บทที่ 15
การจัดตารางการดำเนินงาน

ในบทนี้ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- ความหมายของการจัดตารางการดำเนินงาน
- การจัดตารางการดำเนินงานกับการวางแผนการผลิตรวม
- การจัดงาน
- การจัดลำดับการทำงาน
- การจัดลำดับการทำงานเมื่อเวลาในการติดตั้งมีผลมาจากการจัดลำดับงาน

การจัดตารางการดำเนินงาน

ความหมายของการจัดตารางการดำเนินงาน

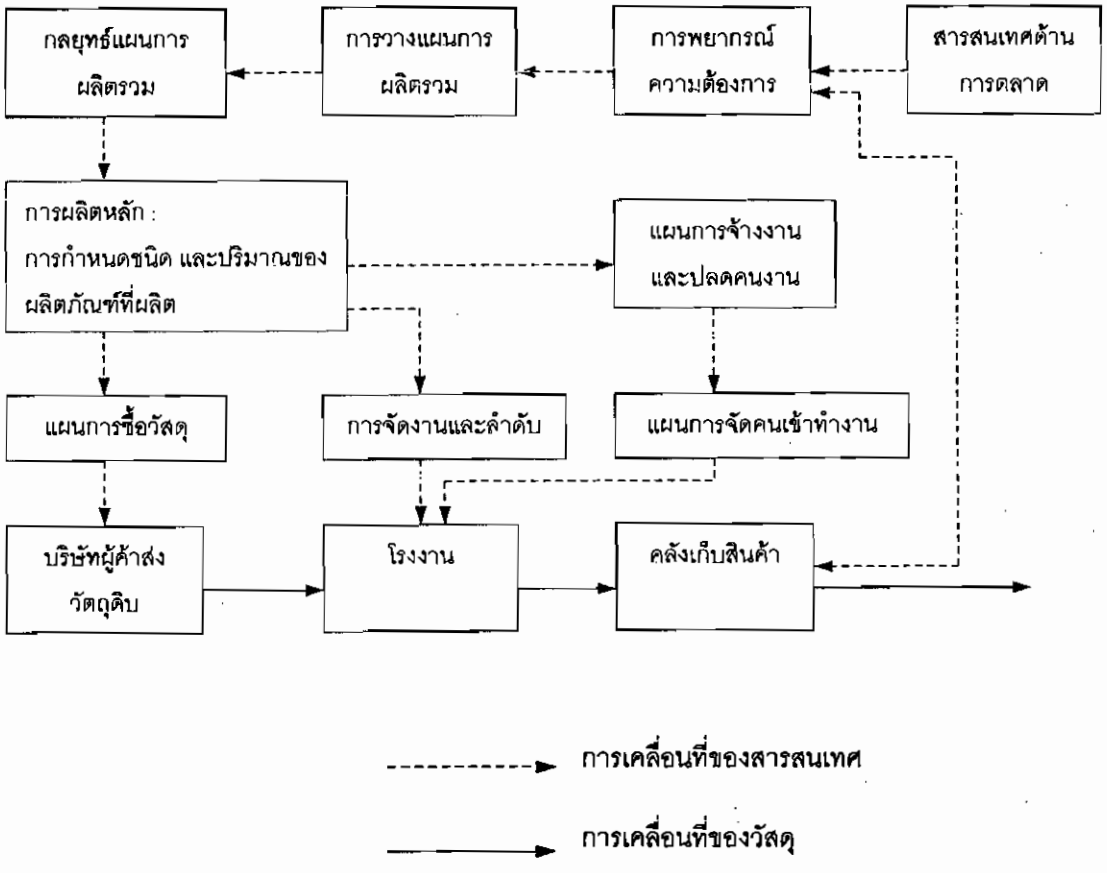
การจัดตารางการดำเนินงาน (Operating Scheduling) เป็นกิจกรรมในการจัดเครื่องจักร เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต หรือการให้บริการ ตลอดจนคนงานเพื่อทำการผลิตผลิตภัณฑ์หรือการบริการ ไม่ว่าจะเป็นองค์การเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์หรือการให้บริการ การจัดลำดับการผลิตและการบริการถือว่าเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญมากกิจกรรมหนึ่ง ในระดับของปัญหาการ ตัดสินใจสำหรับผู้บริหารการจัดลำดับการผลิตและการบริการถือว่าเป็นกิจกรรมขั้นสุดท้ายก่อนที่จะได้ผลิตภัณฑ์ออกจากระบบการผลิต กระบวนการของการการวางแผนเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์หรือบริการ จะเริ่มที่การวางแผนระยะยาว คือ การวางแผนกำลังการผลิต (capacity planning) จากนั้นก็เป็นการวางแผนระยะกลางคือ การวางแผนการผลิตรวม (aggregate planning) และขั้นสุดท้ายเป็นการวางแผนระยะสั้น คือ การวางแผนจัดลำดับการผลิตและการบริการ ดังแสดงในรูปที่ 1

ระดับของแผน	กิจกรรม	รายละเอียดของกิจกรรม
การวางแผนระยะยาว	การวางแผนกำลังการผลิต	กำหนดขนาดกำลังการผลิตของโรงงาน ขนาดเครื่องจักรและจำนวนพนักงาน
การวางแผนระยะปานกลาง	การวางแผนการผลิตรวม	กำหนดกลยุทธ์ในการผลิตสำหรับช่วงเวลาการวางแผน ว่าจะใช้พนักงานเท่าใด เก็บสินค้าคงเหลือเท่าใด และจ้างเหมาช่วงเท่าใด
การวางแผนระยะสั้น	การจัดลำดับการผลิตและบริการ	กำหนดลำดับขั้นตอนการผลิตและบริการ การจัดการให้แก่เครื่องจักร และลำดับการผลิตและบริการก่อนหลัง

