

การออกแบบกระบวนการวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานผลิตขนมไทย Design of Production Planning Process for Thai Dessert Factory

กฤษดา พัวสกุล^{1*}, สิริวิชญ์ สว่างนพ², ธีรภัทร์ อนุภาพพันธุ์², จิรณา จันทร์สีขาว²
Kritsada Puasakul^{1*}, Siravit Swangnop², Teerapat Anuphabpan², Jeerana Junsikaw²

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี

²สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
Rajamangala University of Technology Thanyaburi Patumthani

²Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
King Monkut's University of Technology North Bangkok

*Corresponding author e-mail : kritsada.p2525@gmail.com

(Received : July 22, 2019, Revised: September 18, 2019, Accepted: November 12, 2019)

บทคัดย่อ

การผลิตขนมไทยเป็นที่ยอมรับว่ามีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนและมีข้อจำกัดจำนวนมาก กระบวนการผลิตมีลักษณะทั่วไปเป็นแบบผลิตตามงาน (job shop production) โรงงานตัวอย่างที่ผู้วิจัยเลือกเข้าไปศึกษาเป็นโรงงานที่ดำเนินกิจการด้านการผลิตขนมไทยมาแล้วกว่า 30 ปี มีผลิตภัณฑ์ขนมไทยที่ทำการผลิตมากกว่า 30 ชนิด โดยมีปัญหาหลักที่พบคือ ภายใต้อุปสรรคของระบบการผลิตที่ซับซ้อนดังกล่าวข้างต้น การวางแผนการผลิตจะอาศัยเพียงประสบการณ์ของผู้วางแผนเป็นหลัก ซึ่งส่งผลให้เวลาเสร็จงานของระบบค่อนข้างสูง มีผลต่อเนื่องให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วย งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์หลักในการออกแบบกระบวนการวางแผนการผลิตที่สอดคล้องกับลักษณะการดำเนินงานและข้อจำกัดหรือข้อกำหนดของโรงงานตัวอย่าง โดยกระบวนการที่ออกแบบนี้เป็น การผสมผสานและปรับปรุงยุคเพิ่มเติมของกฎการจ่ายงานหลายกฎด้วยกัน จากการทดลองนำเอากระบวนการวางแผนการผลิตและโปรแกรมสนับสนุนการวางแผนไปใช้กับข้อมูลจริงของโรงงานพบว่า สามารถช่วยให้เวลาเสร็จงานของระบบลดลงจากวิธีการของโรงงาน 113 นาที หรือคิดเป็น 12.18% และยังช่วยให้งานที่มีเวลาในการผลิตนาน สามารถเริ่มงานได้เร็วกว่าเดิม

คำสำคัญ : การวางแผนการผลิต, โรงงานผลิตขนมไทย, การผลิตแบบตามสั่ง, เวลาเสร็จงานของระบบ, การผลิตแบบตามงาน

Abstract

Thai dessert production process is recognized as a very complicated process which contains many constraints. Generally, this process is classified as a job shop production. The selected factory has operated for more than 30 years. Furthermore, over 30 types of Thai dessert are produced. The major problem found relates with a current production planning process which strongly relies on planner's experience. This planning method results in a relatively high makespan, which also causes a high production cost. The main objective of this research is to design a production planning process corresponding to a major characteristics and constraints of the selected factory. Moreover, this planning process is a combination and modification of many dispatching rules. To prove a performance of the designed production planning process, an experiment is conducted based on real demand data of the selected factory. A result of the experiment shows that the designed planning process can reduce a makespan by 113 minutes or 12.18% comparing with factory method. Additionally, this planning process can help long-processing time job to start earlier.

Keywords: Production planning, Thai dessert factory, Make to order, Makespan, Job shop production

1.บทนำ

การผลิตขนมไทย เช่น ขนมชั้น ขนมทองหยิบ ขนมปุยฝ้าย เป็นต้น ได้รับการยอมรับว่ามีกระบวนการผลิตที่ยุ่งยากซับซ้อน มีข้อกำหนดที่ละเอียดอ่อน และประกอบด้วยขั้นตอนการผลิตที่ต่อเนื่องกันหลายขั้นตอน การวางแผนการผลิตและการดำเนินการผลิตให้เป็นไปตามแผนเป็นสิ่งท้าทายต่อโรงงานผู้ผลิตขนมไทยอย่างมาก

โรงงานที่ได้ทำการศึกษานี้เป็นโรงงานที่ดำเนินธุรกิจด้านการผลิตและจำหน่ายขนมไทย เป็นโรงงานที่ดำเนินธุรกิจด้านนี้มากกว่า 30 ปี มีผลิตภัณฑ์ขนมไทยที่ทำการผลิตมากกว่า 30 ชนิด โดยจะเป็นการผลิตตามคำสั่งซื้อ (Made-to-order) คือจะเริ่มผลิตเมื่อมีความต้องการเข้ามาและผลิตเท่ากับปริมาณความต้องการเท่านั้น ทั้งนี้การผลิตแบบตามคำสั่งซื้อมีความเหมาะสมกับโรงงานที่ทำการศึกษา สืบเนื่องมาจากบริบทในการดำเนินงาน ที่ลูกค้าของโรงงานไม่ใช่ลูกค้าขั้นสุดท้าย (end customer) แต่ลูกค้าที่สั่งผลิตขนมจะเป็นกลุ่มของร้านค้าปลีกที่ขายขนมไทยและร้านขายขนมไทยของโรงงานเอง ทำให้ภาระการเก็บสต็อกขนมจะถูกผลักไปให้กับร้านขายข้างต้นแทน ซึ่งร้านเหล่านี้จะต้องมีขนมพร้อมอยู่เสมอเวลาลูกค้ามีความต้องการที่จะซื้อ

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลพบว่า กระบวนการผลิตขนมไทยของโรงงานตัวอย่างมีลักษณะในการผลิตแบบตามงาน (job shop) ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการผลิต การจัดวางเครื่องจักรอุปกรณ์ในการผลิตของโรงงาน และสอดคล้องกับลักษณะสำคัญของการผลิตแบบตามงานคือ มีการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ร่วมกันของหลายผลิตภัณฑ์ และทิศทางในการเคลื่อนที่ของผลิตภัณฑ์ระหว่างผลิตไม่จำเป็นต้องไปในทิศทางเดียวกัน (Arisha et al., 2001)

ในปัจจุบันโรงงานจะวางแผนการผลิตเป็นรายวันและใช้ประสบการณ์ของหัวหน้างานเป็นหลัก โดยกระบวนการวางแผนจะเริ่มขึ้นเมื่อมีความต้องการหรือคำสั่งซื้อเข้ามาสู่ระบบ ความต้องการเหล่านั้นจะถูกแปลงด้วยสูตรการผลิตเป็นปริมาณขององค์ประกอบ ตลอดจนผลิตภัณฑ์ขนมสำเร็จรูปที่ต้องทำการผลิต ลำดับการผลิตในแต่ละขั้นตอนในแต่ละเครื่องจักรและอุปกรณ์จะใช้ประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานเป็นตัวกำหนด อีกทั้งเวลาในการเริ่มต้นผลิตจะเริ่มที่เวลาเดียวกันทุกวัน โดยไม่สนใจต่อภาระงานที่แตกต่างกัน ที่สำคัญ ยังไม่มีการติดตามข้อมูลผลลัพธ์ในการผลิต ทำให้ไม่ทราบถึงสถานะปัจจุบันของการผลิตว่าเป็นไปตามแผนหรือไม่ ทั้งยังไม่สามารถแก้ไขเหตุขัดข้องที่เกิดขึ้นได้อย่างทันท่วงที ส่งผลให้

เวลาเสร็จงานของระบบ (Makespan) ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญที่ผู้ผลิตคำนึงถึง มีค่าสูง

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือการออกแบบกระบวนการในการวางแผนการผลิต (production planning process) ที่ให้ผลลัพธ์เป็นลำดับในการผลิตของผลิตภัณฑ์ขนมที่ต้องการ สอดคล้องกับข้อกำหนด (constraint) ของวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต โดยมีเป้าหมายเพื่อลดเวลาเสร็จงานของระบบ (makespan)

ในหัวข้อที่ 2 จะนำเสนอถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้อง ในหัวข้อที่ 3 จะอธิบายถึงปัญหาวิจัยโดยชัดเจน จากนั้นในหัวข้อที่ 4 จะนำเสนอแนวคิดในการออกแบบและขั้นตอนของกระบวนการวางแผนการผลิต ขั้นตอนที่ออกแบบนี้จะถูกนำไปทดสอบและสรุปผลการทดสอบในหัวข้อที่ 5 ส่วนหัวข้อที่ 6 จะเป็นการสรุปผลงานวิจัย ในหัวข้อที่ 7 และ 8 จะเป็นกิตติกรรมประกาศและเอกสารอ้างอิง

