บทที่ 4

การออกแบบการทดลอง

4.1 บทนำ

ในการออกแบบการทดลองจะต้องมีการกำหนดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง โดยจะพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการโหลดงานและการจัดตารางงานบนระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น ซึ่งได้แก่ ลักษณะของระบบผลิตแบบยืดหยุ่น การกำหนดเวลาส่งมอบชิ้นงาน วิธีในการจัดลำดับความสำคัญของงาน ฮิวริสติกที่ใช้ในการโหลดงาน กฎที่ใช้ในการจัดสรรงานซ้ำ กฎการจ่ายงาน เกณฑ์วัดประสิทธิภาพของระบบ และปัจจัยในการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.2 ลักษณะของระบบผลิตแบบยืดหยุ่น

ลักษณะของระบบผลิตแบบยืดหยุ่นของงานวิจัยนี้ได้อธิบายรายละเอียดไว้ในหัวข้อที่ 3.1 และสามารถสรุปลักษณะของระบบผลิตแบบยืดหยุ่นที่นำมาใช้ในงานวิจัย ได้ดังนี้

4.2.1 ประเภทของระบบผลิตแบบยืดหยุ่น

งานวิจัยส่วนมากจะพิจารณาระบบผลิตแบบยืดหยุ่นในประเภท General FMS เนื่องจากระบบผลิตแบบยืดหยุ่นในระบบการผลิตจริงมีลักษณะเป็นคล้ายกับระบบ General FMS มากกว่าระบบ Parallel FMS ซึ่งตัวอย่างงานวิจัยที่ศึกษาระบบ General FMS ได้แก่ Steck and Solberg (1981), Shanker and Tzen (1985), Mukhopadhyay et al. (1992), Moreno and Ding (1993), Tiwari (1997), Tiwari and Vidyarthi (2000), Vidyarthi and Tiwari (2001) เป็นต้น

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาระบบผลิตแบบยืดหยุ่นประเภท General FMS โดยที่ในการผลิตชิ้นงานอาจมีบางการดำเนินงานที่ต้องทำการผลิตบนเครื่องจักรใดเครื่องจักรหนึ่งโดยเฉพาะ แต่บางการดำเนินงานสามารถทำการผลิตบนเครื่องจักรได้มากกว่า 1 เครื่อง (มีเครื่องจักรให้เลือกผลิตได้หลายตัว) เรียกการดำเนินงานที่ต้องทำการผลิตบนเครื่องจักรใดเครื่องจักรหนึ่งโดยเฉพาะนี้ว่า Essential Operation และเรียกการดำเนินงานที่มีเครื่องจักรให้เลือกผลิตได้หลายตัวว่า Optional Operations ซึ่งเวลาและจำนวนช่องใส่เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต Optional Operations บนเครื่องจักรแต่ละตัวอาจมีค่าเท่ากัน หรือแตกต่างกันก็ได้

4.2.2 นโยบายในการบริหารเครื่องมือ

นโยบายในการบริหารเครื่องมือนี้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับประเภทของระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 3.2.1 ซึ่งในระบบการผลิตจริงนโยบายประเภท Flexible และ Hybrid Tool Management นั้นต้องมีการนำระบบขนส่งเครื่องมืออัตโนมัติมาใช้ในระบบ ดังนั้นงานวิจัยส่วนมากจึงศึกษาระบบที่มีนโยบายการบริหารเครื่องมือแบบ Batching Tool Management เช่น งานวิจัยของ Steck and Solberg (1981), Steck (1983), Shanker and Tzen (1985), Mukhopadhyay et al. (1992), Moreno and Ding (1993), Tiwari (1997), Tiwari and Vidyarthi (2000), Vidyarthi and Tiwari (2001) เป็นต้น

งานวิจัยนี้ได้ใช้นโยบายในการบริหารเครื่องมือแบบ Batching Tool Management นั่นคือ จำนวนช่องใส่เครื่องมือบนแต่ละเครื่องจักรมีจำนวนจำกัด และไม่มีการเปลี่ยนหรือเคลื่อนย้ายเครื่องมือระหว่างที่ระบบทำงานอยู่ ซึ่งได้ศึกษาตัวอย่างปัญหาจากงานวิจัยของ Vidyarthi and Tiwari (2001) โดยกำหนดให้เครื่องจักรแต่ละตัวมีจำนวนช่องใส่เครื่องมือจำนวน 5 ช่อง