รูปที่ 1 การวางแผนการผลิตและการบริการ

การจัดตารางการดำเนินงานกับการวางแผนการผลิตรวม

ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดตารางการดำเนินงานกับการวางแผนการผลิตรวม ได้แสดงในรูปที่ 2 การพยากรณ์ความต้องการเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับการวางแผนการผลิตรวม ผลลัพธ์ที่ได้จากการวางแผนการผลิตรวม คือ กลยุทธ์เพื่อการดำเนินการผลิตและบริการ กลยุทธ์การผลิตนี้จะกำหนดปริมาณการผลิต แรงงานที่ต้องการ จำนวนวันทำงานปกติ และวันทำงานล่วงเวลา ตลอดจนปริมาณสินค้าคงเหลือที่ต้องเก็บในแต่ละเดือนหรือสัปดาห์ จากแผนการผลิตรวมที่เลือกไว้จะถูกนำไปสร้างเป็นแผนการผลิตหลัก (master schedule) ซึ่งจะกำหนดปริมาณวัตถุดิบและเวลาที่ต้องการ ลำดับการผลิต ตลอดจนแผนการจ้างงานและจัดคนเข้าทำงาน เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์และบริการที่ต้องการ



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของการวางแผนการผลิต

ตามที่ทราบแล้วว่า กระบวนการผลิตและบริการสามารถแบ่งได้เป็นสองประเภทคือ กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง และกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง หรือกระบวนการผลิตแบบจ็อบช็อป (job-shop scheduling)

ลักษณะการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องมีอยู่ในอุตสาหกรรมการผลิตตามสั่งและธุรกิจการให้บริการ เช่น การผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โรงงานผลิตตุ๊กตาและเด็กเล่น ภัตตาคาร อู่บริการซ่อมรถ และโรงพยาบาล เป็นต้น

ในกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องนี้ การจัดลำดับการผลิตและบริการจัดว่าเป็นหัวใจสำคัญประการหนึ่งในการดำเนินการ เพราะเครื่องจักรหรือสถานีการผลิตในโรงงานจะได้รับการกำหนดให้ทำงานตามแผนการที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า แผนลำดับการผลิตและบริการจะต้องมีความเหมาะสม มิฉะนั้นอาจเกิดปัญหาในด้านประสิทธิภาพของการทำงานของเครื่องจักร เนื่องจากการว่างงานของเครื่องจักรหรือสถานีการผลิต

กิจกรรมที่สำคัญในการวางแผนการผลิต คือ การจัดงาน (loading) และการจัดลำดับงาน (sequencing)

การจัดงาน

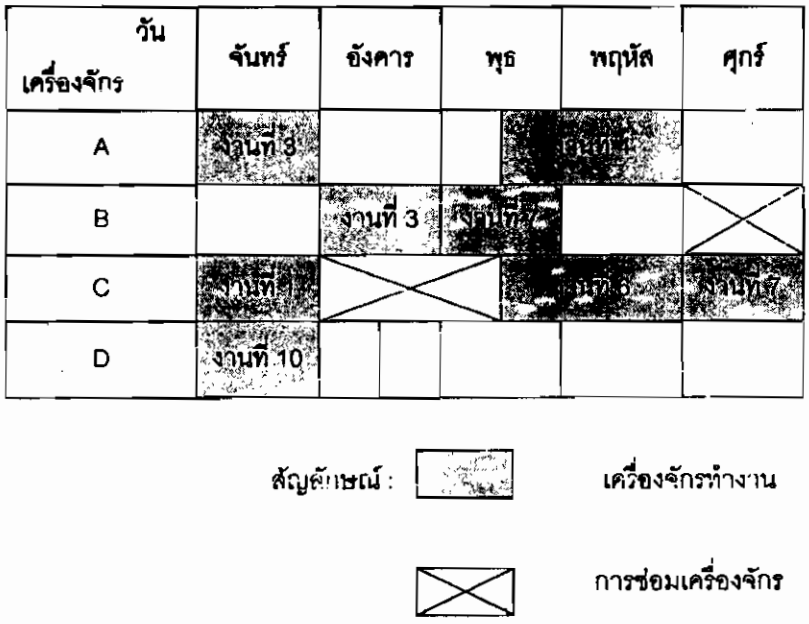
การจัดงาน หมายถึง การกำหนดหรือมอบหมายงานการผลิตหรือบริการให้แก่เครื่องจักรหรือสถานีการผลิต ในกรณีที่งานการผลิตและบริการกระทำได้เฉพาะในเครื่องจักรเฉพาะเครื่องใดเครื่องหนึ่ง ปัญหาการจัดงานแก่เครื่องจักรก็จะไม่ยุ่งยาก อย่างไรก็ตามสำหรับกรณีที่มีงานการผลิตและบริการหลาย ๆ งานที่สามารถทำได้ด้วยเครื่องจักรหรือสถานีการผลิตหลายเครื่อง ปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นคือควรจัดงานใดให้แก่เครื่องจักรใดจึงทำให้เกิดประสิทธิภาพในการดำเนินการสูงสุด ซึ่งโดยทั่วไปเป็นการจัดงานในลักษณะที่ทำให้ต้นทุนหรือเวลาการทำงานต่ำสุด

