวนสถานีงาน (m) จะขึ้นอยู่กับผลรวมเวลาของทั้งกระบวนการ หรือเวลารวมของขั้นตอนย่อยทั้งหมด (n) และเวลาการผลิตต่อหนึ่งหน่วยผลิตหรือแทคไทม์ (Takt Time: T/T) ที่คำนวณมาจากระยะเวลาที่สามารถทำการผลิตได้ (Available Time) กับปริมาณความต้องการของลูกค้า [1] มีหน่วยเป็นหน่วยของเวลาต่อหน่วยของผลผลิต ในกรณีที่ CT ของแต่ละสถานีงานน้อยกว่า T/T จะทำให้สถานีงานนั้นเกิดเวลาว่างงานขึ้น และอาจนำไปสู่การเพิ่มจำนวนสถานีงานของสายงานประกอบโดยไม่จำเป็น ส่งผลกระทบให้ประสิทธิภาพสมดุลการผลิต (Line Balancing Efficiency) ลดลงได้ดังความสัมพันธ์ที่แสดงในสมการ (1) [2]

$$Efficiency = \frac{\sum_{i=1}^{n} CT}{mxT/T} \times 100\% \qquad (1)$$

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับสายงานประกอบ

สายงานการประกอบคือ ลำดับของสถานีงานที่เชื่อมต่อกัน เพื่อการประกอบส่วนประกอบขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบคือ การกำหนดขั้นงาน (Work Element) ให้แต่ละสถานีงาน (Workstation) เพื่อทำให้เวลาว่างงาน (Idle Time) ของสายงานประกอบน้อยที่สุด และสอดคล้องกับเงื่อนไขที่สำคัญสองเงื่อนไข เงื่อนไขแรกคือ เวลาการทำงานรวมของสถานีงานหรือ CT ในแต่ละสถานีงานจะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับแทคไทม์ (T/T) และเงื่อนไขที่สองคือ ขั้นงานที่ได้ทำการจัดสรรให้กับแต่ละสถานีงานจะต้องสอดคล้องกับลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลัง (Precedence Constraint) [2] - [4]

2.3 ระบบการจัดการฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลที่ดี จะต้องทำให้พัฒนาการของการเก็บข้อมูลไปในทิศทางเดียวกัน โดยโปรแกรมมีความมั่นคงสูง (High Security Program) และมีความยืดหยุ่นของโปรแกรมสูง (High Flexibility Program) ดังนั้น การออกแบบฐานข้อมูลที่ดี จะต้องมีระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System: DBMS) [5] วิธีการออกแบบฐานข้อมูลทำโดยการกำหนดโครงสร้างของข้อมูล และสร้างความสัมพันธ์ของแต่ละเอนทิตี้ (Entity) ในฐานข้อมูลนั้น หลังจากนั้นทำให้เอนทิตี้เปลี่ยนไปอยู่ในรูปตารางข้อมูล (Table) [6]

2.4 วิธีศึกษาสำนึกหรือฮิวริสติกส์

วิธีศึกษาสำนึกหรือฮิวริสติกส์ (Heuristic Method) เป็นวิธีการในการหาคำตอบที่เป็นไปได้ หรือที่ดีเพียงพอของปัญหาที่มีความซับซ้อน จะเกี่ยวข้องกับการค้นหา การเรียนรู้ การประเมินค่า การตัดสิน เช่นนี้ซ้ำแล้วซ้ำเล่า เพื่อให้เกิดการเรียนรู้กับวิธีที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาได้ โดยบางครั้งการใช้ฮิวริสติกส์ อาจทำให้ได้ผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจได้เร็วกว่า และเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าวิธีการอื่น เป็นวิธีที่ทำการทดลองค้นคว้าหากฎโดยใช้วิจารณญาณ หรือการลองผิดลองถูกของผู้ตัดสินใจนั่นเอง ถ้าหากปัญหามีความซับซ้อนและมีขนาดใหญ่ก็จะส่งผลให้จำนวนผลลัพธ์ที่เป็นไปได้มีจำนวนมากตามไปด้วย ซึ่งถือว่าเป็นจุดด้อยของวิธีศึกษาสำนึกหรือฮิวริสติกส์ [7], [8]

2.5 วิธีการจัดสมดุลสายงานการประกอบโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบดั้งเดิม

