

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

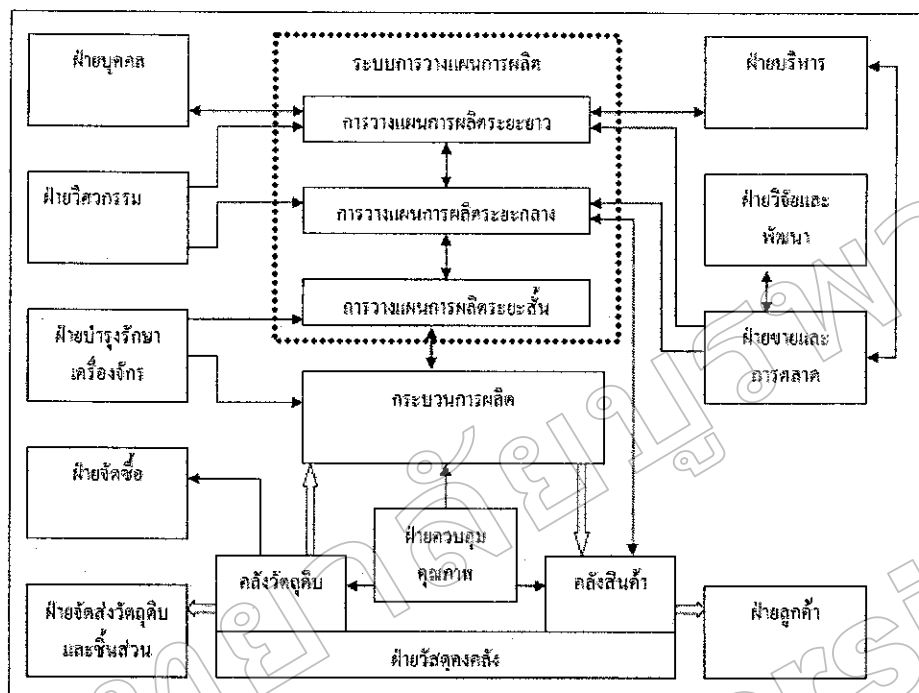
ในบทนี้รวบรวมทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาถึงการตัดสินใจจัดตารางการผลิตเพื่อจัดลำดับงานให้ครอบคลุมถึงกิจกรรมการจัดเตรียมวัตถุดิบ โดยเริ่มจากความสำคัญของการวางแผนและควบคุมการผลิต การวางแผนการผลิต แนวทางในการปรับปรุงแผนการผลิต หลักเกณฑ์พื้นฐานในการตัดสินใจจัดตารางการผลิต การจัดตารางการผลิตของงาน  $n$  งานให้กับหน่วยผลิต 1 หน่วย การจัดตารางการผลิตของงาน  $n$  งานให้กับหน่วยผลิต  $m$  หน่วย การจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งทั่วไป การควบคุมตารางการผลิต การดำเนินงานของคลังสินค้า และผลงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิตด้วย Heuristic Approach

#### ความสำคัญของการวางแผนและควบคุมการผลิต

การวางแผนและควบคุมการผลิตมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้รับประโยชน์สูงสุดจากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด และให้เป็นที่น่าสนใจแก่ความต้องการของลูกค้า ความหมายของทรัพยากรในที่นี้รวมหมายถึงถึงอำนาจความสะดวกในการผลิต เช่น เครื่องจักรและอุปกรณ์ แรงงาน และวัตถุดิบการใช้ประโยชน์สูงสุดจากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดนั้นเป็นหน้าที่ของผู้บริหารโรงงาน โดยผ่านหน้าที่ของฝ่ายวางแผนและควบคุมการผลิตซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ การวางแผน การกำหนดงานการวิเคราะห์ การควบคุมสินค้าคงคลัง และการควบคุมการดำเนินงานการผลิต

#### การวางแผนการผลิต

พื้นฐานของงานด้านการวางแผนการผลิตนั้นมีโครงสร้างที่สามารถพิจารณาได้อย่างเป็นระบบ ระบบงานนี้จะมีการไหลเวียนของข้อมูลด้านการผลิตเกิดขึ้นโดยที่ข้อมูลดังกล่าวนี้จะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับทุกหน่วยงานในองค์กรและเป็นกลไกสำคัญสำหรับการควบคุมการดำเนินงานด้านการผลิตซึ่งแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 2-1 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของระบบการวางแผนการผลิตและการไหลเวียนของข้อมูล



ภาพที่ 2-1 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของระบบการวางแผนการผลิตและการไหลเวียนของข้อมูล

จากภาพที่ 2-1 ลูกศรเส้นเดียวแสดงถึงการไหลเวียนของข้อมูลที่เป็นและหน้าที่ที่แต่ละหน่วยงานจะต้องมีส่วนเกี่ยวข้อง ส่วนลูกศรคู่ขนานแสดงถึงการไหลเวียนของวัสดุเริ่มตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบจนกระทั่งส่งมอบให้ลูกค้า วัสดุในที่นี้หมายถึงวัตถุดิบและชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต รวมถึงสินค้าที่เสร็จสมบูรณ์ ทั้งนี้เมื่อพิจารณากรอบของระบบการวางแผนการผลิตจากภาพที่ 2-1 จะพบว่า การวางแผนการผลิติดังนั้นมีลำดับขั้นที่สามารถแยกย่อยได้ตามช่วงเวลา คือการวางแผนการผลิตระยะยาว ระยะกลาง และระยะสั้น ซึ่งในแต่ละลำดับขั้นนั้นก็จะจะมีจุดประสงค์และหัวข้อที่เป็นองค์ประกอบของการวางแผนแตกต่างกัน ดังนี้

1. การวางแผนการผลิตระยะยาว (Long-Term Production Planning) หมายถึงการวางแผนการผลิตในช่วงเวลามากกว่า 1 ปี ขึ้นไป โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ระหว่าง 3-5 ปี ซึ่งเป็นการวางแผนระดับกลยุทธ์ (Strategic Level) โดยมีจุดประสงค์เพื่อการตัดสินใจในการเตรียมความพร้อมด้านกำลังการผลิตสำหรับการดำเนินการในการวางแผนการผลิตระยะกลาง

2. การวางแผนการผลิตระยะกลาง (Mid-Term Production Planning) หมายถึงการวางแผนการผลิตในช่วงเวลาระหว่าง 1-12 เดือน ข้างหน้าซึ่งเป็นการวางแผนระดับการจัดการ (Managerial Level) มีจุดประสงค์เพื่อจัดสรรการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้สามารถเกิดผลอย่างเต็มที่ในกระบวนการผลิต คำว่าทรัพยากรในที่นี้หมายถึงสิ่งที่เป็นปัจจัยสำหรับการผลิต

3. การวางแผนการผลิตระยะสั้น (Short-Term Production Planning) หมายถึงการวางแผนการผลิตที่มีช่วงเวลาเป็นรายสัปดาห์หรือรายวัน ขึ้นอยู่กับปริมาณงานและความซับซ้อนของกระบวนการผลิต เป็นการวางแผนระดับปฏิบัติการที่มีจุดประสงค์เพื่อจัดเตรียมกำหนดเวลาในการทำงานให้กับทรัพยากรการผลิตที่เกี่ยวข้อง โดยการวางแผนการผลิตระยะสั้นนี้จะมุ่งเน้นเรื่องการจัดตารางการผลิต (Production Scheduling) เป็นหลัก ซึ่งถือเป็นลำดับขั้นสุดท้ายของระบบการวางแผนการผลิต โดยจะต้องมีความยืดหยุ่นตัวได้ค่อนข้างสูงเพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ของกระบวนการผลิต

### แนวทางในการปรับปรุงแผนการผลิต

แนวทางการปรับปรุงการวางแผนการผลิตระยะยาว โดยการใช้เทคนิคในการพยากรณ์ด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ร่วมกับการใช้ดุลพินิจของผู้มีประสบการณ์ประกอบกับวัตถุประสงค์ในการลดความคลาดเคลื่อนของอุปสงค์ที่มีความผันแปรจากลูกค้า และความสามารถในการผลิตที่จะมีการเตรียมการไว้สำหรับอนาคต การตัดสินใจในเรื่องของกำลังการผลิตจะต้องมีความน่าเชื่อถือและดำเนินไปอย่างมีหลักการซึ่งมีขั้นตอนที่สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ทำการประเมินกำลังการผลิตที่ต้องการในช่วงเวลา 3-5 ปี ข้างหน้าให้สอดคล้องกับปริมาณอุปสงค์จากการพยากรณ์
2. กำหนดช่องว่าง (Define Gaps) ระหว่างค่าประมาณของกำลังการผลิตที่ต้องการกับกำลังการผลิต
3. กำหนดทางเลือก (Define for Alternative) เพื่อแก้ไขปัญหาของช่องว่างดังกล่าว
4. พิจารณาทางเลือกโดยใช้เทคนิคการตัดสินใจ (Decision Technique) มาประเมินเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด

กลยุทธ์ที่ใช้สำหรับการวางแผนกำลังการผลิตระยะยาวสามารถพิจารณาได้ ดังนี้

1. การใช้เทคนิคสำรองขนาดกำลังการผลิต (Sizing Capacity Sparring Technique)
2. การใช้ทฤษฎีของข้อจำกัด (Theory of Constraint)
3. กลยุทธ์เรื่องเวลาและการขยายตัว (Timing and Expansion Strategy)

