บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับและการจัดตารางการผลิต (Scheduling) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้จัดลำดับขั้นตอนการทำงาน หาแนวทาง และวิธีการดำเนินงานให้สอดคล้องกับโปรแกรมที่เลือกใช้ รวมทั้งเอกสาร งานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง

การจัดตารางการผลิตเป็นการจัดสรรทรัพยากรการผลิตไม่ว่าจะเป็น แรงงาน เครื่องจักร หรือสิ่งอำนวยความสะดวก ให้ดำเนินการผลิตตามที่ได้รับมอบหมายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งรับช่วงต่อมาจากการวางแผนความต้องการวัสดุ (MRP) และการวางแผนตามความต้องการของตลาด (CRP) การจัดตารางการผลิตจะเกี่ยวข้องกับเรื่องการทำงาน (Job Order) และการจัดลำดับงาน (Job Sequencing) ให้กับหน่วยงาน การจัดตารางการผลิตเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งของการผลิตแบบต่อเนื่อง เพราะต้องจัดสรรทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่สำหรับการผลิตที่มีอยู่หลายชนิด ดังนั้นจึงต้องใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ทั้งด้านแรงงานคน และเครื่องจักร อุปกรณ์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การจัดตารางการผลิตเป็นการแยกประเภทและปริมาณสินค้าออกมาให้ชัดเจนว่า ใครจะเป็นผู้ทำ จะใช้เครื่องจักรเครื่องใดจะเริ่มทำงานวันไหน ตั้งแต่เวลาใดถึงเวลาใด และทำจำนวนเท่าใด กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เป็นการจัดเตรียมตารางเวลาการทำงานให้กับทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจจะเป็นคนงานหรือเครื่องจักรอุปกรณ์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตมีความเกี่ยวข้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตรวมถึงเทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องโดยเน้นการวิเคราะห์เชิงปริมาณ เริ่มตั้งแต่การแปลงเป้าหมายการตัดสินใจไปเป็นฟังก์ชันเป้าหมาย (objective function) และการแปลงข้อจำกัดต่างๆ ในการ

ตัดสินใจไปเป็นข้อจำกัดในแบบจำลอง โดยทั่วไปเป้าหมายในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องในการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิต ได้แก่

1. การตอบสนองที่รวดเร็วต่อความต้องการของลูกค้า
2. การส่งมอบผลิตภัณฑ์ทันตามเวลาที่ลูกค้ากำหนด
3. ประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากร ได้แก่ คนและเครื่องจักร เป็นต้น

วัตถุประสงค์ในการกำหนดตารางการผลิตที่เห็นชัดที่สุด คือ เพิ่มประโยชน์การใช้งานของหน่วยงาน ซึ่งก็คือการลดช่องว่างของหน่วยงาน สำหรับกรณีที่มีการกำหนดจำนวนที่แน่นอน เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ของหน่วยงานจะเป็นสัดส่วนกลับกับเวลาที่ต้องการใช้ในการทำงานชุดนั้นให้เสร็จทั้งหมด เวลาที่กล่าวถึงนี้หมายถึงช่วงกว้างของเวลานับตั้งแต่เริ่มงานแรกจนกระทั่งเสร็จสิ้นงานสุดท้ายในกรณีปัญหาดังกล่าวนี้ การปรับปรุงเปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์หน่วยงานสามารถกระทำได้โดยการกำหนดตารางการผลิตที่ทำให้ช่วงกว้างของเวลาลดลง (พิภพ ลลิตาภรณ์: 2545)

2.2.1 หลักเกณฑ์ที่นิยมใช้มีดังนี้

1) รับก่อนทำก่อน (First Come – First Served) กล่าวคือ งานที่เข้ามาที่หน่วยงานหรือเครื่องจักรจะเข้าแถวคอยรับบริการตามลำดับก่อนหลังของการมาถึงที่หน่วยงาน

2) ทำงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก่อน (Shortest Processing Time) คือ งานใดที่ใช้เวลาการทำงานน้อยที่สุด จะได้รับการจัดเข้าเป็นอันดับแรก งานที่ใช้เวลาน้อยถัดไปก็เป็นอันดับที่ 2, 3 และ 4 จนกระทั่งถึงอันดับที่ k เมื่อ k คือ จำนวนงานทั้งหมดที่คอยอยู่

3) การทำงานที่ใช้เวลานานที่สุดก่อน (Longest Processing Time) งานที่ใช้เวลาในการทำงานมากที่สุดจะได้รับการจัดเข้าเครื่องจักรก่อน

4) ทำงานที่จะถึงวันกำหนดส่งเร็วที่สุดก่อน (Earliest Due Date)

5) ทำงานชิ้นที่มีเวลาเหลือสำหรับการทำงานน้อยที่สุด (Minimum Slack Time) ในกรณีชิ้นงานนั้นจะต้องผ่านหลายหน่วยงาน ให้ใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยของค่า Slack ที่เกิดขึ้นบนแต่ละหน่วยงาน สำหรับค่า Slack ของงานจะหาได้จากการเอาเวลาที่จะต้องใช้ทั้งหมดบนหน่วยผลิตที่ต้องผ่านลบออกจากเวลาที่จะถึงกำหนดส่งงาน หารด้วยจำนวนหน่วยงานที่งานนั้นจะต้องผ่าน