วิธีการจัดสมดุลสายงานการประกอบโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบดั้งเดิม (Computer Method of Sequencing Operations for Assembly Line: COMSOAL) เป็นวิธีการจัดสมดุลสายการผลิต โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวประมวลผล ซึ่งจุดเด่นอยู่ที่การนำเอาหลักการเลขสุ่มมาใช้ในการเลือกงานที่สามารถจัดเข้าสถานีงานได้มาใช้เลือกงานเข้าสถานีงาน จากหลักการนี้ทำให้ผลลัพธ์จากการค้นหามีความหลากหลาย ส่งผลให้มีโอกาสได้เจอกับผลลัพธ์ใหม่ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ดีกว่าและอาศัยการค้นหาซ้ำหลายหลายครั้ง เพื่อพัฒนาคำตอบให้ดีขึ้นโดยการนำเอาผลลัพธ์ใหม่มาเป็นผลลัพธ์ตั้งต้นในครั้งต่อไป แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพของคำตอบจะขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งในการค้นหา ถ้าหากมีจำนวนครั้งในการค้นหาคำตอบมากจะทำให้มีโอกาสที่จะได้คำตอบที่ดีตามไปด้วย จึงเป็นเรื่องยุ่งยากที่จะทำการค้นหาคำตอบหลายครั้งและใช้เวลานานซึ่งตรงข้ามกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่นำเสนอนี้ ในการประยุกต์วิธี COMSOAL ผู้ใช้งานอาจประสบปัญหาการพิจารณาเงื่อนไขการเลือกขั้นงานสู่สถานีงานที่เหมาะสมทั้งนี้เพราะวิธี COMSOAL มีเงื่อนไขจำนวนมาก อีกทั้งแต่ละเงื่อนไขมีความเหมาะสมกับสายงานการประกอบที่แตกต่างกันออกไปจึงถือว่าเป็นจุดด้อยของวิธี COMSOAL [9] - [11]

2.6 วิธีการจัดสมดุลสายงานการประกอบโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างเข้มข้น

วิธีการจัดสมดุลสายงานการประกอบโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างเข้มข้น (Intensified-COMSOAL: I-COMSOAL) ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นจากวิธีการจัดสมดุลสายการผลิตโดย COMSOAL แบบดั้งเดิม เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดสมดุลของสายงานประกอบโดยการปรับปรุงกระบวนการเลือกลำดับของขั้นงานที่เหมาะสมให้กับแต่ละสถานีงานโดยพิจารณาขั้นงานที่ไม่มีขั้นงานก่อนหน้าและเป็นขั้นงานที่มีขั้นงานตามหลังที่มากที่สุดลงสถานีงาน อีกทั้งจะต้องเป็นขั้นงานที่มีเวลาการทำงานมากที่สุดด้วย วิธีที่นำเสนอได้ลดขั้นตอนของวิธี COMSOAL แบบดั้งเดิมออกไป ทำให้การจัดสมดุลสามารถกระทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และรวดเร็วยิ่งขึ้นการจัดสมดุลสายงานการประกอบด้วยวิธี I-COMSOAL มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างตารางขั้นงานก่อนหลังเพื่อจำแนกขั้นงานทั้งหมดของสายงานการประกอบ

ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาขั้นงานลงสู่สถานีงานโดยพิจารณาจากเงื่อนไข

1. ต้องเป็นขั้นงานที่ไม่มีขั้นงานก่อนหน้า
2. ต้องเป็นขั้นงานที่มีขั้นงานตามหลังมากที่สุด
3. ต้องเป็นขั้นงานที่มีเวลาการทำงานมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 3 จัดสรรขั้นงานให้สถานีงาน พร้อมตรวจสอบเวลารวมของสถานีงาน โดยที่เวลารวมของสถานีงาน $\leq$ รอบเวลาการผลิต

ขั้นตอนที่ 4 กำจัดขั้นงานที่ได้รับการจัดสรรลงสู่สถานีงานแล้วออกจากตารางแล้วกลับไปดำเนินการตามขั้นตอนที่ 2 [7], [12]

2.7 วิธีพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจัดสมดุลการผลิตที่นำเสนอ

วิธีพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจัดสมดุลการผลิตที่นำเสนอนี้ ได้ผสมผสานข้อดีของการจัดสมดุลสายงานการประกอบโดย I-COMSOAL เพื่อเลือกลำดับของขั้นงาน [8] ที่เหมาะสมให้กับแต่ละสถานีงาน ลดขั้นตอนที่ซับซ้อนของวิธีการจัดสมดุลโดย COMSOAL อีกทั้งยังช่วยลดความแปรปรวนของประสิทธิภาพการจัดสมดุลการผลิตแต่ละครั้งของแต่ละบุคคล โดยไม่สนใจทักษะหรือความเชี่ยวชาญในการจัดสมดุลการผลิต และใช้เทคนิคการจัดการฐานข้อมูล เพื่อเพิ่มความสะดวกต่อการปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยสามารถเพิ่ม ลด ปรับเปลี่ยนได้โดยง่าย และสุดท้ายคือเทคนิคการมอบหมายงานให้เหมาะสมกับทักษะฝีมือของพนักงานในสถานะมาทำงานเพื่อนำไปใช้ในการปรับสมดุลในทีมได้ทันทีทุกครั้งที่

