



ฮิวริสติกสำหรับการวางแผนการผลิตชิ้นส่วนพลาสติก

Heuristic for Scheduling Production of Plastic Components

อัจฉราพร เพชรเก่า¹ และ ปวีณา ชาวลิตวงศ์^{1, 2, *}

Acharaporn Phetkao¹ and Paveena Chaovalitwongse^{1, 2, *}

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

²กลุ่มวิจัยระบบการจัดการแบบบูรณาการและเทคโนโลยีอัจฉริยะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน แขวงวังใหม่ กรุงเทพมหานคร 10330

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering

²Integrated Management System and Smart Technology Research Group

Chulalongkorn University, Phayathai Road, Pathumwan, Wang Mai, Bangkok, 10330, Thailand

*E-mail: paveena.c@chula.ac.th, Tel.: 02-218-6814, Fax.: 02-251-3969

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำฮิวริสติกมาประยุกต์ใช้สำหรับการวางแผนการผลิตสำหรับผู้ผลิตชิ้นส่วนพลาสติกของอุปกรณ์ทางการแพทย์ ที่มีลักษณะกระบวนการผลิตเป็นแบบเครื่องจักรเดี่ยว และมีเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรขึ้นอยู่กับลำดับงานก่อนหน้า ซึ่งฮิวริสติกที่นำเสนอมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร โดยที่ยังคงสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ทันระยะเวลาการส่งมอบ งานวิจัยนี้เริ่มต้นตั้งแต่การศึกษาและรวบรวมข้อมูลลักษณะสินค้าเงื่อนไขการผลิต และรายละเอียดของงาน จากนั้นทำการศึกษาวิธีการฮิวริสติกและนำเสนอวิธีการวางแผนการผลิตเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำเสนอหลักการฮิวริสติกมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการผลิต โดยประยุกต์กฎการจ่ายงานต่าง ๆ ระหว่าง EDD (Earliest Due Date), SPT (Shortest Processing Time) และ CUC (Closet Unvisited City) สำหรับขั้นตอนถัดมาทำการทดสอบวิธีการวางแผนการผลิตดังกล่าว และเปรียบเทียบผลลัพธ์กับวิธีการวางแผนการผลิตแบบ EDD (Earliest Due Date) ที่ใช้ในปัจจุบัน โดยวัดจากเวลารวมในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2562 จนถึง เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2564 จากผลของการวิจัยพบว่า วิธีการวางแผนการผลิตโดยประยุกต์ใช้หลักการฮิวริสติกที่นำเสนอ สามารถช่วยปรับปรุงวิธีการวางแผนการผลิตแบบ EDD (Earliest Due Date) ที่ใช้ในปัจจุบันได้ โดยสามารถลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร 36% โดยเฉลี่ย

คำสำคัญ: การจัดตารางการผลิต; เครื่องจักรเดี่ยว; เวลาปรับตั้งเครื่องจักร

ABSTRACT

The aim of this research is to apply heuristics for scheduling production of plastic components in medical devices with the production process as a single machine and sequence dependent setup time. The proposed heuristic aims to minimize the total setup time under customer's delivery date constraints. This study is conducted as follows. Firstly, all relevant data (e.g., product characteristics, production conditions and job details) is reviewed. Secondly, heuristic principles are studied and procedures are proposed to achieve the objectives. In this paper proposes heuristics by applying from dispatching rule between EDD (Earliest Due Date), SPT (Shortest Processing Time) and CUC (Closest Unvisited City). Thirdly, evaluation of this method by comparing the results with the current EDD (Earliest Due Date) scheduling method by measuring the total setup time in each month with actual data from January 2019 until July 2021. The results show that the proposed heuristics can improve the current EDD (Earliest Due Date) scheduling method by reducing 36% on average of total setup time.

Keywords: Scheduling problem; Single machine scheduling; Sequence dependent setup time

1. ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

การวางแผนงานการผลิตนั้นเป็นส่วนงานที่สำคัญมากงานหนึ่งสำหรับภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากการวางแผนการผลิตที่มีประสิทธิภาพจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตและลดความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดการเสียโอกาสทางธุรกิจอันเนื่องจากการที่ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของสินค้าได้ทันเวลา เช่นเดียวกับบริษัทในกรณีศึกษา ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์ ที่มีส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตนั้น คือกระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วนพลาสติก ที่มีรูปทรงหลากหลายแบบและผลิตจากเม็ดพลาสติกและเม็ดสีหลายชนิดด้วยกัน ก่อนจะนำไปประกอบเป็นสินค้าสำเร็จรูปในกระบวนการต่อไป ซึ่งกระบวนการนี้มีลักษณะเป็นการผลิตแบบเครื่องจักรเดี่ยว (Single machine) และมีการเกิดความสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักรโดยแปรผันกับงานในลำดับก่อนหน้า (Sequence dependent setup time) ซึ่งเป็นผลอันเนื่องมาจากความแตกต่างของวัตถุดิบที่ใช้และคุณลักษณะของชิ้นงานที่ก่อให้เกิดกิจกรรมที่ทำให้สูญเสียต้นทุนและเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (การเปลี่ยนแม่พิมพ์ การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักร) มากน้อยแตกต่างกัน

ซึ่งบริษัทในกรณีศึกษานี้ต้องการปรับปรุงวิธีการวางแผนงานในปัจจุบันที่ใช้หลักของฮิวริสติกแบบ EDD เท่านั้นในการวางแผน ซึ่งมุ่งเน้นเพียงแค่เพื่อให้สามารถผลิตและส่งมอบสินค้าได้ตามกำหนดเวลา แต่ไม่ได้มีการพิจารณาเพื่อควบคุมเงื่อนไขทั้งหมดที่จะก่อให้เกิดความสูญเสียเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาและประยุกต์ใช้วิธีการฮิวริสติก ที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจให้การวางแผนการผลิต เพื่อลดเวลาความสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักร ตามเงื่อนไขของความแตกต่างของวัตถุดิบที่ใช้ และคุณลักษณะของชิ้นงานดังกล่าว โดยที่ยังสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลา

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดตารางการผลิต (Production Scheduling) สำหรับเครื่องจักรเดียวนั้น เป็นการตัดสินใจเพื่อจัดลำดับงาน (Sequencing) ที่เหมาะสม เพื่อป้อนให้กับเครื่องจักรใดเครื่องจักรหนึ่ง โดยเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตรงการมากที่สุด ซึ่งวิธีการหาคำตอบแบบประมาณ (Approximate Method) [1] เป็นเทคนิคหนึ่ง ในการหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับได้ ซึ่งอาจจะไม่ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด แต่วิธีนี้ใช้เวลาสั้น