4.2.3 ข้อจำกัดของระบบ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาระบบผลิตแบบยืดหยุ่นที่มีข้อจำกัดต่าง ๆ ดังนี้

- ในการดำเนินงานเดียวกันจะต้องผลิตจากเครื่องจักรเดียวกัน
- บางการดำเนินงานถูกกำหนดให้ผลิตได้จากเครื่องจักรใดเครื่องจักรหนึ่งเท่านั้น
- เครื่องจักรแต่ละเครื่องมีจำนวนช่องใส่เครื่องมือจำนวน 5 ช่อง
- มีเวลาผลิตในแต่ละกะ 8 ชั่วโมง หรือ 480 นาที

4.2.4 ปัญหาที่นำมาใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยของ Grieco et al. (2001) ซึ่งได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการโหลดงานให้เครื่องจักร พบว่ามีงานวิจัยในอดีตจำนวนน้อยมากที่จะนำปัญหาเดียวกันมาศึกษาเพื่อพัฒนาวิธีการในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาในงานวิจัยที่ได้มีการศึกษาและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหากันอย่างต่อเนื่อง คือ ปัญหาในงานวิจัยของ Shanker and Srinviasulu (1989) และมีนักวิจัยอีกหลายท่านที่ได้ใช้ปัญหาเดียวกันนี้เพื่อพัฒนาวิธีการในการโหลดงานให้เครื่องจักร ซึ่งได้แก่ Mukhopadhyay et al. (1992), Tiwari (1997), Tiwari and Vidyarthi (2000) และ Vidyarthi and Tiwari (2001) โดยรายละเอียดของปัญหาที่นำมาพิจารณานี้ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก.

4.3 การกำหนดเวลาส่งมอบงาน

กำหนดส่งมอบ (Due Date) ของงาน หมายถึง เวลาจัดส่ง หรือเวลาเสร็จงานที่สัญญาไว้กับลูกค้า การทำงานเสร็จหลังจากกำหนดส่งมอบอาจจะเกิดขึ้นได้ แต่อาจจะมีค่าปรับเกิดขึ้น วิธีการกำหนดเวลาส่งมอบงานและความกระชั้น (Tightness) ของเวลาส่งมอบจะส่งผลต่อสมรรถนะของระบบและสมรรถนะในเชิงเปรียบเทียบของกฎการจ่ายงาน ซึ่งวิธีการในการกำหนดเวลาส่งมอบ 4 แนวทางที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ

4.3.1 กำหนดตามภาระงานทั้งหมด (Total Work, TWK)

กำหนดเวลาส่งมอบของงานให้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับภาระงานที่งานนั้นจะต้องทำทั้งหมด โดยอาจจะใช้ปัจจัยที่แสดงถึงความกระชั้นของงาน (ค่าคงที่) คูณกับภาระงานทั้งหมด และใช้ค่าผลคูณที่ได้นี้เป็นระยะเวลาในการกำหนดเวลาส่งมอบของงาน การกำหนดเวลาส่งมอบงานตามภาระงานทั้งหมดนี้ เหมาะสำหรับองค์กรที่มีการผลิตชิ้นงานที่มีความหลากหลาย และเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานแต่ละประเภทนั้นมีความแตกต่างกันมาก

4.3.2 กำหนดตามจำนวนของการดำเนินงาน (Number of Operations, NOP)

กำหนดเวลาส่งมอบของงานให้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนของการดำเนินงานทั้งหมด โดยอาจจะใช้ปัจจัยที่แสดงถึงความกระชั้นของงาน (ค่าคงที่) คูณกับภาระงานทั้งหมด และใช้ค่าผลคูณที่ได้นี้เป็นระยะเวลาในการกำหนดเวลาส่งมอบของงาน การกำหนดเวลาส่งมอบงานตามจำนวนของการดำเนินงานนี้ เหมาะสำหรับองค์กรที่มีการผลิตชิ้นงานที่ใช้เวลาในแต่ละการดำเนินงานที่ใกล้เคียงกัน สามารถประมาณเวลาในการผลิตจากจำนวนการดำเนินงานของชิ้นงานได้