2.ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 วิธีการหาคำตอบของปัญหาการจัดตารางการผลิต

วิธีการหาคำตอบให้กับปัญหาการจัดตารางการผลิตสามารถแบ่งวิธีการหาคำตอบออกได้เป็น 2 วิธีการได้แก่ วิธีการที่ให้คำตอบที่ดีที่สุด (Exact Method) และวิธีที่ให้คำตอบที่เข้าใกล้คำตอบที่ดีที่สุด หรือเรียกว่า วิธีการหาคำตอบแบบประมาณ (Approximate Method) (Chance, 1945; Graves, 1981)

1.วิธีการที่ให้คำตอบที่ดีที่สุด (Exact Method)

วิธีการที่ให้คำตอบที่ดีที่สุดจะแบ่งออกเป็น 3 วิธี ได้แก่ วิธีการแจงนับบริบูรณ์ วิธีการแจงนับโดยนัย และวิธีการกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์

วิธีที่ 1 วิธีการแจงนับบริบูรณ์ (Complete Enumeration)

เป็นวิธีการหาคำตอบโดยทำการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดจากจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด ดังนั้น วิธีการนี้จะเหมาะสมกับปัญหาที่มีขนาดเล็กเท่านั้น ถ้าปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้นก็จะทำให้ต้องใช้เวลานานในการหาคำตอบ เนื่องจากจะมีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้มากขึ้นตามไปด้วย ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการจัดตารางการผลิตให้กับงานจำนวน 100 งาน แต่ละงานเป็นอิสระต่อกัน จะมีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดเท่ากับ $100!$ ซึ่งการค้นหาคำตอบที่ต้องการจากคำตอบทั้งหมดจะใช้เวลานานมาก

วิธีที่ 2 วิธีแจงนับโดยนัย (Implicit Enumeration) เป็นวิธีการหาคำตอบที่คล้ายกับวิธีการแจงนับบริบูรณ์ แต่วิธีการนี้

จะมีขั้นตอนการตัดทอนคำตอบออกไปบางส่วน ทำให้เซตของคำตอบที่จะต้องพิจารณามีขนาดเล็กลง ซึ่งจะทำให้วิธีการนี้สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้รวดเร็วขึ้น ตัวอย่างของวิธีการแฉ่งนับโดยนัย เช่น โปรแกรมพลวัต (Dynamic Programming) วิธีการแตกกิ่งและจำกัดเขต (Branch and Bound: B&B) เป็นต้น

วิธีที่ 3 วิธีการกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming) เป็นการจำลองปัญหาด้วยโมเดลทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) และหาคำตอบโดยการใชโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างของวิธีการนี้ ได้แก่ กำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) กำหนดการแบบจำนวนเต็ม (Integer Programming) กำหนดการจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Programming) และกำหนดการแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Programming) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาและคำตอบที่ต้องการ

2. วิธีการหาคำตอบแบบประมาณ (Approximate Method) ในกรณีที่มีปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้น เช่น มีจำนวนเครื่องจักรหรือจำนวนงานเพิ่มมากขึ้น การใช้วิธีการที่ให้คำตอบที่ดีที่สุดมักจะใช้เวลาในการหาคำตอบนานจนไม่สามารถรอคอยได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นจึงได้มีการคิดวิธีที่สามารถหาคำตอบได้เร็วมากขึ้น เพื่อใช้กับปัญหาที่มีขนาดใหญ่โดยเฉพาะ ซึ่งคำตอบที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีที่สุด หรือในบางครั้งอาจจะเป็นคำตอบที่ดีที่สุดเลยก็ได้ เราเรียกวิธีการดังกล่าวว่า วิธีการหาคำตอบแบบประมาณ วิธีการนี้จะเริ่มจากการกำหนดคำตอบเริ่มต้น (Initial Solution) จากนั้นทำการค้นหาคำตอบที่ดีขึ้นโดยใช้วิธีการค้นหาคำตอบและหยุดค้นหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด เช่น จำนวนรอบในการค้นหา เวลาที่ใช้ในการค้นหา คุณภาพของคำตอบที่ต้องการ เป็นต้น วิธีการหาคำตอบแบบประมาณสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี ได้แก่ วิธีฮิวริสติก (Heuristic) และวิธีเมตาฮิวริสติก (Meta-Heuristic) แต่ละวิธีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วิธีที่ 1 ฮิวริสติก (Heuristic) (Ruiz, 2015) เป็นวิธีการหาคำตอบที่ให้ค่าของคำตอบเข้าใกล้คำตอบที่ดีที่สุด (optimum solution) โดยใช้เวลาในการคำนวณไม่นานนัก วิธีฮิวริสติกจะเป็นวิธีการที่ใช้เฉพาะกลุ่ม กล่าวคือ จะไม่สามารถนำวิธีการแก้ปัญหาที่ออกแบบสำหรับปัญหาในกลุ่มหนึ่ง ไปแก้ปัญหาในกลุ่มอื่นได้ เนื่องจากได้ออกแบบให้ใช้งานเฉพาะเรื่องเท่านั้น เช่น การใช้กฎ EDD (Earliest Due Date) กับระบบเครื่องจักรเดียว (Single Machine) จะทำให้ค่าความล่าช้าที่มากที่สุดมีค่าน้อยที่สุด (Minimize Maximum Tardiness) ถ้านำกฎนี้มาประยุกต์ใช้กับระบบการผลิตที่แตกต่างออกไป ก็อาจจะไม่ได้ผลลัพธ์ในลักษณะเดียวกัน ตัวอย่างของวิธีฮิวริสติก เช่น กฎ

การจ่ายงาน (Dispatching Rule) กฎการสุ่ม (Random Rule) เป็นต้น

วิธีที่ 2 เมตาฮิวริสติก (Meta-Heuristic) (Xhafa & Abraham, 2008) จะเป็นวิธีการหาคำตอบที่ใช้ได้ในวงกว้างมากกว่าวิธีการแบบฮิวริสติก นั่นคือ เราสามารถนำขั้นตอนการหาคำตอบของวิธีเมตาฮิวริสติกไปประยุกต์ใช้งานกับปัญหาลักษณะอื่นได้ วิธีเมตาฮิวริสติกจะมีขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อนมากกว่าวิธีการฮิวริสติก หรืออาจเป็นการนำวิธีการแบบฮิวริสติกมาปรับปรุงต่อยอดเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการหาคำตอบที่ดีขึ้น ตัวอย่างของวิธีการเหล่านี้ เช่น วิธีการค้นหาเฉพาะที่ (Local Search: LS) วิธีการจำลองการอบอ่อน (Simulated Annealing: SA) วิธีการขั้นตอนเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) วิธีการ Particle swarm optimization และวิธีการค้นหาต้องห้าม (Tabu search) วิธีการแบบผสมผสาน (Hybrid method) เป็นต้น

2.1.2 การจัดตารางการผลิตแบบตามงาน (Job Shop)

ระบบการผลิตแบบตามงาน (Job Shop production system) เป็นระบบการผลิตที่ประกอบด้วยงานที่มีขั้นตอนการผลิตมากกว่า 1 ขั้นตอน มีเงื่อนไขก่อน-หลังในการทำงาน และมีจำนวนเครื่องจักรจำนวนหนึ่งที่นำมาใช้ในการผลิต แต่ทุกงานไม่จำเป็นต้องมีทิศทางเดียว และยอมให้จำนวนกลับมาทำที่เครื่องจักรเดิมได้ (Mellor, 1966) ซึ่งทำให้การจัดตารางการผลิตในระบบการผลิตแบบนี้จะมีความซับซ้อนมากขึ้น เครื่องมือที่สำคัญสำหรับการจัดตารางการผลิตในระบบนี้ ได้แก่ การเลือกเครื่องจักรที่เป็นคอขวด และการใช้ Disjunctive Graph โดยเครื่องมือเหล่านี้จะถูกนำมาผนวกใช้ในวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด และการหาคำตอบด้วยวิธีฮิวริสติก โดยตัวชี้วัดที่นิยมใช้ในระบบการผลิตแบบนี้จะเป็นค่าเวลาปิดงาน (completion time) หรือเวลาเสร็จงานของระบบ (makespan) อย่างไรก็ตาม เรายังสามารถใช้ตัวชี้วัดอื่นๆ ในการวัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิตในระบบการผลิตแบบนี้ได้เช่นกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้จัดการและบริบทในการดำเนินงานเป็นหลัก

ระบบการผลิตแบบตามงานจะแบ่งย่อยได้อีก 3 แบบคือ ระบบการผลิตตามงานแบบทั่วไป ระบบการผลิตตามงานแบบวนซ้ำ และระบบการผลิตตามงานแบบยืดหยุ่น โดยแต่ละแบบจะมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