ในการค้นหาคำตอบ เช่น ฮิวริสติก (Heuristics) [2] โดยการนำกฎต่าง ๆ มาใช้ในการหาผลลัพธ์ และสามารถหาคำตอบให้เป็นไปตามที่วัตถุประสงค์ในการวางแผนการผลิตที่ต้องการได้ ตัวอย่างการนำหลักการของกฎการดำเนินงานต่าง ๆ มาใช้ในการวางแผนการผลิต [3] ได้แก่

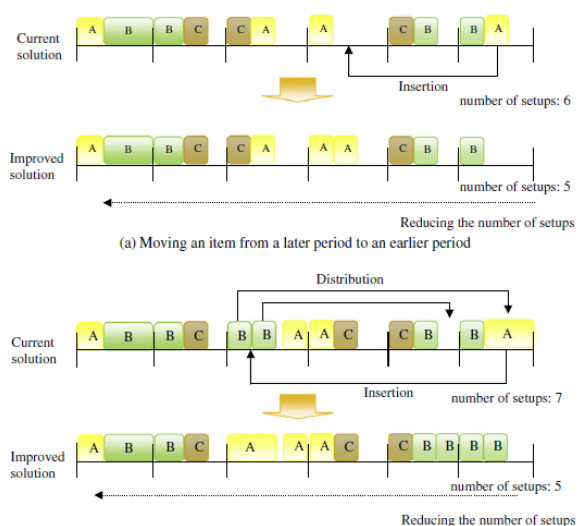
1. EDD (Earliest Due Date) ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีระยะเวลาส่งมอบภาระขั้นที่สุดก่อน
2. FCFS (First Come First Served) ลำดับความสำคัญจะให้กับงานที่มาถึงแถวคอยเป็นอันดับแรก
3. SPT (Shortest Processing Time) ลำดับความสำคัญสูงสุดอยู่ที่งานที่มีระยะเวลาในการดำเนินงานบนเครื่องจักรนั้นสั้นที่สุด
4. LPT (Longest Processing Time) ลำดับความสำคัญสูงสุดให้กับงานที่มีระยะเวลาในการดำเนินงานบนเครื่องจักรนั้นมากที่สุด
5. MST (Minimum Slack Time) ลำดับความสำคัญสูงสุดดับงานที่มีเวลาหย่อน (Slack time) น้อยที่สุด

ทั้งนี้ มีตัวอย่างงานวิจัยของ Tyagi, Tripathi, Chandramouli, และ Technology, 2016 [4] ที่ได้นำกฎการดำเนินงาน 5 วิธี ได้แก่ 1) Shortest Processing Time 2) Earliest Due Dates 3) Longest Processing Time 4) Minimum Slack Time and 5) First Come First Serve มาใช้ในการวางแผนการผลิตสำหรับเครื่องจักรเดียว ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทั้ง 5 วิธี พบว่า วิธีของ Earliest Due Dates นั้นให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในแง่ของการลดเวลาและจำนวนของงานที่เกิดความล่าช้า ในขณะที่กฎ Shortest Processing Time นั้นให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าในแง่ของเวลาปิดงานของระบบ

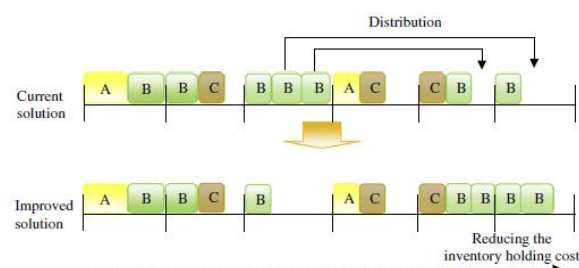
อีกหนึ่งฮิวริสติกที่สำคัญ ที่นำมาแก้ไขปัญหการวางแผนการผลิต ที่มีเวลาปรับตั้งเครื่องจักรขึ้นกับลำดับงานก่อนหน้า คือ การประยุกต์ใช้หลักการของ Closest Unvisited City (CUC) โดยเลือกงานที่มีระยะเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรน้อยที่สุดขึ้นมาทำเป็นงานในลำดับถัดไป [2] ดังงานวิจัยของ มัลลิกา บุญเพ็ง, 2554 [5] ที่ใช้หลัก

งานนี้ร่วมกับวิธีการวางแผนการผลิตแบบถอยหลัง (Backward Scheduling) เพื่อจัดลำดับงานให้กับสถานีการผลิตล้อย่อย โดยสามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรได้ 57% โดยเฉลี่ยเมื่อเทียบกับวิธีการปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง และงานวิจัยของพิรุณพร พิพัฒน์พร, 2558 [6] ที่ได้ใช้ฮิวริสติกเพื่อการวางแผนการผลิตของอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนพลาสติก โดยมีเวลาปรับตั้งเครื่องจักรขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ผลิตชิ้นงานลำดับก่อนหน้า โดยมีขั้นตอนของการพิจารณาวัตถุดิบของงานที่กำลังจะจัดสรรลงเครื่องจักรที่มีการใช้วัตถุดิบเดียวกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวางแผนการผลิตในการทำให้เวลาปิดงานการผลิตที่ต่ำ อีกทั้งยังมีงานวิจัยของ Shim, Kim, Doh, Lee, และ Engineering, 2011 [7] ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาของการกำหนดลื้อการผลิตและลำดับในการผลิตสำหรับเครื่องจักรเดียวที่มีค่าใช้จ่ายในการปรับตั้งเครื่องจักรที่ขึ้นอยู่กับลำดับงานก่อนหน้า โดยวัตถุประสงค์ในการหาคำตอบเพื่อลดค่าใช้จ่ายดังกล่าวให้ได้มากที่สุด โดยมีเงื่อนไขเพื่อตอบสนองให้ทันต่อความต้องการสินค้าและมีข้อจำกัดของความสามารถในการผลิตของเครื่องจักร โดยได้นำเสนอฮิวริสติกแบบสองขั้นตอนซึ่งขั้นแรกเป็นการหาคำตอบเริ่มต้น และขั้นที่สองคือการปรับปรุงคำตอบโดยใช้วิธีการจัดตารางแบบย้อนหลังและไปข้างหน้าโดยใช้ร่วมกับกฎการจัดลำดับจากความสำคัญต่าง ๆ เพื่อเลือกรายการที่จะเคลื่อนย้ายงาน ขั้นแรกของการหาคำตอบเริ่มต้นจาก (a) การเลือกและการจัดลำดับรายการ (โดยไม่พิจารณาขนาดลื้อ) ซึ่งพิจารณาการจัดลำดับจากค่าใช้จ่ายของการปรับตั้งเครื่องจักร โดยแทรกงานให้ตำแหน่งที่ดีที่สุดเพื่อให้ค่าใช้จ่ายต่ำสุดคล้ายคลึงกับปัญหาของ traveling salesman problem และจากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนที่สองคือ (b) การกำหนดขนาดลื้อ ซึ่งจะถูกกำหนดในทิศทางย้อนกลับจากช่วงท้ายถึงช่วงแรก ภายใน 2 เงื่อนไข คือหากความต้องการสะสมที่เหลืออยู่ทั้งหมดน้อยกว่าหรือเท่ากับความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรที่มีอยู่จะต้องกำหนดปริมาณจากความต้องการ และหากเกินกว่าความสามารถในการผลิตของเครื่องจักร ปริมาณที่เกินจะถูกย้ายขึ้นไปลำดับก่อนหน้า เมื่อได้ลำดับงานและขนาดการ