4.3.3 กำหนดให้มีค่าคงที่ (Constant, CON)

กำหนดเวลาส่งมอบของงานให้มีระยะเวลาคงที่ค่าหนึ่ง และค่าคงที่นี้จะใช้กับทุกงาน การกำหนดเวลาส่งมอบงานให้มีค่าคงที่นี้ เหมาะสำหรับองค์กรที่ทำการผลิตชิ้นงานที่มีความหลากหลายน้อย หรืออีกนัยหนึ่งคือ เหมาะสำหรับองค์กรที่ทำการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) ชิ้นงานแต่ละประเภทใช้เวลาในการผลิตใกล้เคียงกันจึงสามารถกำหนดเวลาส่งมอบงานให้คงที่ได้

4.3.4 กำหนดแบบสุ่ม (Random, RDM)

กำหนดเวลาส่งมอบของงานโดยใช้วิธีการสุ่ม เป็นวิธีในการกำหนดเวลาส่งมอบงานที่ไม่ได้มีการคำนึงถึงเวลาเสร็จสิ้นของการผลิต และไม่ได้คำนึงถึงความสามารถใน

การผลิตขององค์กร ซึ่งในความเป็นจริงแล้วมีน้อยมากที่องค์กรจะมีการกำหนดเวลาส่งมอบงานแบบสุ่ม แต่ในงานวิจัยมักจะนำวิธีกำหนดแบบสุ่มนี้มาใช้เปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นในงานวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการทดลองโดยใช้วิธีกำหนดเวลาส่งมอบงานทั้ง 4 แบบข้างต้น เพื่อทดสอบว่าวิธีการกำหนดเวลาส่งมอบงานจะมีผลต่อประสิทธิภาพของการโหลดงานและการจัดตารางงานหรือไม่ โดยวิธีการคือ การคูณค่าแฟคเตอร์เข้ากับเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต สำหรับวิธีการแบบ TWK การคูณค่าแฟคเตอร์เข้ากับจำนวนของการดำเนินงานสำหรับวิธีการแบบ NOP การกำหนดค่าคงที่สำหรับวิธีการแบบ CON และกำหนดตัวเลขสุ่มขึ้นมาสำหรับวิธีการแบบ RDM โดยไม่มีการกำหนดตายตัวว่าค่าแฟคเตอร์ หรือค่าคงที่ หรือค่าตัวเลขสุ่มจะต้องเท่ากับเท่าไร แต่วิธีการหนึ่งที่นิยม คือกำหนดค่าดังกล่าวที่ทำให้เปอร์เซ็นต์งานล่าช้าตามที่ต้องการ สำหรับงานวิจัยนี้กำหนดเวลาส่งมอบงานโดยกำหนดค่าดังกล่าวเพื่อให้ได้ความล่าช้าของงานมีค่าประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์และทำให้สามารถพิจารณาในด้านเวลาเมื่องานเสร็จล่าช้าได้

4.4 วิธีในการจัดลำดับความสำคัญของงาน

งานวิจัยของ Vidyarthi and Tiwari (2001) ได้จัดลำดับความสำคัญของงานจากเกณฑ์ตัดสินใจ 3 ตัวได้แก่ ปริมาณการผลิตชิ้นงาน Essential Processing Time และOptional Processing Time โดยจะให้ความสำคัญสูงสุดกับงานที่มีปริมาณการผลิตชิ้นงานมาก มีค่า Essential Processing Time น้อย และมีค่า Optional Processing Time มาก ซึ่งในการปรับปรุงฮิวริสติกจะพิจารณาในด้านกำหนดเวลาส่งมอบงานเพิ่มขึ้นด้วย โดยพิจารณาเกณฑ์ในการตัดสินใจ 4 ตัว คือ ปริมาณการผลิตชิ้นงาน เวลาส่งมอบงาน Essential Processing Time และOptional Processing Time โดยเกณฑ์ในการตัดสินใจ 2 ตัวแรกนั้นจะให้ความสำคัญกับงานที่มีปริมาณการผลิตชิ้นงานมาก และมีเวลาส่งมอบงานที่กระชั้นที่สุด แต่เกณฑ์ในด้าน Essential Processing Time และ Optional Processing Time นั้นจะมีการทำการทดลองเปลี่ยนระดับในการกำหนดความสำคัญของงาน ดังนั้นปัจจัยการทดลองในด้านการจัดลำดับความสำคัญของงานจะแบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.4.1 Essential Processing Time