แนวทางการปรับปรุงการผลิตระยะกลางเป็นการใช้เทคนิคการพยากรณ์โดยใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของอุปสงค์ที่มีความผันแปรจากลูกค้า ซึ่งสามารถวิเคราะห์เป็นแบบรายเดือนหรือรายไตรมาสได้กำหนดวิธีการเพื่อปรับปรุงแผนการผลิต เพื่อให้สามารถคงสถานการณ์ทางการผลิตภายใต้ข้อกำหนดที่มีอยู่ได้ ซึ่งโดยทั่วไปมีวิธีที่นำมาปฏิบัติอยู่ 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 คือ การปรับเปลี่ยนแผนการผลิตโดยวิธีเฉลี่ยน้ำหนัก (Weighted Average Method)

วิธีที่ 2 คือ การปรับระดับสม่ำเสมอ (Leveling Method)

กลยุทธ์ที่ใช้สำหรับการวางแผนกำลังการผลิตระยะกลางสามารถพิจารณาได้ดังนี้

1. กลยุทธ์การไล่ตาม (Chase Strategy) และกลยุทธ์การรักษาระดับ (Level Strategy)

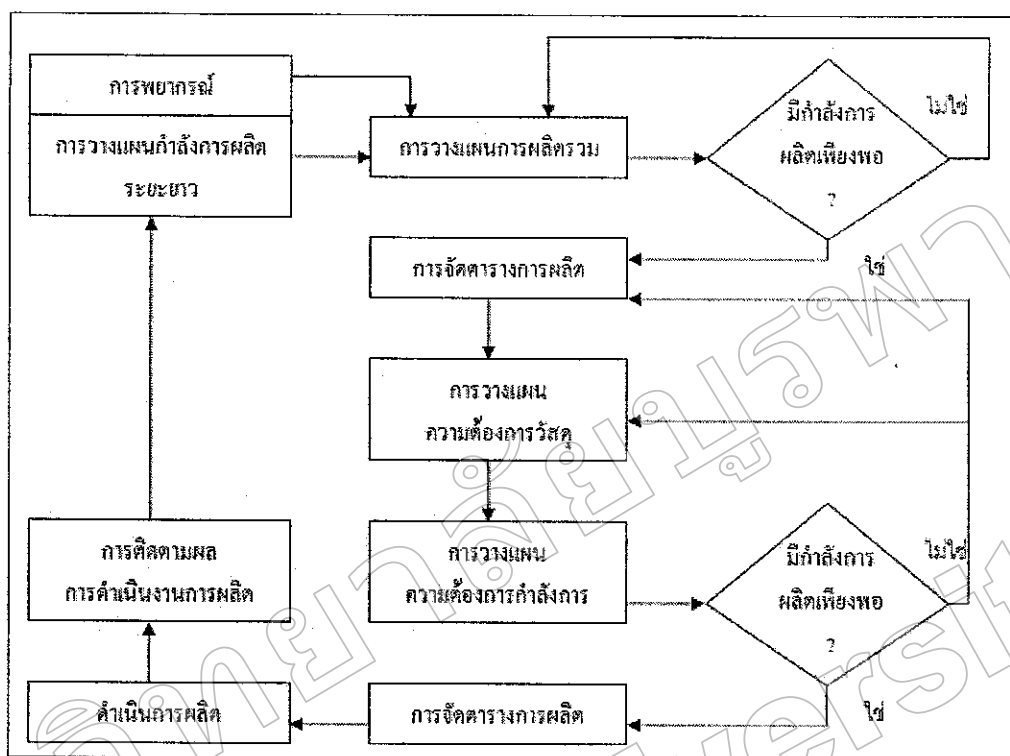
สำหรับการวางแผนการผลิตรวม

2. การใช้เทคนิคในการใช้ของหมด (Run-Out Time Technique) และ การใช้เทคนิคในการผลิตจำนวนมากไว้ก่อน เพื่อให้ต้นทุนต่อหน่วยต่ำสำหรับการจัดตารางการผลิตหลัก

3. การใช้เทคนิคการกำหนดขนาดของการผลิตแต่ละคราว (Lot Sizing Technique) สำหรับการ จัดตารางการผลิต

แนวทางการปรับปรุงการวางแผนการผลิตระยะสั้น โดยการใช้เทคนิคจัดสมดุลในสายการผลิตเพื่อรองรับผลกระทบจากปัญหาด้านปัจจัยการผลิตที่ไม่มีเสถียรภาพ การใช้หลักเกณฑ์ในการกำหนดงานสำหรับการจัดตารางการผลิตเพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในแต่ละสถานงานหรือหน่วยผลิต การใช้หลักเกณฑ์ของการจัดลำดับงานอย่างมีเหตุผล (Heuristic Approach) ประกอบกับการพิจารณาสถานะของกระบวนการผลิตบนพื้นฐานของความเป็นจริงเพื่อลดผลกระทบจากการปรับแผนการผลิตในระยะกลาง

แนวทางการปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิตในแต่ละลำดับขั้นมีความเชื่อมโยงกันได้ทั้งระบบ ซึ่งสามารถสรุปเป็นภาพรวมได้ดังภาพที่ 2-2 แสดงความเชื่อมโยงของการปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิต



ภาพที่ 2-2 แสดงความเชื่อมโยงของการปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิต

### หลักเกณฑ์พื้นฐานในการตัดสินใจจัดตารางการผลิต

การจัดตารางการผลิตเป็นการจัดสรรทรัพยากรการผลิตไม่ว่าจะเป็นแรงงาน เครื่องจักร หรือสิ่งอำนวยความสะดวก ให้ดำเนินการผลิตตามที่ได้รับมอบหมายภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งรับช่วงต่อมาจากการวางแผนความต้องการวัสดุ (MRP) และการวางแผนความต้องการกำลังการผลิต (CRP) ทั้งการจัดตารางการผลิตจะเกี่ยวข้องกับเรื่องการทำงาน (Job Order) และการจัดลำดับงาน (Job Sequencing) ให้กับแต่ละหน่วยงาน การจัดตารางการผลิตเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการผลิตทั้งแบบต่อเนื่องและแบบกลุ่มรวมถึงแบบไม่ต่อเนื่อง เพราะต้องจัดสรรทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่ใช้สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด ดังนั้นจึงต้องใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ทั้งด้านแรงงานคนและเครื่องจักร อุปกรณ์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจากการวิเคราะห์ระบบการวางแผนการผลิตทั้งหมด จะพบว่าในการวางแผนการผลิตแต่ละลำดับขั้นนั้นต้องมุ่งเน้นในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่ให้เกิดผลสูงสุด ซึ่งจะต้องมีการติดตามตรวจสอบผลลัพธ์การผลิตจริงที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามแผนการผลิตหรือไม่ โดยการประสานงานและสื่อสารข้อมูลที่จำเป็นระหว่างหน่วยงาน หากมีปัญหาใดเกิดขึ้นก็อาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนแผนการผลิตให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่

เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้เพื่อให้กระบวนการผลิตสามารถดำเนินการภายใต้ข้อกำหนดต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการจัดตารางการผลิตเพื่อแก้ปัญหาในการจัดลำดับงานนั้นทำได้หลายวิธี วิธีที่ง่ายที่สุดคือไม่สนใจปัญหาแล้วจัดลำดับงานแต่ละงาน โดยวิธีสุ่ม แต่สำหรับวิธีที่มีผู้นิยมใช้กันบ่อยมากที่สุดคือ วิธีสุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristic Approach) วิธีนี้มักจะ ไม่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดแต่ให้ผลลัพธ์ที่ดี โดยวิธีการแก้ไขปัญหามีเหตุผล ผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปได้ในทางปฏิบัติและใช้เวลาในการแก้ปัญหาไม่มากนัก ในกรณีที่ปัญหามีปัญหาการจัดตารางการผลิตมีความแน่นอน เช่น เวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอนคงที่ (ในทางปฏิบัติมักจะมีความเบี่ยงเบนสูง การประเมินเวลาที่ใช้มักจะอยู่ในรูปของค่าเฉลี่ย) อาจจะใช้หลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาผลลัพธ์ที่สมบูรณ์แบบที่สุดตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้ อย่างไรก็ตามถ้าแผนการจัดตารางการผลิตที่สมบูรณ์แบบเป็นไปไม่ได้หรือเป็นไปได้ยาก ก็ย่อมต้องการแผนการจัดตารางการผลิตที่ใกล้เคียงกับแผนที่สมบูรณ์แบบนั้น

วัตถุประสงค์ในการกำหนดตารางการผลิต คือ

1) เพิ่มประโยชน์การใช้งานของหน่วยงาน ซึ่งก็คือการลดช่องว่างงานของหน่วยงาน สำหรับกรณีที่มีการกำหนดจำนวนงานที่แน่นอน เพอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ของหน่วยงานจะเป็นสัดส่วนกลับกับเวลาที่ต้องการใช้ในการทำงานชุดนั้นให้เสร็จทั้งหมด เวลาที่กล่าวถึงนี้หมายถึง ช่วงกว้างของเวลานับตั้งแต่เริ่มงานแรกจนกระทั่งเสร็จสิ้นงานสุดท้าย ในกรณีปัญหาดังกล่าวนี การปรับปรุงเพอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์หน่วยงานสามารถทำได้โดยการกำหนดตารางการผลิตที่ทำให้ช่วงกว้างเวลาลดลง