วิธีการจัดงานแก่เครื่องจักรมีหลายวิธี แต่วิธีที่ใช้กันมากคือ การใช้แผนภูมิแกนต์ (Gantt chart) และการใช้ตัวแบบการมอบหมายงาน (job assignment model) ซึ่งเป็นรูปแบบเฉพาะของตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น

การใช้แผนภูมิแกนต์ในการจัดงาน

แผนภูมิแกนต์ในการจัดงาน แสดงให้เห็นถึงสภาพการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องว่า เครื่องจักรใดทำงานใด และทำเมื่อใด ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 3

จากแผนภูมิจะเห็นได้ว่า เครื่องจักร C จะมีงานที่ต้องทำและมีการซ่อมเครื่องจักรตลอดทั้งสัปดาห์ ส่วนเครื่องจักรอื่น ๆ จะมีเวลาว่างมากน้อยแตกต่างกันไป ตัวอย่าง เช่น เครื่องจักร A จะมีเวลาว่างรวมกัน 2 วันครึ่ง คือวันอังคารเต็มวัน พุธเช้าครึ่งวัน และวันศุกร์เต็มวัน จากแผนภูมินี้ผู้วางแผนอาจทำการปรับเปลี่ยนการจัดงานแก่เครื่องจักรเสียใหม่ เพื่อให้เกิดความเสมอภาคในการทำงานของเครื่องจักร เช่น ไม่ให้มีเครื่องจักรใดมีเวลาว่างมากจนเกินไป ในขณะที่เครื่องจักรอื่น ๆ ทำงานจนแทบไม่มีเวลาพัก



รูปที่ 3 แผนภูมิแกนต์สำหรับการจัดงานแก่เครื่องจักร

การใช้ตัวแบบการมอบหมายงาน

การนำตัวแบบการมอบหมายงานมาจัดงานเป็นวิธีที่มักจะมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดต้นทุนรวมต่ำสุด หรือใช้เวลาในการทำงานน้อยที่สุด ลักษณะสำคัญประการหนึ่งของการใช้ตัวแบบการมอบหมายงานมาจัดลำดับงานคือ งานหนึ่งจะถูกมอบให้กับเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียวเท่านั้น ตัวอย่างและขั้นตอนตัวแบบการมอบหมายงานแสดงได้ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1

แผนหนึ่งมีเครื่องจักร 3 เครื่องคือ A, B และ C มีงานอยู่ 3 งานคือ งาน 1, 2 และ 3 การทำงานโดยใช้เครื่องจักรแต่ละเครื่องมีต้นทุนตามตารางดังนี้

เครื่องจักร (ต้นทุน : บาท)

		A	B	C	
	1	11		14	6
งาน	2	8		10	11
	3	9		12	7

ขั้นตอน

1. นำค่าต่ำสุดในแต่ละแถวลบออกจากค่าอื่นในแถวเดียวกัน ผลลัพธ์คือ

	A	B	C
1	5	8	0
2	0	2	3
3	2	5	0

และนำค่าต่ำสุดในแต่ละสดมภ์ ลบออกจากค่าอื่นในสดมภ์เดียวกัน ผลลัพธ์คือ

	A	B	C
1	5	6	0
2	0	0	3
3	2	3	0

2. ลากเส้นตรงจำนวนน้อยเส้นที่สุด ให้ผ่านค่าศูนย์ทั้งหมด

	A	B	C
1	5	6	0
2	~~0~~	~~0~~	~~3~~
3	(2)	3	0

ค่าที่น้อยที่สุดไม่ถูกเส้นตรงลากผ่าน

ปรากฏว่าเส้นตรงเพียง 2 เส้น ซึ่งไม่เท่ากับจำนวนเครื่องจักรหรือจำนวนงาน แสดงว่ายังไม่ได้คำตอบที่เหมาะสม จึงต้องทำขั้นตอนต่อไป

3. นำค่าน้อยที่สุดในตารางที่ไม่ถูกเส้นตรงลากผ่าน ลบออกจากค่าอื่น ๆ ในตารางที่ไม่ถูกเส้นตรงลากผ่าน และนำค่าน้อยที่สุดนั้นไปบวกเข้ากับค่าที่อยู่ตรงจุดตัดกันของเส้นตรง 2 เส้น ดังนี้

	A	B	C
1	3	4	0
2	0	0	5
3	0	1	0

กลับไปยังขั้นตอนที่ 2 คือ ลากเส้นตรงจำนวนน้อยเส้นที่สุดให้ผ่านค่าศูนย์ทั้งหมด

	A	B	C
1	3	4	0
2	0	0	5
3	0	1	0

ได้เส้นตรง 3 เส้น แสดงว่าได้คำตอบที่เหมาะสมแล้ว จึงเข้าสู่ขั้นตอนสุดท้าย

4. ทำการมอบหมายงานให้กับเครื่องจักรแต่ละเครื่อง โดยเลือกแถวหรือสดมภ์ที่มีค่าศูนย์เพียงค่าเดียว ตำแหน่งที่ศูนย์คือตำแหน่งของการมอบหมายงานในแถวนั้นให้กับเครื่องจักรในสดมภ์นั้น หลังจากนั้นจะพิจารณามอบหมายงานที่เหลือให้กับเครื่องจักรอื่น ๆ ผลที่ได้คือ