6) เข้าที่หลังทำก่อน (Last Come First Serve) งานที่เข้ามาในหน่วยงานหลังสุดจะได้รับการจัดเข้าเครื่องจักรก่อนงานอื่น

Baker ได้ให้คำจำกัดความของการจัดตารางการผลิต (Scheduling) ว่าเป็นการ จัดสรรทรัพยากรภายในเวลาที่มีอยู่ เพื่อดำเนินงานที่ได้รับมอบหมายในสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งทฤษฎีในการจัดตารางการผลิตมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่ต้องนำมาพิจารณาดังต่อไปนี้ (Baker,1974)

2.2.2 ชนิดของตารางการผลิตที่เป็นไปได้ มีดังนี้

1. ตารางการผลิตแบบเซมิแอคทีฟ (Semi-active Schedule)

เป็นตารางการผลิตที่ได้จากวิธีการเลื่อนซ้ายเฉพาะแห่ง (local left-shift) ในการหาตารางการผลิตที่ทำให้ตัววัดผล (regular measure of performance) ดีที่สุดเราสามารถพิจารณาเฉพาะตารางการผลิตในเซตของตารางการผลิตแบบเซมิแอคทีฟ โดยที่เซตของตารางการผลิตแบบเซมิแอคทีฟเป็นเซตของตารางการผลิตซึ่งไม่มีขั้นตอนการผลิตใดที่สามารถเลื่อนเวลาเริ่มต้นให้เร็วขึ้นได้โดยที่ไม่มีการเปลี่ยนลำดับการผลิตของชิ้นงานที่ทำงานบนเครื่องจักรแต่ละเครื่อง (French, 1982)

2. ตารางการผลิตแบบแอคทีฟ (Active Schedule)

เป็นตารางการผลิตที่ได้จากวิธีการเลื่อนซ้ายทั้งหมด (global left-shift) เซตของตารางการผลิตแบบแอคทีฟเป็นสับเซตของเซตของตารางการผลิตแบบเซมิแอคทีฟ ในการหาตารางการผลิตที่ทำให้ตัววัดผลดีที่สุดเราสามารถพิจารณาเฉพาะตารางการผลิตในเซตของตารางการผลิตแบบแอคทีฟ โดยที่เซตของตารางการผลิตแบบแอคทีฟเป็นเซตของตารางการผลิตซึ่งไม่มีขั้นตอนการผลิตใดที่สามารถเลื่อนเวลาเริ่มต้นให้เร็วขึ้นได้โดยที่ไม่ทำให้ขั้นตอนการผลิตอื่นล่าช้าหรือไม่ทำให้ขัดต่อเงื่อนไขลำดับก่อน-หลังการผลิต (French, 1982)

3. ตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ (Non-Delay Schedule)

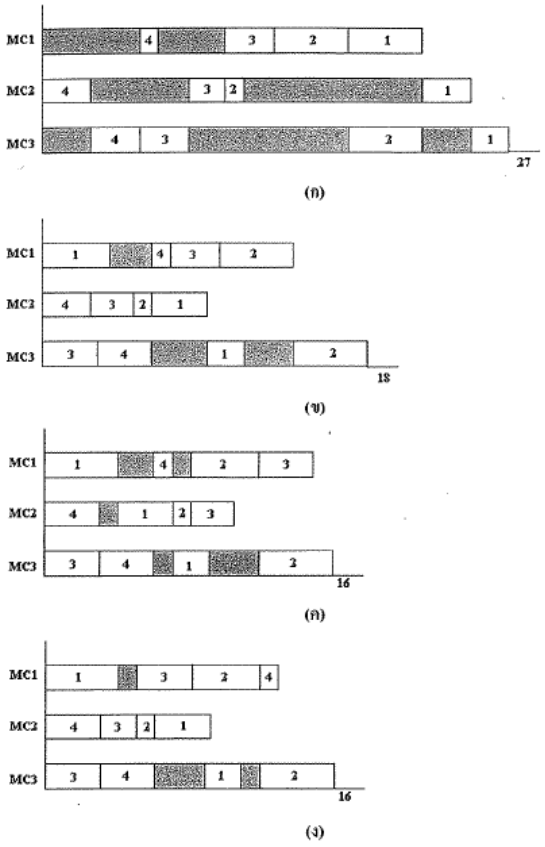
เป็นสับเซตของตารางการผลิตแบบแอคทีฟ โดยมีลักษณะสำคัญคือ ไม่มีเครื่องจักรใดที่ถูกปล่อยให้ว่างถ้าเครื่องจักรนั้นสามารถทำขั้นตอนการทำงานบางขั้นตอนได้ แม้ว่าจะไม่สามารถรับประกันได้ว่าผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (optimal solution) อยู่ในเซตของตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ แต่

ตารางการผลิตที่ดีที่สุดในเซตของตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ เป็นผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ดีที่สุดแม้ว่าจะมิใช่ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดก็ตาม (Baker, 1974)

4. ตารางการผลิตแบบออพติมอล (Optimal Schedule)

เป็นตารางการผลิตที่ดีที่สุดสำหรับวัตถุประสงค์ในการจัดนั้นๆ ไม่มีตารางการผลิตใดที่ดีไปกว่านี้อีก