แบบที่ 1 ระบบการผลิตตามงานแบบทั่วไป (General Job Shop)

ระบบการผลิตตามงานแบบทั่วไปจะมีทิศทางไหลของงานได้หลายทิศทาง แต่จะไม่มีมารวนกลับมาทำงานซ้ำบนเครื่องจักรเดิม

แบบที่ 2 ระบบการผลิตตามงานแบบวนซ้ำ (Recirculating Job Shop)

ระบบการผลิตตามงานแบบวนซ้ำจะมีทิศทางการไหลของงานได้หลายทิศทาง แต่สามารถวนกลับมาทำการผลิตซ้ำบนเครื่องจักรเดิมได้

แบบที่ 3 ระบบการผลิตตามงานแบบยืดหยุ่น (Flexible Job Shop)

ระบบการผลิตตามงานแบบยืดหยุ่นในแต่ละขั้นตอนการผลิตจะมีเครื่องจักรที่ขนานกันได้หลายเครื่องและมีลักษณะการไหลได้หลายทิศทาง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดตารางการผลิต (production scheduling) เป็นปัญหาที่มีการศึกษาและประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในหลากหลายอุตสาหกรรม หลากหลายรูปแบบการผลิต พัทธราลัย (sangarun, 2002) ศึกษาการจัดตารางการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop) โดยใช้วิธีการแบบฮิวริสติก 7 วิธีคือ SPT (Shortest Processing Time), LPT (Longest Processing Time), WSPT (Weighted Shortest Processing Time), SDT (Smallest Ratio by Dividing Total Processing Time), LDT (Longest Ratio by Dividing Total Processing Time), SMT (Smallest Ratio by Multiplying Total Processing Time) และ LMT (Longest Ratio by Multiplying Total Processing Time) นำมาทดลองจัดตารางการผลิตกับข้อมูลการผลิตจริงของหน่วยงาน Press Shop ซึ่งมีเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วน 7 เครื่อง เพื่อจัดท่าระบบการจัดลำดับการผลิตชิ้นส่วนโลหะขึ้นรูป เพื่อส่งไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์คอมพิวเตอร์ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยวัดผลจาก 1. เวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ย (Mean Flow Time), 2. เวลาสายของงานโดยเฉลี่ย (Mean Lateness), 3. ค่าเฉลี่ยของงานสาย (Mean Tardiness) และ 4. จำนวนงานที่สาย (Number of Tardy Jobs) พบว่าการจัดตารางการผลิตด้วยวิธีการฮิวริสติกแบบ LPT มีค่าประสิทธิภาพการจัดตารางการผลิตที่ดีที่สุด ขณะที่ ฉัตรชัย (ประจันตะเสน, 2003) ศึกษาการจัดตารางการผลิตสินค้าตามใบสั่งซื้อ (made to order, MTO) ในอุตสาหกรรมทอผ้า โดยในปัจจุบันการวางแผนการผลิตจะใช้ดุลยพินิจและประสบการณ์ของผู้วางแผนเป็นเกณฑ์ตัดสินใจในการวางแผนการผลิต วิธีการคือ ใช้การเรียงลำดับจากกำหนดส่งที่ใกล้ที่สุดไปยังกำหนดส่งที่ไกลที่สุด โดยไม่มีการนำเอาปัจจัยอื่น เช่น การตั้งเครื่อง (Set up), ปริมาณการผลิต เป็นต้น มาร่วมวิเคราะห์ในการจัดตารางการผลิต ผู้วิจัยจึงออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตในโรงงานทอผ้า เพื่อแก้ปัญหาการส่งมอบสินค้าไม่ทันตามกำหนดส่ง ที่

ครอบคลุมลักษณะของโรงงานตัวอย่าง ที่มีความต้องการสินค้าที่หลากหลาย ทั้งชนิดและปริมาณ ตลอดจนมีเวลาการตั้งค่าเครื่องจักรที่สูง โดยผู้วิจัยได้นำเอาทฤษฎีการจัดตารางการผลิตแบบนอนติลีย์ร่วมกับฮิวริสติกส์ ได้แก่ (Earliest Due Date First - EDD), (Shortest Processing Time - SPT), (Longest Processing Time - LPT), AVPRO, Slack (Slack Time) และ Slack/ TP (Smallest Ratio of Slack Time to Total Processing Time) มาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรม เพื่อลดเวลาในการจัดตารางการผลิตและตอบสนองความต้องการที่ไม่แน่นอน ระบบที่ออกแบบนี้สร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าของโรงงานตัวอย่าง โดยวัดประสิทธิภาพของแผนการผลิตจากเวลาเฉลี่ยของงานที่อยู่ในระบบ (Mean Flow Time), เวลาสายของงานโดยเฉลี่ย (Mean Lateness), เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย (Mean Tardiness), และจำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs) ซึ่งผลการทดลองพบว่า การจัดตารางการผลิตแบบนอนติลีย์ โดยใช้เกณฑ์ (Earliest Due Date First - EDD) เหมาะสมกับโรงงานตัวอย่าง และเมื่อเปรียบเทียบกับ การจัดตารางการผลิตแบบเดิมพบว่า จำนวนงานล่าช้าโดยเฉลี่ยลดลง 75.92% นฤมล (tansuwannarat, 2548) ศึกษาการจัดตารางการผลิตอาหารสำเร็จรูป เพื่อเสนอแนะแนวทางในการวางแผนความต้องการวัสดุที่ใช้ในการผลิตให้เหมาะสม คณะผู้จัดทำได้เข้าไปศึกษาระบบการวางแผนและการสั่งซื้อ โดยใช้การศึกษาจากแผนการผลิตหลัก ใบรายการวัสดุ แล้วนำมาวิเคราะห์และวางแผนความต้องการวัสดุ เพื่อจะได้ทราบปริมาณการสั่งซื้อ และ lead time ในการสั่งซื้อสินค้าแต่ละชนิด เพื่อให้สามารถผลิตได้ทันตามความต้องการจากการนำวิธีการวางแผนความต้องการวัสดุ (MRP) มาใช้ในกระบวนการผลิตส่งผลให้กระบวนการผลิตมีระบบมากขึ้น สามารถผลิตได้ตามความต้องการของลูกค้า ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการนำวิธีการวางแผนความต้องการวัสดุ (MRP, Material requirement planning) ไปใช้ ทางผู้วิจัยจึงนำเอาโปรแกรม Microsoft Excel มาเป็นเครื่องมือในการช่วยวางแผนความต้องการวัสดุ (MRP) ทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว และใช้งานง่ายมากยิ่งขึ้น ประกิต (Pattanacharoen, 1998) ศึกษาการวางแผนการผลิตโดยการจัดลำดับและจัดตารางการผลิต สำหรับโรงงานผลิตแม่พิมพ์เจาะ ด้วยกฎการจัดลำดับงานคือ (First in First out-FIFO), (Last in First out-LIFO), (Earliest Due Date First- EDD), (Shortest Processing Time-SPT), (Longest Processing Time-LPT) ผลการทดลองปรากฏว่า SPT ให้ผลการจัดตารางที่ดีที่สุด อีกตัวอย่างที่สำคัญในการประยุกต์ใช้วิธีการวางแผนและจัดตารางการผลิตกับสภาวะการทำงานจริงจะเห็นได้จากงานวิจัยของ ปัญจพร (Pairyai, 2006) ที่ศึกษาการจัดตารางการผลิตแบบท่า

