

บทที่ 8

การวางผัง

ในบทนี้ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- ความสำคัญของการวางผัง
- ความจำเป็นในการตัดสินใจวางผัง
- ประโยชน์สำคัญของการวางผัง
- ประเภทของการวางผัง
- หลักเกณฑ์สำหรับการวางผัง
- เทคโนโลยีกลุ่ม
- ขั้นตอนในการวางผังโรงงาน
- ตัวแบบสำหรับการวางผัง
- แบบฝึกหัด

การวางผัง

การวางผังกระบวนการผลิต เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดรูปแบบการวางตำแหน่งของเครื่องจักร เครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการผลิต และการให้บริการภายใต้ข้อจำกัดของโครงสร้างอาคารที่มีอยู่ เพื่อให้การดำเนินการผลิตและการให้บริการมีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงสุด

ความสำคัญของการวางผัง

การวางผังมีความสำคัญเนื่องมาจากเหตุผลพื้นฐาน 3 อย่าง คือ

1. การวางผังต้องลงทุนทั้งกำลังเงิน เวลา และความพยายาม
2. การวางผังเกี่ยวข้องกับความสุขพันธุ์ระยะยาว นั่นคือเมื่อได้ตัดสินใจวางผังกระบวนการผลิตไปแล้วจะเปลี่ยนแปลงได้ยาก
3. การวางผังมีผลต่อการดำเนินการในแง่ของต้นทุน และประสิทธิภาพของการผลิตและการบริการ

ความจำเป็นในการตัดสินใจวางผัง

ความจำเป็นในการวางแผนผังอาจเกิดเนื่องจากการว่างโรงงานใหม่ หรือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงยังโรงงานที่มีอยู่เดิม เหตุผลสำคัญที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงยังโรงงาน อาจประกอบด้วยเหตุผลดังนี้

1. การผลิตและการบริการไม่มีประสิทธิภาพ เช่น ต้นทุนสูง และเกิดปัญหาการติดขัดของกระบวนการผลิตและบริการ
2. มีอันตรายและความไม่ปลอดภัยในการดำเนินการ
3. มีการเปลี่ยนแปลงในการออกแบบสินค้าและบริการ
4. มีการผลิตสินค้าหรือบริการใหม่

5. มีการเปลี่ยนแปลงในปริมาณของผลผลิตหรือส่วนประสมผลผลิต
6. มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการหรือเครื่องมือในการผลิต
7. มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม หรือกฎหมายข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับโรงงาน
8. ปัญหาทางด้านขวัญของพนักงาน เช่น การขาดการติดต่อสื่อสารตัวต่อตัว

ประโยชน์สำคัญของการวางแผน

การวางแผนมีประโยชน์ที่สำคัญดังนี้ คือ (ธีรวุฒิ บุญขโสมภณ และวีรพงษ์ เจริญจิระรัตน์, 2527 : 30 - 33)

1. ช่วยทำให้เกิดความสมดุลย์ในกระบวนการผลิต เพราะจะช่วยแบ่งปริมาณงานให้แก่หน่วยผลิตต่าง ๆ ได้เท่าเทียมกัน วัสดุจึงไหลไปในกระบวนการผลิตอย่างสม่ำเสมอไม่เกิดการหยุดรอในกระบวนการผลิต

2. ช่วยลดสิ่งรบกวนต่าง ๆ ที่เกิดจากเครื่องจักรและกระบวนการผลิต สิ่งรบกวนเหล่านี้ได้แก่ ความสั่นสะเทือน เสียง กลิ่น ควัน ฝุ่น เศษโลหะ ฯลฯ ซึ่งจะทำอันตรายแก่สุขภาพของพนักงานได้ การวางแผนโรงงานที่ถูกต้องวิธีและเหมาะสมจะช่วยขจัดปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากเครื่องจักรต่าง ๆ ที่สร้างสิ่งรบกวนแก่พนักงาน

3. ช่วยลดอุบัติเหตุ และอันตรายที่จะเกิดกับพนักงาน การวางแผนติดตั้งเครื่องจักรภายในโรงงานที่ถูกต้องตามหลักการ เช่น ฐานเครื่องจักรถูกยึดแน่นไม่สั่นสะเทือน เครื่องจักรไม่ถูกวางชิดติดกันจนเกินไป ติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติที่ถูกต้องวิธี ฯลฯ จะช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นกับพนักงาน

4. เพิ่มสุขภาพจิตแก่พนักงาน การวางแผนโรงงานที่ถูกแบบแผนจะช่วยให้บรรยากาศการทำงานดีขึ้น และพนักงานมีความรู้สึกพอใจในสภาพการทำงานของคน จึงจำเป็นต้องขจัดสิ่งทีอาจก่อความรำคาญแก่พนักงานออกไป เช่น ห้องทำงานมีระบบการถ่ายเทอากาศดี แสงสว่างเพียงพอ ไม่มีเสียงดังรบกวนจากภายนอก และห้องพักผ่อนสะอาด ถูกสุขลักษณะ เป็นต้น

5. ช่วยให้สามารถใช้ประโยชน์จากสถานที่ของโรงงานอย่างมีประสิทธิภาพ พื้นที่ทุกตารางหน่วยของโรงงาน คือ ต้นทุนผลิตด้วย ดังนั้นจึงไม่ควรปล่อยพื้นที่โรงงานให้ว่างเปล่า ต้องพยายามนำมาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่า

6. ช่วยให้การใช้แรงงานที่มีอยู่ได้ประโยชน์เต็มที่ การวางแผนโรงงานจะช่วยจัดไม่ให้นกงานต้องสูญเสียเวลาในการเดินไปเดินมาในขณะที่ทำงาน หรือสูญเสียเวลามาขนย้ายวัสดุหรืออุปกรณ์ประกอบงานต่าง ๆ เพราะจะจัดวางตำแหน่งที่เหมาะสมและสามารถหยิบยกได้สะดวก

7. ช่วยให้มีคามยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลง การวางแผนโรงงานต้องเว้นระยะพื้นที่ไว้สำหรับกรณีที่ต้องโยกย้าย หรือเพิ่มเติมเครื่องจักรเพื่อออกแบบกระบวนการผลิตใหม่ในอนาคต

8. ช่วยลดเวลาและแรงงานในการขนย้ายวัสดุให้เหลือน้อยที่สุด ในการผลิตสินค้าต่าง ๆ จะต้องมีการไหลของวัตถุดิบตั้งแต่เริ่มแรกเข้าสู่กระบวนการผลิต จนกระทั่งออกจากกระบวนการผลิตเป็นผลผลิตสำเร็จรูป การขนย้ายวัสดุต่าง ๆ ในระหว่างกรรมวิธีผลิตจะทำให้ต้นทุนสูงขึ้น ดังนั้นการจัดวางผังโรงงานให้มีการขนย้ายวัสดุเสียเวลาน้อยที่สุด และใช้แรงงานน้อยที่สุดจะช่วยลดต้นทุนการผลิตลงได้มาก เครื่องมือช่วยในการขนถ่ายวัสดุที่ใช้ในโรงงานมีหลายชนิดด้วยกัน ได้แก่ รถเข็นด้วยมือ (Hand - Trucks) รถยกขน (Forklift Trucks) รถปั้นจั่นประจำโกดังสินค้า (Warehouse Cranes) สายพานเลื่อน (Belt Conveyors) ฯลฯ

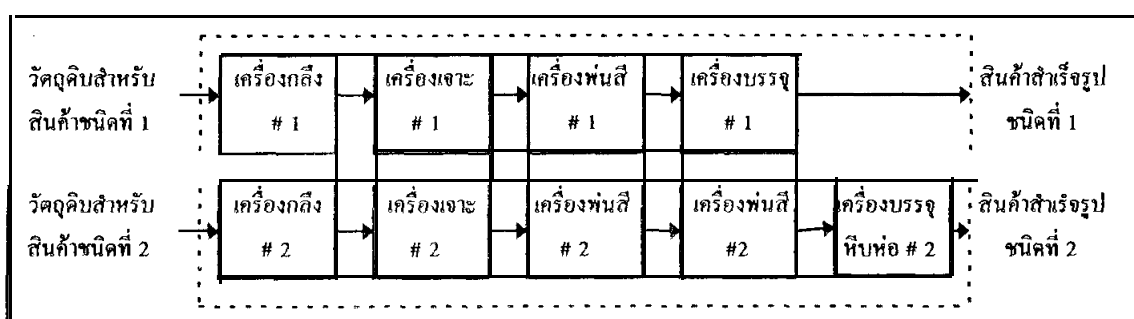
ประเภทของการวางแผน

การวางแผนแบ่งออกได้ 3 ประเภทด้วยกัน คือ

1. การวางแผนตามชนิดผลิตภัณฑ์ (Product Layouts)
2. การวางแผนตามกระบวนการผลิต (Process Layouts)
3. การวางแผนแบบอยู่กับที่ (Fixed - Position Layouts)

1. การวางแผนตามชนิดผลิตภัณฑ์

การวางแผนตามชนิดผลิตภัณฑ์ หมายถึง การจัดวางเครื่องจักรตามลำดับความต้องการของการใช้เครื่องจักรเพื่อใช้ในการผลิตหรือการให้บริการ สินค้าหรือผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะใช้เครื่องจักรเฉพาะ เพื่อการผลิตสินค้าแต่ละชนิดเท่านั้น จะไม่ใช่เครื่องจักรเครื่องมือในการผลิตร่วมกัน ดังแสดงในรูปที่ 1 สังเกตได้ว่าในการทำงานที่ซ้ำกัน เช่น การกลึงหรือการเจาะ จะไม่ใช่เครื่องจักรที่ซ้ำกันเลย แผนผังตามผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับการผลิตสินค้าที่มีปริมาณการผลิตมาก ๆ มีรูปแบบของสินค้ามาตรฐาน สินค้ามีขั้นตอนในการผลิตที่แน่นอนไม่เปลี่ยนแปลง เป็นแผนผังกระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง



รูปที่ 1 แผนผังตามผลิตภัณฑ์

ข้อดีของการวางแผนตามชนิดผลิตภัณฑ์

1. การเคลื่อนย้ายมีระยะทางสั้น มีลำดับแน่นอนจึงไม่เสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายมาก
2. ใช้เนื้อที่ในการผลิตต่อหน่วยน้อยเพราะว่าจัดเครื่องจักรต่อกันได้หลายสาย
3. ไม่ต้องเสียเวลาดึงเครื่องจักรบ่อย จึงใช้เครื่องจักรได้เต็มที่
4. สามารถจัดหน่วยผลิตแต่ละหน่วยให้สมดุลกันได้ จึงทำให้ผลิตได้ปริมาณมาก
5. ลดงานที่ค้างในการผลิต เพราะไม่มีการรอคอยในสายงานผลิต
6. สามารถควบคุมการผลิตได้ทุกขั้นตอนและมองเห็นข้อบกพร่องจากการผลิตได้ง่าย
7. การทำงานของแต่ละหน่วยผลิตต้องประสานกัน อันเป็นการสนับสนุนให้เกิดบรรยากาศการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