ตารางที่ 2.1 การผลิตแบบต่างๆ



หมายเหตุ: (ก) เซมิแอคทีฟ (ข) แอคทีฟ (ค) นอนดีเลย์ (ง) ออพติมอล

ที่มา: เอกสารประกอบการสอน อาจารย์ ดร.ชัชพล มงคลิก

2.2.3 ตัวแปรหรือพารามิเตอร์พื้นฐาน

เกี่ยวข้องในการจัดตารางการผลิตจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีตัวแปรหรือพารามิเตอร์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิตด้วยทุกครั้ง ตัวแปรพื้นฐานมีดังต่อไปนี้

1) เวลางานเสร็จสิ้น (Completion Time) หมายถึง เวลาเสร็จสิ้นของการทำงานนั้นๆ

2) เวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิต (Processing Time) หมายถึง เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติของงานนั้น

3) เวลาพร้อมทำงาน (Readiness Time) หมายถึง เวลาที่พร้อมในการทำงานนั้น ๆ

4) เวลากำหนดส่งงาน(Due Date)หมายถึง การกำหนดเวลาที่เสร็จสิ้นของการทำงานนั้นๆ

5) วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิต การกำหนดว่าในการจัดตารางการผลิตนั้นๆ ต้องการเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์อย่างไร เช่น การส่งมอบผลิตภัณฑ์ทันตามที่ลูกค้ากำหนด การตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า อัตราการใช้งานของเครื่องจักรมากที่สุด เป็นต้น โดยทั่วไปการจัดตารางการผลิตสามารถจำแนกตามตัววัดผลได้ ดังต่อไปนี้

(1) จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs) จำนวนงานล่าช้า หมายถึง จำนวนงานที่ส่งมอบไม่ทันเวลากำหนดส่งมอบงาน วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้ คือ เป็นการจัดตารางการผลิต เพื่อให้ได้ค่าจำนวนงานล่าช้าน้อยที่สุด

(2) เวลารวมล่าช้าของงาน (Total Tardiness) เวลารวมล่าช้าของงาน หมายถึง ค่าของเวลาล่าช้าของงานในระบบ วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้ คือ เป็นการจัดตารางการผลิต เพื่อให้ได้ค่าเวลารวมล่าช้าของงาน

(3) เวลารวมสายของงาน (Total Lateness) เวลารวมสายของงาน หมายถึง ค่าของเวลารวมสายของงานในระบบ วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้ คือ เป็นการจัดตารางการผลิต เพื่อให้ได้เวลาสายของงานน้อยที่สุด

(4) เวลาที่งานที่เสร็จช้าที่สุดในการจัดตารางการผลิตแต่ละรอบแล้วเสร็จ (Make span) เวลาที่งานที่เสร็จช้าที่สุดในการจัดตารางการผลิตแต่ละรอบแล้วเสร็จ หมายถึง เวลาแล้วเสร็จของงานที่มีเวลาแล้วเสร็จช้าที่สุดในรอบการจัดตารางการผลิตแต่ละรอบ (Maximum Completion

Time) วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ เป็นการจัดตารางการผลิตเพื่อให้ได้เวลาที่งานที่เสร็จช้าที่สุดในการจัดตารางการผลิตแต่ละรอบแล้วเสร็จน้อย

(5) เวลารวมของสายการผลิต (Total Flow Time) เวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในสายการผลิตวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ เป็นการจัดตารางการผลิตเพื่อให้ได้เวลาที่งานแล้วเสร็จในแต่ละรอบของการผลิตเป็นเท่าไร

(6) เวลารวมที่เสร็จเร็วที่สุดของงาน (Total Earliness) เวลารวมที่เร็วที่สุดของงานหมายถึง ค่าของเวลาที่เร็วที่สุดของงานในระบบ วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตนี้คือ เป็นการจัดตารางการผลิต เพื่อให้ได้ค่าเวลารวมที่เร็วที่สุดของงาน

2.2.4 ข้อจำกัดในการจัดตารางการผลิต (Constraint)

มีเงื่อนไขที่ต้องพิจารณาในการจัดตารางการผลิต ดังต่อไปนี้

1) ลำดับการดำเนินการ (Precedence) งานแต่ละงานนั้นมีลำดับของขั้นตอนการทำงานอยู่ ดังนั้น ในการจัดตารางการผลิต การทำงานขั้นตอนแรกต้องถูกกระทำก่อนการทำงานถัดไป โดยไม่สามารถจัดข้ามขั้นตอนกันได้

2) การทดแทนกันได้ของทรัพยากร (Resource Replacement) โดยทั่วไปในการผลิต จะมีทรัพยากรบางอย่างที่สามารถทดแทนกันได้ ดังนั้น การจัดตารางการผลิตสินค้า ถ้าหากมีทรัพยากรบางตัวไม่ว่างก็สามารถนำทรัพยากรตัวอื่นๆ ที่สามารถทดแทนได้และว่างอยู่มาทำงานแทน ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3) เงื่อนไขของการแก้ปัญหา เมื่อเกิดการหยุดของทรัพยากรในระหว่างการดำเนิน การ (Resume / Repeat) เมื่อทรัพยากรเกิดการหยุดขึ้นมางานที่ทรัพยากรนั้นทำอยู่ต้องเริ่มต้นทำใหม่ (Repeat) หรือไม่ว่าสามารถทำต่อได้เลย

4) อื่นๆเช่นการอนุญาตให้สามารถขัดจังหวะการทำงานของทรัพยากรได้หรือไม่ (Preemption) เป็นต้น