2) ลดการสะสมของงานในระหว่างงานต่อหน่วยงาน (In Process Inventory) ซึ่งหมายถึง การพยายามลดจำนวนงานโดยเฉลี่ยที่กักขังอยู่ในคิวในขณะที่งานนั้นกำลังทำงานอื่นอยู่ ถ้าช่วงกว้างของเวลาการทำงานทั้งหมดคงที่ (Makespan) วิธีการจัดลำดับที่ลดเวลาเฉลี่ยของงานที่อยู่ในระบบจะสามารถลดค่าเฉลี่ยของงานที่รออยู่ระหว่างหน่วยงาน

3) ลดจำนวนงานที่เสร็จช้ากว่ากำหนด หรือพยายามทำให้ใบสั่งงานทุกใบเสร็จในระยะเวลาที่กำหนดไว้

หลักเกณฑ์ต่างๆตามวิธีสุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristic Approach) ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เป็นหลักเกณฑ์พื้นฐานที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้แก่

1. รับก่อนทำก่อนหรือ FCFS (First Come - First Served) กล่าวคือ งานที่เข้ามาที่หน่วยงานหรือเครื่องจักรจะเข้าแถวคอยรับบริการตามลำดับก่อนหลังของการมาถึงที่หน่วยงาน

2. งานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก่อนหรือ SPT (Shortest Processing Time) คืองานใดที่ใช้เวลาการทำงานน้อยที่สุดจะได้รับการจัดเข้าเป็นอันดับแรก งานที่ใช้เวลาน้อยถัดไปก็เป็นอันดับที่ 2, 3 และ 4 จนกระทั่งถึงอันดับที่  $k$  เมื่อ  $k$  คือจำนวนงานทั้งหมดที่คอยอยู่

3. งานที่ใช้เวลานานที่สุดก่อนหรือ LPT (Longest Processing Time) งานที่ใช้เวลาในการทำงานมากที่สุดจะได้รับการจัดเข้าเครื่องจักรก่อน

4. งานที่จะถึงวันกำหนดส่งเร็วที่สุดก่อนหรือ EDD (Earliest Due Date)

5. งานขึ้นที่มีเวลาเหลือสำหรับการทำงานน้อยที่สุดก่อนหรือ LSF (Minimum Slack Time or Least Slack First) ในกรณีขึ้นงานนั้นจะต้องผ่านหลายหน่วยงาน ให้ใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยของค่า Slack ที่เกิดขึ้นบนแต่ละหน่วยงาน สำหรับค่า Slack ของงานจะหาได้จากการเอาเวลาที่จะต้องให้ทั้งหมดบนหน่วยผลิตที่ต้องผ่านลบออกจากเวลาที่จะถึงกำหนดส่งงานหารด้วยจำนวนหน่วยงานที่งานนั้นจะต้องผ่าน

6. เข้าทีหลังทำก่อนหรือ LCFS (Last Come First Serve) งานที่เข้ามาในหน่วยงานหลังสุดจะได้รับการจัดเข้าเครื่องจักรก่อนงานอื่น

หลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นนี้มีผลดีผลเสียแตกต่างกันไปตามสภาพของเงื่อนไขและสภาพแวดล้อมของการผลิต ในบางสถานการณ์หลักเกณฑ์หนึ่งอาจจะให้ผลลัพธ์ที่ดีในวัตถุประสงค์หนึ่ง แต่อาจจะมีผลเสียในอีกวัตถุประสงค์หนึ่ง ดังนั้นก่อนที่จะนำหลักเกณฑ์เหล่านี้ไปใช้ควรที่จะศึกษาว่าวิธีการใดจะให้ผลลัพธ์อย่างไร และเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของงานที่จะทำหรือไม่

ปัญหาการจัดการตารางการผลิตในสภาพความเป็นจริงนั้นค่อนข้างจะซับซ้อนมาก ไม่ใช่เป็นเรื่องง่ายที่จะทำให้ผลลัพธ์ที่ออกมาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ทั้งนี้เพราะเวลาที่ใช้ในการเตรียมหรือติดตั้งเครื่องจักรเครื่องมือ (Setup Times) เพื่อทำการเฉพาะอย่างแปรเปลี่ยนไปตามขั้นตอนของการปฏิบัติงานและไม่ทราบแน่นอน เครื่องมือต่าง ๆ ที่มีอยู่โดยปกติจะมีอยู่หลายชนิดมากบ้างน้อยบ้างแต่ก็จะมีความต้องการใช้งานที่คาบเกี่ยวกัน (Overlap) ปัญหาดังกล่าวนี้การใช้หลักเกณฑ์ของวิธีสุ่มอย่างมีเหตุผล (Heuristic) ในการจัดการตารางผลิตจะเป็นประโยชน์ในการเน้นให้เห็นถึงวิธีการที่จะให้ได้คำตอบของปัญหาที่มีความซับซ้อน

### **การจัดการตารางผลิตของงาน $n$ งานให้กับหน่วยผลิต 1 หน่วย (Scheduling $n$ Tasks on one Processor)**

ปัญหาการจัดการตารางผลิตแบบง่ายที่สุดจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีกลุ่มของงานกลุ่มหนึ่งกำลังคอยรับบริการจากเครื่องจักร ในขณะที่เครื่องจักรที่พร้อมจะให้บริการได้มีอยู่เครื่องเดียว เวลา

ที่ใช้ปฏิบัติงานบนหน่วยงานและเวลากำหนดส่งงานจะต้องรู้และจะไม่ขึ้นกับลำดับขั้นตอนของงาน การเลือกจัดลำดับโดยวิธีการใดก็ตามจะมีผลต่อเวลาแล้วเสร็จของงานแต่ละงาน แต่ช่วงกว้าง (Makespan) ของเวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมดไม่ว่าจะจัดลำดับอย่างไรจะมีค่าคงที่ ซึ่งช่วงกว้างของเวลาทำงานทั้งหมดนี้จะเท่ากับผลรวมของเวลาปฏิบัติงานบนหน่วยงานทั้งหมด

**ทฤษฎีที่ 1** ถ้าจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต 1 หน่วย โดยใช้หลักเกณฑ์ของเวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิตน้อยที่สุดทำก่อน จะทำให้เวลาเฉลี่ยที่ขึ้นงานอยู่ในระบบน้อยที่สุด (The SPT Rule to Minimize Mean Flow Time on One Processor) เมื่อต้องการจัดตารางการผลิตให้กับงาน  $n$  งานบนหน่วยผลิตหน่วยเดียว เวลาเฉลี่ยขึ้นงานอยู่ในระบบจะน้อยที่สุดก็ต่อเมื่อทำการจัดลำดับงานที่ใช้เวลาในการปฏิบัติงานบนหน่วยผลิตน้อยที่สุดก่อน (Shortest Processing Time: SPT)

**ทฤษฎีที่ 2** ถ้าจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต 1 หน่วย โดยใช้หลักเกณฑ์ของ WSPT จะทำให้เวลาเฉลี่ยงานอยู่ในระบบต่อหน่วยน้ำหนักน้อยที่สุด (The WSPT Rule for Minimizing Weighted Mean Flow Time on One Processor) เมื่อต้องการจัดตารางการผลิตให้กับงาน  $n$  งานบนหน่วยผลิต 1 หน่วย เมื่อ  $i$  แต่ละงานมีน้ำหนักค่าความสำคัญค่าหนึ่ง ( $w_i$ ) เวลาเฉลี่ยงานอยู่ในระบบต่อหน่วยน้ำหนักจะน้อยที่สุด

**ทฤษฎีที่ 3** ถ้าจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต 1 หน่วย โดยใช้หลักเกณฑ์ของ SPT จะทำให้ค่าเฉลี่ยของเวลาเบี่ยงเบนน้อยที่สุด (The SPT Rule for Minimize Mean Lateness on Processor) เมื่อทำการจัดตารางการผลิตให้กับงาน  $n$  งานบนหน่วยผลิต 1 หน่วย ค่าเฉลี่ยของเวลาเบี่ยงเบนสามารถจะให้น้อยที่สุดได้

**ทฤษฎีที่ 4** ถ้าจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต 1 หน่วย โดยใช้หลักเกณฑ์ของ EDD จะทำให้ค่าเวลาเบี่ยงเบนสูงสุดของงานน้อยที่สุด (The EDD Rule for Minimizing Max Lateness on One Processor) เมื่อต้องการจัดตารางการผลิตของงาน  $n$  งานบนหน่วยผลิต 1 หน่วย เพื่อให้ค่าเวลาเบี่ยงเบนสูงสุดของงานน้อยที่สุด หรือเพื่อให้เวลาส่งงานไม่ทันกำหนดสูงสุดของงานน้อยที่สุดสามารถจะทำได้โดยการจัดลำดับงานตามหลักเกณฑ์ของ EDD