พบว่ามีพนักงานบางคนในทีมอยู่ในสถานะไม่มาทำงาน เพิ่มรูปแบบหน้าจอโปรแกรมให้สะดวกรวดเร็วต่อการปรับปรุงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง แสดงผลการคำนวณค่าแทคไทม์ และประสิทธิภาพสมดุลการผลิตแต่ละครั้งเพื่อเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายหรือขอบเขตจำกัดล่างที่บริษัทกรณีศึกษากำหนดขึ้นที่ไม่ต่ำกว่า 80% เพิ่มปุ่มคำสั่งการพิมพ์รายงานออกมาใช้งาน ขอบเขตของงานวิจัยนี้สนใจทำการศึกษาในปัญหาที่การจัดสมดุลสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์เดียว (Single-Model) [13]

3. วิธีวิจัย

3.1 การดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้ทำกรณีศึกษาเกี่ยวกับบริษัทที่ผลิตชิ้นส่วนเบาะที่นั่งรถยนต์ ซึ่งจะทำการวิจัยเฉพาะขั้นตอนการเย็บรุ่น C303 จากรูปที่ 1 แสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยจัดสมดุลการผลิตโดยมีรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเวลาการจัดสมดุลการผลิตปัจจุบันและรวบรวมข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้องตามหลักสถิติ

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบฐานข้อมูล

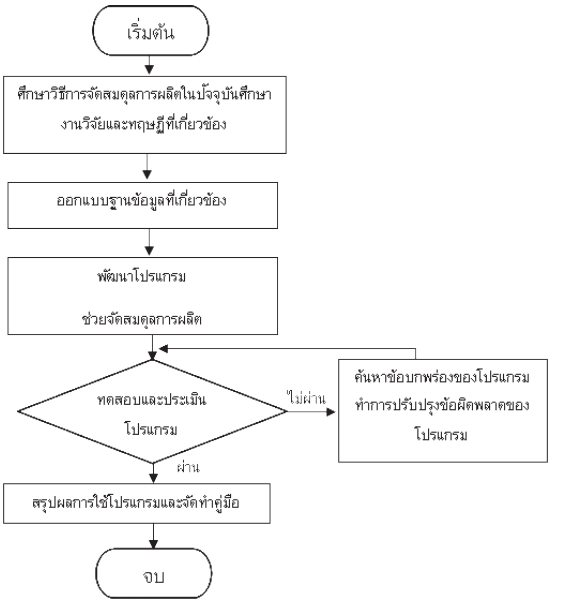
ขั้นตอนที่ 4 พัฒนาโปรแกรมช่วยจัดสมดุลการผลิต

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม

ขั้นตอนที่ 6 สรุปผลและจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรม

3.2 การออกแบบฐานข้อมูล

จากขั้นตอนการดำเนินการวิจัยที่กล่าวในข้างต้นนั้นอาจกล่าวได้ว่าขั้นตอนการออกแบบฐานข้อมูล [14] เป็นขั้นตอนที่สำคัญต่อการพัฒนาโปรแกรม โดยต้องคำนึงถึงความครบถ้วนของข้อมูล และวิธีการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างถูกต้องไม่ซ้ำซ้อนส่งผลต่อการตัดสินใจในการเลือกข้อมูลมาใช้งาน โดยทำการกำหนดแนวทางการเชื่อมโยงระหว่างฐานข้อมูล และการเรียกใช้ข้อมูล



รูปที่ 1 ลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ของโปรแกรม จึงแบ่งการทำงานในขั้นตอนนี้ออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักคือ

ขั้นตอนที่ 1 สร้างแผนภาพกระแสการไหลของข้อมูลที่จำเป็นในการจัดสมดุลการผลิต ดังรูปที่ 2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แฟ้มข้อมูลผลิตภัณฑ์จะแสดงข้อมูลรายละเอียดของผลิตภัณฑ์และข้อมูลรายการชิ้นส่วนในชุดคันรถ

