การหาลำดับการผลิตที่ดีที่สุดด้วยวีบีเอบนโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล

Optimal Production Scheduling using VBA on Microsoft Excel

พรรัตน์ ธำรงวุฒิ*, นรา สมัตถภาพงศ์[2], พรศิริ จงกล[3]

Pornrat Thumrongvut[1*], Nara Samattapapong[2], Pornsiri Jongkol[3]

Received: 14 August 2018 ; Revised : 19 September 2018 ; Accepted: 8 November 2018

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการจัดลำดับการผลิตหลายงานแบบเครื่องจักรหลายเครื่อง และลดเวลาในการจัดตารางการผลิตของปัญหาในกรณีศึกษาโดยใช้วีบีเอบนโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล ปัญหาการจัดลำดับการผลิตเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งและมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม เป็นการยากที่จะหาวิธีที่ดีที่สุดมาใช้ในแก้ไขปัญหาเหล่านี้ เนื่องจากมีตัวแปรมากมายที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต อาทิเช่น ระยะเวลาการทำงาน เวลารอคอยงาน เวลาว่างของเครื่องจักร เป็นต้น ในกรณีศึกษาวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะกระบวนการทำงานบนเครื่องจักรเท่านั้น ประกอบด้วยงานจำนวน 5 งาน และทำงานบนเครื่องจักรจำนวน 4 เครื่อง ในการวิเคราะห์ได้ตั้งสมมติฐานว่างานแต่ละประเภททำได้ที่เครื่องจักรเครื่องใดเครื่องหนึ่งครั้งละงานเท่านั้น เครื่องจักรทุกเครื่องมีความพร้อมในการปฏิบัติงานทุกเมื่อ และเครื่องจักรเครื่องนั้นจะพร้อมใช้กับงานอื่นถัดไปต่อเมื่องานก่อนหน้านั้นเสร็จแล้วเท่านั้น จากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา และผลของการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้วีบีเอบนโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซลพบว่าเป็นวิธีที่สามารถแก้ไขปัญหาการจัดลำดับการผลิตกับกรณีศึกษานี้ได้ และแสดงผลการคำนวณเวลาการทำงานที่ทุกขั้นตอนเสร็จสมบูรณ์ต่ำที่สุด (Makespan) มีค่าเท่ากับ 34 นาที ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้โปรแกรมวีบีเอเป็นค่าที่ถูกต้อง และสามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็วในระยะเวลาประมาณ 12 นาที

คำสำคัญ: วีบีเอ ไมโครซอฟต์เอ็กเซล ลำดับการผลิต ตารางการผลิต

Abstract

The objectives of this research were to develop the sequence production for multiple machine-multiple job, and to reduce schedule production time in a case study problem using Visual Basic for Application (VBA) on Microsoft Excel. Generally, sequencing problems occur frequently and are important issues for manufacturing processes in industrial processes It is difficult to find the best method to solve these problems, since there are many variables that affect the manufacturing processes, such as processing time, queue time and idle time. This research studied especially manufacturing on machine including five jobs and four machines flow shop. The operating system for this analysis assumes that each machine can handle one job at a time, all machines are ready to perform and a machine will be available for the next job only when the previous job has been completed. Based on the information used in the study and results of analytical algorithm by using VBA on Microsoft Excel, it was found the best method to solve problems in sequence production with case studies, and presented the minimize makespan of 34 minutes. Finally, the results obtained from the VBA program are accurate and can be evaluated quickly in about 12 minutes of processing time.

Keywords: VBA, Microsoft Excel, Sequence production, Schedule production

---

[1] นิสิตระดับปริญญาโท, [2]อาจารย์, [3]รองศาสตราจารย์, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000*

[1] Master degree student, [2]Lecturer, [3]Assoc. Prof., School of Industrial Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Muang, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand.*

** Corresponding author; E-mail : pornratthum@gmail.com*

บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมแต่ละภาคส่วนนั้นมีการแข่งขันกันสูง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ (Efficiency) และประสิทธิผล (Effectiveness) ให้องค์กร และการนำเครื่องจักรเข้ามาใช้แทนแรงงานคนก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่องค์กรเล็งเห็นว่าเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญที่ทำให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้า เพราะงานที่ได้นั้นจะมีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูง มีคุณภาพสม่ำเสมอ อีกทั้งยังสามารถผลิตได้จำนวนมากและรวดเร็ว ซึ่งในอดีตนั้น คนบางกลุ่มมีความเห็นว่าการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น การใช้เครื่องจักรกลต่าง ๆ หรือการใช้หุ่นยนต์นั้น จะทำลายการจ้างงานของแรงงาน จนกระทั่งเมื่อเวลาผ่านไปมีการพัฒนาเศรษฐกิจความเห็นที่ว่านี้ก็ได้รับการพิสูจน์ว่าไม่สามารถเกิดขึ้นได้ เพราะเมื่อมีการนำเครื่องจักรมาใช้ในการผลิตภายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ นั้น แรงงานคนก็สามารถพัฒนายกระดับทักษะการทำงานให้สูงขึ้นเช่นกัน เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับเครื่องจักรได้ และยังก่อให้เกิดรายได้ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการพัฒนานี้เป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์ประเทศ นั่นคือการนำประเทศไทยไปสู่ยุคดิจิทัล ไทยแลนด์ 4.0 (Digital Thailand 4.0)

เมื่อมีการนำเครื่องจักรมาใช้ในกระบวนการผลิต สิ่งต่อไปที่ต้องคำนึงถึงคือ การจัดตารางการผลิต (Scheduling) และการจัดลำดับการผลิต (Sequencing) ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญที่ต้องได้รับการพิจารณา เพื่อนำมาสู่ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการผลิตภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ[1, 2] เช่น ข้อจำกัดทางด้านเครื่องจักรและลำดับขั้นตอนการทำงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ในหลาย ๆ องค์กรมักไม่มีการวางแผนเกี่ยวกับการจัดตารางการผลิต ไม่ได้คำนึงถึงลำดับการผลิตก่อนหลัง หรืออาจมีลำดับการผลิตที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้เครื่องจักรเกิดเวลาที่สูญเปล่า และงานล่าช้ากว่ากำหนดส่ง จึงกล่าวได้ว่าการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตนั้นเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญต่อกระบวนวางแผนการการผลิต กล่าวคือ [3]หากวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลกระทบทำให้ต้นทุนสูงขึ้นและอาจนำมาซึ่งปัญหาทางด้านการผลิตอีกมากมาย แต่หากจะทำให้การจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตมีสมรรถนะสูงได้นั้น ไม่ใช่งานที่ทำได้โดยง่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่กระบวนการผลิตที่มีความซับซ้อน ดังนั้น ลำดับของการผลิตก่อนหลังในกระบวนการผลิตสินค้า (Precedence constraint) จึงเป็นเงื่อนไขสำคัญในการจัดตารางการผลิต