	A	B	C
1	3	4	(0)
2	0	(0)	5
3	(0)	1	0

มอบหมายงาน 1 ให้ เครื่องจักร C

มอบหมายงาน 2 ให้ เครื่องจักร B

มอบหมายงาน 3 ให้ เครื่องจักร A

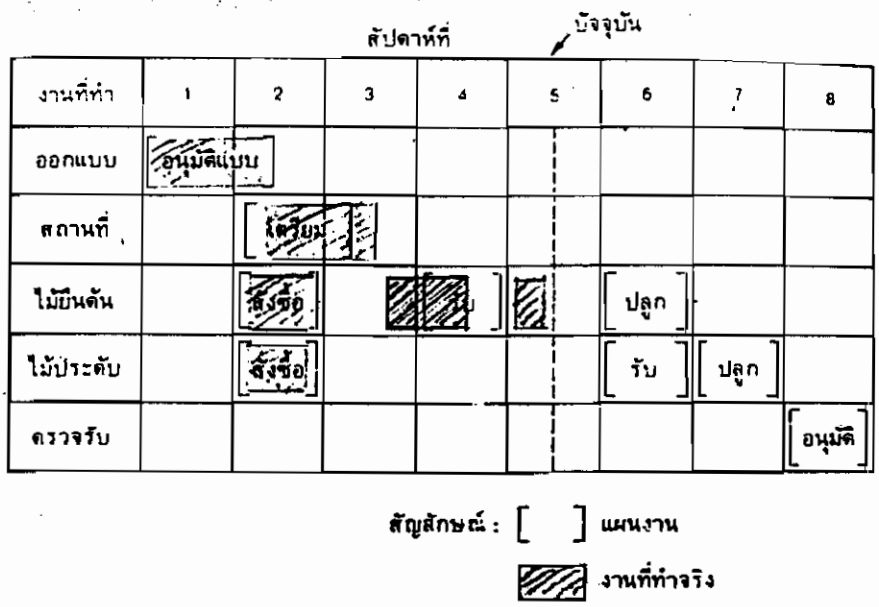
โดยมีต้นทุนต่ำสุด = 6+10+9 = 25 บาท

การจัดลำดับงาน

การจัดลำดับงานอาจใช้แผนภูมิแกนต์หรือใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ก็ได้

การใช้แผนภูมิแกนต์ในการจัดลำดับงาน

โดยทั่วไปจะใช้เพื่อการจัดลำดับงานและติดตามผลการทำงาน โดยในแนวต่ำของแผนภูมิแสดงถึงกิจกรรมหรืองานที่ต้องการ ส่วนแนวนอนแสดงเวลา แผนภูมิจะแสดงถึงผลการทำงานว่า งานใดที่ได้ทำไปแล้ว และทันตามกำหนดหรือไม่ อย่างไร ตัวอย่างของแผนภูมิประเภทนี้แสดงอยู่ในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนภูมิแกนต์สำหรับการจัดลำดับงาน

รูปที่ 4 เป็นแผนภูมิแกนต์สำหรับการจัดลำดับงานตกแต่งสวน ซึ่งมีงานหลักที่ต้องทำอยู่ 5 งาน คือ การออกแบบ การจัดเตรียมสถานที่ การปลูกไม้ยืนต้น การปลูกไม้ประดับ และการตรวจรับ โดยใช้เวลาในการทำงานนี้ 8 สัปดาห์ จากแผนภูมิจะเห็นได้ว่า งานการออกแบบและอนุมัติแบบสามารถทำได้ตามกำหนดพอดี ส่วนงานการจัดเตรียมสถานที่เริ่มช้ากว่ากำหนด และเสร็จช้ากว่ากำหนด ส่วนการสั่งซื้อไม้ยืนต้นทำได้ทันตามแผนงาน แต่ร้านขายต้นไม้ส่งต้นไม้เร็วกว่ากำหนด และการปลูกก็เริ่มได้เร็วกว่าแผนงานที่วางไว้ ส่วนงานเกี่ยวกับไม้ประดับสามารถทำได้ตามแผนงาน ถึงแม้ว่าแผนภูมิแกนต์จะมีข้อดีที่ใช้ง่าย แต่ก็มีข้อจำกัดหลายประการด้วยกันคือ

1. แผนภูมิที่ใช้งานจะต้องมีการปรับปรุงตลอดเวลา เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพของการทำงานที่แท้จริง

2. แผนภูมิแกนต์ไม่สามารไช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านต้นทุนสำหรับทางเลือกต่าง ๆ ที่วางแผนไว้

3. ในกรณีที่งานซึ่งสามารถทำได้ด้วยเครื่องจักรหลายเครื่องแต่ใช้เวลาในแต่ละเครื่องไม่เท่ากัน ลักษณะของปัญหาจะมีความซับซ้อนมากขึ้น และแผนภูมิแกนต์ไม่สามารถใช้ช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาลักษณะนี้ได้ ดังนั้นวิธีการที่ใช้แก้ปัญหานี้คือการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์

การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการจัดลำดับงาน

การจัดลำดับงานเป็นการกำหนด ว่างานใดจะทำก่อนหลังตามลำดับในแต่ละเครื่องจักรหรือสถานีการผลิต ในที่นี้จะแบ่งการจัดลำดับงานเป็น 3 ประเภทคือ

1. การจัดลำดับงาน ผ่านเครื่องจักร 1 เครื่อง หรือ 1 สถานี
2. การจัดลำดับงาน ผ่านเครื่องจักร 2 เครื่อง หรือ 2 สถานี
3. การจัดลำดับงาน ผ่านเครื่องจักรมากกว่า 2 เครื่อง หรือ 2 สถานี

1. การจัดลำดับงานผ่านเครื่องจักร 1 เครื่องหรือ 1 สถานี การจัดลำดับงานผ่านเครื่องจักรเครื่องเดียวหรือสถานีการผลิตเดียว มีวิธีการจัดลำดับงานที่นิยมใช้กัน 4 วิธี ได้แก่ .