**ทฤษฎีที่ 5** ถ้าต้องการจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต 1 หน่วย เพื่อให้ค่าเฉลี่ยของเวลาส่งงานไม่ทันกำหนดน้อยที่สุด วิธีการหรือหลักเกณฑ์ EDD สามารถจะให้ผลลัพธ์ดังกล่าวได้ ถ้าผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดลำดับงานไม่มีงานที่ส่งไม่ทันกำหนดหรือมีเพียงงานเดียว

**ทฤษฎีที่ 6** ถ้าต้องการจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต 1 หน่วย เพื่อให้ค่าเฉลี่ยของเวลาส่งงานไม่ทันกำหนดน้อยที่สุด วิธีการหรือหลักเกณฑ์ SPT สามารถจะให้ผลลัพธ์ดังกล่าวได้ ถ้างาน

ทุกงานมีเวลากำหนดส่งงานเหมือนกัน หรือถ้าผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดลำดับงานชี้ให้เห็นงานทุกงานส่งไม่ทันกำหนด

**กระบวนการที่ 1** วิธีของ Hodgson: การจัดลำดับงานบนหน่วยผลิต 1 หน่วย เพื่อให้จำนวนงานที่ส่งไม่ทันกำหนดเกิดขึ้นน้อยที่สุด (Hodgson: Minimize the Number of Tardy Tasks for One Processor)

ขั้นตอนที่ 1 จัดลำดับงานทั้งหมดตามหลักเกณฑ์ของ EDD ถ้ามีงานที่ส่งไม่ทันกำหนดเพียง 1 หรือ 0 งาน ให้ยุติการจัดลำดับเพียงขั้นตอนที่ 1 ในกรณีอื่น ๆ ให้ข้ามไปทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 เริ่มต้นจากการนำผลลัพธ์การจัดลำดับงาน ตามหลักเกณฑ์ของ EDD หลังจากนั้นให้พิจารณางานลำดับที่ 1 ไปเรื่อย ๆ จนถึงงานลำดับสุดท้าย แล้วชี้ให้เห็นว่างานใดส่งงานไม่ทันกำหนด ให้ข้ามไปทำขั้นตอนที่ 4 สำหรับกรณีอื่นให้ไปทำขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 สมมติว่างานที่ส่งไม่ทันกำหนดอยู่ในตำแหน่งที่  $i$  ของการจัดลำดับให้ตรวจสอบจำนวนงาน  $i$  งานแรกในการจัดลำดับ และชี้ให้เห็นว่างานใดมีเวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิตยาวนานมากที่สุด (Longest Processing Time) ดึงงานนั้นออกมาแล้วจัดไว้อีกทีหนึ่ง หลังจากนั้นจึงกลับมาทบทวนเวลากำหนดเสร็จของงานอื่น ๆ ที่เปลี่ยนไปอันเนื่องมาจากการดึงงานออก แล้วย้อนกลับไปทำขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 4 วางงานทั้งหมดที่ถูกดึงออกไปไว้อีกทีหนึ่งในลำดับใด ๆ ก็ได้ ต่อท้ายจากการจัดลำดับงานที่ได้

**กระบวนการที่ 2** วิธีของวิลเคอร์สัน-ไอวีน การจัดลำดับงานบนหน่วยผลิต 1 หน่วย เพื่อลดหรือทำให้ค่าเฉลี่ยของเวลาส่งงานไม่ทันกำหนดน้อยที่สุด (Wilkerson-Irwin: Reduce or Minimize Mean Tardiness for One Processor) กระบวนการนี้มีไว้เป็นวิธีที่ทำให้เวลาเฉลี่ยของงานที่ส่งไม่ทันกำหนดน้อยที่สุดเสมอไป ช่วงเวลาที่สาย (Tardy Period) ของงานแต่ละงานที่ส่งไม่ทันกำหนดจะเป็นช่วงเวลาที่สายของแต่ละงานที่ส่งไม่ทันกำหนดแล้วพบว่าช่วงเวลาดังกล่าวไม่ได้ซ้อนกันอยู่ (Overlap) คำตอบที่ได้จะเป็นคำตอบที่ดีที่สุด นั่นคือไม่มีงาน 2 งานที่สายในเวลาเดียวกัน คำตอบที่ได้จะทำให้ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาส่งงานไม่ทันกำหนดโดยเฉลี่ยน้อยที่สุด

## การจัดตารางการผลิตของงาน $n$ งานให้กับหน่วยผลิต $m$ หน่วย (Scheduling $n$ Tasks on $m$ Processors)

ในการจัดตารางการผลิตของงาน  $n$  งานให้กับหน่วยผลิต  $m$  หน่วย นั้นต้องพิจารณาปัญหาของหน่วยผลิต  $m$  หน่วยที่ขนานกัน ( $m$  Parallel Processors) ซึ่งแต่ละงานจะถูกมอบให้

หน่วยผลิตใดหน่วยผลิตหนึ่งเพียงหน่วยเดียว และการพิจารณาปัญหาของหน่วยผลิต  $m$  หน่วยที่อนุกรมกัน ซึ่งแต่ละงานจะเข้าสู่หน่วยผลิตแต่ละหน่วยตามลำดับที่เหมือนกัน

การจัดลำดับงานในลักษณะหน่วยผลิตขนานกัน หมายความว่า มีหน่วยผลิต 2 หน่วยขึ้นไปเหมือนกันและประสิทธิภาพในการทำงานของแต่ละหน่วยงานเท่ากัน เมื่อมีงานหลายงานเข้ามาในระบบ จะทำการเลือกหน่วยผลิตทุกหน่วยมาใช้แล้วทำการจัดลำดับงานบนหน่วยผลิตแต่ละหน่วย แต่ละงานนั้นไม่ว่าจะถูกจัดให้ทำงานบนหน่วยผลิตหน่วยใดก็ใช้เวลาเท่ากัน ถ้าวัตถุประสงค์ที่ต้องการคือให้เวลาเฉลี่ยชิ้นงานอยู่ในระบบน้อยที่สุด (Minimize Mean Flow Time) กฎเกณฑ์การจัดตารางการผลิตโดยแบบ SPT สามารถนำมาใช้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวได้โดยมีกระบวนการดังนี้

**กระบวนการที่ 3** การจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต  $m$  หน่วยที่ขนานกัน เพื่อให้เวลาเฉลี่ยชิ้นงานอยู่ในระบบน้อยที่สุด (Minimize Mean Flow Time on a Parallel Processors)

ขั้นตอนที่ 1 จัดลำดับงานทุก ๆ งานตามลำดับ SPT

ขั้นตอนที่ 2 คัดงานที่ได้จากการจัดลำดับในขั้นตอนที่ 1 ออกมาตามลำดับ กำหนดงานเหล่านั้นให้กับหน่วยผลิตที่พร้อมที่สุดก่อน

**กระบวนการที่ 4** การจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต  $m$  หน่วยที่ขนานกันเพื่อลดช่วงกว้างของเวลาการทำงาน พร้อมทั้งลดเวลาเฉลี่ยชิ้นงานอยู่ในระบบ (Reduce Makespan as Well as Mean Flow Time on  $m$  Processors)

ขั้นตอนที่ 1 จัดลำดับงาน  $n$  งาน โดยเรียงลำดับตาม LPT

ขั้นตอนที่ 2 จัดตารางการผลิตแต่ละงานตามลำดับ LPT ที่จัดไว้ในขั้นตอนที่ 1 ให้กับหน่วยผลิตที่พร้อมที่สุดก่อน

ขั้นตอนที่ 3 หลังจากงานทุกงานได้ถูกจัดให้กับหน่วยผลิตแล้วให้จัดลำดับบนหน่วยผลิตแต่ละหน่วยใหม่ โดยใช้หลักเกณฑ์การจัดลำดับด้วย SPT

**กระบวนการที่ 5** การจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต  $m$  หน่วยที่ขนานกันเพื่อลดค่าสูงสุดของเวลาส่งไม่ทันกำหนด โดยใช้หลักเกณฑ์ของ EDD (EDD Rule for Reducing Maximum Tardiness on  $m$  Parallel Processors)

ขั้นตอนที่ 1 จัดลำดับงาน  $n$  งาน โดยเรียงลำดับด้วย EDD

ขั้นตอนที่ 2 นำเอางานมาทีละงานตามที่ได้จัดลำดับตาม EDD ในขั้นตอนที่ 1 แล้วจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิตที่พร้อมที่สุดในขณะนั้นก่อน ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 นี้กับงานในลำดับต่อไปที่ได้จัดโดย EDD จนกระทั่งงานหมด

**กระบวนการที่ 6** การจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต  $m$  หน่วยที่ขนานกัน เพื่อลดเวลาส่งงานไม่ทันกำหนด โดยใช้หลักเกณฑ์ของ Slack (Slack for Reducing Tardiness on  $m$  Processors)

ขั้นตอนที่ 1 จัดลำดับงาน  $n$  งาน โดยเรียงลำดับตามค่า Slack น้อยที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 นำเอางานมาที่ละงานตามที่ได้จัดลำดับด้วยหลักเกณฑ์ Slack ในขั้นตอนที่ 1 แล้วจัดตารางการผลิตลงบนหน่วยผลิตที่พร้อมที่สุด ณ ขณะนั้นก่อน ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 นี้กับงานในลำดับต่อไปที่ได้จัดลำดับ โดยหลักเกณฑ์ของ Slack จนกระทั่งหมดงาน