การจัดตารางการผลิตและการจัดลำดับการผลิตเป็นเรื่องของการทำงาน (Job order) และการจัดลำดับงาน (Job sequencing)[4, 5] โดยที่ต้องจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ เช่น แรงงาน เครื่องจักร และอุปกรณ์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อให้มีการดำเนินการผลิตตามที่ได้รับมอบหมายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้[6] การจัดตารางการผลิตมีเป้าหมายหลัก คือต้องการลดจำนวนงานที่เสร็จช้ากว่ากำหนด ปัญหาในการจัดตารางการผลิต (Job scheduling problem) เป็นปัญหาที่องค์กรต่าง ๆ ใช้เวลานานในการดำเนินงาน ซึ่งควรคำนึงถึงข้อจำกัดด้านเวลาและความสามารถ รวมทั้งข้อจำกัดในด้านการผลิตที่มีทรัพยากรอยู่อย่างจำกัด เพื่อลดปัญหาในการจัดตารางการผลิตและการจัดลำดับการผลิต[7] ซึ่งการจัดตารางการผลิตจะเริ่มต้นจากการวางแผนให้ชัดเจนว่า งานหรือกิจกรรมนี้ใครเป็นผู้รับผิดชอบ มีกำหนดระยะเวลาการดำเนินงานเท่าใด และในปริมาณเท่าไหร่เพื่อที่จะได้จัดเตรียมทรัพยากรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแผนงานการดำเนินการจากการกำหนดแผนความต้องการวัสดุ (Material requirement planning) ในส่วนของการจัดลำดับการผลิตมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ คือลดการสะสมของงานในระหว่างหน่วยงานต่อหน่วยงาน (In process inventory) ซึ่งเกี่ยวข้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยเน้นการวิเคราะห์เชิงปริมาณ[8] เริ่มจากเปลี่ยนแปลงเป้าหมายการตัดสินใจและข้อจำกัดต่าง ๆ ไปเป็นฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective function) และข้อจำกัด (Constrain) จากความสำคัญที่กล่าวมานี้จึงเป็นเหตุผลให้นักวิจัยจำนวนมากมีความสนใจและศึกษาเกี่ยวกับการจัดตารางการผลิต เพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไป อาทิเช่น ข้อจำกัดในระบบเครื่องจักรเดี่ยว[9] ข้อจำกัดในการผลิตแบบตามงาน (Job shop production)[10, 11] ข้อจำกัดในกระบวนการไหลเลื่อนยืดหยุ่น (Flexible flow shop)[12-14] สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบ[15] ดังงานวิจัยที่ถูกศึกษาโดย[16, 17] แก้ปัญหาในเรื่องการจัดเส้นทางการเดินรถ หรือการพัฒนาไปสู่ระบบปัญญาประดิษฐ์[18, 19]

จากการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีนักวิจัยหลายท่านที่ทำการศึกษาและแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วย การเขียน VBA ใน โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล เช่น Hong et al.[17] ได้ทำการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาระบบไฟจราจรบนท้องถนนโดยใช้ VBA ในการเขียนชุดคำสั่งประมวลผล ซึ่งเป็นปัญหาที่มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องมากมาย ซึ่งสามารถหาผลลัพธ์ได้รวดเร็วและใช้งานง่าย[20] ทำการเขียน VBA เพื่อนำมาหาจำนวนชุดของตัวแปรที่อาจจะเกิดขึ้นในสภาวการณ์ที่แตกต่างกัน แล้วนำมาเป็นแนวทางแก้ปัญหาในอนาคต หรืองานที่เกี่ยวข้องกับสาขาอาชีพของวิศวกรรมเคมีที่นำเสนอโดย Wong and Barford[21] ก็สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้เช่นกัน และในส่วนของการจัดตารางการผลิต และการจัดลำดับการผลิตนั้นมีงานวิจัยที่ศึกษา แก้ไขปัญหาด้วยเครื่องมือต่าง ๆ ซึ่งมีจุดประสงค์หลักคือ การเพิ่มประสิทธิภาพให้กับ