Essential Processing Time คือ เวลาที่ใช้ในการผลิตการดำเนินงานที่มีลักษณะเป็น Essential Operation (การดำเนินงานที่ไม่มีเครื่องจักรให้เลือกผลิต ต้องผลิตบนเครื่องจักรตัวใดตัวหนึ่งเท่านั้น) ของงาน j ซึ่งใช้สัญลักษณ์ te_{kjm} โดยมีระดับของการให้ความสำคัญดังนี้

- High Level คือการให้ความสำคัญสูงสุดกับงานที่มีค่า Essential Processing Time มาก
- Low Level คือการให้ความสำคัญสูงสุดกับงานที่มีค่า Essential Processing Time น้อย

4.4.2 *Optional Processing Time*

Optional Processing Time คือ เวลาที่ใช้ในการผลิตการดำเนินงานที่มีลักษณะเป็น Optional Operation (การดำเนินงานที่มีเครื่องจักรให้เลือกผลิตได้หลายตัว) ของงาน j ซึ่งใช้สัญลักษณ์ to_{kjm} โดยมีระดับของการให้ความสำคัญดังนี้

- High Level คือการให้ความสำคัญสูงสุดกับงานที่มีค่า Optional Processing Time มาก
- Low Level คือการให้ความสำคัญสูงสุดกับงานที่มีค่า Optional Processing Time น้อย

4.5 ฮิวริสติกที่ใช้ในการโหลดงาน

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่ได้ทำการปรับปรุงฮิวริสติกของ Vidyarthi and Tiwari (2001) เพื่อวัดผลที่ได้จากการปรับปรุงฮิวริสติก จำเป็นที่จะต้องนำผลที่ได้จากการปรับปรุงฮิวริสติกมาเปรียบเทียบกับฮิวริสติกของ Vidyarthi and Tiwari (2001) ปัจจัยการทดลองในด้านฮิวริสติกที่ใช้ในการโหลดงาน มีรายละเอียด ดังนี้

4.5.1 *ฮิวริสติกของ Vidyarthi and Tiwari (2001)*

รายละเอียดและแนวคิดต่าง ๆ สำหรับฮิวริสติกของ Vidyarthi and Tiwari (2001) นั้นได้อธิบายอย่างละเอียดในหัวข้อที่ 3.3 ในการที่จะนำฮิวริสติกของ Vidyarthi and Tiwari (2001) มาใช้ในการเปรียบเทียบผลของการปรับปรุงฮิวริสติกนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการปรับวิธีการบางส่วน เนื่องจาก ผลที่ได้จากการโหลดของ Vidyarthi and Tiwari (2001) นั้นไม่สามารถนำมาใช้ในการจัดตารางได้ เพราะมีปัญหาในด้านเวลาในการผลิตของเครื่องจักรที่ไม่เพียงพอ ที่เกิดจากวิธีในการจัดสรรงานซ้ำ ดังที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 3.4 ดังนั้นเราจะพิจารณาการโหลดงานของ Vidyarthi and Tiwari (2001) เฉพาะวิธีในการเลือกเส้นทางการผลิต ส่วนในด้านการจัดสรรงานซ้ำนั้นจะมีการนำกฎต่างๆ มาทดลองใช้โดยพิจารณาจากเวลาที่เหลือบนเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

