บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

การจำลองแบบปัญหา (Simulation) เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาในด้านต่างๆ ที่ได้รับความสนใจและตื่นตัวในการนำมาใช้แก้ปัญหาในสาขาอาชีพต่างๆ อย่างแพร่หลายในปัจจุบันนั้น เป็นผลเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

การจำลองแบบปัญหา คือ กระบวนการออกแบบแบบจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้นเพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานหรือเพื่อประเมินผลการใช้แผนต่างๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้

กระบวนการของการจำลองแบบปัญหานั้นแบ่งเป็นสองส่วนคือ การสร้างแบบจำลอง และการนำเอาแบบจำลองนั้นไปใช้งานเชิงวิเคราะห์ ดังนั้น กลไกของวิธีการของการจำลองแบบปัญหาขึ้นอยู่กับแบบจำลองและการใช้แบบจำลอง แบบจำลองที่ใช้ในการจำลองแบบปัญหานี้อาจเป็นหุ่นเป็นระบบ หรือเป็นแนวความคิดลักษณะหนึ่งลักษณะใดโดยไม่จำเป็นต้องเหมือน (Identical) กับระบบงานจริง แต่ต้องสามารถช่วยให้เข้าใจในระบบงานจริง เพื่อประโยชน์ในการอธิบายพฤติกรรมและเพื่อการปรับปรุงการดำเนินงานของระบบงานจริง

2.1 ระบบงาน

กลไกสำคัญอันในการจำลองแบบปัญหาอยู่ที่แบบจำลอง การที่จะสามารถสร้างแบบจำลองที่นำไปใช้ในการจำลองแบบปัญหาได้ ผู้สร้างต้องมีความเข้าใจในระบบงานจริงเป็นอย่างดี ความรู้ความเข้าใจในระบบงานจริงเป็นหัวใจสำคัญของการสร้างและใช้งานแบบจำลอง ผู้ที่ไม่มีความเข้าใจในระบบงานจริงจะไม่สามารถสร้างแบบจำลองซึ่งใช้แทนระบบงานนั้นๆ ได้ระบบงาน หมายถึง กลุ่มขององค์ประกอบ (Elements) ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยที่ความหมายของระบบงานบอกเฉพาะลักษณะว่าระบบงานมีลักษณะอย่างไรโดยไม่ได้บอกรูปร่างหน้าตาที่แน่ชัด ดังนั้นเมื่อเวลาที่จะทำการศึกษาระบบงานใดระบบงานหนึ่ง จึงจำเป็นที่จะต้องบอกรูปร่างหน้าตาที่ชัดเจนของระบบงานที่กำลังศึกษา การบอกรูปร่างหน้าตาที่แจ้งชัดของระบบงานมักจะบอกโดย การกำหนดขอบเขตของระบบงาน (System Boundaries) ซึ่งก็คือ การกำหนดองค์ประกอบของระบบ การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ และการกำหนดองค์ประกอบอื่นๆ ที่อยู่นอก

ระบบแต่มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบ องค์ประกอบอื่นๆ ที่อยู่นอกระบบนี้ เรียกโดยรวมว่า สิ่งแวดล้อมระบบงาน (System Environment) องค์ประกอบต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกระบบงาน จะมีลักษณะเฉพาะตัว (Attributes) ที่ทำให้เกิดกิจกรรม (Activities) และกิจกรรมเหล่านั้นภายใต้เงื่อนไขบางประการจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของระบบงาน (System Status) ดังนั้น นอกจากการกำหนดขอบเขตของระบบงานแล้วยังต้องกำหนดลักษณะเฉพาะตัวขององค์ประกอบ กิจกรรมที่จะเกิดขึ้นจากองค์ประกอบเหล่านี้ และการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบงาน อันเนื่องมาจากกิจกรรมขององค์ประกอบดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบ ลักษณะเฉพาะตัว และกิจกรรมของระบบการกำหนดงานผลิต (Production Scheduling System)

องค์ประกอบ	ลักษณะเฉพาะตัว	กิจกรรม
คนงาน	ความชำนาญ เงินเดือน ความสามารถในการผลิต ชื่อหรือหมายเลข ฯลฯ	ทำงาน หยุดงาน
วัตถุดิบ	ชนิด คุณภาพ ราคา จำนวนที่มีอยู่ ฯลฯ	การถูกเปลี่ยนรูป
เครื่องจักร	ประเภท ขีดความสามารถในการผลิต หมายเลข สภาพเครื่อง ฯลฯ	ทำงาน หยุดงาน
ใบสั่งผลิต	ปริมาณที่ต้องผลิต ความสำคัญก่อนหลัง กำหนดส่งงาน สถานะภาพ ฯลฯ	อยู่ระหว่างการผลิต

2.2 ประเภทของระบบงาน

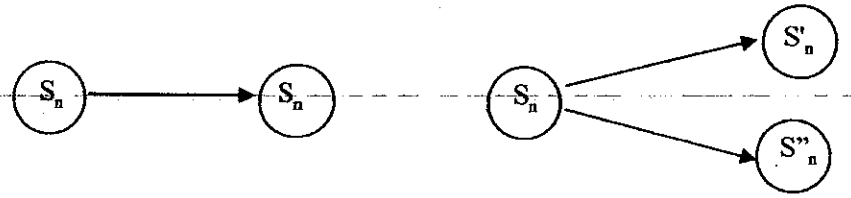
2.2.1 ระบบต่อเนื่องหรือระบบเป็นช่วง (Continuous versus Discrete Systems)

พิจารณาจากพฤติกรรมในการเปลี่ยนสภานะภาพของระบบเทียบกับ เวลา ถ้าการเปลี่ยนสถานะภาพของระบบเป็นการเปลี่ยนไปตามเวลาอย่างต่อเนื่อง ระบบงานนั้นก็จะเป็นระบบต่อเนื่อง แต่ถ้าการเปลี่ยนสถานะภาพของระบบเกิดขึ้นที่ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งไม่ต่อเนื่อง ระบบงานนั้นก็เป็นระบบเป็นช่วง

2.2.2 ระบบตายตัวหรือระบบไม่แน่นอน (Deterministic versus Stochastic Systems)

ระบบตายตัว หมายถึง ระบบซึ่งการเปลี่ยนแปลงสถานภาพที่ระดับใหม่สามารถบอกได้จากสถานภาพและกิจกรรมของระบบที่ระดับก่อน ส่วนระบบไม่แน่นอน หมายถึง ระบบซึ่งการเปลี่ยนสถานภาพเป็นแบบสุ่มและในบางกรณีก็สามารถหาค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของ

การเปลี่ยนสถานภาพ ถ้าให้ S_i หมายถึงสถานภาพของระบบ รูปที่ 1 แสดงความแตกต่างระหว่างระบบตายตัวและระบบที่ไม่แน่นอน



ระบบตายตัว ระบบไม่แน่นอน

รูปที่ 2.1 แสดงความแตกต่างระหว่างระบบตายตัวและระบบที่ไม่แน่นอน

2.3 แบบจำลอง

แบบจำลอง หมายถึง ตัวแทนของวัตถุ ระบบ หรือแนวคิดลักษณะใดลักษณะหนึ่งแบบจำลองอาจนำไปใช้งานในหลายลักษณะดังนี้

2.3.1 เป็นเครื่องช่วยคิด (An aid to thought) เช่น แบบจำลองโครงข่าย (Network Model) ช่วยทำให้ผู้สร้างแบบจำลองได้มองเห็นว่าจะมีกิจกรรมอะไรที่ต้องทำบ้างและทำกิจกรรมอะไรก่อนอะไรหลัง

2.3.2 เป็นเครื่องสื่อความหมาย (An aid to communication) แบบจำลองจะช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบงานและช่วยให้สามารถอธิบายพฤติกรรม ปัญหา และการแก้ปัญหาของระบบงาน

2.3.3 เป็นเครื่องช่วยสอนและฝึกอบรม (Purposes of training and instruction) เช่น แบบจำลองเครื่องควบคุมการบิน จะช่วยให้นักบินทำความเข้าใจและความคุ้นเคยกับระบบการควบคุมเครื่องบินจริงก่อนขึ้นฝึกบินจริง

2.3.4 เป็นเครื่องมือสำหรับการทำนาย (A tool for prediction) จากการที่แบบจำลองจะช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบงาน ก็จะช่วยให้ผู้สร้างแบบจำลองสามารถคาดคะเนหรือทำนายได้ว่าเมื่อมีเหตุการณ์ที่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบของระบบเกิดขึ้น จะมีผลอะไรเกิดขึ้นกับระบบ

2.3.5 เป็นเครื่องมือสำหรับการทดลอง (An aid to experimentation) โดยที่แบบจำลองเป็นสิ่งซึ่งสร้างขึ้นแทนระบบงานจริง ในกรณีที่ต้องการทดลองเงื่อนไขต่างๆ กับระบบงานจริงแต่ทำไม่ได้ ก็จะนำเอาเงื่อนไขนั้นๆ มาทดลองกับแบบจำลองเพื่อดูว่าจะให้ผลอย่างไร เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจว่าควรจะนำเงื่อนไขนั้นๆ ไปใช้กับระบบงานจริงหรือไม่

2.4 ประเภทของแบบจำลองในการจำลองแบบปัญหา (Classification of Simulation Models)

สามารถจำแนกประเภทออกไปตามคุณลักษณะพิเศษดังนี้

2.4.1 แบบจำลองทางกายภาพ (Physical or Iconic Models) เป็นแบบจำลองที่มีรูปร่างหน้าตาเหมือนระบบงานจริง อาจมีขนาดเท่ากับของจริงหรือมีขนาดที่เล็กกว่าหรือใหญ่กว่า (Scaled Models) อาจเป็นแบบจำลองของระบบงานจริงในมิติใดมิติหนึ่ง (Dimension) หรือทั้งสามมิติ

2.4.2 แบบจำลองอนาลอก (Analog Models) เป็นแบบจำลองที่มีพฤติกรรมเหมือนระบบงานจริงตัวอย่างของแบบจำลองประเภทนี้ได้แก่ อนาลอกคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมเคมี ซึ่งใช้การเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าซึ่งแสดงบนแผงควบคุมบอกให้รู้ถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุในระบบงานจริง การใช้กราฟแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่วัดค่าได้