2.2.5 การจัดตารางในการผลิต

การสร้างตารางการผลิตแบบแอคทีฟมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1) ให้ $t = 0$ และเริ่มต้นด้วย $PS_t = 0$, S_t เป็นเซตของการทำงานทุกการทำงาน

2) กำหนด $\phi^* = \min_{j \in St} \{\phi j\}$ และเครื่องจักร m^* ซึ่งสามารถเริ่มได้

3) สำหรับแต่ละการทำงาน $j \in S_t$ ที่ต้องทำบนเครื่องจักร m^* และ สำหรับ $\sigma_j < \phi^*$ จากนั้นสร้าง PS_t ซึ่งประกอบไปด้วยการทำงาน j และเวลาเริ่มต้นที่ σ_j

4) สำหรับแต่ละ PS_{t+1} กลับไปทำขั้นตอนที่ 3 และปรับปรุงข้อมูลดังนี้

- ย้ายการทำงาน j จาก S_t
- จาก S_{t+1} เพิ่มการทำงานที่เสร็จเรียบร้อยแล้วเข้าไปใน S_t
- เพิ่ม $t+1$

5) กลับไปยังขั้นตอนที่ 2 สำหรับแต่ละ PS_{t+1} สร้างขั้นตอนที่ 3 และทำต่อไปจนกระทั่งเสร็จ

2.2.6 วิธีการฮิวริสติก (Heuristic Method)

เป็นวิธีการที่ใช้ฮิวริสติกมาช่วยในการจัดตารางการผลิต วิธีนี้เป็นวิธีการที่งานใช้เวลาไม่มาก และได้ประสิทธิภาพของตารางการผลิตที่พอสมควร ฮิวริสติกที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตมีหลายตัวด้วยกัน แต่ที่นิยมใช้กันมากมีดังต่อไปนี้ (Morton : 1986)

ฮิวริสติกการกระจายแบบพื้นฐาน (Simple Dispatching Heuristic) เป็นการใช้หลักลำดับความสำคัญเป็นเกณฑ์ในการจัดตารางการผลิต โดยจะใช้ร่วมกับวิธีการจัดตารางการผลิตแบบต่างๆ โดยสามารถจำแนกแยกย่อยตามลักษณะของลำดับความสำคัญ ดังต่อไปนี้

1) ลำดับความสำคัญแบบสถิต (Static Priority) ลำดับความสำคัญแบบนี้ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงโดยลำดับความสำคัญจะคงที่ตลอดการใช้งาน เช่น ให้เลือกงานที่เข้ามาก่อน

2) ลำดับความสำคัญแบบพลวัตร (Dynamic Priority) ลำดับความสำคัญแบบนี้จะเปลี่ยนแปลงไปทุกครั้งที่งานใด ถูกกระทำ เช่น จำนวนงานที่เหลือ

3) ลำดับความสำคัญแบบทั้งหมด (Global Priority) ลำดับความสำคัญแบบนี้จะไม่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งหรือสถานะในระบบ เช่น วันส่งมอบงานเร็วสุด

4) ลำดับความสำคัญแบบท้องถิ่น (Local Priority) ลำดับความสำคัญแบบนี้จะขึ้นอยู่กับสถานะตำแหน่งบนเครื่องจักร เช่น เวลาในการปฏิบัติงานที่สั้นที่สุด

5) ลำดับความสำคัญแบบพยากรณ์ (Forecast Priority) ลำดับความสำคัญแบบนี้จะขึ้นอยู่กับสถานะของเครื่องจักรและประสบการณ์ในการพยากรณ์งานที่เหลืออยู่ เช่น อัตราส่วนวิกฤตน้อยสุด

จากการจำแนกลำดับความสำคัญทั้งหมดในขั้นต้นสามารถแยกย่อยเป็นลำดับความสำคัญแบบต่าง ๆ ดังนี้

1) EDD (Earliest Due Date) เป็นการเลือกขั้นตอนการทำงานที่จะถึงกำหนดส่งงานเร็วที่สุดทำก่อน ซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุดในด้านลดค่าเฉลี่ยของวันที่ล่าช้าจากกำหนดส่งมอบงาน เพื่อป้องกันการโดนปรับจากส่งงานล่าช้า

2) LWKR (Least Work Remaining) เลือกขั้นตอนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานที่มีภาระน้อยที่สุดก่อน (นับการดำเนินงานปัจจุบันด้วย) ซึ่งจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับการเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total Flow Time)

3) MWKR (Most Work Remaining) เลือกทำการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานที่มีภาระงานที่เหลืออยู่มากที่สุดก่อน (นับการดำเนินงานปัจจุบันด้วย) ซึ่งจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับการเวลาที่ระบบทำงานชิ้นสุดท้ายเสร็จสิ้น (Makespan)

4) MOPNR (Most Operation Remaining) เลือกทำการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานที่มีจำนวนของการดำเนินงานที่เหลืออยู่มากที่สุดก่อน (นับการดำเนินงานปัจจุบันด้วย) ซึ่งจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับการเวลาที่ระบบทำงานชิ้นสุดท้ายเสร็จสิ้น (Makespan)

5) SMT (Smallest Value Obtained by Multiplying Time with Total Processing Time) เลือกขั้นตอนการทำงานที่มีค่าผลคูณของค่าเวลาการทำงานของขั้นตอนการทำงานที่พิจารณากับค่าการทำงานทั้งหมดของงานน้อยที่สุดก่อน ซึ่งจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total Flow Time)