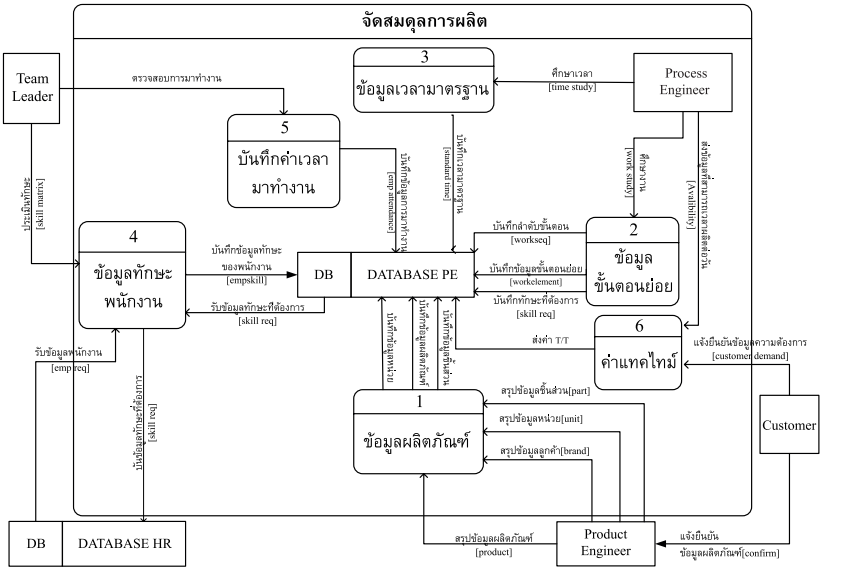
2. แฟ้มข้อมูลขั้นตอนงานย่อยโดยรับข้อมูลจากการศึกษางานและข้อมูลทักษะที่ต้องการในแต่ละขั้นตอน [15]

3. แฟ้มข้อมูลเวลามาตรฐาน หรือเวลาของขั้นงาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการศึกษาเวลาและตรวจสอบความถูกต้องตามหลักการทางสถิติด้วยวิธีค่าพิสัยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% [16]

4. แฟ้มข้อมูลทักษะพนักงาน รับข้อมูลจากการประเมินผลของหัวหน้าทีมเย็บ

5. แฟ้มข้อมูลสถานะการมาทำงานของพนักงาน รับข้อมูลจากหัวหน้าทีม

6. แฟ้มข้อมูลแสดงปริมาณความต้องการของลูกค้า โดยรับข้อมูลนี้จากลูกค้า



รูปที่ 2 แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) ของงานจัดสมดุลการผลิต

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดรหัสข้อมูลเชิงตัวเลข ดังนี้

รหัสผลิตภัณฑ์ คือแสดงรหัสของผลิตภัณฑ์

รหัสชิ้นส่วน คือแสดงรหัสของชิ้นส่วนงาน

รหัสทีมเย็บ คือแสดงรหัสทีมเย็บ

รหัสขั้นตอนย่อย คือแสดงรหัสขั้นตอนการเย็บ

รหัสพนักงาน คือแสดงรหัสพนักงาน

รหัสทักษะ คือแสดงรหัสทักษะที่ต้องการในแต่ละขั้นตอนการเย็บ

ค่าทักษะ คือแสดงค่าความแตกต่างในความชำนาญการเย็บของพนักงานที่มีต่อทักษะ

ตัวคูณค่าทักษะ คือแสดงค่าความแตกต่างของพนักงานออกมาในรูปของตัวเลข ซึ่งจะนำไปคูณกับค่าทักษะเป็นการกำหนดทักษะเชิงตัวเลข (Rating)

รหัสการมาทำงาน คือเป็นตัวแปรเลขฐาน 2 ที่ระบุการมาทำงานของพนักงาน

ขั้นตอนที่ 3 สร้างตารางบันทึกข้อมูล และกำหนดวิธีการเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อแสดงความสัมพันธ์หลักและความสัมพันธ์รอง ทำการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องในโปรแกรมไมโครซอฟต์แอคเซส

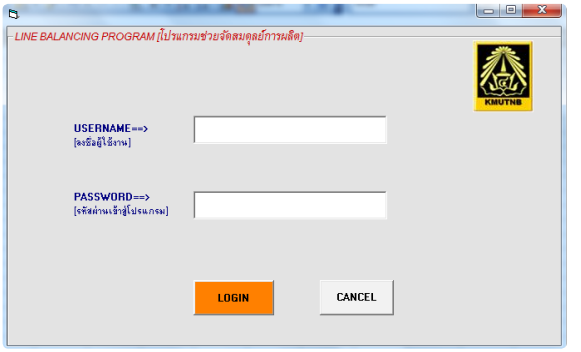
3.3 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยจัดสมดุลการผลิต

หลังจากการออกแบบฐานข้อมูลและบันทึกข้อมูลในฐานข้อมูลแล้วนั้น ขั้นตอนนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจัดสมดุลการผลิต โดยผู้วิจัยมุ่งเน้นความสะดวกต่อผู้ใช้งานโปรแกรม แบ่งการทำงานเป็น 3 ขั้นตอนหลักคือ