2.4.3 เกมการบริหาร (Management Games) เป็นแบบจำลองการตัดสินใจ (Decision Models) ในกิจการต่างๆ เป็นแบบจำลองที่ใช้แสดงผลเมื่อมีการตัดสินใจแบบต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจ

2.4.4 แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation Models) เป็นแบบจำลองที่อยู่ในรูปของคอมพิวเตอร์โปรแกรม ซึ่งก่อนที่จะมาเป็นคอมพิวเตอร์โปรแกรม แบบจำลองอาจอยู่ในรูปของแบบจำลองประเภทหนึ่งประเภทใดที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด

2.4.5 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Models) เป็นแบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์แทนองค์ประกอบในระบบงานจริง เช่น ใช้ X แทนค่าใช้จ่ายในการผลิต Y แทนจำนวนสินค้าที่ผลิต

2.5 โครงสร้างของแบบจำลอง (Structure of Simulation Model)

2.5.1 องค์ประกอบ (Components) ในทุกระบบงานจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ ในแบบจำลองที่ใช้แทนระบบงานก็จะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการทำงานของระบบงาน

2.5.2 ตัวแปรและพารามิเตอร์ (Variables and Parameters) พารามิเตอร์ คือ ค่าคงที่ซึ่งผู้ใช้แบบจำลองเป็นผู้กำหนดให้ อาจเป็นค่าที่กำหนดขึ้นเองเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากค่าของพารามิเตอร์นั้น หรือเป็นค่าที่วัดหรือประเมินได้จากข้อมูล ส่วนตัวแปรนั้นเป็นค่าที่ผันแปร มีค่าได้หลายค่าตามสภาวะจริงของการใช้งาน จำแนกได้เป็นสองประเภทคือ ตัวแปรจากภายนอก (Exogeneous Variables) หรือตัวแปรนำเข้า (Input Variables) หมายถึง ตัวแปรจากภายนอกระบบซึ่งเข้ามามี

ผลกระทบต่อสมรรถนะของระบบ หรือเป็นตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากปัจจัยภายนอกระบบ และตัวแปรภายใน (Endogeneous Variables) หมายถึง ตัวแปรที่เกิดขึ้นภายในระบบ ตัวแปรภายในอาจอยู่ในลักษณะตัวแปรสถานภาพ (Status Variables) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้บอกสภาพหรือเงื่อนไขของระบบ หรืออยู่ในลักษณะของตัวแปรนำออก (Output Variables) ซึ่งก็คือผลที่ได้จากการใช้งานระบบ ในทางสถิติ ตัวแปรจากภายนอกคือตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และตัวแปรภายในคือตัวแปรตาม (Dependent Variables)

2.5.3 ฟังก์ชันความสัมพันธ์ (Functional Relationships) คือ ฟังก์ชันที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับพารามิเตอร์ ฟังก์ชันความสัมพันธ์นี้อาจจะอยู่ในลักษณะแน่นอนตายตัว (Deterministic) ซึ่งเป็นลักษณะที่เมื่อใส่ข้อมูลนำเข้าจะสามารถหาได้ว่าผลลัพธ์จะเป็นเท่าไหร่แน่นอน และอาจอยู่ในลักษณะไม่แน่นอน (Stochastic) ซึ่งเมื่อใส่ข้อมูลนำเข้าให้กับฟังก์ชันไม่แน่ว่าจะได้ผลลัพธ์ออกมาเท่าไหร่ ลักษณะของฟังก์ชันความสัมพันธ์มักจะอยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ เช่น $Y = 4 + 0.7X$ ซึ่งฟังก์ชันความสัมพันธ์เหล่านี้อาจหามาได้จากสมมติฐานหรือประเมินจากข้อมูลร่วมกับวิธีทางสถิติหรือทางคณิตศาสตร์

2.5.4 ขอบข่ายจำกัด (Constraints) คือ ข้อจำกัดของค่าของตัวแปรต่างๆ ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดที่ผู้ใช้แบบจำลองเป็นผู้กำหนด เช่น ข้อจำกัดของทรัพยากรต่างๆ ที่มีอยู่ของระบบ ข้อจำกัดของปริมาณที่ผลิตได้ หรือเป็นข้อจำกัดของระบบงานจริงโดยธรรมชาติ เช่น เราไม่อาจจำหน่ายสินค้าได้มากกว่าปริมาณที่ผลิตได้ ของไหลไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ

2.5.5 ฟังก์ชันเป้าหมาย (Criterion Function) หมายถึง ข้อความ (Statement) ที่บอกเป้าหมาย (Goals) หรือวัตถุประสงค์ (Objectives) ของระบบงาน และวิธีประเมินผลตามเป้าหมาย วัตถุประสงค์ของระบบงานอาจแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ การคงสภาพของระบบงาน (Retentive) ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่จะทำให้ระบบสามารถคงสภาพการใช้ทรัพยากร เช่น เวลา พลังงาน ความชำนาญ ฯลฯ หรือคงสถานภาพของระบบ เช่น ความสะดวกสบาย ความปลอดภัย ฯลฯ และวัตถุประสงค์ประเภทการแสวงหา (Acquisitive) ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่จะทำให้ระบบสามารถเพิ่มทรัพยากรต่างๆ เช่น กำไร ลูกค้า ฯลฯ หรือเปลี่ยนสถานะภาพของระบบ เช่น ได้ส่วนแบ่งของตลาดเพิ่มขึ้น

2.6 กระบวนการจำลองแบบปัญหา

การออกแบบและสร้างแบบจำลองในการจำลองแบบปัญหา ไม่มีทฤษฎี หลักเกณฑ์ หรือสูตรที่แน่นอนตายตัว การออกแบบจำเป็นต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในโครงสร้างของระบบงานจริงและปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างถ่องแท้ นอกจากนั้นยังต้องอาศัยศิลปะในการแปลงลักษณะของโครงสร้าง

ของระบบงานให้อยู่ในลักษณะแบบจำลองที่จะสามารถนำไปใช้ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบงานจริง นักจำลองแบบปัญหามักจะมีศิลปะเฉพาะตัวซึ่งได้จากประสบการณ์ในการใช้งานการจำลองแบบปัญหา ปัญหาในการออกแบบและสร้างแบบจำลอง เพื่อเป็นการช่วยจัดลำดับความคิดและการทำความเข้าใจกับระบบงานจริง และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการสร้างแบบจำลองอย่างเป็นระเบียบระบบ ได้มีผู้เสนอแนะขั้นตอนต่างๆ ที่อาจใช้ช่วยเป็นแนวทางสำหรับการสร้างแบบจำลอง ดังได้กล่าวถึงโดยสังเขปมาแล้ว ขั้นตอนต่างๆ ที่กล่าวถึงนั้นประกอบไปด้วย

- การจัดเตรียมข้อมูล
- การแปรรูปแบบจำลอง
- การทดสอบความถูกต้อง
- การออกแบบการทดลอง
- การวางแผนการใช้งานแบบจำลอง
- การดำเนินการทดลอง
- การตีความผลการทดลอง
- การนำไปใช้งาน
- การจัดทำเป็นเอกสารการใช้งาน

แม้ว่าการจำลองแบบปัญหาไม่จำเป็นต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาเสมอไป แต่การใช้การจำลองแบบปัญหาในปัจจุบันมักใช้กับปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนจึงต้องอาศัยคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยคำนวณหาข้อมูลต่างๆที่ต้องการสำหรับการวิเคราะห์หาวิธีการแก้ปัญหาขั้นตอนต่างๆ ต่อไปนี้เป็นข้อเสนอแนะสำหรับการดำเนินการจำลองแบบปัญหาที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ

2.6.1 การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน (Problem Formulation and System Definition) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการจำลองแบบปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาระบบ การกำหนดขอบเขต ข้อจำกัดต่างๆ และวิธีการวัดผลของระบบงาน

2.6.2 การสร้างแบบจำลอง (Model Formulation) จากลักษณะของระบบงานที่จะต้องทำการศึกษาเขียนแบบจำลองที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบงานตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

2.6.3 การจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation) วิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับแบบจำลองและจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบที่จะนำไปใช้งานกับแบบจำลองได้

2.6.4 การแปรรูปแบบจำลอง (Model Translation) เป็นการแปลงแบบจำลองไปอยู่ในรูปของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.6.5 การทดสอบความถูกต้อง (Validation) เป็นการวิเคราะห์เพื่อช่วยให้ผู้เขียนและผู้ใช้แบบจำลองมั่นใจว่าแบบจำลองที่ได้นั้นสามารถใช้แทนระบบงานจริงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้

2.6.6 การออกแบบการทดลอง (Strategic Planning) เป็นการออกแบบการทดลองที่ทำให้แบบจำลองสามารถให้ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

2.6.7 การวางแผนการใช้งานแบบจำลอง (Tactical Planning) เป็นการวางแผนว่าจะใช้งานแบบจำลองในการทดลองอย่างไร จึงจะได้ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ผลเพียงพอ (ด้วยระดับความเชื่อมั่นในผลการวิเคราะห์ที่เหมาะสม) ความแตกต่างระหว่างขั้นตอนนี้กับขั้นตอนการออกแบบการทดลองมีอยู่ว่า ในการออกแบบการทดลองเป็นแต่เพียงการบอกเงื่อนไขของการทดลอง ส่วนขั้นตอนนี้เป็นการบอกว่าจะต้องดำเนินการทดลองตามเงื่อนไขดังกล่าวกี่ครั้งจึงจะได้จำนวนข้อมูลที่เหมาะสม กล่าวคือได้ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ยอมรับได้ในราคาที่เหมาะสม

2.6.8 การดำเนินการทดลอง (Experimentation) เป็นการคำนวณหาข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการและความไวของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจากแบบจำลอง

2.6.9 การตีความผลการทดลอง (Interpretation) จากผลการทดลอง ตีความว่าระบบงานจริงมีปัญหาอย่างไร และการแก้ปัญหาจะได้ผลอย่างไร