ผลิตแล้วจะเข้าสู่กระบวนการที่สองคือการปรับปรุงคำตอบ โดยทำการ Trade-off ระหว่างค่าใช้จ่ายในการปรับตั้งเครื่องจักรและปริมาณสินค้าคงคลังที่ต้องจัดเก็บ ซึ่งกระบวนการนี้จะนำวิธีการของการจัดแบบย้อนหลังและไปข้างหน้าร่วมกับกฎการจ่ายงานมาใช้เพื่อเคลื่อนย้ายตำแหน่งงาน



รูปที่ 1 Backward Improvement



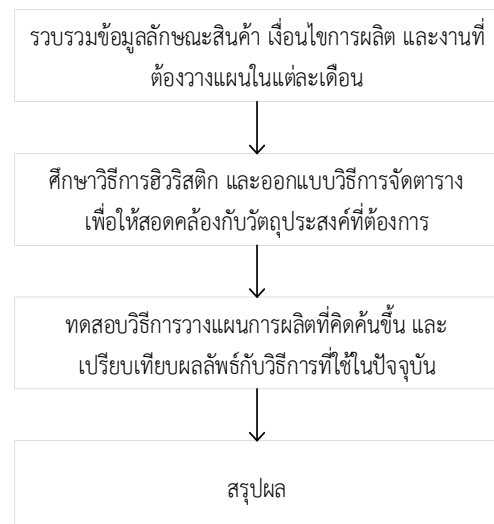
รูปที่ 2 Forward Improvement

จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่ได้ศึกษาพบว่า ฮิวริสติกที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้คือการนำกฎการจ่ายงานมาใช้ในการหาคำตอบเบื้องต้น และนำหลักการ CUC มาใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของคำตอบในการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรได้ตามวัตถุประสงค์ที่งานวิจัยนี้ต้องการ

3. ระเบียบวิธีวิจัย (METHODOLOGY)

การพัฒนาวิธีการวางแผนการผลิตแบบเครื่องจักรเดียว โดยมีเวลาสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักรขึ้นอยู่กับงานในลำดับก่อนหน้า จะนำหลักการฮิวริสติกมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนผลิต เพื่อช่วยลดเวลาความสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักรให้ได้มากที่สุด โดยที่ยังคงสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลา

งานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลลักษณะสินค้า เงื่อนไขการผลิตและงานที่ต้องวางแผนในแต่ละเดือน เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของปัญหาและข้อจำกัดต่างๆ ในการวางแผนการผลิต และขั้นตอนถัดมา คือศึกษาวิธีการฮิวริสติก เพื่อออกแบบและนำมาประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ จากนั้นจึงนำวิธีการวางแผนการผลิตที่ออกแบบขึ้น ไปดำเนินการทดสอบโดยใช้ข้อมูลในอดีตของงานที่ต้องผลิตของเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 จนถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 เพื่อทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับวิธีการวางแผนการผลิตแบบปัจจุบัน โดยวัดจากเวลารวมในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรในแต่ละเดือน โดยเมื่อเปรียบเทียบแล้วผลลัพธ์ของวิธีการวางแผนการผลิตที่ออกแบบขึ้น จะต้องดีกว่าการใช้วิธีการวางแผนการผลิตแบบปัจจุบัน ซึ่งระเบียบวิธีวิจัยแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัยในการพัฒนาวิธีการวางแผนการผลิต

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 การรวบรวมและศึกษาข้อมูลลักษณะของสินค้าเงื่อนไขการผลิต และงานที่ต้องดำเนินการวางแผนในแต่ละเดือน

เมื่อทำการรวบรวมและศึกษาข้อมูลสินค้าที่ผลิตพบว่า เวลาสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักร สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับ โดยขึ้นอยู่กับความแตกต่างของขนาดชิ้นงาน รูปทรงของชิ้นงาน และวัตถุดิบที่ใช้ผลิตชิ้นงาน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร

ความแตกต่างของงานในลำดับก่อนหน้า	กิจกรรม	ระดับการสูญเสีย	เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร
1. ขนาดต่างกัน	เปลี่ยนอุปกรณ์ย่อยในแม่พิมพ์	ต่ำ	15 นาที
2. รูปทรงต่างกัน	เปลี่ยนแม่พิมพ์	ปานกลาง	1 ชั่วโมง
3. วัตถุดิบต่างกัน	เปลี่ยนแม่พิมพ์และเปลี่ยนวัตถุดิบ	สูง	3 ชั่วโมง

จากการที่ความสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักรขึ้นอยู่กับความแตกต่างของลักษณะของสินค้าและวัตถุดิบ ดังนั้นเมื่อพิจารณางานที่มีปริมาณและความหลากหลายของลักษณะสินค้าน้อยที่สุดและมากที่สุด ภายในระยะเวลาตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2564 พบว่างานที่มีความหลากหลายน้อยที่สุด คืองานที่มีจำนวน 23 งาน และจำนวนสินค้าทั้งหมด 10 รายการ โดยแบ่งเป็นจำนวนของกลุ่มสินค้าทั้งหมด 6 กลุ่ม และกลุ่มวัตถุดิบที่ใช้จำนวน 1 กลุ่ม และงานที่มีความหลากหลายมากที่สุด มีปริมาณงานที่ต้องจัดลำดับจำนวน 75 งาน มีจำนวนสินค้าทั้งหมด 21 รายการ โดยแบ่งเป็นจำนวนของกลุ่มสินค้าทั้งหมด 12 กลุ่ม และกลุ่มวัตถุดิบที่ใช้จำนวน 3 กลุ่ม ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะงานที่ต้องวางแผนการผลิต

ลักษณะงาน	งานน้อยสุด	งานมากที่สุด
ปริมาณงาน	23 งาน	75 งาน
จำนวนสินค้า	10 รายการ	21 รายการ
จำนวนกลุ่มสินค้า	6 กลุ่ม	12 กลุ่ม
จำนวนกลุ่มวัตถุดิบ	1 กลุ่ม	3 กลุ่ม

ดังนั้น ยิ่งจำนวนสินค้าและกลุ่มสินค้านี้มาก แสดงถึงความแตกต่างของขนาดและรูปทรงของสินค้าที่มีความหลากหลาย ที่ก่อให้เกิดการเสียเวลาในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ และจำนวนกลุ่มวัตถุดิบนั้นจะทำให้เกิดการเสียเวลาในการเปลี่ยนวัตถุดิบในเครื่องจักร หากงานในลำดับก่อนหน้าใช้วัตถุดิบแตกต่างกัน

