



วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อ. UBU Engineering Journal

การจัดตารางการรับชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้าสำหรับโรงงานประกอบรถบรรทุก

Part receiving scheduling for a truck manufacturing company

สิริวิทย์ สว่างนพ¹ กฤษดา พัวสกุล^{2*} ชมาภรณ์ แสนสุรินทร์³

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

² นักวิจัยอิสระ 88/57 หมู่บ้านบุราสิริ รังสิต ตำบลสวนพริกไทย อำเภอเมือง ปทุมธานี 12000

³ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

Siravit Swangnop¹, Kritsada Puasakul^{2*}, Chamaphorn Sansurin³

¹ Industrial engineering department, Engineering faculty, King Mongkut's institute of technology north Bangkok, Bangsue district, Bangkok 10800

² Freelance researcher 88/57 Burasisi rangsit, Suanprikthai, Muang, Pathumthani 12000

³ Industrial engineering department, Engineering faculty, King Mongkut's institute of technology north Bangkok, Bangsue district, Bangkok 10800

* Corresponding author.

*Email : kritsada.p2525@gmail.com, Tel.0818689521

วันที่รับบทความ 8 เมษายน 2563; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 8 มิถุนายน 2563; วันที่ตอบรับบทความ 23 กรกฎาคม 2563

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมการประกอบรถบรรทุกนับเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและสภาวะการจ้างงานของประเทศ ทั้งนี้ ด้วยจำนวนของผู้ประกอบการทั้งขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ที่มีแนวโน้มเพิ่มจำนวนมากขึ้น ส่งผลให้การแข่งขันในอุตสาหกรรมมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ผู้ผลิตหรือผู้ประกอบการแต่ละรายมีความจำเป็นต้องปรับตัวให้สามารถที่จะแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องด้วยรถบรรทุก 1 คันประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนหลากหลายขนาดจำนวนมาก ขั้นตอนการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังเก็บชิ้นส่วนของโรงงาน นับเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ ทั้งในเรื่องของการจัดการการมาส่งของชิ้นส่วนให้สอดคล้องกับแผนการผลิต และในเรื่องของการจัดการลำดับการเข้าสู่คลังชิ้นส่วนของรถขนส่งในแต่ละวัน ซึ่งในประเด็นหลังนี้ หากมีการจัดการการขนส่งที่ไม่ดีพอ จะก่อให้เกิดความวุ่นวายและยุ่งยากในการบริหารจัดการพื้นที่จุดจอดรถขนส่ง เพื่อรอเข้าสู่พื้นที่นำส่งชิ้นส่วนภายในคลังสินค้าของโรงงาน และยังคงส่งผลเสียอย่างมากให้กับผู้จัดส่งชิ้นส่วน (supplier) ในการที่จะต้องมาจอดรอเป็นเวลานาน เพื่อเข้าสู่พื้นที่นำส่งชิ้นส่วน ซึ่งอาจจะส่งผลต่อเนื้อให้เกิดความล่าช้าในการจัดส่งให้กับผู้ประกอบการอื่นอีกด้วย จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ในปัจจุบันเวลารอคอยเฉลี่ยของรถขนส่งชิ้นส่วนของโรงงานกรณีศึกษาคือ 1,409 นาทีต่อวัน งานวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาและปรับปรุงวิธีการจัดการการขนส่งชิ้นส่วนรถบรรทุกเข้าสู่คลังสินค้า ของผู้จัดส่งชิ้นส่วนให้กับโรงงานผลิตรถบรรทุกกรณีศึกษา โดยมีเป้าหมายเพื่อลดเวลารอคอยโดยรวม (total waiting time) ของผู้ส่งมอบชิ้นส่วนให้กับโรงงาน จากการทดลองนำเอากฎการจ่ายงานจำนวน 5 กฎ (Current Order (CO), Longest Processing Time (LPT), Shortest Processing Time (SPT), Lowest Standard Deviation (LSD) และ Highest and Lowest Standard Deviation (HLSD)) มาทดลองกับข้อมูลการจัดส่งของผู้จัดส่งชิ้นส่วนในวันจันทร์ ซึ่งเป็นวันที่มีความหนาแน่นของการจัดส่งมากที่สุด จากการทดลองพบว่า วิธีที่เหมาะสมที่สุดคือ Lowest Standard Deviation (LSD) ซึ่งให้ผลลัพธ์เป็นตารางการขนส่ง ที่มีเวลารอคอยเฉลี่ยจากชุดข้อมูลทดสอบลดลงจาก 1,909.1 นาที เหลือ 3.0 นาที คิดเป็น 99.84% และเวลารอคอยสูงสุดลดลงจาก 94.1 นาที เหลือ 4.3 นาที คิดเป็น 95.43%

คำสำคัญ

ปัญหาการจัดตาราง การบริหารสินค้าเข้า โรงงานประกอบรถบรรทุก กฎการจัดตาราง

Abstract

Truck manufacturing industry is one of the most important industries in Thailand. This industry impact to not only national economy but also an employment rate. Nowadays, a number of truck manufacturers (small, medium and large sizes) tend to increase which result in a higher competitive environment. Every manufacturer should improve their operation so as to be able to compete in an efficient way. Generally, each truck comprises of a large number of parts with many sizes. So, part receiving is the important process both part receiving planning and daily part receiving scheduling. If part receiving scheduling is not appropriate managed, there will be large number of supplier's trucks waiting at a stop point in front of a warehouse which is very hard to control. Moreover, this waiting can delay other supplier delivery schedules. From data collection, it is found that, in a case study company, an averaged waiting time of supplier's trucks is equal to 1,409 minute. This research aims to study and improve part receiving scheduling method for a case study company. The objective is to reduce total waiting time of part suppliers. The experiment is conducted to test an efficiency and effectiveness of 5 scheduling rules (Current Order (CO), Longest Processing Time (LPT), Shortest Processing Time (SPT), Lowest Standard Deviation (LSD) และ Highest and Lowest Standard Deviation (HLSD)). In this experiment, the part supply data in Monday which is the heaviest traffic day. It is found that the Lowest Standard Deviation (LSD) method result in a schedule with the lowest total waiting time. With LSD method, a total waiting time is reduced from 1,909.1 minute to 3.0 minute which is equal to 99.84% and the maximum waiting time is reduced from 94.1 minute to 4.3 minute which is equal to 95.43%.

Keyword

scheduling problem, inbound logistics management, truck manufacturing company, scheduling rules.

1.บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตรถบรรทุก เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศทั้งในด้านของมูลค่าทางเศรษฐกิจโดยรวม และการจ้างงานที่เกิดขึ้นไม่เพียงแต่ในส่วนของการผลิตรถบรรทุกประกอบรถบรรทุก แต่ยังรวมถึงการจ้างงานที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมต่อเนื่องอีกด้วย

ในปัจจุบันมีผู้ผลิตทั้งขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ ทั้งเป็นผู้ผลิตเดิม และผู้ผลิตที่เปิดตัวใหม่ จากข้อมูลของสถาบันยานยนต์ [1] ระบุว่า ในปี 2553 มีผู้ผลิตและจัดจำหน่ายรถบรรทุกทั้งสิ้น 17 ราย และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการของตลาดและสภาพเศรษฐกิจที่มีแนวโน้มที่จะฟื้นตัวในอนาคตข้างหน้า ส่งผลให้เกิดการแข่งขันกันอย่างรุนแรงยิ่งขึ้น ผู้ผลิตแต่ละรายจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนตัวให้สามารถที่จะแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