**กระบวนการที่ 7** การจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต  $m$  หน่วย เพื่อลดเวลาเฉลี่ยส่งงานไม่ทันกำหนด (Reduce Mean Tardiness on  $m$  Parallel Processors) ตามกระบวนการนี้จะต้องดำเนินการตามขั้นตอนที่ 1-3 ที่กล่าวถึงต่อไปนี้ 3 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะใช้หลักเกณฑ์ของ SPT, EDD และ Slack เป็นหลักเกณฑ์ในการเริ่มต้นในการจัดตารางการผลิตตามลำดับ หลังจากนั้นเลือกตารางการผลิตจากผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 ซึ่งมีเวลาเฉลี่ยส่งงานไม่ทันกำหนดน้อยที่สุดสำหรับขั้นตอนทั้ง 3 สรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จัดงานที่ยังไม่ได้จัดตารางการผลิต โดยใช้หลักเกณฑ์เริ่มต้นในการจัดลำดับงาน (SPT, EDD และ Slack)

ขั้นตอนที่ 2 นำเอางานที่ได้จากการจัดลำดับมาครั้งละ 1 งาน กำหนดให้กับหน่วยผลิตที่พร้อมที่สุดก่อน ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 จนกระทั่งงานหมด

ขั้นตอนที่ 3 นำแต่ละหน่วยผลิตแยกออกมา แล้วทำการจัดตารางการผลิตงานเหล่านั้นเพื่อทำให้ค่าเฉลี่ยส่งงานไม่ทันกำหนดน้อยที่สุด ซึ่งสามารถกระทำได้โดยใช้กระบวนการที่ 2 ที่กล่าวมาแล้ว

**กระบวนการที่ 8** การจัดตารางการผลิตบนหน่วยผลิต  $m$  หน่วย เพื่อลดจำนวนงานที่ส่งไม่ทันกำหนด (Reduce Number of Tardy on  $m$  Parallel Processors)

ขั้นตอนที่ 1 จัดตารางการผลิตให้กับงานทั้งหมด โดยใช้กระบวนการที่ 5

ขั้นตอนที่ 2 ในแต่ละหน่วยผลิต ให้พิจารณางานเริ่มแรกสุดของการจัดลำดับงานบนหน่วยผลิตนั้น จนกระทั่งพบงานที่ส่งไม่ทันกำหนด สมมติว่าเป็นงานในหน่วยผลิต  $j$  ในตำแหน่งที่  $i$

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบงานจำนวน  $i$  งานแรกบนหน่วยผลิต  $j$  และพิจารณางานดูว่างานใดใช้เวลาปฏิบัติยาวนานที่สุด ดึงงานนั้นออกมาและวางไว้ในลำดับสุดท้ายของหน่วยผลิต  $j$  กลับไปทบทวนเวลากำหนดเสร็จของงานทุกงานใหม่อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงนี้แล้วย้อนกลับไปขั้นตอนที่ 2

เมื่อพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของช่วงกว้างเวลาการทำงานทั้งหมด จะสามารถหาวิธีการจัดลำดับงานที่ดีที่สุดได้ ในกรณีของหน่วยผลิต 2 หน่วยที่ต่อเนื่องกัน กระบวนการที่สามารถทำให้ช่วงกว้างของเวลาการทำงานทั้งหมดน้อยที่สุด คือ หลักเกณฑ์ของจอห์นสัน (Johnson's Rule) ถ้างาน  $n$  งานถูกนำมาจัดลำดับงานบนหน่วยผลิต 2 หน่วยงาน แต่ละงานดังกล่าวนั้นจะต้องผ่านหน่วยผลิตแต่ละหน่วยในลำดับที่เหมือนกัน

**กระบวนการที่ 9** การจัดการตารางผลิตบนหน่วยผลิต 2 หน่วยที่ต่อเนื่องกันโดยหลักเกณฑ์ของจอห์นสัน เพื่อให้ช่วงกว้างของเวลาการทำงานทั้งหมดน้อยที่สุด (Johnson's Rule to Minimize Makespan on Two Serial Processors)

ขั้นตอนที่ 1 สำหรับทุกๆงาน  $i$  หาค่าที่น้อยที่สุดของ  $t_{i,1}$  และ  $t_{i,2}$  ซึ่งเป็นเวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิตหน่วยที่หนึ่งและหน่วยผลิตหน่วยที่สอง

ขั้นตอนที่ 2 ถ้าเวลาที่น้อยที่สุดอยู่บนหน่วยผลิตหน่วยที่ 1 ( $t_{i,1}$ ) งานนั้นจะถูกจัดให้อยู่ในตำแหน่งแรกสุดของตำแหน่งที่มีอยู่ทั้งหมดในการจัดลำดับงานขณะนั้น แล้วข้ามไปขั้นตอนที่ 3 ถ้าหากว่าเวลาที่น้อยที่สุดนั้นอยู่บนหน่วยที่ 2 ( $t_{i,2}$ ) งานนั้นจะถูกจัดให้อยู่ในตำแหน่งสุดท้ายของตำแหน่งที่มีอยู่ทั้งหมดในการจัดลำดับของงานขณะนั้น แล้วข้ามไปขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 จัดงานที่ได้จัดตำแหน่งไว้แล้วออกจากรายการ ถ้ายังมีงานเหลืออยู่ให้ย้อนกลับไปขั้นตอนที่ 1 ถ้าไม่มีงานเหลือให้ยุติกระบวนการเพียงแค่นี้

**กระบวนการที่ 10** การจัดการตารางผลิตบนหน่วยผลิต  $m$  หน่วยที่ต่อเนื่องกัน เพื่อลดช่วงกว้างของเวลาการทำงานทั้งหมด (Reduce Makespan in the  $m$  Serial Processor Problem)

ขั้นตอนที่ 1 ให้  $k = 1$  คำนวณค่า  $t^*_{i,1}$  และ  $t^*_{i,2}$

ขั้นตอนที่ 2 จัดตารางการผลิตให้กับงาน  $n$  งานโดยใช้กระบวนการที่ 9 ซึ่ง  $t_{i,1} = t^*_{i,1}$  และ  $t_{i,2} = t^*_{i,2}$  ตามที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 บันทึกการจัดลำดับที่จัดได้ แล้วคำนวณช่วงกว้างของการทำงานทั้งหมด ถ้าช่วงกว้างของการทำงานทั้งหมดนั้นน้อยที่สุดตั้งแต่ที่หามาได้ ให้เก็บผลลัพธ์การจัดลำดับและช่วงกว้างของเวลาการทำงานทั้งหมดนั้นไว้

ขั้นตอนที่ 3 ถ้า  $k = (m-1)$  ให้หยุดผลการจัดลำดับงานและช่วงกว้างของการทำงานทั้งหมดที่ได้เก็บบันทึกไว้ครั้งล่าสุด คือ แผนตารางการผลิตที่จะนำไปใช้ต่อไป แต่ถ้า  $k < (m-1)$  ให้เพิ่มค่า  $k$  ขึ้น 1 แล้วย้อนกลับไปขั้นตอนที่ 1

### การจัดการตารางผลิตแบบตามสั่งทั่วไป (General Job Shop Scheduling)

สำหรับในโรงงานผลิตแบบตามสั่งที่มีความเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การศึกษาการจัดตารางการผลิตหลาย ๆ วิธีได้ถูกนำมาดำเนินการ เพื่อประเมินผลถึงการปฏิบัติงานของการใช้

กฎเกณฑ์ต่าง ๆ การศึกษาเหล่านี้ได้ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาจำลองรูปแบบของสถานการณ์ เพื่อหาผลลัพธ์ที่จะนำมาประกอบการตัดสินใจดำเนินการ

จากการทดลองจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งทั่วไป โดยการนำกระบวนการของบรูค\* (Brook) ที่ใช้ในการกำหนดเวลาโครงการภายใต้ทรัพยากรจำกัดมาดัดแปลง และประยุกต์ใช้ ปรากฏว่าสามารถนำมาใช้ได้กับการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งทั่วไป โดยสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นตอนในการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งโดยทั่วไป