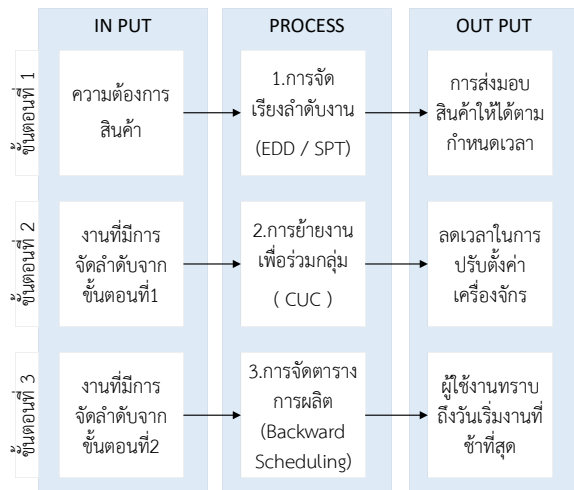
4.2 การออกแบบวิธีการวางแผนการผลิตเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

การวางแผนการผลิตสำหรับงานวิจัยนี้ เป็นการตัดสินใจเพื่อลำดับงานให้มีความเหมาะสมที่สุด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า อีกทั้งยังต้องการลดความสูญเสียจากการปรับตั้งเครื่อง ที่ขึ้นกับลำดับงานก่อนหน้านี้ให้ได้มากที่สุดอีกด้วย

ดังนั้นการออกแบบวิธีสถิติเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ จึงให้ความสำคัญในการจัดลำดับงาน โดยเลือกที่มีกำหนดส่งมอบเร็วที่สุดและมีค่าปรับตั้งเครื่องจักรน้อยที่สุดก่อน เพื่อให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า โดยที่สามารถลดเวลาจากการปรับตั้งเครื่องให้ได้มากที่สุด

งานวิจัยนี้ได้นำกฎเกณฑ์การใช้อย่างง่าย (Simple Rule) หลากกฎมาประยุกต์ร่วมกันเป็นวิธีสถิติ แบบ EDD (Earliest Due Date) และ SPT (Shortest Processing Time) มาใช้จัดลำดับงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์แรกคือการส่งมอบสินค้าให้ได้ตามกำหนดเวลา และยังได้นำวิธี Closet Unvisited City (CUC) คือการเลือกเมืองที่ใกล้ที่สุดของปัญหา Travelling Salesman Problem (TSP) มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงตารางงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ประการที่สอง คือ การลดความสูญเสียของการปรับตั้งค่าเครื่องจักร จากนั้นเมื่อได้ลำดับงานทั้งหมดแล้วจะจัดเรียงออกเป็น

ตารางงานด้วยวิธีการจัดแบบตารางงานแบบถอยหลัง (Backward Scheduling) เพื่อให้ทางผู้ใช้งานทราบถึงวันเริ่มงานที่ช้าที่สุดโดยไม่ให้เกิดความล่าช้าตามความต้องการของผู้ใช้งานทางบริษัทในกรณีศึกษา



รูปที่ 4 ลำดับแนวคิดสำหรับการจัดลำดับงาน

ดังนั้นขั้นตอนในการวางแผนการผลิต โดยในวิธีการฮิวริสติกที่นำเสนอแนะ สามารถแบ่งขั้นตอนในการค้นหาคำตอบ 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การจัดเรียงลำดับงาน : ใช้วิธี EDD (Earliest Due Date) และ SPT (Shortest Processing Time) มาใช้จัดลำดับงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์แรกคือการส่งมอบสินค้าให้ได้ตามกำหนดเวลา

ขั้นตอนที่ 2 การย้ายงานเพื่อรวมกลุ่ม : ใช้วิธี CUC (Closet Unvisited City) มาใช้จัดลำดับงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ประการที่สองคือเวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร

ขั้นตอนที่ 3 การจัดงานลงตารางการผลิต : ใช้วิธีการวางแผนการผลิตแบบถอยหลัง (Backward Scheduling) เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งาน ที่ต้องการทราบถึงวันเริ่มงานที่ช้าที่สุดโดยไม่ให้เกิดความล่าช้าในการปฏิบัติงาน

4.2.1 การจัดเรียงลำดับงาน

การจัดเรียงงานในขั้นตอนแรกนี้จะนำหลักการของฮิวริสติกแบบ EDD (Earliest Due Date) โดยลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีระยะเวลาส่งมอบระยะสั้นที่สุดก่อน ซึ่งหากงานใดที่มีกำหนดส่งมอบพร้อมกันจะลำดับให้งานที่มีระยะเวลาในการดำเนินงานสั้นที่สุดก่อนตามหลักของ SPT (Shortest Processing Time) เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์แรกคืองานทุกงานจะต้องเสร็จก่อนกำหนดการส่งมอบสินค้า ซึ่งขั้นตอนนี้ หากผู้วางแผนพบว่า มีงานที่ไม่สามารถผลิตได้ทัน จะต้องทำการตัดสินใจ เช่น เพิ่มเวลาในการผลิต หรือต่อรองกับลูกค้าเพื่อขยายเวลาในการส่งมอบหรือยกเลิกงาน ซึ่งหลังจากที่ทำการตัดสินใจแล้ว จะมีเฉพาะงานที่สามารถทำทันเวลาเท่านั้นเข้าสู่ขั้นตอนในการวางแผนในลำดับต่อไป

4.2.2 การย้ายงานเพื่อรวมกลุ่ม

ในขั้นตอนนี้จะพิจารณาเพื่อย้ายงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ประการที่สองคือการลดความสูญเสียของการปรับตั้งค่าเครื่องจักรให้ได้มากที่สุด โดยจะนำวิธี Closet Unvisited City (CUC) คือการเลือกเมืองที่ใกล้ที่สุดในปัญหา Travelling Salesman Problem (TSP) มาประยุกต์ใช้ โดยหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อย้ายงานนั้นจะให้ลำดับความสำคัญตามเงื่อนไขของการเกิดความสูญเสียในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรดังนี้

1. พิจารณาชิ้นงานเดียวกัน (Item)
2. พิจารณาชิ้นงานประเภทเดียวกัน (Product Group)
3. พิจารณาวัตถุดิบชนิดเดียวกัน (Material Group)

โดยมีเงื่อนไขสำคัญในการย้ายลำดับงานคือ จะต้องไม่ทำให้งานใด ๆ ล่าช้า หรือก็คือไม่สามารถส่งมอบสินค้าได้ทันกำหนด ด้วยเงื่อนไขนี้ สามารถพิจารณาได้จากเวลาหย่อน (Slack time) ซึ่งคือช่วงเวลาวางงาน อยู่ระหว่างงานที่เพิ่งจบ และยังไม่ได้เริ่มผลิตงานใหม่ ดังสมการที่ 1 ซึ่งหากค่า SLT เป็นลบ ($SLT < 0$) หมายความว่างานนั้นไม่สามารถผลิตได้ทันกำหนดส่งมอบสินค้า