1.1 การจัดลำดับงานแบบมาก่อนบริการก่อน (First-Come, First-Served, FCFS)

1.2 การจัดลำดับงานแบบทำงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก่อน (Shortest Processing Time, SPT)

1.3 การจัดลำดับงานแบบทำงานที่มีวันกำหนดส่งมอบเร็วที่สุดก่อน (Earliest Due Date, EDD)

1.4 การจัดลำดับงานแบบทำงานที่ใช้เวลามากที่สุดก่อน (Longest Processing Time, LPT)

ตัวอย่างที่ 2 แสดงถึงการจัดลำดับงานผ่านเครื่องจักร 1 เครื่อง ทั้ง 4 วิธี

<u>ตัวอย่างที่ 2</u>

สถานีการผลิตหนึ่งมีงาน A,B,C,D และ E กำลังรอคอยให้ทำการผลิตอยู่โดยที่งาน A เข้ามาเป็นลำดับแรก และตามด้วยงาน B,C,D และ E ตามลำดับ เวลาที่ต้องใช้ในการผลิต และกำหนดเวลาส่งมอบแสดงไว้ดังต่อไปนี้

งาน	เวลาที่ใช้ (วัน)	กำหนดเวลาส่งมอบ (วัน)
A	6	8
B	2	6
C	8	18
D	3	15
E	9	23

ผลการจัดลำดับงานด้วยวิธีต่าง ๆ แสดงได้ดังนี้

1.1 การจัดลำดับงานแบบ FCFS การจัดลำดับงานแบบ FCFS จะได้ลำดับงานเป็น A-B-C-D-E เวลาที่งานอยู่ในระบบ (flow time) จะเท่ากับเวลาที่แต่ละงานเสียไปในการรอคอยบวกกับเวลาที่ใช้ในการผลิต ตัวอย่างเช่น งาน B รอคอยงาน A 6 วัน บวกกับเวลาที่ B ใช้ในการผลิต 2 วันจึงเป็นเวลาที่งาน B อยู่ในระบบเท่ากับ 8 วัน นั่นคืองาน B จะเสร็จสมบูรณ์ใน 8 วัน และทำงานช้ากว่าเวลาส่งมอบไป 2 วัน ดังแสดงได้ดังต่อไปนี้

ลำดับงาน	เวลาที่ใช้ (วัน)	วันเสร็จ	กำหนดเวลาส่งมอบ	จำนวนวันล่าช้า
A	6	6	8	0
B	2	8	6	2
C	8	16	18	0
D	3	19	15	4
E	9	28	23	5
	28	77		11

ประสิทธิผลของการจัดแบบ FCFS

(1) เวลาเฉลี่ยของงานที่อยู่ในระบบ $= \dfrac{\text{ผลรวมของเวลาเสร็จ}}{\text{จำนวนงาน}}$

$= \dfrac{77}{5} = 15.4$ วัน

(2) จำนวนงานเฉลี่ยในระบบ $= \dfrac{\text{ผลรวมของเวลาเสร็จ}}{\text{ผลรวมของเวลาที่ใช้ในการผลิต}}$

$= \dfrac{77}{28} = 2.75$ งาน

(3) เวลาล่าช้าเฉลี่ยต่องาน $= \dfrac{\text{ผลรวมของเวลาล่าช้า}}{\text{จำนวนงาน}}$

$= \dfrac{11}{5} = 2.2$ วัน

(4) เวลาล่าช้าสูงสุด = 5 วัน

(5) จำนวนงานล่าช้า = 3 งาน

1.2 จัดลำดับงานแบบ SPT การจัดลำดับงานแบบ SPT จะได้ลำดับงานเป็นB-D-A-C-E รายละเอียดดังต่อไปนี้

ลำดับงาน	เวลาที่ใช้ (วัน)	วันเสร็จ	กำหนดเวลาส่งมอบ	จำนวนวันล่าช้า
B	2	2	6	0
D	3	5	15	0
A	6	11	8	3
C	8	19	18	1
E	9	28	23	5
	28	65		9

ประสิทธิผลของการจัดแบบ SPT

(1) **เวลาเฉลี่ยของงานที่อยู่ในระบบ** $= \frac{65}{5} = 13$ วัน

(2) **จำนวนงานเฉลี่ยในระบบ** $= \frac{65}{28} = 2.32$ งาน

(3) **เวลาล่าช้าเฉลี่ยต่องาน** $= \frac{9}{5} = 1.8$ วัน

(4) **เวลาล่าช้าสูงสุด** = 5 วัน

(5) **จำนวนงานล่าช้า** = 3 งาน

1.3 จัดลำดับงานแบบ EDD การจัดลำดับงานแบบ EDD จะได้ลำดับงานเป็น B-A-D-C-E ดังนี้

ลำดับงาน	เวลาที่ใช้ (วัน)	วันเสร็จ	กำหนดเวลาส่งมอบ	จำนวนวันล่าช้า
B	2	2	6	0
A	6	8	8	0
D	3	11	15	0
C	8	19	18	1
E	9	28	23	5
	28	68		6