รถบรรทุก 1 คันประกอบด้วยชิ้นส่วนจำนวนมาก ซึ่งหมายถึงจะต้องมีผู้จัดส่งชิ้นส่วน (supplier) จำนวนมากเข้ามาเกี่ยวข้อง ทั้งนี้ผู้จัดส่งชิ้นส่วนเหล่านี้จะมีรอบการเข้ามาส่งชิ้นส่วนยังโรงงานประกอบตามแผนการจัดส่งที่กำหนด การเข้ามาจัดส่งชิ้นส่วนพร้อมๆกันที่หลายรายจะก่อให้เกิดความสับสนวุ่นวาย ณ จุดจัดส่งหรือจุดจอดรถภายในบริเวณโรงงาน อีกทั้งการวางกำหนดการจัดส่งชิ้นส่วนที่ไม่เหมาะสมยังส่งผลโดยตรงต่อผู้จัดส่ง ก่อให้เกิดเวลารอคอย (waiting time) โดยรวมจำนวนมาก เป็นเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม

ใดๆต่อตัวผลิตภัณฑ์ ในทางกลับกัน ยังอาจจะก่อให้เกิดความสูญเสียด้านเวลาในการดำเนินงาน และเกิดต้นทุนเพิ่มเติมทั้งต่อผู้ผลิตรถบรรทุกและผู้จัดส่งชิ้นส่วน

จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นจากโรงงานกรณีศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับผู้ส่งมอบชิ้นส่วนและวัตถุดิบให้กับโรงงานประกอบรถบรรทุกพบว่า การจัดตารางการขนส่งชิ้นส่วนด้วยรูปแบบปัจจุบัน ที่ใช้วิธีกำหนดช่วงเวลาให้กับผู้จัดส่งแต่ละราย ให้เข้ามาในบริเวณรับชิ้นส่วนทุกๆ 20 นาทีไม่เหมาะสมอย่างยิ่งในการดำเนินงาน เพราะในการดำเนินงานจริง ผู้จัดส่งแต่ละรายจะใช้เวลาในการนำชิ้นส่วนลงเก็บในคลังสินค้า (unload time) ไม่เท่ากัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วนและปริมาณของชิ้นส่วนที่นำส่ง ด้วยวิธีกำหนดตารางการขนส่งดังนี้ จะส่งผลให้เกิดเวลารอคอยเพื่อเข้าสู่กระบวนการนำชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้าของผู้จัดส่งในแต่ละวันเป็นเวลานาน โดยในวันจันทร์จะเป็นวันที่มีเวลาในการรอคอยรวมมากที่สุด ซึ่งอาจมากถึง 2,607 นาที

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อศึกษาและปรับปรุงวิธีการจัดตารางการขนส่งชิ้นส่วนรถบรรทุกเข้าสู่คลังสินค้า ของผู้จัดส่งชิ้นส่วนให้กับโรงงานผลิตรถบรรทุกกรณีศึกษา โดยมีเป้าหมายเพื่อลดเวลาการรอคอยโดยรวม (total waiting time) ของผู้ส่งมอบชิ้นส่วนให้กับโรงงาน

ในหัวข้อที่ 2 จะนำเสนอถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้อง ในหัวข้อที่ 3 จะอธิบายถึงปัญหาวิจัยโดยชัดเจน จากนั้นในหัวข้อที่ 4 จะนำเสนอกระบวนการปรับปรุงการจัด

ตารางการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า การทดลองนี้จะถูกนำไปสรุปผลการทดสอบในหัวข้อที่ 5 ส่วนหัวข้อที่ 6 จะเป็นการสรุปผลงานวิจัย ในหัวข้อที่ 7 และ 8 จะเป็นกิตติกรรมประกาศและเอกสารอ้างอิง ตามลำดับ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การจัดการตารางการผลิต (Production scheduling)

การจัดการตารางการผลิตเป็นการแยกประเภท และปริมาณสินค้าออกมาให้ชัดเจนว่าใครจะเป็นผู้ทำ จะใช้เครื่องจักรเครื่องใด จะเริ่มทำงานวันไหน ตั้งแต่เวลาใดถึงเวลาใด และทำจำนวนเท่าใด กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เป็นการเตรียมตารางเวลาการทำงานให้กับทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจจะเป็นคนงานหรือเครื่องจักรอุปกรณ์ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับการผลิต และการจัดวางตารางการผลิตมีความเกี่ยวข้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการจัดการตารางการผลิต รวมถึงเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องโดยเน้นการวิเคราะห์เชิงปริมาณ การวิเคราะห์เชิงปริมาณเริ่มตั้งแต่การแปลงเป้าหมายในการตัดสินใจ ไปเป็นฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function) และการแปลงข้อจำกัดต่าง ๆ ในการตัดสินใจไปเป็นข้อจำกัดในแบบจำลอง โดยทั่วไปเป้าหมายในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องในการจัดลำดับการผลิต และการจัดการตารางการผลิตได้แก่ การตอบสนองที่รวดเร็วต่อความต้องการของลูกค้า การส่งมอบผลิตภัณฑ์ทันตามเวลาที่ลูกค้ากำหนด เป็นต้น

เทคนิคและวิธีการในการจัดการตารางการผลิตมีมากมายหลายวิธี แต่ละเทคนิคก็เหมาะกับงานที่แตกต่างกันออกไป โดยในที่นี้จะนำเสนอถึงวิธีการจัดการตารางการผลิตหลัก ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 วิธีการดังนี้

วิธีการที่ 1 การจัดการตารางการผลิตแบบ Branch and Bound [2] วิธีนี้ใช้แก้ปัญหาการจัดลำดับงาน ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ Branching เป็นกระบวนการแบ่งย่อยปัญหาที่มีขนาดใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยมากกว่า 2 ปัญหาย่อยขึ้นไป และ bounding คือกระบวนการคำนวณหาพิสัยล่าง (Lower Bound) ที่ดีที่สุดของปัญหาย่อยนั้น ประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับพิสัยล่าง (Lower Bound) ที่ดีโดยเลือกเวลาแล้วเสร็จของงานทั้งหมดที่น้อยที่สุดในแต่ละปัญหาย่อย ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

วิธีการที่ 2 การจัดการตารางการผลิตด้วยวิธีการฮิวริสติกส์ (Heuristic methods) วิธีนี้เป็นการนำกฎต่าง ๆ มาใช้ในการหาผลลัพธ์ที่น่าพอใจของปัญหา วิธีการฮิวริสติกส์สามารถให้

ผลลัพธ์เป็นที่น่าสนใจ แต่ไม่สามารถรับรองได้ว่าเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ซึ่งวิธีการนี้สามารถหาผลลัพธ์ของปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้ โดยไม่ต้องใช้การคำนวณมากนัก [3] กฎต่าง ๆ ที่เป็นฮิวริสติกส์ (Heuristic) ได้แก่

- EDD (Earliest Due Date) กฎนี้จะเลือกให้งานที่มีกำหนดส่งมอบที่เร็วกว่าเข้าสู่กระบวนการก่อนงานที่มีกำหนดส่งมอบที่ช้ากว่า การใช้กฎนี้จะทำให้ค่าเวลาล่าช้าสูงสุดมีค่าต่ำสุด (Minimize Maximum Tardiness)

- SPT (Shortest Processing Time) กฎนี้จะเลือกให้งานที่มีเวลาในการผลิตสั้นกว่าเข้าสู่กระบวนการก่อนงานที่ใช้เวลาในการผลิตยาวนานกว่า การใช้กฎนี้จะทำให้ได้ค่าเฉลี่ยของเวลาที่งานอยู่ในระบบมีค่าต่ำที่สุด (Minimize Mean Flow Time) หรือเป็นการทำให้ปริมาณงานที่ค้างอยู่ในกระบวนการเฉลี่ยมีค่าต่ำที่สุด (Minimize mean work in Process) ซึ่งจะเหมาะกับกรณีที่มีปริมาณงานหนาแน่นมาก เนื่องจากจะทำให้งานถูกนำออกจากกระบวนการได้เร็วขึ้น