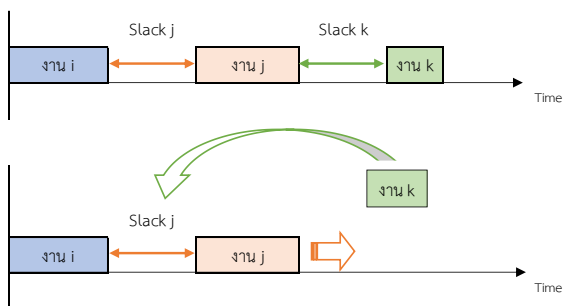
$$SLTj = Dj - Cj \quad (1)$$

โดยที่ $SLTj$: SlackTime (เวลาหย่อนของงาน j)

Dj : Due Date (กำหนดการส่งมอบของงาน j)

Cj : Completion Time (เวลาเสร็จของงาน j)

ดังนั้นจะดำเนินการย้ายงานก็ต่อเมื่อเวลาของการดำเนินงานรวมกับเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรมีค่าน้อยกว่า Slack Time ซึ่งหากไม่เป็นเช่นนั้น จะคงงานตามลำดับเดิมไว้และข้ามไปพิจารณางานที่มีเงื่อนไขในการให้ความสำคัญในลำดับถัดไป



รูปที่ 5 การย้ายงานเพื่อรวมกลุ่ม

ซึ่งจากรูปที่ 5 งาน j ถูกแทรกด้วยงาน k ได้ หากทำให้เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรน้อยกว่า และงาน k ใช้เวลาในการผลิตน้อยกว่า slack time ของงานทั้งหมดที่อยู่ในลำดับถัดมา

4.2.3 การจัดงานลงตารางการผลิต

เมื่อทำการจัดลำดับงานที่ได้จากสองวิธีการข้างต้นแล้ว ขั้นตอนนี้จะเป็นการกำหนดแผนงาน โดยจะใช้วิธีการวางแผนการผลิตแบบถอยหลัง (Backward Scheduling) เพื่อให้ทางผู้ใช้งานทราบถึงวันเริ่มงานที่ช้าที่สุดโดยไม่ให้เกิดความล่าช้าในการปฏิบัติงาน ซึ่งหาได้จากสมการที่ 2

$$LSj = \min(Dj, LSk) - (STj + Pj) \quad (2)$$

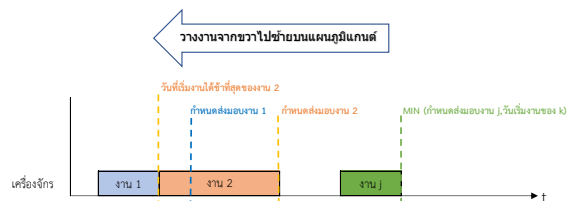
โดยที่ LSj : Latest Start Time (เวลาเริ่มต้นช้าที่สุดที่จะไม่ทำให้งานสายของงาน j)

LSk : Latest Start Time (เวลาเริ่มต้นช้าที่สุดที่จะไม่ทำให้งานสายของงาน k โดยที่ k คืองานในลำดับหลัง j)

Pj : Processing Time (เวลาการดำเนินการของงาน j)

Dj : Due Date (กำหนดการส่งมอบของงาน j)

STj : Setup Time (เวลาปรับตั้งเครื่องจักรของงาน j)



รูปที่ 6 วิธีการวางแผนการผลิตแบบถอยหลัง (Backward Scheduling)

เช่นดังรูปที่ 6 ซึ่งจะเริ่มวางแผนงานจากลำดับท้ายสุดมายังลำดับแรก ดังนั้นการพิจารณาหาวันเริ่มผลิตของงานที่ 1 จะเทียบเวลาของ กำหนดส่งมอบของงานที่ 1 กับวันที่เริ่มผลิตของงานที่ 2 ก่อน และจากรูปพบว่า วันที่เริ่มผลิตของงานที่ 2 มีค่าน้อยกว่า ดังนั้นวันเริ่มผลิตของงานที่ 1 จะหาได้จากวันที่เริ่มผลิตของงานที่ 2 ลบด้วยเวลาที่ในผลิตรวมกับเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรของงานที่ 1

4.3 การทดสอบวิธีการวางแผนการผลิตที่นำเสนอ และเปรียบเทียบผลลัพธ์กับวิธีการที่ใช้ในปัจจุบัน

ในการทดสอบจะใช้ข้อมูลในอดีตของงานที่ต้องผลิตของเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 จนถึง เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2564 เพื่อทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับวิธีการวางแผนการผลิตแบบปัจจุบันซึ่งใช้วิธีการแบบ EDD (Earliest Due Date) กับวิธีการแบบใหม่ที่น่าสนใจขึ้น ด้วยการประยุกต์ใช้หลักการฮิวริสติกแบบผสม โดยรวมจากวิธีการแบบ EDD (Earliest Due Date), SPT (Shortest Processing Time) และ CUC (Closest Unvisited City)

ในการทดสอบจะวัดผลรวมของเวลาที่สูญเสียในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรรวมในแต่ละเดือน โดยวิธีการดำเนินการวางแผนการผลิต สามารถแสดงดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อมูลรายละเอียดของงานที่ต้องทำการวางแผนการผลิตในแต่ละเดือนจะประกอบไปด้วย รายการสินค้า กลุ่มสินค้า กลุ่มวัตถุดิบ ปริมาณสินค้าที่ต้องการ และกำหนดเวลาการส่งมอบ ซึ่งสินค้าแต่ละรายการจะมีการกำหนดกลุ่มประเภทของสินค้าและกลุ่มวัตถุดิบที่ใช้ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลงานจำลองเพื่อดำเนินการวางแผนผลิต

Item	Product Group	Material Group	Order	Due Date
A	สินค้ากลุ่มที่ 1	วัตถุดิบกลุ่มที่ 1	162,500	15/Sep/21
A	สินค้ากลุ่มที่ 1	วัตถุดิบกลุ่มที่ 1	41,000	25/Sep/21
B	สินค้ากลุ่มที่ 2	วัตถุดิบกลุ่มที่ 1	51,500	23/Sep/21
B	สินค้ากลุ่มที่ 2	วัตถุดิบกลุ่มที่ 1	35,000	26/Sep/21
C	สินค้ากลุ่มที่ 3	วัตถุดิบกลุ่มที่ 2	86,500	18/Sep/21
C	สินค้ากลุ่มที่ 3	วัตถุดิบกลุ่มที่ 2	61,000	27/Sep/21
D	สินค้ากลุ่มที่ 4	วัตถุดิบกลุ่มที่ 2	20,000	26/Sep/21
D	สินค้ากลุ่มที่ 4	วัตถุดิบกลุ่มที่ 2	8,000	27/Sep/21
E	สินค้ากลุ่มที่ 5	วัตถุดิบกลุ่มที่ 3	35,000	24/Sep/21
E	สินค้ากลุ่มที่ 5	วัตถุดิบกลุ่มที่ 3	48,000	28/Sep/21