6) SPT (Shortest Processing Time) กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการทำงานที่มีค่าเวลาการทำงานของขั้นตอนน้อยที่สุด ซึ่งจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับการรวมเวลาล่าช้าของงาน (Total Tardiness) และตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total Flow Time)

7) STPT (Shortest Total Processing Time) กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการทำงานที่มีค่าผลรวมของเวลาการทำงานทั้งหมดของงานน้อยที่สุด ซึ่งจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับการรวมเวลาล่าช้าของงาน (Total Tardiness) และตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total Flow Time)

8) LWKR WITH SETUP TIME เลือกดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานที่มีภาระงานน้อยที่สุดก่อน (นับการดำเนินงานปัจจุบันด้วย) โดยเวลาของการตั้งเครื่องมาคำนวณด้วย ซึ่งจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total flow Time)

9) MWKR WITH SETUP TIME เลือกทำการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานที่มีภาระงานที่เหลืออยู่มากที่สุดก่อน (นับการดำเนินงานปัจจุบันด้วย) โดยนำเวลาของการตั้งเครื่องมาคำนวณด้วย ซึ่งจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับการเวลาที่ระบบทำงานชิ้นสุดท้ายเสร็จสิ้นที่ (Makespan)

10) SMT WITH SETUP TIME เลือกขั้นตอนการทำงานที่มีค่าผลคูณของค่าเวลาการทำงานของขั้นตอนการทำงานที่พิจารณากับค่าการทำงานทั้งหมดของงานน้อยที่สุดก่อน โดยนำเวลาของการตั้งเครื่องมาคำนวณด้วย ซึ่งจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total flow Time)

11) SPT WITH SETUP TIME กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการทำงานที่มีเวลาการทำงานน้อยที่สุด โดยนำเวลาของการตั้งเครื่องมาคำนวณด้วย ซึ่งจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับการรวมเวลาล่าช้าของงาน (Total Tardiness) และตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total flow Time)

12) STPT WITH SETUP TIME กฎนี้เป็นการเลือกขั้นตอนการทำงานที่มีค่าผลรวมของเวลาการทำงานทั้งหมดของงานน้อยที่สุด โดยนำเวลาของการตั้งเครื่องมาคำนวณด้วย ซึ่งจะเกี่ยวข้อง โดยตรงกับตัววัดผลที่เกี่ยวกับการรวมเวลาล่าช้าของงาน (Total Tardiness) และตัววัดผลที่เกี่ยวกับเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ (Total flow Time)

2.2.7 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ (Interactive Production Scheduling)

การจัดตารางการผลิตเป็นปัญหาที่มีความยากทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ปัญหาการจัดตารางการผลิตในเชิงทฤษฎีซึ่งเกี่ยวข้องกับการหาตารางการผลิตที่ดีที่สุดและสอดคล้องกับเงื่อนไขข้อจำกัดต่างๆ ในการจัดตารางการผลิตมีความยุ่งยากซับซ้อนและส่วนใหญ่เป็นปัญหาในลักษณะ NP-hard (Garey and Johnson, 1979) ดังนั้นจึงมีรายงานเกี่ยวกับการนำทฤษฎีการจัดตารางการผลิตไปใช้ในทางปฏิบัติน้อยมาก ปัญหาในทางปฏิบัติมีความซับซ้อนเนื่องจากมีเงื่อนไขจำนวนมากและมีความหลากหลายเกิดขึ้น (Fox, 1987) รวมทั้งตัววัดผลหรือเกณฑ์ในการประเมินตารางการผลิตที่ดีมีความแตกต่างกันแล้วแต่วัตถุประสงค์ของผู้จัดตารางการผลิต นอกจากนี้ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตเช่น เวลาการทำงาน เวลาที่วัตถุดิบเข้ามาถึงที่โรงงาน และความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักร เป็นต้น มักมีความไม่แน่นอน (Fox and Kempf, 1985) วิธีการในการหาตารางการผลิตที่ดีที่สุด (optimal schedule) มีข้อจำกัดในการคำนวณและการใช้งาน ซึ่งนำไปสู่การที่ไม่สามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้ หากไม่มีการนำฮิวริสติกมาใช้แทนวิธีการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดและหากไม่มีการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบเพื่อตอบสนองความไม่แน่นอนที่พบในการผลิตจริง ในสภาพแวดล้อมของการผลิตจริงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และมักมีเหตุการณ์ไม่คาดคิดเกิดขึ้น ดังนั้นการจัดตารางการผลิตในทางปฏิบัติจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้สอดคล้องกับความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น จึงถือได้ว่าการจัดตารางการผลิตเป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่องและต้องเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ของการผลิตจริง โดยใช้หลักการและแนวความคิดในการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ (Interactive Scheduling)

การจัดตารางการผลิตเพื่อตอบสนองความไม่แน่นอนในการผลิตจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลย้อนกลับจากการผลิตจริงที่แตกต่างไปจากข้อมูลที่ใช้จัดตารางการผลิตครั้งแรก โดยมีวิธีการจัดตารางการผลิตตามข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไป 2 วิธี วิธีการแรกคือ การจัดตารางการผลิตขึ้นมาใหม่ วิธีการที่สองเป็นการปรับเปลี่ยนตารางการผลิตเดิมให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนไปสำหรับวิธีการแรกมีข้อดีคือ ทำให้ได้ตารางการผลิตที่เป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด แต่มีข้อเสียคือ ต้องใช้เวลาในการคำนวณเพื่อจัดตารางการผลิตใหม่ ดังนั้นการจัดตารางการผลิตจึงมักเป็นไปตามหลักการที่จะไม่