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดขั้นตอนการประมวลผลหรืออัลกอลิทึม (Algorithm) ในรูปแบบผังงาน (Flowchart) เพื่อกำหนดขั้นตอนการประมวลผลค่าแทคไทม์ ขั้นตอนการจัดสรรขั้นงานเข้าสถานีงานตามวิธี I-COMSOAL และการจัดสรรสถานีงานให้กับพนักงานตามทักษะโดยกำหนดให้โปรแกรมสนใจเฉพาะรหัสการมาทำงาน = 1 เท่านั้น และกำหนดการจัดลำดับทักษะเชิงตัวเลข (Rating) ของพนักงานโดย Rating ต่ำสุด [17] จะถูกจัดสรรให้ทำงานในสถานีงานที่ต้องใช้รอบเวลารวม (CT) สูงสุด และใช้วิธีดังกล่าวกับ Rating ที่มากขึ้นตามลำดับ

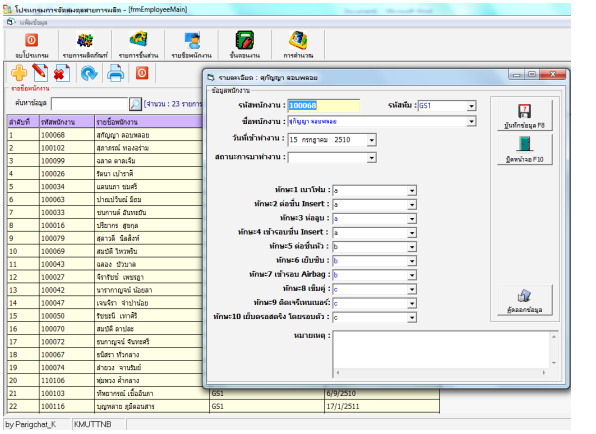
ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบฟอร์มหรือหน้าจอแสดงผล โดยแบ่งการแสดงผลออกเป็น 5 ส่วน คือ

1. หน้าจอเริ่มต้น เพื่อป้องกันการเข้าถึงข้อมูล



รูปที่ 3 หน้าจอเริ่มต้น

รูปที่ 4 หน้าจอหลัก



รูปที่ 5 ตัวอย่างหน้าจอแฟ้มข้อมูล

2. หน้าจอหลัก เพื่อสร้างทางเลือกระหว่างการใช้งานฐานข้อมูล และการใช้งานการจัดสมดุลการผลิต

3. หน้าจอแสดงแฟ้มข้อมูล เพื่อเพิ่ม ปรับเปลี่ยนข้อมูล

4. หน้าจอแสดงผลการคำนวณค่า T/T

5. หน้าจอแสดงผลการจัดสมดุลการผลิตและพิมพ์ใบรายงานการจัดสมดุลการผลิต

ขั้นตอนที่ 3 เขียนโค้ดคำสั่งการทำงานขอโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน [18] ตามอัลกอลิทึมดังนี้

1. เขียนคำสั่งวิธีคำนวณค่า T/T

2. เขียนคำสั่งวิธีคำนวณประสิทธิภาพสมดุลการผลิตดังสมการ (1)

3. เขียนคำสั่งการจัดขั้นงานลงสู่สถานีงานโดยใช้เงื่อนไข

- ต้องเป็นขั้นงานที่ไม่มีขั้นงานก่อนหน้า
- ต้องเป็นขั้นงานที่มีขั้นงานตามหลัง มากที่สุด
- ต้องเป็นขั้นงานที่ใช้เวลามากที่สุด
- กำหนดเป้าหมาย คือรอบเวลางานในแต่ละสถานีงานมีค่ามากที่สุด แต่น้อยกว่าค่า T/T

4. เขียนคำสั่งวิธีการจัดสรรสถานีงานให้กับพนักงาน

4. ทดสอบและรายงานผลการทำงานของโปรแกรม

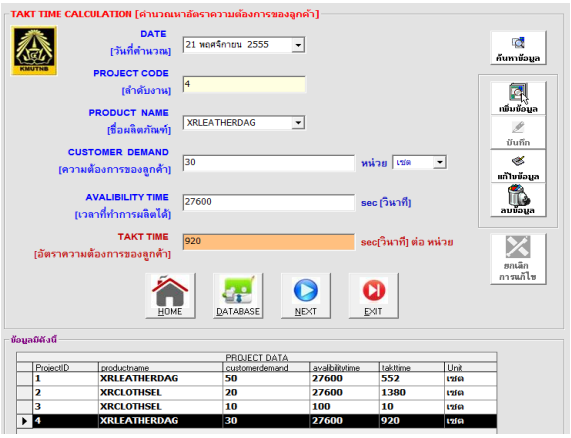
จากการดำเนินการพัฒนาโปรแกรมตามลำดับขั้นตอนข้างต้นแล้วนั้น ขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยแบ่งวิธีทดสอบออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ทดสอบรูปแบบหน้าจอ การใช้งานปุ่มคำสั่ง รวมถึงการเชื่อมโยงข้อมูล การเพิ่มลด ปรับเปลี่ยนข้อมูล ทำได้ง่าย และสะดวกหรือไม่ สามารถแสดงหน้าจอที่กำหนดนี้ ดังแสดงตามรูปที่ 3 ถึงรูปที่ 8 ตามลำดับ