4.5.2 ฮิวริสติกที่ได้รับการปรับปรุง

รายละเอียดและแนวคิดต่าง ๆ สำหรับการปรับปรุงฮิวริสติกนั้น ได้มีการอธิบายอย่างละเอียดไว้ในหัวข้อที่ 3.6 ซึ่งฮิวริสติกที่ได้รับการปรับปรุงนี้ได้มีการพิจารณาเลือกเส้นทางที่เหมาะสมโดยพิจารณากรณีที่ $ET_m > AT_m$ และ $ES_m > AS_m$ ซึ่งเป็นกรณีที่ Vidyarthi and Tiwari (2001) ไม่ได้คำนึงถึง รวมทั้งมีการพิจารณาค่าภาระงานทั้งหมดทั้งของ Essential Operation และ Optional Operation ในการเลือกเครื่องจักรที่จะโหลดงาน ซึ่งงานวิจัยของ Vidyarthi and Tiwari (2001) นั้นพิจารณาเลือกเส้นทางการผลิตจากภาระงานของ Essential Operation เท่านั้น

4.6 กฎที่ใช้ในการจัดสรรงานซ้ำ

กรณีที่โหลดงานให้เครื่องจักรแล้วพบว่าเวลาในการผลิตของเครื่องจักรนั้นไม่เพียงพอที่จะผลิตงานทั้งหมดที่ถูกโหลดได้ จำเป็นที่จะต้องมีการจัดสรรงานซ้ำ โดยดึงงานที่อยู่ในเซต *A* (งานที่ถูกกำหนดให้ผลิตในกะการทำงานที่พิจารณาอยู่) ออกจากกะการทำงานที่พิจารณาและพยายามโหลดงานที่อยู่ในเซต *U* (งานที่ไม่ถูกกำหนดให้ผลิตในกะการทำงานที่พิจารณา) เข้าไปในกะการทำงานที่พิจารณา ในการตัดสินใจว่าจะดึงงานไหนออก หรือโหลดงานไหนเข้าไปนั้นจะตัดสินใจโดยใช้กฎต่างๆ ดังนี้

4.6.1 FIFO (First In First Out)

เป็นการให้ความสำคัญกับงานที่ถูกโหลดให้กับเครื่องจักรเป็นลำดับแรกก่อน เนื่องจาก ได้มีการพิจารณาความสำคัญของชิ้นงานก่อนที่จะโหลดงานให้กับเครื่องจักร เมื่อต้องการที่จะดึงงานออกจะดึงงานที่ถูกโหลดเป็นลำดับสุดท้ายออกก่อน และเลือกนำงานเข้าจากลำดับความสำคัญของงานที่อยู่ในเซต *U* หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นการให้ความสำคัญกับงานตามลำดับการโหลดงานให้เครื่องจักร

4.6.2 SPT (Shortest Processing Time)

เป็นการให้ความสำคัญกับงานที่มีเวลาในการผลิตน้อยที่สุด โดยจะดึงงานที่มีเวลาในการผลิตมากที่สุดออกจากเซต *A* และเลือกนำงานเข้าจากงานที่มีเวลาในการผลิตน้อยที่สุดจากเซต *U* ซึ่งเป้าหมายของการจัดตาราง คือ การหาเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานอยู่ในระบบน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า SPT นั้นมีเวลาเฉลี่ยของงานเสร็จล่าช้าต่ำที่สุดด้วย

4.6.3 EDD (Earliest Due Date)

เป็นการให้ความสำคัญสูงสุดกับงานที่มีเวลาส่งมอบงานที่กระชั้นที่สุด โดยจะดึงงานที่มีเวลาส่งมอบงานมากที่สุดออกจากเซต *A* และเลือกนำงานเข้าจากงานที่มีเวลาส่งมอบงานน้อยที่สุดจากเซต *U* เนื่องจากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ต้องการทำงานให้เสร็จตามกำหนดส่งมอบงาน จึงพิจารณากฎที่คำนึงถึงกำหนดส่งมอบงานด้วย นอกจากนี้กฎ EDD ยังเป็นกฎที่ง่ายและใช้กันมากในทางปฏิบัติ