กระบวนการผลิต เช่น [22]ได้ทำการพัฒนาวิธีฮิวริสติกเพื่อแก้ไขปัญหาในการจัดตารางการผลิต ในข้อจำกัดการผลิตแบบตามงาน ที่มีเครื่องจักรหลายเครื่อง และกระบวนการทำงานบนเครื่องจักรมีความซับซ้อน โดยมีเป้าหมายคือ ต้องการลดเวลาในการผลิตลง และผลที่ได้ก็สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าเดิมร้อยละ 37.54 [23]นำเสนอการจัดตารางการผลิตในระบบการผลิตไหลเลื่อนแบบยืดหยุ่น โดยใช้ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรม เพื่อจัดลำดับงาน และจัดสรรทรัพยากรให้เหมาะสม ผลของการจำลองสถานการณ์คือ สามารถได้ตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพจากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่คำนึงถึงสมรรถนะและเสถียรภาพ [24] นำขั้นตอนวิธีจีเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ในการจัดตารางงานการผลิตที่มีความยืดหยุ่นบนเครื่องจักรกลที่ทำงานแบบคู่ขนาน เพื่อให้ได้ตารางการผลิตที่มีความเหมาะสมทำให้ระบบการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือเพื่อศึกษาและเข้าใจถึงปัญหาของการวางแผนการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิต แล้วนำไปประยุกต์ใช้ในการหาแนวทางหรือวิธีการดำเนินงานให้เกิดประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และเครื่องมือที่นำมาช่วยแก้ปัญหา คือ Visual Basic for Application (VBA) เป็นการเขียนคำสั่งด้วยวิชวลเบสิค เพื่อใช้สั่งงานโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล (Microsoft Excel) ทำงานแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้งาน (User inference) ลดงานที่ซ้ำซ้อนลงไปได้ อีกทั้งงานที่ประมวลผลด้วย VBA นี้มีความรวดเร็วและถูกต้องกว่าการคำนวณผลลัพธ์ที่เกิดจากคน เนื่องจากความซับซ้อน ตัวแปร และข้อจำกัดต่าง ๆ ของปัญหาเหล่านั้น อาจเกิดความผิดพลาดได้ ดังนั้นการที่นำ VBA มาใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาสามารถช่วยลดระยะเวลาทำงานในการจัดตารางการผลิตและช่วยให้การจัดลำดับการผลิตของงานแต่ละงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น หากเปรียบเทียบกับเครื่องมือ หรือวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ แล้วนั้น VBA นับว่าเป็นวิธีที่มีกระบวนหาคำตอบเป็นขั้นเป็นตอนชัดเจน ถูกต้อง และสามารถทวนสอบผลลัพธ์ได้ ผู้ใช้งานที่มีทักษะการเขียนภาษาวิชวลเบสิคนั้นสามารถพัฒนา หรือนำไปประยุกต์ใช้กับองค์กร หรือโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่มีการดำเนินงานในลักษณะคล้ายคลึงกันได้ และในปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพในการประมวลผลมากขึ้น ทำให้การแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ หรือมีความซับซ้อนมีความรวดเร็วมากขึ้นด้วย อีกทั้ง VBA เป็นฟังก์ชันพื้นฐานที่ใช้ในโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซลโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้งานแต่อย่างใด

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เริ่มจากการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรม และในกระบวนการผลิตแล้วทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ศึกษาผลกระทบจากการจัดตารางผลิตและจัดลำดับการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ แล้วจึงกำหนดขอบเขตและวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำงานวิจัยนี้ ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหา และทำการทดลองจัดลำดับการผลิตโดยใช้ภาษา VBA ซึ่งเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งของโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล และทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้ หลังจากนั้นสรุปผลงานวิจัยเพื่อนำเสนอเป็นแนวทางตัวอย่างกรณีศึกษาสำหรับปัญหาการจัดตารางการผลิต และการจัดลำดับการผลิตอื่น ๆ ที่มีเงื่อนไขสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ โดยสรุปขั้นตอนการศึกษาที่ได้กล่าวมาสามารถแสดงเป็นแผนภาพ (Flow chart) ได้ดังแสดงใน Figure 1

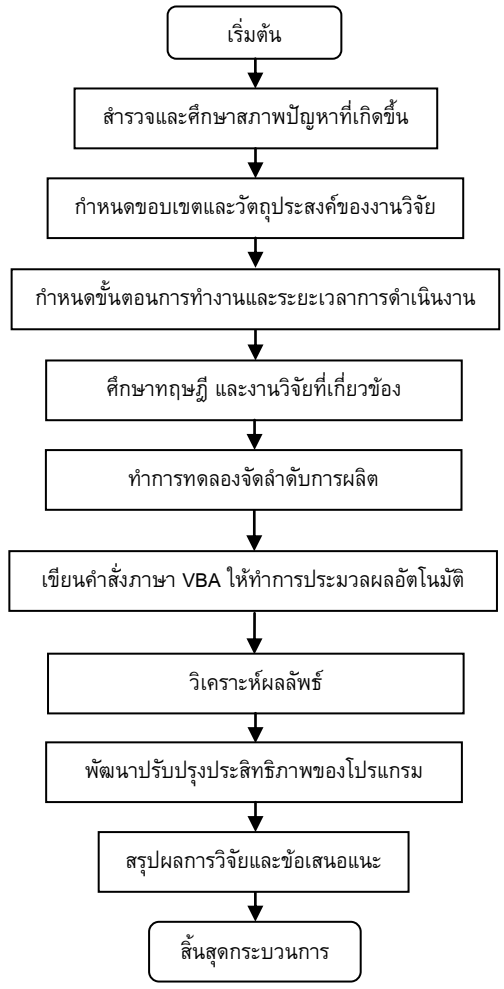


Figure 1 Flow chart

สำหรับข้อมูลที่นำมาศึกษาในงานวิจัยนี้กำหนดให้มี 5 งาน เครื่องจักร 4 เครื่อง[25] ศึกษาเฉพาะกระบวนการทำงานบนเครื่องจักรเท่านั้น เพื่อนำมาพิจารณาเป็นเงื่อนไขของการวางแผนในการจัดลำดับการผลิตภายในเครื่องจักรนั้น ๆ โดยขั้นตอนและลำดับการทำงานทั้งหมด 8 ขั้นตอน ได้แก่ T1, T2,

T3, …., T8 ซึ่งแต่ละขั้นตอนใช้ระยะเวลาและเครื่องจักรที่แตกต่างกัน แสดงดัง Table 1 และมีขอบเขตงานวิจัย คือเครื่องจักรทุกเครื่องในระบบมีความพร้อมในการปฏิบัติงาน โดยงานแต่ละประเภททำได้ที่เครื่องจักรตัวใดตัวหนึ่งครั้งละงาน เครื่องจักรตัวนั้นจะพร้อมใช้กับงานอื่นถัดไปต่อเมื่องานก่อนหน้านั้นเสร็จแล้วเท่านั้น และงานแต่ละประเภท มีขั้นตอนงานและลำดับการทำงานที่แน่นอนด้วยเครื่องจักรที่กำหนด รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

งานที่ 1 (A) มีขั้นตอนและลำดับการทำงาน คือ
- ขั้นตอนที่ 1 (T1) ทำงานบนเครื่องจักรที่ 1 (M1)
- ขั้นตอนที่ 2 (T2) ทำงานบนเครื่องจักรที่ 2 (M2)
- ขั้นตอนที่ 3 (T3) ทำงานบนเครื่องจักรที่ 4 (M4)

งานที่ 2 (B) มีขั้นตอนและลำดับการทำงาน คือ
- ขั้นตอนที่ 1 (T1) ทำงานบนเครื่องจักรที่ 1 (M1)
- ขั้นตอนที่ 2 (T4) ทำงานบนเครื่องจักรที่ 3 (M3)
- ขั้นตอนที่ 3 (T2) ทำงานบนเครื่องจักรที่ 2 (M2)
- ขั้นตอนที่ 4 (T3) ทำงานบนเครื่องจักรที่ 4 (M4)