2.6.10 การนำไปใช้งาน (Implementation) จากผลการทดลอง เลือกวิธีการที่จะแก้ปัญหาได้ดีที่สุดไปใช้กับระบบงานจริง

2.6.11 การจัดเป็นเอกสารการใช้งาน (Documentation) เป็นการบันทึกกิจกรรมในการจัดทำแบบจำลอง โครงสร้างของแบบจำลอง วิธีการใช้งานและผลที่ได้จากการใช้งาน เพื่อประโยชน์สำหรับผู้ที่จะนำแบบจำลองไปใช้งาน และเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงดัดแปลงแบบจำลองเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบ ฯลฯ

ขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่ **2.6.1** ถึง **2.6.9** นั้น ไม่จำเป็นที่จะต้องทำตามลำดับ เพราะในระหว่างการดำเนินการสร้างแบบจำลองนั้นต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองบ่อยๆ จึงอาจมีการย้อนกลับไปทำขั้นตอนแรกๆ ใหม่ และส่วนใหญ่ การตั้งปัญหา การให้คำจำกัดความของระบบงาน การสร้างแบบจำลอง และการจัดเตรียมข้อมูล มักจะกระทำไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นขั้นตอนต่างๆ ที่กล่าวถึงจึงเป็นเสมือนแนวทางสำหรับตรวจสอบว่าได้มีการกระทำตามขั้นตอนที่จำเป็นหรือไม่ มากกว่าจะเป็นกฎข้อบังคับที่ต้องกระทำโดยลำดับ

2.7 ข้อดีและข้อเสียของการใช้การจำลองแบบปัญหา

2.7.1 เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงอาจก่อให้เกิดความขัดข้องในการดำเนินงานตามปกติ

2.7.2 เพราะว่าในการทดลองกับระบบงานจริงในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลของสมรรถนะของคนอาจได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากความสามารถในการปรับสมรรถนะของตนเอง จึงทำให้ได้ข้อมูลที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าความเป็นจริง

2.7 3 เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงนั้นเป็นการยากที่จะควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ของการทดลองให้คงที่ ทำให้ผลการทดลองที่ได้แต่ละครั้งของการทดลองอาจไม่ใช่ผลที่เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขกลุ่มเดียวกัน

2.7.4 เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงอาจต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมา จึงจะได้ข้อมูลเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์

2.7.5 เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริง อาจจะเป็นไปไม่ได้ที่จะทดลองกับเงื่อนไขทุกรูปแบบที่ต้องการ จากอุปสรรคที่เกิดขึ้น ทำให้ไม่สามารถทำการทดลองกับระบบงานจริงได้ จึงคิดที่จะใช้การจำลองแบบปัญหาในการช่วยแก้ไขปัญหา โดยสรุปเราควรจะพิจารณาใช้การจำลองแบบปัญหาเมื่อเงื่อนไขข้อหนึ่งข้อใดต่อไปนี้เกิดขึ้น

2.7.6 กรณีที่ไม่มีวิธีการแก้ปัญหา โดยวิธีทางคณิตศาสตร์

2.7.7 กรณีที่มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ แต่การคำนวณและขั้นตอนในการวิเคราะห์ยุ่งยากทำให้เสียเวลาและแรงงานมาก และการจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีแก้ปัญหาที่ง่ายกว่า

2.7.8 กรณีที่มีวิธีการแก้ปัญหา โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ยุ่งยากมาก แต่เกินกว่าขีดความสามารถของบุคคลากรที่มีอยู่ และค่าใช้จ่ายในการใช้การจำลองแบบปัญหาถูกกว่าการจ้างผู้เชี่ยวชาญในวิธีการทางคณิตศาสตร์นั้นมาแก้ปัญหา

2.7.9 กรณีที่มีความจำเป็นในการสร้างสถานการณ์ในอดีตขึ้นเพื่อศึกษาหรือประเมินค่าพารามิเตอร์

2.7.10 กรณีที่การจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีเดียวที่จะสามารถนำไปใช้ได้เนื่องจากไม่อาจทำการทดลองและวัดผลในสภาพจริง

2.7.11 กรณีที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของระบบงานในช่วงระยะเวลาการใช้งานระบบนานๆ เช่น การศึกษาปัญหา เกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมเป็นพิษ

ประโยชน์ที่สำคัญประการหนึ่งของการจำลองแบบปัญหาก็คือ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการศึกษาและฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบงาน เพราะผู้ทำการทดลองจะสามารถทราบความเป็นไปและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในระบบงาน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะ

แวดล้อมและองค์ประกอบต่างๆ ของระบบงาน ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจถึงปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบงาน รวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำเอาวิธีการใหม่เข้าไปใช้ในการดำเนินงานของระบบงาน ทำให้การวางแผนการดำเนินงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น ดังได้กล่าวมาแล้วว่า การจะนำเอาเครื่องมือใดไปใช้ควรต้องทราบถึงข้อดีและข้อเสียของเครื่องมือนั้นๆ ดังนั้นจึงควรที่จะทราบว่าเพราะเหตุใดจึงไม่ควรใช้การจำลองแบบปัญหา

2.7.12 การที่จะได้มาซึ่งแบบจำลองที่ดีนั้น ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก รวมทั้งต้องอาศัยความสามารถอย่างสูงของผู้ออกแบบจำลอง

2.7.13 แบบจำลองที่ได้ในบางครั้งดูเหมือนว่าสามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้ แต่ในความเป็นจริงแบบจำลองนั้นอาจไม่ใช่ตัวแทนของระบบงานนั้นๆ และการที่จะบอกได้ว่าแบบจำลองนั้นใช้ได้หรือไม่ก็ไม่ใช้เรื่องง่าย

2.7.14 ข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบจำลองไม่มีความแม่นยำ และไม่สามารถวัดขนาดของความไม่แม่นยำได้แม้จะทำการวัดความไวของข้อมูลเหล่านั้น ก็ไม่สามารถทำให้ข้อเสียข้อนี้หายไปได้

2.7.15 เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการจำลองแบบปัญหานั้น โดยปกติจะเป็นตัวเลข ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาว่าผู้สร้างแบบจำลองอาจให้ความสำคัญกับตัวเลขเหล่านั้นมากเกินไปและพยายามที่จะทดสอบความถูกต้องของตัวเลขแทนที่จะทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ทำให้แบบจำลองที่ได้อาจไม่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน

2.8 การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์

การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการศึกษาปัญหาของระบบงานด้วยแบบจำลองซึ่งอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แบบจำลองก่อนที่จะมาอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้อาจอยู่ในรูปของแบบจำลองประเภทหนึ่ง โดยที่การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์นี้เป็นที่นิยมใช้ที่สุดของการใช้การจำลองแบบปัญหา เพราะสามารถใช้ได้กับปัญหาของระบบงานได้มากมายหลายประเภท ปัจจุบันเป็นเทคนิคที่ได้รับการนำเอาไปใช้อย่างกว้างขวาง ในสหรัฐอเมริกาจัดการจำลองแบบปัญหา เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการนำไปใช้มากที่สุดและได้นำไปใช้ในงานต่างๆ มากกว่า 70 สาขาอาชีพ และเมื่อมีผู้กล่าวถึงการจำลองแบบปัญหาทุกคนก็มักจะนึกถึงเข้าใจว่าเป็นการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์เสมอ ดังนั้นหลักการและวิธีการต่างๆ ที่จะกล่าวถึงในบทต่อๆ ไปจึงเป็นหลักการและวิธีการที่ใช้ในการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ หลักการที่ใช้กับการจำลองแบบปัญหาทางคอมพิวเตอร์จะเป็นหลักการแบบเดียวกับที่ใช้กับการ

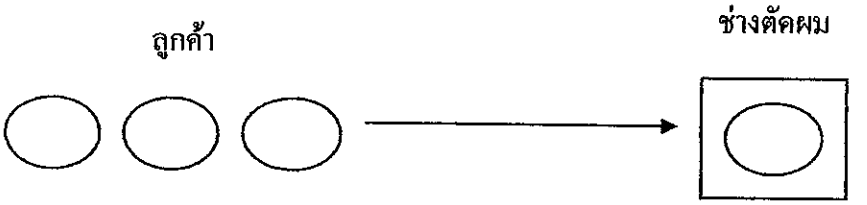
จำลองแบบปัญหาอื่นๆ ความจำเป็นที่จะสร้างเป็นแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์หรือไม่ ขึ้นอยู่กับความยุ่งยากในการคำนวณของปัญหานั้นๆ

โดยที่การจำลองแบบปัญหาทางคอมพิวเตอร์จะต้องมีการคำนวณ มีข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์จากแบบจำลอง และโดยปกติข้อมูลต่างๆ ในระบบงานจะเป็นข้อมูลซึ่งมีความผันแปรไม่แน่นอนและมีการแปรเปลี่ยนตามเวลา ดังนั้นการจัดเตรียมและการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ รวมทั้งขั้นตอนต่างๆ ที่ใช้กับการจำลองแบบปัญหานี้จึงต้องอาศัยวิธีการต่างๆ ทางสถิติเข้าช่วย โดยที่จะไม่กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานทางสถิติที่เกี่ยวข้อง เพราะผู้อ่านควรจะมีพื้นความรู้อยู่แล้วหรือหาอ่านได้จากหนังสือสถิติทั่วไป ในบทถัดไปจะกล่าวถึงวิธีการทางสถิติที่จำเป็นต่อการใช้ในการจำลองแบบปัญหา

2.9 ตัวอย่างการจำลองแบบปัญหา

เพื่อช่วยในการทำความเข้าใจในวิธีการจำลองแบบปัญหา จึงได้เสนอตัวอย่างง่ายๆของการใช้การจำลองแบบปัญหากับปัญหาแถวคอยที่มีผู้ใช้บริการ 1 คน

สมมุติว่าปัญหานี้เป็นปัญหาของร้านตัดผม 1 คน ร้านสามารถบรรจุลูกค้าได้เท่าไหร่ก็ได้ ลักษณะของปัญหาดังกล่าวถ้าเขียนเป็นแบบจำลองโดยใช้สี่เหลี่ยม วงกลมและเส้นโค้งได้ดังรูป