4.7 กฎการจ่ายงาน

วิธีแก้ปัญหาในการจัดตารางที่เป็นที่นิยมใช้วิธีหนึ่ง คือ การนำกฎการจ่ายงานเข้ามาช่วยในการตัดสินใจ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายในการนำมาปฏิบัติ งานวิจัยนี้ได้มีการสร้างตารางเชิงไม่หน่วงเหนี่ยวและใช้กฎการจ่ายงานมาช่วยในการตัดสินใจ ซึ่งได้มีการเปรียบเทียบกฎการจ่ายงานต่าง ๆ ดังนี้

4.7.1 SPT (Shortest Processing Time)

ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีเวลาดำเนินงานบนเครื่องจักรที่กำลังพิจารณาอยู่มีค่าน้อยที่สุด กฎ SPT เป็นกฎที่นิยมนำมาใช้ในการจัดตารางงาน เนื่องจาก SPT จะทำให้เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานอยู่ในระบบมีค่าน้อยที่สุด

4.7.2 EDD (Earliest Due Date)

ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีเวลาส่งมอบกระชั้นที่สุด เนื่องจากปัจจัยในการจัดตารางอีกอย่างหนึ่งคือ การทำงานให้เสร็จตามกำหนดส่งมอบ ซึ่งกฎ EDD ยังเป็นกฎที่ง่ายและใช้กันมากในทางปฏิบัติ

4.7.3 MWKR (Most Work Remaining)

เลือกทำการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานที่มีจำนวนของการดำเนินงานที่เหลืออยู่ (นับการดำเนินงานปัจจุบันด้วย) มากที่สุดก่อน ซึ่งกฎ MWKR และกฎอื่น ๆ ที่เกิดจากการดัดแปลง MWKR ส่วนมากแล้วจะทำให้เวลาปิดงานของระบบน้อยที่สุด (ปารเมศ ชุติมา, 2546)

4.7.4 LWKR (Least Work Remaining)

เลือกทำการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับงานที่มีจำนวนของการดำเนินงานที่เหลืออยู่ (นับการดำเนินงานปัจจุบันด้วย) น้อยที่สุดก่อน โดยมากแล้ว SPT และ LWKR จะเป็นกฎที่มีประสิทธิภาพสูงกว่ากฎอื่นในด้านเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ

4.8 เกณฑ์วัดประสิทธิภาพของระบบ

เกณฑ์วัดประสิทธิภาพของระบบในปัญหาการจัดตารางงาน เป็นเครื่องมือในการประเมินวิธีจัดตารางที่แตกต่างกัน เกณฑ์เหล่านี้ถูกพัฒนาขึ้นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันโดยนักวิจัยจำนวนมาก เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงวัตถุประสงค์ของการจัดตารางที่ขณะใดขณะหนึ่ง และยังใช้ในการประเมินประสิทธิผลของกฎการจ่ายงานที่แตกต่างกันอีกด้วย ดังนั้นจึงทำให้เกณฑ์เหล่านี้มีความหลากหลาย นอกจากนั้นแล้วยังพบว่า โดยทั่วไปแล้วเกณฑ์การจัดตารางสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- เกณฑ์ที่อิงฐานเวลา (Time-Based Criteria) เช่น เกณฑ์ที่อิงกับเวลาเสร็จงาน งานระหว่างกระบวนการ หรือการใช้งานเครื่องจักร เป็นต้น
- เกณฑ์ที่อิงฐานเวลาส่งมอบ (Time-Based Due Date) เช่น เกณฑ์ที่อิงกับเวลาสายของงาน เวลาล่าช้าของงาน หรือจำนวนงานที่สงมอบไม่ทันตามกำหนด เป็นต้น

เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของระบบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่

- ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ (Mean Flow Time) โดยพิจารณาตั้งแต่ชิ้นงานเริ่มเข้าสู่ระบบจนกระทั่งออกจากระบบ
- ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานสาย (Mean Lateness) โดยทำการพิจารณาเวลาที่ชิ้นงานเสร็จก่อนกำหนดและเวลาที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้ากว่ากำหนด
- ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้า (Mean Tardiness) โดยทำการพิจารณาเฉพาะเวลาที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้ากว่ากำหนด