1. กำหนดสภาพเริ่มต้นในการจัดตารางการผลิต เช่น เวลาที่พร้อมในการจัดตารางการผลิตต่อไปของหน่วยผลิตแต่ละหน่วย (ตัวอย่างที่นำมาแสดงในที่นี้กำหนดให้หน่วยผลิตแต่ละหน่วยมีความพร้อมที่เวลาศูนย์) จำนวนหน่วยผลิตแต่ละหน่วยที่มีอยู่ และค่า TEARL ของงาน โดย TEARL คือ เวลาเริ่มต้นเร็วสุดของงานที่เป็นไปได้ เนื่องจากปัญหาการใช้หน่วยผลิตซ้ำซ้อนกันจึงทำให้เวลาเริ่มต้นจริงของแต่ละงานมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า TEARL สำหรับค่า TEARL จะมีค่าเท่ากับ TFIN ของงานที่อยู่ก่อนหน้า
2. พิจารณาค่า TNOW ซึ่งหมายถึง เวลาที่เป็นจุดในการดำเนินการพิจารณาจัดตารางการผลิตสำหรับค่า TNOW จะเท่ากับเวลาที่หน่วยผลิตใด ๆ พร้อมเร็วที่สุด (ในตัวอย่างที่นำมาพิจารณาค่า TNOW จะเท่ากับเวลาที่หน่วยผลิตใดพร้อมเร็วที่สุด โดยค่า TNOW ในตอนเริ่มต้นจะมีค่าเท่ากับศูนย์)
3. จัดงานที่สามารถได้รับการพิจารณาจัดตารางการผลิต ณ จุดของเวลา TNOW โดยคัดเลือกงานที่มีค่า TEARL น้อยกว่าหรือเท่ากับ TNOW ที่ยังไม่ได้ถูกจัดเข้าตารางการผลิต หลังจากนั้นเรียงลำดับงานเหล่านั้นตามหลักเกณฑ์ที่ได้คัดเลือกไว้ และพิจารณาหน่วยผลิตที่พร้อมและจำนวนที่พร้อมสำหรับการจัดงานเข้าทำการผลิต ณ เวลา TNOW นี้
4. เลือกงานที่เป็นไปได้ในการจัดตารางการผลิต โดยพิจารณางานทีละลำดับตามที่ได้จัดไว้ในขั้นตอนที่ 3 ในการพิจารณาเลือกงานที่เป็นไปได้ในการจัดตารางการผลิต ก็จะดูจากความพร้อมของหน่วยผลิตในขณะนั้นว่ามีหน่วยใดบ้าง โดยที่งานที่เป็นไปได้ในการจัดตารางการผลิตก็คืองานที่มีหน่วยผลิตที่ต้องการพร้อมอยู่ในขณะนั้น
5. คำนวณหาค่า TSTART และ TFIN พร้อมทั้งค่า TEARL ของงานที่อยู่ถัดไป โดย TSTART คือ เวลาเริ่มต้นจริงของงานใด ๆ และ TFIN คือ เวลาเสร็จสิ้นของงาน ซึ่งเท่ากับ TSTART บวกด้วยเวลาปฏิบัติงานของงานนั้น
6. พิจารณาค่า TNOW จุดต่อไปซึ่งจะมีค่าเท่ากับค่า TFIN ที่น้อยที่สุดที่ยังไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาเป็น TNOW หรือค่า TFIN ที่น้อยที่สุดของงานที่อยู่บนหน่วยผลิตในขณะนั้น

7. พิจารณาดูว่างานทุกงานได้รับการจัดตารางการผลิตหมดหรือยัง ถ้ายังให้ย้อนกลับไปทำซ้ำขั้นตอนที่ 4 แต่ถ้าหมดแล้วให้ทำการวิเคราะห์ผลการจัดตารางการผลิตที่หามาได้

สำหรับตัวอย่างการผลิตแบบตามสั่งทั่วไปในตารางที่ 2-1 เมื่อนำมาดำเนินการจัดตารางการผลิตตามขั้นตอนทั้ง 7 ดังกล่าวข้างต้น โดยใช้หลักเกณฑ์ในการตัดสินใจจัดตารางการผลิตตาม EDD จะได้รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2-2 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเหมือนกับที่แสดงในตารางที่ 2-3 และตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างการผลิตแบบตามสั่งทั่วไป

| งาน | เวลาปฏิบัติงานและขั้นตอนของงาน | วันกำหนดส่ง |
|-----|--------------------------------|-------------|
| 1   | A(3) , B(3) , C(2)             | 10          |
| 2   | A(5) , C(2)                    | 13          |
| 3   | B(4) , A(4) , C(3)             | 12          |
| 4   | B(3) , C(5) , A(2)             | 18          |
| 5   | C(5) , B(4)                    | 14          |
| 6   | C(2) , A(5) , B(5)             | 15          |

ตารางที่ 2-2 รายละเอียดการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งทั่วไปตามกระบวนการ 7 ขั้นตอน

| เวลา<br>TNOW | งาน | TSTART | TFIN | หน่วยผลิต |   |   | งานที่สามารถจะจัดตารางการผลิตได้ต่อไป<br>ณ จุดเวลา TNOW ตามลำดับของ EDD |
|--------------|-----|--------|------|-----------|---|---|-------------------------------------------------------------------------|
|              |     |        |      | A         | B | C |                                                                         |
| 0            | -   | -      | -    |           |   |   | 1A,3B,2A,5C,6C,4B                                                       |
| 0            | 1A  | 0      | 3    | -         | B | C |                                                                         |
| 0            | 3B  | 0      | 4    | -         | - | C |                                                                         |
| 0            | 5C  | 0      | 5    | -         | - | - |                                                                         |
| 3            | 1A  |        |      | A         |   |   | 1B,2A,6C,4B                                                             |
| 3            | 2A  | 3      | 8    | -         | - | - |                                                                         |
| 4            | 3B  |        |      | -         | B | - | 1B,3A,6C,4B                                                             |
| 4            | 1B  | 4      | 7    | -         | - | - |                                                                         |
| 5            | 5C  |        |      | -         | - | C | 3A,5B,6C,4B                                                             |
| 5            | 6C  | 5      | 7    | -         | - | - |                                                                         |
| 7            | 1B  |        |      | -         | B | - | 1C,3A,5B,4B                                                             |
| 7            | 6C  |        |      | -         | B | C | 1C,3A,5B,6A,4B                                                          |
| 7            | 1C  | 7      | 9    | -         | B | - |                                                                         |

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

| เวลา<br>TNOW | งาน | TSTART | TFIN | หน่วยผลิต |   |   | งานที่สามารถจะจัดตารางการผลิตได้ต่อไป<br>ณ จุดเวลา TNOW ตามลำดับของ EDD |
|--------------|-----|--------|------|-----------|---|---|-------------------------------------------------------------------------|
|              |     |        |      | A         | B | C |                                                                         |
| 7            | 5B  | 7      | 11   | -         | - | - | 3A,2C,6A,4B                                                             |
| 8            | 2A  |        |      | A         | - | - |                                                                         |
| 8            | 3A  | 8      | 12   | -         | - | - |                                                                         |
| 9            | 1C  |        |      |           |   | C | 2C,2A,4B                                                                |
| 9            | 2C  | 9      | 11   | -         | - | - | 6A,4B                                                                   |
| 11           | 5B  |        |      |           | B |   |                                                                         |
| 11           | 2C  |        |      | -         | B | C |                                                                         |
| 11           | 4B  | 11     | 14   | -         | - | C | 3C,6A                                                                   |
| 12           | 3A  |        |      | A         | - | C |                                                                         |
| 12           | 3C  | 12     | 15   | A         | - | - |                                                                         |
| 12           | 6A  | 12     | 17   | -         | - | - | 4C                                                                      |
| 14           | 4B  |        |      | -         | B | - |                                                                         |
| 15           | 3C  |        |      | -         | B | C |                                                                         |
| 15           | 4C  | 15     | 20   | -         | B | - | 6B                                                                      |
| 17           | 6A  |        |      | A         | B | - |                                                                         |
| 17           | 6B  | 17     | 22   | A         | - | - |                                                                         |
| 20           | 4C  |        |      | A         | - | C | 4A                                                                      |
| 20           | 4A  | 20     | 22   | -         | - | C |                                                                         |
| 22           | 6B  |        |      | -         | B | C |                                                                         |
| 22           | 7A  |        |      | A         | B | C |                                                                         |

ตารางที่ 2-3 แสดงผลการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งทั่วไปของตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ 2-1

โดยใช้กฎเกณฑ์ของ EDD

ขั้นตอนที่ 1

|             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| หน่วยผลิต A | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| หน่วยผลิต B | 3 | 3 | 3 | 3 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| หน่วยผลิต C | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

ขั้นตอนที่ 2

|             |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| หน่วยผลิต A | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| หน่วยผลิต B | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| หน่วยผลิต C | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

ขั้นตอนที่ 3

|             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| หน่วยผลิต A | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| หน่วยผลิต B | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| หน่วยผลิต C | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 1 | 1 |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

ขั้นตอนที่ 4

|             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|
| หน่วยผลิต A | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |  |  |  |  |  |
| หน่วยผลิต B | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 |   |   |   |  |  |  |  |  |
| หน่วยผลิต C | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 1 | 1 | 2 | 2 |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |

ขั้นตอนที่ 5

|             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|
| หน่วยผลิต A | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |  |  |  |  |  |
| หน่วยผลิต B | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 |   |   |   |  |  |  |  |  |
| หน่วยผลิต C | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 1 | 1 | 2 | 2 | - | 3 | 3 | 3 |   |   |  |  |  |  |  |

ขั้นตอนที่ 6

|             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| หน่วยผลิต A | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | - | - | - | 4 | 4 |
| หน่วยผลิต B | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | - | - | - | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| หน่วยผลิต C | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 1 | 1 | 2 | 2 | - | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | - | - |

ตารางที่ 2-4 แสดงผลการจัดตารางการผลิตสำหรับตัวอย่างในตารางที่ 2-1 โดยกฎเกณฑ์ EDD

| งาน                                                | เวลากำหนดส่ง | เวลากำหนดเสร็จ | ค่าเบี่ยงเบน | งานที่ส่งไม่ทันกำหนด | เวลาส่งงานไม่ทันกำหนด |
|----------------------------------------------------|--------------|----------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| 1                                                  | 10           | 9              | -1           |                      |                       |
| 2                                                  | 13           | 11             | -2           |                      |                       |
| 3                                                  | 12           | 15             | +3           |                      | 3                     |
| 4                                                  | 18           | 22             | +4           |                      | 4                     |
| 5                                                  | 14           | 11             | -3           |                      |                       |
| 6                                                  | 15           | 22             | +7           |                      | 7                     |
| เวลาเฉลี่ยงานรออยู่ในระบบ = $(9+11+15+22+11+22)/6$ |              |                |              | = 15                 | วัน                   |
| ช่วงกว้างของการทำงานทั้งหมด                        |              |                |              | = 22                 | วัน                   |
| เวลาส่งงานไม่ทันกำหนดโดยเฉลี่ย                     |              |                |              | = 2.33               | วัน                   |
| จำนวนที่ส่งไม่ทันกำหนด                             |              |                |              | = 3                  | งาน                   |
| เวลาส่งงานไม่ทันกำหนดสูงสุด                        |              |                |              | = 7                  | วัน                   |
| ค่าเบี่ยงเบนโดยเฉลี่ย                              |              |                |              | = +1.33              | วัน                   |

### การควบคุมตารางการผลิต

การควบคุมการผลิต ดำเนินการเพื่อให้การผลิตและการบริหารสามารถเสร็จทันตามเวลา ในปริมาณที่กำหนดตามแผนการผลิต ดังนั้น การที่จะทำให้กิจกรรมด้านการควบคุมการผลิตได้ผลสำเร็จตามเป้าหมาย จะต้องประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ๆ ดังนี้

1. การบันทึกและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความก้าวหน้าของงาน
2. วิเคราะห์ความก้าวหน้าของงาน โดยเปรียบเทียบกับแผนการผลิตที่ได้วางไว้
3. ดำเนินการเปลี่ยนแปลงการผลิต หรือปรับปรุงตารางการผลิตตามความจำเป็น ซึ่งจะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ

4. วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ หลังจากเสร็จสิ้นงานการผลิตแต่ละครั้ง เพื่อใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงการวางแผนและควบคุมการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

เทคนิคที่ใช้จะแสดงความก้าวหน้าของงานแต่ละชนิดเทียบกับเวลาที่ใช้ทำสำหรับในทีนี้ จะนำเสนอถึงเทคนิคที่ใช้ในการควบคุมบางชนิดที่เป็นที่รู้จักและนิยมใช้กัน คือ แผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) และการจัดสมดุลสายการผลิต

1. การควบคุมด้วยแผนภูมิแกนต์ แบบของแผนภูมิที่ใช้แสดงความก้าวหน้าของงานแบบหนึ่งที่นิยมใช้กันทั่วไปก็คือ แบบแผนภูมิของแกนต์ ใช้เป็นเครื่องมือในการติดตามความก้าวหน้าของแผนการที่วางไว้

2. การควบคุมโดยการจัดสมดุลสายการผลิตลักษณะของงานสายผลิตบางชนิด จะสามารถมองเห็นได้ชัดว่ามีขั้นตอนการผลิตที่ต้องกระทำซ้ำ ๆ กันและเหมือนกัน หากเกิดข้อผิดพลาดขึ้นและต้องทำการแก้ไขและปรับปรุงตารางการทำงานใหม่เพื่อให้ทันความต้องการที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งในการแก้ไขอาจทำได้ดังนี้

- 2.1 จัดตารางการทำงานล่วงหน้าเพิ่มขึ้น
- 2.2 เพิ่มกะในการทำงานเป็นพิเศษ
- 2.3 โอนงานบางส่วนให้แก่ผู้รับเหมารายอื่นรับไปทำ
- 2.4 ในกรณีที่วัสดุขาดแคลนอาจทำการเร่งกำหนดการส่งของเข้ามาให้เร็วขึ้น
- 2.5 จัดหาคนงานเพิ่มขึ้น
- 2.6 จัดหาเครื่องมือเครื่องจักรเพิ่มขึ้นหรือที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า

กิจกรรมของการควบคุมการผลิตและติดตามความก้าวหน้า เป็นกิจกรรมที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องและตลอดไปตราบเท่าที่การผลิตยังคงดำเนินอยู่ และเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การผลิตสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนมีผลทำให้ได้รับความเชื่อถือจากลูกค้ามากยิ่งขึ้นนอกจากเทคนิคที่ใช้ในการควบคุมการผลิตตามที่ได้กล่าวมาแล้ว การควบคุมเกี่ยวกับข้อมูลการผลิตก็เป็นส่วนสำคัญ ซึ่งการส่งผ่านข้อมูลจากหน่วยงานหนึ่งไปยังอีกหน่วยงานหนึ่งจะต้องถูกต้อง และทันต่อความต้องการที่จะใช้จริง นอกจากนั้นผู้ที่ควบคุมการผลิตจะต้องมีมาตรการในการป้องกันความล่าช้าในการส่งมอบ กล่าวคือจะต้องพยายามทำการผลิตตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด โดยมีมาตรการที่ควรพิจารณา 5 ประการคือ

1. ปรับปรุงวิธีการมอบหมายงาน
2. ตรวจสอบความก้าวหน้าหรือความล่าช้าของงาน
3. การดำเนินการตรวจรับของที่เข้ามาโดยเร็ว
4. การประสานงานกับขั้นตอนการผลิตก่อนและหลัง
5. การรายงานความล่าช้า

### การดำเนินงานของคลังสินค้า

การจัดการการคลังสินค้ามีบทบาทสำคัญในระบบ Logistics รวมขั้นตอนหลายอย่างเข้าด้วยกัน โดยงานของการคลังสินค้า (Warehousing Task) รับของ, เก็บเข้าที่/ ดูเลขของที่เก็บ, รู้ที่เก็บ

สินค้าคงคลังอย่างดี/ รับใบสั่งของ/ หยิบ, วางตามชั้น, เอาของลง/ เป็นจุดเปลี่ยนถ่ายสินค้า/ เป็นจุดรับของส่งคืน/ เป็นจุดแพ็คเกจของ/ เป็นจุดประกอบของเล็ก ๆ, การผสมผสานของ, การเติมให้เต็ม, การสานต่อ/ การติดฉลาก, การห่อของชนิดที่ต้องห้ามแกะก่อนถึงมือผู้ซื้อ/ เป็นสถานที่แสดงสินค้า/ เป็นจุดแยกของที่มาจำนวนมาก ๆ เป็นจำนวนน้อย ๆ, และเป็นจุดรวมของสินค้าก่อนกระจายไปยังลูกค้า

เป็นจุดขนส่งสินค้า/ บริการของนำเข้า และส่งออก/ เป็นจุดทดสอบสินค้าก่อนส่ง/ เป็นจุดตรวจสอบสินค้า, บริการลูกค้า, จุดเก็บเงิน/ เป็นที่ออกรายงานการให้บริการลูกค้า, ปรับปรุงวิธีการขนส่งหรือชนิดของการส่ง/ เป็นทำเลที่ตั้ง/ เป็นการจัดการที่ดิน เพราะต้องพัฒนาที่ดินที่ตั้งคลังสินค้า/ เป็นจุดวิเคราะห์เครือข่าย/ เป็นจุดพัฒนาระบบ

การบริการทั้งหลายเน้นที่การลดไหลของสินค้ามากกว่าเน้นการเก็บสินค้า ความรวดเร็วและการเคลื่อนที่อย่างมีประสิทธิภาพของสินค้าที่มีจำนวนมาก ๆ เช่น วัตถุดิบ ส่วนประกอบ สินค้าสำเร็จรูปตลอดจนถึงเก็บ โดยใช้เวลาที่ไม่นานและมีข้อมูลที่ต้องเกี่ยวข้องกับสินค้าที่เก็บ ถือเป็นจุดมุ่งหมายของการจัดการคลังเก็บสินค้าที่ผู้บริหารทุกคลังสินค้าต้องการ

หน้าที่คลังเก็บสินค้า (Warehousing Functions) คลังเก็บสินค้ามีหน้าที่หลัก 3 อย่างคือ เคลื่อนย้าย เก็บของ ถ่ายโอนข่าวสาร ปัจจุบันนี้กระบวนการดังกล่าวถูกพัฒนาให้มีความรวดเร็วขึ้นตั้งแต่ รับของ, เก็บของ, ส่งของ

การเคลื่อนไหว (Movement) หน้าที่ที่ต้องเคลื่อนไหวตลอดเวลาแบ่งเป็นหลายกิจกรรมดังนี้คือ รับของ/ ถ่ายโอน และเก็บเข้าที่/ ลูกค้ารับของตามใบสั่งซื้อ/ เลือกของ/ เปลี่ยนถ่ายสินค้า/ ส่งของ กิจกรรมการรับของนั้นรวมถึงการเอาสินค้าลงจากรถหรือเรือด้วย และรวมถึง Update การบันทึกสินค้าคงคลัง และตรวจเช็คของที่เกิดการเสียหายระหว่างการขนส่งด้วย การถ่ายโอนหรือเก็บเข้าที่ คือเรื่องปกติทางกายภาพของหน้าที่คลังเก็บสินค้า แต่หน้าที่ที่ลูกค้ามารับของและการเลือกสินค้าเป็นการเคลื่อนไหวหลักของการรวมสินค้าที่ต้องใช้ด้วยกันตามความต้องการของลูกค้า หน้าที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ การห่อของที่ต้องทำในจุดนี้ด้วย