รูปที่ 2.2 แบบจำลองแถวคอย

การทำงานของระบบจะเริ่มขึ้นด้วยลูกค้าเข้ามาที่ร้านตัดผม ถ้าช่างตัดผมว่างก็จะเข้ารับบริการ ถ้าไม่ว่างก็จะเข้าคิวรอ เมื่อรับบริการเสร็จก็จะออกจากร้านไป เมื่อมีลูกค้าคนใหม่เข้ามาก็จะปฏิบัติตนเหมือนกัน ระบบจะดำเนินงานเช่นนี้ตั้งแต่เริ่มเปิดร้านจนถึงเวลาปิดร้าน

สมมติว่า การเข้ามาในร้านของลูกค้ามีลักษณะสม่ำเสมอ มีระยะเวลาห่างระหว่างลูกค้าแต่ละคนมีค่าอยู่ระหว่าง 10 – 20 นาที ระยะเวลาของการบริการของลูกค้าแต่ละคนมีลักษณะสม่ำเสมอมี

ค่าอยู่ระหว่าง 10 – 15 นาที เราอาจเปลี่ยนรูปแบบจำลองให้อยู่ในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สามารถคำนวณข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นในการวิเคราะห์ได้ดังนี้

โดยอาศัยการตัดกระดาษ 11 ใบ ในกระดาษแต่ละใบเขียนเลข 10 – 20 สำหรับใช้เป็นค่าของระยะเวลาระหว่างลูกค้าแต่ละคนที่เข้ามาในร้านตัดผม และตัดกระดาษอีกชุดหนึ่ง 6 ใบ เขียนเลข 10 – 15 สำหรับใช้เป็นค่าของเวลาที่ลูกค้าแต่ละคนใช้ในการตัดผม การจำลองปัญหาจะเริ่มด้วย เราจับกระดาษสลากสำหรับการเข้ามาที่ร้านตัดผม สมมติว่าได้เลข 12 แปลว่าลูกค้าคนนั้นเข้ามาที่ร้านหลังคนก่อนเป็นเวลา 12 นาที ถ้าเป็นลูกค้าคนแรกหมายความว่า ลูกค้าคนนั้นเข้ามาหลังการเปิดร้าน 12 นาที หลังจากนั้นจับสลากชุดที่ 2 สมมติว่าได้ 15 แปลว่า ลูกค้าคนนั้นจะใช้เวลาในการตัดผม 15 นาที จากนั้นเราก็จะตรวจสอบดูว่าตอนที่ลูกค้าเข้ามานั้นเป็นเวลาเท่าไร (เวลาสมมติของระบบ) ช่างตัดผมว่างหรือไม่ ถ้าไม่ว่าง เมื่อไรจะว่าง ซึ่งการตรวจสอบนี้สามารถกระทำได้โดยการตั้งนาฬิกาจำลอง (Simulation Clock) สำหรับการตรวจนับเวลาของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนของลูกค้าจากเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ก็จะทราบว่าเวลาที่ลูกค้ารอช่าง และเวลาที่ช่างว่างเป็นเท่าไร รวมทั้งอาจจะหาข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการได้

2.10 การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน

2.10.1 การศึกษาข้อมูลของระบบงาน

ส่วนหนึ่งของการทำความเข้าใจกับระบบงานและปัญหาที่เกิดขึ้นได้มาจากการศึกษา ข้อมูลของระบบงานซึ่งมักจะอยู่ในรูปของเอกสารต่างๆ ในกรณีที่ข้อมูลที่ต้องการไม่ปรากฏอยู่ในเอกสาร เราก็จะทำการวัดผล สัมภาษณ์หรือสังเกตการณ์ แหล่งข้อมูลของระบบงาน

2.10.1.1 เอกสารด้านบัญชี ได้แก่ ค่าใช้จ่ายฝ่ายบริหาร ภาษี ค่าสาธารณูปโภค ค่าขนส่ง กำไร

2.10.1.2 เอกสารด้านวิศวกร ได้แก่ ข้อกำหนดทางวิศวกรรม (Engineering Specifications) ของวัตถุดิบ สินค้า ชิ้นส่วน เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ประสิทธิภาพ และสมรรถนะของอุปกรณ์การผลิต

2.10.1.3 เอกสารด้านการขาย ได้แก่ ปริมาณและยอดราคาขาย แนวโน้มการขาย ค่าการสูญเสียการขาย

2.10.1.4 เอกสารด้านการจัดซื้อ ได้แก่ ราคาพัสดุ ช่วงเวลานำในการส่งพัสดุ (Lead Time) การลดราคาตามปริมาณการซื้อ

2.10.1.5 เอกสารด้านพัสดุ ได้แก่ ปริมาณพัสดุคงคลัง ปริมาณพัสดุระหว่างการผลิต ปริมาณสินค้าสำเร็จรูป ความถี่ของการร้างพัสดุ ปริมาณการร้างพัสดุ

2.10.1.6 เอกสารด้านการควบคุมการผลิต ได้แก่ สถานะภาพด้านการกำหนดการผลิต เวลาสำหรับการปรับแต่งเครื่อง และจัดเตรียมอุปกรณ์การผลิต วิธีการและขั้นตอนการผลิต การจัดสมดุลในสายการผลิต การจัดงานให้เครื่องจักร การตัดสินลำดับก่อนหลัง

2.10.1.7 เอกสารด้านการควบคุมคุณภาพ ได้แก่ สมรรถนะของเครื่องจักร ปริมาณพัสดุทิ้ง พัสดุบกพร่อง แผนการตรวจรับสินค้า วิธีการควบคุมคุณภาพในการผลิต ผลกระทบด้านคุณภาพจากอายุการใช้งานของเครื่องจักร

2.10.1.8 เอกสารด้านการซ่อมบำรุง ได้แก่ ความเชื่อถือได้ (Reliability) ขององค์ประกอบต่างๆ ของระบบ ระยะเวลาเครื่องจักรเสีย อัตราความบกพร่องของเครื่องจักร ลักษณะการกระจายของเวลาที่ใช้ซ่อม และเวลาที่เครื่องจักรต้องรอการซ่อม

2.10.1.9 เอกสารด้านการศึกษาการทำงาน ได้แก่ ลักษณะการกระจายของเวลาที่ใช้ผลิต เวลามาตรฐานของการผลิต

2.10.1.10 เอกสารด้านการเบิกจ่ายอะไหล่และเครื่องมือ ได้แก่ ความถี่ในการเบิก ลักษณะการกระจายของเวลาที่ต้องรออะไหล่ ความถี่ของการแตกหัก เสียหายของเครื่องจักร ลักษณะการกระจายของอายุการใช้งานของอะไหล่

2.10.1.11 เอกสารด้านบุคคล ได้แก่ เงินเดือน การขาดงาน ประวัติการรักษาพยาบาล การจำแนกทักษะการลาออกและการรับคนงานใหม่

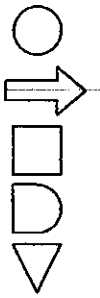
ข้อมูลต่างๆ ได้มาทั้งจากเอกสารหรือการสังเกตการณ์และการสัมภาษณ์ ไม่จำเป็นที่จะต้องถูกต้องเสมอไป ดังนั้นผู้ศึกษาควรที่จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับมา เมื่อเกิดความไม่แน่ใจก็ควรจะได้ทำการวัดผลด้วยตนเอง ในการศึกษาระบบงานนั้นเมื่อเกิดความ ไม่แน่ใจในสิ่งใดควรทำการศึกษาวิเคราะห์ ไม่ควรเดาหรืออนุมานเอา ไม่ควรอาศัยความชำนาญจากอดีตมาตัดสินมากจนเกินไป และไม่ควรคาดการณ์ไว้ก่อนล่วงหน้า

2.10.2 การศึกษาการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบของระบบงาน

การศึกษาการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบของระบบงาน เป็นอีกวิธีหนึ่งซึ่งนิยมใช้ในการวิเคราะห์ระบบงาน องค์ประกอบที่เคลื่อนที่ในระบบ อาจเป็น คน วัตถุดิบ พัสดุ เอกสาร ข้อมูล ฯลฯ การติดตามการเคลื่อนที่องค์ประกอบเหล่านี้ จะช่วยให้เข้าใจถึงระบบงานและปัญหาของระบบ วิธีการที่ใช้ในการศึกษาการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบที่นิยมใช้ในงานด้านวิศวกรรม ได้แก่ การใช้แผนภูมิกระบวนการผลิต (Process Chart) แผนภูมิการเคลื่อนที่ (Flow Diagram) และแผนภูมิกิจกรรม (Activity Chart)

แผนภูมิกระบวนการผลิต เป็นวิธีการในการบันทึกขั้นตอนการทำงานของระบบงานโดยอาศัยศึกษาจากการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบ อาทิ คน วัตถุดิบ ฯลฯ

การบันทึกการทำงานอาศัยสัญลักษณ์ 5 อย่าง ดังนี้



สัญลักษณ์	ใช้งาน
○	การปฏิบัติงาน (Operation)
⇨	การย้ายที่ (Transportation)
□	การตรวจสอบ (Inspection)
D	การล่าช้า (Delay)
▽	การเก็บรักษา (Storage)

รูปที่ 2.3 แสดงสัญลักษณ์ของแผนภูมิกระบวนการผลิต

2.10.3 การศึกษาหน้าที่และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบงาน

ในระบบงานที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน การใช้การศึกษาการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบอาจไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุดสำหรับการศึกษา และโดยเฉพาะในระบบงานที่ไม่มีองค์ประกอบที่ทำการเคลื่อนที่หรือมีแต่ไม่ชัดเจนหรือมีการเคลื่อนที่เฉพาะในบางจุดไม่เคลื่อนที่ตลอดทั้งระบบงานในกรณีเช่นนี้ เรามักจะหันมาใช้วิธีการศึกษาหน้าที่และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบงานแทน เครื่องมือที่ใช้ในกรณีนี้ มักจะเป็นการใช้เส้นและรูปต่างๆ ในการบันทึกหน้าที่และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ หลังจากที่ได้ศึกษาระบบงานโดยวิธีการต่างๆ แล้ว เราควรจะได้มาซึ่งปัญหาวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหา และคำจำกัดความของระบบงานที่จะทำการศึกษาตามวัตถุประสงค์