ตามสั่งโดยใช้วิธีฮิวริสติกแบบผสมผสานกับกรณีศึกษาโรงงานผลิตเฟือง โดยงานวิจัยนี้จะเลือกกฎที่เหมาะสมในการจัดตาราง 6 วิธีคือ EDD (Earliest Due Date), SPT (Shortest Processing Time), LPT (Longest Processing Time), AVPRO ที่จะเลือกงานที่เวลาการทำงานหารด้วยจำนวนเครื่องที่ใช้มีค่าน้อยที่สุด, Slack Time, Slack/TP (Smallest Ratio of Slack Time to Total Processing Time) โดยใช้ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพคือ เวลาเสร็จงานของระบบ (Makespan), เวลาการไหลของงานในระบบโดยเฉลี่ย (Mean Flow time), เวลาสายของงานโดยเฉลี่ย (Mean Lateness), เวลาล่าช้าของงานที่สูงที่สุด (Max Tardiness), เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย (Mean Tardiness), เวลารวมทั้งหมดของงานล่าช้าในระบบ (Total Tardiness), จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs) ผลการทดลองพบว่าวิธีฮิวริสติกที่เหมาะสมกับโรงงานตัวอย่างที่สุดคือ การจัดตารางแบบ EDD อันดับรองลงมาคือ การจัดตารางการผลิตแบบ LPT นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ทดลองการจัดตารางการผลิตโดยวิธีฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic) ซึ่งเป็นวิธีที่นำเอาการจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติกที่อันดับหนึ่งและสองมาให้คะแนน โดยสัดส่วนการให้คะแนนจะได้มาจากผลรวมของเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยผลการวัดสมรรถนะการผลิต ซึ่งสัดส่วนการให้คะแนนในครั้งนี้อยู่ที่ 70/30 หลังจากที่ได้วิธีฮิวริสติกแบบผสมผสานแล้ว นำมาจัดตารางการผลิตและวัดประสิทธิภาพใหม่ พบว่าการจัดตารางการผลิตแบบผสมผสานเป็นการจัดตารางที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด งานวิจัยของ Conway et al. (2003) และคณะ ถือได้ว่าเป็นพื้นฐานของการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของกฎการจ่ายงาน (Dispatching Rule) ในปัจจุบัน ข้อสรุปจากงานวิจัยนี้คือ SPT จะทำให้ค่าเฉลี่ยของเวลาที่งานอยู่ในระบบมีค่าน้อยที่สุดสำหรับระบบผลิตแบบเครื่องจักรเดียว นอกจากนั้นยังพบว่า ในกรณีระบบผลิตแบบตามงาน SPT ยังทำให้จำนวนงานที่ผลิตได้จากระบบมีค่ามากที่สุดอีกด้วย Haupt (1989) ศึกษาสมรรถนะของ 10 กฎการจ่ายงานภายใต้วิธีการกำหนดเวลาส่งมอบ 5 แบบที่แตกต่างกัน พบว่าเมื่อตั้งค่าของกำหนดส่งมอบไว้ที่ 6 เท่าหรือน้อยกว่าของเวลาดำเนินการทั้งหมด จะทำให้สมรรถนะของ SPT ดีมาก ในขณะที่กฎที่ให้ลำดับความสำคัญกับงานโดยพิจารณาจากกำหนดส่งมอบมีสมรรถนะที่ด้อยกว่า นอกจากนั้น FIFO มีสมรรถนะที่ด้อยกว่า SPT (shortest processing time), MST (minimum slack time) และ SCR (smallest critical ratio) ต่อมาในปี 1989 Baker (1974) ได้พัฒนาฮิวริสติก CEXSET ขึ้นมาจากกฎ SPT พื้นฐาน และพบว่ากฎนี้มีสมรรถนะที่ดีกว่า SPT ในระบบผลิตแบบตามงาน

จะเห็นว่า การนำเอากฎการจ่ายงาน (dispatching rule) ไปใช้งานกับอุตสาหกรรมใดๆ มีความจำเป็นที่จะต้องปรับประยุกต์ให้สอดคล้องกับบริบทในการดำเนินงานและฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ผู้วางแผนต้องการ ในบางกรณีจะต้องมีการผสมผสานกฎการจ่ายงานหลายๆกฎเข้าด้วยกัน จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่มักจะนำเอากฎการจ่ายงานแต่ละกฎมาใช้แยกกัน แต่จะนำเอาผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับในภายหลัง ที่สำคัญยังไม่มีงานวิจัยใดที่นำเอากฎการจ่ายงานหรือ scheduling heuristic มาประยุกต์ใช้กับโรงงานผลิตขนมไทย ที่มีกระบวนการทำงานที่ซับซ้อน และยังมีข้อกำหนดในการผลิตอีกจำนวนมาก จึงเป็นช่องว่างให้เกิงานวิจัยฉบับนี้

3.กรณีศึกษา

ในปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษามีการวางแผนการผลิตและการจัดตารางการผลิต โดยใช้ประสบการณ์ของผู้ดูแลการบริหารการผลิต การวางแผนการผลิตจะใช้ยอดรวมการส่งมอบคุณค่าเป็นปริมาณสูตรที่ต้องผลิตแล้วบันทึกลงในแผนปริมาณการผลิตขนมไทยดังตารางที่ 1 และจะเริ่มผลิตตามกำหนดเวลาการผลิตขนมไทยของทุกวันที่มีการกำหนดไว้แล้วดังตารางที่ 2 โดยไม่มีการจัดลำดับการผลิตให้กับเครื่องจักรและไม่มีการติดตามว่าการผลิตเป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่ ซึ่งจากการจัดตารางการผลิตแบบนี้จึงเป็นปัญหาในปัจจุบันส่งผลให้ระยะเวลาทำงานเกินกว่าเวลาทำงานปกติ (regular working time) ต้องเปิดการทำงานในช่วงนอกเวลา (over time) อยู่เป็นประจำ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น การกำหนดเวลาในการเริ่มงานดังกล่าว ยังส่งผลให้อุปกรณ์ที่มีภาระงานสูงสุด สามารถเริ่มงานได้ช้า ทำให้เวลาเสร็จงานของระบบ (Makespan) มีค่าสูงตามไปด้วย

ตารางที่ 1 ตัวอย่างแผนการสั่งผลิตขนมไทย

รายการ	ยอดการผลิต	หน่วย	น้ำหนัก	หน่วย
ลูกชุบ	1330	ชิ้น	7890	กรัม
ขนมบ้าบิ่น	510	ชิ้น	17	กก.
ขนมหม้อแกงใหญ่	78	ถาด	49280	กรัม
ขนมหม้อแกงถ้วยฟอยด์	166	ถ้วย		
ขนมหม้อแกงถ้วยถาดเล็ก	94	ถ้วย	31840	กรัม
ขนมหม้อแกงถ้วยถาดใหญ่	38	ถ้วย		
สังขยาฟักทอง	32	ลูก	32	ลูก

ตารางที่ 2 ตัวอย่างกำหนดการสั่งผลิตขนมไทย

กำหนดเวลาการผลิตขนมไทย (เริ่มผลิต-ผลิตเสร็จ) ของทุกวัน			
ผลิตภัณฑ์	ตีผสม	เริ่มผลิต	ผลิตเสร็จ
ขนมชั้นใบเตย	12.20.น.-13.10.น.	14.00.น.	19.00.น.
ขนมชั้นโรตซ์เบอร์รี่	-	-	-
ขนมชั้นดอกกุหลาบ	12.20.น.-13.20.น.	13.30.น.	17.30.น.
ขนมพายฝ้าย	12.20.น.-12.30.น.	12.40.น.	13.00.น.
ตัวตะโก้	12.30.น.	13.00.น.	17.00.น.
หน้าตะโก้	19.40.น.	20.00.น.	20.30.น.
ลูกชุบ	13.00.น.-13.30.น.	14.00.น.	18.00.น.

จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นของผู้วิจัยและนำมาวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงงาน ทำให้สามารถที่จะสรุปประเด็นปัญหาที่สำคัญได้ดังนี้

โรงงานผลิตขนมไทยยังขาดกระบวนการวางแผนการผลิตที่มีขั้นตอนในการวางแผนที่ชัดเจน มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของการผลิตขนมไทยซึ่งประกอบด้วย

□ ข้อกำหนดด้านวัตถุดิบ เช่น ขนมไทยบางชนิดต้องใช้กะทิสดเท่านั้น ห้ามใช้กะทิพาสเจอร์ไรซ์ ทำให้ขนมกลุ่มนี้ต้องเริ่มทำหลังจากเตรียมกะทิสดเสร็จแล้ว

□ ข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์ขนมไทยที่มีลักษณะเป็นขนมน้ำและมีส่วนผสมของกะทิ จะมีอายุการเก็บเมื่อเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่สั้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้จะเริ่มการผลิตในช่วงเย็นเท่านั้นหรือประมาณ 18.00.น. เป็นต้นไป ข้อกำหนดที่สำคัญอีกอันหนึ่งคือ การที่ขนมทุกชนิด เมื่อเริ่มทำการผลิตแล้วจะต้องผลิตจนเสร็จเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ห้ามไม่ให้มีการแทรกการผลิต (non-preemption schedule) (Artigues et al., 2008) เป็นต้น

□ ข้อกำหนดด้านกระบวนการผลิต เช่น กระบวนการผลิตจะมีลำดับการผลิตที่ชัดเจน (precedence constraint) และแตกต่างกันไปตามแต่ละผลิตภัณฑ์ที่จะทำการผลิต เป็นต้น