ข้อจำกัดของการวางแผนตามชนิดผลิตภัณฑ์

1. หากหน่วยผลิตใดมีปัญหาหรือล่าช้าจะส่งผลกระทบต่อทั้งสายการผลิต
2. ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของสินค้าหรือวิธีการผลิตอาจต้องการวางแผนใหม่
3. การเพิ่มสมรรถภาพของการผลิตต้องเพิ่มตลอดสายการผลิต จะเพิ่มเฉพาะหน่วยผลิตใดเพียงหน่วยเดียวไม่ได้ เพราะจะขาดความสมดุล ในหน่วยผลิต
4. ต้นทุนการผลิตจะสูงหากจำเป็นต้องลดปริมาณการผลิตลงในบางโอกาส
5. การลงทุนในเครื่องจักรสูง เพราะเครื่องจักรแต่ละชนิดแต่ละประเภทจะใช้เฉพาะงานในสายการผลิตเท่านั้น
6. ไม่ยืดหยุ่นเพราะแต่ละสายการผลิตใช้ผลิตสินค้าได้แบบเดียว
7. ผลิตภัณฑ์ต้องมีการทำให้เป็นมาตรฐานเสียก่อนและมีลักษณะเฉพาะเจาะจง (specification)

การวางแผนตามชนิดผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับ

1. กิจการที่ผลิตสินค้าน้อยชนิด
2. สินค้าแต่ละชนิดมีมาตรฐานแน่นอน
3. สินค้าแต่ละชนิดมีปริมาณผลิตสูง
4. ความต้องการสินค้าแต่ละชนิดมีระดับสม่ำเสมอ
5. มีวัตถุดิบป้อนสายงานสม่ำเสมอ

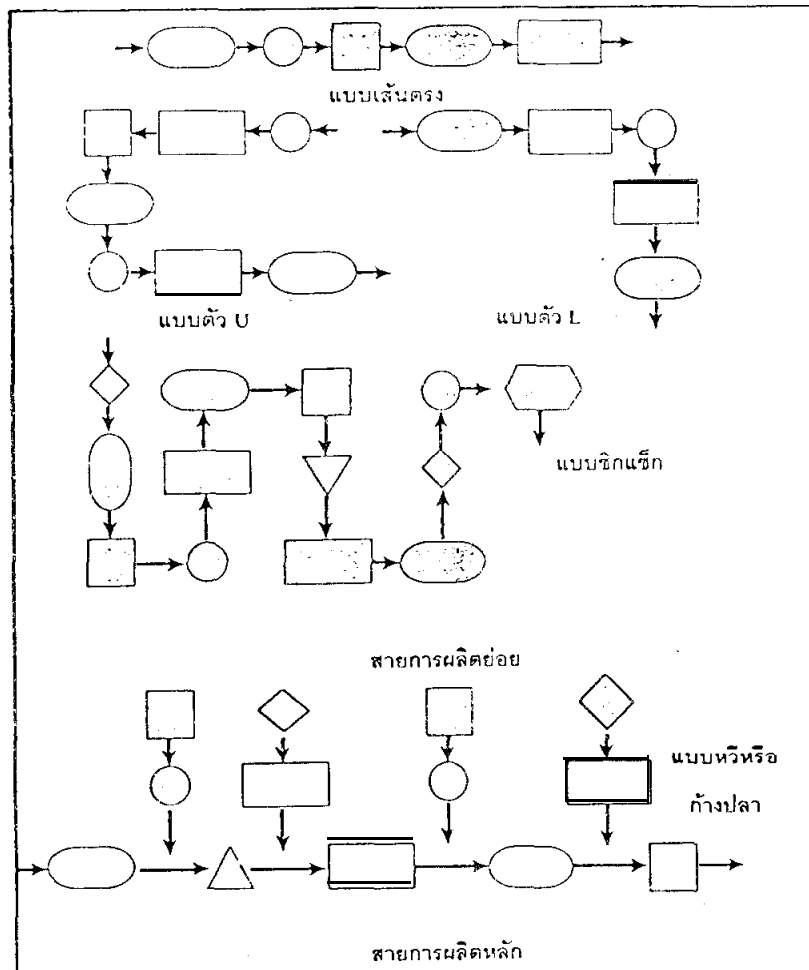
ตามที่กล่าวข้างต้นว่าการวางแผนตามชนิดผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง ดังนั้นการวางแผนประเภทนี้จึงมีชื่อเรียกได้หลายอย่างตามความประสงค์ที่จะเน้นให้เห็นลักษณะเด่นของสายงานผลิตในประเด็นอะไร เช่น

- การวางแผนตามชนิดผลิตภัณฑ์ (Product Layouts) เมื่อต้องการเน้นให้เห็นว่าสายการผลิตแต่ละสายสามารถผลิตสินค้าได้คราวละหนึ่งรายการเท่านั้น
- การวางแผนสายการไหล (flow - line layout) ของวัสดุ เมื่อต้องการเน้นให้เห็นว่าวัตถุดิบต้องเคลื่อนที่ผ่านรายการผลิตจากสถานีงานแรกตามลำดับไปจนถึงสถานีงานสุดท้ายจึงจะได้สินค้าสำเร็จรูปออกมา

- การวางผังสายการผลิต (production - line layout) เมื่อต้องการเน้นให้เห็นว่าในสายการผลิตที่จะวางผังนั้น ต้องมีการแปรรูปวัสดุตามสถานีงานต่าง ๆ เป็นหลัก

- การวางผังสายการประกอบ (assembly - line layout) เมื่อต้องการเน้นให้เห็นว่าในสายการผลิตที่จะวางผังนั้น ต้องมีการติดตั้งหรือประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกันเป็นหลัก

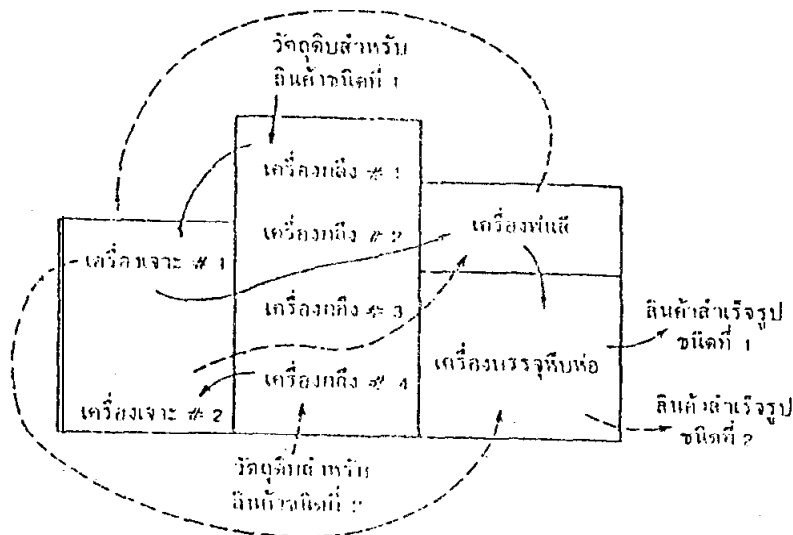
ปกติในหนึ่งสายการผลิตของการวางผังตามชนิดผลิตภัณฑ์ จะมีสถานีงาน (work station) มากกว่าหนึ่งสถานี ดังนั้นการวางผังให้แก่แต่ละสายการผลิตอาจมีทิศทางได้หลายรูปแบบดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 รูปแบบต่าง ๆ ของการวางผังในแต่ละสายการผลิตของการวางผังตามชนิดผลิตภัณฑ์

2. การวางแผนผังตามกระบวนการผลิต

การวางแผนผังตามกระบวนการผลิต หมายถึง การจัดวางเครื่องจักรเป็นหมวดเป็นหมู่ตามลักษณะของกระบวนการผลิต เช่น เครื่องกลึง เครื่องเจาะ เครื่องบรรจุหีบห่อ สินค้าที่ทำการผลิตจะถูกเคลื่อนย้ายไปยังกระบวนการต่าง ๆ ตามที่จะต้องทำดังรูปที่ 3 แสดงแผนผังตามกระบวนการผลิต ซึ่งเหมาะสำหรับการผลิตสินค้าที่มีขั้นตอนการผลิตที่ไม่เป็นมาตรฐาน สินค้าแต่ละชนิดจะผ่านกระบวนการไม่เหมือนกัน และปริมาณการผลิตแต่ละครั้งมีไม่มาก รูปแบบของสินค้ามีมากและไม่เป็นมาตรฐาน เป็นแผนผังกระบวนการผลิตที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง นอกจากนี้แผนผังตามกระบวนการผลิตยังเป็นแผนผังแบบที่ใช้สำหรับงานการให้บริการ เช่น ห้างสรรพสินค้าที่มีการจัดสินค้าตามหมวดหมู่ และโรงพยาบาลที่มีการจัดห้องรักษาพยาบาลเป็นหมวดหมู่ เช่น ห้องเอกซเรย์ ห้องผ่าตัด ห้องตรวจเลือด เป็นต้น



รูปที่ 3 แผนผังตามกระบวนการผลิต

ข้อดีของการวางแผนตามกระบวนการผลิต

1. หากเครื่องจักรเครื่องใดเครื่องหนึ่งขัดข้องก็สมารถใช้เครื่องจักรอื่นที่มีหน้าที่เหมือนกันในแผนกทำงานแทนกันได้
2. การเปลี่ยนแปลงวิธีการผลิตหรือลักษณะของสินค้าจะไม่มีผลกระทบต่อผังโรงงานมากนัก
3. สามารถให้เครื่องจักรได้เอนกประสงค์กับสินค้าหลายชนิด ดังนั้นจึงทำให้ประหยัดในการลงทุน
4. การเพิ่มสมรรถภาพของการผลิตของสินค้าบางอย่าง จะทำได้โดยเพิ่มกำลังการผลิตเฉพาะหน่วยงานบางหน่วยงานนั้น

5. การควบคุมดูแลหน่วยงาน สามารถควบคุมตามชนิดของเครื่องจักรได้

ข้อจำกัดของการวางแผนตามกระบวนการผลิต

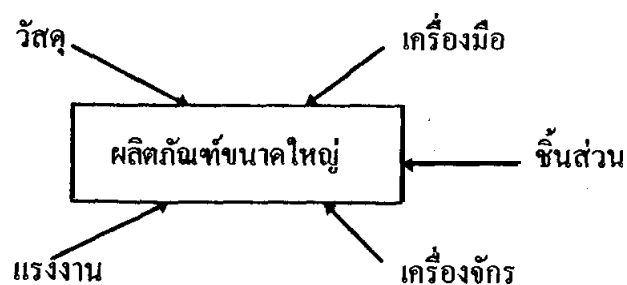
1. การเคลื่อนย้ายวัสดุมีมากและอาจสับสนในการเคลื่อนย้าย ต้องลงทุนในอุปกรณ์เคลื่อนย้ายมาก
2. ใช้พื้นที่มาก เพราะต้องจัดทางเดินให้กว้างขึ้นเพื่อรองรับสินค้าหลายชนิดที่ผลิต
3. การใช้เครื่องจักรต่อหน่วยผลิตภัณฑ์มีระดับไม่สูง เพราะเครื่องจักรที่ต้องผลิตสินค้าหลายอย่างต้องเสียเวลาดังเครื่องจักรใหม่
4. สินค้าระหว่างผลิตจะมีปริมาณสูง เนื่องจากการปรับให้หน่วยผลิตต่าง ๆ ทำงานด้วยความเร็วสมดุลกันนั้น จะทำได้ยากมาก จึงมีปัญหการรอคอยที่ทุก ๆ หน่วยผลิต
5. การจัดกำหนดการผลิตและการควบคุมการผลิตทำได้ยาก เพราะผลิตสินค้าหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดแตกต่างกันในเรื่องรูปแบบ วัตถุดิบ ขั้นตอนการผลิต จำนวนและเวลาในการผลิต

การวางแผนตามกระบวนการผลิตเหมาะสำหรับ

1. กิจการที่ผลิตสินค้ามากชนิด มีการส่งงานน้อยครั้งในปริมาณไม่สูง
2. สินค้าที่มีการเปลี่ยนแบบบ่อย ๆ
3. สินค้าแต่ละชนิดมีปริมาณผลิตไม่สูง
4. ความต้องการสินค้านี้ระดับเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

8. การวางแผนแบบอยู่กับที่

การวางแผนแบบอยู่กับที่ หมายถึง การจัดวางแผนการผลิตที่ผลิตภัณฑ์ หรือสินค้าที่จะผลิต ต้องวางอยู่กับที่ การผลิตทำได้โดยการเคลื่อนย้ายเครื่องจักร วัสดุ และแรงงานเข้ามาทำการผลิต ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีขนาดใหญ่เคลื่อนที่ได้ยาก ตัวอย่างเช่น การสร้างเครื่องบิน เรือขนาดใหญ่ รถไฟ หรือแม้แต่การก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมักมีปริมาณไม่มากอาจเพียง 1 หรือ 2 หน่วย เป็นการผลิตตามที่ถูกคำสั่งซื้อ การวางแผนอยู่กับที่นี้ต้องคำนึงถึงการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือซึ่งมีมาก การออกแบบจะต้องทำให้การเคลื่อนย้ายเครื่องมือทำได้สะดวก รวดเร็ว



รูปที่ 4 แผนผังผลิตภัณฑ์อยู่กับที่

ข้อดีของการวางแผนแบบอยู่กับที่

1. สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ง่ายและรวดเร็วเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงชนิดหรือรูปแบบของผลิตภัณฑ์
2. ลดการเคลื่อนย้ายส่วนประกอบที่มีขนาดใหญ่
3. สามารถควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ง่าย
4. การลงทุนในการวางโรงงานต่ำ
5. การวางแผนและการจัดลำดับการผลิตไม่สลับซับซ้อน

ข้อจำกัดของการวางแผนแบบอยู่กับที่

1. ไม่สามารถทำกาผลิตทีละมาก ๆ ได้
2. โดยลักษณะงานทั่วไปแล้วไม่สามารถใช้ในการวางแผนของโรงงานที่ต้องอาศัยเครื่องจักรเครื่องมือขนาดใหญ่ได้
3. โดยทั่วไปแผนแบบอยู่กับที่จะให้อัตราการผลิตต่ำที่สุดในบรรดาแบบของผังโรงงานทั้งสาม

การวางแผนแบบอยู่กับที่ที่เหมาะสม

1. โรงงานที่ผลิตสินค้าขนาดใหญ่ เพียงชนิดเดียว หรือสองสามชนิด
2. สินค้าที่เคลื่อนย้ายยาก
3. โรงงานที่ต้องการผังโรงงานให้มีความยืดหยุ่นสูง

ลักษณะต่าง ๆ ของการวางแผนแต่ละชนิดสามารถนำมาสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้ (ศุมน มาลาสิทธิ์, 2537 : 101 - 102)

ตารางที่ 1 แสดงความแตกต่างของการวางแผนประเภทต่าง ๆ

ปัจจัยที่พิจารณา	การวางแผนตามชนิดผลิตภัณฑ์	การวางแผนตามกระบวนการผลิต	แบบอยู่กับที่
1. ลักษณะของผลิตภัณฑ์	การวางแผนจะเน้นในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ปริมาณมาก และอัตราการผลิตสม่ำเสมอ	การวางแผนจะใช้สำหรับผลิตภัณฑ์หลาย ๆ อย่าง (diversified products) ซึ่งใช้การดำเนินงานพื้นฐานเหมือนกัน และอัตราการผลิตไม่สม่ำเสมอ	ปริมาณการผลิตต่ำ และชั้นของผลิตภัณฑ์ไม่ซ้ำกันจะมีลักษณะเฉพาะตัว

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงความแตกต่างของการวางแผนประเภทต่าง ๆ

ปัจจัยที่พิจารณา	การวางแผนตามชนิดผลิตภัณฑ์	การวางแผนตามกระบวนการผลิต	แบบอยู่กับที่
2. รูปแบบของการเคลื่อนที่ของผลิตภัณฑ์	เป็นเส้นตรง แต่ละหน่วยของผลิตภัณฑ์ถูกผลิตโดยมีมาตรฐานและลำดับการผลิตที่เหมือนกัน	มีหลายแบบ แต่ละชนิดของผลิตภัณฑ์มีลำดับการผลิตเป็นของตัวเอง	ไม่มีการเคลื่อนที่หรือถ้ามีก็สั้นมาก วัตถุดิบต่าง ๆ และเครื่องจักรถูกนำมาที่ทำการผลิต
3. ความชำนาญของพนักงานที่ของผลิตภัณฑ์	พนักงานทำงานที่ซ้ำๆ กันอาศัยความชำนาญต่ำ	มักต้องมีความชำนาญสูง	มักมีความยืดหยุ่น การมอบหมายงานเป็นแบบเฉพาะเจาะจง
4. บุคลากรที่จะช่วยสนับสนุน	เป็นผู้บริหารและผู้สนับสนุนทางอ้อมจำนวนมากในการกำหนดการผลิต เตรียมคนงาน การวิเคราะห์การทำงาน และการบำรุงซ่อมแซม	ต้องมีความชำนาญทางด้านการกำหนดตารางการผลิต การขนย้ายวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ การควบคุมสินค้าคงเหลือ และการผลิต	มีความชำนาญด้านการกำหนดตารางการผลิตมากและการประสานงานสูง
5. การขนย้ายวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์	สามารถคาดคะเนเครื่องขนย้ายและมักจะเป็นแบบอัตโนมัติ	ชนิดและปริมาณของการขนย้ายไม่แน่นอน	ชนิดและปริมาณของเครื่องขนย้ายไม่แน่นอน มักใช้น้อย อาจจะใช้เป็นพวกใช้งานหักได้เอนกประสงค์

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงความแตกต่างของการวางแผนประเภทต่าง ๆ

ปัจจัยที่พิจารณา	การวางแผนตามชนิดผลิตภัณฑ์	การวางแผนตามกระบวนการผลิต	แบบอยู่กับที่
6. ความต้องการทางด้านสินค้าคงเหลือ	วัตถุดิบเข้าและออกเร็ว มีสินค้าในระหว่างกระบวนการผลิตสูง	วัตถุดิบเข้าและออกช้า มีสินค้าในระหว่างกระบวนการผลิตต่ำ มีสินค้าคงเหลือของวัตถุดิบสูง	สินค้าคงเหลือไม่แน่นอน
7. การใช้เนื้อที่	มีการใช้เนื้อที่อย่างประหยัด มีอัตราการผลิตต่อหน่วยสูง	มีการผลิตต่อหน่วยต่ำ มักใช้พื้นที่มากในระหว่างกระบวนการผลิต	อัตราการใช้เนื้อที่ในการผลิตต่อหน่วยต่ำ ๆ
8. เครื่องจักร	เครื่องจักรและกระบวนการผลิตที่ใช้ผลิตโดยเฉพาะตามหน้าที่การผลิต	เครื่องจักรและกระบวนการผลิตเป็นแบบเอนกประสงค์และมีลักษณะของความยืดหยุ่นอยู่ด้วย	เครื่องจักรและกระบวนการผลิตเป็นแบบเอนกประสงค์
9. ส่วนประกอบของต้นทุน	ต้นทุนคงที่ค่อนข้างสูง ต้นทุนทางตรงและค่าวัตถุดิบต่อหน่วยต่ำ	ต้นทุนคงที่ค่อนข้างต่ำ ต้นทุนทางตรงและวัตถุดิบต่อหน่วยสูง	ต้นทุนด้านค่าแรงและวัตถุดิบสูง ต้นทุนคงที่ค่อนข้างต่ำ

นอกจากการวางผังโรงงานแบบพื้นฐานทั้ง 3 แบบดังกล่าวข้างต้นแล้ว การวางผังของโรงงานอาจเป็นแบบผสมโดยอาศัยแบบการวางแผนผังกระบวนการผลิตพื้นฐานที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งในความเป็นจริงนั้นโรงงานส่วนใหญ่ซึ่งมีการผลิตผลิตภัณฑ์หลายประเภทซึ่งมีคุณลักษณะแตกต่างกันมักจะวางผังโรงงานโดยใช้รูปแบบผสมผสานระหว่างรูปแบบการวางแผนผังกระบวนการเบื้องต้นทั้งสาม

กล่าวโดยสรุปการวางผังโรงงานของการผลิตผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องคำนึงถึงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ปริมาณการผลิต กรรมวิธีในการผลิต จำนวนของเงินทุน และอื่น ๆ

หลักเกณฑ์สำหรับการวางผัง

ในการตัดสินใจวางผังโรงงาน หรือสถานที่ให้บริการใด ๆ มีหลักเกณฑ์ที่พึงพิจารณา 10 ประการ คือ (พิชิต สุขเจริญพงษ์, 2538 : 110 - 111)

1. ความคล่องตัวสูงสุด (maximum flexibility) สามารถเปลี่ยนแปลงให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตได้ง่าย มีความคล่องตัวในการปรับเปลี่ยนแผนผังกระบวนการผลิตในอนาคตได้ดี
2. เกิดการประสานงานดีที่สุด (maximum coordination) แต่ละแผนก หรือเครื่องจักร แต่ละเครื่องต้องเกิดการดำเนินงานที่ประสานสอดคล้องกัน ไม่เกิดการรอคอยระหว่างกระบวนการผลิตโดยไม่จำเป็น
3. ใช้เนื้อที่มากที่สุด (maximum use of volume) ใช้เนื้อที่ทุกส่วนของโรงงานให้เกิดประโยชน์มากที่สุด เช่น ใช้ในการเก็บวัสดุระหว่างการผลิต วางเครื่องจักร และเก็บวัตถุดิบ เป็นต้น
4. มองเห็นได้มากที่สุด (maximum visibility) เมื่ออยู่ที่จุดใดจุดหนึ่งของโรงงานควรจะมองเห็นจุดอื่น ๆ ได้โดยไม่มีอะไรมาขวางแนวสายตา เครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่ไม่ควรวางไว้บริเวณกลางโรงงาน บริเวณใดที่กั้นบริเวณเพื่อความเป็นสัดส่วน ควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่บดบังการใช้วัสดุโปร่ง เช่น ตาข่ายลวด หรือกระจกใสแทนถ้าไม่จำเป็นควรหลีกเลี่ยงการกั้นบริเวณในโรงงาน เพราะจะทำให้เปลืองเนื้อที่ใช้งาน

5. เข้าถึงง่ายที่สุด (maximum visibility) เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานจะต้องเข้าถึงได้ง่ายไม่มีสิ่งกีดขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย เช่น อุปกรณ์ดับเพลิง ที่แจ้งสัญญาณอันตราย แผงไฟฟ้า หรือแผงสวิตช์ไฟฟ้า จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้สะดวก

6. ระยะทางสั้นที่สุด (minimum distance) การเคลื่อนย้ายวัสดุและผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิตต้องทำให้มีระยะทางสั้นที่สุด เส้นทางในการเคลื่อนย้ายไม่ควรเคี้ยว หลีกเลียงการเคลื่อนย้ายที่ซ้ำซ้อน เช่น เมื่อออกจากเครื่องจักรหนึ่งควรเคลื่อนย้ายไปยังเครื่องจักรถัดไปเลย ไม่ควรเคลื่อนย้ายไปเก็บไว้ในที่เก็บก่อนแล้วจึงค่อยเคลื่อนย้ายมาผลิตในเครื่องจักรถัดไป เป็นต้น

7. เกิดการเคลื่อนย้ายน้อยที่สุด (minimum handling) หลีกเลียงการเคลื่อนย้ายวัสดุและผลิตภัณฑ์ในระหว่างการผลิตโดยไม่จำเป็น ใช้อุปกรณ์ที่สามารถเคลื่อนย้ายและขนส่งผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็วและต่อเนื่อง เช่น การใช้สายพาน ลูกรถ ลิฟต์ และรถยก เป็นต้น

8. มีสภาพแวดล้อมการทำงานดีที่สุด (maximum comfort) ในโรงงานและสถานที่ที่ทำงานจะต้องมีอากาศถ่ายเทที่ดี มีอุณหภูมิและความชื้นที่พอเหมาะ มีแสงสว่างเพียงพอ และปราศจากเสียงรบกวน

9. มีความปลอดภัย (inherent safety) ตำแหน่งเครื่องจักรต้องจัดวางให้ถูกต้องตามข้อกำหนด อุปกรณ์และเครื่องจักรที่อาจก่อให้เกิดอันตรายในขณะปฏิบัติงานจะต้องปิดป้ายสัญญาณเตือน เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง เครื่องจักรที่มีความร้อน น้ำยาสารเคมีที่ติดไฟง่าย เป็นต้น นอกจากนี้จะต้องมีอุปกรณ์เตือนอันตราย เช่น เครื่องตรวจจับควันไฟ แสงเปลวไฟ กระดิ่งเตือนภัย มีอุปกรณ์ดับเพลิง เช่น สารเคมีและน้ำดับเพลิงที่มากเพียงพอ ตำแหน่งของอุปกรณ์ดับเพลิงจะต้องมีเครื่องหมายแสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดและเข้าถึงได้สะดวก

10. เคลื่อนย้ายวัสดุทางเดียว (unidirectional flow) เส้นทางในการเคลื่อนย้ายและขนส่งวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิต ควรเดินทางเดียวไม่สวนทางกัน เส้นทางไม่ควรตัดกันหรือมีทางแยก

เทคโนโลยีกลุ่ม (Group Technology) (วันชัย ธิวัณนิช ; 2539 : 150 - 152)

เทคโนโลยีกลุ่มเป็นการจัดการและวางแผนชิ้นส่วนให้เป็นหมวดหมู่ตามความคล้ายคลึงกันของรูปลักษณ์หรือขั้นตอนการผลิต โดยการแบ่งกลุ่มตามขนาด รูปร่าง เหน้ความคลาดเคลื่อนของการออกแบบลักษณะการผลิต เวลาติดตั้งเครื่องจักร ฯลฯ เทคโนโลยีกลุ่มถูกพัฒนาให้เป็นเครื่องมือของการเพิ่มผลผลิตอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น

ปัญหาการเสียเวลาติดตั้งหรือปรับเครื่องจักรเป็นปัญหาของการผลิตสำหรับการผลิตที่ไม่ต่อเนื่องหรือแบบมีคำสั่งผลิตจำนวนน้อยในแต่ละใบคำสั่งผลิต การติดตั้งเครื่องจักรทุกครั้งต้องเสียเวลา ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์บ่อยก็ต้องใช้เวลาปรับแต่งเครื่องจักรมาก ทำให้เกิดความสูญเสียเวลาของเครื่องจักรมาก การใช้เทคโนโลยีกลุ่มคือคำตอบที่ได้ผลในการพยายามลดเวลาติดตั้งเครื่องจักรให้น้อยที่สุด

ข้อดีของเทคโนโลยีกลุ่มคือ

1. จำนวนชิ้นส่วนใหม่ ๆ จะลดลง
2. ชิ้นส่วนใหม่ซึ่งจำเป็นต้องผลิต จะถูกออกแบบให้เข้ากับระบบการผลิต
3. มาตรฐานการผลิตจะถูกกำหนดสำหรับแต่ละตระกูลของชิ้นส่วน ทำให้ลดปริมาณเครื่องมือจำพวกเครื่องมือจับและเครื่องมือวัดน้อยลง
4. เวลาติดตั้งเครื่องจักรลดลง

ในทางการเพิ่มผลผลิต การใช้เทคโนโลยีกลุ่มจะส่งผลทำให้ค่าแรงงานสูงขึ้น แต่ผลิตภาพโดยรวมแล้วจะสูงขึ้น

ตัวอย่าง โรงงานผลิตรองเท้ารับใบสั่งผลิตจากลูกค้าต่าง ๆ ซึ่งจะมีคำสั่งผลิตรองเท้าแต่ละรุ่นจำนวนไม่สูงนัก บริษัทจึงต้องให้เทคโนโลยีกลุ่มเข้ามาใช้ จากการวิเคราะห์ของฝ่ายวิศวกรรม พบว่าจากการใช้เทคโนโลยีกลุ่ม บริษัทสามารถลดเวลาติดตั้งหรือปรับเครื่องลงได้คิดเป็นมูลค่า 2,500,000 บาท และลดค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภคลง 750,000 บาท ผลผลิตคาดว่าจะได้เท่าเดิม แต่บริษัทต้องจ่ายค่าใช้จ่ายสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีกลุ่มจำนวน 1,000,000 บาท โดยต้นทุนรวมของบริษัทจะเป็น 12,500,000 บาท ดังนั้น

$$\begin{aligned}\text{ต้นทุนลดลง} &= 2,250,000 / 12,500,000 = 0.18 \text{ หรือ } 18\% \\ \text{อัตราผลิตภาพ} &= 100 / (100 - 18) = 1.2195 \\ &\text{หรือ สูงขึ้น} = 21.95 \%\end{aligned}$$

ขั้นตอนในการวางแผนโรงงาน

การวางแผนโรงงานสามารถกระทำได้ตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การวางตำแหน่งโรงงาน หมายถึง การวางตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานบนที่ดินที่มีอยู่ ซึ่งต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1.1 จำนวนอาคารโรงงานที่ควรมี ปกติแล้วมักจะรวมทุกแผนกงานไว้ภายในอาคารเดียวกัน แต่บางครั้งจำเป็นต้องมีการแยกบางแผนกหรือบางส่วนงานออกมา เพื่อไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียง ทางอากาศแก่คนงานหรือเพื่อความปลอดภัย เช่น เครื่องจักรที่อาจเป็นอันตราย ที่เก็บน้ำมันเชื้อเพลิง หม้อบรรจุไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูง ควรอยู่ในเขตหวงห้าม เป็นต้น

1.2 เส้นทางหลักและเส้นทางย่อยในโรงงาน ได้แก่ ถนนในบริเวณโรงงานและทางเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิต มักจะมีการจัดให้แผนกรับส่งสินค้าอยู่ใกล้ทางออกเพื่อจะได้สร้างถนนที่รับน้ำหนักมาก ๆ เฉพาะทางเข้าออก ถนนสายหลักจะต้องขนานไปกับตัวโรงงาน และไม่เป็นเส้นทะแยงกับโรงงาน

1.3 ทัศนียภาพแวดล้อมของโรงงาน ได้แก่ ที่จอดรถเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้มาติดต่องาน ที่พักอาศัย โรงอาหาร ตลอดจนสวนหย่อมสนามหญ้า และควรเผื่อสถานที่ที่จะขยายโรงงานในอนาคตไว้ด้วย

2. การจัดสรรพื้นที่สำหรับแต่ละหน่วยงาน ซึ่งต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่สำคัญคือ

2.1 จำนวนและลักษณะของแรงงาน เครื่องจักรเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิต

2.2 กรรมวิธีการผลิต และขั้นตอนการปฏิบัติงาน

2.3 กำลังการผลิตของแต่ละหน่วยงาน

2.4 ปริมาณพื้นที่ในการเก็บรักษาวัตถุดิบ งานระหว่างทำและสินค้าสำเร็จรูปของแต่ละแผนก

3. การจัดตำแหน่งที่ตั้งแผนกงานต่าง ๆ การจัดวางแผนผังทั้งหมดในโรงงานชั้นเดียวจะก่อให้เกิดความสะดวกต่อการขนย้ายและประหยัดค่าก่อสร้างได้ดีกว่า แต่จะเหมาะสมในกรณีที่มีที่กว้าง ๆ ซึ่งอยู่ชานเมืองหรือต่างจังหวัดมากกว่าที่ซึ่งมีพื้นที่จำกัดและราคาสูง โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว แนวทางในการจัดตำแหน่งหน่วยงานการผลิต มีดังนี้

3.1 แผนกที่มีเครื่องจักรขนาดหนัก ควรจะตั้งอยู่บริเวณที่มีพื้นแข็งแรงเพียงพอ

3.2 แผนกที่มีเครื่องจักรขนาดใหญ่หรือสูง ควรจะอยู่บริเวณที่กว้างหรือเพดานสูงพอ

3.3 แผนกที่ต้องการใช้บริการพิเศษบางอย่าง เช่น น้ำ ไฟฟ้า ถนนเข้าออก ควรจะตั้งอยู่ที่ซึ่งสามารถจัดให้มีสิ่งเหล่านั้นได้สะดวกและค่าใช้จ่ายต่ำ

3.4 แผนกที่มีงานซึ่งอันตราย ควรจะแยกอยู่สถานที่ซึ่งลดอุบัติเหตุให้เหลือน้อยที่สุด

3.5 แผนกที่มีเสียงดัง ความร้อน การสั่นสะเทือน และฝุ่นละออง ควรจะแยกอยู่ไม่ให้ก่อความรำคาญหรือรบกวนงานของแผนกอื่น

3.6 แผนกที่อาจใช้แสงสว่างธรรมชาติช่วยได้ ควรจัดให้อยู่ที่ที่รับแสงได้มาก

3.7 ห้องเก็บวัตถุดิบควรอยู่ใกล้แผนกรับของ หรือถ้ามีที่เก็บวัตถุดิบหลายแห่งก็ควรอยู่ใกล้กับจุดที่จะใช้สิ่งเหล่านั้น

3.8 ห้องเก็บสินค้าสำเร็จรูป ควรอยู่ใกล้แผนกส่งของ

3.9 แผนกตรวจคุณภาพวัตถุดิบ ควรอยู่ใกล้แผนกรับของ

3.10 แผนกตรวจคุณภาพสินค้าขั้นสุดท้าย ควรอยู่ใกล้ห้องเก็บสินค้าสำเร็จรูป หรือแผนกส่งสินค้า

3.11 แผนกตรวจคุณภาพสินค้าระหว่างผลิต ควรอยู่บริเวณไม่มีสิ่งรบกวน เช่น ความสั่นสะเทือน ฝุ่นละออง และอยู่ใกล้แผนกผลิต

3.12 ห้องน้ำ ควรอยู่ในตำแหน่งที่พนักงานสามารถไปมาได้สะดวก

4. การเลือกอุปกรณ์เคลื่อนย้าย การเคลื่อนย้ายวัสดุจากหน่วยผลิตหนึ่งไปอีกหน่วยผลิตหนึ่งจะมีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นเสมอ ดังนั้นควรออกแบบระบบการเคลื่อนย้ายวัสดุ โดยใช้หลักการที่จะช่วยลดค่าใช้จ่ายได้ดังนี้

- 4.1 ใช้อุปกรณ์ในการเพิ่มความเร็ว เพื่อช่วยลดเวลาที่ใช้ต่อวงจรการผลิต
- 4.2 พยายามรับและป้อนวัสดุด้วยความเร็วสม่ำเสมอ เพื่อควบคุมการไหลของวัสดุให้ราบรื่น
- 4.3 ใช้แรงเครื่องจักรแทนคน เพื่อลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุ และลดความเสียหายที่เกิดแก่ตัววัสดุ
- 4.4 พยายามจัดซื้อสินค้าอย่างมีระเบียบด้วยอุปกรณ์เคลื่อนย้าย เพื่อลดเนื้อที่การเก็บสินค้า
- 4.5 ใช้อุปกรณ์ให้เต็มทีเต็มกำลัง เพื่อลดค่าเคลื่อนย้ายต่อหน่วยสินค้าชนิดของอุปกรณ์เคลื่อนย้ายแยกออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

ก. อุปกรณ์นำส่ง หรืออุปกรณ์ระบบสายพาน หมายถึง อุปกรณ์ที่เคลื่อนย้ายวัสดุระหว่างจุดสองจุดซึ่งอยู่ประจำที่โดยจะเคลื่อนย้ายในแนวนอนหรือในแนวตั้งไม่ว่าจะเคลื่อนย้ายตลอดเวลาหรือเป็นครั้งคราวก็ตาม

ข. ปั่นจั่นและล้อรถรอก หมายถึงอุปกรณ์ที่ใช้เคลื่อนย้ายวัสดุในแนวตั้งและแนวนอนในบริเวณที่มีพื้นที่จำกัด เนื่องจากอุปกรณ์จำพวกนี้ใช้เนื้อที่ในแนวตั้งได้มาก จึงประหยัดเนื้อที่ในแนวนอน และช่วยเพิ่มทางเดินในโรงงานได้อีกด้วย

ค. รถ หมายถึง อุปกรณ์ที่มีล้อและเคลื่อนที่ไปได้อย่างอิสระ โดยไม่จำกัดตำแหน่ง ทำให้เหมาะกับการผลิตอย่างไม่ต่อเนื่อง ซึ่งรถจะมีข้อดีในด้านการเคลื่อนที่อย่างอิสระกว่าอุปกรณ์ชนิดนำส่งและปั่นจั่น

5. ทำการวางแผนโรงงาน โรงงานจะมีทั้งคนงาน เครื่องจักร และวัสดุชิ้นงาน ซึ่งจะมีลำดับกระบวนการผลิตสลับซับซ้อนกันไปตามประเภทของงานและเครื่องจักร การวางแผนโรงงานจึงต้องคำนึงถึงทุกองค์ประกอบที่กล่าวมาและจัดสร้างผังที่เหมาะสม โดยอาจใช้ตัวแบบเข้าช่วย

ตัวแบบสำหรับการวางแผน

ตัวแบบที่ใช้ช่วยในการวางแผน แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ ตัวแบบกายภาพ และตัวแบบคณิตศาสตร์

ตัวแบบกายภาพ (พิชิต สุขเจริญพงษ์, 2538 : 112-113)

คือตัวแบบที่แสดงรายละเอียดการจัดวางตำแหน่งเครื่องจักร ห้องทำงานและส่วนต่าง ๆ ในโรงงาน โดยแสดงด้วยภาพ 2 มิติ และแบบจำลอง 3 มิติ

1. ตัวแบบกายภาพ 2 มิติ โดยทั่วไปจะทำโดยการตัดกระดาษแข็งแทนเครื่องจักรให้มีขนาดรูปทรงตามมาตรฐานส่วนที่กำหนด จากนั้นนำกระดาษแข็งที่แทนส่วนต่าง ๆ ของโรงงานมาจัดวางลงในกระดาษซึ่งแทนพื้นที่ของโรงงาน โดยจัดวางให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ของแผนผังกระบวนการผลิตที่ดี ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

2. ตัวแบบกายภาพ 3 มิติ มีลักษณะเหมือนกับตัวแบบกายภาพ 2 มิติ แต่เครื่องจักรหรือห้องทำงานที่ใช้จะเป็นแบบจำลองที่เป็น 3 มิติ คือมีความกว้าง ยาว และส่วนสูงด้วย จากนั้นก็นำแบบจำลองนี้ไปวางในบริเวณที่เป็นพื้นที่ของโรงงาน โดยให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ของแผนผังกระบวนการผลิตที่ดี

นอกจากตัวแบบกายภาพแบบ 2 และ 3 มิติแล้ว ยังสามารถใช้แผนภูมิ หรือภาพเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกระบวนการทำงานในระหว่างการผลิตแล้ว จัดวางตำแหน่งเครื่องจักร และห้องทำงานต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ เช่น การใช้แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรม (activity relationship chart) และไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรม (activity relationship diagram) ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

โดยทั่วไปตัวแบบกายภาพจะใช้ในการกำหนดรูปแบบของแผนผังกระบวนการผลิตเบื้องต้น ซึ่งอาจจะได้รูปแบบแผนผังกระบวนการผลิตเบื้องต้น 2-3 รูปแบบ จากนั้นจะนำรูปแบบที่ได้ไปประเมินเปรียบเทียบ เพื่อเลือกรูปแบบที่ดีที่สุดด้วยการใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์ต่อไป

ตัวแบบคณิตศาสตร์

เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อให้วิเคราะห์เปรียบเทียบทางเลือกของผังโรงงาน เพื่อให้ได้มาซึ่งผังโรงงานที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และมีต้นทุนการดำเนินการต่ำสุด ประสิทธิภาพของการดำเนินการโดยทั่วไปสามารถวัดด้วยกำลังการผลิตที่ได้ อัตราการสูญเสียเนื่องจากการว่างงานของคนงานและเครื่องจักร ช่วงเวลาที่รอคอยของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการผลิต ส่วนต้นทุนการดำเนินการสามารถวัดได้ด้วยค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายและขนส่งวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ในระหว่างการผลิต ตัวแบบคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวางผังแบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ตัวแบบคณิตศาสตร์สำหรับการวางผังตามกระบวนการผลิต และตัวแบบคณิตศาสตร์สำหรับการวางผังตามชนิดผลิตภัณฑ์

1) ตัวแบบคณิตศาสตร์สำหรับการวางผังตามกระบวนการผลิต ที่มักจะนำมาใช้งาน ได้แก่

1.1 ตัวแบบภาระงานระยะทาง (load distance model)

เป็นตัวแบบที่มุ่งเน้นที่การลดต้นทุนอันเกิดจากการขนส่งหรือเคลื่อนย้ายวัสดุ และผลิตภัณฑ์ในระหว่างการผลิต พิจารณาแผนผังโรงงานซึ่งมี 6 แผนกดังแสดงในรูปที่ 5 (พิชิต สุขเจริญพงษ์, 2534 : 519 - 520)

1	2	3
6	5	4

รูปที่ 5 แผนผังโรงงานที่มีแผนกทำงาน 6 แผนก

ตำแหน่งของแผนกต่าง ๆ ในโรงงานจะสามารถจัดวางได้ถึง 6 วิธี (720 วิธี) ถ้าจำนวนครั้งในการเคลื่อนย้ายวัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิตจากแผนกหนึ่งไปยังแผนกอื่น ๆ มีค่าไม่เท่ากัน ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนย้ายวัสดุจะมีค่าแตกต่างกันไป ถ้าวางแผนผังโรงงานแตกต่างกันไป ทั้งนี้เพราะระยะทางของแต่ละแผนกจะเปลี่ยนไป ถ้าจัดวางแผนกต่างกันออกไป

กำหนดให้

L_{ij} แทนจำนวนครั้งหรือภาระงาน (load) ของการเคลื่อนย้ายวัสดุระหว่างแผนก i และแผนก j (เที่ยว/ปี)

D_{ij} แทนระยะทางของการเคลื่อนย้ายระหว่างแผนก i และ j (เมตร)

N แทนจำนวนแผนกทั้งหมดที่มี

K_{ij} แทนต้นทุนต่อครั้งของการเคลื่อนย้ายต่อหน่วยระยะทางจากแผนก i ไป j (บาท/เที่ยว/เมตร)

C แทนต้นทุนรวมอันเกิดจากการเคลื่อนย้ายวัสดุในโรงงานทั้งหมด (บาท/ปี)

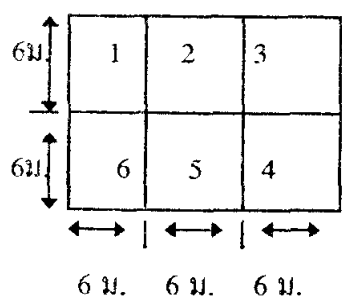
ดังนั้น

$$C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n k_{ij} L_{ij} D_{ij}$$

วัตถุประสงค์ของการวางแผนผังโรงงานด้วยตัวแบบภาระงานระยะทาง คือ วางแผนผังในลักษณะที่ทำให้ C มีค่าน้อยที่สุดนั่นเอง

ตัวอย่างที่ 1

ห้องสมุดแห่งหนึ่งมีแผนกทำงาน 6 แผนก มีการจัดแผนผังของแต่ละแผนก และภาระงานการขนย้ายหนังสือจากแผนกหนึ่งไปแผนกหนึ่งดังแสดงในรูปที่ 6

		จำนวนเที่ยวต่อเดือนระหว่างแผนก					
		1	2	3	4	5	6
	1	-	100	0	00	200	0
	2		-	0	0	0	0
	3			-	10	100	0
	4				-	0	100
	5					-	-
	6						-

รูปที่ 6 แผนผังการจัดแผนกภาระงานการขนย้ายหนังสือ

ห้องสมุดแห่งนี้ต้องการจัดวางผังของห้องสมุดใหม่ เพื่อลดภาระงานการขนย้ายหนังสือ
งออกแบบผังแผนกต่าง ๆ ที่เหมาะสม โดยกำหนดให้ค่าขนย้ายหนังสือมีต้นทุนเท่ากันทั้งหมด

การวางผังเพื่อลดต้นทุนในการเคลื่อนย้ายหนังสือ ทำได้โดยการจัดวางแผนกที่มีภาระงาน
การเคลื่อนย้ายหนังสือมาก ๆ ไว้ใกล้กัน ในที่นี้จะออกแบบทางเลือกไว้ 2 ทางเลือก รวมผังที่เป็น
อยู่ในปัจจุบันอีก 1 ทางเลือก แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบทางเลือกที่มีค่า C ต่ำที่สุด

1	2	3
6	5	4

ผังปัจจุบัน

2	1	4
3	5	6

ทางเลือกที่ 1

4	1	2
3	5	6

ทางเลือกที่ 2

จากสมการ

$$C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n k_{ij} L_{ij} D_{ij}$$

เนื่องจาก k_{ij} เท่ากันทั้งหมด ในที่นี้กำหนดให้มีค่าเป็น 1

D_{ij} กำหนดให้ระยะทาง 6 เมตร เป็น 1 หน่วย เพื่อความสะดวกในการ
คำนวณและการคำนวณระยะทางใช้วิธีนับว่าเดินข้ามที่แผนก โดย
ให้แผนกหนึ่งมีระยะเท่ากับ 1 หน่วยระยะทาง

การคำนวณเปรียบเทียบต้นทุนต่อเดือนของแผนผังทั้ง 3 แบบ แสดงในตารางต่อไปนี้คือ

ตารางที่ 2 การคำนวณเปรียบเทียบต้นทุนต่อเดือนของแผนผังทั้ง 3 แบบ

ระหว่าง แผนก	จำนวนเที่ยว ต่อเดือน (L_{ij})	ค่าขนส่ง ต่อเที่ยวต่อ ระยะทาง (K_{ij})	ผังปัจจุบัน		ทางเลือกที่ 1		ทางเลือกที่ 2	
			ระยะ ทาง (D_{ij})	$C_{ij} = K_{ij} \times L_{ij} \times D_{ij}$	ระยะ ทาง (D_{ij})	$C_{ij} = K_{ij} \times L_{ij} \times D_{ij}$	ระยะ ทาง (D_{ij})	$C_{ij} = K_{ij} \times L_{ij} \times D_{ij}$
1 - 2	100	1	1	100	1	100	1	100
1 - 4	100	1	2	200	1	100	1	100
1 - S	200	1	2	200	1	200	1	200
3 - 4	10	1	1	10	2	20	1	10
3 - 5	100	1	1	100	1	100	1	100
4 - 6	100	1	2	200	1	100	2	200
c =				810	C =	620	c =	710

จากตารางคำนวณพบว่า ทางเลือกที่ 1 มีต้นทุนต่ำสุด คือ 620 หน่วย ดังนั้น จึงควรเปลี่ยนผังไปเป็นทางเลือกที่ 1 แทน

1.2 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรม (activity relationship chart)

เป็นตัวแทนที่ใช้วางผังโดยพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างแผนกต่าง ๆ ว่าเป็นความจำเป็นที่จะอยู่ในใกล้กันมากน้อยเพียงไร แล้วจึงมาจัดลำดับความสัมพันธ์ตั้งแต่จำเป็นอย่างยิ่ง จนถึงไม่ต้องการให้อยู่ใกล้ชิดกัน แล้วจึงกำหนดผังของแต่ละแผนกจากความสัมพันธ์ดังกล่าว ดังแสดงในตัวอย่างที่ 2 ต่อไปนี้ (สุมน มาลาสิทธิ์, 2537 : 107-110)

ตัวอย่างที่ 2 การวางผังซูเปอร์มาร์เก็ตแห่งหนึ่ง

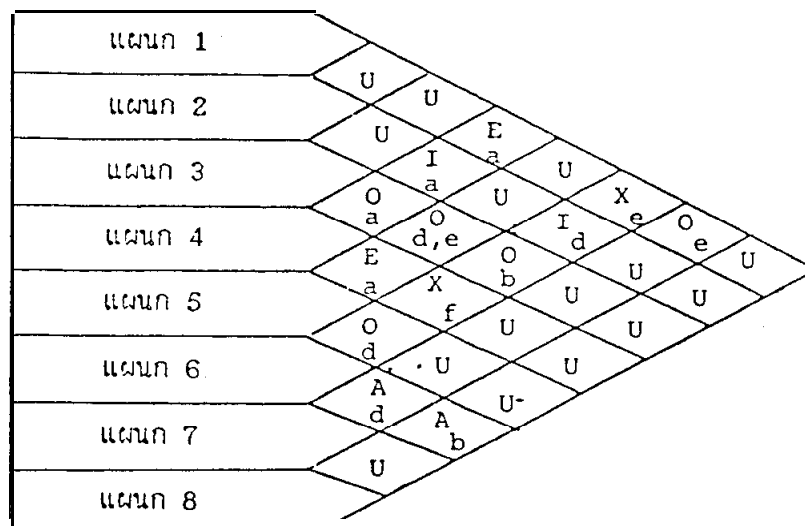
ข้อมูลเบื้องต้น	แผนกต่าง ๆ	พื้นที่
1) <u>ข้อมูลพื้นที่ของแต่ละแผนก</u>	แผนก 1 เนื้อสดผัก	1,900 ตารางเมตร
	แผนก 2 เนื้อแช่แข็ง	1,700 ตารางเมตร
	แผนก 3 ของแห้ง	2,300 ตารางเมตร
	แผนก 4 รับของ	1,000 ตารางเมตร
	แผนก 5 อาหารกระป๋อง	1,500 ตารางเมตร
	แผนก 6 ทางออก	1,100 ตารางเมตร
	แผนก 7 ขนมปัง นม	900 ตารางเมตร
	แผนก 8 ของใช้	800 ตารางเมตร
2) <u>ข้อมูลความสัมพันธ์ของแผนก</u>	A จำเป็นอย่างยิ่ง	
	E สำคัญมาก	
	I สำคัญ	
	O ใกล้เคียงกันได้	
	U ไม่สำคัญ	
	X ไม่ต้องการ	
3) <u>ข้อมูลเหตุผลของความสัมพันธ์</u>	a เพื่อขนย้ายสะดวก	
	b เพื่อดูแลง่าย	
	c เพื่อใช้บุคลากรร่วมกัน	
	d เพื่อความสะดวกของลูกค้า	
	e เพื่อปรับปรุงยอดขาย	
	f เพื่อความสวยงาม	

การสร้างตารางแสดงความสัมพันธ์

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแผนก

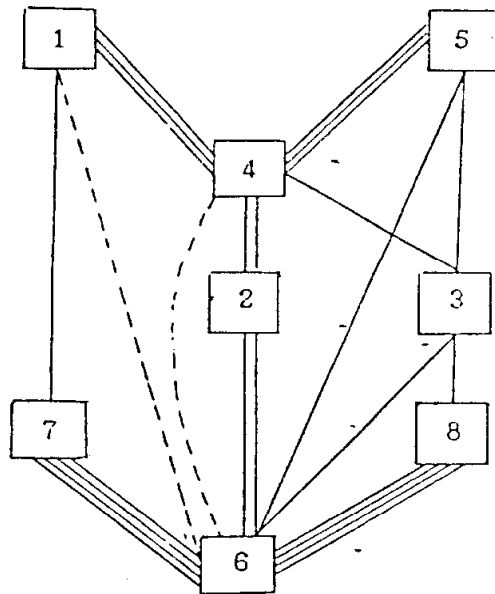
		แผนก							
		1	2	3	4	5	6	7	8
แผนก	1		U	U	E	U	X	0	U
					a	/	/ e	e	
	2			U	I	U	I	U	U
					a		d		
	3				O	O	O	U	U
					a	d,c	b		
	4					E	X	U	U
						a	f		
	5						O	U	U
							d		
	6							A	A
								d	b
	7								U
	8								

หรือใช้ตารางซึ่งคิดโดย Muther เขียนความสัมพันธ์ก็ได้



รูปที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแผนกโดยใช้ Muther's Grid

สัญลักษณ์	แผนก	เครื่องหมาย
A	6-7, 6-8	=====
E	1-4, 4-5	=====
I	2-6, 2-4	=====
O	{ 1-7, 3-4, 3-5	=====
	3-6, 5-6	
U		
X	1-6, 4-6	



รูปที่ 8 แสดงการจัดแผนกโดยอาศัยความสัมพันธ์ข้างต้น

เนื้อ 1		รับของ 4
ของแห้ง 3		อาหารกระป๋อง 5
		ของแช่แข็ง 2
ขนมปัง 7	ของใช้ 8	
ทางออก 6		

รูปที่ 9 ผังสุดท้ายของรูปเปอร์มาเก็ค

2) ตัวแบบคณิตศาสตร์สำหรับการวางแผนผังตามชนิดผลิตภัณฑ์ ที่มักจะนำมาใช้กัน ได้แก่ การจัดรายการผลิตให้สมดุล (Line Balancing)

การจัดสายการผลิตให้สมดุล (พิชิต สุขเจริญพงษ์, 2534 : 522 - 525)

การจัดสายการผลิตให้สมดุลเป็นกิจกรรมการวางแผนผัง กระบวนการผลิตตามผลิตภัณฑ์ แผนผังตามผลิตภัณฑ์เป็นลักษณะแผนผังที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง ซึ่งโดยทั่วไปแต่ละผลิตภัณฑ์จะมีการจัดวางตำแหน่งเครื่องจักรให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ก็มักผลิตเพียงผลิตภัณฑ์เดียว จึงมักเรียกการผลิตลักษณะนี้เป็น สายการผลิต (production line) และถ้าการผลิตนั้นเป็นการประกอบผลิตภัณฑ์ โดยการนำส่วนประกอบที่ผลิตเสร็จแล้วมาประกอบให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเช่น การประกอบรถยนต์ การประกอบวิทยุโทรทัศน์ หรือการประกอบจักรยานยนต์ ก็จะเรียกสายการผลิตลักษณะเช่นนี้ว่า สายการประกอบ (assembly line)

การวางแผนผังสายการผลิตหรือสายการประกอบนั้น มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึง 3 ประการ คือ

1. สายการผลิตที่วางไว้มีกำลังการผลิตมากพอกับที่ต้องการหรือไม่
2. ลำดับการผลิตหรือการประกอบถูกต้องกับกระบวนการผลิตหรือไม่
3. สายการผลิตมีประสิทธิภาพดีหรือไม่

กำลังการผลิตของสายการผลิตคำนวณได้จากสมการ

$$\text{กำลังการผลิต} = \frac{\text{เวลาที่มีเพื่อการผลิต}}{\text{รอบเวลาการผลิต}}$$

เวลาที่มีเพื่อการผลิต หมายถึง เวลาที่สามารถใช้เพื่อการผลิต เช่น 8 ชั่วโมงต่อวัน หรือ 480 นาทีต่อวัน เป็นต้น ส่วนรอบเวลาการผลิต (production cycle time หรือ cycle time) หมายถึง เวลาห่างระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากสายการผลิต ตัวอย่าง เช่น ถ้าสายการผลิตสามารถผลิตสินค้าออกมาได้ทุก ๆ 2 นาที ก็แสดงว่า สายการผลิตนี้มีรอบเวลาการผลิตเท่ากับ 2 นาที

ในด้านลำดับการผลิตซึ่งจะต้องให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิต ก็สามารถตรวจสอบได้จากแผนผังกระบวนการผลิตว่า สามารถการผลิตหรือประกอบผลิตภัณฑ์ได้ตามกระบวนการที่กำหนดหรือไม่ ถ้าไม่สามารถทำได้ก็จะต้องจัดวางลำดับของเครื่องจักรใหม่

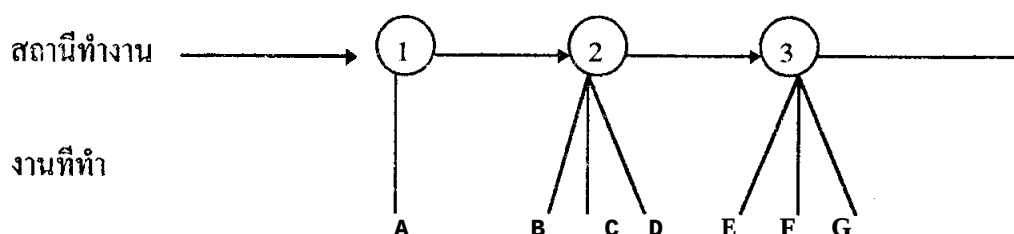
การวัดประสิทธิภาพของสายการผลิต ทำได้โดยการวัดประสิทธิภาพของการใช้แรงงาน ว่า มีการว่างงานในสายการผลิตมากน้อยเพียงใด ประสิทธิภาพของการใช้แรงงานคำนวณได้จากสมการ คือ

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้แรงงาน} = \frac{\text{เวลารวมผลิตชิ้นงาน}}{\text{เวลาสถานที่ทำงาน X รอบเวลาการผลิต}}$$

ตัวอย่างต่อไปนี้จะแสดงการหาลำดับการผลิตและการวัดประสิทธิภาพของสายการผลิต

ตัวอย่างที่ 3

สายการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของโรงงานแห่งหนึ่ง มีสถานีการประกอบ 3 สถานี โดยแต่ละสถานีมีพนักงานทำงาน 1 คน ในการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นี้ มีงานที่ต้องทำ 7 ขั้นตอน คือ A-G การจัดงานให้แก่แต่ละสถานีทำงานและเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละขั้นตอน แสดงอยู่ในรูปที่ 10 กำหนดให้งานทั้ง 7 ขั้นตอน จะต้องทำเรียงตามลำดับจาก A B.... ถึง G ห้ามสลับลำดับกัน



เวลาที่ใช้ในการทำงาน (นาที)	4	1	3	2	1	2	2
เวลารวม (นาที)	4	6	5				

รูปที่ 10 สายการประกอบสำหรับตัวอย่างเพื่อการหาลำดับการผลิตและการวัดประสิทธิภาพของสายการผลิต

จากข้อมูลที่มีอยู่

ก. จงคำนวณหาเวลาการผลิตของสายการประกอบนี้

ข. ถ้ากำหนดให้ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง กำลังการผลิตต่อวันจะเป็นเท่าใด

ค. จงคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้แรงงานของสายการประกอบ

ก. รอบเวลาการผลิตของสายการประกอบ หมายถึง เวลาห่างกันระหว่างผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นที่ออกจากสายการประกอบที่สถานีการผลิตสุดท้าย รอบเวลาการผลิตนี้ คือ เวลาที่มากที่สุดของการผลิตที่สถานีการผลิตสถานีใดสถานีหนึ่ง

จากสายการประกอบในรูปที่ 10 รอบเวลาการผลิตของสายการประกอบถูกกำหนดด้วยเวลาการทำงานในสถานีการผลิตที่ 2 คือ 6 นาที

ข. คำนวณหา กำลังการผลิตต่อวัน ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{กำลังการผลิต} &= \frac{\text{เวลาที่มีเพื่อการผลิต}}{\text{รอบเวลาการผลิต}} \\ &= \frac{8 \text{ (ชม./วัน)} \times 60 \text{ (นาที/ชม.)}}{6 \text{ (นาที/หน่วย)}} = 80 \text{ หน่วย/วัน}\end{aligned}$$

ค. การคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้แรงงาน คำนวณได้จากสมการ

$$\begin{aligned}\text{ประสิทธิภาพการใช้แรงงาน} &= \frac{\text{เวลารวมผลิตชิ้นงาน} \times 100}{\text{จำนวนสถานีการผลิต} \times \text{รอบเวลาการผลิต}} \\ &= \frac{4 + 6 + 5 \times 100}{3 \times 6} = \frac{15 \times 100}{18} \\ &= 83.33\%\end{aligned}$$

ดังนั้น เวลาว่างงานที่เกิดในสายการผลิต = $100 - 83.33 = 17.67\%$

การจัดสายการผลิตให้สมดุล เป็นการพยายามในการกำหนดให้แต่ละสถานีทำงานปริมาณงานที่ใกล้เคียงกัน เพื่อลดเวลาว่างงานของสถานีการผลิต โดยหลักการแล้ว วิธีจัดสายการผลิตให้สมดุลมีขั้นตอนและระเบียบวิธีที่มีรายละเอียดมาก ซึ่งจะไม่กล่าวถึงในที่นี้ อย่างไรก็ตาม การจัดสายการผลิตให้สมดุลสามารถทำได้โดยอาศัยการทดลองจัดงานให้เหมาะสมโดยการรวมงานหรือแยกงานของแต่ละสถานีทำงานโดยพยายามให้แต่ละสถานีมีเวลาใกล้เคียงกันที่สุด พิจารณาการจัดสายการผลิตให้สมดุล ดังตัวอย่างที่ 4 และ 5

ตัวอย่างที่ 4

จากตัวอย่างที่ 2 ถ้าต้องการจัดสานการผลิตให้มีกำลังการผลิต ชั่วโมงละ 12 หน่วย ควรปรับสายการผลิตอย่างไร

ในกรณีที่กำหนดกำลังการผลิตให้ การจัดสายการผลิตจะต้องคำนวณรอบเวลาการผลิตเสียก่อน แล้วจึงจัดสายการผลิตโดยจะต้องให้เวลารวมของแต่ละสถานีทำงานไม่เกินรอบเวลาการผลิตที่คำนวณได้ ในตัวอย่างนี้ คำนวณรอบเวลาการผลิตได้ดังนี้ คือ

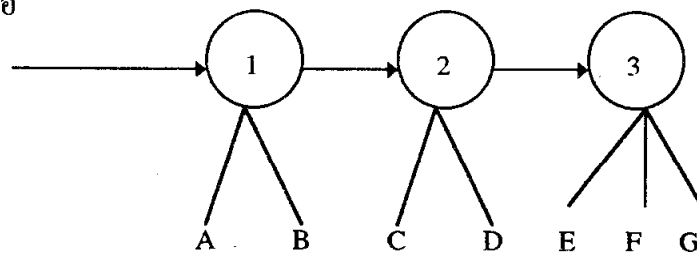
$$\begin{aligned}\text{รอบเวลาการผลิต} &= \frac{\text{เวลาที่มีเพื่อการผลิต}}{\text{กำลังการผลิตที่ต้องการ}} \\ &= \frac{60 \text{ (นาที/ชั่วโมง)}}{12 \text{ (หน่วย/ชั่วโมง)}} = 5 \text{ นาที/หน่วย}\end{aligned}$$

ดังนั้น การจัดสายการผลิตให้สมดุลจะต้องทำโดยพิจารณาผลงานของสถานีทำงานที่ 2 ให้เหลือ 5 นาที โดยการย้ายงาน B ไปให้สถานีที่ 1 แทน จะได้ผลการจัดงานดังแสดง คือ

การจัดงานดังแสดงคือ

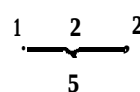
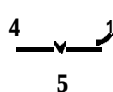
สถานีทำงาน

งานที่ต้องทำ



เวลาที่ใช้ในการทำงาน (นาที)

เวลารวม (นาที)



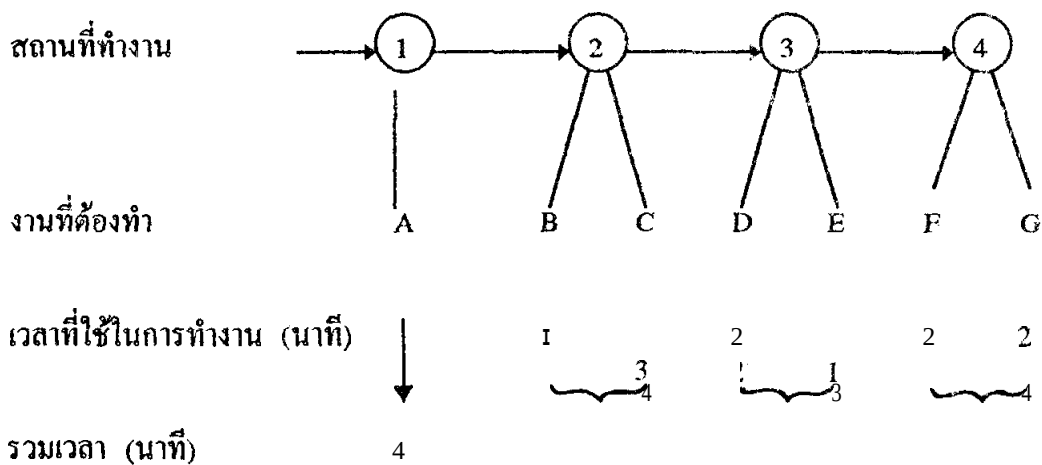
$$\begin{aligned}\text{สายการผลิตนี้มีประสิทธิภาพการใช้แรงงาน} &= \frac{4 + 1 + 3 + 2 + 1 + 2 + 2}{3 \times 5} \times 100 \\ &= 100 \%\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 5

จากตัวอย่างที่ 2 ถ้าต้องการจัดสายการผลิตให้มีกำลังการผลิตวันละ 120 หน่วย การปรับสายการผลิตอย่างไร เนื่องจากต้องการกำลังการผลิต 120 หน่วย/วัน ดังนั้น

$$\begin{aligned}\text{รอบเวลาการผลิต} &= \frac{8 (\text{ชม./วัน}) \times 60 (\text{นาที/ชม.})}{120 (\text{หน่วย/วัน})} \\ &= 4 \text{ นาที/หน่วย}\end{aligned}$$

การจัดสายการผลิตจะต้องให้แต่ละสถานีใช้เวลาไม่เกิน 4 นาที จากการพิจารณางานที่ต้องทำ จะเห็นว่าจำนวนสถานีทำงานเพียง 3 สถานีไม่เพียงพอที่จะทำให้รอบเวลาคลเคลือ 4 นาทีได้ จึงจำเป็นต้องเพิ่มเป็น 4 สถานีทำงาน แล้วโยกย้ายงานให้กับแต่ละสถานีใหม่ โดยให้แต่ละสถานีใช้เวลาไม่เกิน 4 นาที สายการผลิตที่ต้องการแสดงดังต่อไปนี้ คือ



$$\begin{aligned}\text{ประสิทธิภาพการใช้แรงงาน} &= \frac{4 + 1 + 3 + 2 + 1 + 2 + 2}{4 \times 4} \times 100 \\ &= 93.75 \%\end{aligned}$$

จากตัวอย่างการจัดสายการผลิตให้สมดุลดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า สายการผลิตจะมีประสิทธิภาพสูงก็ต่อเมื่อปริมาณงานของแต่ละสถานีการผลิตในสายการผลิตมีปริมาณใกล้เคียงกันหรือสมดุลกัน ดังนั้นความพยายามในการปรับเปลี่ยนและโยกย้ายงานให้แต่ละสถานีมีปริมาณใกล้เคียงกันจึงมีความสำคัญยิ่งในการจัดสายการผลิต

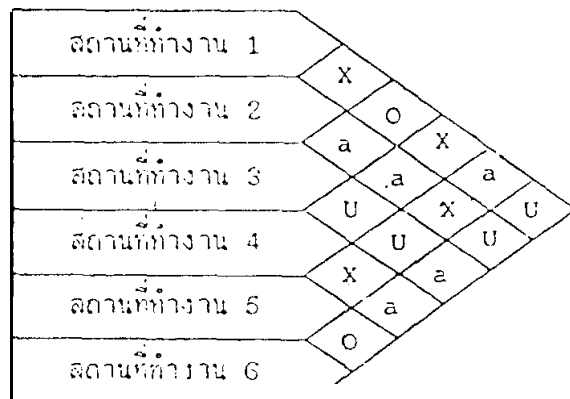
แบบฝึกหัด

- การวางแผนคืออะไร เหตุผลสำคัญที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงผังโรงงานที่มีอยู่แล้วได้แก่เหตุใดบ้าง จงอธิบาย
- การวางแผนมีประโยชน์อย่างไรบ้าง จงอธิบาย .
- ประเภทของการวางแผนโดยพื้นฐานมี 3 ประเภทคือ การวางแผนตามชนิดผลิตภัณฑ์ การวางแผนตามกระบวนการผลิต การวางแผนแบบอยู่กับที่ ให้นักศึกษาทำการอธิบายประเด็นต่อไปนี้เกี่ยวกับการวางแผนโดยพื้นฐานทั้ง 3 ประเภทดังกล่าว
 - ลักษณะของการวางแผนแต่ละประเภท
 - ให้ทำการเปรียบเทียบว่าการวางแผนทั้ง 3 ประเภทดังกล่าว แตกต่างกันในเรื่องใดบ้าง
 - ข้อดีและข้อจำกัดของการวางแผนแต่ละประเภท
- หลักการที่พึงพิจารณา 10 ประการในการวางแผนได้แก่อะไรบ้าง จงอธิบาย
- เทคโนโลยีกลุ่มคืออะไร มีความเกี่ยวข้องกับการวางแผนอย่างไร และการนำเทคโนโลยีกลุ่มมาใช้ในการผลิตสามารถทำให้ผลิตภาพเพิ่มขึ้นได้อย่างไร
- ในการวางแผนโรงงานมีขั้นตอนที่จะต้องทำอะไรบ้าง จงอธิบาย
- จากข้อมูลในตัวอย่างที่ 1 ถ้าพื้นที่ของห้องสมุดถูกตัดแปลงใหม่เป็นรูปตัว L จงประเมินเปรียบเทียบกับตัวแบบภาระงานระยะทางว่าผังทางเลือกต่อไปนี้ ผังใดดีกว่ากัน

1	5	3	6
2			
4			

4	1	5	3
2			
6			

8. จากโจทย์ที่กำหนดให้เป็นสถานีทำงาน 6 แห่ง จงจัด 6 สถานีให้อยู่ในสี่เหลี่ยมที่กำหนดโดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ที่กำหนด



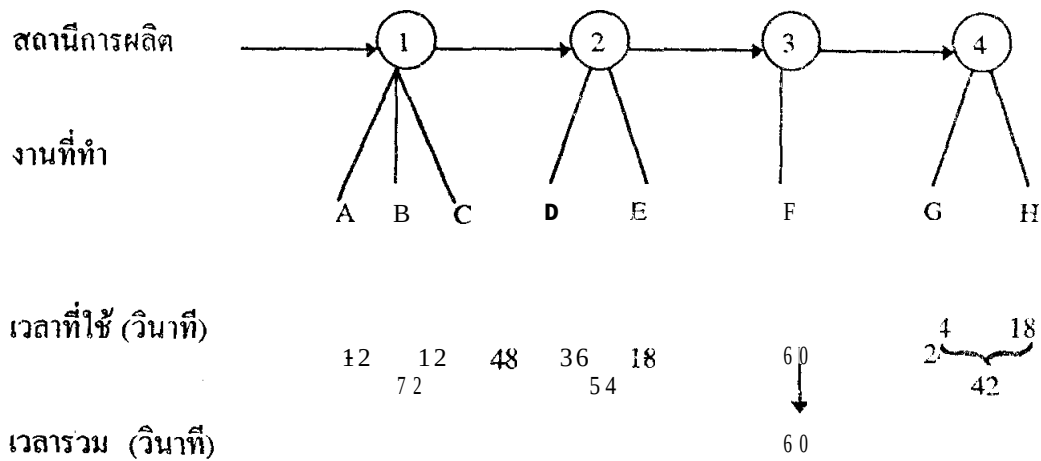
9. จงจัดผังลงในสี่เหลี่ยม โดยมีความสัมพันธ์ดังนี้คือ

สถานีทำงาน 1 ต้องติดกับ สถานีทำงาน 4 และสถานีทำงาน 5

สถานีทำงาน 5 ต้องติดกับ สถานีทำงาน 6

สถานีทำงาน 2 ต้องแยกจากสถานี 5

10. จงบอกความหมายของการจัดสายการผลิตให้สมดุล
11. สายการประกอบสินค้าชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยงานที่ต้องทำ 8 งาน โดยจัดให้ทำใน 4 สถานีการผลิต ดังแสดงต่อไปนี้ คือ



- ก. จงวิเคราะห์หาค่ารอบเวลาการผลิตของสายการประกอบนี้
- ข. จงคำนวณหาค่าลังการผลิตต่อชั่วโมง
- ค. จงคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้แรงงานของสายการประกอบนี้
12. จากโจทย์ข้อ 11 ถ้ากำหนดว่างานต่าง ๆ คือ A-H สามารถสลับตำแหน่งได้นั้นคือ จะทำงานใดก่อนงานใดหลังก็ได้ จงจัดสายการผลิตให้สมดุล เมื่อต้องการกำลังการผลิต ชั่วโมงละ 60 หน่วย