2.11 การศึกษาเวลา (Time Study)

2.11.1 นิยาม

การศึกษา (Time Study) คือ การหาเวลามาตรฐานในการทำงานของคนงาน ซึ่งได้รับการฝึกงานนั้นมาดีแล้ว ทำงานนั้นในอัตราปรกติ (Normal pace) ด้วยวิธีการที่กำหนดให้ (specified method)

$$\text{Expected Output (Pieces)} = \frac{\text{Total Time spent On Operation}}{\text{Standard Time per Pieces}}$$

สมการข้างต้นนี้แสดงให้เห็นว่าเวลามาตรฐานของชิ้นงานควรรวมเอาเวลาเผื่อต่าง ๆ สำหรับการทำงาน เช่น การล่าช้า การพักเหนื่อย เข้าเป็นส่วนหนึ่งของเวลาที่ใช้ในการผลิต เวลา

มาตรฐานจะช่วยให้เราสามารถคำนวณผลผลิตมาตรฐานของงาน เมื่อคนงานทำงานด้วยประสิทธิภาพ 100% ดังนั้นถ้าอัตราผลผลิตของคนงานต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้อาจคำนวณค่า ประสิทธิภาพในการทำงานได้จากสูตร

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Actual Output}}{\text{Standard Output}}$$

ซึ่งเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงความมีประสิทธิภาพของการทำงานภายในโรงงานว่าได้เปลี่ยนแปลงไปในทางบวกหรือลบ

2.11.2 ประเภทของการศึกษาเวลา การศึกษาเวลามีอยู่ 4 กลุ่ม คือ

ก. Direct time study คือการศึกษาเวลาโดยการใช้ เครื่องมือจับเวลาโดยตรงจากการทำงานของคนงานอาจมีการใช้กล้องถ่ายภาพยนตร์ช่วย

ข. Predetermined motion-time systems คือการหาเวลาโดยใช้ตารางการคำนวณมาตรฐานต่าง ตามวิธีที่มีผู้คิดค้นขึ้น

ค. Work sampling คือการศึกษาเวลาโดยอาศัยหลักการสุ่มตัวอย่างเชิงสถิติใน การหาสัดส่วนของการทำงาน และเวลามาตรฐาน

ง. Standard time data and formulary คือการศึกษาเวลาโดยอาศัยข้อมูลจากอดีต และสูตรบางสูตรช่วยในการคำนวณหาเวลา

2.11.3 ประโยชน์ของการศึกษาเวลา

แม้ว่าการศึกษาเวลาจะมีประโยชน์โดยตรงในการหาเวลามาตรฐานเพื่อนำมาใช้ในแผน การให้รางวัลแก่คนงานก็ตาม แต่ประโยชน์อื่น ๆ ซึ่งอาจได้จากการศึกษาก็มีอีกมากมาย เช่น

- Labor Cost Control ใช้หาเวลาทำงานของคนงานในงานชิ้นหนึ่งๆ เพื่อเปรียบเทียบกับต้นทุน และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ

- Budgeting ใช้ในการประเมินอัตราค่าใช้จ่าย (Overhead rate) ของชิ้นงานหรือสินค้าที่ผลิตโดยใช้สูตร

$$\text{Overhead Rate} = \frac{\text{Estimated Overhead Cost}}{\text{Standard Labor Cost for the Estimated Volume}}$$

- Cost Estimation ใช้ในการประเมินค่าใช้จ่ายของงานหรือสินค้าที่อาจจะผลิตในอนาคตโดยอาศัยข้อมูลจากการศึกษาเวลาในอดีต เพื่อใช้ในการกำหนดราคาสินค้า

- Manpower Planning ใช้ในการช่วยตัดสินใจว่าแต่ละหน่วยงานต่างๆ ต้องการกำลังคนในการทำงานเท่าใด

- Training ใช้เป็นมาตรฐานในการจัดฝึกคนงานใหม่และเป็นมาตราเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพการทำงาน

- Production Line Balancing ใช้ช่วยในการกระจาย load การทำงานให้สม่ำเสมอกัน นั่นคือ คนงานทุกคนควรมีเวลาทำงานและพักผ่อนเท่ากัน ไม่ใช่คิดจากจำนวนงาน

- Incentive Scheme Based on Output ใช้ในการตั้งผลงานมาตรฐาน เพื่อเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบผลงานของคนแต่ละคน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการให้รางวัล หรือโบนัสที่ยุติธรรม

- Evaluation of Alternative Methods ใช้เปรียบเทียบเพื่อหาวิธีการทำงานที่ดีกว่าโดยหาเวลาของวิธีต่างๆ ซึ่งยังช่วยในการหาต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าได้อีกด้วย

- Production Scheduling เวลามาตรฐานช่วยในการกำหนดเวลาของการผลิตได้อย่างแน่นอน ทำให้การตั้งเป้าหมายการผลิตเป็นไปตามต้องการและช่วยในการคำนวณหาวิถีวิกฤตในเรื่องของ Critical path analysis.

- Plant Layout ช่วยในการประมาณพื้นที่ที่จะใช้ในการทำงานชิ้นหนึ่งๆ ว่าถ้าต้องการผลผลิตเท่านี้ต่อวันต้องทำงานใช้คนงานจำนวนเท่าใด เครื่องจักรและเส้นทางของการเคลื่อนของ production line.

- Maximum Plant Capacity ช่วยในการคำนวณหาระดับกำลังการผลิตสูงสุดของโรงงาน เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตและขยายกำลังการผลิตในอนาคต

2.11.4 การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study)

2.11.4.1 เครื่องมือ

1. เครื่องมือบันทึกเวลา ส่วนใหญ่มักใช้เป็นนาฬิกาจับเวลา มีทั้งแบบเข็ม และแบบตัวเลขสเกลบอกเวลาอาจแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

ก. ชนิดที่เข็มยาวหมุนได้ 1 รอบต่อ 1 นาที และแบ่งช่องออกเป็น 60 ช่อง 1 ช่อง = 1 /60 หรือ = 1 วินาที

ข. ชนิดที่เข็มยาวหมุนได้ 1 รอบต่อ 1 นาที แต่แบ่งช่องออกเป็น 100 ช่อง ดังนั้น1 ช่อง = 1 /100 นาที หรือ = 0.01 นาที

ค. ชนิดที่เข็มยาวหมุนได้ 1 รอบ ต่อ 1/100 ชั่วโมง แบ่งช่องเป็น 100 ช่อง ดังนั้น 1 ช่อง = 1/1000 ชั่วโมง หรือ = 0.001 นาที

2. แผ่นสำหรับใช้รองเวลาบันทึกข้อมูล

3. แบบฟอร์มในการบันทึกข้อมูล (Time Study Observation Sheets) อาจแยกแบบฟอร์มสำหรับบันทึกรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

ก. แบบฟอร์มสำหรับบันทึกรายละเอียดในการปฏิบัติงาน

ข. แบบฟอร์มสำหรับใช้บันทึกเวลา

ค. แบบฟอร์มสรุปการศึกษา

4. กล้องถ่ายภาพยนตร์ในกรณีที่ต้องอาศัยการถ่ายภาพยนตร์ช่วยในการบันทึกรายละเอียดของการทำงาน

5. เครื่องวัดรอบ (Tachometer) ในกรณีที่มีการจับเวลาของการทำงานของเครื่องจักร จำเป็นต้องมีเครื่องมือวัดรอบได้ตรวจสอบความเร็วของเครื่องจักร

2.11.4.2 ขั้นตอนของการศึกษา

อาจสรุปคร่าวๆ ได้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับคนงานและหัวหน้าคนงาน และศึกษาพร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดของงานที่ต้องการ

2. แบ่งการปฏิบัติงานออกเป็นงานย่อย (Elements) และเขียนบรรยายงานย่อยไว้ให้ละเอียด

3. สังเกต และบันทึกเวลาการทำงานของคนงาน

4. คำนวณหาจำนวนเที่ยวที่เหมาะสมในการจับเวลา

5. ให้อัตราความเร็วแก่การทำงานของคนงาน

6. ตรวจดูว่าได้จับเวลาตามจำนวนรอบที่ต้องการแล้ว

7. คำนวณหาเวลาเผื่อ (Allowances)

8. คำนวณหาเวลามาตรฐานของงาน (Standard Time)

2.11.4.2.1 ทำความเข้าใจเกี่ยวกับคนงานและหัวหน้าคนงาน

การศึกษาเวลาโดยอาศัยการจับเวลามักมีผลโดยตรงต่อคนงานทางด้านจิตใจ ทำให้เวลาที่ได้เร็วไป หรือช้าไปเสมอ ดังนั้นจึงควรทำความเข้าใจ และอธิบายให้คนงานทราบถึงเหตุผลของการจับเวลาว่าต้องการศึกษาดูเวลาเฉลี่ยของการทำงานไม่ใช่จับความเร็วของการทำงานของเขา หัวหน้าคนงานจะช่วยได้มากในการอธิบายให้คนงานเข้าใจ และดูว่างานที่ทำนั้นถูกต้องตามวิธีและความเร็วตามที่ต้องการหรือไม่ก่อนทำการศึกษาเวลา ต้องมั่นใจว่างานนั้นพร้อมที่จะถูกศึกษา นั่นคือ

ก. วิธีใช้อยู่เป็นวิธีที่ดีที่สุด

ข. การวางเครื่องมือเครื่องจักรอยู่ในลักษณะที่เหมาะสม

ค. วัตถุที่ใช้ทำงานเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ

ง. สภาพการทำงานดีและไม่มีปัญหาของความปลอดภัย

จ. คุณภาพของชิ้นงานที่ผลิตเป็นไปตามที่ต้องการ

ฉ. ความเร็วของเครื่องจักรเป็นไปตามที่ตั้งไว้

ช. คนงานามีความชำนาญ หรือประสบการณ์พอสมควร

2.11.4.2.2 การสังเกตและการบันทึกเวลา

นาฬิกาที่ใช้จับเวลาควรเป็นแบบทศนิยมของนาทีหรือชั่วโมง นั่นคือ 1 รอบ แบ่งเป็น100 ช่อง ดังนั้น 1 ช่อง = 0.01 นาที หรือ 0.0001 ชม. และ 1 รอบ = 1 นาที หรือ 0.01 ชม. เพื่อความสะดวกในการคำนวณการจับเวลาอาจกระทำได้ 2 วิธี ดังนี้