เมื่อได้รับรายละเอียดงานที่ต้องผลิต จากข้อมูลในตารางที่ 3 จะเริ่มดำเนินการตามขั้นตอนที่ 1 คือ การจัดเรียงลำดับงาน ดังนั้นงานจะถูกจัดลำดับ โดยเรียงจากงานที่มีระยะเวลาส่งมอบระยะขั้นที่สุด และมีระยะเวลาในการดำเนินงานสั้นที่สุด ตามลำดับ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ผลการจัดเรียงลำดับงาน หลังจากดำเนินการผ่านขั้นตอนที่ 1

Job Seq	Item	Order	Due Date	Process Time (Hrs)
1	A	162,500	15/Sep/21	77.4
2	C	86,500	18/Sep/21	43.3
3	B	51,500	23/Sep/21	171.7
4	E	35,000	24/Sep/21	19.4
5	A	41,000	25/Sep/21	19.5
6	B	35,000	26/Sep/21	116.7
7	C	61,000	27/Sep/21	30.5
8	D	8,000	27/Sep/21	30.8
9	D	20,000	27/Sep/21	76.9
10	E	48,000	28/Sep/21	26.7

ตารางที่ 5 ผลการจัดเรียงลำดับงาน หลังจากดำเนินการผ่านขั้นตอนที่ 1 (เพิ่มเติม)

Job Seq	Item	Order (Pcs)	Due Date	Completion Time (Hrs)	Setup Time (Hrs)
1	A	162,500	15/Sep/21	77.4	-
2	C	86,500	18/Sep/21	123.6	3.00
3	B	51,500	23/Sep/21	298.3	3.00
4	E	35,000	24/Sep/21	320.7	3.00
5	A	41,000	25/Sep/21	343.3	3.00
6	B	35,000	26/Sep/21	460.9	1.00
7	C	61,000	27/Sep/21	494.4	3.00
8	D	8,000	27/Sep/21	526.2	1.00
9	D	20,000	27/Sep/21	603.1	-
10	E	48,000	28/Sep/21	632.8	3.00
					20.0

จากนั้นจะสู่กระบวนการตามขั้นตอนที่ 2 คือการย้ายงานเพื่อรวมกลุ่ม เพื่อลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรด้วยวิธีการของ Closest Unvisited City (CUC) โดยเลือกงานที่มีระยะเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรน้อยที่สุดขึ้นมาทำเป็นงานในลำดับถัดไป โดยต้องยังคงการสามารถผลิตงานได้ทันตามกำหนดการส่งมอบ ตามวิธีการที่อธิบายในหัวข้อ 4.2.2 ข้างต้น

ตารางที่ 6 แสดงตัวอย่างการคำนวณเพื่อย้ายงาน

Job Seq (1 st)	Item	Due Date	Process Time	Setup Time	Comp time	Slack time
1	A	15/Sep/21	77.4	-	77.4	258.6
2	C	18/Sep/21	43.3	3.00	123.6	284.4
3	B	23/Sep/21	171.7	3.00	298.3	229.7
4	E	24/Sep/21	19.4	3.00	320.7	231.3
5	A	25/Sep/21	19.5	3.00	343.3	232.7
6	B	26/Sep/21	116.7	1.00	460.9	139.1
7	C	27/Sep/21	30.5	3.00	494.4	129.6
8	D	27/Sep/21	30.8	1.00	526.2	97.8
9	D	27/Sep/21	76.9	-	603.1	20.9
10	E	28/Sep/21	26.7	3.00	632.8	15.2

เนื่องจากลำดับแรกสุดคืองานที่ต้องผลิตสินค้า A ซึ่งจากขั้นตอนและหลักเกณฑ์ในการเลือกงานเพื่อพิจารณาในการย้ายงานนั้น ที่ได้อธิบายไปในหัวข้อ 4.2.2 นั้น จะทำงานพิจารณาชิ้นงานชนิดเดียวกันก่อน ซึ่งก็คืองาน A ในลำดับที่ 5 ซึ่งพบว่าสามารถย้ายงานขึ้นได้ เนื่องจากไม่ทำให้ค่า Slack time ของงานที่ถูกแทรกติดลบ โดยเมื่อย้ายงานในลำดับที่ 5 ผลการคำนวณจะเป็นดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงตัวอย่างการคำนวณเพื่อย้ายงาน (เพิ่มเติม)

Job Seq (1 st)	Item	Due Date	Process Time	Setup Time	Comp time	Slack time
1	A	15/Sep/21	77.4	-	77.4	258.6
5	A	25/Sep/21	19.5	-	96.9	479.1
2	C	18/Sep/21	43.3	3.00	143.2	264.8
3	B	23/Sep/21	171.7	3.00	317.8	210.2
4	E	24/Sep/21	19.4	3.00	340.3	211.7
6	B	26/Sep/21	116.7	3.00	459.9	140.1
7	C	27/Sep/21	30.5	3.00	493.4	130.6
8	D	27/Sep/21	30.8	1.00	525.2	98.8
9	D	27/Sep/21	76.9	-	602.1	21.9
10	E	28/Sep/21	26.7	3.00	631.8	16.2

และในกรณีที่ทำการพิจารณาตามเงื่อนไขแต่ไม่สามารถแทรกได้ เนื่องจากถ้าแทรกงานแล้วจะทำให้เกิดงานที่ไม่สามารถผลิตและส่งมอบได้ทันกำหนด จะยังคงงานในลำดับเดิมไว้ ดังตารางที่ 8 และ 9 ที่เสร็จสิ้นในการจัดงาน 3 ลำดับแรก และกำลังพิจารณาเพื่อกำหนดงานลำดับที่ 4 โดยพิจารณาจาก B ขึ้นแทรกขึ้นมา เพื่อให้การผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง แต่พบว่าเมื่อย้ายงานขึ้นจะทำให้ C ในลำดับที่ 2 เดิม ไม่สามารถผลิตได้ทันส่งมอบ (Slack time ติดลบ) ดังนั้น จะไม่ทำการแทรกงานขึ้น

ตารางที่ 8 แสดงตัวอย่างการคำนวณเพื่อย้ายงาน ในกรณีที่ย้ายไม่ได้

Job Seq (1 st)	Job Seq (2 nd)	Item	Due Date	Process Time	Setup Time	Comp time	Slack time
1	1	A	15/Sep/21	77.4	-	77.4	258.6
5	2	A	25/Sep/21	19.5	-	96.9	479.1
3	3	B	23/Sep/21	171.7	1.00	269.6	258.4
2		C	18/Sep/21	43.3	3.00	315.8	92.2
4		E	24/Sep/21	19.4	3.00	338.3	213.7
6		B	26/Sep/21	116.7	3.00	457.9	142.1
7		C	27/Sep/21	30.5	3.00	491.4	132.6
8		D	27/Sep/21	30.8	1.00	523.2	100.8
9		D	27/Sep/21	76.9	-	600.1	23.9
10		E	28/Sep/21	26.7	3.00	629.8	18.2