มีการสร้างตารางการผลิตใหม่บ่อยครั้ง แต่มีการปรับเปลี่ยนตารางการผลิตให้สอดคล้องกับความเป็นจริง และจัดตารางการผลิตใหม่ตามรอบระยะเวลาการจัดตารางการผลิต (Smith, 1994)

2.2.8 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดการส่งมอบงานล่าช้า

เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพ 7 QC Tools โดยเป็นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อหาแนวทางแก้ไข วิธีการวิเคราะห์โดยหลัก 4 M ได้แก่

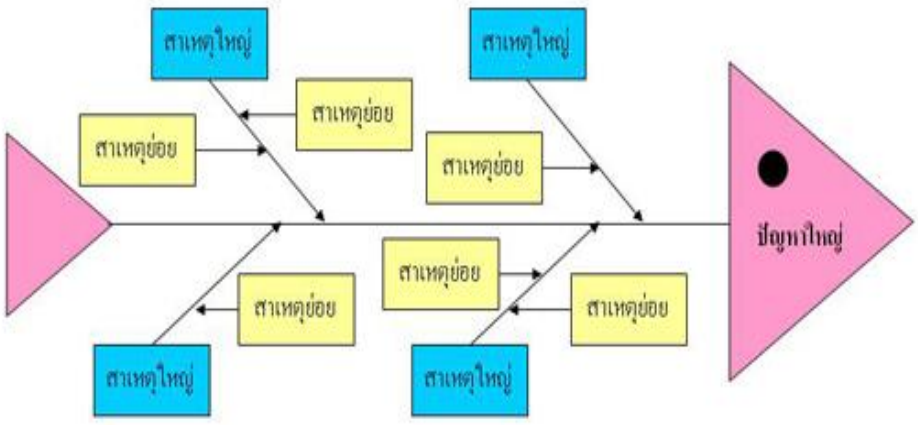
M - Man คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร

M - Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก

M - Material วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ

M - Method กระบวนการทำงาน

ซึ่งจะนำปัญหาหลักไว้ที่หัวปลาโดยจะระดมความคิดจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหาหลักที่เกิดขึ้นโดยจะเน้นที่ปริมาณความคิดของปัญหามากกว่าคุณภาพเพื่อจะแตกปัญหาใหญ่ให้กลายเป็นปัญหาย่อยโดยใช้คำถามว่า “ทำไม?” จากนั้นก็จะแก้จากปัญหาย่อยกลับไปสู่ปัญหาใหญ่และกำหนดแนว ทางในการแก้ไขปัญหาหลักต่อไป



ภาพที่ 2.1 ผังก้างปลาแสดงการวิเคราะห์และหาสาเหตุของปัญหา

2.2.9 วิธีการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ

เป้าหมายที่สำคัญในการวางแผนการผลิตคือ การตอบสนองความต้องการของลูกค้าอย่างรวดเร็วและสามารถส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าได้ทันเวลา การจัดตารางการผลิตด้วย วิธีการที่มีประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตบรรลุเป้าหมายดังกล่าว โดยสามารถพยากรณ์เวลาที่งานแล้วเสร็จและคาดการณ์อุปสรรคและปัญหาเกี่ยวกับการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าไม่ทันเวลา ซึ่งการที่สามารถคาดการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ล่วงหน้าจะทำให้ผู้ผลิตเตรียมวิธีการแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงที

กฎการจัดตารางการผลิตที่นำไปใช้มากในอุตสาหกรรมได้แก่ กฎการจัดลำดับความสำคัญ (priority rule) เช่น กฎ EDD ซึ่งเลือกทำขั้นตอนการทำงานของงาน (job) ที่กำหนดส่งมอบมาถึงก่อน หรือกฎ SPT ซึ่งเลือกทำขั้นตอนการทำงานที่มีเวลาการทำงานสั้นที่สุด Iskander (1977) รวบรวมกฎเหล่านี้ถึง 100 กฎ รวมถึงกฎที่ประกอบด้วยกฎพื้นฐานต่างๆ

การจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบเป็นการควบคุมและเฝ้าติดตามการนำตารางการผลิตไปใช้ และเปลี่ยนแปลงตารางการผลิตตามประสบการณ์ของผู้จัดตารางการผลิตหรือเพื่อตอบสนองเหตุการณ์ที่คาดไม่ถึงซึ่งเกิดขึ้นในการผลิตจริง ในการจัดตารางการผลิตต้องพิจารณาประสิทธิภาพในการคำนวณของกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่สามารถตอบสนองเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการผลิต และต้องเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพการผลิตที่ดีขึ้นกับเวลาและค่าใช้จ่ายในการจัดตารางการผลิต (Kerr and Szelke, 1994)

แม้ว่าการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต แต่งานวิจัยทางด้านนี้ยังคงมีน้อย เนื่องจากการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบเป็นปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อนมากและวิธีการพื้นฐานไม่สามารถนำมาใช้ได้