จากการไม่มีกระบวนการวางแผนการผลิตที่ชัดเจนดังกล่าว ส่งผลให้ต้นทุนค่าแรงงานในการผลิตค่อนข้างสูง เนื่องมาจากการที่โรงงานต้องเปิดทำการผลิตนอกเวลาปกติ (overtime) อยู่เสมอๆ อีกทั้งการที่โรงงานมีกำหนดเวลาเริ่มต้นการทำงานที่เท่ากันทุกวันและทุกเครื่องจักรอุปกรณ์ ทำให้เครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีภาระงานสูงเริ่มงานได้ช้า และมีเวลาเสร็จงานที่ช้าตามไปด้วย ที่สำคัญ เมื่อไม่มีการวางแผนจัดตารางการผลิต ทำให้พบว่า มีเวลาว่างงาน (idle time) เกิดขึ้นอยู่เสมอระหว่างวันอันมีสาเหตุมาจากการรองานที่ค้างอยู่ในขั้นตอนก่อนหน้า

ตัวอย่างของตารางการผลิตในปัจจุบันแสดงดังรูปที่ 1 – 3

รายการ	12.00-13.00น.				13.00-14.00น.			
	สว	สว	สว	สว	สว	สว	สว	สว
สวชั้นใบเตย								รวม(15 นาที)
สวชั้นโรตซ์เบอร์รี่								รวม(15 นาที)
สวชั้นดอกกุหลาบ								รวม(33 นาที)
สวชั้นพายฝ้าย								รวม(33 นาที)

รูปที่ 1 ตารางการผลิตในปัจจุบันส่วนที่ 1

รายการ	18.00-19.00น.				19.00-20.00น.				20.00-21.00น.			
	สว	สว	สว	สว	สว	สว	สว	สว	สว	สว	สว	สว
สวชั้นใบเตย												
สวชั้นโรตซ์เบอร์รี่												
สวชั้นดอกกุหลาบ												
สวชั้นพายฝ้าย												
สวตัวตะโก้												
สวหน้าตะโก้												
สวลูกชุบ												

รูปที่ 2 ตารางการผลิตในปัจจุบันส่วนที่ 2

รายการ	21.00-22.00น.				22.00-23.00น.				23.00-00.00น.				รวม
	สว	สว	สว	สว	สว	สว	สว	สว	สว	สว	สว	สว	
สวชั้นใบเตย													รวม(15 นาที)
สวชั้นโรตซ์เบอร์รี่													รวม(15 นาที)
สวชั้นดอกกุหลาบ													รวม(33 นาที)
สวชั้นพายฝ้าย													รวม(33 นาที)
สวตัวตะโก้													
สวหน้าตะโก้													
สวลูกชุบ													

รูปที่ 3 ตารางการผลิตในปัจจุบันส่วนที่ 3

รูปที่ 1 – 3 ตัวอย่างแผนภูมิแกนต์แสดงตารางการผลิตรายวันของโรงงานที่ทำการศึกษา (แสดงเพียงงานบางส่วน ของงานที่ต้องทำทั้งหมด) โดยในแนว row จะแสดงถึงขั้นตอนการผลิต ส่วนในแนว column จะแสดงถึงช่วงเวลาในการผลิต จากรูปจะเห็นว่าการจัดตารางการผลิตแบบปัจจุบัน ก่อให้เกิดเวลาเริ่มงานที่ล่าช้าเนื่องจากขั้นตอนก่อนหน้า ช่องว่างในการจัดตารางการผลิต (วงกลมสีแดง) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เครื่องจักรไม่มีการทำงานและยังแสดงถึงเวลาที่งานอยู่ในระบบ เวลาปิดงาน เวลาที่งานเสร็จล่าช้า และยังแสดงให้เห็นถึงเครื่องจักรที่ใช้เวลาในการทำงานมากที่สุดหรือเป็นจุดวิกฤตของระบบได้อีกด้วย

ทั้งนี้จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารของโรงงานทำให้ทราบว่า ประเด็นสำคัญที่ทางโรงงานคำนึงถึงในการผลิตคือ เวลาที่ใช้ในการผลิตสินค้าตามคำสั่งซื้อทั้งหมดจนเสร็จวันต่อวัน ซึ่งก็คือเวลาเสร็จงานของระบบ (makespan)

4.การออกแบบกระบวนการวางแผนการผลิต

ในหัวข้อนี้จะนำเสนอถึงการออกแบบกระบวนการในการวางแผนการผลิตที่สอดคล้องกับปัญหาดังอธิบายแล้วข้างต้น โดยเนื้อหาจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ ส่วนที่ 1 แนวคิดที่ใช้ในการออกแบบกระบวนการวางแผนการผลิต และส่วนที่ 2 ขั้นตอนการวางแผนการผลิต

4.1 แนวคิดที่ใช้ในการออกแบบกระบวนการวางแผนการผลิต

แนวคิดที่ 1 การแบ่งงานออกเป็นกลุ่ม แนวคิดนี้จะทำการแบ่งย่อยงานการผลิตจากคำสั่งซื้อทั้งหมดออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้เวลาในการผลิต (processing time) ของแต่ละคำสั่งซื้อเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง

□ **กลุ่มที่ 1 งานพิเศษ** เกิดขึ้นได้ 2 กรณีคือ กรณีที่ 1 เป็นงานที่ระยะเวลาทำงานรวมของทุกขั้นตอนเกินเวลาทำงานปกติ (480 นาที หรือ 8 ชั่วโมง) จัดเป็นงานพิเศษ เนื่องจากเป็นงานที่มีระยะเวลาการผลิตที่นาน หากไม่นำมาจัดลงแผนการผลิตก่อนจะยิ่งทำให้เวลาปิดงานล่าช้ากว่าเดิม กรณีที่ 2 พิจารณาจากอุปกรณ์ที่มีการะงานมากที่สุด จากนั้นพิจารณางานทั้งหมดที่ต้องเข้าสู่อุปกรณ์นี้ เลือกงานที่มีเวลาก่อนหน้าที่จะถึงอุปกรณ์นี้น้อยที่สุด จัดเป็นงานในกรณีพิเศษเช่นกัน เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้งานมาก จึงนำมาจัดลงในแผนการผลิตก่อนเพื่อให้อุปกรณ์ที่มีการะงานมากนี้เริ่มงานได้เร็วที่สุด งานพิเศษทั้ง 2 กรณีนี้เป็นงานที่ต้องให้ความสำคัญเป็นอันดับแรก

□ **กลุ่มที่ 2 งานปกติ** เป็นงานอื่นที่นอกเหนือจากเงื่อนไขของการเป็นงานพิเศษ งานในกลุ่มนี้จะได้รับการจัดลำดับการผลิตเป็นลำดับถัดจากงานพิเศษ

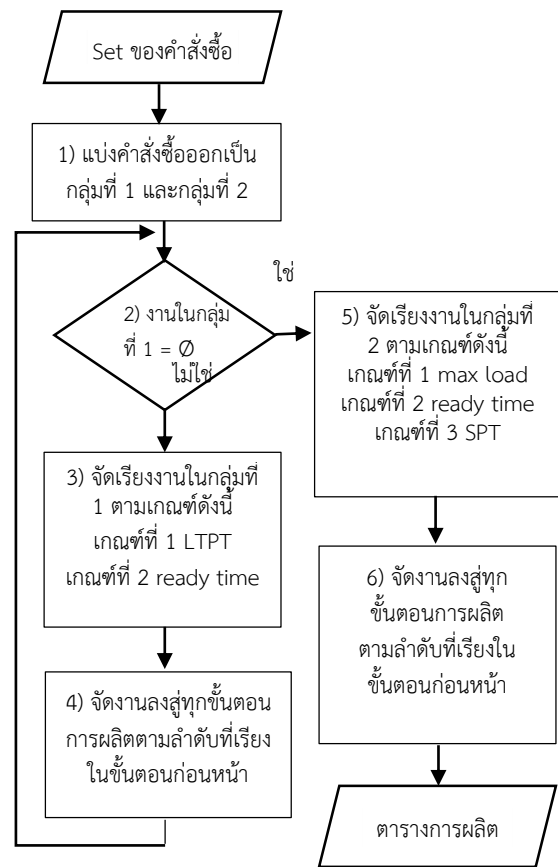
แนวคิดที่ 2 เวลาที่เริ่มงานได้ ผลผลิตภัณฑ์ขนมไทยบางชนิดจะมีข้อจำกัดทั้งเรื่องวัตถุดิบและอายุของผลิตภัณฑ์ทำให้ไม่สามารถเริ่มผลิตได้ตามเวลาที่ต้องการ แต่จะเริ่มผลิตได้ตามเวลาที่กำหนดเท่านั้น เช่น สาคุเปียกข้าวโพด ขนมชั้นใบเตย และขนมชั้นกุหลาบ เป็นต้น ดังนั้นการวางแผนการผลิตจะคำนึงถึงเวลาพร้อมสำหรับการผลิตด้วย