ตารางที่ 9 แสดงตัวอย่างการคำนวณเพื่อย้ายงาน ในกรณีที่ย้ายไม่ได้ (เพิ่มเติม)

Job Seq (1 st)	Job Seq (2 nd)	Item	Due Date	Process Time	Setup Time	Comp time	Slack time
1	1	A	15/Sep/21	77.4	-	77.4	258.6
5	2	A	25/Sep/21	19.5	-	96.9	479.1
3	3	B	23/Sep/21	171.7	1.00	269.6	258.4
6	4	B	26/Sep/21	116.7	-	386.2	213.8
2		C	18/Sep/21	43.3	3.00	432.5	(24.5)
4		E	24/Sep/21	19.4	3.00	454.9	97.1
7		C	27/Sep/21	30.5	3.00	488.4	135.6
8		D	27/Sep/21	30.8	1.00	520.2	103.8
9		D	27/Sep/21	76.9	-	597.1	26.9
10		E	28/Sep/21	26.7	3.00	626.8	21.2

และเมื่อทำตามขั้นตอนของการย้ายงานเพื่อรวมกลุ่มตามวิธีการที่อธิบายในหัวข้อ 4.2.2 จนครบ ผลลัพธ์จะเป็นดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการย้ายงานเพื่อรวมกลุ่ม หลังจากดำเนินการผ่านขั้นตอนที่ 2

Job Seq (1 st)	Job Seq (2 nd)	Item	Due Date	Process Time	Setup Time	Comp time	Slack time
1	1	A	15/Sep/21	77.4	-	77.4	258.6
5	2	A	25/Sep/21	19.5	-	96.9	479.1
3	3	B	23/Sep/21	171.7	1.00	269.6	258.4
2	4	C	18/Sep/21	43.3	3.00	315.8	92.2
7	5	C	27/Sep/21	30.5	-	346.3	277.7
8	6	D	27/Sep/21	30.8	1.00	378.1	245.9
9	7	D	27/Sep/21	76.9	-	455.0	169.0
4	8	E	24/Sep/21	19.4	3.00	477.5	74.5
6	9	B	26/Sep/21	116.7	3.00	597.1	2.9
10	10	E	28/Sep/21	26.7	3.00	626.8	21.2
							14.00

จะเห็นได้จากขั้นตอนการจัดลำดับงาน ขั้นตอนที่ 1 ได้ผลรวมเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร 20 ชั่วโมง และเมื่อทำรวมกลุ่มงานในขั้นตอนที่ 2 ผลรวมของเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรจะลดลงจาก 20 ชั่วโมงเป็น 14 ชั่วโมง หรือคิดเป็น 30%

จากนั้น จะเข้าสู่กระบวนการตามขั้นตอนที่ 3 คือการจัดงานลงตารางการผลิต โดยเป็นการกำหนดวันเริ่มงานที่ช้าที่สุดโดยไม่ให้เกิดความล่าช้า ด้วยวิธีการจัดแบบถอยหลัง (Backward Scheduling) ตามที่ได้อธิบายในข้อ 4.2.3 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เป็นดัง ตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการจัดงานลงตารางการผลิต หลังจากดำเนินการผ่านขั้นตอนที่ 3

Job	Item	D (Date)	D (Hrs)	P + ST (Hrs)	LS (Hrs)	LS (Date)
1	A	15/Sep/21	336	77.38	2.9	1/Sep/21
2	A	25/Sep/21	576	19.52	80.3	5/Sep/21
3	B	23/Sep/21	528	172.67	99.8	5/Sep/21
4	C	18/Sep/21	408	46.25	272.4	13/Sep/21
5	C	27/Sep/21	624	30.50	318.7	15/Sep/21
6	D	27/Sep/21	624	31.77	349.2	16/Sep/21
7	D	27/Sep/21	624	76.92	381.0	17/Sep/21
8	E	24/Sep/21	552	22.44	457.9	20/Sep/21
9	B	26/Sep/21	600	119.67	480.3	21/Sep/21
10	E	28/Sep/21	648	29.67	618.3	26/Sep/21

ซึ่งจากตารางจะเริ่มกำหนดวันเริ่มการผลิตจากงานในลำดับที่ 10 ก่อน ซึ่งเวลาที่เริ่มนั้น จะต้องเริ่มในเวลาก่อนถึงกำหนดส่งมอบ 29.67 ชั่วโมง เนื่องจากต้องใช้เวลาในการผลิตและปรับตั้งเครื่องจักร ซึ่งหากใช้เวลาในการผลิต 24 ชั่วโมงต่อวัน งานในลำดับที่ 10 จะต้องเริ่มผลิตในวันที่ 26 กันยายน จากนั้นจึงทำการกำหนดวันเริ่มผลิตของงานในลำดับที่ 9 ซึ่งเมื่อเทียบเวลาของ กำหนดส่งมอบของงานที่ 9 กับวันที่เริ่มผลิตของงานที่ 10 พบว่า กำหนดส่งมอบของงานที่ 9 มีค่าน้อยกว่า ดังนั้นวันเริ่มผลิตของงานที่ 9 จะหาได้จากกำหนดส่งมอบของงานที่ 9 ลบด้วยเวลาที่ในผลิตรวมกับเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรของงานที่ 9 จะได้วันเริ่มผลิตคือวันที่ 21 กันยายน และทำเช่นนี้จนกระทั่งถึงงานในลำดับแรก

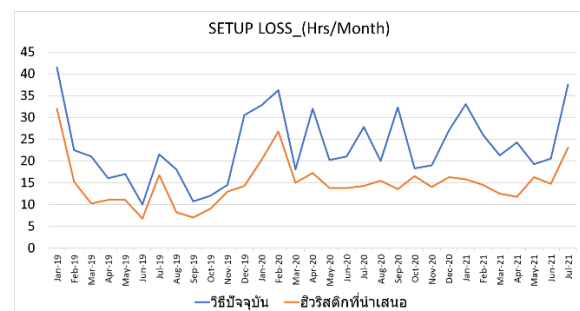
จะเห็นได้ว่าวิธีการวางแผนการผลิตด้วยวิธีการฮิวริสติกแบบผสมแบบ EDD (Earliest Due Date), SPT (Shortest Processing Time) และ CUC (Closest Unvisited City) นี้ ทำให้เกิดเวลารวมในการปรับตั้งเครื่องจักรทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ของวิธีการปัจจุบันที่วางแผนการผลิตแบบ EDD (Earliest Due Date) ตามตารางที่ 9 พบว่า ให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น โดยสามารถลดเวลารวมในการปรับตั้งเครื่องจักรจากวิธีการเดิม 21 ชั่วโมง เป็น 14 ชั่วโมง หรือลดลงเป็นสัดส่วน 33.3%