งาน 3 (C) มีขั้นตอนและลำดับการทำงาน คือ
- ขั้นตอนที่ 1 (T5) ทำงานบนเครื่องจักรที่ 1 (M1)
- ขั้นตอนที่ 2 (T6) ทำงานบนเครื่องจักรที่ 2 (M2)
- ขั้นตอนที่ 3 (T7) ทำงานบนเครื่องจักรที่ 3 (M3)

งาน 4 (D) มีขั้นตอนและลำดับการทำงาน คือ
- ขั้นตอนที่ 1 (T5) ทำงานบนเครื่องจักรที่ 1 (M1)
- ขั้นตอนที่ 2 (T7) ทำงานบนเครื่องจักรที่ 3 (M3)

งาน 5 (E) มีขั้นตอนและลำดับการทำงาน คือ
- ขั้นตอนที่ 1 (T4) ทำงานบนเครื่องจักรที่ 3 (M3)
- ขั้นตอนที่ 2 (T8) ทำงานบนเครื่องจักรที่ 4 (M4)

ขั้นตอนงาน T1 และ T5 ทำที่เครื่องจักรที่ 1 (M1)
ขั้นตอนงาน T2 และ T6 ทำที่เครื่องจักรที่ 2 (M2)
ขั้นตอนงาน T4 และ T7 ทำที่เครื่องจักรที่ 3 (M3)
ขั้นตอนงาน T3 และ T8 ทำที่เครื่องจักรที่ 4 (M4)

วิธีการจัดลำดับการผลิตด้วย VBA เริ่มจากการสร้างอัลกอริทึมเพื่อลำดับความคิดขั้นตอนในการจัดลำดับการผลิตโดยการเขียน VBA เพื่อหาผลลัพธ์ โดยแบ่งขั้นตอนหลักออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

1. หาวิธีการจัดเรียงลำดับที่สามารถเป็นได้ทั้งหมด

1.1 เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการจัดลำดับภายในเครื่องจักร ซึ่งหมายความว่าภายในกลุ่มของเครื่องจักรเดียวกันนั้นงานทุกงานสามารถสลับกันได้ เพื่อต้องการหาเวลาการผลิตที่มีค่าน้อยที่สุด พิจารณาจำแนกโดยการจัดกลุ่มจากเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละงาน เช่น เครื่องจักรที่ 1 (M1) มีการทำงานของงานที่ 1 (A), งานที่ 2 (B), งานที่ 3 (C) และงานที่ 4 (D) เครื่องจักรที่ 2 (M2) มีการทำงานของงานที่ 1 (A), งานที่ 2 (B) และงานที่ 3 (C) และในเครื่องจักรอื่น ๆ ก็ทำเช่นเดียวกัน แสดงใน Table 2

Table 1 Process sequence and processing time

Jobs	Process	Processing time (minutes)	Machines
A	T1	8	M1
	T2	6	M2
	T3	6	M4
B	T1	8	M1
	T4	8	M3
	T2	8	M2
	T3	4	M4
C	T5	4	M1
	T6	1	M2
	T7	2	M3
D	T5	6	M1
	T7	8	M3
E	T4	6	M3
	T8	8	M4

Table 2 Group of defined variable for each job in each machine

Machines	Jobs	Group of variables
M1	A B C D	ABCD
M2	A B C	ABC
M3	B C D E	BCDE
M4	A B E	ABE

สร้างสมุดงาน (Worksheet model) ในโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล แล้วทำการเขียนคำสั่ง VBA เพื่อหาผลลัพธ์ของวิธีการจัดเรียงที่เป็นได้ทั้งหมด โดยการกดปุ่ม Run จะได้วิธีการจัดเรียงทั้งหมด และแสดงค่าในคอลัมน์ B ยกตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้ดัง Figure 2 สำหรับปุ่ม Reset ใช้เพื่อ

ล้างค่าทั้งหมด สุดท้ายปุ่ม Home ใช้เพื่อไปที่หน้าแผ่นงาน Data ซึ่งเป็นแผ่นงานที่แสดงวิธีการคำนวณ จำนวนผลลัพธ์ของการจัดเรียงลำดับที่เป็นไปได้ทั้งหมดหาได้จากวิธีดังต่อไปนี้

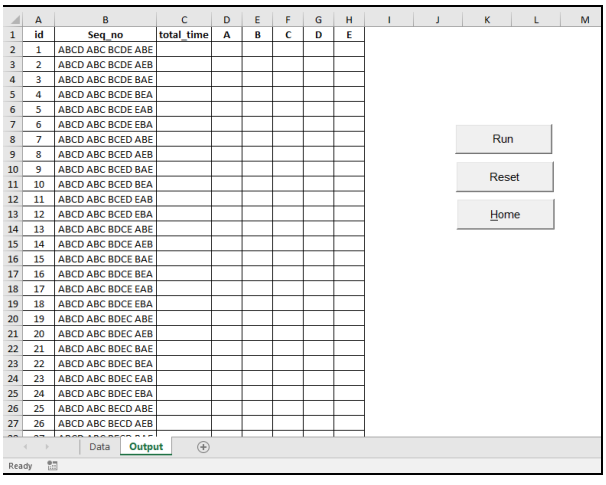
เครื่องจักรที่ 1 มี ABCD จะได้ 4! = 24 รูปแบบ เช่น ABCD CBDA BADC DACB เป็นต้น