- LPT (Longest Processing Time) กฎนี้จะเลือกให้งานที่มีเวลาในการผลิตนานที่สุดเข้าสู่กระบวนการก่อนงานที่ใช้เวลาในการผลิตสั้นกว่า การใช้กฎนี้จะทำให้ได้ค่าเวลาปฏิบัติงานในระบบเครื่องจักรขนานต่ำลง แต่สำหรับเครื่องจักรเดี่ยวจะไม่สามารถระบุผลลัพธ์ที่แน่นอนได้

- FCFS (First Come First Serve) กฎนี้จะเลือกให้งานที่เข้ามาถึงหน่วยผลิตก่อนเข้าสู่กระบวนการก่อน การใช้กฎนี้จะไม่สามารถระบุผลลัพธ์ที่แน่นอนได้ เนื่องจากข้อมูลของงานที่นำมาจัดการในแต่ละครั้งมีความแตกต่างกัน

- LCFS (Last Come First Serve) กฎนี้จะเลือกให้งานที่เข้ามาถึงหน่วยผลิตหลังสุดเข้าสู่กระบวนการดำเนินงานก่อน การใช้กฎนี้จะไม่สามารถระบุผลลัพธ์ที่แน่นอนได้เช่นเดียวกับ FCFS

- CR (Critical Ratio) กฎนี้จะเลือกให้งานที่มีค่า CR ต่ำเข้าสู่กระบวนการก่อนงานที่มีค่า CR สูง เพื่อพยายามทำให้ค่าเฉลี่ยของเวลาสายมีค่าต่ำลง โดยค่า CR จะมีความหมายดังนี้

$CR > 1$ หมายความว่า งานเสร็จก่อนกำหนดส่งงาน

$CR < 1$ หมายความว่า งานเสร็จช้ากว่ากำหนดส่งงาน

$CR = 1$ หมายความว่า งานเสร็จพอดีกับกำหนดส่งงาน

- MST (Minimum Slack Time) กฎนี้จะเลือกให้งานที่มีค่าความยืดหยุ่นของงาน (Slack Time) ที่น้อยกว่าเข้าสู่กระบวนการก่อนงานที่มีเวลายืดหยุ่นมากกว่า การใช้กฎนี้จะทำให้เวลาที่งานเสร็จก่อนสูงสุดมีค่าต่ำที่สุด

- WSPT (Weighted Shortest Processing Time) บางครั้งงานแต่ละงานอาจจะมีน้ำหนักความสำคัญไม่เท่ากัน โดยค่าน้ำหนักอาจจะพิจารณาในด้านความสำคัญของลูกค้า

หรือกำไรของสินค้าแต่ละชนิด เมื่องานแต่ละงานมีน้ำหนักที่แตกต่างกัน การจัดตารางการผลิตก็จะต้องพิจารณาน้ำหนักเหล่านี้ด้วย การใช้กฎนี้จะทำให้ได้ค่าเวลาที่งานอยู่ในระบบเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักต่ำลง กฎ WSPT จะเลือกให้งานที่มีค่าสัดส่วนของเวลาในการผลิตต่อน้ำหนักที่มีค่าน้อยเข้าสู่กระบวนการก่อน

- LPUL (Largest Penalty per Unit Length) ในบางปัญหางานแต่ละงานอาจจะมีค่าปรับไม่เท่ากัน ซึ่งสามารถกำหนดค่าน้ำหนักแทนค่าปรับเหล่านี้ได้ (Wi) กฎนี้จะคำนวณสัดส่วนระหว่างน้ำหนักของค่าปรับต่อเวลาที่ใช้ในการผลิตของแต่ละงาน แล้วเลือกงานที่มีสัดส่วนมากที่สุดเข้าสู่กระบวนการก่อน ในกรณีที่มีงาน 2 งานหรือมากกว่ามีค่าสัดส่วนเท่ากันจะเลือกงานที่มีเวลาการผลิตสั้นกว่ามาทำก่อน กฎนี้จะทำให้ได้ค่าปรับแบบถ่วงน้ำหนักรวมต่ำลง

วิธีการที่ 3 การจัดตารางการผลิตแบบ Mathematical Approach การจัดตารางการผลิตแบบนี้อาศัยหลักการทางด้านคณิตศาสตร์เข้ามาช่วย โดยมีการกำหนดเงื่อนไขในการผลิตร่วมด้วย เช่น การใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming), การใช้โปรแกรมเลขจำนวนเต็ม (Integer Programming), วิธีการกำหนดการพลวัต (Dynamic Programming)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พัชรวาลัย [4] ศึกษาการจัดตารางการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop) โดยนำวิธีการทางฮิวริสติกส์ 7 วิธีการคือ SPT, WSPT, SDT, LDT, SMT และ LMT มาทำการทดลองจัดตารางการผลิตกับข้อมูลจริงของหน่วยงาน Press Shop และวัดผลจากเวลาการไหลของงานโดยเฉลี่ย, เวลาสายของงานโดยเฉลี่ย, ค่าเฉลี่ยของงานสาย, จำนวนงานที่สาย ซึ่งพบว่า การจัดตารางการผลิตแบบ LPT มีค่าประสิทธิภาพการจัดตารางการผลิตดีที่สุด

ฐิติศักดิ์ [5] ศึกษาปัญหาที่พบในโรงงานผลิตเครื่องทำน้ำเย็น โดยปัญหาคือ การผลิตสินค้าไม่ทันตามเวลาที่กำหนด เนื่องจากมีการแทรกงานระหว่างการผลิตในแต่ละวัน ซึ่งฐิติศักดิ์ได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยออกแบบวิธีการวางแผนการผลิตใหม่ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า หลังจากปรับปรุงด้วยวิธีการจัดตารางการผลิต ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเพิ่มจาก 76.63% เป็น 93.47% และมูลค่าที่สูญเสีย เนื่องจากการส่งขายไม่ทันตามกำหนดลดลงจาก 1,290,314.18 เหลือ 210,23.85 ซึ่งสามารถลดมูลค่าที่เกิดจากการสูญเสียโอกาสได้ถึง 1,080,077.33 บาทต่อเดือน

นิธินา [6] ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาที่พบในโรงงานผลิตเครื่องประดับที่มีการผลิตสินค้าแบบตามสั่ง (Make to

Order) พบว่า การผลิตสินค้าไม่ทันตามเวลาที่กำหนด ซึ่งสาเหตุมาจากการวางแผนและจัดตารางการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ ขาดการกำหนดขั้นตอนและรายละเอียดที่ชัดเจน และขาดการติดตาม โดยทำการจัดตารางการผลิตตามลำดับความสำคัญคือ 1. รับก่อนทำก่อน 2. ทำงานที่มีกำหนดส่งใกล้ที่สุดก่อน และ 3. ทำงานที่ใช้เวลานานที่สุดก่อน ผลการวิจัยพบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตจาก 33.50% เป็น 80.85% และลดปริมาณงานที่ส่งมอบล่าช้าจาก 28 งาน เป็น 23 งานใน 5 เดือน

อัจฉราภรณ์ [7] ศึกษาปัญหาที่พบในโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า พบว่า การผลิตสินค้าที่ไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ ทำให้เกิดการส่งมอบล่าช้า โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษากาลังการผลิต ปริมาณทรัพยากร และเวลามาตรฐาน เพื่อมาเป็นข้อมูลในการจัดตารางการผลิต ผลการวิจัยพบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตจาก 46.82% เป็น 75.32% และจำนวนครั้งในการส่งมอบล่าช้าจากเดิม 48.82% ลดลงเหลือ 20.72%