ก. การบันทึกเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous timing) คือการจับเวลาแบบติดต่อกันโดยไม่หยุด นั่นคือ เริ่มจับเวลาตั้งแต่ 0 เมื่อเริ่มงานย่อยงานแรก และเวลาของงานย่อยต่อๆ ไปก็ดูจากเข็มนาฬิกาจนจบวัฏจักร เวลาของงานย่อยที่แท้จริงจะได้จากเวลาเริ่มต้นของงานย่อยถัดไปลบออกด้วยเวลาเริ่มต้นของมัน

ข. การบันทึกเวลาแบบย้อนกลับ (Repetitive timing หรือ Snapback timing) คือการจับเวลาของแต่ละงานย่อย โดยเริ่มต้นที่ 0 ดังนั้นเวลาที่อ่านได้ก็จะเป็นเวลาจริงของแต่ละงานย่อย โดยไปได้ และไม่ต้องเสียเวลามาคำนวณเวลาจริงของแต่ละงานย่อย

ยังมีวิธี Accumulating timing ซึ่งคล้ายกับวิธีที่ 2 เพียงแต่ใช้นาฬิกา 2 หรือ 3 เรือนช่วยโดยทั้ง 2 เรือน นี้มีกลไกที่เชื่อมโยงถึงกันในลักษณะที่ ถ้าเรือนที่ 1 เริ่มเดินอีกเรือนจะหยุด ถ้าเรือนที่ 2 เริ่มเรือนที่ 1 จะหยุด ดังนั้นทำให้เราอ่านเวลาของงานย่อยแต่ละอันได้โดยไม่ต้องเสียเวลาในการกดนาฬิกาให้กลับไปที่ 0 ใหม่ และเมื่อบันทึกเวลาเสร็จแล้วจึงกดให้เข็มกลับไปที่ 0

ข้อสังเกต การบันทึกเวลาที่ต้องควรบันทึกเหตุการณ์ทุกอย่างที่เกิดขึ้น เช่น ในการห่อ Hamburger ต้องมีการทำความสะอาดโต๊ะทุกๆ 30 นาที ต้องเดินไปหยิบกระดาษห่อใหม่ทุก 1ชม. เป็นต้น

2.11.5 การหาค่าอัตราความเร็ว (Determining the Rating Factor)

2.11.5.1 การหาค่าเวลาตัวแทน

เมื่อเราได้ทาการศึกษาขั้นตอนของการทำงาน และได้ทำการจับเวลาครบจำนวนรอบตามที่ต้องการแล้ว ขั้นต่อไปก็คือการเลือกค่าเวลาตัวแทน (Reprehensive time or Selected time) ของงานย่อยต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณ จากการจับเวลาหลายๆ รอบ จะเห็นว่าเวลาจริงของแต่ละงานย่อยนั้น บางครั้งก็แตกต่างกันมาก เราต้องตัดสินใจเลือกค่าเวลาตัวแทนเพียงค่าเดียว อาจใช้วิธีใดวิธีหนึ่งดังนี้คือ

1. ใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย (Average) ซึ่งก็คือเอาเวลาจริงทั้งหมดรวมกันแล้วหารด้วยจำนวนรอบ

2. ใช้วิธีหาค่าฐานนิยม (Modal method) คือใช้ค่าของตัวที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุดเป็นค่าเวลาตัวแทน

2.11.5.2 นิยาม

การประเมินอัตราความเร็ว (Rating) คือขบวนการซึ่งผู้ทำการศึกษาเวลาใช้เปรียบเทียบ การทำงานของคนงาน ซึ่งกำลังถูกศึกษาอยู่กับระดับการทำงานปกติ ในความรู้สึกของผู้ทำการศึกษานั้น จากคำจำกัดความข้างต้นนี้ จะเห็นว่าการให้ค่าอัตราความเร็วของคนงานแบ่งออก เป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. การตั้งระดับความเร็วปกติงาน

2. การลงความเห็นว่า การทำงานของคนงานภายใต้การศึกษานั้นแตกต่างจากระดับความเร็งปกติเท่าใด

ความเร็วปกติ (Normal Pace) คือ อัตราการทำงานของคนงานเฉลี่ยซึ่งทำงานภายใต้การแนะนำที่ถูกต้อง และปราศจากแรงกระตุ้นจากเงินรางวัล อัตราความเร็วนี้สามารถคงอยู่วันแล้ววันเล่าโดยไม่ก่อให้เกิดความเครียดทางร่างกายหรือจิตใจ หรือต้องอาศัยความพยายามจนเกินไป

2.12 การสร้างแบบจำลอง

ความเหมือนระหว่างแบบจำลองกับระบบงานจริงมีสองประเภทคือ "Isomorphic" และ "Homomorphic" ความเหมือนในลักษณะ Isomorphic คือแบบจำลองเหมือนกับระบบงานจริงทุกประการ การที่แบบจำลองจะมีลักษณะที่เหมือนกับระบบงานจริงทุกประการนั้น มีเงื่อนไข 2 ประการ คือ ทุกๆ องค์ประกอบของระบบงานจริงจะต้องมีองค์ประกอบที่เหมือนกันในแบบจำลอง และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบงานจริงจะต้องมีองค์ประกอบที่เหมือนกันในแบบจำลอง และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในแบบจำลองต้องเหมือนกับความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบงานจริง ส่วนลักษณะ Homomorphic ในการจำลองแบบปัญหาโดยอาศัยความเหมือนประเภท Homomorphic นั้น เราจะทำการแบ่งระบบงานออกเป็นระบบย่อยๆ แล้วทำการศึกษาระบบย่อยเหล่านั้นก่อน โดยถือว่าแต่ละระบบย่อยเป็นอิสระแก่กัน เช่น ถ้าต้องการจะศึกษารถยนต์ ก็จะทำการแยกศึกษาเป็น ตัวถัง เครื่องยนต์ ระบบส่งกำลัง ฯลฯ เมื่อได้คำตอบของแต่ละระบบย่อยที่ต้องการแล้ว จึงนำเอาระบบย่อยมาต่อเข้าด้วยกัน เพื่อศึกษาระบบใหญ่อีกที การศึกษาระบบงานทั้งระบบย่อยและระบบใหญ่ ก็อาศัยเครื่องมือดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 2.10

นอกจากการช่วยให้การสร้างแบบจำลองง่ายขึ้นโดยการแบ่งระบบงานออกเป็นระบบงานย่อยแล้วการสร้างแบบจำลองนั้นเรามักจะเริ่มต้นจากแบบจำลองง่ายๆ ซึ่งอาจเป็นแบบจำลองของเฉพาะบางส่วนของระบบ จากนั้นก็จะเพิ่มเติมองค์ประกอบต่างๆ ที่จำเป็นที่จะทำให้แบบจำลองสามารถประพฤติตนได้เหมือนกับระบบงานตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ นอกจากนั้นยังมีวิธีการที่จะ

ช่วยให้ได้แบบจำลองซึ่งอาจใช้เป็นแบบจำลองเริ่มต้นสำหรับการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสม ต่อไป คือ

2.12.1 เปลี่ยนตัวแปรให้เป็นค่าคงที่

2.12.2 ลดหรือรวมตัวแปร

2.12.3 สมมติความเป็นเชิงเส้น (Linearity)

2.12.4 ใส่สมมติฐานหรือข้อจำกัด

2.12.5 เขียนขอบเขตของระบบงานให้เด่นชัด

อีกวิธีหนึ่งซึ่งใช้ในการสร้างแบบจำลองก็คือ การวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาว่ามีองค์ประกอบอะไรบ้างในระบบงานจริงที่มีผลต่อวัตถุประสงค์ หลังจากที่ได้รายชื่อขององค์ประกอบเหล่านั้น เราก็จะมาพิจารณาว่าควรจะมีองค์ประกอบอะไรบ้างอยู่ในแบบจำลอง เช่นเดียวกับวิธีการข้างต้น การสร้างแบบจำลองไม่จำเป็นต้องทำครั้งเดียว เราอาจต้องมีการใส่องค์ประกอบเพิ่มเติมหรือนำองค์ประกอบออกจากแบบจำลอง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองก็จะต้องทำการทดสอบเปรียบเทียบกับระบบงานจริงจนกว่าจะได้ผลที่น่าพอใจ

2.13 การจัดเตรียมข้อมูล

นอกจากการใช้ข้อมูลสำหรับการศึกษาระบบงานดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 2.10 ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบงานยังจำเป็นสำหรับ

- การประมาณค่าคงที่และพารามิเตอร์
- การหาค่าเริ่มต้นของตัวแปรต่างๆ และ
- การใช้ในการทดสอบความถูกต้องของผลที่ได้จากการจำลองแบบปัญหา

ข้อมูลที่ใช้ในการจำลองแบบปัญหานั้นมาจากแหล่งข้อมูลสองแหล่ง คือแหล่งข้อมูลภายในระบบ และแหล่งข้อมูลภายนอกระบบ (ดูหัวข้อ 2.10) ข้อมูลต่างๆ ที่ได้มา ไม่ว่าจะจากเอกสาร จากการทดลอง หรือการเก็บข้อมูลด้วยวิธีใด เมื่อจะนำไปใช้ก็จำเป็นต้องจัดเตรียมให้อยู่ในรูปที่จะนำไปใช้งานได้

2.14 ประเภทของกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตและการบริการแบ่งได้ 2 ประเภท คือ กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (continuous production process) และกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง(intermittent production process)

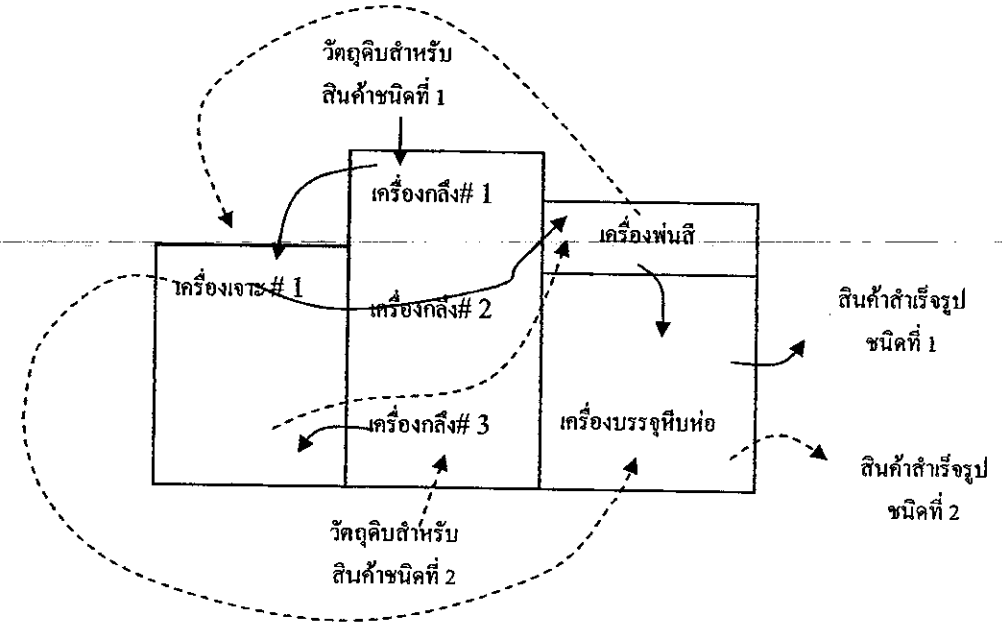
กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง หมายถึงกระบวนการผลิตที่สินค้าในระหว่างการผลิตจะไหล หรือเคลื่อนที่ไปในกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว โดยทั่วไปจะใช้ในการผลิตสินค้าทีละมาก ๆ สินค้ามีรูปแบบมาตรฐานเป็นการผลิตเพื่อรอจำหน่าย มีการใช้เครื่องจักรเครื่องมือชนิดพิเศษ ต้องลงทุนในด้านเครื่องจักรมาก และใช้ช่างกึ่งชำนาญงาน

กระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง เป็นกระบวนการผลิตที่มีลักษณะตรงข้ามกับกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง คือสินค้าในระหว่างการผลิตจะไม่เคลื่อนที่หรือไหลไปอย่างต่อเนื่องในกระบวนการผลิต แต่อาจต้องมีการคอยหรือหยุดรอในระหว่างการผลิตเป็นระยะ ๆ นอกจากนี้การผลิตอาจทำในโรงงานหลาย ๆ ประเภท เช่น ในโรงงานกลึง โรงเจียระไน เป็นต้น กระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องนี้จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า กระบวนการผลิตตามงาน(job shop production process โดยทั่วไปจะใช้ในการผลิตสินค้าที่มีปริมาณผลิตครั้งละไม่มาก และเป็นการผลิตตามที่ลูกค้าสั่งรูปแบบสินค้าไม่มาตรฐานและจะเป็นการเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของลูกค้า เครื่องจักรเครื่องมือที่ใช้เป็นชนิดอเนกประสงค์

2.14.2 ประเภทของแผนผังกระบวนการผลิต

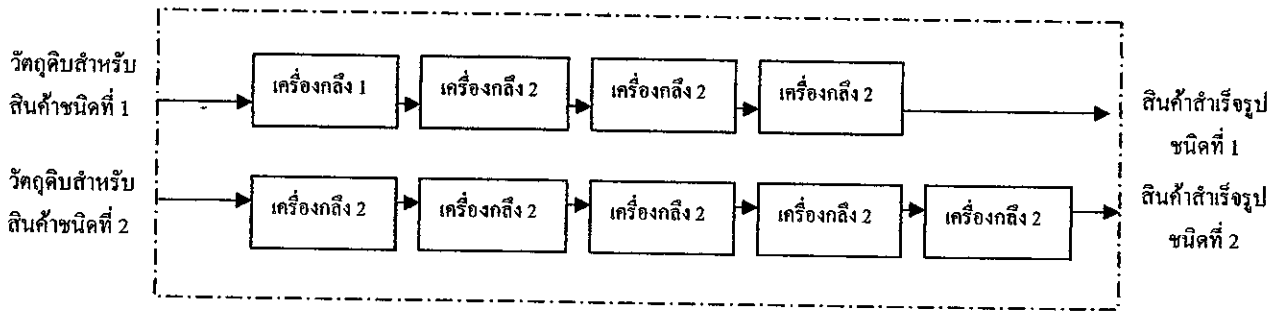
แผนผังกระบวนการผลิต(basic layout types)สามารถแบ่งเป็น 3 ประเภทพื้นฐาน

2.14.2.1 แผนผังตามกระบวนการผลิต หมายถึงการจัดวางเครื่องจักรเป็นหมวดเป็นหมู่ตามลักษณะของกระบวนการผลิต เช่น เครื่องกลึง เครื่องเจาะ เครื่องบรรจุหีบห่อ สินค้าที่ทำการผลิตจะถูกเคลื่อนย้ายไปยังกระบวนการต่าง ๆ ตามที่จะต้องทำดังรูปที่ แสดงแผนผังตามกระบวนการผลิต ซึ่งเหมาะสำหรับการผลิตสินค้าที่มีขั้นตอนการผลิตที่ไม่มีมาตรฐาน สินค้าแต่ละชนิดจะผ่านกระบวนการที่ไม่เหมือนกัน และกระบวนการผลิตแต่ละครั้งมีไม่มาก รูปแบบของสินค้ามีมากและไม่เป็นมาตรฐาน เป็นแผนผังกระบวนการผลิตที่เหมาะกับกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องนอกจากนี้แผนผังตามกระบวนการผลิตยังเป็นแผนผังแบบที่ใช้สำหรับงานกาให้บริการ



รูปที่ 2.4 แผนผังตามกระบวนการผลิต

2.14.2.2 แผนผังตามผลิตภัณฑ์ หมายถึง การจัดวางเครื่องจักรตามลำดับความต้องการของการใช้เครื่องจักร เพื่อใช้ในการผลิตหรือการให้บริการ สินค้าหรือผลิตภัณฑ์



รูปที่ 2.5 แผนผังตามการผลิต

2.14.2.3 แผนผังผลิตภัณฑ์อยู่กับที่ หมายถึง การจัดวางแผนผังการผลิตที่ผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่ผลิตต้องวางอยู่กับที่ การผลิตทำได้โดยการเคลื่อนย้ายเครื่องจักร วัสดุ และแรงงานเข้ามาทำการผลิต ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีขนาดใหญ่เคลื่อนที่ได้ยาก ตัวอย่างเช่น การสร้างเครื่องบิน เรือขนาดใหญ่ รถไฟ หรือแม้แต่การก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมักมีปริมาณไม่มาก อาจเพียง 1 หรือ 2 หน่วย เป็นการผลิตตามที่ลูกค้าสั่งซื้อ การวางแผนผลิตภัณฑ์อยู่กับที่นี้ต้อง

ป TS
156.8
ท352ก
2546

4840137

25
สำนักหอสมุด
15 ก.ค. 254

คำนึงถึงการเคลื่อนย้ายเครื่องจักร เครื่องมือซึ่งมีมาก การออกแบบจะต้องทำให้การเคลื่อนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือทำได้สะดวกรวดเร็ว

2.14.3 หลักเกณฑ์สำหรับตารางแผนผังกระบวนการผลิต

ในการตัดสินใจวางแผนผังกระบวนการผลิตของโรงงาน หริสถานที่ให้บริการใด ๆ มีหลักเกณฑ์ที่พึงพิจารณา 10 ประการ คือ

- **มีความคล่องตัวสูงสุด (maximum flexibility)**สามารถเปลี่ยนแปลงให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตได้ง่าย

- **เกิดการประสานงานดีที่สุด(maximum coordination)**แต่ละแผนกหรือเครื่องจักรแต่ละเครื่องต้องเกิดการทำงานที่ประสานสอดคล้องกันไม่เกิดการรอคอยระหว่างกระบวนการผลิตโดยไม่จำเป็น

- **ใช้เนื้อที่มากที่สุด(maximum use of volume)**ใช้เนื้อที่ทุกส่วนของโรงงานให้เกิดประโยชน์มากที่สุด เช่น ใช้ในการเก็บวัสดุระหว่างการผลิต วางเครื่องจักรและเก็บวัตถุดิบ เป็นต้น

- **มองเห็นได้มากที่สุด(maximum visibility)** เมื่ออยู่ที่จุดใดจุดหนึ่งของโรงงานควรจะมองเห็นจุดอื่นๆ ได้โดยไม่มีอะไรมาขวางแนวสายตา เครื่องจักรที่มีขนาดสูงใหญ่ไม่ควรวางไส้บริเวณกลางโรงงาน บริเวณใดต้องการกั้นบริเวณเพื่อความเป็นสัดส่วน ควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุทึบ ควรใช้วัสดุโปร่ง เช่น ตาข่ายลวดหรือกระจกใสแทน ถ้าไม่จำเป็นควรหลีกเลี่ยงการกั้นบริเวณในโรงงานเพราะจะทำให้เปลืองเนื้อที่ใช้งาน

- **เข้าถึงง่ายที่สุด (Maximum accessibility)** เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานจะต้องเข้าถึงได้ง่ายไม่มีสิ่งกีดขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย เช่น อุปกรณ์ดับเพลิง ที่แจ้งสัญญาณอันตรายแผงฟิวส์ หรือแผงไฟฟ้า จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้สะดวก

- **ระยะทางสั้นที่สุด(minimum distance)** การเคลื่อนย้ายวัสดุและผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิตต้องทำให้มีระยะทางสั้นที่สุดเส้นทางการเคลื่อนย้ายไม่คดเคี้ยว หลีกเลี่ยงการเคลื่อนย้ายที่ซับซ้อน เช่น เมื่อออกจากเครื่องจักรเครื่องหนึ่งควรเคลื่อนย้ายไปยังเครื่องจักรถัดไปเลย ไม่ควรเคลื่อนย้ายไปเก็บไว้ในที่เก็บก่อนแล้วจึงเคลื่อนย้ายมาผลิตในเครื่องจักรถัดไป