เครื่องจักรที่ 2 มี ABC จะได้ 3! = 6 รูปแบบ เช่น ABC CBA BCA เป็นต้น

เครื่องจักรที่ 3 มี BCDE จะได้ 4! = 24 รูปแบบ เช่น BCDE EDCB DBEC CEDA เป็นต้น

เครื่องจักรที่ 4 มี ABE จะได้ 3! = 6 รูปแบบ เช่น ABE EBA BEA เป็นต้น

ดังนั้น จำนวนผลลัพธ์ของการจัดเรียงลำดับที่เป็นไปได้ทั้งหมดจะมีค่าเท่ากับ 4! x 3! x 4! x 3! = 20,736 รูปแบบ



id	Seq_no	total_time	A	B	C	D	E
1	ABCD ABC BCDE ABE						
2	ABCD ABC BCDE AEB						
3	ABCD ABC BCDE BAE						
4	ABCD ABC BCDE BEA						
5	ABCD ABC BCDE EAB						
6	ABCD ABC BCDE EBA						
7	ABCD ABC BCED ABE						
8	ABCD ABC BCED AEB						
9	ABCD ABC BCED BAE						
10	ABCD ABC BCED BEA						
11	ABCD ABC BCED EAB						
12	ABCD ABC BCED EBA						
13	ABCD ABC BDCE ABE						
14	ABCD ABC BDCE AEB						
15	ABCD ABC BDCE BAE						
16	ABCD ABC BDCE BEA						
17	ABCD ABC BDCE EAB						
18	ABCD ABC BDCE EBA						
19	ABCD ABC BDEC ABE						
20	ABCD ABC BDEC AEB						
21	ABCD ABC BDEC BAE						
22	ABCD ABC BDEC BEA						
23	ABCD ABC BDEC EAB						
24	ABCD ABC BDEC EBA						
25	ABCD ABC BECD ABE						
26	ABCD ABC BECD AEB						

Figure 2 Worksheet model

2.2 การใส่เงื่อนไขของปัญหาแล้วทำการประมวลผลเขียนคำสั่ง VBA โดยใส่เงื่อนไขต่าง ๆ ของงาน และเครื่องจักร แล้วทำการประมวลผลหาเวลาการผลิตในแต่ละงานและเวลาการผลิตในทุกรูปแบบการจัดเรียงที่ได้จากข้อ 1.2 สามารถนำมาเขียนเป็นผังงานในการประมวลผลได้ดัง Figure 3

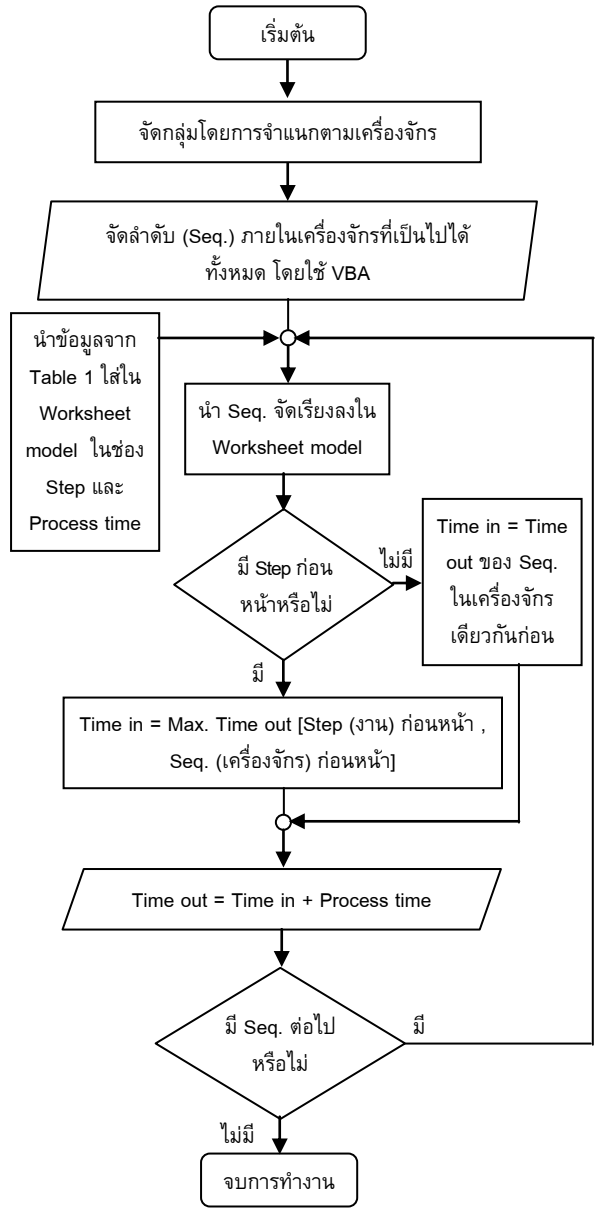


Figure 3 Flow chart for sequence using VBA

2.2 พิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากข้อ 2.1 ที่เวลาการผลิตที่น้อยที่สุด (Makespan) แล้ววิเคราะห์ผลที่ได้ของรูปแบบการจัดเรียงดังกล่าว

รูปแบบของการแสดงผลลัพธ์

การวางแผนในงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นการแสดงลำดับการทำงานภายในเครื่องจักรนั้น ๆ โดยลำดับของเครื่องจักรจะมาจากการพิจารณาจัดเรียงเวลาที่ให้ผลการคำนวณที่ต่ำที่สุด เมื่อมีการประมวลผลแล้วลักษณะของผลลัพธ์ในการวิจัยนี้ จะนำเสนอในลักษณะตารางดำเนินการที่ได้จากการปรับปรุงและพัฒนาด้วย VBA ที่มีรูปแบบการจัดเรียงที่ให้ผลลัพธ์ของเวลาการผลิตของแต่ละงาน

ผลการวิจัย

การจัดลำดับการผลิตโดยใช้ VBA แบ่งขั้นตอนหลักเป็นสองส่วน ซึ่งแต่ละส่วนนั้นมีขั้นตอน และเป้าหมายที่แตกต่างกันไป แต่ทั้งนี้ทั้งสองขั้นตอนก็มีส่วนที่ต่อเนื่องกัน กล่าวคือ ผลที่ได้จากส่วนแรกมีความเกี่ยวข้องกับผลที่ได้ในส่วนที่สอง

วิธีการจัดเรียงลำดับที่เป็นไปได้ทั้งหมด

การเขียนคำสั่ง VBA เพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการในขั้นตอนนี้ เป็นการจัดเรียงลำดับโดยคำนึงถึงตำแหน่งของลำดับงานภายในเครื่องจักรแต่ละเครื่องจักรเป็นสำคัญ (Permutation) จะได้จำนวนของวิธีการจัดเรียงทั้งหมด 20,736 รูปแบบ ซึ่งได้มาจากเครื่องจักรที่ 1 (A) มี 24 รูปแบบ เครื่องจักรที่ 2 (B) มี 6 รูปแบบ เครื่องจักรที่ 3 (C) มี 24 รูปแบบ และเครื่องจักรที่ 4 (D) มี 6 รูปแบบ จากนั้นนำรูปแบบทั้งหมดของทั้ง 4 เครื่องจักรมาคูณกันตามหลักคณิตศาสตร์ก็จะได้ผลลัพธ์ดังกล่าว และรูปแบบทั้งหมดจะแสดงที่สมุดงานในโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซลที่แผ่นงาน (Sheet) Output (Figure 2) โดยที่