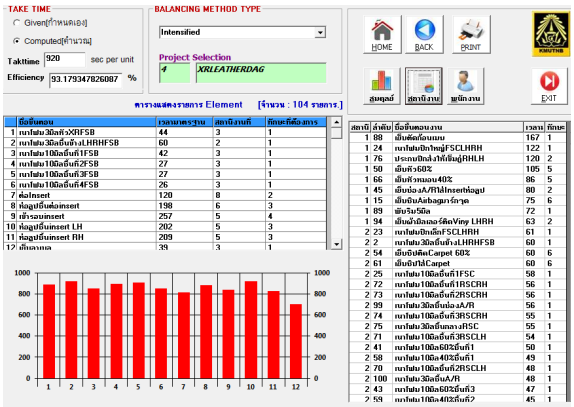
1. หน้าจอเริ่มต้นดังรูปที่ 3 เพื่อจำกัดการเข้าถึงโปรแกรมโดยผู้ที่ไม่เกี่ยวข้อง ผู้ใช้งานจึงต้องใส่ชื่อและรหัสผ่านที่ตรงกับที่ระบุในฐานข้อมูล

2. หน้าจอหลักของโปรแกรมดังรูปที่ 4 เพื่อกำหนดการตัดสินใจระหว่างการใช้งานแฟ้มข้อมูลและใช้งานจัดสมดุลการผลิต

3. หน้าจอแฟ้มข้อมูลดังรูปที่ 5 เพื่อเลือกข้อมูลที่จำเป็นมาแสดงผล สามารถกรอกได้โดยผู้ใช้งานหรือบุคคลที่ได้รับอนุญาต



รูปที่ 6 หน้าจอค่า T/T



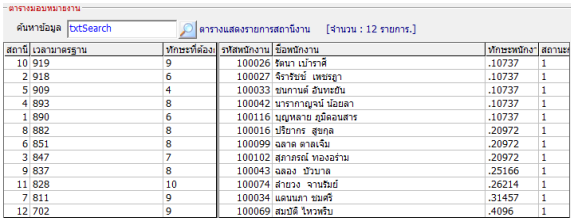
รูปที่ 7 หน้าจอผลการจัดสมดุลการผลิต

4. หน้าจอคำนวณค่า T/T ดังรูปที่ 6

5. หน้าจอแสดงผลการจัดสมดุลการผลิตดังรูปที่ 7 เพื่อแสดงผลการจัดสมดุลการผลิต และกำหนดงานให้สถานีงาน คำนวณประสิทธิภาพการผลิต

6. หน้าจอแสดงผลการจัดสรรสถานีงานให้พนักงาน ดังรูปที่ 8 โดยแสดงรูปแบบของสองตารางในเงื่อนไขที่กำหนดระหว่าง CT สูงสุดจับคู่กับทักษะเชิงตัวเลข (Rating) ต่ำสุด

ส่วนที่ 2 ทดสอบความถูกต้องในการประมวลผลของงานโปรแกรมที่นำเสนอ โดยใช้ตัวแทนเรื่องประสิทธิภาพสมดุลการผลิตจากวิธีใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบกับการใช้พนักงานในเงื่อนไขของวิธีการจัดสมดุลการผลิตแบบ I-COMSOAL โดยกำหนดสมมติฐานว่าประสิทธิภาพ



รูปที่ 8 หน้าจอผลการจัดสรรสถานีงานให้กับพนักงาน

ไม่แตกต่างกันระหว่างใช้พนักงานและใช้งานโปรแกรม กำหนดให้ผู้ทำการทดสอบคือวิศวกรการผลิตที่มีทักษะการจัดสมดุลการผลิตจำนวน 1 ท่าน ไม่สนใจเรื่องการลดเวลาและจำนวนตัวอย่าง (Sample Size: n) เท่ากับ 3 ตัวอย่าง จากการหาค่า Power and Sample Size ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% [19] และกำหนดกรณีศึกษาจากค่า T/T ที่แตกต่างกันในจำนวน 10 ค่า โดยกำหนดจากค่า T/T ที่เคยใช้งานจริง ผลที่ได้หลังทำการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 2 นั้นแสดงถึงประสิทธิภาพสมดุลการผลิตของวิธีจัดสมดุลโดยใช้โปรแกรมไม่แตกต่างจากวิธีใช้พนักงานที่ระดับความเชื่อมั่น 99% แสดงว่าการประมวลผลของโปรแกรมทำได้อย่างถูกต้องตามกำหนด