- **เกิดการเคลื่อนย้ายน้อยที่สุด(minimum handling)** หลีกเลี่ยงการเคลื่อนย้ายวัสดุและผลิตภัณฑ์ในระหว่างการผลิตโดยไม่จำเป็นใช้อุปกรณ์ที่สามารถเคลื่อนย้ายและขนส่งผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็วและต่อเนื่อง เช่น การใช้สายพาน ลูกรอก ลิฟต์ และรถยก เป็นต้น

- **มีสภาพแวดล้อมการทำงานดีที่สุด (maximum comfort)** ในโรงงานและสถานที่ทำงานจะต้องมีอากาศถ่ายเทที่ดี มีอุณหภูมิและความชื้นที่พอเหมาะมีแสงสว่างเพียงพอ และปราศจากเสียงรบกวน

- **มีความปลอดภัย(inherent safety)**ตำแหน่งเครื่องจักรต้องจัดวางให้ถูกต้องตามข้อกำหนดอุปกรณ์และเครื่องจักรที่อาจก่อให้เกิดอันตรายในขณะที่ปฏิบัติงานจะต้องปิดป้ายสัญญาณเตือน เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง เครื่องจักรที่มีความร้อน น้ำยาสารเคมีที่ติดไฟง่าย เป็นต้น นอกจากนี้จะต้องมีอุปกรณ์เตือนอันตราย เช่น เครื่องตรวจสอบควันไฟ แสงจากเปลวไฟ กระดิ่งเตือนภัย ฯลฯ มีอุปกรณ์ดับเพลิง เช่น สารเคมีและน้ำดับเพลิงที่มีมากพอ ตำแหน่งของอุปกรณ์ดับเพลิงจะต้องมีเครื่องหมายแสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดและเข้าถึงได้สะดวก

- **เคลื่อนย้ายวัสดุทางเดียว(unidirectional flow)** เส้นทางการเคลื่อนย้ายและขนส่งวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิต ควรเดินทางทางเดียวไม่สวนทางกันเส้นทางไม่ควรตัดกัน

2.15 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เป็นกระบวนการในการสร้างความมั่นใจให้กับผู้สร้างและผู้ใช้แบบจำลอง ว่าผลที่ได้จากแบบจำลองนั้นควรจะเป็นผลที่ถูกต้องนำไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง การทดสอบความถูกต้องนั้นไม่มี "วิธีการทดสอบ" ที่จะบอกได้ว่าแบบจำลองนั้นเป็นแบบจำลองที่ถูกต้องของระบบงานหรือไม่ ความถูกต้องของแบบจำลองในที่นี้คือความมั่นใจว่ามันเป็นแบบจำลองที่ถูกต้องใช้งานได้ ความมั่นใจดังกล่าวจะได้มาก็โดยความเข้าใจในระบบงาน ความละเอียดถี่ถ้วนในการตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบ พฤติกรรมต่างๆ ขององค์ประกอบและค่าเชิงปริมาณที่ใช้แทนองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ต่างๆ การทดสอบพฤติกรรมที่ได้มาจากแบบจำลองเทียบกับพฤติกรรมขององค์ประกอบของระบบงานจริง ฯลฯ

กรรมวิธีที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่ใช้กันอยู่ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

2.15.1 การพิสูจน์ยืนยัน (Verification) เป็นการทำให้แน่ใจว่าแบบจำลองมีพฤติกรรมอย่างที่ผู้สร้างต้องการให้เป็นวิธีการที่ใช้ในขั้นตอนนี้ได้แก่

1. การถามความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ (Face Validity) เป็นการถามความเห็นจากผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญจากการใช้งานองค์ประกอบต่างๆ ในระบบงานและการใช้ระบบงานว่าองค์ประกอบและระบบงานนั้นๆ มีพฤติกรรมอย่างไรภายใต้เงื่อนไขต่างๆ และการที่องค์ประกอบ

ในแบบจำลองและแบบจำลองมีพฤติกรรมต่างๆ ควรจะเป็นพฤติกรรมที่สอดคล้องกับพฤติกรรมขององค์ประกอบและระบบงานจริงหรือไม่

2. การทดสอบความถูกต้องของกลไกภายในแบบจำลอง (Internal Validity) เป็นการทดสอบองค์ประกอบในแบบจำลองหรือแบบจำลอง โดยการใส่เงื่อนไข เช่น ให้ค่าตัวแปรเข้า (Input Variables) เป็นค่าคงที่ แล้วดูว่าผลที่ได้จากองค์ประกอบหรือแบบจำลองหลายๆ ครั้งมีความแปรปรวนมากน้อยแค่ไหนถ้ามีความแปรปรวนมาก องค์ประกอบในแบบจำลองหรือแบบจำลองนั้นก็ไม่ควรจะถูกต้องและควรจะต้องมีการแก้ไข

3. การทดสอบความถูกต้องของตัวแปรและพารามิเตอร์ (Variables-Parameters Validity) เป็นการทดสอบความไว (Sensitivity Testing) ของการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรและพารามิเตอร์ว่ามีผลกระทบต่อผลลัพธ์ที่ได้จากองค์ประกอบในแบบจำลองและแบบจำลองอย่างไร ถ้าผลที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงไวต่อค่าตัวแปรหรือพารามิเตอร์ใด ก็เป็นเครื่องแสดงบอกให้เรารู้ว่าจะต้องระมัดระวังให้มากต่อการประมาณค่าตัวแปร และพารามิเตอร์เหล่านั้น นอกจากนั้นแล้วการทดสอบความไวนี้ยังช่วยให้ผู้สร้างแบบจำลองได้เห็นว่าองค์ประกอบในแบบจำลองและแบบจำลองประพฤติตนอย่างที่ควรจะเป็นหรือไม่ เพราะถ้าเราทราบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร และพารามิเตอร์จะทำให้ผลที่ได้จากระบบงานจริงนั้นเปลี่ยนไปแต่ถ้าจากการทดลองกับแบบจำลองแล้วได้ผลเป็นอย่างอื่น แบบจำลองนั้นก็ไม่ควรจะถูกต้องและควรจะต้องมีการแก้ไข

4. การทดสอบความถูกต้องของสมมติฐาน (Hypothesis Validity) เป็นการทดสอบความถูกต้องทางสถิติว่าผลที่ได้จาก องค์ประกอบในแบบจำลองกับผลที่ได้จากองค์ประกอบของระบบงานจริงนั้นเหมือนกันโดยอาจใช้เงื่อนไขต่างๆ ที่มีปรากฏจากข้อมูลในอดีต ใส่ให้กับองค์ประกอบในแบบจำลอง แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้กับผลที่ได้จากอดีตว่าสามารถยอมรับว่าเหมือนกันโดยมีระดับนัยสำคัญที่ยอมรับได้

2.15.2 การทดสอบความถูกต้อง (Validation) เป็นการทดสอบความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมของแบบจำลองกับพฤติกรรมของระบบงานจริง ทั้งนี้โดยอาศัยการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลในอดีตของระบบงานจริงที่เงื่อนไขของการใช้ระบบงานที่เหมือนกัน ได้แก่

1. การทดสอบสมมติฐาน ในการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองกับของระบบงานจริง

2. การทดสอบสมมติฐานของลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของข้อมูลจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับของระบบงานจริง

- การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองเปรียบเทียบกับค่าโดยประมาณของพารามิเตอร์ของระบบงานจริง

- การพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและพารามิเตอร์ในแบบจำลองเปรียบเทียบกับระบบงานจริง

2.15.2.3 การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) เป็นการทดลองใช้แบบจำลองในการพยากรณ์พฤติกรรมต่างๆ ของระบบงานเปรียบเทียบกับพฤติกรรมจริงของระบบงานการวิเคราะห์อาศัยเทคนิคทางสถิติ

จากขั้นตอนต่างๆ ตามกรรมวิธีที่กล่าวมานี้ ควรจะช่วยให้ผู้สร้างแบบจำลองมีความมั่นใจในแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่า น่าจะใช้แทนระบบงานจริงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้โดยสรุป การสร้างความมั่นใจในความถูกต้องของแบบจำลองอาจได้มาจาก

- การใช้วิจารณญาณ และตรรกวิทยา
- การใช้ความรู้ความเข้าใจในระบบงาน
- การทำการทดสอบโดยเทคนิคทางสถิติในส่วนของข้อมูลเชิงปริมาณ
- การให้ความสนใจ ไตร่ตรอง ตรวจสอบรายละเอียดต่างๆ ในการสร้างแบบจำลอง
- การตรวจสอบดูว่าแบบจำลองประพฤติตนได้อย่างที่อยากให้เป็น
- การวิเคราะห์ความไวของตัวแปรและพารามิเตอร์
- เปรียบเทียบข้อมูลเข้าและข้อมูลออก (Input-Output) ระหว่างแบบจำลองกับระบบงานจริง โดยการทดสอบด้วยวิธีของ Goodness of Fit ซึ่งเป็นวิธีทางสถิติที่ใช้ทดสอบความแตกต่างของความถี่ ที่ใช้กันโดยทั่วไปมี 2 วิธี คือ
  - ❖ Chi – Square Test เป็นสถิติที่ใช้ทดสอบความถี่ที่สังเกตได้ กับความถี่ที่คาดหวัง ซึ่งใช้ทดสอบความแตกต่าง และความสัมพันธ์ของข้อมูล
  - ❖ K-S Test (Kolmogorov – Smirnov Test) เป็นสถิติที่ใช้ทดสอบความถี่สะสมแทนความถี่ตามปกติ ซึ่งใช้ทดสอบได้ทั้งความแตกต่าง และความสัมพันธ์ของข้อมูลเช่นเดียวกับ Chi- Square Test แต่มีประสิทธิภาพมากกว่า
- การสร้างแบบจำลองจากระบบการผลิตจริง พร้อมทั้งปรับปรุงกระบวนการให้ดียิ่งขึ้น