สถาบัน Robotics Institute of Carnegie Mellon University ได้เสนอระบบการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบซึ่งเป็นที่แพร่หลาย (Hasle and Smith, 1995) คือ ระบบ OPIS ซึ่งมีการพัฒนาต่อมาจากระบบ ISIS (Fox, 1994) โดยใช้การพิจารณาเงื่อนไขต่างๆ ในการผลิต ระบบการจัดตารางการผลิตใช้ฮิวริสติกเพื่อหาตารางการผลิตที่เหมาะสมโดยตัดสินว่า สอดคล้องกับเงื่อนไขต่างๆ อย่างเหมาะสมหรือไม่ ถ้ามีเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดเกิดขึ้นระบบจะพยายามปรับตารางการผลิตเพื่อไม่ให้ขัดแย้งกับเงื่อนไขใหม่และมีการประเมินประสิทธิภาพของการปรับตารางการผลิต

อย่างไรก็ตามระบบไม่รับประกันว่าการปรับเปลี่ยนตารางการผลิตแล้วจะทำให้ตารางการผลิตมีประสิทธิภาพดีขึ้น

ระบบการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบที่พัฒนาต่อมาคือ ระบบ DAS (Burke and Prosser, 1991) ระบบ DAS มีระบบที่เป็นลำดับขั้นในการควบคุมประสิทธิภาพของการผลิตสำหรับงาน (job) และทรัพยากร (resource)

ในการประเมินประสิทธิภาพของตารางการผลิต ผู้จัดตารางการผลิตไม่สามารถพิจารณาทุกๆแง่มุมที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพของตารางการผลิต เนื่องจากสภาพแวดล้อมในระบบการจัดตารางการผลิตในอุตสาหกรรมมีความซับซ้อนมาก และมีตัววัดเชิงปริมาณมากมายที่ไม่สามารถวัดได้ ความยุ่งยากซับซ้อนเกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมในการผลิตที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่น จำนวนเครื่องจักรมีการเปลี่ยนแปลง และการปรับเปลี่ยนวัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิต ดังนั้นระบบการจัดตารางการผลิตที่ดีจึงต้องสามารถปรับเปลี่ยนได้ง่ายและสามารถควบคุมโดยผู้จัดตารางการผลิต แม้ว่าระบบการจัดตารางการ ผลิตจะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจให้กับผู้จัดตารางการผลิต แต่ความรับผิดชอบยังอยู่ที่ผู้จัด ตารางการผลิต โดยผู้จัดตารางการผลิตสามารถเลือกได้ว่า จะให้ระบบจัดตารางการผลิตโดยอัตโนมัติหรือจัดตารางการผลิตด้วยผู้จัดตารางการผลิตเองในลักษณะการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ และผู้จัดตารางการผลิตสามารถเปลี่ยนแปลงตารางการผลิตซึ่งสร้างมาจากระบบการจัดตารางการผลิตโดยระบบจะแสดงประสิทธิ ภาพหลังการเปลี่ยนแปลงเพื่อเป็นการเปรียบเทียบ

2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Chatpon Mongkalig (2548) ได้ทำการวิจัยโดยออกแบบและสร้างโปรแกรมที่ใช้ในการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ (Interactive Production Scheduling and Sequencing) ซึ่งโปรแกรมที่ประยุกต์ใช้ทฤษฎีของการจัดตารางการผลิตสำหรับการผลิตแบบสั่งเป็นงานๆ (Job Shop Scheduling) และมีส่วนของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่สามารถใช้วิธีการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบได้ ในโปรแกรมการจัดตารางการผลิตมีกฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ใช้ในโปรแกรมทั้งหมด 28 วิธี

จากการทดลองจัดตารางการผลิตโดยมีงาน 10 งาน ขั้นตอนการทำงาน 5 ขั้นตอน และเครื่องจักร 10 เครื่อง จำนวน 10 ชุดการทดลอง โดยใช้กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตแบบต่างๆ จำนวน 18 วิธี เมื่อพิจารณาจากตัววัดผลทั้ง 4 ตัว ได้แก่ จำนวนงานล่าช้า เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย เวลาสายของงานโดยเฉลี่ย และเวลาที่งานที่เสร็จช้าที่สุดในการจัดตารางการผลิตแต่ละรอบแล้วเสร็จ (Makespan) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของตารางการผลิต คือ วิธีการจัดตางการผลิต กฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิต และปัจจัยร่วมของทั้งสองปัจจัย กฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ได้ตารางการผลิตที่มีจำนวนงานล่าช้าน้อยที่สุด เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยน้อยที่สุด และเวลาสายของงานโดยเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ วิธีการจัดตางการผลิตแบบแอคทีฟโดยใช้วิธีบรานช์แอนด์บาวด์โดยไม่มีการคำนวณย้อนกลับด้วยวิธีการหาโลเวอร์บาวด์แบบใหม่ที่เสนอ

ธนกฤต แก้วนุ้ย (2549) หากฎและวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา โดยการนำเอากระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process, AHP) ซึ่งเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making, MCDM)