การเลือกหยิบสินค้าแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ 4 กลุ่มดังนี้

- 1) Discreet Picking การเลือกหยิบสินค้าที่ละรายการแล้วดำเนินการตั้งแต่ต้นจนจบ
- 2) Batch Picking การเลือกหยิบสินค้าเป็นชุดหรือเป็นโหล
- 3) Zone Picking การหยิบของตาม Zone ที่เลือกไว้ในคลังเก็บเช่นเลือก Zone ด้านซ้ายของคลัง เวลาจะหยิบของก็เลือกเฉพาะด้านซ้าย
- 4) Wave Picking การเลือกหยิบตามชนิดของการขนส่ง

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Herrmann และ Pundoor [1] ทำการวัดประสิทธิภาพของโซ่อุปทานโดยการวัดรอบเวลาการทำงานและความล่าช้า โดยที่รอบเวลาการทำงานทั้งหมด คือ เวลาเฉลี่ยสำหรับเติมเต็มของคำสั่งซื้อของลูกค้าซึ่งเป็นเวลาเฉลี่ยระหว่างลูกค้ามีคำสั่งซื้อถึงลูกค้าได้รับสินค้าที่ร้าน จาก Supply Chain Operation Reference (Supply Chain Council, 2000) ได้แบ่งช่วงเวลารอบออกเป็น 4 ช่วงเวลาดังนี้ 1) ช่วงเวลาระหว่างรับคำสั่งซื้อจนกระทั่งเริ่มผลิต 2) ช่วงเวลาระหว่างเริ่มผลิตจนกระทั่งถึงผลิตเสร็จเป็นสินค้าสำเร็จรูป 3) ช่วงเวลาระหว่างสินค้าสำเร็จรูปจนถึงจัดส่ง 4) ส่งสินค้าจนถึงมือลูกค้า Lai et al. (2002) [2] ใช้ SCOR Model เป็นแบบแผนในการประเมินประสิทธิภาพของโซ่อุปทานในการขนส่งของกรณีศึกษาในประเทศฮ่องกง

สมเกียรติ จงประสิทธิ์พรและคณะ [9] ในงานวิจัยนี้ได้ทำการจัดตารางการผลิต 2 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นการเตรียมชิ้นส่วนให้เพียงพอและเหมาะสมกับใบสั่ง ส่วนที่สองเป็นการเตรียมแผนเพื่อการประกอบชิ้นส่วน ตามที่จัดเตรียมไว้โดยนำหลักการฮิวริสติกส์มาใช้ คือ จัดโดยใช้หลักการกำหนดส่งเร็วที่สุดทำก่อน (EDD), งานที่มีขั้นตอนการทำงานน้อย ๆ ก่อน (SPT), งานที่มีขั้นตอนมาก ๆ ทำก่อน (LPT), งานที่มีความยืดหยุ่นทำก่อน (Slack) และงานที่มาก่อนทำก่อน (FCFS) และนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (VB 6.0) มาประยุกต์ใช้ในการจัดตารางการผลิต เพื่อลดเวลาและความผิดพลาดในการคำนวณ โปรแกรมจะประกอบไปด้วย 5 ส่วน คือ การรับข้อมูล, การจัดตารางการผลิต, การเปลี่ยนแปลงตารางการผลิต, การแสดงผลและวิธีใช้งาน โดยวัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต 4 วิธีคือ เวลาเฉลี่ยที่งานอยู่ในระบบ, เวลางานสายเฉลี่ย, เวลางานล่าช้าเฉลี่ยและจำนวนงานล่าช้า สรุปคือ การจัดตารางการผลิตโดยใช้โปรแกรมสามารถรองรับความยืดหยุ่นในการผลิตได้ คือ มีทางเลือกหลายทางในการผลิต จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมพบว่า วิธีเวลาปฏิบัติงานน้อยที่สุดทำก่อนเหมาะสมมากที่สุด คือ ลดเวลาเฉลี่ยของงานที่อยู่ในระบบลงถึง 44.17%, ลดเวลางานสายโดยเฉลี่ย 22.39%, ลดเวลางานล่าช้าโดยเฉลี่ย 47.49% และลดจำนวนงานล่าช้าลง 55.81% และรองลงมาคือวิธีการกำหนดส่งเร็วที่สุดทำก่อน, วิธีการ Slack น้อยที่สุดทำก่อน, งานที่มาก่อนทำก่อนและเวลาปฏิบัติงานมากที่สุดทำก่อนตามลำดับ

ปาริฉัตร ปันทอง (2548) [10] ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการจัดตารางการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตล้ออัลลอย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการจัดตารางการผลิตให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดเปอร์เซ็นต์จำนวนงานล่าช้าโดยทำการสร้างฐานข้อมูลที่จำเป็นต่อการจัดตารางการผลิตและเสนอการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยลดเวลาในการวางแผนการผลิต วิธีการจัดตารางการผลิตสำหรับการผลิตแบบการไหลของสายงานได้ถูกนำมาใช้ โดยเสนอวิธี การในแบบฮิวริสติก 3 วิธี ได้แก่ วิธีการของฟาลเมอร์ วิธีการของกุปต้า และวิธีการของซีดี

เอสมาทดสอบด้วยข้อมูลคำสั่งซื้อจริงโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จัดทำขึ้น จากนั้นจะนำวิธีการทั้ง สามมาเปรียบเทียบกับวิธีการจัดการรายการผลิตของโรงงานตัวอย่าง ในส่วนขององค์ประกอบของโปรแกรมประกอบด้วย 4 ส่วนหลักคือ ส่วนของฐานข้อมูลจำเพาะของโรงงานตัวอย่าง ส่วนข้อมูลหลักที่ใช้ในการจัดการรายการผลิต ส่วนระบุวิธีการในการจัดการรายการผลิต และส่วนดำเนินการประมวลผล โดยโปรแกรมจะทำการรายงานผลออกมาเป็นค่าของตัววัดผลต่าง ๆ ที่จะนำมาเปรียบเทียบเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกวิธีการจัดการรายการผลิตที่เหมาะสมได้ โดยตัววัดผลที่โรงงานตัวอย่างให้ความสำคัญคือ จำนวนงานล่าช้า เวลาล่าช้าของงาน โดยเฉลี่ย และเวลาสายของงานโดยเฉลี่ย ในการเปรียบเทียบผลการจัดการรายการผลิตด้วยวิธีการทางฮิวริสติกทั้ง 3 วิธี พบว่าวิธีการของกุปต้าเป็นวิธีที่ให้ตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการจัดการรายการผลิตแบบเดิม ตารางการผลิตที่ได้จากวิธีการของกุปต้าให้ค่าจำนวนงานล่าช้า ค่าเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย และค่าเวลาสายของงานโดยเฉลี่ยลดลงจากวิธีการแบบเดิม 57.14%, 26.77% และ 34.03% ตามลำดับและยังลดเวลาที่ใช้ไปในการเตรียมเครื่องจักรในจุดที่เป็นคอขวดของการผลิตลง 2,400 นาทีหรือ 11.3% จากวิธีการแบบเดิม และจากการใช้โปรแกรมการจัดการรายการผลิตมาช่วยในการประมวลผลทำให้ลดเวลาในการจัดการรายการผลิตลงได้ถึง 9 ชั่วโมง

## สรุป

การลดระยะเวลาในกระบวนการผลิตนั้นสามารถนำเทคนิคการจัดลำดับการผลิตมาประยุกต์ใช้เพื่อให้บรรลุผลดังต่อไปนี้ คือ

1. เพื่อศึกษาภาพในการใช้ทรัพยากรการผลิตให้เกิดประโยชน์สูงสุดในกระบวนการผลิต
2. ลดความไม่สอดคล้องกัน (Non-Conformable) ของการจัดเตรียมทรัพยากรการผลิตกับความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในกระบวนการผลิต
3. ลดการรอกอยงานหรือเวลาสูญเปล่า (Idle Time) ในกระบวนการผลิต
4. ลดปริมาณชิ้นงานในระหว่างกระบวนการผลิต (WIP)
5. ลดเวลานำในการผลิต (Lead Time) และเพิ่มปริมาณ งานที่ส่งมอบตรงเวลา

โดยสรุปจากที่ได้นำเสนอเนื้อหาไปในส่วนของการปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิต ดังรายละเอียดข้างต้น มีข้อพิจารณาที่ควรตระหนักถึงประการหนึ่ง คือ ระบบการวางแผนการผลิตเป็นเพียงส่วนงานหนึ่งของการจัดการกระบวนการผลิต ซึ่งการจัดการกระบวนการผลิตที่ดีนั้นต้องมีระบบการวางแผนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งจะต้องมีระบบการควบคุมการผลิตที่มีประสิทธิภาพด้วย