ประสิทธิผลของการจัดแบบ EDD

(1) เวลาเฉลี่ยของงานที่อยู่ในระบบ $= \frac{68}{5} = 13.6$ วัน

(2) จำนวนงานเฉลี่ยในระบบ $= \frac{68}{28} = 2.42$ งาน

(3) เวลาล่าช้าเฉลี่ยต่องาน $= \frac{6}{5} = 1.2$ วัน

(4) เวลาล่าช้าสูงสุด = 5 วัน

(5) จำนวนงานล่าช้า = 2 งาน

1.4 จัดลำดับงานแบบ LPT การจัดลำดับงาน LPT จะได้ลำดับงานเป็น E-C-A-D-B ดังนี้

ลำดับงาน	เวลาที่ใช้ (วัน)	วันเสร็จ	กำหนดเวลาส่งมอบ	จำนวนวันล่าช้า
E	9	9	23	0
C	8	17	18	0
A	6	23	8	15
D	3	26	15	11
B	2	28	6	22
	28	103		48

ประสิทธิผลของการจัดแบบ LPT

(1) เวลาเฉลี่ยของงานที่อยู่ในระบบ = $\frac{103}{5}$ = 20.6 วัน

(2) จำนวนงานเฉลี่ยในระบบ = $\frac{103}{28}$ = 3.68 งาน

(3) เวลาล่าช้าเฉลี่ยต่องาน = $\frac{}{5}$ $\frac{=}{48}$ = 9.6 วัน

(4) เวลาล่าช้าสูงสุด = 22 วัน

(5) จำนวนงานล่าช้า = 3 งาน

ผลจากการจัดลำดับงานทั้ง 4 วิธีข้างต้นสรุปได้ดังนี้

วิธี	เวลาเฉลี่ยของงานที่อยู่ในระบบ	จำนวนงานเฉลี่ยในระบบ	เวลาล่าช้าเฉลี่ยต่องาน	เวลาล่าช้าสูงสุด	จำนวนงานล่าช้า
FCFS	15.4	2.75	2.2	5	3
SPT	13.0	2.32	1.8	5	3
EDD	13.6	2.42	1.2	5	2
LPT	20.6	3.68	9.6	22	3

จะเห็นได้ว่าการจัดแบบ LPT จะให้ประสิทธิผลต่ำสุด และจากการวิจัยพบว่าไม่มีวิธีใดที่จะให้ประสิทธิผลดีที่สุดในทุกเรื่อง แต่สามารถสรุปได้ว่า

1. วิธีการจัดลำดับงานแบบ SPT โดยทั่วไปจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่ทำให้จำนวนเวลาอยู่ในระบบ และจำนวนงานเฉลี่ยในระบบมีค่าน้อยที่สุด แต่ข้อเสียคืองานที่ต้องใช้เวลาผลิตนานอาจถูกเลื่อนไปทำทีหลังอยู่เรื่อย ๆ จนอาจทำให้ลูกค้าไม่พอใจได้

2. วิธีการจัดลำดับงานแบบ FCFS ถึงแม้จะไม่ให้ประสิทธิผลสูงสุด แต่มีข้อดีตรงที่ลูกค้ายอมรับว่ามีความยุติธรรม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากโดยเฉพาะงานด้านบริการ

2. **การจัดลำดับงานผ่านเครื่องจักร 2 เครื่องหรือ 2 สถานี** กฎของจอห์นสัน (Johnson's rule) เป็นเทคนิคที่ผู้จัดการสามารถใช้เพื่อลดเวลารวมให้น้อยที่สุดของกลุ่มงานที่ได้ดำเนินการด้วยเครื่องจักร 2 เครื่อง หรือสถานีทำงาน 2 สถานีที่เรียงลำดับกัน (ในบางครั้งอาจจะ

เป็นเครื่องจักร 2 เครื่อง สำหรับสายการผลิตแบบ Flow shop) นอกจากนั้นกฎของจอห์นสันทำให้ลดเวลาสูญเปล่ารวมทั้งหมดของสถานีการทำงานให้ต่ำสุด ในการที่จะใช้กฎของจอห์นสันมีเงื่อนไขต่าง ๆ ดังนี้

1.จะต้องรู้ถึงเวลาของงาน (คือผลรวมของเวลาในการติดตั้งและเวลาในการดำเนินงาน) แต่ละงาน และเวลาของงานแต่ละงานในแต่ละสถานีการทำงานจะต้องคงที่

2. เวลาของงานจะต้องเป็นอิสระจากลำดับของงาน

3. งานทั้งหมดจะต้องมีลำดับการทำงาน 2 ขั้นตอนที่เหมือนกัน

4. ลำดับก่อนหลังงานจะไม่ถูกนำมาใช้

5. ทุกหน่วยในแต่ละงานจะต้องทำในสถานีการทำงานที่ 1 เสร็จก่อนแล้วงานจึงเคลื่อนไปยังสถานีการทำงานที่ 2