คอลัมน์ A แสดงถึง ลำดับรูปแบบการจัดเรียง

คอลัมน์ B แสดงถึง รูปแบบการจัดเรียง

คอลัมน์ C แสดงถึง เวลารวมในเครื่องจักรทั้งหมดของกระบวนการผลิต

คอลัมน์ D แสดงถึง เวลาที่ใช้ในการผลิตของงานที่ 1 (A)

คอลัมน์ E แสดงถึง เวลาที่ใช้ในการผลิตของงานที่ 2 (B)

คอลัมน์ F แสดงถึง เวลาที่ใช้ในการผลิตของงานที่ 3 (C)

คอลัมน์ G แสดงถึง เวลาที่ใช้ในการผลิตของงานที่ 4 (D)

คอลัมน์ H แสดงถึง เวลาที่ใช้ในการผลิตของงานที่ 5 (E)

การประมวลผลการจัดลำดับการผลิตโดยใช้ VBA เมื่อมีการใส่ข้อมูลปัญหาของการวิจัย ข้อจำกัดในการผลิต ลำดับขั้นตอนของงาน เวลาของแต่ละขั้นตอน และลำดับเครื่องจักรที่ใช้ในขั้นตอนงานนั้น ลงในสมุดงานในโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซลที่สร้างขึ้นมา แสดงดัง Figure 4 โดยที่เวลาการผลิตรวมของเครื่องจักรจะถูกคำนวณแล้วปรากฏในเซลล์ I16

คอลัมน์ A แสดงถึง ลำดับการเรียงเลขที่แถวของกระบวนการผลิต

คอลัมน์ B แสดงถึง ชื่องาน คือ A, B, C, D และ E

คอลัมน์ C แสดงถึง ลำดับขั้นตอนของงานนั้น

คอลัมน์ D แสดงถึง หมายเลขของเครื่องจักร คือ เครื่องจักรที่ 1, 2, 3 และ 4

คอลัมน์ E แสดงถึง ระยะเวลาของขั้นตอนงานนั้น

คอลัมน์ F แสดงถึง ลำดับเครื่องจักรที่ต้องการจัดเรียง

คอลัมน์ G แสดงถึง เวลาที่ขั้นตอนของงานนั้น ๆ เริ่มทำ

คอลัมน์ H แสดงถึง เวลาที่ขั้นตอนของงานนั้น ๆ เสร็จ หรือ ได้จาก คอลัมน์ G + คอลัมน์ E

คอลัมน์ I แสดงถึง เวลาที่งานนั้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว หรือ ได้จากคอลัมน์ H ที่ขั้นตอนสุดท้ายของงาน

แถวที่ 16 แสดงถึง เวลารวมของงานในเครื่องจักรทั้งหมดทุกเครื่องที่ทำงานเสร็จสมบูรณ์ทุกงาน

เซลล์ N9 แสดงถึง รูปแบบที่ให้ผลการคำนวณของเซลล์ I16 ที่มีค่าน้อยที่สุด

เซลล์ Q9 แสดงถึง เวลาของรูปแบบในเซลล์ N9

เซลล์ N11 แสดงถึง เมื่อมีการป้อนรูปแบบการจัดเรียงที่ต้องการทราบ จากนั้นกดปุ่ม Step จะทำให้รู้ถึงรายละเอียดของผลการประมวลผลรูปแบบนั้น ๆ

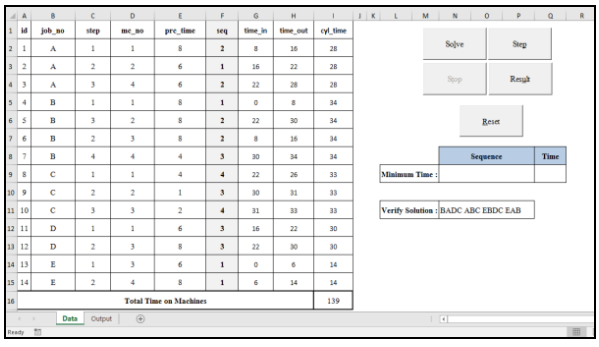


Figure 4 Worksheet model: sheet data

เนื่องจากมีการเขียนคำสั่ง VBA ทำให้การประมวลผลมีการทำงานแบบอัตโนมัติในการคำนวณซึ่งจะได้ค่าของผลลัพธ์สรุปดัง Table 3 เป็นการแสดงผลลัพธ์ของแต่ละงานที่ทำงานบนเครื่องจักรในแต่ละเครื่องจักร ซึ่งมีรายละเอียดที่บ่งบอกว่างานใด ขั้นตอนที่เท่าไหร่ เริ่มเข้าระบบในเครื่องจักรใด และออกจากเครื่องจักรนั้นเมื่อเวลาเท่าไหร่ โดยทั่วไปในกระบวนการผลิตที่มีสินค้าหลายประเภท หลายเครื่องจักรหรือหลายขั้นตอนกระบวนการ สิ่งสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาคือ รอบเวลาการผลิต หรือเวลาการทำงานที่ทุกขั้นตอนเสร็จสมบูรณ์ต้องมีค่าที่ต่ำสุด เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิต ลดค่าใช้จ่าย และมีการส่งมอบที่ตรงเวลา เมื่อมีการนำ VBA มาใช้ในการจัดลำดับการผลิต รูปแบบที่ให้ค่าของเวลาการทำงานที่ทุกขั้นตอนเสร็จสมบูรณ์ คือการจัดเรียงแบบ BADC ABC EBDC EAB ดังแสดงใน Figure 5 และนำไปสร้างแผนภูมิแกนต์ได้ดัง Figure 6 รูปแบบการจัดเรียงนี้เป็นเพียงรูปแบบเดียวในทั้งหมด 20,736 รูปแบบที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด คือ เวลาการทำงานที่ทุกขั้นตอนเสร็จสมบูรณ์ต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 34 นาที และเวลาที่ใช้ในการผลิต (Cycle time) ของแต่ละงานมีค่าดังต่อไปนี้