ยอดดวงใจ [8] ศึกษาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแบบตามสั่งในโรงงานย้อมผ้า เพื่อลดจำนวนงานล่าช้า และเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร ปัญหาแผนการผลิตมีการสลับเปลี่ยนไปมาและต้องเสียเวลาทำความสะอาดเครื่องย้อมบ่อยครั้ง โดยการปรับปรุงแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการศึกษาการจัดลำดับงานในแต่ละเครื่องจักร โดยใช้วิธีการ FCFS, EDD, SPT, LPT, MST, EDD+LPT และ EDD+MST และส่วนที่สอง เป็นการศึกษาการย้ายงานระหว่างเครื่องย้อม เพื่อเพิ่มโอกาสในการผลิตให้ทันกำหนด พบว่า วิธีการที่ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดคือการจัดตารางการผลิตแบบ EDD+LPT โดยให้จำนวนงานล่าช้าลดลงจาก 166 งาน เป็น 78 งาน คิดเป็น 53.01% และจำนวนครั้งในการทำทำความสะอาดเครื่องย้อม ลดลงจาก 117 ครั้ง เหลือ 98 ครั้ง คิดเป็น 16.24%

C. Chu, J.M. Proth and C.Wang [9] ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการจัดตารางการผลิตของสายการผลิตแบบ Job Shop โดยมีเป้าหมายที่จะลดค่า makespan ให้เหลือน้อยที่สุด โดยกฎที่ทำให้ makespan มีค่าน้อยที่สุดคือ การสลับลำดับงานสองงานที่อยู่ติดกันบนเครื่องจักร โดยมีการใช้แบบจำลองของปัญหาโดยใช้กราฟ ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้และไม่ซับซ้อน

Hiroshi and Toshihiro [10] ศึกษาปัญหาระหว่างผู้ผลิตกับลูกค้าในเรื่องกำหนดเวลาส่งมอบสินค้า โดยมีเงื่อนไขคือต้องการให้ต้นทุนสินค้าคงคลังต่ำที่สุด และไม่ให้เกิดการล่าช้าในกระบวนการผลิตและจัดส่ง ผู้วิจัยจึงได้ใช้วิธีการฮิวริสติกในการแก้ปัญหาตารางงานแบบ Job Shop

โดยการกำหนดค่าความสำคัญของงาน และแก้ไขปัญหาคอขวดในกระบวนการผลิต และใช้วิธีการ Simulation ในการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสม

Alvarez และคนอื่น ๆ [11] ศึกษาโรงงานผลิตที่มีความแตกต่างของผลิตภัณฑ์มากกว่า 3,000 ชนิด ซึ่งระบบการผลิตเป็นระบบการผลิตแบบสินค้าตามสั่ง (Made to order) ทำให้โรงงานมีความจำเป็นที่จะต้องปรับแผนการผลิตตลอดเวลาเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม C++ และ Oracle และกฎที่นำมาประยุกต์ใช้คือ SPT, MDD, RR และ PT+WINQ+SL ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือกฎ SPT สามารถที่จะส่งมอบสินค้าให้ตรงตามเวลาที่กำหนดมากที่สุด

Ridvan, Mehmet and Zafer [12] ศึกษาการจัดตารางการสั่งซื้อที่เหมาะสมสำหรับการสั่งซื้อในโรงงานที่มีผลิตภัณฑ์หลากหลายรูปแบบ ที่มีกระบวนการผลิตไม่เหมือนกัน โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed integer Linear programming: MILP) ในเวลาต่อเนื่อง โดยใช้โปรแกรม MATLAB ในการสร้างตัวแบบที่เหมาะสม

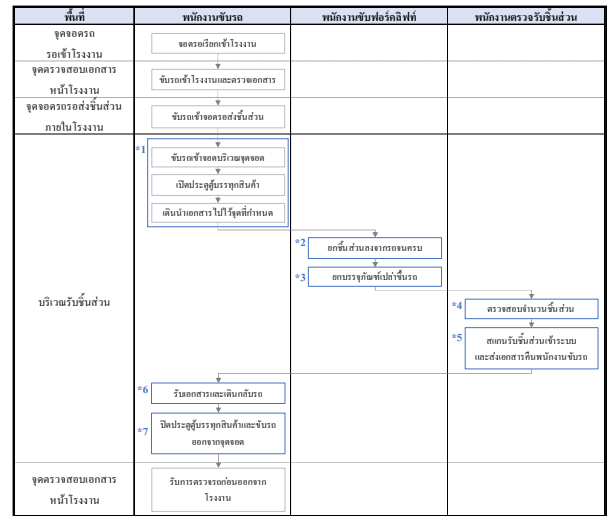
Alessandro and Dario [13] ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหการจัดตารางการผลิตของงานที่มีระบบการผลิตแบบ Made to Order ด้วยวิธีการ Blocking flow shop และจำกัดไม่ให้มีการรอคอย โดยได้ทำการออกแบบวิธีการฮิวริสติก และพัฒนาวิธีการแตกกิ่ง (Branch and Bound) เพื่อให้เวลาปดงานของระบบเร็วที่สุด

3. ปัญหาวิจัย

จากการศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา ในกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า โดยมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 1 โดยสัญลักษณ์ * แสดงถึงกระบวนการที่ต้องทำการศึกษาเวลา เพื่อใช้ในการทดลองและวิเคราะห์ผลการศึกษา

โดยวิธีการดำเนินงานปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา ในกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้าพบว่า ในปัจจุบันมีการกำหนดตารางเวลาให้ Supplier เข้ามาในบริเวณรับชิ้นส่วน จะมีช่วงเวลาสำหรับแต่ละ Supplier ห่างกันทุก ๆ 20 นาทีเป็นเวลาเท่ากัน กล่าวคือ Supplier แต่ละรายจะถูกกำหนดให้มีเวลาในการขนถ่ายชิ้นส่วนเป็นเวลา 20 นาที และบริเวณรับชิ้นส่วนมีจุดจอดรถขนส่งชิ้นส่วน 2 ช่องจอด แต่ละช่องสามารถที่จะจอดรถขนส่งได้ทุกรูปแบบ ดังนั้นรถขนส่งชิ้นส่วนของ Supplier จะสามารถเข้าสู่กระบวนการได้ที่ละ 2 Supplier พร้อมๆกัน ด้วยวิธีการจัดตารางที่ใช้อยู่ใน

ปัจจุบันของโรงงาน จะมีลำดับการเข้าสู่พื้นที่นำชิ้นส่วนเข้าสู่คลัง (unloaded area) ดังตารางที่ 1



รูปที่ 1 แผนภูมิแสดงกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า

ตารางที่ 1 ลำดับและเวลาเข้าสู่กระบวนการของแบบปัจจุบัน

ลำดับ	ช่องจอดที่ 1		ช่องจอดที่ 2	
	Supplier	เวลาเข้าสู่กระบวนการ	Supplier	เวลาเข้าสู่กระบวนการ
1	CAP-3	8:30	SAS	8:30
2	TVI	8:50	SBM	8:50
3	AIC	9:10	ALT	9:10
4	DSTHB	9:30	NHK-B	9:30
5	CHI	10:10	DSTHC	9:50
6	NIC	10:30	SMM	9:50
7	PMK	10:50	SETC	10:10
8	AATH	10:50	EKTH	10:30
9	SEC-Y	11:10	DSTHL	11:10
10	ADV-C	11:30	SAT	11:30
11	DSTHD	13:00	WTH	13:00
12	TTE	13:20	EAT	13:20
13	HIAMS	13:40	CCI	13:40
14	ADV-T	14:00	TGAS	14:00
15	DSTHG	14:20	DSTHA	14:20
16	TSAT	14:40	SPE	14:40
17	TTC	15:00	TRT	15:00
18	SMT	15:20	PJW	15:20
19	UMC	15:40	ART	15:40
20			UICT	16:00

ผลจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 3 เดือน จากการรวบรวมเวลารอคอยของทุก Supplier ในแต่ละวัน และหาค่าเฉลี่ยของแต่ละวัน โดยใช้ข้อมูลวันละ 10 ข้อมูล พบว่าในทุกๆวัน จะเกิดการรอคอยของรถขนส่งชิ้นส่วนของ Supplier ก่อนได้เข้าสู่บริเวณรับชิ้นส่วนดังตารางที่ 2

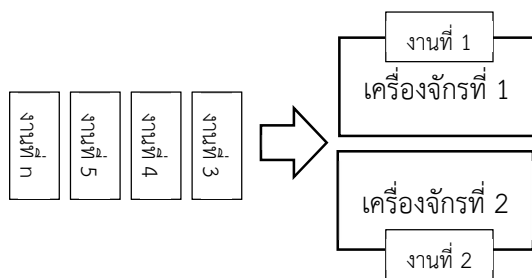
จากตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยของเวลารอคอยของทุก Supplier ในวันจันทร์มีค่ามากที่สุด (1,409 นาที) จากการศึกษาถึงสาเหตุเพิ่มเติมพบว่า เนื่องจากวันจันทร์เป็นวันที่รวมเอา Supplier ที่มีรอบการจัดส่งชิ้นส่วนแบบประจำสัปดาห์อยู่มากที่สุด ซึ่งเป็นชนิดและจำนวนของชิ้นส่วนที่จะถูกใช้ในการผลิตทั้งสัปดาห์ ทางผู้วิจัยจึงได้เลือกเอาวันที่มีปัญหามากที่สุดคือวันจันทร์มาทำการศึกษาก่อน โดยทำการศึกษาเฉพาะ Supplier ที่ถูกกำหนดให้จัดส่งชิ้นส่วน

เข้าสู่คลังสินค้าหมายเลขที่ 1 ของโรงงานกรณีศึกษาในวันจันทร์จำนวน 39 Supplier

ตารางที่ 2 เวลาารอคอยรวมของทุก Supplier ในแต่ละวัน

ข้อมูล	เวลาารอคอยรวมของทุก Supplier ในแต่ละวัน (นาที)				
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์
1	1980	750	645	958	785
2	1235	1122	730	941	621
3	1347	880	551	1520	1301
4	818	1082	670	1340	721
5	1087	667	754	1655	1003
6	1008	812	343	729	399
7	2607	1093	1140	678	577
8	740	743	500	824	1307
9	1107	1182	875	1457	783
10	2159	1412	2519	1046	1006
เฉลี่ย	1409	974	873	1115	850

โดยปัญหาที่ทำการศึกษานี้ มีลักษณะที่สามารถเปรียบเทียบได้กับปัญหาการจัดตารางการดำเนินงานของสายการผลิตที่มีเครื่องจักรขนานกัน 2 เครื่อง (parallel machine scheduling problem) ซึ่งเป็นปัญหาในกลุ่ม NP-hard [14] ที่มีความซับซ้อนและใช้เวลาในการหาคำตอบค่อนข้างนาน โดยงานแต่ละงานจะผ่านเครื่องจักรใดก็ได้เพียงเครื่องเดียว ไม่มีเวลาในการตั้งค่าเครื่องจักร และงานทุกงานมารอพร้อมกันที่หน้าสายการผลิต รอการจัดลำดับเวลาเข้าสู่สายการผลิต ซึ่งจะส่งผลให้เกิดเวลารอคอย (waiting time) ของแต่ละงานที่จะเข้าสู่สายการผลิต ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลักษณะของปัญหาที่ทำการศึกษา

โดยจากรูปที่ 2 เครื่องจักรที่ 1 และ 2 จะเปรียบเสมือนจุดรับชิ้นส่วนที่ 1 และ 2 ส่วนงานที่ 1 และงานที่ 2 ที่อยู่บนเครื่องจักรทั้ง 2 เครื่องจะเปรียบได้กับรถขนส่งชิ้นส่วนที่เข้าสู่พื้นที่รับชิ้นส่วนเป็นลำดับที่ 1 และ 2 (นำชิ้นส่วนลงจากรถและเข้าสู่คลังสินค้าพร้อมๆกัน) ทั้งนี้สำหรับงานที่ 3 ถึงงานที่ 4 จะเปรียบเสมือนรถขนส่งที่มาจอดรออยู่หน้าคลังชิ้นส่วนเพื่อรอเข้าสู่พื้นที่รับชิ้นส่วน ซึ่งแถวคอยนี้จะก่อให้เกิดเวลารอคอย (waiting time) อันเป็นประเด็นหลักที่ต้องการลดในงานวิจัยนี้

จุดประสงค์หลักของงานวิจัยนี้คือ เพื่อศึกษาและปรับปรุงวิธีการจัดตารางการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้าของผู้จัดส่งชิ้นส่วนให้กับโรงงานผลิตรถบรรทุกกรณีศึกษา

โดยมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการรอคอยโดยรวม (total waiting time) ของผู้ส่งมอบชิ้นส่วนให้กับโรงงาน

4. การปรับปรุงวิธีการจัดตารางการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า

ในหัวข้อนี้จะนำเสนอถึงกระบวนการทดลองเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการจัดตารางการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า โดยจะนำเอากฎการจัดตารางจำนวน 5 กฎ (current order, longest processing time, shortest processing time, lowest standard deviation และ highest and lowest standard deviation) มาทดลองจัดตารางการเข้าสู่พื้นที่รับชิ้นส่วนของ supplier จำนวน 39 ราย ที่มาจัดส่งชิ้นส่วนในวันจันทร์ ซึ่งกระบวนการทดลองจะประกอบด้วยขั้นตอนหลักดังนี้

4.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเวลาของกระบวนการ โดยเวลาในแต่ละกระบวนการจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1. Fixed Processing Time คือเวลาของกระบวนการที่ไม่แปรผันกับปริมาณชิ้นส่วนที่ Supplier นำมาส่ง กล่าวคือไม่ว่า Supplier จะมาส่งชิ้นงานกี่ชิ้นก็ตามก็จะใช้เวลาในการดำเนินการเท่ากัน 2. Variable Processing Time คือเวลาของกระบวนการที่แปรผันกับปริมาณชิ้นส่วนที่ Supplier นำมาส่ง กล่าวคือ นำเวลาปฏิบัติงาน (processing time) ต่อหน่วยคูณด้วยปริมาณชิ้นส่วน โดยปริมาณชิ้นส่วนจะถูกแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ Pack และ Pallet โดยทำการจับเวลาของแต่ละกระบวนการเป็นจำนวน 30 ตัวอย่างนำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลปริมาณชิ้นส่วนสำหรับจัดลำดับการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า ของแต่ละ Supplier ที่ต้องทำการขนส่งเข้าสู่คลังสินค้าของโรงงานกรณีศึกษาเฉพาะวันจันทร์ ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลังจำนวน 30 วัน แต่ละชุดข้อมูลประกอบด้วยปริมาณชิ้นส่วนของทั้ง 39 Supplier และทำการหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อนำไปใช้ในการจัดลำดับการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณเวลารวมของกระบวนการสำหรับจัดลำดับการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้าของแต่ละ Supplier จากสมการที่ (1)

$$\text{"Total processing time = Fixed Driver + Fixed Forklift + Fixed Checker pallet + (Variable pallet Forklift x Average volume pallet) + (Variable pack Checker x Average volume pack)"}$$

(1)

โดย

Fixed คือ Fixed Processing Time
Variable คือ Variable Processing Time
Driver คือ พนักงานขับรถ
Forklift คือ พนักงานขับฟอร์คลิฟท์
Checker คือ พนักงานตรวจรับชิ้นส่วน

ขั้นตอนที่ 4 จัดลำดับการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้าด้วยวิธีการที่ต้องการศึกษาทั้ง 5 วิธีการดังนี้

วิธีที่ 1 Current Order (CO) ใช้ลำดับการเข้ามาของแต่ละ Supplier ตามรูปแบบปัจจุบัน และปรับช่วงเวลาในการเข้าสู่กระบวนการให้ห่างกันตาม Processing Time ของแต่ละ Supplier

ตารางที่ 2 ลำดับและเวลาเข้าสู่กระบวนการแบบ CO

ลำดับ	ช่องจอดที่ 1		ช่องจอดที่ 2	
	Supplier	เวลาเข้าสู่กระบวนการ	Supplier	เวลาเข้าสู่กระบวนการ
1	CAP-3	8:30	SAS	8:30
2	TVI	9:00	SBM	8:58
3	AIC	9:33	ALT	9:27
4	DSTHB	10:11	NHK-B	9:48
5	CHI	10:37	DSTHC	10:14
6	NIC	11:12	SMM	10:34
7	PMK	11:34	SETC	10:55
8	DSTHL	13:01	EKTH	11:21
9	SAT	13:32	AATH	13:00
10	WTH	13:49	SEC-Y	13:18
11	EAT	14:21	ADV-C	13:36
12	CCI	14:42	DSTHD	14:10
13	TGAS	15:03	TTE	14:37
14	DSTHA	15:25	HIAMS	14:56
15	SPE	15:56	ADV-T	15:16
16	TRT	16:21	DSTHG	15:36
17	PJW	16:38	TSAT	16:10
18	ART	16:59	TTC	16:29
19	UICT	17:27	SMT	16:52
20			UMC	17:14

วิธีที่ 2 Longest Processing Time (LPT) เรียงลำดับการเข้าสู่กระบวนการของ Supplier ที่มีเวลารวมทั้งหมดของกระบวนการ (Total processing time) จากมากไปหาน้อยและปรับช่วงเวลาในการเข้ามาให้ห่างกันตาม Processing Time ของแต่ละ Supplier

วิธีที่ 3 Shortest Processing Time (SPT) เรียงลำดับการเข้าสู่กระบวนการของ Supplier ที่มีเวลารวมทั้งหมดของกระบวนการ (Total processing time) จากน้อยไปหามาก และปรับช่วงเวลาในการเข้ามาให้ห่างกันตาม Processing Time ของแต่ละ Supplier

วิธีที่ 4 Lowest Standard Deviation (LSD) เรียงลำดับการเข้าสู่กระบวนการของ Supplier ที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณชิ้นส่วนของแต่ละ Supplier แบบ Pack จากน้อยไปหามาก และปรับช่วงเวลาในการเข้ามาให้ห่างกันตาม Processing Time ของแต่ละ Supplier

ตารางที่ 3 ลำดับและเวลาเข้าสู่กระบวนการแบบ LPT

ลำดับ	ช่องจอดที่ 1		ช่องจอดที่ 2	
	Supplier	เวลาเข้าสู่กระบวนการ	Supplier	เวลาเข้าสู่กระบวนการ
1	AIC	8:30	DSTHG	8:30
2	ADV-C	9:08	CHI	9:04
3	WTH	9:41	TVI	9:38
4	CAP-3	10:12	DSTHL	10:11
5	DSTHA	10:43	UMC	10:43
6	EKTH	11:13	SBM	11:14
7	ART	11:43	SAS	11:43
8	UICT	13:11	DSTHD	13:11
9	SETC	13:37	NHK-B	13:38
10	DSTHB	14:04	SPE	14:04
11	TTC	14:29	TGAS	14:30
12	SMT	14:53	NIC	14:52
13	CCI	15:14	ALT	15:14
14	EAT	15:36	PJW	15:35
15	ADV-T	15:57	SMM	15:56
16	HIAMS	16:17	DSTHC	16:16
17	TTE	16:37	TSAT	16:37
18	PMK	16:55	SEC-Y	16:55
19	AATH	17:14	TRT	17:14
20			SAT	17:31

ตารางที่ 4 ลำดับและเวลาเข้าสู่กระบวนการแบบ SPT

ลำดับ	ช่องจอดที่ 1		ช่องจอดที่ 2	
	Supplier	เวลาเข้าสู่กระบวนการ	Supplier	เวลาเข้าสู่กระบวนการ
1	SAT	8:30	TRT	8:30
2	AATH	8:46	PMK	8:47
3	SEC-Y	9:05	TSAT	9:05
4	TTE	9:23	HIAMS	9:24
5	DSTHC	9:42	ADV-T	9:44
6	SMM	10:02	EAT	10:04
7	PJW	10:23	CCI	10:24
8	ALT	10:43	SMT	10:46
9	NIC	11:05	TGAS	11:08
10	TTC	11:27	SPE	11:30
11	DSTHB	13:00	NHK-B	13:05
12	SETC	13:26	UICT	13:31
13	DSTHD	13:52	ART	13:58
14	SAS	14:19	SBM	14:26
15	EKTH	14:47	DSTHA	14:55
16	UMC	15:17	CAP-3	15:25
17	DSTHL	15:48	WTH	15:56
18	TVI	16:20	ADV-C	16:27
19	CHI	16:52	DSTHG	17:00
20	AIC	17:27		

ตารางที่ 5 ลำดับและเวลาเข้าสู่กระบวนการแบบ LSD

ลำดับ	ช่องจอดที่ 1		ช่องจอดที่ 2	
	Supplier	เวลาเข้าสู่กระบวนการ	Supplier	เวลาเข้าสู่กระบวนการ
1	AATH	8:30	HIAMS	8:30
2	SAT	8:48	PMK	8:49
3	SEC-Y	9:05	CCI	9:08
4	ALT	9:23	DSTHG	9:29
5	TTE	9:45	TTC	10:04
6	TRT	10:04	ADV-T	10:27
7	TSAT	10:21	NIC	10:47
8	SMM	10:40	SAS	11:09
9	EAT	11:00	CAP-3	11:37
10	TGAS	11:21	SPE	13:08
11	PJW	11:43	DSTHB	13:33
12	DSTHC	13:04	TVI	13:59
13	CHI	13:24	NHK-B	14:32
14	ART	13:58	ADV-C	14:58
15	DSTHA	14:26	WTH	15:31
16	AIC	14:56	DSTHL	16:03
17	UICT	15:34	SMT	16:35
18	DSTHD	16:00	SBM	16:56
19	SETC	16:28		
20	UMC	16:54		
21	EKTH	17:25		

วิธีที่ 5 Highest and Lowest Standard Deviation (HLSD) เรียงลำดับการเข้าสู่กระบวนการของ Supplier ที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณชิ้นส่วนของแต่ละ Supplier แบบ Pack ในลักษณะมากสลับน้อย และปรับช่วงเวลาในการเข้ามาให้ห่างกันตาม Processing Time ของแต่ละ Supplier