ตารางที่ 12 ผลการวางแผนการผลิตแบบ EDD (Earliest Due Date)

Job Seq	Item	Order (Pcs)	Due Date	Completion time (Hrs)	Setup Time (Hrs)
1	A	162,500	15/Sep/21	77.4	-
2	C	86,500	18/Sep/21	123.6	3.00
3	B	51,500	23/Sep/21	298.3	3.00
4	E	35,000	24/Sep/21	320.7	3.00
5	A	41,000	25/Sep/21	343.3	3.00
6	B	35,000	26/Sep/21	460.9	1.00
7	D	8,000	26/Sep/21	494.7	3.00
8	C	61,000	27/Sep/21	526.2	1.00
9	D	20,000	27/Sep/21	604.1	1.00
10	E	48,000	28/Sep/21	633.8	3.00

21.0

เมื่อนำวิธีการวางแผนที่นำเสนอไปใช้วางแผนการผลิต โดยใช้ข้อมูลในอดีตของงานที่ต้องผลิตของเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 จนถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 เพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการวางแผนการผลิตแบบ EDD (Earliest Due Date) ในปัจจุบันพบว่าวิธีการผลิตแบบ EDD (Earliest Due Date) ที่ใช้ในปัจจุบันนั้น ใช้เวลารวมในการปรับตั้งเครื่องจักรโดยเฉลี่ย 23.28 ชั่วโมงต่อเดือน ในขณะที่ฮิวริสติกที่นำเสนอโดยประยุกต์จากกฎ EDD, SPT และ CUC ใช้เวลารวมในการปรับตั้งเครื่องจักรโดยเฉลี่ย 14.83 ชั่วโมงต่อเดือน หรือคิดเป็นสัดส่วนของเวลาที่ลดลงคือ 36% โดยเฉลี่ย



รูปที่ 7 กราฟเปรียบเทียบเวลารวมในการปรับตั้งเครื่องจักรรายเดือน ด้วยวิธีการวางแผนแบบปัจจุบันกับฮิวริสติกที่นำเสนอ

เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์สำหรับงานที่มีปริมาณและความหลากหลายของลักษณะสินค้าที่น้อยที่สุดและมากที่สุดพบว่าฮิวริสติกที่นำเสนอสามารถช่วยลดเวลาได้โดยงานที่มีความหลากหลายน้อยที่สุด ใช้เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรลดลงจาก 13.25 ชั่วโมงต่อเดือน เป็น 12 ชั่วโมงต่อเดือน คิดเป็นสัดส่วนของเวลาที่ลดลง 9% ในขณะที่งานที่มีความหลากหลายมากที่สุด และใช้เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรลดลงจาก 36 ชั่วโมงต่อเดือน เป็น 16.25 ชั่วโมงต่อเดือน คิดเป็นสัดส่วนของเวลาที่ลดลง 55% และหากพิจารณาเวลารวมในการปรับตั้งเครื่องจักรของงานทั้งหมด ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2562 จนถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 ใช้เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรลดลงจาก 721.75 ชั่วโมงต่อเดือน เป็น 459.75 ชั่วโมงต่อเดือน คิดเป็นสัดส่วนของเวลาที่ลดลงทั้งสิ้น 36% ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบผลเวลารวมในการปรับตั้งเครื่องจักร

ลักษณะงาน	วิธีการปัจจุบัน (EDD)	ฮิวริสติกที่นำเสนอ (EDD+SPT และ CUC)	ผลการเปรียบเทียบ (%)
งานน้อยสุด	13.25	12.00	9%
งานมากที่สุด	36.00	16.25	55%
งานทั้งหมด	721.75	459.75	36%
ค่าเฉลี่ย	23.28	14.83	

5. สรุปผลการวิจัย

จากปัญหาของงานวิธีนี้ที่ต้องการปรับปรุงวิธีการวางแผนงานในปัจจุบัน ที่มีวิธีการวางแผนการผลิตแบบเครื่องจักรเดียว โดยมีเวลาสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักรขึ้นอยู่กับงานในลำดับก่อนหน้า เพื่อลดเวลาที่เกิดจากความสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักร โดยที่ยังคงสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ทันระยะเวลาการส่งมอบ โดยใช้วิธีการฮิวริสติกแบบผสมด้วยวิธี EDD

(Earliest Due Date), SPT (Shortest Processing Time) และ CUC (Closest Unvisited City) มาประยุกต์ใช้ในการวางแผนผลิต และจากวิธีการที่นำเสนอนี้ พบว่าสามารถช่วยลดเวลาที่เกิดจากความสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักรได้ โดยเมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์กับวิธีวางแผนการผลิตแบบปัจจุบันที่ใช้หลักการ EDD (Earliest Due Date) เพียงอย่างเดียว โดยเฉลี่ย 36% อันเป็นผลเนื่องมาจากหลักการในการย้ายงานเพื่อรวมกลุ่ม ทำให้สามารถช่วยลดเวลาดังกล่าวได้มากขึ้น ภายใต้เงื่อนไขการผลิตสินค้าได้ทันกำหนดเวลาส่งมอบ

นอกจากนี้การจัดตารางแบบ Backward ของวิธีฮิวริสติกที่นำเสนอนี้ สามารถทำให้นักวางแผนสามารถเห็นช่วงเวลาว่างของเครื่องจักรได้ จึงสามารถนำไปบริหารจัดการร่วมกับโปรแกรมการซ่อมบำรุงเครื่องจักรหรือกิจกรรมอื่น ๆ ได้ โดยไม่ทำให้การผลิตสินค้าล่าช้าเกินเวลาส่งมอบ

เอกสารอ้างอิง

- [1] รพีพันธ์ ปิตาคะโส, วิธีการเมตาฮิวริสติกเพื่อการแก้ไขปัญหาการวางแผนผลิตและการจัดการโลจิสติกส์. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2554.
- [2] ปารเมศ ชูติมา, เทคนิคการจัดตารางการดำเนินงาน. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555.
- [3] K. R. Baker, Introduction to sequencing and scheduling. New Jersey: John Wiley & Sons, 1974.
- [4] N. Tyagi, R. Tripathi, and A. Chandramouli, "Single machine scheduling model with total tardiness problem," Indian Journal of Science and Technology, Vol. 9 no. 37, Oct., pp. 1-14, 2016.
- [5] มัลลิกา บุญเพ็ง, "การออกแบบระบบการวางแผนการผลิตล้อยาลอย," วิทยานิพนธ์ วศ.บ., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2554.
- [6] พิรุณพร พิพัฒน์พร, "การจัดตารางการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์," วิทยานิพนธ์ วศ.บ., จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2558.
- [7] I. S. Shim, H. C. Kim, H. H. Doh, and D. H. Lee, "A two-stage heuristic for single machine capacitated lot-sizing and scheduling with sequence-dependent setup costs," Computers and Industrial Engineering, vol. 61, no. 4, Nov., pp. 920-929, 2011.