แนวคิดที่ 3 การนำเอากฎการจ่ายงาน (dispatching rule) มาประยุกต์ใช้ ในการออกแบบกระบวนการวางแผนการผลิต ผู้ออกแบบได้นำเอากฎการจ่ายงานที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมาประยุกต์ใช้ในแต่ละขั้นตอนตามความเหมาะสมกับบริบทในการตัดสินใจ ณ ขณะนั้น ประกอบด้วย กฎการจ่ายงานแบบ LPT กฎการจ่ายงานแบบ SPT กฎการจ่ายงานที่ดูจากเวลา ready time กฎการจ่ายงานแบบ LTPT

4.2 ขั้นตอนการวางแผนการผลิต

ในหัวข้อนี้จะเป็นการนำเอาแนวคิดในการวางแผนการผลิตมาใช้ในการออกแบบเป็นขั้นตอนการวางแผนการผลิต

ผลิต โดยจะนำเสนอทั้งในรูปแบบของ process flow และคำอธิบาย



รูปที่ 4 ขั้นตอนในการวางแผนการผลิต

จากรูปที่ 4 จะเห็นว่ากระบวนการวางแผนการผลิตประกอบด้วยขั้นตอนหลักจำนวน 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ในขั้นตอนนี้คำสั่งซื้อที่เข้าสู่ระบบจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 งานพิเศษ และกลุ่มที่ 2 งานปกติ

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบว่ามีงานในกลุ่มที่ 1 หรือไม่ ถ้ามีให้ไปยังขั้นตอนที่ 3 ถ้าไม่มีให้ไปยังขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนที่ 3 จัดเรียงงานในกลุ่มที่ 1 ด้วยกฎการจ่ายงานแบบ longest total processing time (LTPT) คือ จัดตามลำดับของเวลาในการผลิตรวม (total processing time) จากมากไปหาน้อย ถ้ามีงานที่มีเวลาในการผลิตรวมเท่ากัน ให้เรียงลำดับจากงานที่มีความพร้อมในการทำงานก่อน คือเรียงจาก ready time จากน้อยไปมาก

ขั้นตอนที่ 4 จัดงานในกลุ่มที่ 1 ลงสู่ทุกขั้นตอนการผลิตตามลำดับที่จัดเรียงในขั้นตอนที่ 3 โดยในการจัดงานลงสู่ขั้นตอนการผลิตนี้ จะต้องเป็นไปตามลำดับของขั้นตอนการผลิต (precedence constraint) ของผลิตภัณฑ์ที่พิจารณา

ขั้นตอนที่ 5 เมื่อจัดงานในกลุ่มที่ 1 ลงสู่ขั้นตอนการผลิตจนครบทุกงานและครบทุกขั้นตอนการผลิตแล้ว ลำดับถัดมาจะ

เป็นการจัดลำดับการผลิตให้กับงานในกลุ่มที่ 2 โดยจัดเรียงงานในกลุ่มที่ 2 ตามเกณฑ์ดังนี้

□ เกณฑ์ที่ 1 Maximum load ขึ้นแรกให้เริ่มจัดงานบนเครื่องจักรที่คาดว่าจะมีการะงานสูงที่สุดก่อน จากนั้นไล่จัดให้กับเครื่องจักรที่มีการะงานในลำดับรองลงมาต่อไปจนครบทุกเครื่องจักร

□ เกณฑ์ที่ 2 เวลาที่พร้อมในการผลิต (ready time) บนเครื่องจักรที่มีการะงานสูงสุดที่พิจารณาอยู่ ณ.ขณะนั้น คัดเลือกงานที่มีความพร้อมในการผลิต หากงานไหนที่ยังไม่พร้อมที่จะทำการผลิตจะยังไม่พิจารณา

□ เกณฑ์ที่ 3 Shortest processing time (SPT) เมื่อผ่านเกณฑ์ที่ 2 มาแล้ว หากยังมีงานที่มีลำดับเดียวกันอยู่คือ มีเวลาในการผลิตเท่ากันและมีเวลาพร้อมสำหรับเริ่มการผลิตเท่ากันอีกด้วย จะจัดลำดับของงานเหล่านั้นด้วยเวลาที่ใช้ในการผลิตขั้นตอนแรกเท่านั้น โดยเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

ทั้งนี้ในส่วนของเกณฑ์ที่ 3 ที่นำมาใช้นั้น ทางผู้วิจัยได้ทำการทดลองความเหมาะสมของกฎการจ่ายงานที่จะนำมาใช้ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกฎการจ่ายงานแบบ shortest processing time (SPT) และ แบบ longest processing time (LPT) มาเปรียบเทียบกัน เหตุที่เลือกกฎการจ่ายงานทั้งสองนี้ก็เพราะ กฎทั้งสองจะพิจารณาจากเวลาในการผลิต (processing time) เท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงเวลาในการส่งมอบ (due date) ซึ่งทุกงานถูกกำหนดว่า จะต้องเสร็จภายใน 1 วันเท่านั้นหมดอยู่แล้ว

การทดลองเพื่อหากฎการจ่ายงานที่เหมาะสมโดยใช้ข้อมูลยอดการผลิตของวันที่ 26 สิงหาคม 2561 เนื่องจากข้อมูลยอดการผลิตในทุกๆวันจะมียอดการผลิตใกล้เคียงกัน จึงสามารถนำเอาข้อมูลของวันที่ 26 มาเป็นข้อมูลต้นแบบในการทดลองได้จากผลการทดลองพบว่า วิธีการจัดแผนการผลิตแบบ SPT จะสามารถลดเวลาเสร็จงานของระบบได้มากกว่าวิธีการจัดแผนการผลิตแบบ LPT ดังผลลัพธ์ในตารางที่ 3

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการ SPT มาประยุกต์ใช้ในระบบการวางแผนการผลิตที่ออกแบบ

ตารางที่ 3 ผลการทดลองกฎการจ่ายงานระหว่าง SPT และ LPT

เวลา	กฎการจ่ายงาน	
	SPT	LPT
เวลาเริ่มงาน	10.00.น.	10.00.น.
เวลาเสร็จงาน	23.34.น.	1.08.น.(วันถัดไป)
Total	815 นาที	909 นาที

ขั้นตอนที่ 6 จัดงานในกลุ่มที่ 2 ลงสู่ทุกขั้นตอนการผลิตตามลำดับที่จัดเรียงในขั้นตอนที่ 5 จนครบทุกงาน โดยในการจัดงานลงสู่ขั้นตอนการผลิตนี้ จะต้องเป็นไปตามลำดับของ

ขั้นตอนการผลิต (precedence constraint) ของผลิตภัณฑ์ที่พิจารณา

4.3 กรณีศึกษาตัวอย่าง

ในหัวข้อนี้จะเป็นการนำเอากระบวนการวางแผนการผลิตที่ออกแบบดังอธิบายข้างต้น มาประยุกต์ใช้กับโจทย์การวางแผนการผลิตอย่างง่าย โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อให้ผู้อ่านมีความเข้าใจในขั้นตอนการวางแผนแต่ละขั้นตอนมากยิ่งขึ้น

ความต้องการในการผลิตแสดงดังตารางที่ 4 และ 5 จะเห็นว่า มีผลิตภัณฑ์ที่ต้องทำการผลิตอยู่ 6 ชนิด คือ A, B, C, D, E และ F แต่ละผลิตภัณฑ์จะมีขั้นตอนการผลิต 2 ขั้นตอนคือ การเตรียมส่วนผสมกับขั้นตอนที่ 2 ซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละผลิตภัณฑ์ ยกเว้นเพียงผลิตภัณฑ์ F เท่านั้นที่จะต้องผ่านขั้นตอนที่ 3 ด้วย

ตารางที่ 4 ข้อมูลความต้องการในการผลิต

ผลิตภัณฑ์	ขั้นตอนที่ 1	นาที	ขั้นตอนที่ 2	นาที
A	เตรียมส่วนผสม	100	อุปกรณ์ 1	250
B	เตรียมส่วนผสม	130	อุปกรณ์ 1	150
C	เตรียมส่วนผสม	150	อุปกรณ์ 2	350
D	เตรียมส่วนผสม	160	อุปกรณ์ 2	100
E	เตรียมส่วนผสม	130	อุปกรณ์ 3	250
F	เตรียมส่วนผสม	100	อุปกรณ์ 3	100

ตารางที่ 5 ข้อมูลความต้องการในการผลิต

ผลิตภัณฑ์	ขั้นตอนที่ 3	นาที	เวลาการผลิตรวม (นาที)
A	-	-	350
B	-	-	280
C	-	-	500
D	-	-	260
E	-	-	380
F	อุปกรณ์ 1	100	300