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพสมดุลการผลิต

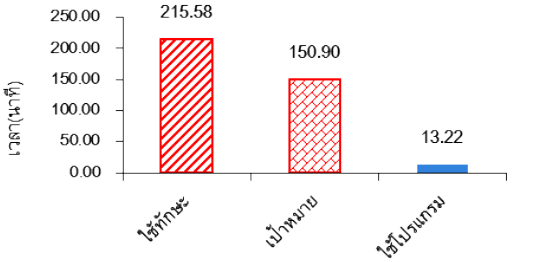
กรณีศึกษาที่	แทคไทม์นาทีต่อชุด	ประสิทธิภาพสมดุลการผลิต (%)	
		พนักงาน	โปรแกรม
1	1,840	93.18	93.18
2	1,380	93.18	93.18
3	1,104	93.18	93.18
4	920	93.18	93.18
5	789	86.92	86.92
6	690	87.70	87.70
7	613	83.91	83.91
8	552	84.71	84.71
9	502	85.38	85.38
10	460	82.83	82.83

ส่วนที่ 3 ทดสอบความสามารถของโปรแกรมด้านความรวดเร็ว ตามวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดเวลาการจัดสมดุลการผลิต และทดสอบว่าความเร็วของโปรแกรมขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานหรือไม่โดยกำหนดสมมติฐานว่าความสามารถของโปรแกรมที่นำเสนอนี้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานโปรแกรม กำหนดเงื่อนไขของการทดสอบนี้ที่ค่า T/T เดียวกัน และกำหนดประสิทธิภาพสมดุลการผลิต

ที่ค่าเดียวกันแต่มีค่ามากกว่าขอบเขตล่างดังที่บริษัทกรณีศึกษาได้กำหนดที่ไม่ต่ำกว่า 80% ปัจจัยที่ทำการศึกษามีเพียง 1 ปัจจัย คือความแตกต่างของผู้ใช้งานโปรแกรม จึงกำหนดผู้เข้าร่วมทดสอบจำนวน 3 คน ประกอบด้วย วิศวกรการผลิตที่มีทักษะในการจัดสมดุลการผลิตแบบใช้ทักษะเป็นหลักหรือฮิวริสติกส์จำนวน 1 คน และวิศวกรการผลิตที่ไม่มีทักษะในการจัดสมดุลการผลิตจำนวน 1 คน และหัวหน้าทีมเย็บจำนวน 1 คน ทำการศึกษาเวลาจำนวนตัวอย่าง 27 ตัวอย่าง ซึ่งมาจากการทดสอบด้วยหลักการทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% [19] และทำการทดสอบค่ากระจายตัวของข้อมูลเวลาใช้งานโปรแกรมช่วยจัดสมดุลการผลิต ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หลังจากนั้นทำการทดสอบค่าความแปรปรวนของข้อมูลเวลาดังกล่าวจากผู้ทดสอบจำนวน 3 คน โดยใช้วิธี One-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลที่ได้คือความสามารถของโปรแกรมในด้านเวลาที่ใช้ในการจัดสมดุลการผลิตไม่ได้ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานโปรแกรมที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หลังจากนั้นนำข้อมูลเวลาจากการใช้โปรแกรมช่วยจัดสมดุลการผลิต เปรียบเทียบกับเวลาจากการใช้ทักษะในการจัดสมดุลการผลิต ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปผลการศึกษาเวลาเปรียบเทียบระหว่างวิธีจัดสมดุลแบบใช้ทักษะและแบบใช้โปรแกรมที่นำเสนอ

#	ขั้นตอนงาน	ก่อน (นาที)	หลัง (นาที)	การเปรียบเทียบ	
				นาที	%
1	ค้นหาข้อมูลเวลา	5.34	0	5.34	100
2	ค้นหาข้อมูลทักษะพนักงาน	6.23	0	6.23	100
3	ค้นหาข้อมูลความต้องการของลูกค้า	17.66	4.58	13.08	74.07
4	ค้นหาข้อมูลสถานะการมาทำงาน	17.22	2.91	14.31	83.10
5	จัดสมดุลการผลิต	160.60	1.74	158.86	98.91
6	พิมพ์ใบรายงานส่งให้หัวหน้าทีม	8.54	3.99	4.55	53.28
รวมเวลา (นาที)		215.58	13.22	202.36	93.87



รูปที่ 9 เปรียบเทียบผลการศึกษาเวลาก่อนและหลังปรับปรุง

การจัดสมดุลการผลิตโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ใช้เวลารวมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 13.22 นาที ดังแสดงในรูปที่ 9 และเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจัดสมดุลการผลิตจากการใช้ทักษะนั้นพบว่าวิธีการจัดสมดุลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอนี้ช่วยลดเวลารวมได้ถึง 93.87%

5. สรุป

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายที่จะช่วยลดเวลาในการจัดสมดุลการผลิตงานเย็บโดยวิธีพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากการทดสอบการทำงานของโปรแกรมพบว่าสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยได้ดีกว่าที่กำหนดที่ 30% โดยสามารถลดเวลาโดยรวมของการจัดสมดุลการผลิตได้ถึง 93.87% นอกจากวัตถุประสงค์หลักข้างต้นแล้ว งานวิจัยนี้ยังมีประโยชน์ในด้านอื่นดังนี้

1. หัวหน้าทีมเย็บสามารถใช้งานโปรแกรมเพื่อจัดสมดุลการผลิตได้ด้วยตนเอง
2. ได้ประสิทธิภาพสมดุลการผลิตตามขอบเขตจำกัดล่างตามที่บริษัทกรณีศึกษากำหนดที่ไม่ต่ำกว่า 80%
3. ลดปริมาณงานค้างสายการผลิตต่อวัน
4. ลดพื้นที่ในการจัดเก็บชิ้นงานระหว่างสถานีงาน
5. ลดความเสี่ยงต่อการส่งงานลูกค้าไม่ทันตามเวลาที่ลูกค้ากำหนด รองรับการขยายตัวของบริษัท

เอกสารอ้างอิง

[1] V. Suharitdumrong, *Cellular Manufacturing One-Piece Flow for Work teams*, Bangkok: E.I.

Square Publishing, 2006 (in Thai).

[2] P. Chutima, *Application of Scheduling in the Industry*, 1st ed. Bangkok: Chulalongkorn University, 2008 (in Thai).

[3] K. Sangdeun, "Productivity Improvement with Scheduling Assemble Line using Genetics Algorithm," *I.E. Networks Conference*, pp. 619-624, 2007 (in Thai).

[4] S.H. Eryuruk, et al., "Assembly Line Balancing in a Clothing Company," *Textile Engineering Department*, vol. 16, pp. 93-98, 2008.

[5] A. Kengpol, *Management Information System*, 3 rd ed. Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 2009 (in Thai).

[6] S. Chockchaichutikul, *Design of Database System Manual*, 1 st ed. Bangkok: Provision, 2010 (in Thai).

[7] A. Konkvichayakoop, "Development of Computer Software for Modular Line Balancing," M.S. Thesis, Department of Industrial Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 2006 (in Thai).

[8] N. Jeungjumreonkij, "Multi-Products Line Balancing with Uncertainty Time for Ready-Made Dress," M.S. Thesis, Department of Industrial Engineering, Chulalongkorn University, 2010 (in Thai).

[9] A.L. Arcus, "COMSOAL: a computer method of sequencing operations for assembly lines," *International Journal of Production Research*, vol. 4, pp. 25-32, 1966.

[10] D.J. Fonseca, et al., "A Fuzzy Logic Approach to Assemble Line Balancing," *Mathware & Soft Computing*, vol. 12, pp.57-74, 2005.

[11] S. Suwanrangsri, "Assembly Line Balancing using Genetics Algorithm and Random Shuffle Technique: A case study of Motorcycle Assembly Line," in *Sixth Engineering Conference Prince of Songkla University*, 2008 (in Thai).

[12] K. Sae Lin, "Assembly Line Balancing with Intensified COMSOAL," M.S. Thesis, Department of Industrial Engineering, Southeast Asia University, 2009 (in Thai).

[13] B.A. Bushra, "Integrating Assembly Planning and line balancing Using Precedence Diagram," *Eng. & Tech. Journal*, vol 27, pp.1807-1815, 1990.

[14] T. Chunjarasvichai, *Design and Building Database with Basic 6.0*, Bangkok: Se-education, 2000 (in Thai).

[15] A. Mark and P. Gregory, *Operations Management: concepts, method, and strategies*, 2nd ed. West Publishing Company, 1948.

[16] V. Tantasut and W. Rijiravanich, Introduction *to work study*, 7th ed. Bangkok: Chulalongkorn University, 2000 (in Thai).

[17] B. James, *Production and Operations Management Manufacturing and Services*, 5th ed. McGraw-Hill, 1993.

[18] Ch. Peuchpol, et.al., *Visual Basic 6*, 11th ed. Bangkok: Provision, 2004 (in Thai).

[19] P. Sukchareonpong, *Six Sigma Certification Program*, Bangkok: Technology Promotion Association (Thailand-Japan), 2010 (in Thai).