ณัฏฐกิตติ์ มุสิกเจริญ / ฉัตรชัย ทองสุข / ธีรพล อติชาดศรีสกุล (2549) วิเคราะห์หาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมสำหรับแผนกพ่นสีของโรงงานเฟอร์นิเจอร์เหล็ก เพื่อตอบสนองต่อความต้องการรูปแบบผลิตภัณฑ์ข้อกำหนด ปริมาณที่หลากหลายของลูกค้า และสามารถตอบสนองความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นในการผลิตได้ รวมถึงสามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้าว่าผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ ที่ลูกค้าแต่ละรายสั่งซื้อนั้นสามารถผลิตได้สำเร็จทันเวลาส่งมอบที่ลูกค้ากำหนดได้หรือไม่

ณัฐวร ยมพูล เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์ (2550) งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการจัดตารางการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการวางแผนผลิตของเครื่องจักรแบบขนานที่ไม่สัมพันธ์กัน หรือมีความสามารถด้านการผลิตแตกต่างกัน โดยได้พัฒนาวิธีการจัดตารางการผลิตเพื่อให้เวลาล่าช้ารวมต่ำที่สุด ด้วยวิธีการแก้ปัญหาแบบหลายขั้นตอน (Multi-phase methodology) ในขั้นตอนแรกเป็นการแบ่งกลุ่มงาน (Allocation) มอบหมายงานให้เครื่องจักร โดยการใช้กฎการจ่ายงาน (Dispatching Rules) ด้วยการใช้เกณฑ์วันกำหนดส่ง (EDD : Early Due Date) ข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ และความ

สำคัญของลูกค้าเป็นเกณฑ์ในการจัดมอบงาน ขั้นที่สองเป็นการจัดลำดับงาน (Assigning) โดยวิธีการค้นหาแบบตาบู (Tabu Search) ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของการจัดตารางการผลิต ซึ่งในการสร้างคำตอบตั้งต้นหรือคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดนั้นได้ใช้การหาคำตอบข้างเคียง (Neighborhood Search) โดยใช้การสลับงาน (Swap Pairwise Interchange) และได้ประยุกต์วิธีการในการทดลองข้อมูลที่มีลักษณะการกระจายตัวเป็นแบบปกติซึ่งอยู่ในช่วงงานที่ 70-90 งาน ช่วง 91-110 งาน ช่วง 111-130 งาน และช่วง 131-150 งาน สำหรับโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่เป็นกรณีศึกษา

สมโภชน์ แซ่น้ำ (2542) ได้ทำการวิจัยและนำเสนอการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบภายใต้เงื่อนไขการผลิตที่มีความไม่แน่นอน โดยศึกษาผลกระทบของความไม่แน่นอนและหาวิธีจัดการกับความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลองพร้อมผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1) การจัดตารางการผลิตโดยปราศจากความไม่แน่นอน พบว่ากฎและวิธีการจัดตารางการผลิตมีผลต่อประสิทธิภาพการผลิต โดยกฎและวิธีการจัดตารางผลิตที่ให้ประสิทธิภาพโดยรวมดี คือ กฎ SMT ด้วยวิธีการจัดตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์

2) การศึกษาถึงผลกระทบของความไม่แน่นอน 8 ประเภท คือ การเพิ่มจำนวนการผลิต การขาดแคลนวัตถุดิบ พนักงานหยุดงานและเลื่อนเวลาส่งมอบให้เร็วขึ้น จะส่งผลกระทบทำให้ประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมเลวลง ส่วนการยกเลิกงานการลดจำนวนการผลิต และการเลื่อนเวลาส่งมอบให้ช้าลง จะส่งผลกระทบให้ประสิทธิภาพตารางการผลิตโดยรวมดีขึ้น

3) การศึกษาหาวิธีจัดการกับความไม่แน่นอนทำการพิจารณาวิธีการจัดการกับความไม่แน่นอน 3 วิธี คือ กฎ SMT LWKR STPT ด้วยวิธีการจัดตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ และการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ พบว่า ทั้ง 3 วิธีให้ประสิทธิภาพในการจัดการกับความไม่แน่นอนไม่ต่างกัน และให้ประสิทธิภาพโดยรวมดีขึ้น

สุรสิทธิ์ โสภณชัย (2543) ได้ทำการวิจัยและนำเสนอการจัดตารางการผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์แบบใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสำหรับอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ โดยได้ทำการศึกษาเพื่อหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการจัดตารางการผลิต คือ ให้ค่าเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยต่ำที่สุด ได้นำทฤษฎีการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งมา

ประยุกต์ใช้ด้วยวิธีการจัดตารางการผลิตแบบนอนดีเลย์ร่วมกับวิธีการเชิงฮิวริสติก โดยนำเอากฎเกณฑ์ฮิวริสติก 5 วิธี ได้แก่ EDD SLACK SLACK/RO SMT SPT มาทำการทดสอบกับข้อมูลการผลิตจริงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จัดทำขึ้น

ผลการทดลองพบว่ากฎเกณฑ์ฮิวริสติกแบบ EDD เป็นวิธีการจัดตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลการผลิตเก่า ได้ค่าเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยลดลง 29% จำนวนงานล่าช้าลดลง 40% และค่าเวลาสายของงานโดยเฉลี่ยลดลง 61% โดยสรุปแล้วระบบนี้สามารถช่วยลดความต้องการทักษะในการจัดลำดับงานของหัวหน้าคนงาน ลดระยะเวลาในการวางแผนการผลิต และได้แผนตารางการผลิตที่มีความถูกต้องแม่นยำสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการจัดตารางการผลิต