บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

<u>การวางแผนการผลิต</u>

ปัญหาต่างๆในด้านการผลิตมักจะเกิดขึ้นระหว่างวงรอบของการวางแผนและควบคุมการผลิต ซึ่งมีหลายๆปัญหาซึ่งเกิดผลโดยตรงจากการที่ใช้วิธีแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง โดยที่ปัญหาดังกล่าวจะสลับซับซ้อนและเป็นกระบวนการผลิตที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นโดยทั่วๆไปในการวางแผนและควบคุมการผลิตแสดงได้ดังนี้(23)

1. ปัญหาของขนาดกำลังผลิต โดยที่การผลิตไม่เป็นไปตามการจัดแผนแสดงถึงการขาดแรงงานและเครื่องจักร ผลที่ตามมาคือ มีการทำงานนอกเวลามากขึ้น การผิดกำหนดวันส่งผลิตภัณฑ์ การได้รับคำตำหนิจากลูกค้าและปัญหาอื่นๆที่คล้ายกัน

2. การจัดลำดับงานมีความไม่เหมาะสม เมื่อมีการจัดลำดับงานผิดลำดับการทำงาน เนื่องจากขาดความชัดเจนของลำดับความสำคัญในการสั่งผลิต กฎเกณฑ์ในการจัดงานไม่ดีพอ ผลก็คือทำให้เกิดความไม่คล่องตัวในการผลิต การจัดเตรียมเครื่องจักรใช้เวลามากขึ้น และลำดับการผลิตอาจผิดพลาด

3. ช่วงระยะเวลานำในการผลิตยาวนาน ในการแก้ปัญหาของข้อ 1 และข้อ 2 ผู้วางแผนการผลิตจะอนุญาตให้ใช้เวลาส่วนเพิ่ม เพื่อสนองตอบคำสั่งผลิต ซึ่งจะทำให้เกิดมีลักษณะงานล้นมือ และมีความสับสนในลำดับการผลิต ผลก็คือทำให้ระยะช่วงเวลานำในการผลิตยาวนานขึ้น

4. ระบบควบคุมพัสดุคงคลังไม่เหมาะสม เช่นเมื่อใดที่จำนวนรวมของพัสดุคงคลัง หรือสินค้าในระหว่างผลิต รวมทั้งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป มีอยู่ในระดับสูงค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาจะมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ถ้าเกิดมีการ

ขาดแคลนชิ้นส่วนในการผลิตที่จะทำให้ระยะเวลาในการผลิตเพิ่มสูงขึ้น

5. จุดผลิตมีประสิทธิภาพต่ำ โดยที่เกิดจากกรณีการจัดลำดับงานที่ไม่ถูกต้อง (กรณีที่มีการระงับการผลิต หรือการเปลี่ยนแปลงในลำดับการผลิต) และรวมไปถึงการเกิดความเสียหายฉุกเฉินของเครื่องจักรหรือการนัดหยุดงาน เป็นต้น

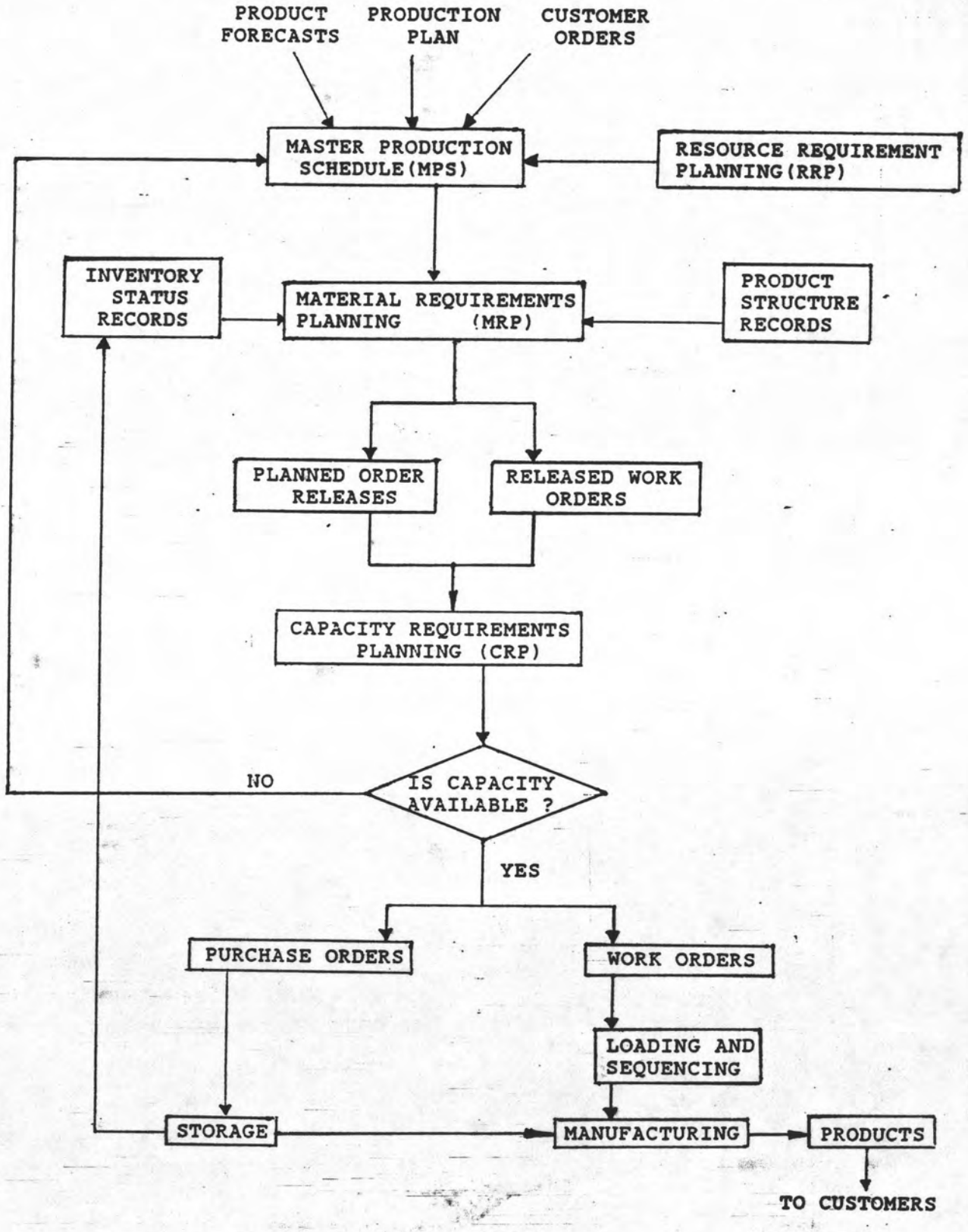
6. การบันทึกที่ผิดพลาดของกระบวนการผลิต หรือ กระบวนการทางวิศวกรรม เช่น บัญชีรายการพัสดุไม่ถูกต้อง กรรมวิธีการผลิตไม่ถูกต้อง กรรมวิธีการผลิตไม่ทันสมัย และรวมไปถึงการใช้ระบบควบคุมพัสดุที่ไม่ถูกต้อง การตรวจนับผลิตภัณฑ์แต่ละระดับของผลิตภัณฑ์ไม่ถูกต้อง

7. ปัญหาด้านคุณภาพ มีจุดบกพร่องที่เกิดจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบย่อยๆไม่ถูกต้อง ซึ่งผลที่ตามมาคือการส่งงานไม่ทันตามกำหนด

1. <u>การพัฒนาการวางแผนและควบคุมการผลิต</u>

จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังที่กล่าวมาแล้วทำให้เกิดแนวความคิดในการพัฒนาวิธีการควบคุมและวางแผนการผลิต ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาคือการใช้คอมพิวเตอร์ (24) โดยที่คอมพิวเตอร์จะเป็นเครื่องสมองกลที่ทำให้สามารถดำเนินการจัดการกับข้อมูลจำนวนมากในกระบวนการตัดสินใจทางด้านการวางแผนและควบคุมการผลิต สำหรับกฎเกณฑ์ในการตัดสินใจที่น่าสนใจและมีความสำคัญของการวางแผนและควบคุมการผลิตรวมไปถึงองค์ประกอบที่มีความสำคัญในบทบาทของการพัฒนา คือ การวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) ซึ่งคอมพิวเตอร์จะมีส่วนสำคัญในแง่ของกระบวนการตัดสินใจและการดำเนินการของซอฟท์แวร์ซึ่งจะอยู่บนพื้นฐานของรูปแบบการวิเคราะห์ซึ่งเกิดจากกระบวนการด้านการวิจัยดำเนินงานนั่นเอง เช่น การโปรแกรมเชิงเส้นตรง รูปแบบพัสดุคงคลัง ทฤษฎีแถวคอย หรือทฤษฎีอื่นๆที่ใช้ในกระบวนการวางแผนและควบคุมการผลิต

ภาพที่ 2.1 แสดงถึงบล็อคไดอะแกรม (Block Diagram) ซึ่งแสดงถึงฟังก์ชันและความสัมพันธ์ในระบบควบคุมการผลิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ (Computer Integrated Production Management System)



ภาพที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ของกระบวนการในการควบคุมการผลิต

ในหลาย ๆ องค์ประกอบเหล่านี้ จะมีลักษณะเหมือนกับวิธีการควบคุมการผลิตแบบเดิมเช่น การพยากรณ์ การวางแผนการผลิต การพัฒนาแผนการผลิต การจัดซื้อและอื่นๆ แสดงถึงว่าในระบบคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ของการวางแผนการผลิตนั้นจะมีการพัฒนาองค์ประกอบดังกล่าว แต่โดยตัวองค์ประกอบเหล่านั้นเองแล้วความสัมพันธ์ต่าง ๆ ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง สำหรับส่วนเพิ่มที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในองค์การและการทำงาน คือ การควบคุมและการวางแผนการผลิตโดยใช้วิธีการอื่น ๆ เช่น การวางแผนความต้องการใช้พัสดุ (Material Requirement Planning) การวางแผนกำลังการผลิตการควบคุมการผลิตในระดับล่าง (Shop Floor Control) เป็นต้น

1.1 <u>การวางแผนความต้องการทรัพยากร</u> ในการวางแผนความต้องการทรัพยากร สำหรับการผลิตจะมีลักษณะผูกพันกับกลยุทธการวางแผนของกิจการหลายๆกิจการมีแผนงานหลัก (Master Plan) จัดวางไว้ไม่เกิน 5 ปี สำหรับการวางแผนความต้องการ เป็นการวางแผนอย่างหยาบๆ เพื่อเป็นการจัดเตรียมความต้องการทรัพยากรในการผลิต ซึ่งจะมีพื้นฐานเดียวกันกับวิธีการของการวางแผนความต้องการพัสดุ (Material Requirement Planning : MRP) แต่จะ ใช้รายละเอียดของพัสดุและชั่วโมงแรงงาน หรือการวางแผนทรัพยากรอื่น ๆ มากขึ้น ผลของการทำการวางแผนความต้องการทรัพยากร จะสามารถให้ความกระจ่างกับแผนการผลิตในระยะเวลา 5 ปี ดังนี้

1. มีพื้นที่ในการเก็บวัสดุและเครื่องจักรในการผลิตเพียงพอหรือไม่
2. มีกำลังผลิตของเครื่องจักรเพียงพอหรือไม่
3. มีกำลังผลิตของแรงงานที่เหมาะสมและมีความชำนาญเพียงพอหรือไม่
4. องค์การสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ตามแผนความต้องการในระยะ 5 ปี ของฝ่ายการตลาดได้หรือไม่ ถ้าไม่สามารถตอบสนองได้จะต้องปฏิบัติอย่างไร เมื่อใด เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

แนวทางที่จะนำไปสู่การวางแผนในระดับสูง (Macro-Level

Planning) คือ การใช้การวางแผนบัญชีรายการพัสดุ และ แรงงานรวมทั้งวัตถุดิบเพื่อเป็นการจัดเตรียมบัญชีรายการที่จะต้องใช้ในระยะเวลาที่ต้องการ โดยปรกติการพยากรณ์การขายในระยะ 5 ปี จะประกอบไปด้วยจำนวนรวมของผลิตภัณฑ์ในระดับใดระดับหนึ่งตลอดช่วงเวลา 1 1/2 ปี ถึง 5 ปี โดยที่หน่วยในการประมาณหรือพยากรณ์จะต้องสามารถแปรเปลี่ยนเป็นค่าของเงินได้

โดยการใช้การพยากรณ์ยอดขายเป็นเกณฑ์ ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบบัญชีรายการพัสดุเป็นจำนวนมากในแต่ละระดับของผลิตภัณฑ์ โดยการวางแผนของบัญชีรายการนั้นต้องพิจารณาดูว่าสามารถจะจัดสรรให้มีการผลิตของผลผลิตรวมในแต่ละรายการการผลิตหรือไม่ และการวางแผนดังกล่าวนี้จะชี้ให้เห็นรายละเอียดเท่าที่ต้องการเพื่อตอบคำถามถึงความต้องการของกิจการซึ่งสรุปได้ว่าการวางแผนความต้องการทรัพยากรจะเป็นวิธีการที่รวดเร็ว และง่ายในการตอบปัญหาด้านทรัพยากรการผลิตของกิจการ

1.2 <u>การวางแผนความต้องการขนาดกำลังผลิต</u> สำหรับหน่วยวัดของขนาดกำลังผลิตมักจะใช้หน่วยซึ่งใช้กันอยู่เสมอเป็นหน่วยวัด เช่น จำนวนตัน จำนวนชิ้น หรือ จำนวนชั่วโมงแรงงานที่มีอยู่ สำหรับจุดมุ่งหมายของการวางแผนขนาดกำลังผลิต (Capacity Requirement Planning : CRP) จะใช้หน่วยวัดของเวลาเป็นหลัก และมักจะใช้หน่วยขนาดกำลังผลิตเป็นอัตรา เช่น ชั่วโมงต่อสัปดาห์ โดยที่อัตราการผลิตจะมีตัวแปร 2 ชนิด คือ

1.2.1 ตัวแปรที่สามารถควบคุมได้ เช่น ที่ดิน แรงงาน สิ่งอำนวยความสะดวก เครื่องจักร เครื่องมือ จำนวนกะทำงานต่อวัน วันทำงานต่อสัปดาห์ การทำงานนอกเวลา การว่าจ้างบริษัทรับเหมา ทางเลือกของวิธีการผลิต หรือการทำการบำรุงรักษาแบบป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นต้น

1.2.2 ตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น การนัดหยุดงาน ประสิทธิภาพแรงงาน การชำรุดแบบฉุกเฉินของเครื่องจักร การขาดแคลนพัสดุ สินค้าชำรุด หรือ การนำชิ้นส่วนบกพร่องมาทำการแก้ไขเป็นต้น

ปัญหาของขนาดกำลังผลิตจะเกิดขึ้นทั้งกิจการแบบการผลิตหรือการบริการซึ่งจะพบว่าในหลายๆกิจการจะมีช่วงระยะเวลานำในการผลิต

(Production Leadtime) เป็นระยะเวลานาน รวมทั้งเกิดกรณีแถวคอย ในการเข้ารับการบริการ สาเหตุเกิดจากการที่มีอัตถประโยชน์ (Utilities) น้อยกว่าที่ควรจะเป็นโดยที่กรณีของโหลด (Load) มีค่ามากกว่าสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่ก็จะทำให้เกิดปัญหาเรื่องขนาดของการผลิต การใช้วิธีเลือกลักษณะของคำสั่งผลิตที่สำคัญๆมาทำการผลิตก่อนไม่ได้เป็นการแก้ปัญหาของขนาดกำลังผลิตที่ถูกต้องโดยที่ระดับของความสำคัญในคำสั่งผลิต และระบบการวางแผนขนาดกำลังผลิตเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมกัน ภาพที่ 2.2 แสดงถึงลักษณะของช่วงเวลา และ เทคนิค หรือ กลยุทธในการประยุกต์ใช้ในระบบการวางแผนการผลิต

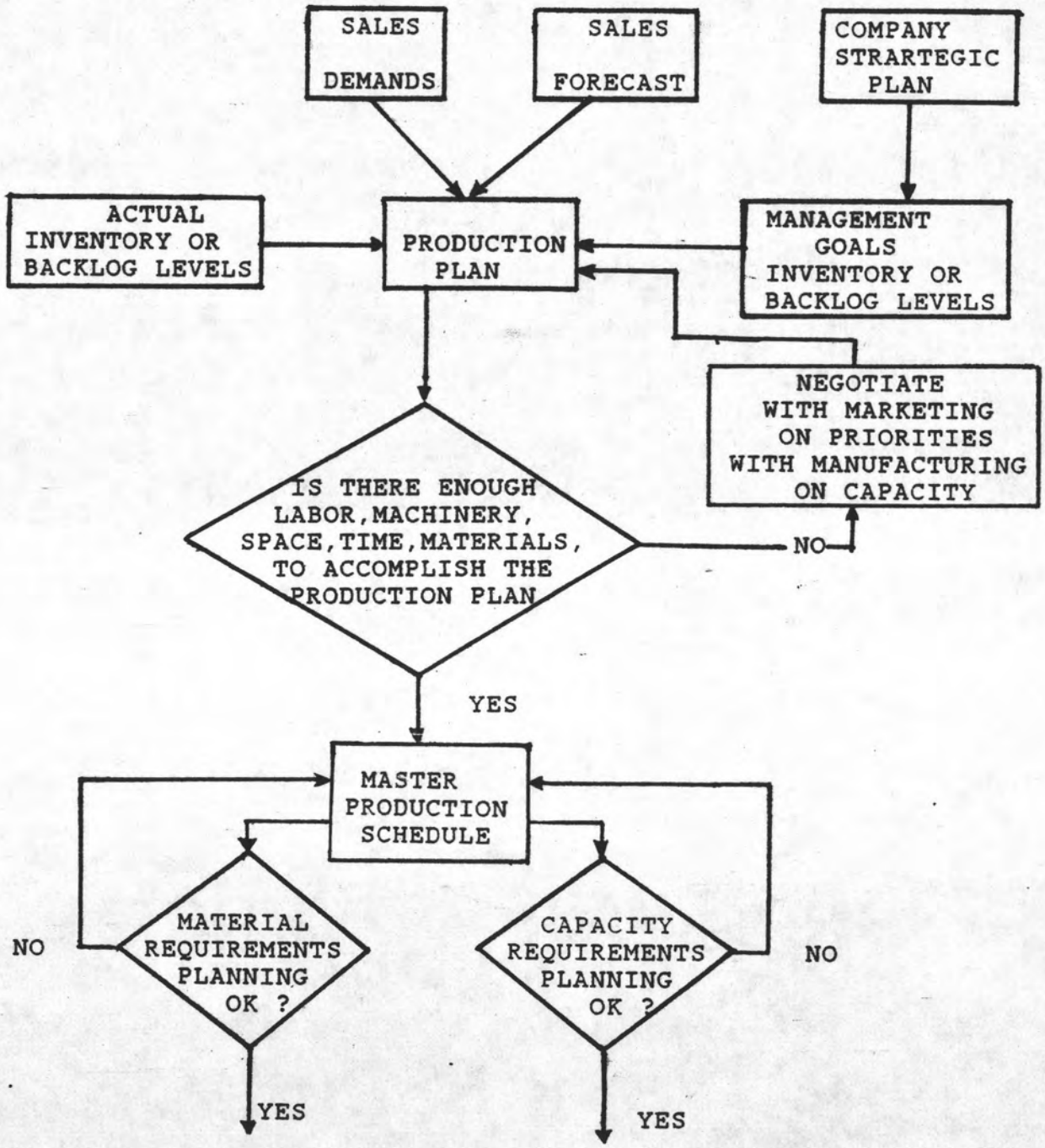
สำหรับกิจกรรมของการวางแผนความต้องการขนาดการผลิต โดยจะเริ่มจากเมื่อเราทราบขนาดของปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจากแผนการผลิตรวมและแผนการผลิตหลัก (Aggregate and Master Plan) ซึ่งได้จัดทำการแยกแยะออกเป็นรายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆ หรือพิจารณาถึงชิ้นส่วนย่อยจากระบบการวางแผนความต้องการพัสดุ ดังนั้นการพิจารณาขนาดกำลังผลิตเป็นการเปลี่ยนคำสั่งผลิตออกมาเป็นชั่วโมงมาตรฐานของแรงงานและเครื่องจักรเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพของแรงงานและเครื่องจักรที่มีอยู่ ถ้าแต่ละสถานีการผลิตมีขนาดกำลังผลิตเพียงพอการดำเนินการผลิตก็สามารถกระทำได้ แต่ถ้ามีขนาดกำลังผลิตไม่เพียงพอก็จะต้องมีการเปลี่ยนแปลง เช่น การเปลี่ยนแปลงแผนการผลิตหลัก หรือ การเพิ่มขึ้นของชั่วโมงทำงาน เป็นต้น

1.3 <u>แผนการผลิตหลัก</u> การจัดแผนการผลิตหลักเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการวางแผนการผลิตของกิจการ โดยที่เป็นหน้าที่ของผู้วางแผนในการเปลี่ยนแปลงแผนการผลิตที่อยู่ในลักษณะปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่จะต้องนำไปสู่การจัดสรรการทำงานในคาบของเวลาซึ่งจะได้ค่าประมาณของผลิตภัณฑ์ที่จะผลิตตามเวลาที่กำหนด

การจัดทำแผนการผลิตหลักเป็นผลที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่างฝ่ายการตลาด ฝ่ายผลิตและฝ่ายการเงิน หรือรวมไปถึงบุคคลากรที่เป็นผู้บริหารระดับสูงอื่นๆ ซึ่งเป็นการพิจารณาการผลิตเพื่อทำการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ถูกต้องโดยใช้เวลาที่เหมาะสมดังแสดงในภาพที่ 2.3

TIME FRAME	TECHNIQUE AND STRATEGY	APPLIES TO
* Long range	* *Resource planning* of land, facilities, equipment, and human resources. (Usually top management decision.) Involves strategy of changing capital facilities and employment levels.	* Aggregate plan
* Long to medium range	* *Resource requirements planning* of total resources needed to satisfy MPS. (Uses load profiles for each product and simulation of alternative MPSs.) Manage via work force reallocation, inventory, back order and subcontraction strategies.	* MPS items
* Medium range	* *Capacity requirements planning* of labor and equipment in key work centers. (Uses infinite loading.) Manage via employment and work Force reallocation,inventories,subcontracting make/buy decisions,alternative routing and more tooling.	* MRP items
* Short range	* *Capacity control* of input output and operation sequencing. (Uses finite loading) Manage via OT and IT, work force reallocation, subcontracting, and alternative routings.	* Production activity control

ภาพที่ 2.2 แสดงการใช้กลยุทธ์สำหรับการผลิตต่อช่วงเวลาของการวางแผน



ภาพที่ 2.3 แสดงการพิจารณาถึงขั้นตอนในการผลิต

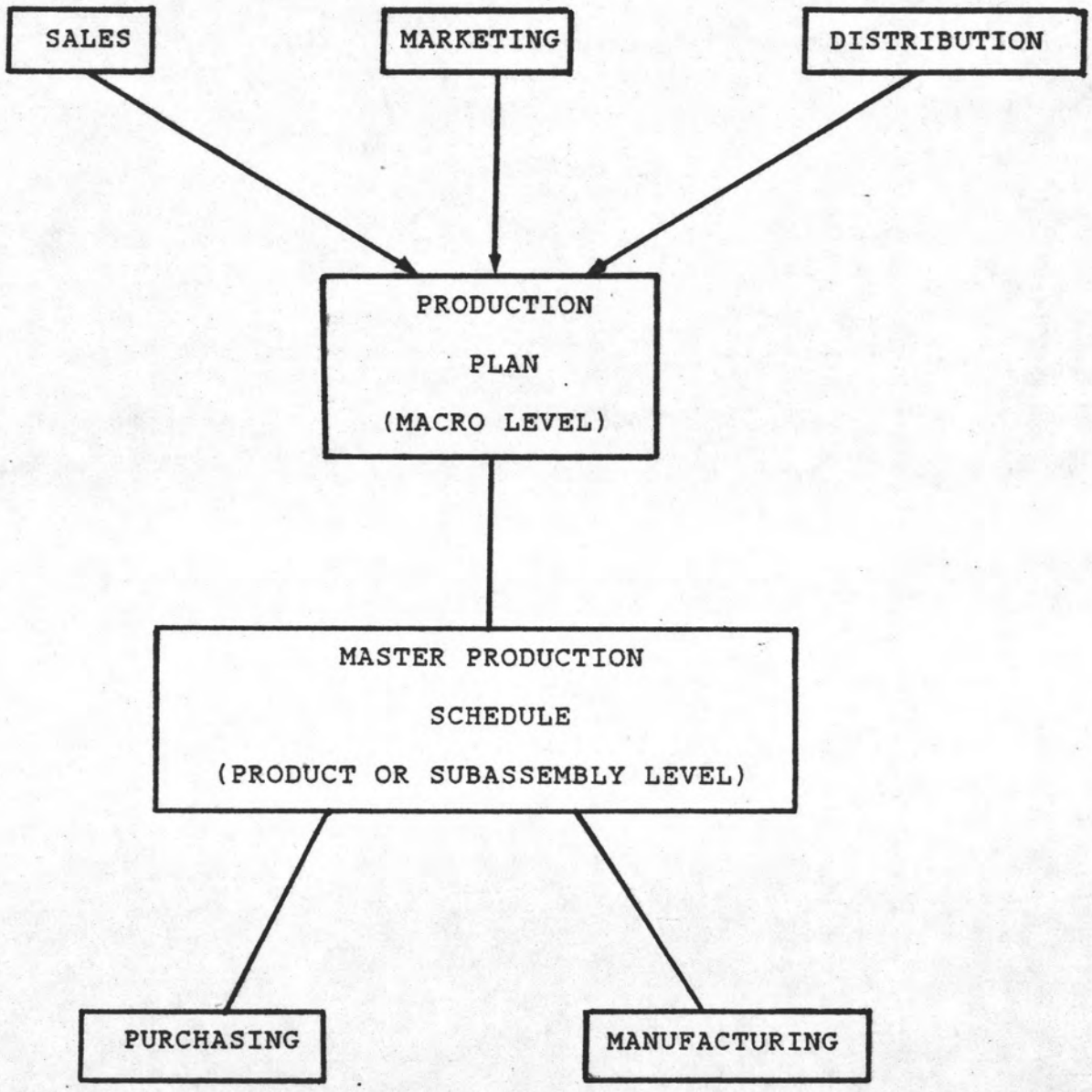
สำหรับการวางแผนการผลิตหลักนั้นควรคำนึงถึงว่าการจัดการผลิตนั้นต้องได้รับความเห็นชอบจากฝ่ายผลิต ซึ่งผู้ทำการวางแผนการผลิตหลักจะต้องมีอำนาจความรับผิดชอบในการตรวจสอบแผนการผลิตรวมว่ามีความเหมาะสมต่อขนาดกำลังผลิตที่มีอยู่หรือไม่ สิ่งที่เชื่อมโยงแผนการผลิตหลักกับการวางแผนการผลิต คือ บัญชีรายการพัสดุ (Bill of Material) และชั่วโมงแรงงาน (Labor Hour) ภาพที่ 2.4 แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดทำแผนการผลิตหลักว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุดในระบบการวางแผนการผลิตและการควบคุมการผลิต

1.4 <u>การวางแผนความต้องการพัสดุ</u> ช่วงเวลาระหว่าง 3-4 ปี มานี้การวางแผนความต้องการพัสดุมีชื่อเรียกย่อว่า MRP แต่ในปัจจุบันได้กลายมาเป็นชื่อของการมาเป็นชื่อของการวางแผนทรัพยากรการผลิต (Manufacturing Resource Planning) หรือ MRPII โดยที่การวางแผนทรัพยากรการผลิตเป็นระบบการวางแผน และควบคุมกระบวนการผลิตสมัยใหม่รวมทั้งระบบโดยครบวงจร ซึ่งรวมไปถึงการพยากรณ์ (Forecasting) การจัดแผนงานหลัก (Master Plan) แผนกำลังผลิต (Capacity Requirement Planning) การวางแผนความต้องการพัสดุ (Material Requirement Planning) การควบคุมการผลิตระดับโรงงานหรือระดับล่าง (Shop Floor Control) ปัจจุบันระบบ MRP จึงแทนด้วยการวางแผนความต้องการพัสดุในระบบการควบคุมและวางแผนการผลิต

ในการพิจารณาถึงปัญหาในระบบควบคุมการผลิตมีจุดสนใจที่จะตอบปัญหาว่าองค์ประกอบอะไรของพัสดุที่ต้องการจะควบคุม โดยมีคำตอบคือองค์ประกอบพื้นฐานของการควบคุมพัสดุ ดังนี้

1. ชิ้นส่วนที่ถูกต้อง (The Right Parts)
2. ปริมาณที่ถูกต้อง (The Right Quantities)
3. เวลาที่ถูกต้อง (The Right Timing)

ผลดีของระบบการวางแผนความต้องการพัสดุ ซึ่งพิจารณาได้ว่าระบบการพิจารณาจุดสั่งซื้อ (Re-Order Point Inventory Control)



ภาพที่ 2.4 แสดงลักษณะของการวางแผนการผลิต

มีแนวความคิดที่จะต้องเก็บพัสดุคงคลังไว้เป็นส่วนเกินเพื่อเป็นพัสดุสำรอง (Buffer Stock) เพื่อเป็นการป้องกันความต้องการที่อาจเกิดขึ้นโดยไม่สามารถพยากรณ์ได้ ปัญหาที่ผู้ค้าส่งไม่สามารถส่งสินค้าได้ทันตามกำหนด การเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องในสายการผลิต ความผิดพลาดในการบันทึกรายการพัสดุและรวมไปถึงขึ้นส่วนที่จะต้องใช้ในช่วงเวลาของการสั่งซื้อ หรือคือ ช่วงระยะเวลานำ (Leadtime) ดังนั้นแนวความคิดพื้นฐานคือ การพิจารณาจุดสั่งซื้อที่เหมาะสมรวมทั้งปริมาณของพัสดุที่จะซื้อ โดยอยู่บนพื้นฐานของการคาดหวังว่าชิ้นส่วนพัสดุดังกล่าวจะมีการใช้หรือต้องการเท่าใดในช่วงระยะเวลานำของการสั่งซื้อพัสดุ ดังภาพที่ 2.5

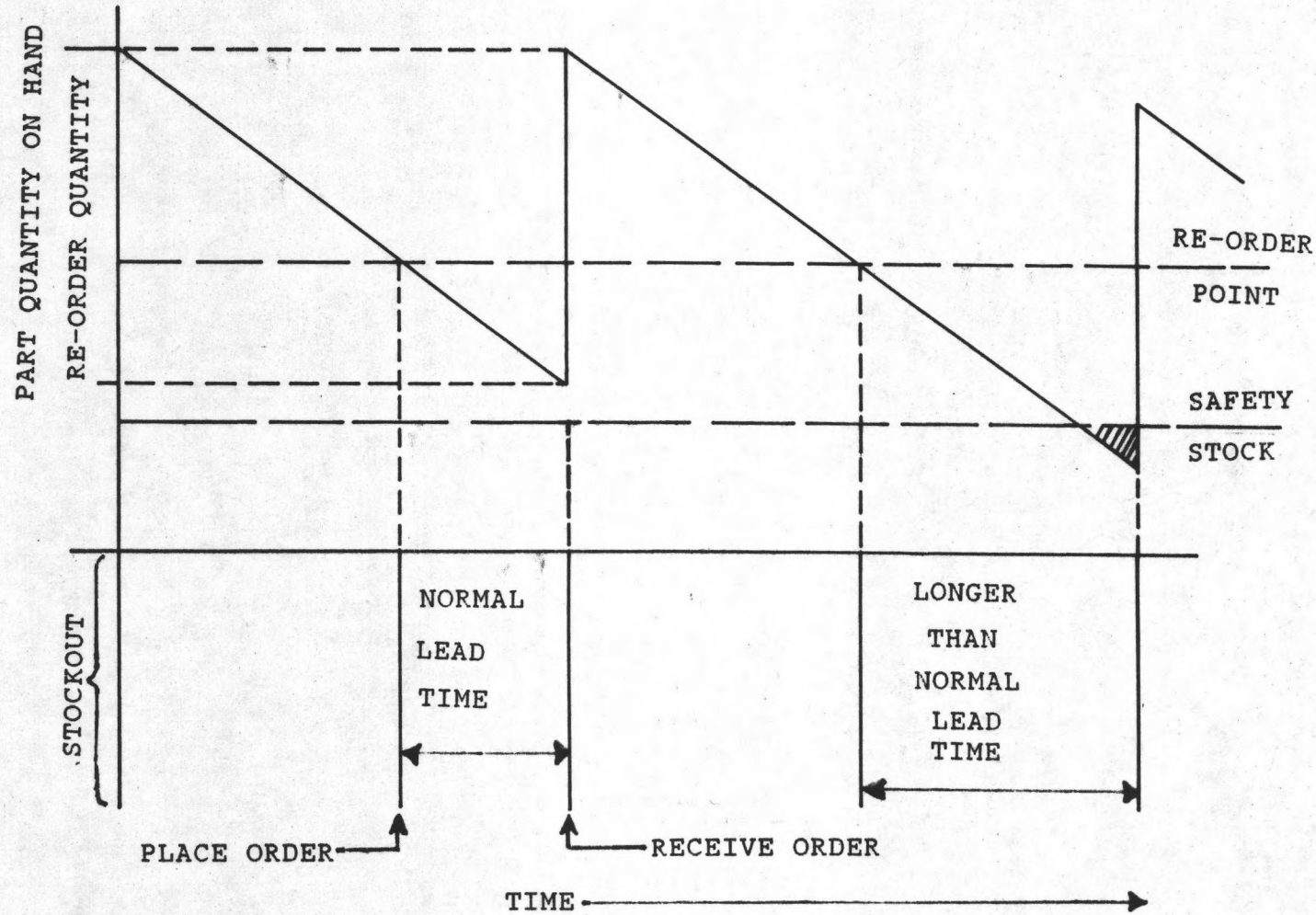
จากการพิจารณากฎเกณฑ์ของการควบคุมพัสดุคงคลังแบบนี้พบว่ามีจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นดังนี้

1. เป็นการพิจารณาเฉพาะชิ้นส่วนแต่ละชิ้นไม่ได้มีจุดมุ่งหมายที่ปริมาณความต้องการของชิ้นส่วนย่อยๆที่ประกอบขึ้นเป็นผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปทั้งหมด

2. เป็นวิธีการที่ใช้ข้อมูลปริมาณการใช้พัสดุในอดีต ซึ่งไม่ได้ใช้ปริมาณความต้องการพัสดุในอนาคตของผลิตภัณฑ์ใดๆ นั่นคือแนวความคิดเดิมจะคาดว่าปริมาณความต้องการในอนาคต จะมีปริมาณความต้องการเหมือนกับอดีตที่ผ่านมาซึ่งจะไม่เป็นความจริงถ้ามีกระบวนการผลิตชนิดไม่ต่อเนื่องหรือมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านวิศวกรรม เป็นต้น

3. ระบบการพิจารณาจุดสั่งซื้อ จะอนุญาตให้มีการสำรองพัสดุเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock) ซึ่งจะทำให้มีระดับพัสดุคงคลังที่สูงมากกว่าปริมาณความต้องการการผลิตในอนาคต สำหรับผลที่ตามมาจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นใช้พื้นที่ในการเก็บพัสดุ ค่าใช้จ่ายในการประกันภัย ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายพัสดุเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลสุดท้ายคือทำให้กิจการจะต้องจ่ายเงินเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น

4. ระบบการพิจารณาจุดสั่งซื้อตั้งสมมุติฐานคือ มีอัตราการใช้พัสดุเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งมีน้อยกิจการที่มีลักษณะการใช้งานของพัสดุแบบสม่ำเสมอ ดังนั้นความเป็นจริงแล้วกิจการส่วนใหญ่จะมีลักษณะการผลิต



ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะของระบบพิจารณาจุดสั่งซื้อ

แบบไม่ต่อเนื่อง

5. ระบบการพิจารณาจุดสั่งซื้อเป็นระบบที่ไม่มีความไว (Sensitive) ต่อความต้องการของพัสดุในอนาคต

1.5 <u>ลักษณะความต้องการพัสดุ</u> สำหรับความต้องการของพัสดุในระบบการวางแผนความต้องการพัสดุมี ๒ ลักษณะ คือ

1.5.1 ความต้องการพัสดุที่เป็นอิสระ (Independent Demand) เป็นความต้องการพัสดุจากภายนอกระบบไม่มีความสัมพันธ์กับความต้องการผลิตภัณฑ์หรือพัสดุคงคลังชนิดอื่นๆหรือคือเป็นความต้องการของลูกค้า ตัวอย่างของความต้องการที่เป็นอิสระได้แก่ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปของบริษัท ชิ้นส่วนอะไหล่ต่าง ๆ เพื่อไว้บริการลูกค้า ชิ้นส่วนอะไหล่ที่ใช้ในงานซ่อมบำรุง เพื่อเตรียมไว้เปลี่ยนให้กับเครื่องจักรกล สำหรับในกระบวนการวางแผนความต้องการพัสดุ ความต้องการที่เป็นอิสระนี้จะปรากฏอยู่ในแผนการผลิตหลัก (Master Production Schedule)

1.5.2 ความต้องการพัสดุไม่อิสระ (Dependent Demand) สำหรับความต้องการของพัสดุชนิดนี้จะต้องมีความสัมพันธ์โดยตรงหรือถูกผลักดันให้เป็นไปตามความต้องการของวัสดุชนิดอื่นๆ กล่าวอีกอย่างหนึ่งก็ คือ ชิ้นส่วนที่ต้องการใช้ในการทำการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นความต้องการอิสระซึ่งเรียกว่า ความต้องการไม่อิสระ ดังนั้นในการคำนวณหาปริมาณความต้องการในความต้องการพัสดุไม่อิสระ สามารถคำนวณได้จากความต้องการอิสระ ผลที่ได้ทำให้ทราบว่าจะต้องใช้ส่วนประกอบย่อย (Subassemblies) ชิ้นส่วน (Component Parts) และวัตถุดิบในแต่ละขั้นตอนเป็นจำนวนเท่าใดจึงจะทำให้ได้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปตามจำนวนที่ต้องการ โดยในการคำนวนสามารถหาได้จากผลิตภัณฑ์ที่เป็นความต้องการอิสระนั่นเอง

1.6 <u>ข้อมูลที่จำเป็นในการวางแผนความต้องการพัสดุ</u> สำหรับข้อมูลที่จำเป็นในระบบ MRP สามารถแบ่งเป็นข้อๆดังนี้

1.6.1 ตารางการผลิตหลัก (Master Production Schedule) หรือ แผนการผลิตหลัก เป็นแผนการที่แสดงให้ทราบว่ามีสินค้า

ชนิดใดบ้างที่ต้องการผลิต จำนวนผลิตและผลิตแต่ละชนิดของผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนเท่าใด รวมทั้งเวลาที่ต้องการสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดคือช่วงใด

1.6.2 ข้อมูลของรายการพัสดุ (Bill of Materials) หรือโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ (Product Structure Tree) ตลอดจนเครื่องมือ และ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตซึ่งการที่สามารถหารายการพัสดุของผลิตภัณฑ์ชนิดใดชนิดหนึ่งที่ใช้วัตถุดิบ ชิ้นส่วนและส่วนประกอบต่างๆ ในการผลิต จำเป็นจะต้องทราบถึงโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ว่ามีส่วนประกอบของพัสดุชนิดใดบ้าง ต้องใช้ในลำดับขั้นตอนใด และใช้เวลาเท่าไรในแต่ละขั้นตอน เพื่อที่จะสามารถทำการวางแผนการสั่งพัสดุได้ถูกต้องทั้งชนิดจำนวนและเวลา

1.6.3 ข้อมูลการรับ-จ่ายพัสดุคงคลัง ในการวางแผนความต้องการพัสดุ ข้อมูลเกี่ยวกับสถานะภาพของพัสดุคงคลังที่ถูกต้องและเป็นข้อมูลทันสมัยนั้นเป็นส่วนที่สำคัญมากซึ่งทำให้การจัดหาพัสดุที่ต้องการมีประสิทธิภาพดังนั้นส่วนสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้สามารถทราบสถานภาพของพัสดุคงคลังได้อย่างถูกต้อง คือ การมีการบันทึกข้อมูลการรับ-จ่ายของพัสดุคงคลังไว้อย่างถูกต้อง

<u>การวางแผนงานสำหรับโครงงาน</u>

โครงงานประกอบด้วยงานหลายๆงานซึ่งมีความสัมพันธ์กันโดยมีลำดับการดำเนินงานที่จะต้องเสร็จสิ้นไปตามลำดับก่อนหลัง กล่าวคือ งานบางอย่างจะเริ่มต้นไม่ได้จนกว่างานอื่นบางงานจะแล้วเสร็จลงก่อนและมีงานอีกหลายๆงานที่อาจทำพร้อมกันไปได้ ในโครงงานที่ประกอบด้วยงานหลาย ๆ งานต่างชนิดกันและมีความซับซ้อน การเตรียมงานและการจัดรูปโครงงานให้เข้าใจง่ายจะทำให้การวางแผนและการควบคุมโครงงานเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ (25)

1. ขั้นตอนการดำเนินการของการวางแผนสำหรับโครงงาน

ขั้นตอนของการวางแผนสำหรับโครงงานมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1. ศึกษาโครงงานที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดชนิดของงาน ปริมาณและขั้นตอนการทำงานทั้งหมดด้วยวิธีการแบ่งแยกงานที่จะทำให้ชัดเจน และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของงานแต่ละงานตามลำดับก่อนหลัง เมื่อแยกขั้นตอนของงานที่จะต้องทำได้เด่นชัดแล้วก็นำมาผูกเป็นโครงข่ายของงาน (Job Network) ซึ่งดูแล้วเข้าใจง่าย

ขั้นตอนที่ 2. จากโครงข่ายของงานที่ได้สร้างขึ้นโดยถูกต้องแล้วลำดับต่อไปคือ การกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละขั้นตอนซึ่งจะต้องอาศัยข้อมูลในอดีต ประสบการณ์และความชำนาญ เมื่อกำหนดเวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอนแล้ว ขั้นต่อไปคือการกำหนดหาส่วนของงานที่เป็นงานวิกฤต (Critical Activities) ซึ่งอยู่ในสายงานวิกฤต (Critical Path)

ขั้นตอนที่ 3. คือ การปรับปรุงโครงงานที่ได้วางไว้แล้วและควบคุมให้ดำเนินงานได้ตามเป้าหมายภายในช่วงเวลาที่กำหนด การปรับปรุงโครงงานอาจทำได้หลายวิธี โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะทำให้โครงงานเสร็จสิ้นไปได้เร็วขึ้น อาจทำได้โดยการทำงานล่วงเวลาหรือการเพิ่มกำลังคนและเครื่องจักรกลให้มากขึ้น

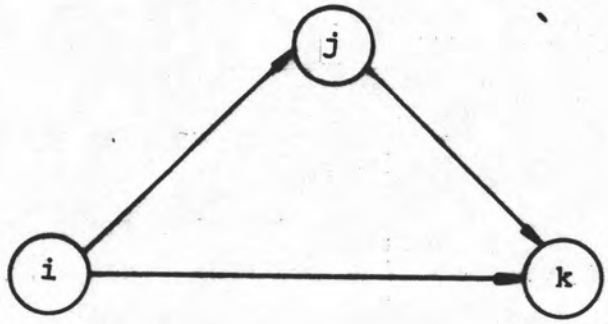
2. โครงข่ายของงาน (Job Network)

การวางแผนโครงงานโดยใช้เทคนิคนี้ ใช้การสร้างโครงข่าย (Network) ของปัญหาโดยประกอบด้วยไดอะแกรมลูกศร (Arrow Diagram) แทนที่จะใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์เหมือนเทคนิคอื่นๆของการวิจัยดำเนินงาน ในโครงข่ายของงานมีองค์ประกอบสำคัญเพียง 3 ประการ คือ

1. จุดยอด (Nodes) ซึ่งเป็นรูปวงกลมมีตัวเลขใดๆอยู่ภายในเช่น ตัวเลข i แทนจุดแสดงเวลาของเหตุการณ์ (Event) j ซึ่งอาจหมายถึงเวลาเริ่มต้นของงาน j-k หรือเวลาสิ้นสุดของงาน i-j ดังภาพที่ 2.6

2. เส้นที่มีลูกศร (Arrows) แทนงานแต่ละขั้นตอน

3. เส้นประที่มีลูกศร (Dummy Arrows) แทนงานสมมุติ เวลาที่ใช้ ในขั้นตอนของงานสมมุตินี้จะมีค่าเป็นศูนย์

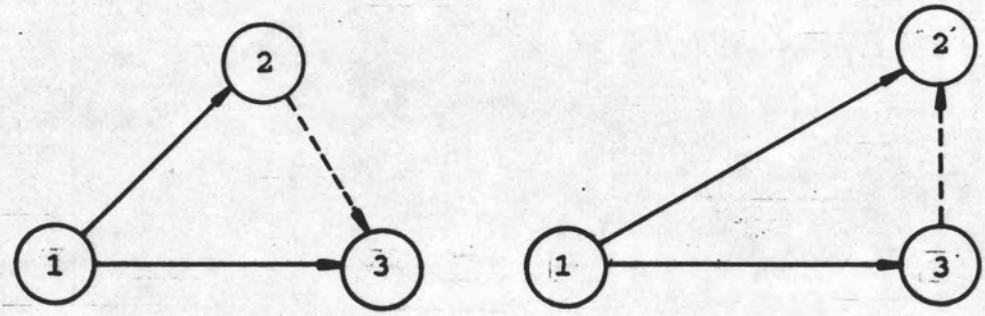


ภาพที่ 2.6 แสดงไดอะแกรมลูกศรอย่างง่าย

สำหรับกฎเกณฑ์การสร้างโครงข่ายของโครงงานโดยสรุปมีดังนี้

1. งานแต่ละงานในโครงงานจะแสดงด้วยเส้นที่มีลูกศร เส้นที่มีลูกศรหนึ่งเส้นแทนงานได้เพียงหนึ่งงานเท่านั้น เส้นที่มีลูกศรหนึ่งเส้นจะแทนงานสองงาน หรือเส้นที่มีลูกศรสองเส้นจะแทนงานงานเดียวไม่ได้ ในกรณีที่มีงานที่สามารถแบ่งออกเป็นงานย่อยๆหลายงานได้ อาจใช้เส้นที่มีลูกศรแสดงงานย่อยแต่ละงานได้โดยเส้นที่มีลูกศรหนึ่งเส้นต่องานย่อยหนึ่งงาน

2. งานสองงานที่เริ่มต้นไปพร้อมกันและทำไปได้พร้อมกันจะใช้เหตุการณ์เริ่มต้นและเหตุการณ์สุดท้ายเดียวกันไม่ได้ ต้องใช้งานสมมุติมาช่วยในการเขียนรูปโครงข่ายของงานดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 แสดงการเขียนโครงข่ายของงานสองงาน ที่เริ่มต้นและสิ้นสุดพร้อมกัน

3. ในการเขียนโครงข่ายของงานให้มีลำดับความต่อเนื่องอย่างถูกต้องจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบสามส่วนคือ งานใดบ้างที่ต้องทำให้เสร็จสิ้นก่อนงานนี้ งานใดบ้างที่จะต้องทำต่อจากงานนี้ และงานใดบ้างที่สามารถทำไปพร้อมกับงานนี้

3. <u>การคำนวณหาสายงานวิกฤต</u>

การวางแผนโครงงานมีประโยชน์ในการควบคุมงานเพราะแสดงกำหนดวันเริ่มต้นงานเพราะแสดงกำหนดวันเริ่มต้นงานและวันเสร็จงานไว้อย่างชัดเจน การคำนวณกำหนดวันดังกล่าวนี้ กระทำได้โดยวิธีการทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายๆ ผลจากการคำนวณนี้ทำให้รู้ว่า งานใดเป็นงานวิกฤต (Critical Activities) และงานใดไม่เป็นงานวิกฤต (Non-Critical Activities) ถ้างานซึ่งเป็นงานวิกฤตล่าช้าจะไปมีผลให้งานทั้งโครงงานล่าช้าไปด้วย ส่วนงานไม่วิกฤตมีช่วงระหว่างกำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด (Earliest Start) และเวลาสิ้นสุดล่าสุดมากกว่าเวลาที่จะใช้ในการทำงาน จึงทำให้งานไม่วิกฤตมีเวลายืดหยุ่น

การคำนวณเพื่อหางานวิกฤตแบ่งออกเป็น ๒ ส่วน คือ

1. ส่วนที่เป็นการกำหนดเวลาไปข้างหน้า (Forward Pass) ซึ่งทำการคำนวณจากจุดยอดเริ่มต้น และเลื่อนไปทำที่จุดยอดถัดไปเรื่อยๆจนถึงจุดยอดสุดท้าย โดยคำนวณหาเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดของจุดยอดทุกจุดยอดในโครงข่ายผลจากการคำนวณด้วยการใช้สมการข้างล่างนี้จะแสดงในรูป
ที่ทุก ๆ จุดยอดในโครงข่าย

$$ES_j = \max_i \left\{ ES_i + D_{ij} \right\} \qquad \text{.....2.1}$$

เมื่อ ES_j คือ เวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดของจุดยอด j

ES_i คือ เวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดของจุดยอด i ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของงานใดๆที่มาสิ้นสุดที่ j

D_{ij} คือ เวลาที่ใช้ในการทำงานของงาน i-j ใดๆที่มาสิ้นสุดที่จุดยอด j

ดังนั้นเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดของจุดยอดใดๆจะหมายถึงค่าเวลาสูงสุดที่คิดจากงานทั้งหลายที่ร่วมใช้จุดยอด j เป็นจุดสิ้นสุดของงานโดยคิดรวมเวลาตั้งแต่เริ่มโครงงาน

2. ส่วนที่เป็นการกำหนดเวลาย้อนหลัง (Backwad Pass) ซึ่งเริ่มทำการคำนวณจากจุดยอดสุดท้ายของโครงงาน แล้วเลื่อนย้อนมาที่จุดยอดจนกระทั่งถึงจุดยอดเริ่มต้นของโครงงานในที่สุด ผลจากการคำนวณในสมการ 3.2 เป็นค่าของเวลาสิ้นสุดล่าสุดของแต่ละจุดยอด ซึ่งจะแสดงไว้ในรูปที่จุดยอดแต่ละจุด

$$LF_i = \min_j \left\{ LF_j - D_{ij} \right\} \qquad \text{.....2.2}$$

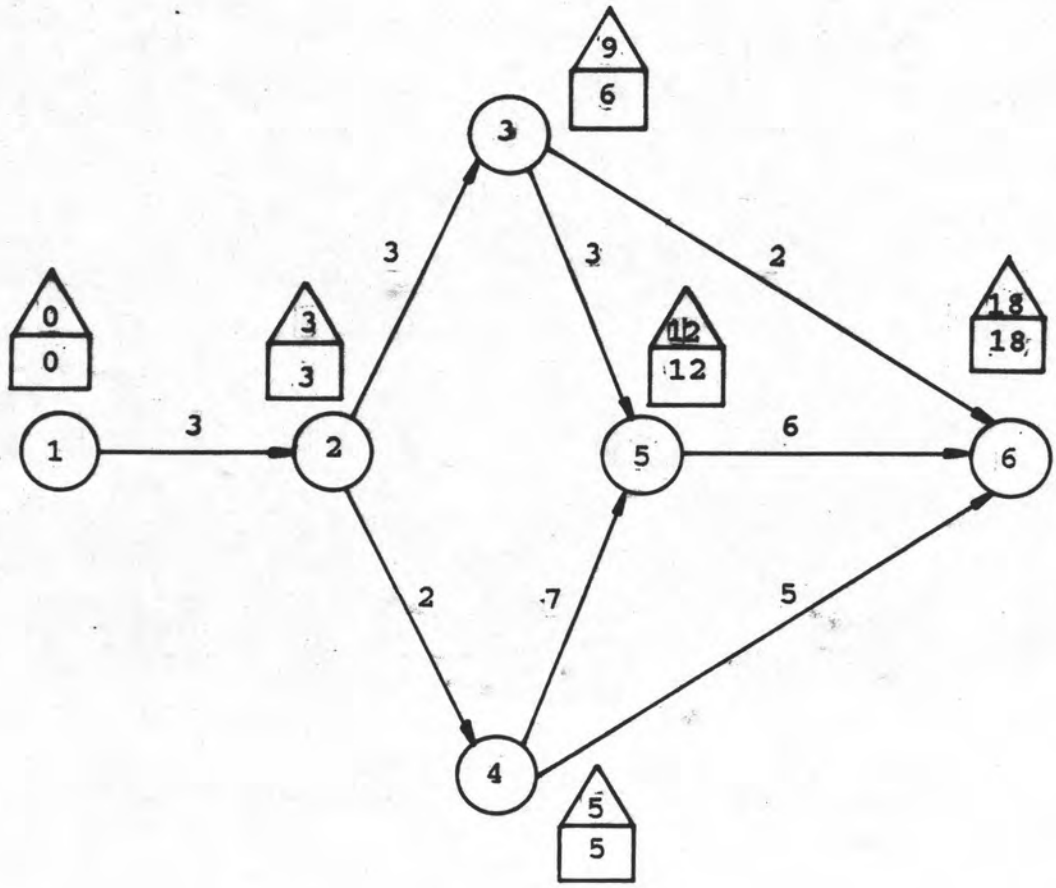
เมื่อ LF_i คือ เวลาสิ้นสุดล่าสุดของจุดยอด

LF_j คือ เวลาสิ้นสุดล่าสุดของจุดยอด j ซึ่งเป็นจุดยอดสิ้นสุดของงานใดๆที่เริ่มต้นจากจุดยอด i ที่กำลังคำนวณ

D_{ij} คือ เวลาที่ใช้ในการทำงานของงาน i-j ใดๆที่เริ่มต้นจากจุดยอด i

เวลาสิ้นสุดล่าสุดของจุดยอดใดๆจึงหมายถึงค่าเวลาน้อยที่สุดที่คิดจากงานทั้งหลายที่เริ่มต้นจากจุดยอด i โดยคิดลดเวลาตั้งแต่เวลาสิ้นสุดของโครงงาน ผลจากการคำนวณส่วนที่เป็นการกำหนดเวลาไปข้างหน้าและการกำหนดเวลาย้อนหลังนี้ทำให้สามารถหางานวิกฤตได้ กล่าวคืองาน i-j ใดๆจะเป็นงานวิกฤต ซึ่งอยู่ในสายงานวิกฤต เมื่อ

1. $ES_i = LF_i$
2. $ES_j = LF_j$
3. $ES_j - ES_i = LF_j - LF_i = D_{ij}$



ภาพที่ 2.8 แสดงโครงข่ายของงานและ การหาสายงานวิกฤต

จากภาพที่ 2.8 จะเห็นได้โดยง่ายว่าค่าตัวเลขใน □ และ △ ที่เหตุการณ์เริ่มต้นของงานวิกฤตจะมีค่าเท่ากัน เช่นเดียวกับที่ตัวเลขใน □ และ △ของเหตุการณ์สิ้นสุดมีค่าเท่ากัน และผลต่างระหว่างตัวเลขใน □ (หรือ △) ที่เหตุการณ์สิ้นสุดกับตัวเลขใน □ (หรือ △) ที่เหตุการณ์เริ่มต้นมีค่าเท่ากับเวลาที่ใช้ในการทำงานของงานนั้นๆ จุดยอดใดที่มีค่า ES = LF เรียกว่า จุดยอดวิกฤต (Critical Node)

4. <u>การกำหนดหาความยืดหยุ่นของงาน</u>

เนื่องจากงานวิกฤตเป็นงานที่ไม่อาจเปลี่ยนแปลงกำหนดเวลาทำงานไม่ว่าจะเป็นการเริ่มต้นการสิ้นสุดโดยไม่ส่งผลกระทบต่อโครงงานทั้งหมดได้ งานในสายงานวิกฤตจึงไม่มีความยืดหยุ่น ซึ่งหมายความว่าไม่มีเวลาเหลือสำหรับขยับเวลาเริ่มต้น หรือ สิ้นสุดให้เปลี่ยนแปลงเป็นอื่นได้

ความยืดหยุ่นของงาน (Float) จึงเป็นเวลาส่วนที่งานซึ่งไม่วิกฤต

(Non-Critical Activities) สามารถเลื่อนไปให้ช้าหรือเร็วขึ้นได้ภายในขอบเขตที่เป็นไปได้ ความยืดหยุ่นของงานจึงมีประโยชน์ต่อการวางแผนงานของสายงานไม่วิกฤต กล่าวคือ อาจนำกำลังคนและเครื่องมือเครื่องจักรของงานที่มีช่วงว่างเพราะความยืดหยุ่นไปใช้ในงานอื่นได้เป็นการลดเวลาว่างของกำลังคนและเครื่องจักร ซึ่งเป็นการลดต้นทุนได้วิธีหนึ่ง

ความยืดหยุ่นของงานแบ่งออกเป็น 4 ประการ คือ

1. Total Float
2. Interference Float
3. Free Float
4. Independent Float

การที่จะกำหนดหาความยืดหยุ่นของงานต่างๆได้ จะต้องสามารถกำหนดเวลาเริ่มต้นล่าสุด (Latest Start) และเวลาสิ้นสุดเร็วสุด (Earliest Finish) ของงานต่างๆให้ได้เสียก่อนโดยใช้สมการ 2.3 และ 2.4 เพื่อหาค่าเวลาเริ่มต้นล่าสุดและเวลาสิ้นสุดเร็วสุดของงาน i-j ใด ๆ

$$LS_{ij} = LF_j - D_{ij} \quad \text{.....2.3}$$

$$EF_{ij} = ES_i + D_{ij} \quad \text{.....2.4}$$

เมื่อ LS_{ij} คือ เวลาเริ่มต้นล่าสุด (Latest Start)

EF_{ij} คือ เวลาสิ้นสุดเร็วสุด (Earliest Finish)

LF_j คือ เวลาสิ้นสุดล่าสุด (Latest Finish) ของเหตุการณ์สิ้นสุดของงาน i-j

ES_i คือ เวลาเริ่มต้นเร็วสุด (Earliest Start) ของเหตุการณ์เริ่มต้นของงาน i-j

D_{ij} คือ เวลาที่ใช้ในการทำงานของงาน i-j

สมการ 3.5-3.8 ใช้สำหรับการคำนวณค่าความยืดหยุ่นชนิดต่างๆ

- Total Float (TF_{ij})

$$TF_{ij} = (LF_j - ES_i) - D_{ij} \quad \text{.....2.5}$$

- Interference Float (IFF_j)

$$IFF_j = LF_j - ES_j$$

- Free Float (FF_{ij})

$$FF_{ij} = (ES_j - ES_i) - D_{ij} \quad \text{.....2.6}$$

- Independent Float (IF_{ij})

$$IF_{ij} = (ES_{jk} - LF_{hi}) - D_{ij} \quad \text{.....2.7}$$

เมื่อ ES_{jk} คือ เวลาเริ่มต้นเร็วสุดของงานต่อไป

LF_{hi} คือ เวลาสิ้นสุดล่าสุดของงานก่อน

การคำนวณหาความยืดหยุ่น (FLOAT) นี้จะสามารถแสดงว่างานใดเป็นงานวิกฤตได้เช่นกัน โดยงานวิกฤตจะมีค่าความยืดหยุ่นทุกชนิดเป็นศูนย์เสมอ

ในการหาความยืดหยุ่นของงานชนิดต่างๆจำเป็นจะต้องกำหนดหาค่าเวลาเริ่มต้น และสิ้นสุดของงานโดยมีหลักการดังนี้

1. งานทุกชนิดที่มีจุดเริ่มต้นจากจุดยอดเดียวกันจะมีเวลาเริ่มต้นเร็วสุดเท่ากัน

2. งานทุกงานที่สิ้นสุดที่จุดยอดเดียวกัน จะมีเวลาสิ้นสุดล่าสุดเท่ากัน

3. ค่าเวลาเริ่มต้นเร็วสุดของงานจะต้องไม่มากกว่าค่าเวลาสิ้นสุดล่าสุดที่จุดยอดเดียวกัน

4. ค่าเวลาสิ้นสุดเร็วสุดของงานที่จุดยอดใดๆ จะต้องไม่มากกว่าค่าเวลาสิ้นสุดของจุดยอดนั้น

5. เวลาเริ่มต้นของงานใดๆ จะต้องมาก่อนเวลาสิ้นสุดของงานนั้นๆ

6. ค่า Free Float จะมากกว่า Total Flost ไม่ได้

7. ค่า Independent Float จะมากกว่า Free Float ไม่ได้

8. งานวิกฤตจะต้องมีค่าความยืดหยุ่นทุกชนิดเป็นศูนย์เสมอ

9. Free Float เป็นค่าผลต่างระหว่าง Total Float และ Interference Float

<u>การใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์</u>

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) คือ วิธีการทำการทดลองโดยอาศัยหลักการทางสถิติเพื่อใช้ศึกษาพฤติกรรมของกระบวนการ หรือระบุใน

เวลาต่าง ๆ (26) การจำลองสถานการณ์เป็นวิธีการซึ่งแตกต่างกับการใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์อื่นๆที่ว่าตัวแบบคณิตศาสตร์ทั่วไปนั้นจะให้ผลลัพธ์หรือคำตอบของพฤติกรรมของกระบวนการหรือระบบ เมื่อกระบวนการหรือระบบนั้นๆอยู่ในสภาวะที่คงตัวแล้ว (Steady State) แต่ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบการจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) นั้นเป็นผลลัพธ์ซึ่งแสดงพฤติกรรมของกระบวนการหรือระบบในเวลาต่างๆก่อนที่จะเข้าสู่สภาวะคงตัว

1. <u>เหตุผลในการใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์</u>

เหตุผลต่างๆที่สำคัญที่ทำให้ผู้บริการหรือนักวิทยาศาสตร์เลือกแก้ปัญหาด้วยวิธีการใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ประกอบด้วย

1. การใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ อาจเน้นวิธีเดียวซึ่งสามารถใช้ศึกษากระบวนการหรือระบบที่ต้องการศึกษา ตัวอย่างเช่นการจำลองสถานการณ์การโคจรของยานอวกาศ

2. ปัญหาที่ต้องการแก้ไม่สามารถสร้างเป็นตัวแบบคณิตศาสตร์ได้

3. การทดลองกับกระบวนการ หรือ ระบบจริงมีต้นทุนค่าใช้จ่ายสูงเกินกว่าที่จะจ่ายได้ ตัวอย่างเช่น การทดลองใช้ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) ซึ่งต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่จำนวนหลายเครื่องทำให้ต้นทุนในการทดลองสูงมาก

4. การทดลองกับกระบวนการหรือระบบจริงๆ อาจใช้เวลายาวนานเกินกว่าที่จะคอยผลลัพธ์ได้ ตัวอย่างเช่น การศึกษาแนวโน้มของจำนวนประชากรในโลกในอนาคตข้างหน้า จะต้องใช้เวลานานนับหลายปีกว่าจะเห็นผลลัพธ์ได้

5. การทดลองกับกระบวนการ หรือ ระบบจริงอาจทำให้เกิดความยุ่งยาก ตัวอย่างเช่น การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการให้บริการอาหารแก่คนไข้ในโรงพยาบาล 2 วิธี อาจทำให้เกิดความยุ่งยากเนื่องจากการดำเนินการบริการที่แตกต่างกัน จะไม่สามารถทำให้ศึกษาผลลัพธ์ได้อย่างแท้จริง

2. <u>ข้อจำกัดของการใช้แบบจำลองสถานการณ์</u>

การใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ในการแก้ปัญหาต่างๆก็เช่นเดียวกับการใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์อื่นๆ คือ มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ตลอดจนข้อจำกัดใน

การใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ทั้งนี้เนื่องจาก

1. คำตอบที่ได้จากตัวแบบจำลองสถานการณ์ไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดเชิงคณิตศาสตร์ (Non-Optimum) ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการในตัวแบบจำลองสถานการณ์ไม่ใช่วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimization) แต่เป็นเพียงวิธีการซึ่งสามารถให้คำตอบที่เหมาะสมและน่าพอใจเท่านั้น คำตอบที่ได้จากตัวแบบจำลองสถานการณ์นั้นไม่อาจถือว่ามีความเที่ยงตรงเชิงคณิตศาสตร์ได้ ทั้งนี้เนื่องจากคำตอบที่ได้อาจมีค่าเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเราทำการแก้ปัญหาใหม่ หรืออีกนัยหนึ่งคือ ถ้าเราแก้ปัญหาด้วยตัวแบบจำลองสถานการณ์หลายๆครั้งคำตอบที่ได้แต่ละครั้งจะไม่เท่ากัน ซึ่งผิดกับการใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์อื่นๆ เช่น ตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้น ไม่ว่าจะแก้ปัญหากี่ครั้งก็ตามคำตอบที่ดีที่สุดที่ได้จะเหมือนเดิมเสมอ

2. ตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่ดีและสามารถให้ผลลัพธ์ที่มีความใกล้เคียงกับสภาพการณ์ที่เป็นจริงของกระบวนการหรือระบบนั้น จะต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายในการสร้างตัวแบบมาก

3. ตัวแบบจำลองสถานการณ์นั้นไม่สามารถใช้กับการแก้ปัญหาได้ทุกลักษณะ ปัญหาซึ่งเหมาะกับการใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์จะต้องเป็นลักษณะปัญหาซึ่งเกี่ยวข้องกับความไม่แน่นอนของปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่สามารถรวบรวมข้อมูล และให้ผลทางสถิติได้

4. ตัวแบบจำลองสถานการณ์นั้นให้เพียงคำตอบภายใต้สภาวการณ์ต่างๆ ซึ่งผู้บริหารสามารถนำไปประเมินผลและเปรียบเทียบเพื่อหาสภาวการณ์ที่เหมาะสมที่สุด แต่ตัวแบบจำลองสถานการณ์ไม่สามารถให้แนวทางหรือกลยุทธที่จะนำไปสู่สภาวะการณ์ที่ต้องการได้

3. <u>ขั้นตอนการใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์</u>

3.1 <u>การกำหนดวัตถุประสงค์</u> การใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์เป็นการศึกษาพฤติกรรมของกระบวนการหรือระบบ จากพฤติกรรมที่ได้สามารถนำไปสู่การออกแบบกระบวนการหรือระบบใหม่หรือการปรับปรุงกระบวนการหรือระบบให้มีประสิทธิภาพในการทำงานให้สูงขึ้น ตัวอย่างเช่น บริษัทที่มีปัญหาด้านสินค้าคงเหลือ อาจสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์ของ

ระบบสินค้าคงเหลือ เพื่อใช้ศึกษาสภาวะการณ์ต่างๆ และหาสาเหตุแห่งปัญหา การสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการวางนโยบายด้านการเงินที่แตกต่างกันหรือการสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์เพื่อจำลองสถานการณ์หมุนเวียนของเงินสด เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของการตัดสินใจลงทุนในโครงการใดโครงการหนึ่ง

การกำหนดวัตถุประสงค์ของการใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ให้แน่ชัดนับเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการใช้ตัวแบบจะเป็นส่วนสำคัญในการกำหนดตัวแปรของตัวแบบ การสร้างตัวแบบ ตลอดจนการออกแบบการทดลอง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าวัตถุประสงค์ของการใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์มีความเกี่ยวพันกับขั้นตอนต่อๆไป การกำหนดวัตถุประสงค์ให้แน่ชัดว่าต้องการศึกษาพฤติกรรมในส่วนใดของกระบวนการหรือระบบจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง

3.2 <u>การสร้างตัวแบบ</u> ในการสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์จะต้องมีความละเอียดรอบคอบในการเลือกองค์ประกอบของกระบวนการหรือระบบจะต้องเลือกองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อกระบวนการหรือระบบอย่างแท้จริง โดยไม่เลือกองค์ประกอบที่ไม่มีผลต่อกระบวนการหรือระบบ เพราะจะทำให้ตัวแบบมีความซับซ้อนโดยไม่ได้ประโยชน์ และในทางตรงกันข้ามจะต้องไม่ลืมองค์ประกอบสำคัญของกระบวนการหรือระบบ เพราะจะทำให้ได้ตัวแบบที่ไม่ได้แทนกระบวนการหรือระบบอย่างแท้จริง วัตถุประสงค์ของการใช้ตัวแบบนับว่าเป็นจุดสำคัญในการกำหนดหรือเลือกองค์ประกอบที่จะนำมาใส่ในตัวแบบ โดยหลักการของการกำหนดวัตถุประสงค์ให้เลือกองค์ประกอบที่จำเป็นและมีผลต่อกระบวนการหรือระบบที่ศึกษาอย่างแท้จริงเท่านั้น เพื่อลดความซับซ้อนของตัวแบบลง

ผังงาน (Flowchart) นับว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญซึ่งช่วยในการลำดับเหตุการณ์ หรือขั้นตอนการทำงานของกระบวนการ หรือระบบได้อย่างมีระเบียบและถูกต้องแน่นอน ในการจำลองสถานการณ์นั้น ต้องทำการทดลองซ้ำๆกันหลายครั้งหลายรอบ แต่ละรอบของการจำลองสถานการณ์ประกอบด้วยลำดับขั้นตอนต่างๆ การเขียนผังงานจะเป็นการบังคับให้ต้องคิดถึงลำดับขั้นตอน

ต่างๆว่าจะต้องทำอะไรบ้าง อย่างไรในแต่ละรอบของการจำลองสถานการณ์ ดังนั้นผังงานจึงจัดว่าเป็นหัวใจสำคัญในการสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์ การสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์ทุกครั้งจึงควรเขียนผังงานประกอบเสมอ สัญญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในผังงานแสดงดังภาพที่ 2.9

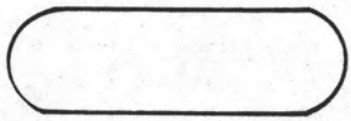
3.3 <u>การออกแบบการทดลอง</u> ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำการกำหนดแบบแผนของการทดลองและสิ่งต่างๆ ที่จะต้องกำหนดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการทดลองต่อไปเช่น จะใช้หน่วยอะไรในการวัดผล และควรจะทำการทดลองนานเท่าไร ทำการทดลองกี่ครั้งหรือจะกำหนดตัวเลขสุ่มอย่างไร ใช้รูปแบบการเลือกตัวเลขสุ่มอย่างไร มีการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้ในลักษณะใด เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้หากได้กำหนดให้แน่ชัดก่อนการทดลองจะช่วยทำการทดลองตัวแบบจำลองสถาณการณ์ได้อย่างรวดเร็ว และได้ผลลัพธ์ที่สามารถนำไปใช้งานได้ดี

3.4 <u>การทำการทดลอง</u> ในการทำการทดลองสำหรับกรณีที่ ตัวแบบมีความซับซ้อนและจำเป็นต้องทำการทดลองหลายๆครั้ง หรืออีกนัยหนึ่งคือต้องเลือกตัวเลขสุ่มหลายๆค่า ซึ่งบางครั้งอาจต้องทำการทดลองนับพันนับหมื่นครั้ง ในกรณีนี้การคำนวณด้วยมือ อาจเสียเวลามาก สำหรับปัญหาลักษณะดังกล่าวจำเป็นต้องทำการทดลองด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการนี้เราจะต้องเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของตัวแบบจำลองสถานการณ์แล้วให้เครื่องคอมพิวเตอร์สร้างตัวเลขสุ่มเพื่อทำการทดลองและคำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องการให้

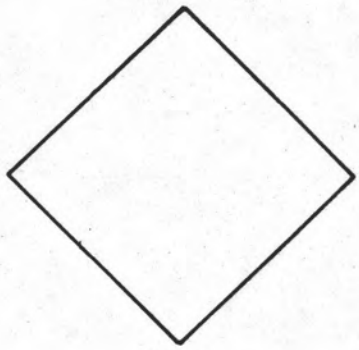
3.5 <u>การประเมินผลลัพธ์</u> ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบจำลองสถานการณ์โดยทั่วไปจะให้ผลในเชิงสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าของความน่าจะเป็น (Probability) และค่าการแจกแจงทางสถิติต่างๆ ดังนั้นขั้นตอนสุดท้ายของการใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์คือการสรุปและประเมินผลลัพธ์ที่ได้เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจต่อไป

4. <u>การจำลองตัวแบบสถานการณ์ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล</u> (27)

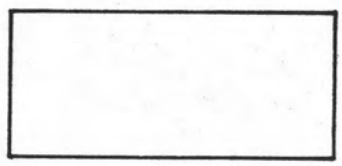
เทคนิคมอนติคาร์โล คือ เทคนิคในการสร้างข้อมูลโดยการใช้ตัวเลขแบบสุ่มและความน่าจะเป็นสะสม ตัวเลขแบบสุ่มที่ใช้อาจได้มาจากตารางตัวเลข



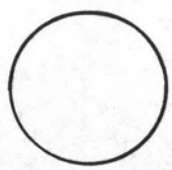
แทน จุดเริ่มต้น/สุดท้าย



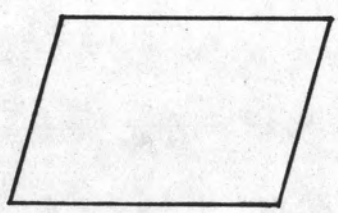
แทน การตัดสินใจ



แทน กระบวนการ



แทน จุดต่อของผังงาน



แทน ข้อมูลนำเข้าหรือออก

ภาพที่ 2.9 แสดงสัญลักษณ์ทั่วๆไปในผังงาน

แบบสุ่ม (Random Numbers Table) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ลูกเต๋า วงล้อรูเลต ฯลฯ ซึ่งสามารถสร้างตัวเลขที่มีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบสม่ำเสมอ ส่วนค่าความน่าจะเป็นสะสม คือ ค่าความน่าจะเป็นจากตัวเลขทั้งสองอย่างจะนำมาสร้างข้อมูลที่ต้องการดังนี้

1. สร้างกราฟ หรือ ตารางของค่าความน่าจะเป็นสะสมของข้อมูลที่ต้องการ

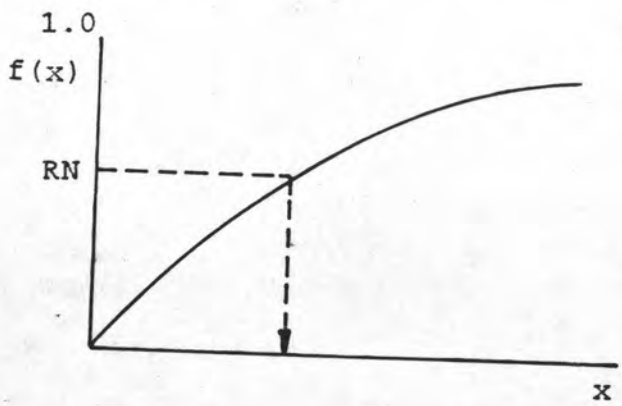
2. เลือกตัวเลขสุ่ม ใส่จุดทศนิยมเพื่อให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

3. ใช้ตัวเลขแบบสุ่มในข้อ 2 แทนค่าความน่าจะเป็นสะสม

4. อ่านค่าของข้อมูลจากกราฟ หรือตารางซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นสะสมเท่ากับตัวเลขในข้อ 3 ค่าที่ได้นี้คือค่าของข้อมูลที่ต้องการ

5. กระทำซ้ำ 2 ถึง 4 จนกว่าจะได้ข้อมูลมากเท่าที่ต้องการ

ตัวอย่างที่ 1 สมมุติว่าตัวแปรแบบสุ่ม x มีลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นสะสมดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 แสดงลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของตัวแปร X

จากการสร้างตัวเลขแบบสุ่ม(โดยวิธีใดๆ) ได้ตัวเลขแบบสุ่ม (Random Number : RN) ทำค่า RN ให้อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยใส่จุดทศนิยมข้างหน้า หาค่า RN บนแกนตั้ง ลากเส้นนอนจากแกนตั้งที่ค่า RN ตัดกับกราฟที่ใดจากเส้นดิ่งลงมาหาแกนนอนซึ่งเป็นแกนค่าของตัวแปรแบบสุ่ม X มีค่า X_a ถ้าต้องการค่าตัวแปรแบบสุ่มอีกก็ดำเนินการแบบเดิมจนได้ค่าตัวแปรแบบสุ่มเท่าที่ต้องการ

4.1 <u>การสร้างตัวเลขแบบสุ่ม</u> โดยที่ตัวเลขแบบสุ่มมีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย การหาตัวเลขแบบสุ่มในระยะแรกๆ กระทำโดยอาศัยเครื่องมือทางกายภาพ เช่น วงล้อรูเล็ต ลูกเต๋า ไพ่ กระดาษเขียนเบอร์ เครื่องมือดังกล่าวใช้ได้เมื่อมีความต้องการใช้ตัวเลขแบบสุ่มจำนวนไม่มากนัก ต่อมาเมื่อมีความต้องการตัวเลขแบบสุ่มจำนวนมาก ๆ ก็มีการหันไปอาศัยเครื่องมืออิเลคทรอนิกส์ ที่ใช้แพร่หลายที่สุดคือเครื่องสร้างตัวเลขแบบสุ่มที่สร้างขึ้นโดยบริษัท RAND ซึ่งได้ตัวเลขแบบสุ่มจากเครื่องกำเนิดพัลส์อิเลคทรอนิกส์ (Electronic Pulse Generator) ซึ่งทำงานด้วยเสียง เครื่องดังกล่าวสามารถสร้างตัวเลขแบบสุ่มได้เป็นล้านตัว ตัวเลขแบบสุ่มของบริษัท RAND มีตีพิมพ์และบันทึกไว้ในเทปแม่เหล็กไว้จำหน่าย

ในการสร้างตัวเลขแบบสุ่มโดยส่วนใหญ่ในปัจจุบันนี้ ใช้วิธีการคำนวณหาโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งในบางครั้งโปรแกรมเหล่านี้จะอยู่ใน Library Program โดยอยู่ในหน่วยความจำหลักของคอมพิวเตอร์เพียงแต่เรียกใช้ก็สามารถสร้างตัวเลขสุ่มขึ้นมาโดยมีจำนวนมากๆได้

4.2 <u>ตัวแปรเชิงสุ่ม</u> (Random Variable)(9) ตัวแปรเชิงสุ่มนี้เป็นตัวแปรที่สร้างขึ้นจากการใช้ค่าความน่าจะเป็นสุ่มแทนการเกิดขึ้นของตัวแปรจากฟังก์ชั่นการแผ่กระจายความน่าจะเป็น ตัวอย่างเช่น การใช้เทคนิคของมอนติคาร์ไลสร้างตัวแปรเชิงสุ่มด้วยการใช้ตัวเลขสุ่ม สุ่มความน่าจะเป็นสะสมของตัวแปรจากฟังก์ชั่นการแผ่กระจายของความน่าจะเป็นของตัวแปร เช่น ตัวแปรเชิงสุ่มจากการแผ่กระจายความน่าจะเป็นแบบเอกซ์โปเนนเชียล แบบนอร์มอลหรือแบบปัวซองเป็นต้น

4.3 <u>การแปลงผกผัน</u> (27) เทคนิคการแปลงผกผันเป็นเทคนิคที่ใช้แปลงตัวแปรแบบสุ่มที่มีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบสม่ำเสมอไปอยู่ในรูปแบบของตัวแปรแบบสุ่มที่มีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบอื่นๆ โดยที่ตัวเลขแบบสุ่มมีลักษณะของการกระจายของความน่าจะเป็นแบบสม่ำเสมอ กล่าวคือตัวเลขทุกตัวมีโอกาสถูกเลือกได้เท่าๆกัน เมื่อนำเทคนิคการแปลงผกผันมาใช้ในการแปลงตัวเลขแบบสุ่มไปเป็นค่าของตัวแปรแบบสุ่มที่มีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบต่างๆ กระทำได้ดังนี้

ให้ $r = RN(0,1) = F(x) =$ ความน่าจะเป็นสะสม

นั่นคือ $r = \int_{-\infty}^{x} f(x)dx$ หรือ $\sum_{0}^{x} p(x)$

และ ค่าตัวแปรแบบสุ่ม $x = F^{-1}(r)$

ตัวอย่างที่ 2 สมมุติว่าฟังก์ชั่นการกระจายของความน่าจะเป็นของ x เขียนได้เป็น

$$f(x) = 3(1-x)^2 \qquad 0 \leq x \leq 1$$

$$F(x) = \int_{0}^{x} 3(1-x)^2 dx$$

$$= -(1-x)^3 \Big|_{0}^{X}$$

$$= 1-(1-x)^3$$

$$F(x) = r$$

$$r = 1-(1-x)^3$$

$$(1-x)^3 = 1-r$$

$$(1-x) = (1-r)^{1/3}$$

$$x = 1-(1-r)^{1/3}$$

เมื่อ r มีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบสม่ำเสมอ (1-r) ก็มีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบสม่ำเสมอด้วยดังนั้นจึงพบว่า

$$x = (1-r)^{1/3}$$

นั่นคือ จากการเลือกตัวเลขแบบสุ่มถอดรากที่ 3 ลบออกจาก 1 จะได้ค่าตัวแปรแบบสุ่ม X