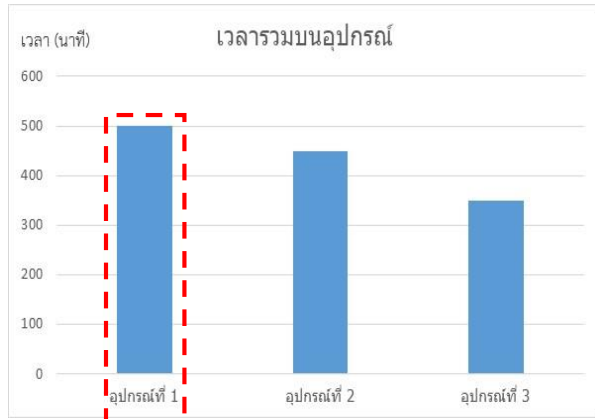
หมายเหตุ : ข้อมูลเวลาการผลิตรวม (นาที) ตามตาราง เป็นข้อมูลที่ได้จากการบันทึกของพนักงานมาตลอดช่วงระยะเวลาหลายเดือน และผู้วิจัยได้นำมาประมวลผลหาค่าเฉลี่ยอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นตอนที่ 1 แบ่งผลิตภัณฑ์ตามเวลารวมที่ใช้ในการผลิตออกเป็น 2 กลุ่ม โดยการแบ่งกลุ่มจะมีได้ 2 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 จากตารางที่ 5 จะเห็นว่า มีเพียงผลิตภัณฑ์ C ที่ใช้เวลารวมในการผลิตมากกว่า 480 นาที (ช่วงเวลาดำเนินการปกติ) ทำให้ผลิตภัณฑ์ C จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 งานพิเศษ

กรณีที่ 2 จากรูปที่ 5 จะเห็นว่า อุปกรณ์ที่ 1 มีการะงานการผลิตสูงที่สุด 500 นาที (250 + 150 + 100 นาที) ต่อมาพิจารณาตารางที่ 6 พบว่า งานการผลิตผลิตภัณฑ์ A มีเวลา

ก่อนหน้าอุปกรณ์ที่ 1 น้อยที่สุด คือสามารถเข้าทำงานบนอุปกรณ์ที่ 1 ได้รวดเร็วที่สุด ทำให้สรุปได้ว่า ในกรณีนี้ 2 นี้ผลิตภัณฑ์ A จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 งานพิเศษ



รูปที่ 5 ภาระในการผลิตรวมแยกตามอุปกรณ์

ตารางที่ 6 เวลาของหน้าของแต่ละอุปกรณ์

ผลิตภัณฑ์	เวลาก่อนหน้าอุปกรณ์ที่ 1	เวลาก่อนหน้าอุปกรณ์ที่ 2	เวลาก่อนหน้าอุปกรณ์ที่ 3
A	100		
B	130		
C		150	
D		160	
E			130
F	100+100 = 200		100

เพราะฉะนั้น ในขั้นตอนที่ 1 จะสามารถแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ผลิตภัณฑ์ A และ C

กลุ่มที่ 2 ผลิตภัณฑ์ B, D, E และ F

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบแล้วพบว่า มีงานในกลุ่มที่ 1 จำนวน 2 งานคือ ผลิตภัณฑ์ A และ C เพราะฉะนั้น ไปยังขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 จัดเรียงงานตามลำดับ LTPT โดยการผลิตผลิตภัณฑ์ C มีค่าเวลาในการผลิตรวมมากกว่าจึงอยู่ในลำดับก่อนหน้าผลิตภัณฑ์ A ลำดับในการจัดงานลงสู่สายการผลิตจึงเป็น A - C

ขั้นตอนที่ 4 จัดงานลงสู่สายการผลิตตามลำดับในขั้นตอนที่ 3 โดยเริ่มต้นการทำงานที่เวลา 12.00.น.ซึ่งจะได้แผนการผลิตดังตารางที่ 7-8

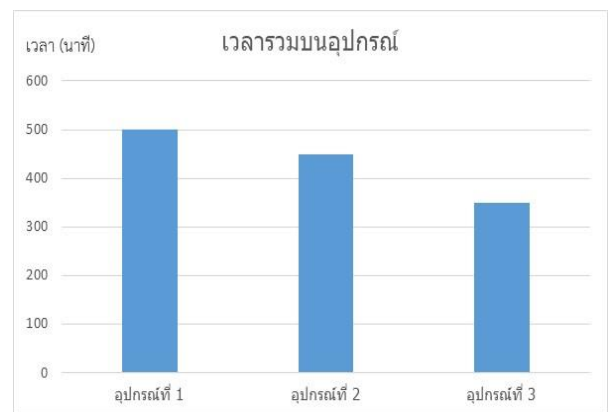
ตารางที่ 7 การจัดวางแผนงานในกลุ่มที่ 1 ลงสู่แผนการผลิต

ผลิตภัณฑ์	ขั้นตอน	เริ่ม	เสร็จสิ้น
A	เตรียมส่วนผสม	12.00.น.	13.40.น.
C	เตรียมส่วนผสม	12.00.น.	14.30.น.

ตารางที่ 7 การจัดวางแผนงานในกลุ่มที่ 1 ลงสู่แผนการผลิต

ผลิตภัณฑ์	ขั้นตอน	เริ่ม	เสร็จสิ้น
A	อุปกรณ์ 1	13.40.น.	17.50.น.
C	อุปกรณ์ 2	14.30.น.	20.20.น.

ขั้นตอนที่ 5 เมื่อจัดงานในกลุ่มที่ 1 จนครบแล้ว จะเริ่มต้นการจัดงานในกลุ่มที่ 2 ลงสู่แผนการผลิต โดยจะมีลำดับในการผลิตต่อจากงานในกลุ่มที่ 1 โดยจะเลือกทำการจัดงานให้กับเครื่องจักรที่มีภาระงานมากที่สุดก่อน (max load) ซึ่งจากรูปที่ 6 จะเห็นว่า อุปกรณ์ที่ 1 มีภาระงานสูงที่สุดคือ 500 นาที เพราะฉะนั้นเลือกอุปกรณ์ที่ 1 มาจัดลำดับงานก่อน



รูปที่ 6 ภาระงานบนอุปกรณ์การผลิตแต่ละอัน

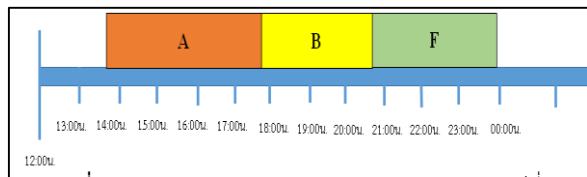
บนอุปกรณ์ที่ 1 มีงานที่รอจะผลิตอยู่ 2 งานคือ ผลิตภัณฑ์ B กับ F ซึ่งทั้งสองผลิตภัณฑ์มีค่าเวลาก่อนหน้าหรือ ready time และค่าเวลาที่ใช้ในการผลิต (processing time) ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 8 แสดง ready time และ processing time ของผลิตภัณฑ์ B และ F

ผลิตภัณฑ์	Ready time (นาทื)	Processing time (นาทื)
B	130 (14:10)	150
F	200 (15:20)	200

จากตารางที่ 9 จะพบว่า ทั้งสองผลิตภัณฑ์มีความพร้อมในการผลิตด้วยกันทั้งคู่ (อุปกรณ์ 1 เริ่มได้เร็วที่สุด 17:50 ดังนั้นทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์สามารถเริ่มได้ทันทีเมื่องาน A เสร็จ) จึงเลือกลำดับของผลิตภัณฑ์ที่จะผลิตก่อนด้วยกฎการจ่ายงานแบบ SPT จะได้ว่า ผลิตภัณฑ์ B มีเวลาในการผลิตที่น้อยกว่า จึงถูกจัดให้

ผลิตก่อนผลิตภัณฑ์ F ซึ่งสามารถสรุปเป็น Gantt's chart ได้ดังรูปที่ 7 และตารางที่ 10



รูปที่ 7 Gantt's chart แสดงลำดับการทำงานบนอุปกรณ์ที่ 1

ตารางที่ 9 ลำดับการผลิตบนอุปกรณ์ที่ 1

ผลิตภัณฑ์	เริ่ม	เวลาการผลิต	เสร็จสิ้น
A	13.40.น.	250	17.50.น.
B	17.50.น.	150	20.20.น.
F	20.20.น.	200	23.40.น.

ขั้นตอนที่ 6 จัดงานที่เหลือในกลุ่มที่ 2 ลงสู่ตารางแผนการผลิตจนครบทุกงาน

ซึ่งจากการจัดลำดับตามขั้นตอนข้างต้นให้ครบทุกเครื่องจักรทุกงานจะได้แผนการผลิตดังตารางที่ 11-13

ตารางที่ 10 แผนการผลิตตาราง 1

ผลิตภัณฑ์	ขั้นตอนที่ 1	เริ่ม	เสร็จสิ้น
A	เตรียมส่วนผสม	12.00.น.	13.40.น.
B	เตรียมส่วนผสม	15.40.น.	17.50.น.
C	เตรียมส่วนผสม	12.00.น.	14.30.น.
D	เตรียมส่วนผสม	18.10.น.	20.20.น.
E	เตรียมส่วนผสม	12.00.น.	14.10.น.
F	เตรียมส่วนผสม	17.00.น.	18.40.น.