4.9 ปัจจัยในการทดลอง

งานวิจัยนี้ศึกษาการเปรียบเทียบฮิวริสติกในการโหลดงาน และการจัดตารางงาน เพื่อที่จะหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวางแผนการผลิตที่ทำให้เกิดความล่าช้าของงานน้อยที่สุด โดยได้ทำการทดลองปรับค่าปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการโหลดงานและการจัดตารางงาน ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ ได้แก่

4.9.1 วิธีการกำหนดเวลาส่งมอบงาน

- กำหนดตามภาระงานทั้งหมด (Total Work, TWK)
- กำหนดตามจำนวนการดำเนินงาน (Number Of Operations, NOP)
- กำหนดให้มีค่าคงที่ (Constant, CON)
- กำหนดแบบสุ่ม (Random, RDM)

4.9.2 การจัดลำดับความสำคัญของชิ้นงาน

พิจารณาปัจจัย 2 ปัจจัยในการจัดลำดับความสำคัญของชิ้นงานก่อนที่จะทำการโหลดงานให้เครื่องจักร ได้แก

- ความสำคัญของ Essential Processing Time (ETR Priority) มี 2 ระดับ
  - High Level ให้ความสำคัญกับงานที่มีค่า Essential Processing Time ที่มาก
  - Low Level ให้ความสำคัญกับงานที่มีค่า Essential Processing Time ที่น้อย
- ความสำคัญของ Optional Processing Time (OTP Priority) มี 2 ระดับ
  - High Level ให้ความสำคัญกับงานที่มีค่า Optional Processing Time ที่มาก
  - Low Level ให้ความสำคัญกับงานที่มีค่า Optional Processing Time ที่น้อย

4.9.3 ฮิวริสติกที่ใช้ในการโหลดงาน

- ฮิวริสติกของ Vidyarthi and Tiwari (2001)
- ฮิวริสติกที่ได้รับการปรับปรุง

4.9.4 กฎที่ใช้ในการจัดสรรงานซ้ำ

- FIFO ให้ความสำคัญกับงานที่ถูกโหลดให้กับเครื่องจักรก่อน
- SPT ให้ความสำคัญกับงานที่มีเวลาในการผลิตน้อยที่สุด
- EDD ให้ความสำคัญกับงานที่มีกำหนดเวลาส่งมอบงานที่กระชั้นที่สุด

4.9.5 กฎที่ใช้ในการจัดตารางงาน

- SPT ให้ความสำคัญกับงานที่มีเวลาในการผลิตน้อยที่สุด
- EDD ให้ความสำคัญกับงานที่มีกำหนดเวลาส่งมอบงานที่กระชั้นที่สุด
- MWKR ให้ความสำคัญกับงานที่มีภาระงานเหลือมากที่สุด
- LWKR ให้ความสำคัญกับงานที่มีภาระงานเหลือน้อยที่สุด

4.10 บทสรุป

ลักษณะของระบบผลิตแบบยืดหยุ่นที่ได้นำมาพิจารณานี้เป็นระบบแบบ General FMS ที่มีนโยบายในการบริหารเครื่องมือแบบ Batching Tool Management โดยที่มีข้อจำกัดในด้าน

เวลาที่มีในการผลิตของเครื่องจักร และจำนวนช่องใส่เครื่องมือที่มีจำนวนจำกัด โดยในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีในการโหลดงานและจัดตารางงานที่ทำให้ค่าความล่าช้าในการส่งมอบงานเกิดขึ้นน้อยที่สุด โดยได้ทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการโหลดงานและการจัดตารางงาน ซึ่งปัจจัยที่นำมาศึกษาเหล่านี้ ได้แก่ วิธีการในการกำหนดเวลาส่งมอบงาน การจัดลำดับความสำคัญของงานก่อนที่จะโหลดงานให้เครื่องจักร ฮิวริสติกที่นำมาใช้ในการโหลดงาน กฎที่ใช้ในการจัดสรรงานซ้ำ และกฎการจ่ายงาน โดยมีเกณฑ์ในการวัดประสิทธิภาพของระบบ คือ ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานสาย และค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย