หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วิทยาการในการวางผังโรงงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิทยาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการวางผังโรงงาน และการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวางผังโรงงาน

ความหมายของการวางผังโรงงาน

ความหมายของการวางผังโรงงาน (plant layout) มีผู้กล่าวไว้หลายท่าน (ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์, 2535; บุญวา ธรรมพิทักษ์กุล, 2520, 2533; สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2531; Apple, 1973, 1977; Muther, 1973; Reed, 1961; Weiss,1993) ซึ่งสรุปได้ว่า การวางผังโรงงาน หมายถึง การศึกษา การวิเคราะห์และการจัดปัจจัยการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยทางกายภาพ เพื่อให้การดำเนินงานในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยประสิทธิภาพในการผลิต หมายถึง ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำ ระยะเวลาที่ผลิตสินค้าต่อหน่วยสั้น ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี และทำให้พนักงานมีขวัญและกำลังใจดี

จากความหมายของการวางผังโรงงาน จะเห็นว่า งานของการวางผังโรงงานไม่ได้จำกัดขอบเขตอยู่เพียงการวางผังโรงงานสำหรับโรงงานใหม่เท่านั้น แต่ยังรวมถึงการปรับปรุงผังโรงงานที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น อาทิเช่น การย้ายตำแหน่งเครื่องจักร การจัดสถานีงาน การจัดระบบสนับสนุนการผลิตและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ รวมถึงการปรับผังโรงงานใหม่ทั้งหมด (relayout)ด้วย

เพื่อให้ความหมายของการวางผังโรงงานชัดเจนยิ่งขึ้น จึงขออธิบายคำว่า "โรงงาน" ไว้ด้วย โดยทั่วไป เมื่อกล่าวถึง "โรงงาน" มักหมายถึงสถานที่ซึ่งรวมปัจจัยการผลิตไว้ด้วยกัน เพื่อทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ โดยปัจจัยการผลิตในที่นี้ ได้แก่ คน วัตถุดิบ เครื่องจักร อุปกรณ์ พลังงานและการบริหาร ส่วนในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 ในมาตรา 5 "โรงงาน" หมายถึงอาคาร สถานที่ หรือยานพาหนะที่ใช้เครื่องจักรมีกำลังรวมตั้งแต่ห้าแรงม้าหรือมีกำลัง

เทียบเท่าตั้งแต่ห้าแรงม้าขึ้นไปหรือใช้คนงานตั้งแต่เจ็ดคนขึ้นไปโดยใช้เครื่องจักรหรือไม่ก็ตาม เพื่อใช้สำหรับทำ ผลิต ประกอบ บรรจุ ซ่อม ซ่อมบำรุง ทดสอบ ปรับปรุง แปรสภาพหรือทำลายสิ่งใด ๆ ทั้งนี้ตามประเภทหรือชนิดของโรงงานที่กำหนดในกฎกระทรวง

ความสำคัญของการวางผังโรงงาน

Richard Muther (1973) ได้เปรียบเทียบองค์ประกอบสำคัญ 5 ส่วนของโรงงานกับร่างกายของมนุษย์ ดังนี้

1. ผังโรงงานมีความสำคัญเทียบได้กับโครงกระดูก
2. ระบบเคลื่อนย้ายวัสดุ (material handling system) เทียบได้กับระบบกล้ามเนื้อ (muscular system)
3. การสื่อสารและกระบวนการต่าง ๆ (communication and procedures) เป็นระบบประสาทของโรงงาน
4. อรรถประโยชน์และระบบช่วยงานหน่วยผลิต (utilities and auxiliaries) เทียบได้กับระบบการหายใจ การย่อยอาหาร และการไหลเวียนโลหิต
5. อาคารโรงงานเป็นเสมือนผิวหนังที่ห่อหุ้มร่างกาย

แนวคิดดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ผังโรงงานมีความสำคัญต่อโรงงานอย่างมาก เนื่องจากทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักให้กับระบบต่าง ๆ ในโรงงานมาอยู่รวมกัน และสามารถทำงานประสานกันได้ ดังนั้น การวางผังโรงงานจึงเป็นงานที่มีความสำคัญตามไปด้วย

นอกจากนี้ผังโรงงานที่ได้รับการออกแบบที่ดี จะทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพสูง เนื่องจาก

1. ใช้เงินลงทุนน้อยทั้งในด้านอุปกรณ์ เครื่องจักรและคนงาน เพราะมีการคำนวณจำนวนเครื่องจักร อุปกรณ์และคนงานให้พอเหมาะกับกำลังการผลิต
2. ใช้พื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งจากการจัดวางเครื่องจักรในระยะห่างที่เหมาะสม และการใช้ระบบการจัดเก็บที่ดีในคลังสินค้า
3. มีการควบคุมคุณภาพที่ดี โดยการกำหนดจุดตรวจสอบที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตและการเลือกใช้อุปกรณ์ในการทำงานที่ไม่ทำให้วัสดุเกิดความเสียหาย

4. ระยะทางในการเคลื่อนย้ายวัสดุสั้น โดยการจัดให้หน่วยผลิตที่มีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกันมากอยู่ใกล้กัน และอยู่ในลำดับการผลิตที่ถูกต้อง ช่วยลดการเคลื่อนย้ายย้อนกลับ (backtracking) ทำให้การไหลของวัสดุเป็นระเบียบ

ระยะทางที่ลดลงนี้ทำให้ต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุลดลง ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงด้วย ทั้งนี้มีการวิจัยพบว่า ในต้นทุนการผลิตอาจมีสัดส่วนของต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุอยู่ถึงร้อยละ 30-75 ของต้นทุนการผลิต (Sule, 1994)

5. ลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับคนงาน โดยการแยกหน่วยผลิตที่มีอันตรายหรือรบกวนหน่วยอื่น ๆ ออกไปต่างหาก การเลือกใช้อุปกรณ์การเคลื่อนย้ายที่ปลอดภัยต่อการยกเคลื่อนย้ายหรือจัดวางชิ้นงาน รวมทั้งการจัดสภาพแวดล้อมการทำงานให้เหมาะสม เพื่อลดความเครียดในการทำงานของคนงาน

6. ควบคุมการผลิตได้ง่าย โดยการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมของห้องทำงานของหัวหน้าคนงานในบริเวณที่ควบคุมดูแลและช่วยเหลือคนงานได้อย่างทั่วถึงและรวดเร็ว

7. มีพัสดุคงคลังระหว่างผลิต (in-process inventory) น้อย เนื่องจากมีการจัดให้แต่ละหน่วยผลิตมีกำลังการผลิตใกล้เคียงกัน และใช้ระบบการเคลื่อนย้ายวัสดุที่ดี

นอกจากการวางผังโรงงานจะมีความสำคัญสำหรับการสร้างโรงงานใหม่แล้ว ยังมีความสำคัญต่อการปรับปรุงผังโรงงาน เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1. การเปลี่ยนข้อกำหนดของสินค้าเดิม
2. การเพิ่มหรือลดกำลังการผลิต
3. การผลิตสินค้าชนิดใหม่
4. การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือวิธีการทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต
5. การทดแทนเครื่องจักร ระบบการผลิต หรือระบบการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยระบบที่ทันสมัยกว่าเดิม มีประสิทธิภาพมากกว่า หรือปลอดภัยกว่าระบบเดิม

การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เหล่านี้ อาจมีผลให้ต้องมีการปรับปรุงผังโรงงานเพียงบางส่วนหรืออาจต้องวางผังโรงงานใหม่ทั้งโรงงานก็ได้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การวางผังโรงงานมีความสำคัญต่อการผลิต เนื่องจากเครื่องมือสำคัญที่ใช้ทั้งในการกำหนดประสิทธิภาพของการผลิต และในการปรับปรุงระบบการผลิตให้

สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ถึงแม้การวางผังโรงงานจะต้องอาศัยเวลาและการลงทุนอยู่บ้าง แต่ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุนอย่างแน่นอน

การเลือกใช้แบบพื้นฐานของผังโรงงาน

ในโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละแห่ง รูปแบบของการจัดวางคนงาน เครื่องจักร และวัสดุจะแตกต่างกันไป ทำให้ผังโรงงานที่ได้ไม่เหมือนกัน แม้จะผลิตสินค้าประเภทเดียวกันก็อาจมีผังโรงงานที่แตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละโรงงาน ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้แบบผังโรงงาน มีดังนี้

1. ลักษณะการผลิตของโรงงาน ลักษณะการผลิตอาจแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ การผลิตแบบต่อเนื่อง (continuous production) และการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (intermittent production)

1.1 การผลิตแบบต่อเนื่อง หมายถึงการผลิตที่ใช้ในการผลิตสินค้าชนิดเดียวหรือสินค้าที่มีลักษณะใกล้เคียงกันในจำนวนมาก ๆ โดยสินค้าเหล่านั้นต้องมีลำดับ (sequence) เป็นแบบแผนเดียวกัน การผลิตสินค้าจะดำเนินติดต่อกันอย่างต่อเนื่อง เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตแบบนี้มักเป็นประเภทที่มีลักษณะเฉพาะ

การผลิตแบบนี้ยังเรียกต่างกันไปได้อีกตามลักษณะเฉพาะ (characteristic) ของสินค้า ในกรณีของการผลิตสินค้ามีลักษณะเป็นชิ้น (discrete product) มักเรียกว่าการผลิตปริมาณมาก (mass production) เช่น การผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น ส่วนการผลิตสินค้าในลักษณะที่นับเป็นชิ้นไม่ได้ เรียกว่าการผลิตแบบไหล (flow production) เช่น การกลั่นน้ำมัน เป็นต้น

1.2 การผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง หมายถึงการผลิตที่ใช้กับการผลิตสินค้าหรือชิ้นงานที่ต่างประเภทกัน โดยมีจำนวนของสินค้าที่ผลิตแต่ละครั้งไม่มากนัก ประเภทของสินค้าที่ผลิตอาจมีถึง 20 หรือ 30 ประเภท ซึ่งมีความหลากหลายแตกต่างกัน ตามแต่ลูกค้าจะกำหนด ทำให้ลำดับของการผลิตสินค้าแต่ละประเภทแตกต่างกันไป เครื่องจักรและอุปกรณ์จึงต้องใช้แบบอเนกประสงค์ (general purpose machine)

จากลักษณะการผลิตที่แต่ละงานมีวิธีการผลิตแตกต่างกัน จึงเรียกการผลิตนี้ได้หลายอย่าง เช่น การผลิตตามงาน (job shop production) การผลิตตามใบสั่ง (job order production) และการผลิตแบบชุด (batch production)

การผลิตแบบเซล (cellular manufacturing) ก็ถือเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง ซึ่งมีการใช้เทคโนโลยีแบบกลุ่ม (group technology) จัดแบ่งสินค้าที่ผลิตออกเป็นหมวดหมู่ จากนั้นจัดเครื่องจักรและอุปกรณ์สำหรับการผลิตสินค้าแต่ละกลุ่มไว้ในหน่วยผลิตย่อยที่เรียกว่า เซล การผลิตสินค้าแต่ละรายการหรือใบสั่งจะสามารถดำเนินการได้จนแล้วเสร็จได้ภายในหนึ่งเซล

นอกจากการผลิตในแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว โครงการ (project) ก็ถือเป็นรูปแบบพิเศษอย่างหนึ่งของการผลิตแบบตามงาน โดยที่การผลิตนั้นเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวและมีลำดับการผลิตที่ซับซ้อนมากขึ้น มีวิธีการจัดการเฉพาะที่เรียกว่า การบริหารโครงการ (project management)

2. <u>แบบพื้นฐานของผังโรงงาน</u> (classical types of layout) เพื่อให้สามารถเลือกผังโรงงานได้เหมาะสมกับการผลิต ผู้วิเคราะห์จึงควรทราบถึงแบบพื้นฐานของผังโรงงานลักษณะเฉพาะ รวมทั้งความเหมาะสมกับการผลิตของแต่ละแบบ แบบผังโรงงานที่เป็นพื้นฐานของการวางผังโรงงานมีอยู่ 3 แบบ คือ

2.1 ผังตามผลิตภัณฑ์ (product layout)

2.2 ผังตามกรรมวิธี (process layout)

2.3 ผังคงตำแหน่ง (fixed position layout)

<u>ผังตามผลิตภัณฑ์</u> เป็นการจัดให้เครื่องจักร คนหรือหน่วยผลิตเรียงต่อกันตามลำดับในการผลิตสินค้ากลายเป็นสายการผลิต แต่ละสายการผลิตจะเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนแรกที่มีการรับวัตถุดิบจนถึงขั้นตอนสุดท้ายที่ได้ผลิตภัณฑ์ออกมา กรณีที่มีสินค้าต่างประเภท ซึ่งมีลำดับการผลิตที่แตกต่างไป ก็จัดให้เป็นอีกหนึ่งสายการผลิตแยกออกไป จึงเรียกผังโรงงานนี้อีกอย่างหนึ่งว่า การวางผังแบบสายงาน (line layout)

ในการวางผังตามผลิตภัณฑ์นี้มีเป้าหมายที่เป็นหัวใจสำคัญ 2 ประการ คือ เพื่อให้ได้กำลังการผลิตตามต้องการ และสายการผลิตได้ดุล Buffa (1972) ได้ให้นิยามของคำว่า "ดุล" (balance) ในที่นี้ว่าคือ ความเท่าเทียมกันของปริมาณผลผลิต (Equality of output) ของขั้นตอนต่าง ๆ ในสายการผลิต

ผังตามกรรมวิธี เป็นการจัดเครื่องจักรหรือหน่วยผลิตที่มีลักษณะเดียวกัน หรือใช้ในงานประเภทเดียวกันไว้ในบริเวณเดียวกันหรือแผนกเดียวกัน เช่น การจัดแยกเป็นแผนกตัด แผนกกลึงและแผนกเชื่อม เป็นต้น

เป้าหมายของการวางผังตามกรรมวิธีมี 2 ประการ คือ เพื่อให้ได้กำลังการผลิตตามต้องการ และเพื่อกำหนดตำแหน่งที่ตั้งเหมาะสมของแต่ละแผนก ซึ่งจะทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายทั้งคนและวัสดุในการผลิตมีน้อยที่สุด หรือเกิดต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุต่ำที่สุดนั่นเอง

ผังคงตำแหน่ง เป็นการจัดให้วัสดุหรือชิ้นส่วนที่เป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งมีขนาดใหญ่หรือมีน้ำหนักมากตั้งอยู่กับที่ โดยที่คน เครื่องจักรและชิ้นส่วนอื่น ๆ ถูกนำเข้ามาทำการผลิตในบริเวณที่กำหนด เครื่องจักรที่ใช้ในผังโรงงานลักษณะนี้มักมีขนาดเล็กและเคลื่อนย้ายได้สะดวกกว่าชิ้นส่วนหลักของผลิตภัณฑ์ การผลิตที่ใช้ผังโรงงานแบบนี้ เช่น การต่อเรือเดินสมุทร และการซ่อมสร้างเครื่องบินโดยสาร เป็นต้น หรือใช้กับการประกอบสินค้าขนาดเล็กที่มีชิ้นส่วนไม่มากนัก มีขั้นตอนการประกอบง่าย ๆ และใช้เครื่องมือขนาดเล็ก

3. สภาพการผลิตที่เหมาะสมกับผังโรงงานแต่ละแบบ การเลือกใช้แบบพื้นฐานของผังโรงงาน นอกจากต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับลักษณะการผลิตตามที่กล่าวมาแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ต้องพิจารณาอีกด้วย ได้แก่ ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ จำนวนที่ผลิต โอกาสในการเปลี่ยนแบบและข้อกำหนด (specification) ของผลิตภัณฑ์ และลักษณะของพนักงาน โดยสภาพการผลิตที่เหมาะสมกับผังโรงงานแต่ละแบบมีดังนี้

3.1 การวางผังตามผลิตภัณฑ์ ควรใช้เมื่อ

3.1.1 สินค้าที่ผลิตมีน้อยประเภท แต่ละประเภทผลิตในปริมาณมาก ๆ

3.1.2 สินค้ามีข้อกำหนดที่เป็นมาตรฐาน และมีการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดน้อยครั้ง

3.1.3 การจัดวัตถุดิบและชิ้นส่วนให้กับสายการผลิตสามารถทำได้อย่างสม่ำเสมอ

3.1.4 มีระบบบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพ

3.1.5 ในท้องถิ่นนั้นขาดแรงงานที่มีฝีมือ

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจกล่าวได้ว่า ผังตามผลิตภัณฑ์นี้มีความเหมาะสมกับการผลิตแบบต่อเนื่อง

3.2 การวางผังตามกรรมวิธี ควรใช้เมื่อ

3.2.1 ผลิตสินค้าหลายประเภท และแต่ละประเภทผลิตในจำนวนน้อย

3.2.2 สินค้าไม่มีข้อกำหนดมาตรฐาน สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการของลูกค้า

3.2.3 หาช่างฝีมือได้ง่าย

3.2.4 ใช้เงินลงทุนขั้นต้นต่ำ เนื่องจากใช้เครื่องจักรแบบอเนกประสงค์ ซึ่งมีราคาย่อมเยากว่าเครื่องจักรแบบเฉพาะ

3.2.5 พนักงานที่มีความเชี่ยวชาญในการวางแผนและการควบคุมการผลิต

ซึ่งสรุปได้ว่า ผังตามกรรมวิธีนี้สอดคล้องกับการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง

3.3 การวางผังคงตำแหน่ง จะใช้ในการผลิตแบบใดแบบหนึ่งต่อไปนี้

3.3.1 ชิ้นส่วนหลักมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ไม่สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายระหว่างผลิต

3.3.2 สินค้ามีขนาดเล็ก มีชิ้นส่วนจำนวนน้อย ใช้ขั้นตอนการประกอบง่าย ๆ เครื่องมือและอุปกรณ์มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การเลือกใช้ผังคงตำแหน่งมีความเฉพาะเจาะจงที่ชัดเจน จึงไม่ยุ่งยากกับการตัดสินใจ ข้อยุ่งยากในการตัดสินใจของผู้วิเคราะห์คือ การเลือกระหว่างผังตามผลิตภัณฑ์และผังตามกรรมวิธี จากตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าผังโรงงานทั้งสองแบบต่างมีข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบในแต่ละด้านที่ถ่วงดุลกันอยู่ ในทางปฏิบัติ โรงงานที่ใช้ผังโรงงานแบบใดแบบหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียวมีจำนวนน้อย ส่วนใหญ่มักใช้ผังโรงงานแบบผสมเพื่อนำข้อดีของผังโรงงานแต่ละแบบมารวมกัน ตัวอย่างการใช้ผังโรงงานแบบผสม เช่น โรงงานผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า อาจจัดแยกหน่วยผลิตออกเป็นแผนกต่าง ๆ ประกอบด้วย แผนกตัดและขึ้นรูปโลหะ แผนกหล่อพลาสติก แผนกสี และแผนกประกอบ ซึ่งเป็นการวางผังตามกรรมวิธี และใช้ผังตามผลิตภัณฑ์ในแผนกประกอบ เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างผังแบบผลิตภัณฑ์และผังแบบกรรมวิธีในด้านต่าง ๆ

หัวข้อที่พิจารณา	ผังตามผลิตภัณฑ์	ผังตามกรรมวิธี
1. อัตราการผลิตและต้นทุนต่อหน่วย	อัตราการผลิตสูง, ต้นทุนต่อหน่วยต่ำ	อัตราการผลิตต่ำ, ต้นทุนต่อหน่วยสูง
2. การเคลื่อนย้ายวัสดุ	การไหลวัสดุเป็นระเบียบ, ระยะระหว่างหน่วยผลิตสั้น	เส้นทางการไหลวัสดุสับสน
3. การหยุดชะงักในการผลิต	เมื่อเครื่องจักรเสีย	เมื่อมีงานที่ใช้เครื่องจักรเดียวพร้อม ๆ กัน
4.ปัญหาการรบกวนระหว่างเครื่องจักร	การจัดแยกจะทำให้เส้นทางสับสน	จัดแยกออกไปต่างหากได้
5. ความพอใจของคนงาน	เบื่อหน่ายจากงานจำเจ	พอใจในงาน
6. การขาดงานและการลาออก	มาก	น้อย
7.ความยืดหยุ่นเมื่อเปลี่ยนแบบหรือชนิดของสินค้า	อาจต้องเปลี่ยนแปลงผังโรงงาน	มีมาก และทำได้ตลอด
8. ความเชื่อถือได้ (reliability) ของเครื่องจักร	ไม่มีเครื่องสำรอง, จึงต้องมีการบำรุงรักษาแบบป้องกัน	มีเครื่องจักรทดแทนได้
9. เงินทุนขั้นต้น	สูงกว่า	ต่ำกว่า
10. การจัดกำหนดการผลิต	มีน้อยกว่า และทำเฉพาะเมื่อเปลี่ยนรุ่น	ยากและต้องทำอย่างต่อเนื่อง
11. ชิ้นงานระหว่างกระบวนการ	มีน้อย	มีมาก
12. ความชำนาญในการผลิต	เพิ่มขึ้นตามจำนวนครั้งในการผลิต	ขึ้นกับฝีมือของคนงาน

ขั้นตอนการวางผังโรงงาน

ในการวางผังโรงงานเพื่อให้ได้แบบโรงงานที่ดี ต้องอาศัยการดำเนินงานอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่จำเป็นอย่างถูกต้องและครบถ้วน ขั้นตอนในการวางผังโรงงานอาจแบ่งเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ ได้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ โดยการพิจารณาผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิตว่า ในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดประกอบด้วย ชิ้นส่วนใดบ้าง จำนวนชิ้นส่วนแต่ละชนิดที่ต้องการในการผลิตสินค้าหนึ่งหน่วย และรายละเอียดต่าง ๆ ของชิ้นส่วนเหล่านั้น เช่น วัสดุที่ใช้ ขนาด ช่วงขาดเกินที่ยอมรับได้ (tolerance) และลักษณะของพื้นผิว เป็นต้น ชิ้นส่วนนั้น ๆ จะผลิตขึ้นเองหรือมาจากการสั่งซื้อ ตลอดจนการวิเคราะห์ลำดับในการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ทั้งหมดให้เป็นผลิตภัณฑ์ตามต้องการ ข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะสามารถหาได้จาก รูปวาดเหมือนของจริง แบบพิมพ์เขียวต่าง ๆ (drawing) โดยเฉพาะแบบพิมพ์เขียวที่เรียกว่า exploded-view drawing รายการชิ้นส่วน (parts list) แผนภูมิการประกอบ (assembly chart) รวมไปถึงต้นแบบ (prototype) ของผลิตภัณฑ์ การศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้ จะช่วยให้ผู้วางผังโรงงานเข้าใจและเห็นภาพของผลิตภัณฑ์ได้ดียิ่งขึ้น

2. การวิเคราะห์กระบวนการ เพื่อเลือกหากระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนที่ผลิตเองในโรงงาน กระบวนการผลิตที่จะเลือกใช้ต้องมีลักษณะสำคัญดังนี้ คือ

2.1 สามารถผลิตผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่มีลักษณะและคุณภาพได้ตามที่กำหนด

2.2 ใช้ต้นทุนในการผลิตต่อหน่วยต่ำที่สุดเมื่อผลิตตามจำนวนที่ต้องการ โดยต้นทุนการผลิตต่อหน่วย ในที่นี้คือ ต้นทุนรวม ที่คิดจากต้นทุนคงที่ต่อหน่วยและต้นทุนแปรผันต่อหน่วย

2.3 สามารถผลิตได้ตามอัตราการผลิตที่ตั้งไว้

2.4 มีระยะเวลาในการสั่งซื้อ จัดส่ง และติดตั้งที่เหมาะสม ซึ่งอาจทำให้วิศวกรจำเป็นต้องเลือกระบบที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่า เพื่อให้สามารถใช้งานได้ทันตามกำหนดที่ต้องการ

ข้อมูลที่ต้องใช้ในการเลือกกระบวนการผลิตคือ ข้อมูลแสดงกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนที่ผลิตเอง โดยจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตในทุกขั้นตอน กระบวนการผลิตที่เป็นไปได้ เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ แผนกที่ดำเนินงาน ชนิดและจำนวนของวัตถุดิบ ระยะเวลาในการผลิตแต่ละขั้นตอน และกำลังการผลิตของเครื่องจักร นอกจากขั้นตอนในการผลิตชิ้นส่วนแล้วยังต้องทราบลำดับขั้นตอนในการประกอบผลิตภัณฑ์และการตรวจสอบ (inspection) ทั้งหมด ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะแสดงอยู่ในแบบแสดงเส้นทางงาน (route sheet) และแผนภูมิกระบวนการดำเนินงาน (operation process chart)

3. <u>การวางผังโรงงานขั้นต้น</u> ภายหลังการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต จึงทำการวางผังขั้นต้นซึ่งเป็นการออกแบบผังโดยรวม (overall layout) ของทั้งโรงงาน โดยแยกเป็นการออกแบบส่วนต่าง ๆ ดังนี้

3.1 การกำหนดเส้นทางการไหลของวัสดุในโรงงาน เริ่มตั้งแต่การรับวัตถุดิบไปจนถึงการลำเลียงสินค้าขึ้นรถหรือส่งออกนอกโรงงาน

3.2 ผังโรงงานแบบบล็อก (block layout) ซึ่งเป็นแผนภาพแสดงเฉพาะที่ตั้งและลักษณะพื้นที่ของแผนกต่าง ๆ ในโรงงาน โดยไม่แสดงถึงรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งของเครื่องจักร อุปกรณ์ หรือส่วนต่าง ๆ ในโรงงานเลย ในผังโรงงานแบบบล็อก พื้นที่ของแต่ละแผนก จะแสดงด้วยรูปเหลี่ยมที่มีลักษณะเป็นบล็อก (block) ซึ่งเกิดจากรูปสี่เหลี่ยมขนาดต่าง ๆ กันมาต่อกัน

3.3 การคำนวณเครื่องจักรและกำลังคนตามกำลังการผลิตที่ต้องการ และให้เกิดสมดุลในสายการผลิตด้วย

3.4 การออกแบบเบื้องต้นเกี่ยวกับวิธีการและความต้องการด้านอุปกรณ์ในการเคลื่อนย้ายวัสดุ

ในการออกแบบผังแบบบล็อก เทคนิคที่มักนิยมใช้คือ Systematic Layout Planning: SLP ของ Muther (1974) ซึ่งใช้ได้ดีกับการวางผังโรงงานที่มีจำนวนแผนกไม่มากนัก แต่ไม่สะดวกสำหรับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ จึงเกิดการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้น เพื่อช่วยในการทำงานขั้นตอนนี้

การคำนวณเครื่องจักรและกำลังคนก็เช่นกัน ในกรณีของปัญหาการวางผังโรงงานขนาดเล็ก ๆ ผู้วิเคราะห์ก็สามารถคำนวณได้เอง แต่ในการวางผังโรงงานขนาดใหญ่ที่มีข้อมูลจำนวนมาก ๆ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะทำได้สะดวกและรวดเร็วกว่า

4. การกำหนดสถานีงาน เป็นขั้นตอนการกำหนดรายละเอียดของบริเวณทำงานเกี่ยวกับตำแหน่งของเครื่องจักรอุปกรณ์ วัสดุ การเคลื่อนย้ายวัสดุเข้าและออก และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ภายในแต่ละหน่วยย่อยของการผลิต โดยต้องออกแบบให้สายการผลิตได้ดุลและมีสอดคล้องกับเส้นทางการไหลวัสดุของผังโรงงานโดยรวม

5. การวิเคราะห์พื้นที่สำหรับเก็บวางของ เพื่อกำหนดขนาดของพื้นที่และตำแหน่งของบริเวณในการเก็บวางวัสดุ ซึ่งอาจจัดแยกตามประเภทวัสดุดังนี้คือ วัสดุที่เป็นวัตถุดิบและชิ้นส่วนก่อนเข้ากระบวนการผลิต วัสดุหรือชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต และสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้ว

6. การกำหนดความกว้างของทางเดินและเส้นทางเคลื่อนย้ายวัสดุ โดยอาศัยหลักความรวดเร็วและปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

7. การกำหนดพื้นที่สำนักงาน โดยพิจารณาตามขอบเขตของงานธุรการ

8. การออกแบบเกี่ยวกับอุปกรณ์และการบริการพนักงาน เช่น ห้องพยาบาล ห้องน้ำ โรงอาหาร ห้องเก็บของ ห้องพักผ่อน สนามกีฬาและที่จอดรถ เป็นต้น

9. การออกแบบเกี่ยวกับระบบสนับสนุนการผลิต ได้แก่ หน่วยบำรุงรักษา หน่วยขจัดของเสีย ระบบไฟฟ้า น้ำ ความร้อนและการระบายอากาศ

10. การเตรียมพื้นที่สำหรับการขยายตัว

11. การพิจารณาแบบอาคาร ภายหลังผ่านขั้นตอนต่าง ๆ แล้ว วิศวกรผู้ออกแบบโรงงานจึงจะมาพิจารณาถึงรูปทรง จำนวนชั้น และความสามารถรับน้ำหนักของอาคาร

12. การจัดทำแบบโรงงาน เป็นการจัดทำแบบจำลอง ซึ่งอาจทำได้ทั้งการใช้แผ่นเทมเพลต (template) หรือการใช้รูปจำลองสามมิติในอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้บุคคลอื่น ๆ เข้าใจได้โดยง่าย

13. การประเมินและปรับแก้แบบโรงงาน ควรให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ เช่น ฝ่ายผลิต ฝ่ายวิศวกร ฝ่ายบุคคล มีส่วนในการประเมินและตรวจสอบแบบผัง จากนั้นจึงนำ

ข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะไปปรับแก้ผังโรงงาน ก่อนนำเสนอต่อผู้บังคับบัญชาหรือผู้บริหารระดับสูงต่อไป

14. การเสนอเพื่อขออนุมัติ จากผู้มีอำนาจหน้าที่โดยตรง

15. การควบคุมดูแลการทำงานให้เป็นไปตามแบบโรงงานที่วางไว้ โดยการประสานงานกับสถาปนิกและฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดผลดีที่สุดและได้โรงงานที่สามารถทำให้เกิดการผลิตที่มีประสิทธิภาพที่สุด

การคำนวณในการวางผังโรงงานขั้นต้น

ในขั้นตอนการวางผังโรงงานที่ได้กล่าวมาแล้ว ขั้นตอนการวางผังโรงงานขั้นต้นถือเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นการออกแบบขั้นต้นเกี่ยวกับส่วนประกอบสำคัญต่างๆ ของโรงงาน อาทิเช่น เส้นทางการไหลวัสดุ ผังโรงงานเบื้องต้น เครื่องจักร กำลังคนและอุปกรณ์การเคลื่อนย้ายวัสดุ เป็นต้น

ในการวางผังตามกรรมวิธีและการวางผังตามผลิตภัณฑ์ มีการคำนวณในขั้นตอนนี้แตกต่างกันดังนี้

1. การคำนวณในการวางผังตามกรรมวิธี

จากเป้าหมายสำคัญในการจัดเครื่องจักร คนและหน่วยผลิตตามผังกรรมวิธี ซึ่งมีอยู่ 2 ประการ คือ ได้กำลังการผลิตตามต้องการและการจัดตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของหน่วยผลิต ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังนี้

1.1 การคำนวณหาจำนวนเครื่องจักร (ชัยนนท์, 2535; บุญวา, 2533; Reed, 1961) ในการวางผังตามกรรมวิธี หลักสำคัญของการคำนวณจำนวนเครื่องจักรอยู่ที่ต้องคำนึงถึงเวลาตั้งเครื่อง (setup time) ในการคำนวณด้วย โดยข้อมูลที่ต้องการในการคำนวณ ประกอบด้วย

1. ยอดขายหรือปริมาณความต้องการ
2. จำนวนชั่วโมงทำงาน
3. อัตราของเสียของแต่ละเครื่องจักร
4. เวลามาตรฐานของแต่ละเครื่องจักร
5. เวลาตั้งเครื่องของแต่ละเครื่องจักร
6. จำนวนครั้งในการตั้งเครื่อง

สูตรที่ใช้ในการคำนวณจำนวนเครื่องจักร มีดังนี้

1. จำนวนที่ต้องผลิตจริงของสินค้า i ของเครื่องจักร j (P_{ij}) คือ

$$P_{ij} = D_{ij} / (1 - F_{ij})$$

เมื่อ D_{ij} คือ ปริมาณความต้องการของสินค้า i

F_{ij} คือ อัตราของเสียในการผลิตสินค้า i ของเครื่องจักร j (กรณีที่อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์ต้องหารด้วย 100 ก่อนแทนค่าในสูตร)

2. เวลาจริงที่ผลิตสินค้า i ของเครื่องจักร j (C_{ij}) คือ

$$C_{ij} = P_{ij} T_{ij}$$

เมื่อ P_{ij} คือ จำนวนที่ต้องผลิตจริงของสินค้า i ของเครื่องจักร j

T_{ij} คือ เวลามาตรฐานต่อหน่วยสำหรับการผลิตสินค้า i ของเครื่องจักร j

3. จำนวนเครื่องจักร สำหรับการผลิตสินค้า n ชนิด (M_j) คือ

$$M_j = \sum (S_{ij} N_{ij} + C_{ij}) / t_{ij}$$

เมื่อ S_{ij} คือ เวลาในการตั้งเครื่องสำหรับการผลิตสินค้า i ของเครื่องจักร j

N_{ij} คือ จำนวนครั้งในการตั้งเครื่องสำหรับการผลิตสินค้า i ของเครื่องจักร j

C_{ij} คือ เวลาจริงที่ผลิตสินค้า i ของเครื่องจักร j

t_{ij} คือ จำนวนชั่วโมงทำงานในการผลิตสินค้า i ของเครื่องจักร j

1.2 <u>การหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของแผนกต่าง ๆ</u> (Buffa, 1972) การวัดค่าประสิทธิผลของการจัดตำแหน่งนี้ มักวัดจากต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายวัสดุ โดยข้อมูลที่ต้องการใช้ในการคำนวณประกอบด้วย

1. ข้อมูลด้านการไหลของวัสดุระหว่างแผนกแสดงด้วยแผนภูมิจาก-ไป (from-to chart) หรืออาจเรียกว่าแผนภูมิเดินทาง (travel chart) ตัวเลขในแผนภูมิมักหมายถึงจำนวนเที่ยวในการเคลื่อนย้ายวัสดุต่อหน่วยเวลา

2. ข้อมูลด้านต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุ ใช้แสดงต้นทุนที่แตกต่างกันของการเคลื่อนย้ายในแต่ละเส้นทาง ในกรณีที่ไม่สามารถหาได้ก็อาจกำหนดให้มีค่าเท่ากัน

3. ข้อมูลผังโรงงาน เช่น พื้นที่ของทั้งโรงงานและแผนกต่าง ๆ ระยะทางระหว่างแผนก และโครงสร้างอื่น ๆ ของอาคารโรงงาน เป็นต้น

ในสูตรต่อไปนี้ จะใช้เพียงข้อมูลด้านการไหล และข้อมูลด้านต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุเท่านั้น

<u>สูตร</u> ต้นทุนรวมหรือค่าใช้จ่ายรวมในการเคลื่อนย้ายวัสดุ

$$C = \sum \sum L_{ij} D_{ij} W_{ij}$$

เมื่อ C คือ ต้นทุนหรือ ค่าใช้จ่ายรวมในการเคลื่อนย้ายวัสดุ

L_{ij} คือ Load หรือจำนวนครั้งของการเคลื่อนที่จากแผนก i ไปยังแผนก j

D_{ij} คือ ระยะทางระหว่างแผนก i และแผนก j

W_{ij} คือ ค่าใช้จ่ายต่อเที่ยวในการเคลื่อนย้ายวัสดุจากแผนก i ไปแผนก j เป็นระยะทางหนึ่งหน่วย

N คือ จำนวนแผนกทั้งหมด

2. <u>การคำนวณในการวางผังตามผลิตภัณฑ์</u>

จากเป้าหมายของการออกแบบผังตามผลิตภัณฑ์ซึ่งมีอยู่ 2 ประการคือ เพื่อให้ได้กำลังการผลิตตามต้องการ และการจัดสมดุลสายการผลิต ซึ่งมีการคำนวณดังนี้

2.1 <u>การคำนวณหาจำนวนเครื่องจักร</u> (บุญวา, 2533) ในการวางผังตามผลิตภัณฑ์ไม่ต้องนำเวลาตั้งเครื่องมาคำนวณด้วย เนื่องจากมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับเวลาในการผลิต แต่ต้องใช้ข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องจักรมาคำนวณด้วย ดังนั้น ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณจึงประกอบด้วย

1. ยอดขายหรือปริมาณความต้องการ
2. จำนวนชั่วโมงทำงาน
3. ประสิทธิภาพของหน่วยงานหรือเครื่องจักร
4. จำนวนขั้นตอนในการดำเนินงานของสายการผลิต
5. เวลามาตรฐานของแต่ละขั้น
6. อัตราของเสียของการดำเนินงานแต่ละขั้น

สูตรที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

1. อัตราการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพ

$$P_f = \text{ยอดขาย} / \text{จำนวนชั่วโมงทำงาน}$$

2. อัตราการผลิตของขั้นที่ n เมื่อคำนึงถึงอัตราของเสีย

$$P_{n,s} = P_{n,g} / (1-s)$$

โดยที่ $P_{n,g}$ ของขั้นตอนสุดท้าย $= P_f$

$$P_{n,g} = P_{n+1,s}$$

เมื่อ s คือ อัตราของเสียที่ขั้น n (กรณีที่อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์ต้องหารด้วย 100 ก่อนแทนค่าในสูตร)

$P_{n,s}$ คือ อัตราการผลิตของขั้นที่ n เมื่อพิจารณาอัตราของเสียแล้ว

$P_{n,g}$ คือ อัตราการผลิตชิ้นงานที่ได้คุณภาพของขั้นที่ n

การคำนวณในขั้นนี้จะต้องทำการคำนวณย้อนกลับจากการดำเนินงานขั้นสุดท้าย ไปยังขั้นตอนแรก

3. อัตราการผลิตของขั้นที่ n เมื่อคำนึงถึงประสิทธิภาพ

$$P_{n,e} = (P_{n,s})/e$$

เมื่อ e คือ ประสิทธิภาพของหน่วยงานหรือเครื่องจักร

4. จำนวนเครื่องจักรที่จำเป็นสำหรับขั้นที่ n

$$N_n = P_{n,e} \times Std.T$$

เมื่อ Std.T คือ เวลามาตรฐานของการทำงานในขั้นที่ n

ค่า N_n คือ จำนวนเครื่องจักรที่คำนวณได้ ซึ่งมักไม่ใช่เลขจำนวนเต็ม การปัดขึ้นหรือปัดเศษทิ้งให้เป็นจำนวนเต็ม มีข้อควรพิจารณาดังนี้

1. สัดส่วนของเวลาที่คนงานใช้ในการควบคุมเครื่อง เทียบกับเวลาในการผลิตสินค้า 1 หน่วย

2. การปรับเปลี่ยนวิธีทำงานเพื่อลดเวลามาตรฐานลง จะทำให้สามารถลดจำนวนเครื่องจักรที่ต้องการลงด้วย

3. เปรียบเทียบความเหมาะสมระหว่างการซื้อเครื่องจักรเพิ่มกับการทำงานล่วงเวลา

4. พิจารณาปริมาณความเสียหายที่เกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรเกิดขัดข้อง เช่น ถ้ามีเครื่องจักรชนิดเดียวกัน 10 เครื่อง หากเครื่องใดเกิดขัดข้อง ความเสียหายย่อมไม่มากเท่ากับกรณีของเครื่องจักรที่มีอยู่เพียงเครื่องเดียวเกิดปัญหาขัดข้อง เป็นต้น

2.2 <u>การจัดดุลสายการผลิต</u> มีหลักการสำคัญ คือ เพื่อให้ปริมาณงานของแต่ละสถานีงานมีความเท่าเทียมกัน และใช้ทรัพยากรต่าง ๆ น้อยที่สุด การจัดดุลสายการผลิตจะทำให้ทราบถึงจำนวนสถานีงานทั้งหมด และงานที่ต้องทำในแต่ละสถานี ข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณได้แก่

1. กำลังการผลิตที่ต้องการ
2. จำนวนงานทั้งหมดที่ต้องทำ และเวลาที่ใช้ของแต่ละงาน
3. ลำดับขั้นตอนในการผลิตซึ่งมักแสดงด้วยแผนภาพลำดับก่อน-หลัง (precedence diagram)
4. เวลาที่มีสำหรับงานผลิต

ในการคำนวณที่เกี่ยวกับการจัดดุลสายการผลิต มีสูตรที่ต้องใช้ดังต่อไปนี้

1. การหากำลังการผลิต

$$\text{กำลังการผลิต} = \frac{\text{เวลาที่มีสำหรับงานผลิต}}{\text{รอบเวลา}}$$

2. รอบเวลาผลิต (cycle time) มีได้หลายค่าแล้วแต่การเลือกใช้ดังนี้

ก) รอบเวลาที่เร็วที่สุด (minimum cycle time) มีค่าเท่ากับเวลาสถานีงานที่นานที่สุด

ข) รอบเวลานานที่สุด (allowable cycle time) คำนวณจากสูตร

รอบเวลานานที่สุด = เวลาที่มีสำหรับงานผลิต / จำนวนชิ้นงานที่ต้องการ

3. จำนวนสถานีต่ำสุด คำนวณจาก

จำนวนสถานีงานต่ำสุด = เวลารวมที่ต้องใช้ / จำนวนชิ้นงานที่ต้องการ

หรือ = เวลารวมในการผลิตสินค้า 1 หน่วย / รอบเวลา

4. เวลาทั้งหมดที่ต้องใช้ในการผลิต

เวลาที่ใช้ = จำนวนสินค้า x เวลารวมต่อหน่วย

5. $\text{ประสิทธิภาพของสายการผลิต} = \frac{\text{เวลาทำงานรวม x 100}}{\text{เวลาที่มีสำหรับงานผลิต}}$

6. อัตราการว่างงานของสายการผลิต

$$\text{อัตราการว่างงาน} = \frac{\text{เวลาว่างรวม x 100}}{\text{เวลาที่มีสำหรับงานผลิต}}$$

นอกจากสูตรในการคำนวณต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว การจัดดุลสายการผลิตยังต้องมีการกำหนดงานให้กับแต่ละสถานีงานด้วย หลักสำคัญของการกำหนดงานคือ ต้องสอดคล้องกับลำดับการผลิต ซึ่งนิยมแสดงด้วยแผนภาพลำดับก่อน-หลัง เทคนิคในการกำหนดงานให้กับสถานีงานแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

1. การใช้ความรู้ในด้านการวิจัยดำเนินงาน เพื่อหาให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด (optimal solution)

2. การใช้วิธีแบบฮิวริสติก (heuristic method) ซึ่งสามารถทำได้ง่ายและสะดวกกว่า การใช้การวิจัยดำเนินงานจึงเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปทั้งในทางปฏิบัติและในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แม้ว่าผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่ใช่คำตอบที่เหมาะสมที่สุด แต่ก็เป็นที่ยอมรับและได้ผลน่าพอใจในระดับหนึ่ง

วิธีจัดสำคับความสำคัญของงานที่ใช้กันมีอยู่หลายแบบ แต่ที่นิยมใช้กันมี (Stevenson, 1990; Sule, 1994; Tersine, 1980; Weiss and Gershon, 1993) มีดังนี้

2.1 กฎเวลาทำงานนานที่สุด (longest operation time rule) เป็นการจัดลำดับความสำคัญของงานตามเวลาในการทำงาน โดยอาศัยแนวคิดว่า การทำงานที่ใช้เวลานานที่สุดก่อน จะช่วยเพิ่มความยืดหยุ่น หรือลดความสับสนในการเลือกทำงานที่เหลือ ดังนั้นจึงถือว่างานที่มีเวลาดำเนินงานนานที่สุดมีความสำคัญที่สุด ส่วนงานอื่น ๆ ที่เหลือก็มีความสำคัญลดหลั่นลงไปตามระยะเวลาทำงาน

2.2 วิธีน้ำหนักตามตำแหน่ง (ranked positional weight method) วิธีนี้จะเพิ่มขั้นตอนการคำนวณหาค่าน้ำหนักของแต่ละงานก่อน แล้วจึงเรียงลำดับงานตามค่าน้ำหนักที่ได้ โดยให้งานที่มีค่าน้ำหนักมากที่สุดมีความสำคัญที่สุด การคำนวณน้ำหนักของงานใด ๆ คิดจากผลรวมของเวลาทำงานของงานนั้นและเวลาทำงานของงานอื่น ๆ ทั้งหมดที่ต้องรองานนั้น

2.3 กฎงานตามหลังมากกว่า (most immediate follower rule) เป็นการจัดสำดับของงานโดยดูจากจำนวนงานที่ตามหลังงานนั้น ๆ ทั้งนี้พิจารณาเฉพาะงานที่ตามหลังมาทันที กล่าวคืองานใดมีจำนวนงานที่ตามหลังมากกว่าก็มีความสำคัญมากกว่า

2.4 กฎการเลือกสุ่ม ใช้เพื่อลดความลำเอียงในการจัดลำดับของงาน โดยถือว่าทุกงานมีความสำคัญเท่าเทียมกัน

สูตรต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณที่กล่าวมาทั้งในการวางผังตามกรรมวิธีและผังตามผลิตภัณฑ์สามารถใช้ได้ทั้งในการวางผังโรงงานโดยวิศวกรและโดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

การใช้คอมพิวเตอร์ในการวางผังโรงงาน

การใช้คอมพิวเตอร์ในการวางผังโรงงาน เริ่มมีขึ้นภายหลังการวางผังโรงงานมีการใช้การวิเคราะห์ที่มีขั้นตอน วิธีการที่ชัดเจน และมีการคำนวณเข้ามาเกี่ยวข้อง และยิ่งเพิ่มบทบาทมากขึ้น เมื่อมีการใช้การวิจัยการดำเนินงานกับปัญหาการวางผังโรงงาน โดยคอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้หาผลเฉลยหรือในการคำนวณที่ต้องมีการทำซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัญหาที่มีขนาดใหญ่ การคำนวณซ้ำอาจต้องทำเป็นพัน ๆ ครั้ง ซึ่งเกินกว่าความสามารถของมนุษย์ที่จะทำได้ ประกอบกับเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์เองก็มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทำให้การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในการวางผังโรงงานมีมากตามไปด้วย

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวางผังโรงงาน ผู้วิเคราะห์อาจพัฒนาหรือเขียนขึ้นเองภายในองค์กร หรืออาจใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่จำหน่ายในท้องตลาด (commercial software package) หรือที่เรียกกันว่า "ซอฟต์แวร์" ก็ได้ ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิจัยนี้ล้วนเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทั้งสิ้น

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวางผังโรงงานอาจแบ่งเป็น 2 ลักษณะ ตามความเฉพาะเจาะจง คือ

1. <u>โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับการวางผังโรงงานโดยตรง</u> ในการวิจัยนี้เรียกโปรแกรมลักษณะนี้ว่า "โปรแกรมช่วยการวางผังโรงงาน" (computer-aided layout program) ถึงแม้โปรแกรมประเภทนี้จะช่วยสร้างหรือออกแบบผังโรงงานให้เลือกได้หลาย ๆ แบบ โดยอาศัยข้อมูลที่ป้อนให้ แต่การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ก็ไม่สามารถทดแทนงานของการวางผังโรงงานได้ทั้งหมด การใช้งานของโปรแกรมดังกล่าวจำกัดอยู่เพียงในขั้นตอนหนึ่งเท่านั้น คือ ขั้นตอนการวางผังโดยรวม (overall layout) ซึ่งยังมีงานอีกหลายขั้นตอนที่ต้องทำทั้งก่อนและหลังจากขั้นตอนดังกล่าว

2. <u>โปรแกรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง</u> เนื่องจากการวางผังโรงงานจัดเป็นกิจกรรมที่ประกอบด้วยงานย่อย ๆ อีกมากมาย การใช้คอมพิวเตอร์จึงมีได้อย่างกว้างขวางตั้งแต่การจัดการฐานข้อมูล การคำนวณต่าง ๆ เช่น การจัดดุลสายการผลิต การหาทำเลที่ตั้งของโรงงาน การหาผลตอบแทนการลงทุน เป็นต้น ไปจนถึงการเขียนแบบผังโรงงาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในลักษณะดังกล่าวที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้แก่ โปรแกรมการจัดดุลสายการผลิต โปรแกรม

ประเภทตารางทำการ (spread sheet program) และโปรแกรมประมวลผลคำ (word processing) เป็นต้น

โปรแกรมช่วยการวางผังโรงงาน

โปรแกรมช่วยการวางผังโรงงาน หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ช่วยแก้ปัญหาการจัดสรรพื้นที่ (area allocation) ของแผนกต่าง ๆ โดยวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาของแต่ละโปรแกรมแตกต่างกันไป แต่ที่ใช้กันมากที่สุด คือ เพื่อให้ต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุน้อยที่สุด ส่วนวัตถุประสงค์อื่น ๆ ที่ใช้กัน เช่น เพื่อการใช้เนื้อที่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด เพื่อให้มีความยืดหยุ่นเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง เป็นต้น

ในการจัดสรรพื้นที่นี้ ความยุ่งยากมิใช่อยู่ที่การจัดตำแหน่งของแต่ละแผนกเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงการกำหนดลักษณะพื้นที่ของแผนกด้วย กล่าวคือ หากรูปร่างและความกว้างยาวของแผนกเปลี่ยนไป จะทำให้ระยะทางระหว่างแผนกเปลี่ยนไป และมีผลให้ค่าประสิทธิผล (effectiveness) ของแบบผังโรงงานเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ในการใช้โปรแกรมช่วยการวางผังโรงงาน มีรายละเอียดที่ควรรู้เกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. ข้อมูลเข้า (input) จัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับข้อมูลเข้าของโปรแกรมช่วยการวางผังโรงงาน โดยทั่วไปมักประกอบด้วย

1.1 ข้อมูลพื้นที่ของทุกแผนกในผังโรงงาน โดยระบุถึง รูปร่างของแต่ละแผนก ที่ตั้งเดิม และ กรอบของผังโรงงานทั้งหมดด้วย

1.2 ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างแผนก ซึ่งอาจแยกออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลในเชิงปริมาณ เช่น การไหลของวัสดุ ที่แสดงได้ด้วยแผนภูมิเดินทาง และข้อมูลในเชิงคุณภาพ เช่น ระดับความสัมพันธ์ ซึ่งนิยมแสดงด้วยแผนผังความสัมพันธ์ ประเภทของข้อมูลที่ต้องการใช้ ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของโปรแกรมเป็นสำคัญ

1.3 ข้อมูลระยะทางระหว่างแผนก การใช้วิธีวัดระยะทางที่ต่างกันก็ทำให้ได้ระยะทางที่ไม่เท่ากัน ซึ่งจะมีผลทำให้ได้ค่าประสิทธิผลต่างกันด้วย (Francis and White, 1974; Hales, 1984) การวัดระยะทางระหว่างแผนก สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

ก) การหาระยะระหว่างจุดศูนย์กลางแผนก ซึ่งมีวิธีการวัดระยะทางอยู่ 2 วิธี คือ การวัดระยะทางแบบเรคติลิเนียร์ (rectilinear distance) และการวัดระยะทางแบบยูคลิเดียน (Euclidean distance)

การวัดระยะทางทั้งสองวิธีมีความแตกต่างกันคือ ถ้ากำหนดให้ จุด A อยู่ที่ (x_a,y_a) และ จุด B อยู่ที่ (x_b,y_b)

การวัดระยะทางแบบเรคติลิเนียร์ จะได้ $AB = |x_a - x_b| + |y_a - y_b|$

การวัดระยะทางแบบยูคลิเดียน จะได้ $AB = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2}$

ข) การวัดเส้นทางจริง เป็นการวัดระยะทางในการเคลื่อนที่จริง ซึ่งคือระยะทางจากตำแหน่งที่เริ่มยกวัสดุขึ้นไปยังตำแหน่งที่วางวัสดุนั้นลง

1.4. มาตราส่วนหรือหน่วยที่ใช้วัดระยะทางในผังโรงงานที่จะใช้เป็นข้อมูลเข้า

2. <u>ข้อมูลออก</u> (output) หรือผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมช่วยการวางผังโรงงานนี้ จะแสดงออกมาในรูปของผังแบบบล็อก ซึ่งแสดงเฉพาะพื้นที่ของแต่ละแผนกในรูปบล็อกขนาดต่าง ๆ กัน ส่วนรายละเอียดอื่น ๆ อาทิเช่น โครงสร้างอาคาร เครื่องจักร อุปกรณ์การเคลื่อนย้ายวัสดุ จะไม่แสดงไว้ในผังนี้เลย

สำหรับโปรแกรมที่ชื่อ LAYOUT ซึ่งเป็นโปรแกรมช่วยการวางผังโรงงานที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นโปรแกรมที่ใช้ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางของแผนกแทนระยะทางในการเคลื่อนที่ และประมวลผลโดยใช้ข้อมูลเข้าซึ่งประกอบด้วย แผนภูมิเดินทางซึ่งเป็นข้อมูลความสัมพันธ์ในเชิงปริมาณ ร่วมกับผังโรงงานเดิม ส่วนข้อมูลออกหรือผลลัพธ์ของโปรแกรมนี้ นอกจากจะแสดงผังโรงงานแบบบล็อกที่ได้จากการประมวลผลแล้ว ยังแสดงค่าประสิทธิผลของผังโรงงานที่ได้ด้วย ซึ่งค่าประสิทธิผลนี้คือค่าที่ใช้ในการประเมินผังโรงงาน โดยอาจหมายถึงต้นทุนหรือผลประโยชน์ก็ได้ แล้วแต่การเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการวางผังนั้น