เวลาที่ใช้ในการผลิตงาน A = 28 นาที
เวลาที่ใช้ในการผลิตงาน B = 34 นาที
เวลาที่ใช้ในการผลิตงาน C = 33 นาที
เวลาที่ใช้ในการผลิตงาน D = 30 นาที
เวลาที่ใช้ในการผลิตงาน E = 14 นาที

Table 3 Result of sequence using VBA

Jobs	M1		M2		M3		M4	
	Time in	Time out	Time in	Time out	Time in	Time out	Time in	Time out
A	8	16	16	22	-	-	22	28
B	0	8	22	30	8	16	30	34
C	22	26	30	31	31	33	-	-
D	16	22	-	-	22	30	-	-
E	-	-	-	-	0	6	6	14

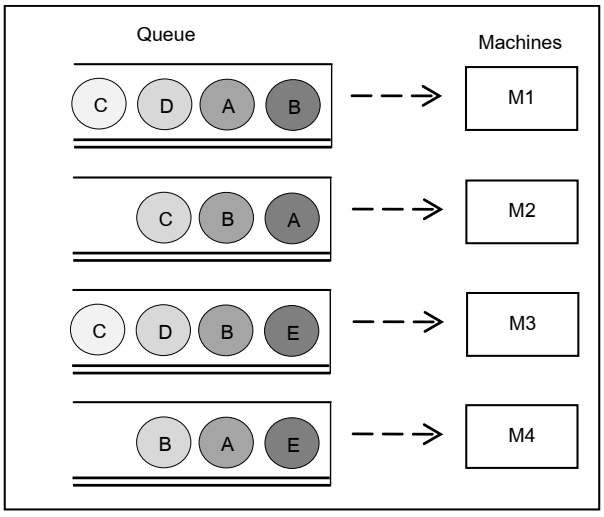


Figure 5 Job sequencing for each machine

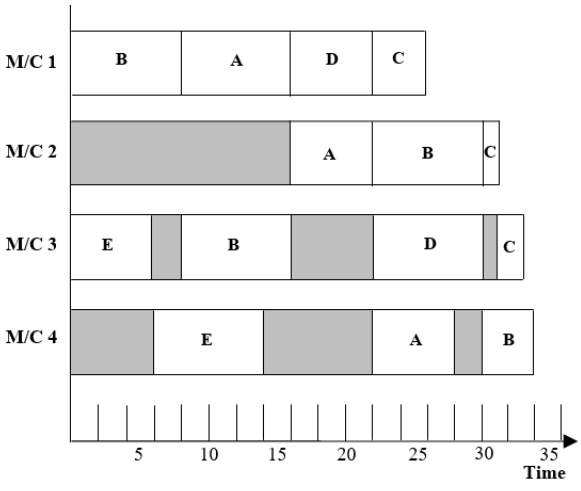


Figure 6 Gantt chart

หนึ่งในความสูญเสียในกระบวนการผลิต (Wastes) ที่อยู่ในรูปของต้นทุนซึ่งทำให้เกิดการเสียโอกาสในการผลิตสินค้า นั่นคือ เวลาที่สูญเปล่า หรือเวลารอคอย (Idle time) โดยแต่ละเครื่องจักรเกิดเวลาที่สูญเปล่า หรือเกิดเวลารอคอยงานเข้ามาในระบบ ดังต่อไปนี้

เวลาที่สูญเปล่าของเครื่องจักรที่ 1 = 34 - 26 = 8 นาที
เวลาที่สูญเปล่าของเครื่องจักรที่ 2 = 16 + 3 = 19 นาที
เวลาที่สูญเปล่าของเครื่องจักรที่ 3 = 2 + 6 + 1 + 1 = 10 นาที
เวลาที่สูญเปล่าของเครื่องจักรที่ 4 = 6 + 8 + 2 = 16 นาที

ในกระบวนการผลิต สิ่งหนึ่งที่สามารถชี้วัดประสิทธิภาพของระบบการผลิตได้นั้น คือการใช้เครื่องจักรได้เต็มสมรรถนะมากน้อยเพียงใด หรืออัตราการใช้ประโยชน์ (Utilization) ซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดความสามารถในการใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิต หาได้จาก

$$\frac{\text{Total Process Time of Machines}_j}{\text{Makespan}} \times 100 \qquad (1)$$

โดยที่ j คือ M1, M2, M3 และ M4

อัตราการใช้ประโยชน์ของแต่ละเครื่องจักร มีค่าดังต่อไปนี้

เครื่องจักรที่ 1;

Total Process Time = 8 + 8 + 4 + 6 = 26 นาที

Utilization of M1= (26/34) x 100 = 76.47%

เครื่องจักรที่ 2;

Total Process Time = 6 + 8 + 1 = 15 นาที

Utilization of M2 = (15/34) x 100 = 44.12%

เครื่องจักรที่ 3;

Total Process Time = 8 + 2 + 8 + 6 = 24 นาที

Utilization of M3 = (24/34) x 100 = 70.59%

เครื่องจักรที่ 4;

Total Process Time = 6 + 4 + 8 = 18 นาที

Utilization of M4 = (18/34) x 100 = 52.94%

ถึงแม้ว่ารูปแบบการจัดเรียงนี้จะไม่สามารถทำให้เครื่องจักรทุกเครื่องในกระบวนการผลิตมีอัตราการใช้ประโยชน์ถึง 100% ก็ตาม แต่รูปแบบการจัดเรียงดังกล่าวสามารถให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรมากกว่าทุกรูปแบบการจัดเรียงทั้งหมด 20,736 รูปแบบ ซึ่งสัมพันธ์กันกับผลการคำนวณการเกิดเวลาที่สูญเปล่าในแต่ละเครื่องจักรกล่าวคือ หากอัตราการใช้ประโยชน์ของเครื่องจักรมีค่ามากขึ้นจะทำให้เวลาที่สูญเปล่าในแต่ละเครื่องจักรมีค่าน้อยลง สรุปได้ดัง Table 4