การกำหนดลำดับที่เหมาะสมมีขั้นตอนดังนี้

1. จัดทำรายการแสดงถึงจำนวนงานทั้งหมดและเวลาที่ใช้ในการทำงานของแต่ละงาน

2. เลือกงานที่มีเวลาทำงานน้อยที่สุด ถ้างานที่มีเวลาการทำงานน้อยที่สุดอยู่ในเครื่องจักรหรือสถานีที่ 1 ให้จัดงานนั้นในลำดับแรกสุดที่ต้องทำก่อนแต่ถ้างานที่มีเวลาการทำงานน้อยสุดอยู่ในเครื่องจักรหรือสถานีที่ 2 ให้จัดงานนั้นในลำดับท้ายสุด

3. เมื่องานใดถูกจัดลำดับแล้วจะไม่นำมาพิจารณาอีก

4. ย้อนกลับไปดำเนินการในขั้นตอนที่ 2 และ 3 เพื่อจัดลำดับงานที่เหลือจนกระทั่งจัดลำดับงานทุกงานจนครบ

<u>ตัวอย่างที่ 3</u>

กลุ่มของงาน 6 งานได้ถูกดำเนินการผ่านเครื่องจักร 2 เครื่อง การดำเนินการแรกเกี่ยวข้องกับการทำความสะอาดและการดำเนินการที่ 2 เกี่ยวข้องกับการทำความสะอาดให้ทำการกำหนดลำดับการทำงานที่จะทำให้เวลาแล้วเสร็จทั้งหมดของกลุ่มงานนี้ต่ำสุด เวลาดำเนินงานของแต่ละงานเป็นดังนี้

งาน	เวลาการดำเนินงาน (ชั่วโมง)	
	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2
A	5	5
B	4	3
C	8	9
D	2	7
E	6	8
F	12	15

ก. เลือกงานซึ่งมีเวลาดำเนินงานสั้นที่สุด ซึ่งในที่นี้คืองาน D โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง

ข. เนื่องด้วยเวลาอยู่ที่สถานีทำงานแรก ดังนั้นจึงจัดให้งาน D ทำในลำดับแรก ตัดงาน D ออกจากการพัฒนาในลำดับถัดไป

ค. งาน B เวลาที่สั้นที่สุดในลำดับถัดไป เนื่องด้วยเวลาที่สั้นที่สุดนั้นอยู่ที่สถานีทำงานที่ 2 ดังนั้นจึงจัดให้งาน B ทำในลำดับสุดท้าย และตัดงาน B ออกจากการพิจารณาในลำดับถัดไป ดังนั้นตอนนี้จึงจัดลำดับงานได้ดังนี้

1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
D					B

ง. งานที่เหลือและเวลาดำเนินงานของงานเหล่านั้นเป็นดังนี้

งาน	1	2
A	5	5
C	8	9
E	6	8
F	12	15

มีข้อสังเกตที่น่าสนใจบางอย่างสำหรับเวลาที่เหลืออยู่ที่สั้นที่สุด กล่าวคืองาน A มีเวลาเท่ากันในแต่ละสถานีทำงาน ซึ่งขั้นตอนในการจัดลำดับการทำงานจะให้ผลที่ไม่ต่างกันไม่ว่าเรา

จะจัดงาน A ไว้ตอนต้นหรือตอนปลายของลำดับการทำงาน สมมติว่ามันถูกจัดไว้ในตอนปลาย ดังนั้น ณ ตอนนี้เราจัดลำดับงานได้ดังนี้

1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
D				A	B

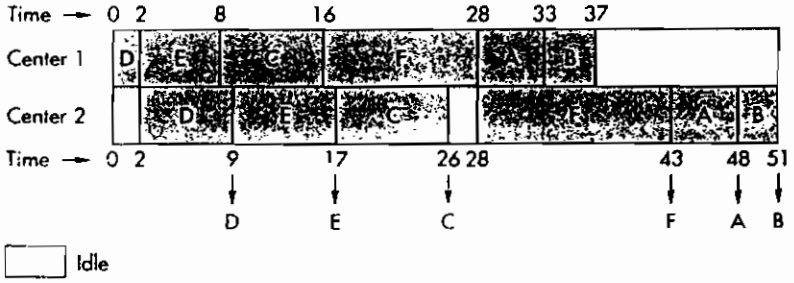
จ. เวลาที่เหลืออยู่ที่สั้นที่สุด คือ 6 ชั่วโมง ของงาน E ซึ่งอยู่ที่สถานีทำงานที่ 1 ดังนั้นจึงจัดลำดับงาน E ไว้ในตอนต้นของลำดับการผลิต (จัดไว้หลังงาน D) ดังนั้นจะได้

1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
D	E			A	B

ฉ. งาน C มีเวลาที่สั้นที่สุดของงาน 2 งานที่เหลือ เนื่องด้วยเวลาที่สั้นที่สุดนั้นอยู่ที่สถานีทำงานแรกดังนั้นจึงวางงาน C ไว้ในลำดับที่สาม สุดท้ายจัดงานที่เหลืออยู่ (คืองาน F) ไว้ในตำแหน่งที่ 4 ดังนั้นผลจากการจัดลำดับเป็นดังนี้

1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
D	E	C	F	A	B

ช. วิธีหนึ่งที่จะกำหนดเวลาดำเนินงานและเวลาว่างเปล่าของสถานีทำงานคือการสร้างแผนภูมิ ซึ่งสามารถเขียนแผนภูมิได้ดังนี้