ตารางที่ 11 แผนการผลิต

ผลิตภัณฑ์	ขั้นตอนที่ 2	เริ่ม	เสร็จสิ้น
A	อุปกรณ์ 1	13.40.น.	17.50.น.
B	อุปกรณ์ 1	17.50.น.	20.20.น.
C	อุปกรณ์ 2	14.30.น.	20.20.น.
D	อุปกรณ์ 2	20.20.น.	22.00.น.
E	อุปกรณ์ 3	14.10.น.	18.20.น.
F	อุปกรณ์ 3	18.40.น.	20.20.น.

ตารางที่ 12 แผนการผลิต

ผลิตภัณฑ์	ขั้นตอนที่ 3	เริ่ม	เสร็จสิ้น
A	-	-	-
B	-	-	-
C	-	-	-
D	-	-	-
E	-	-	-
F	อุปกรณ์ 1	20.20.น.	23.40.น.

5. การทดสอบกระบวนการวางแผนการผลิตที่ออกแบบเทียบกับวิธีของโรงงาน

การประเมินผลจะใช้ข้อมูลการผลิตขนมไทยของวันที่ 26 สิงหาคม 2561 มาทำการวางแผนการผลิต และเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างกระบวนการวางแผนการผลิตที่ออกแบบกับวิธีการปฏิบัติงานในปัจจุบันของโรงงาน โดยมีตัวชี้วัดคือ เวลาเสร็จงานของระบบ (Makespan)

จากตารางที่ 14 จะเห็นได้ว่าเวลาเสร็จงานของระบบลดลงจากวิธีการของโรงงาน 113 นาที หรือคิดเป็น 12.18% ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการวางแผนการผลิตที่ออกแบบกับวิธีการของโรงงานในประเด็นอื่นๆ เพื่อให้เห็นความแตกต่างของการวางแผนการผลิตได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้นดังนี้

1. ด้วยวิธีการของโรงงาน อุปกรณ์ที่มีภาระงานมากที่สุดจากการวางแผนการผลิตจะไม่สามารถเริ่มงานตอน 12:00 น. ทำให้เวลาเสร็จงานของระบบยืดออกไป แต่วิธีการที่ผู้วิจัยออกแบบนั้น จะทำให้อุปกรณ์ที่มีภาระงานมากที่สุดสามารถเริ่มงานตอน 12:00 น.ได้ ส่งผลให้เวลาเสร็จงานของระบบสั้นลง

2. วิธีการวางแผนการผลิตที่ออกแบบจะผลักดันให้งานดำเนินการต่อเนื่องกัน จนมีผลให้เวลาว่าง (idle time) ลดลง ส่งผลโดยตรงให้เวลาเสร็จงานของระบบลดลงตามไปด้วย ต่างกับวิธีการของโรงงานที่ก่อให้เกิดเวลาว่างงานขึ้นจำนวนมาก

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากวิธีการของโรงงานกับวิธีการที่ผู้วิจัยทำการออกแบบ

การผลิตขนมไทย ในวันที่ 26 สิงหาคม 2561	
วิธีการวางแผนการผลิต	เวลาเสร็จงานของระบบ (นาที)
วิธีการของโรงงาน	928
วิธีการที่ออกแบบ	815
ผลต่างเวลาเสร็จงานของระบบ	113

ทั้งนี้ด้วยความที่ลูกค้าของโรงงานเป็นร้านขายปลีกและร้านค้าของโรงงานเองคงอธิบายแล้วข้างต้น ส่งผลให้โรงงานสามารถที่จะมีกระบวนการในการจัดการ เพื่อให้ปริมาณความต้องการขนมในแต่ละวันค่อนข้างจะคงที่ได้ ดังนั้นทั้งรูปแบบและปริมาณโดยรวมของความต้องการในแต่ละวันจึงค่อนข้างคงที่ โจทย์ปัญหาที่นำมาทดลองจึงเป็นเสมือนตัวแทนของความต้องการที่เข้ามาในทุกๆวันของโรงงาน

6. สรุปผลการวิจัย

กระบวนการผลิตขนมไทยเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อน มีข้อกำหนดทั้งด้านวัตถุดิบ ด้านผลิตภัณฑ์ และด้านกระบวนการผลิตที่หลากหลาย การวางแผนการผลิตด้วย

ประสบการณ์ของพนักงานผู้คุมงานเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถสนองต่อความซับซ้อนและยุ่งยากที่วุ่นวายได้

การออกแบบกระบวนการวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานผลิตขนมไทย มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการบริหารงาน ทราบลำดับในการผลิตบนแต่ละอุปกรณ์ และมีเวลาเสร็จงานของระบบ (Makespan) ลดลง โดยกระบวนการวางแผนการผลิตที่ออกแบบนี้ประกอบด้วยขั้นตอนหลักจำนวน 6 ขั้นตอนด้วยกัน ซึ่งแต่ละขั้นตอนก็จะมีรายละเอียดดังได้อธิบายไปแล้วข้างต้น

จากการทดสอบกับข้อมูลความต้องการในการผลิตวันที่ 26 สิงหาคม 2561 พบว่า กระบวนการวางแผนการผลิตที่ออกแบบนั้น เมื่อเทียบกับแผนการผลิตจากวิธีการของโรงงาน สามารถช่วยให้เวลาเสร็จงานของระบบ (Makespan) ลดลงจาก 928 นาที เป็น 815 นาที ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 12.18

แนวทางการพัฒนางานวิจัยนี้ต่อไปสามารถแยกได้เป็น 2 แนวทางคือ 1.การพัฒนาตัวแบบในการตัดสินใจจัดลำดับงานในแต่ละวันให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยอาจนำเอาแนวคิดของ meta-heuristic มาประยุกต์ใช้ และ 2.การนำเอากระบวนการวางแผนที่ออกแบบนี้ มาพัฒนาเป็นโปรแกรมที่มี user interface ที่ช่วยให้ผู้วางแผนการผลิตสามารถใช้งานได้ง่ายสะดวกมากยิ่งขึ้น

7.กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัย จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตามสัญญาเลขที่ ENG-NEW-59-05

8.เอกสารอ้างอิง

- Arisha, A., Young, P., & Baradie, E. M. (2001). *Job Shop Scheduling Problem: an Overview*. Technological University Dublin. <https://arrow.tudublin.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1085&context=buschmarcon>
- Baker, K. R. (1974). *Introduction to Sequencing and Scheduling*. John Wiley & Sons.
- Chance, M. R. A. (1945). HEURISTIC METHOD IN RESEARCH. *The Lancet*, 245(6357), 828-830. doi:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(45\)91921-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(45)91921-0)
- Artigues, C., Demasse, S., & Néron, E. (2008). *Resource-Constrained Project Scheduling : Models, Algorithms, Extensions and Applications*. wiley.
- Conway, R. W., Maxwell, W. L., & Miller, L. (2003). *Theory of Scheduling*. Addison-Wesley.
- Khafa, F., Abraham, A. (2008). *Metaheuristics for Scheduling in Industrial and Manufacturing Applications*. Springer Berlin Heidelberg.

- Graves, S. C. (1981). *A Review of Production Scheduling*. Operations Research, 29(4), 646-675.
- Haupt, R. J. O. -R. -S. (1989). A survey of priority rule-based scheduling. 11(1), 3-16. <https://doi.org/10.1007/bf01721162>
- Mellor, P. (1966). A Review of Job Shop Scheduling. *OR*, 17(2), 161-171. <https://doi.org/doi:10.2307/3007281>
- Pairyai, P. (2006). *Hybrid heuristic method scheduling for Job shop productions A case study : Gear factory* [Master's thesis]. King Mongkut's institute of technology north bangkok.
- Pattanacharoen, P. (1998). *Production planning by sequencing and scheduling for punch & dies factory* [Master's thesis]. Kasetsart University,
- Ruiz, R. (2015). *Scheduling Heuristics*. https://www.researchgate.net/publication/310486959_Scheduling_Heuristics
- Sangarun, P. (2002). *Production scheduling : the case study of compressor manufacturing* [Master's thesis]. Chulalongkorn university.
- Tansuwannarat, N. (2548). *Design of production scheduling method for food manufacturer A case study : Coca foods inter company* [Master's thesis]. King Monkut's institute of technology north bangkok.
- Prachantasen, C. (2003). *Production scheduling for make to order textile industry* [Master's thesis]. King Mongkut's institute of technology north bangkok.