Table 4 Idle time and utilization

	M1	M2	M3	M4
Idle time (min)	8	19	10	16
Utilization (%)	76.47	44.12	70.59	52.94

สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีการจัดลำดับการผลิตที่มีกระบวนการทำงานบนเครื่องจักรเท่านั้น โดยใช้ VBA ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งของโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล จะได้เวลาการทำงานที่ทุกขั้นตอนเสร็จสมบูรณ์ที่มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 34 นาที และให้ค่าเวลารวมของงานในเครื่องจักรทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการผลิตเท่ากับ 139 นาที โดยมีลำดับการจัดเรียงแบบ BADC ABC EBDC EAB มีอัตราการใช้ประโยชน์ของเครื่องจักรมากกว่ารูปแบบเดิมในทุก ๆ เครื่องจักร และเกิดเวลาที่สูญเปล่าน้อยกว่ารูปแบบเดิมเช่นกัน อีกทั้งใช้เวลาในการประมวลผลค่าการคำนวณในรูปแบบการจัดเรียงลำดับทั้งหมด 20,736 รูปแบบในระยะเวลาเพียง 12 นาที

สำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป ควรมีการศึกษา และพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้นที่มีผลต่อการจัดลำดับการผลิต และการจัดตารางการผลิต เช่น เวลาปรับตั้งเครื่องจักร (Setup time) เวลากำหนดส่งสินค้า (Delivery time) เวลาแถวคอย (Queue time) เป็นต้น เมื่อได้วิธีการหรือคำตอบที่ต้องการแล้วควรพิจารณา เปรียบเทียบกับค่าใช้จ่าย หรือต้นทุนที่ต้องเสียไป เนื่องจากงานบางงานที่เสร็จล่าช้ามาก อาจเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่างานที่เสร็จล่าช้าน้อยกว่า

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ และพื้นที่สำหรับงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

1. Vieira, G. E. and Favaretto, F. A new and practical heuristic for master production scheduling creation. International Journal of Production Research 2006;44(18-19):3607-25.
2. Feng, K., Rao, U. S., and Raturi, A. Setting planned orders in master production scheduling under demand uncertainty. International Journal of Production Research 2011;49(13):4007-25.
3. Lee, D. H., Wang, H. Q. and Miao, L. Quay crane scheduling with non-interference constraints in port container terminals. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 2008;44(1):124-35.
4. Baker, K. R. Introduction to Sequencing and Scheduling. New York: John Wiley & Sons; 1974.
5. Baker, K. R. and Trietsch, D. Principles of Sequencing and Scheduling. USA: John Wiley & Sons; 2009.
6. Sarongkansiri, Ch. Production Planning Control. 22th Edition. Bangkok: Technology Promotion Association

(Thailand – Japan); 2011.

7. Lopez, P. and Roubellat, F. Production Scheduling. USA: John Wiley & Sons; 2008.
8. Pinedo, M. Scheduling Theory, Algorithms, and Systems (Second Edition). USA: Prentice Hall; 2002.
9. Cowling, P. and Johansson, M. Using real time information for effective dynamic scheduling. European Journal of Operational Research 2002;139:230-44.
10. Rangsaritratsamee, R., Ferrell, Jr., W. G., and Kurz, M. B. Dynamic rescheduling that simultaneously considers efficiency and stability. Computers & Industrial Engineering 2004.;46:1-15.
11. Pfeiffer, A., Kadar, B., and Monostori, L. Stability-oriented evaluation of rescheduling strategies, by using simulation. Journal Computers in Industry 2007;58(7):630-43.
12. Hu, Y. H. and et al. Flow shop rescheduling problem under rush order. Journal of Zhejiang University SCIENCE 2005;6(10):1040-46.
13. Guo, D. and Li, T. Rescheduling algorithm for steelmaking continuous casting. In: Proceedings of the 2nd IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, 23-25 May 2007. Harbin, China; 2007.
14. Hatami, S., Ruiz, R. and Romano, C. A. Heuristics and metaheuristics for the distributed assembly permutation flowshop scheduling problem with sequence dependent setup times. International Journal Production Economics 2015;169:76-88.
15. Jain, A., Jain, S. and Chande, P. K. Formulation of genetic algorithm to generate good quality course timetable. International Journal of Innovation, Management and Technology 2010;1(3):248-51.
16. Suksiripattanapong, C. and et al. The study of suitable route for waste collection using genetic algorithm: a case study of thasala subdistrict administrative organization, Manchakiri District, Khonkean Province. UBU Engineering Journal 2016;9(2):30-37.
17. Hong, J. D., Xie, Y. and Jeong K. Y. An efficient VBA spreadsheet algorithm and model for the system optimum traffic assignment. International Journal of Applied Industrial Engineering 2012;1(2): 36-62.
18. Cinar, D., and et al. A priority-based genetic algorithm for a flexible job shop scheduling problem. Journal of Industrial and Management Optimization 2016;12(4):1391-415.
19. Kurdi, M. An effective new island model genetic algorithm for job shop scheduling problem. Journal Computers and Operations Research 2016.;67:132-42.
20. Zhang, D., and et al. An improved solution of local window parameters setting for local singularity analysis based on Excel VBA batch processing technology. Journal Computers and Geosciences 2016;88:54-66.
21. Wong, K. W. W. and Barford J. P. Teaching Excel VBA as a problem solving tool for chemical engineering core courses. Journal Education for Chemical Engineers 2010;5:72-7.
22. Ploydanai, K and and Mungwattana, A. Algorithm for solving job shop scheduling problem based on machine availability constraint. International Journal on Computer Science and Engineering 2010;2(5):1919-25.
23. เกียรติขจร วรปรัชญา และ ทวีภัทร์ บูรณธิติ. การจัดตารางการผลิตใหม่ที่คำนึงถึงเสถียรภาพ สำหรับกระบวนการหล่อเหล็กแผ่นแบบต่อเนื่อง. ใน: การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี 2551; 24-25 กรกฎาคม 2551. หน้า 262-69.
24. อาริต ธรรมโน และ อัจฉรา ภูอ่าง. การจัดตารางงานการผลิตที่มีความยืดหยุ่นบนเครื่องจักรกลแบบคู่ขนานในอุตสาหกรรมการผลิต. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศลาดกระบัง 2556;2(1).
25. Sooksumate, S. Optimization Modeling with Excel. Bangkok: SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED (SE-ED). (in Thai); 2014.