ดังนั้น กลุ่มของงานนี้ใช้เวลาทั้งหมด 51 ชั่วโมง จึงทำเสร็จ สถานีทำงานที่ 2 จะใช้เวลาคอย 2 ชั่วโมงสำหรับงานแรก และจะคอย 2 ชั่วโมงหลังจากเสร็จงาน C สถานีที่ 1 จะเสร็จใน 37 ชั่วโมง งวดที่เกิดการว่างเปล่าในตอนต้นหรือตอนปลายสุดของลำดับสามารถนำไปใช้เพื่อผลิตงานอื่นหรือเพื่อการซ่อมบำรุงหรือการติดตั้งเพื่อกิจกรรมอื่น ๆ

3. **การจัดลำดับงานผ่านเครื่องจักรมากกว่า 2 เครื่อง หรือ 2 สถานี**

เมื่องานมีหลายงานผ่านเครื่องจักรหรือสถานีการผลิตเป็นจำนวนมาก การจัดลำดับงานที่ให้ผลลัพธ์ดีที่สุดจะมีความยุ่งยากซับซ้อนมาก จึงมีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยแก้ปัญหา เช่น การสร้างจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) และการใช้วิธี ฮิวริสติกส์ ซึ่งจะทำให้การจัดลำดับงานได้ผลใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสม (near –optimal solution)

การจัดลำดับการทำงานเมื่อเวลาในการติดตั้งเครื่องจักรมีผลมาจากการจัดลำดับงาน

การอธิบายและตัวอย่างก่อนหน้านี้ ได้มีข้อสมมติว่าเวลาในการติดตั้งเครื่องจักรเป็นอิสระไม่ขึ้นกับลำดับของกระบวนการ แต่ในหลาย ๆ กรณีข้อสมมตินี้ไม่เป็นความจริง ดังนั้นผู้จัดการอาจจะต้องจัดงานที่สถานีการทำงานใด ๆ โดยจะต้องพิจารณาจากเวลาในการติดตั้งเครื่องจักร เป้าหมายก็คือจะต้องลดเวลาในการติดตั้งเครื่องจักรรวมทั้งหมดให้ต่ำที่สุด

พิจารณาจากตารางข้างล่างซึ่งได้แสดงเวลาในการติดตั้งเครื่องจักร ณ สถานีการทำงาน ซึ่งเวลาเหล่านี้ขึ้นอยู่กับลำดับกระบวนการของงาน ตัวอย่างเช่น ถ้างาน B ตามงาน A เวลาในการติดตั้งสำหรับงาน B จะเป็น 6 ชั่วโมง ยิ่งไปกว่านั้นถ้างาน A เสร็จเป็นลำดับแรกต่อมาตามด้วยงาน B และงาน C ต่อจากงาน B ซึ่งเวลาในการติดตั้งงาน C จะเป็น 4 ชั่วโมง ถ้างานใดที่ทำเป็นลำดับแรกเวลาในการติดตั้งสำหรับงานนั้นจะเท่ากับจำนวนเวลาที่ได้แสดงไว้ในคอลัมภ์เวลาในการติดตั้งซึ่งอยู่ด้านขวาของงาน ดังนั้นถ้าทำงาน A เป็นลำดับแรก เวลาในการติดตั้งงาน A เป็น 3 ชั่วโมง

		เวลาในการติดตั้ง (ชม.)	เวลาในการติดตั้งของงานที่ตามมา (ชม.)		
			A	B	C
งานที่อยู่ก่อนหน้า	A	3	-	6	2
	B	2	1	-	4
	C	2	5	3	-

วิธีการที่ง่ายที่สุดในการกำหนดว่าลำดับการทำงานแบบที่ให้ผลเวลาในการติดตั้งรวมน้อยที่สุด คือการแจงการจัดลำดับที่เป็นไปได้ทั้งหมด และกำหนดเวลาในการติดตั้งรวมของแต่ละทางเลือก โดยทั่วไปแล้วจำนวนทางเลือกต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ n! คือจำนวนของงาน ในที่นี้ n คือ 3 ดังนั้น 3! = 3 x 2 x 1 = 6 ทางเลือกทั้ง 6 ทางเลือกและเวลาในการติดตั้งรวมของแต่ละทางเลือกเป็นดังนี้

ลำดับ	เวลาในการติดตั้ง	รวม	
A – B – C	3 + 6 + 4	= 13	
A – C – B	3 + 2 + 3	= 8	
B – A – C	2 + 1 + 2	= 5	**(ดีที่สุด)**
B – C – A	2 + 4 + 5	= 11	
C – A – B	2 + 5 + 6	= 13	
C – B – A	2 + 3 + 1	= 6	

ดังนั้นการที่จะทำให้เวลาในการติดตั้งรวมน้อยที่สุด ผู้จัดการจะต้องเลือกลำดับ B – A – C

ขั้นตอนข้างต้นค่อนข้างจะง่ายที่จะทำด้วยมือก็ต่อเมื่อจำนวนของงานเป็น 2 หรือ 3 งาน อย่างไรก็ตามในขณะที่จำนวนของงานเพิ่มขึ้น จำนวนทางเลือกของลำดับก็จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ตัวอย่างเช่น ถ้ามีงาน 6 งานทางเลือกก็จะมีทั้งสิ้น 720 ทางเลือก ในกรณีเช่นนี้ผู้จัดการจะต้องใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อป้อนทางเลือกทั้งหมด และระบุทางเลือกที่ดีที่สุด (มีข้อสังเกตว่าอาจจะมีทางเลือกมากกว่า 1 ทางเลือกที่มีเวลารวมในการติดตั้งต่ำที่สุด)