ตารางที่ 6 ลำดับและเวลาเข้าสู่กระบวนการแบบ HLSD

ลำดับ	ช่องจอดที่ 1		ช่องจอดที่ 2	
	Supplier	เวลาเข้าสู่กระบวนการ	Supplier	เวลาเข้าสู่กระบวนการ
1	EKTH	8:30	SBM	8:30
2	HIAMS	8:59	AATH	8:59
3	SMT	9:19	UMC	9:17
4	SAT	9:41	PMK	9:48
5	SETC	9:58	DSTHL	10:06
6	SEC-Y	10:24	CCI	10:38
7	DSTHD	10:43	UICT	10:59
8	ALT	11:10	DSTHG	11:25
9	WTH	11:32	ADV-C	13:00
10	TTE	13:03	AIC	13:33
11	TRT	13:22	TSAT	14:11
12	NHK-B	13:39	TVI	14:30
13	TTC	14:05	SMM	15:03
14	DSTHA	14:29	DSTHB	15:23
15	ADV-T	14:59	EAT	15:49
16	ART	15:19	SPE	16:10
17	NIC	15:47	SAS	16:35
18	CHI	16:09	DSTHC	17:03
19	TGAS	16:43	CAP-3	17:23
20	PJW	17:05		

5. ผลการทดลอง

จากการดำเนินการจัดตารางเวลาการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า ด้วยวิธีการที่ต้องการศึกษาทั้ง 5 วิธี จากนั้นทดสอบผลลัพธ์โดยใช้ข้อมูลปริมาณชิ้นส่วนสำหรับใช้ทำการทดลองจำนวน 12 วัน แต่ละชุดข้อมูลประกอบด้วยปริมาณชิ้นส่วนของ 39 Suppliers ที่ไม่ซ้ำกับข้อมูลปริมาณชิ้นส่วนที่นำไปใช้ในการจัดตารางเวลา โดยมีขั้นตอนของการสรุปผลการทดลองดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ออกแบบตารางสำหรับใช้ทำการทดลอง โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016 เพื่อเปรียบเทียบเวลารอคอย (Waiting time) โดยไม่สนใจเวลาเร็วกว่ากำหนด (Earliness)

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลปริมาณชิ้นส่วนสำหรับใช้ทำการทดลอง จำนวน 12 วัน ทั้งแบบ Pack และ Pallet โดยแต่ละชุดข้อมูลประกอบด้วยปริมาณชิ้นส่วนของ 39 Supplier ที่ไม่ซ้ำกับข้อมูลปริมาณชิ้นส่วนที่นำไปใช้ในการจัดลำดับ

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณเวลารวมของกระบวนการสำหรับใช้ทำการทดลองของแต่ละ Supplier จากข้อมูลปริมาณชิ้นส่วนสำหรับใช้ทำการทดลองทั้งแบบ Pack และ Pallet จำนวน 12 ชุดข้อมูล และเวลาของแต่ละกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า โดยใช้สมการในขั้นตอนที่ 4 ของหัวข้อที่ 3

ขั้นตอนที่ 4 ทดลองและเปรียบเทียบเวลารอคอยเพื่อสรุปวิธีที่ดีที่สุดสำหรับนำไปใช้ในการจัดตารางการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า จากวิธีการจัดตารางเวลาแบบปัจจุบัน กับวิธีการจัดตารางที่ต้องการศึกษา 5 วิธี โดยแสดงผลเวลารอคอยของแต่ละวิธีการเป็น 2 รูปแบบ คือ

1. เวลารอคอยเฉลี่ย คือ เวลารอคอยเฉลี่ยจากเวลารอคอยรวม ทั้งหมด 12 ค่า โดย เวลารอคอยรวม คือ เวลารอ

คอยรวมของทุก Supplier (39 Suppliers) แยกแต่ละชุดข้อมูล

2. เวลารอคอยสูงสุด คือ เวลารอคอยสูงสุดของทุกค่าทั้งหมด $12 \times 39 = 468$ ค่าโดยได้ผลลัพธ์ของแต่ละวิธี

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบเวลารอคอยของแต่ละวิธีการจัดตารางเวลา

ลำดับ	วิธีการจัดตารางเวลา	เวลารอคอยเฉลี่ย (นาที)	เวลารอคอยสูงสุด (นาที)
1	ปัจจุบัน	1909.9	94.1
2	Current Order: CO	14.9	8.9
3	Longest Processing Time: LPT	53.7	13.7
4	Shortest Processing Time: SPT	4.0	4.6
5	Lowest Standard Deviation: LSD	3.0	4.3
6	Highest and Lowest Standard Deviation: HLSD	14.9	6.7

จากผลการเปรียบเทียบผลตามตารางที่ 8 ซึ่งพบว่าวิธีการจัดตารางเวลาแบบ Lowest Standard Deviation: LSD เป็นวิธีการที่ทำให้เกิดเวลารอคอยเฉลี่ย และ เวลารอคอยสูงสุด น้อยที่สุด ดังนั้น จึงเลือกใช้วิธีการนี้ในการนำมาจัดตารางการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า เพื่อลดเวลารอคอยของรถขนส่งชิ้นส่วน

วิธี LSD สามารถลดเวลาการรอคอยของรถขนส่งชิ้นส่วนลงได้ ดังนี้

เวลารอคอยเฉลี่ย $(1909.1 - 3.0) / 1909.1 = 99.84\%$

เวลารอคอยสูงสุด $(94.1 - 4.3) / 94.1 = 95.43\%$

ทั้งนี้ได้เพิ่มเติมการเปรียบเทียบเวลาเสร็จงานสุดท้ายของวิธีจัดตารางเวลาแบบ LSD และวิธีปัจจุบัน เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถนำวิธี LSD ไปประยุกต์ใช้ในการจัดตารางการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้าจริงได้ ซึ่งพบว่า ทั้งสองวิธีมีเวลาเสร็จงานสุดท้ายไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบเวลาเสร็จงานสุดท้ายของวิธีจัดตารางเวลาแบบ LSD และวิธีปัจจุบัน

ข้อมูล	เวลาเสร็จงานสุดท้าย (นาทีที่)	
	วิธีการจัดตารางเวลาปัจจุบัน	วิธีการจัดตารางเวลา LSD
ข้อมูลที่ 1	521	529
ข้อมูลที่ 2	506	513
ข้อมูลที่ 3	501	512
ข้อมูลที่ 4	519	528
ข้อมูลที่ 5	502	515
ข้อมูลที่ 6	501	503
ข้อมูลที่ 7	511	515
ข้อมูลที่ 8	516	527
ข้อมูลที่ 9	517	517
ข้อมูลที่ 10	511	523
ข้อมูลที่ 11	497	508
ข้อมูลที่ 12	501	506
เฉลี่ย	509	516

นาทีที่ 509 = 17:29 น.

นาทีที่ 516 = 17:36 น.

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการจัดตารางการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการรอคอยของรถขนส่งชิ้นส่วนของ Supplier ก่อนได้เข้าสู่บริเวณรับชิ้นส่วนเนื่องจากปัจจุบันทางโรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดตารางเวลาในลักษณะให้ช่วงเวลาของแต่ละ Supplier ห่างกันทุกๆ 20 นาทีเท่ากัน ซึ่งในกระบวนการจริงแต่ละ Supplier มีเวลาในการขนส่งชิ้นส่วนไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับปริมาณชิ้นส่วนที่นำส่ง ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเวลาของกระบวนการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า และรวบรวมข้อมูลปริมาณของชิ้นส่วนของ Supplier ที่มีกำหนดการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้าในวันจันทร์ รวมทั้งสิ้น 39 Supplier จำนวน 30 วัน นำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อใช้ในการเรียงลำดับและกำหนดเวลานัดหมายเพื่อเข้าสู่กระบวนการของแต่ละ Supplier โดยประยุกต์ใช้กฎการจัดตารางการผลิตทั้งหมด 5 วิธี ได้แก่ Current Order: CO, Longest Processing Time: LPT, Shortest Processing Time: SPT, Lowest Standard Deviation: LSD และ Highest and Lowest Standard Deviation: HLSD ซึ่งการทดลอง จะทำการเปรียบเทียบเวลารอคอยเฉลี่ย และเวลารอคอยสูงสุด ระหว่างวิธีการปัจจุบัน กับวิธีที่ต้องการศึกษาทั้ง 5 วิธี โดยใช้ข้อมูลปริมาณชิ้นส่วนสำหรับใช้ทำการทดลองจำนวน 12 วัน โดยผลลัพธ์ที่ได้พบว่า วิธี Lowest Standard Deviation: LSD มีเวลารอคอยเฉลี่ยลดลง 99.84% และเวลารอคอยสูงสุดลดลง 95.43%

ดังนั้น วิธีการที่จะนำไปใช้ในการจัดตารางการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า เพื่อลดการรอคอยของรถขนส่งชิ้นส่วน คือ วิธี Lowest Standard Deviation: LSD

วิจารณ์ผลงานวิจัย

1. จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาพบว่า เวลานัดหมายเข้าสู่กระบวนการของแต่ละ Supplier ในทุก ๆ วิธีที่ทำการศึกษา ผู้วิจัยใช้เวลาตามการคำนวณจากตารางที่ทำการออกแบบ โดยขึ้นอยู่กับ Total Processing time ซึ่งในทางปฏิบัติ เวลาที่จะนำไปใช้นัดหมายกับ Supplier ควรปิดให้เป็นเวลาที่ลงตัว เพื่อให้ง่ายกับการประสานงาน

2. การกำหนดลำดับการขนส่งชิ้นส่วน โดยขึ้นอยู่กับ Total Processing time ซึ่งมีผลมาจากค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณชิ้นส่วนที่มีการนำส่งนั้น ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเปลี่ยนแปลงของปริมาณชิ้นส่วน และเลือกใช้จำนวนข้อมูลย้อนหลังของแต่ละ Supplier ให้มีความเหมาะสม เพื่อให้การจัดตารางการขนส่งชิ้นส่วนมีความแม่นยำเพิ่มมากขึ้น

3. การเปรียบเทียบผลกับงานวิจัยอื่น ๆ จากการศึกษากระบวนการขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่คลังสินค้า และทำการทดลองโดยประยุกต์ใช้กฎที่เกี่ยวข้องกับเวลาของกระบวนการ (Processing Time) และวิธีที่เกี่ยวข้องกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณชิ้นส่วนพบว่าวิธี Lowest Standard Deviation: LSD นั้นให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเพราะทำให้เวลารอคอย (Waiting Time) น้อยที่สุดเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ ซึ่งจะแตกต่างจากงานวิจัยส่วนใหญ่ที่ให้ผลสรุปว่ากฎ SPT ดีที่สุดเช่นในงานของ [3, 15] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาที่พบในอุตสาหกรรมเหมืองแร่ในส่วนของกรับหินแร่จากเหมือง โดยพบปัญหาว่ารถบรรทุกของลูกค้าที่ต้องการมารับซื้อหินแร่มีการรอนานเนื่องจากไม่มีการจัดลำดับในการมารับหินแร่ และได้สรุปว่า กฎ SPT นั้นดีที่สุดเพราะทำให้ Waiting Time ของรถบรรทุกทุกคันน้อยที่สุด แต่เนื่องจากอุตสาหกรรมเหมืองแร่นั้น Processing Time ของรถบรรทุกขึ้นอยู่กับขนาดความจุของรถบรรทุก ซึ่งความจุของรถบรรทุกส่วนใหญ่มีขนาดไม่แตกต่างกัน ทำให้กฎ SPT นั้นให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในงานวิจัยนี้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Alvarez และคนอื่นๆ [11] ที่สรุปว่ากฎ SPT นั้นให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในเรื่องของเวลาการส่งมอบสินค้าในสายการผลิตแบบ Job Shop เนื่องจากกระบวนการผลิตในโรงงานนั้นความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Processing Time น้อยเช่นกัน ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ที่ใช้ Processing Time จากค่าเฉลี่ยของข้อมูลปริมาณชิ้นส่วนของแต่ละ Supplier นำส่งในแต่ละวันย้อนหลังในช่วงเวลาหนึ่ง โดยที่แต่ละ Supplier มีความเปลี่ยนแปลงของปริมาณชิ้นส่วนที่แตกต่างกัน ส่งผลให้มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่แตกต่างกัน เพราะฉะนั้น SPT จึงไม่เป็นวิธีที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดสำหรับงานวิจัยนี้

ข้อเสนอแนะ

1. การปฏิบัติตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในงานวิจัย อาจจะนำไปใช้งานได้ไม่สะดวก เมื่อต้องมีการทบทวนหรือแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงอาจนำไปพัฒนาเป็นโปรแกรมที่สามารถแก้ไขหรือเชื่อมโยงกับข้อมูลได้สะดวกรวดเร็วขึ้น

2. การนำกระบวนการที่ระบุในงานวิจัยไปประยุกต์ใช้กับงานที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ควรมีการเลือกใช้วิธีการจัดตารางให้เหมาะสมกับลักษณะงานของโรงงานนั้นๆ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Institute TA. *Truck industry in Thai and Thailand Automotive Institute*. 2010.

- [2] Shim S-O, Kim Y-D. A branch and bound algorithm for an identical parallel machine scheduling problem with a job splitting property. *Computers & Operations Research*. 2008;35(3):863-75.
- [3] Baker KR. *Introduction to Sequencing and Scheduling*: New York: John Wiley & Sons; 1974.
- [4] Sangarun P. *Production scheduling : the case study of compressor manufacturing*. Chulalongkorn university; 2002.
- [5] Yuthanasewin T. *Productivity improvement with master production scheduling : a case study of water cooler factory*. King monkut's institute of technology north bangkok 2006.
- [6] Sripanich N. *Production planning and scheduling for customer requirement : a case study the jewelry factory*. King monkut's institute of technology north bangkok 2006.
- [7] Boonman A. *To planning and scheduling for productivity improvement by applying the microsoft project program*. King monkut's institute of technology north bangkok 2008.
- [8] Nakpathom Y. *A study of job shop production scheduling on textile industry*. Silapakorn university.
- [9] Haoxun C, Chengbin C, J.-M. P. An improvement of the lagrangian relaxation approach for job shop scheduling: a dynamic programming method. *IEEE Transections on robotics and automation*. 1998;14(5): 786 - 795
- [10] Hiroshi O, Nakatani H. A heuristic job-shop scheduling algorithm to minimize the total holding cost of completed and in-process product subject to no tardy jobs. *International Journal of Production Economics*. 2006;101(1): 19-29
- [11.] Alvarez-Valdes R, Fuertes A, Tamarit JM, Gimenez G, Ramos R. A heuristic to schedule flexible job-shop in a glass factory. *European Journal of Operational Research*. 2005;165 (2): 525–534
- [12] Ridvan B, Mehmet Y, Zafer O. Automatic generation of production scheduling models in single stage multi-product batch plants: Some examples. *Mathematical and Computer Modelling*. 2007; 46(1–2):69-79
- [13] Alessandro M, Dario P. Job-shop scheduling with blocking and no-wait constraints. *European Journal of Operational Research*. 2002; 143(3): 498-517
- [14] Mokotoff E. Parallel machine scheduling problems: A survey. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*. 2001;18(2)
- [15] Pinedo ML. *Scheduling : Theory, Algorithms, and Systems*: Springer; 2012.