บทที่ 1
บทนำ

การผลิตแบบเซลลูลาร์ (Cellular Manufacturing) เป็นกุญแจสำคัญที่สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงการผลิตในระบบการผลิตแบบเป็นรุ่น (Batch) ตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ซึ่งในระบบการผลิตแบบเซลลูลาร์นั้น จะทำการพิจารณาในส่วนคุณลักษณะการผลิตของชิ้นงานและเครื่องจักรที่คล้ายคลึงกัน จากระบบการผลิตใหญ่มาทำการย่อให้เป็นระบบย่อย เพื่อให้แต่ละระบบย่อยซึ่งเรียกว่า "เซลการผลิต" สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง โดยไม่เกิดการส่งชิ้นงานระหว่างเซล หรือมีการส่งผ่านงานระหว่างกันน้อยที่สุดเพื่อลดเวลาสูญเสียเนื่องจากการขนส่งลง

ปัญหาการกำหนดชิ้นงานและเครื่องจักรจากระบบใหญ่ให้กลายเป็นเซลย่อย ๆ นี้ ได้มีผู้ทำการศึกษาหลายท่านได้แก่ McAuley (1972), King (1980), Chan and Milner (1982), Seiffodini and Wolfe (1986), Ballakur and Steudel (1987), Tabucanon and Ojha (1987), Askin and Chiu (1990), Harhalakis *et al.* (1990), Logendran (1990, 1991) ซึ่งในการศึกษานั้น ส่วนมากจะกำหนดให้แต่ละชิ้นงานมี 1 แผนกระบวนการผลิต (Process Plan) และแต่ละการทำงาน (Operation) ของชิ้นงาน สามารถกระทำได้บนเครื่องจักรเพียง 1 เครื่องเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงของการผลิตแล้วชิ้นงานแต่ละชิ้นจะมีทางเลือกของแผนกระบวนการผลิตได้มากกว่า 1 แบบ และการทำงานของชิ้นงานแต่ละการทำงานสามารถเลือกเครื่องจักรได้มากกว่า 1 เครื่อง *(Rajamani et al. (1990), Kusiak (1980))* ซึ่งการทำงานลักษณะนี้จะเพิ่มการยืดหยุ่นในการเลือกเส้นทางงานให้กับชิ้นงานในขณะดำเนินการผลิตจริง

ปัญหาการผลิตแบบเซลลูลาร์นั้น ได้มีการนำเอาเรื่องของเทคโนโลยีกลุ่ม (Group Technology) มาช่วยในการแก้ไขปัญหา โดยเทคโนโลยีกลุ่มถูกนำมาใช้ในการจัดกลุ่มของชิ้นงานและเครื่องจักร โดยส่วนใหญ่แล้วสำหรับชิ้นงาน 1 ชิ้นจะถูกกำหนดให้ทำการผลิตได้กับ 1 เครื่องจักรเท่านั้น แต่ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า ในระบบการผลิตจริง ๆ นั้น ชิ้นงานสามารถจะสามารถถูกผลิตได้มากกว่า 1 แผนกระบวนการผลิตนั่นคือ ชิ้นงาน 1 ชิ้นจะสามารถเลือกเครื่องจักรได้มากกว่า 1 เครื่อง ซึ่งทำให้วิธีของเทคโนโลยีกลุ่มดังกล่าวข้างต้นไม่สามารถนำมาใช้ได้ ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาฮิวริสติกส์ (Heuristic) ที่เรียกว่า การค้นหาคำตอบแบบทาบู (Tabu Search) ขึ้นมาช่วยในการแก้ปัญหานี้ *(Logendran et al. (1984))*

การค้นหาคำตอบแบบทาบูถูกคิดค้นโดย Glover (1989)เป็นวิธีหนึ่งในการหาคำตอบที่ดีสำหรับปัญหาที่ไม่สามารถใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์โดยตรงในการแก้ปัญหาได้หรือ สามารถแก้ปัญหาได้แต่มีความยุ่งยากสลับซับซ้อนมาก

การเลือกกระบวนการผลิตในระบบการผลิตแบบเซลลูลาร์นั้น เป็นการยากที่จะบอกได้ว่ากระบวนการผลิตที่เลือกเป็นกระบวนการผลิตที่ดีที่สุดแล้วหรือไม่ *(Groover (1987))* ซึ่งในระบบการผลิตโดยทั่วไปแล้ว สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาคือต้นทุนของการผลิตชิ้นงานต่าง ๆ *(Rajamani et al. (1990))* ดังนั้นจึงได้มีการนำเอาต้นทุนมาพิจารณาคำตอบของการเลือกกระบวนการผลิตว่าดีหรือไม่ โดยจะคำนึงถึงแผนกระบวนการผลิตที่ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุด *(Logendran et al. (1984))* ซึ่งส่วนของต้นทุนที่นำมาพิจารณานั้นประกอบไปด้วย

1. ต้นทุนหนี้สินของเครื่องจักร (Total Amortized Cost Of Machine)
2. ต้นทุนการผลิตชิ้นงาน (Total Annual Operating Cost For Processing All Parts)

จากต้นทุนดังกล่าวข้างต้น จะพิจารณาเฉพาะต้นทุนในส่วนของเครื่องจักร และต้นทุนของจำนวนชิ้นงานที่ผลิตบนเครื่องจักรนั้นเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้ว ยังมีต้นทุนในส่วนอื่น *(Ronald et al. (1987))* ที่ควรจะนำมาพิจารณาประกอบด้วยดังนี้

1. ต้นทุนคงที่ (Fix Costs)
   - ต้นทุนคงที่ของเครื่องจักร (Fix Machine Cost)
2. ต้นทุนผันแปร (Variable Costs)
   - ต้นทุนพัสดุคงคลัง (Inventory Cost)
   - ต้นทุนการผลิตผันแปร (Variable Cost)
   - ต้นทุนในการติดตั้ง (Set-Up Cost)

1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษาและวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการเลือกเครื่องจักรที่เหมาะสมสำหรับผลิตชิ้นงานต่าง ๆ (ตามกรณีศึกษา) ในแผนกระบวนการผลิตของระบบการผลิตแบบเซลลูลาร์
2. เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้วิธีการค้นหาคำตอบแบบทาบู เป็นเทคนิคการหาคำตอบของการพิจารณาเลือกเครื่องจักรสำหรับผลิตชิ้นงาน (ตามกรณีศึกษา) ในระบบการผลิตแบบเซลลูลาร์
3. เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบต้นทุนการผลิต มาพิจารณาตัดสินใจเลือกเครื่องจักรที่เหมาะสม สำหรับผลิตชิ้นงานต่าง ๆ ตามแผนกระบวนการผลิต (ตามกรณีศึกษา) ของระบบการผลิตแบบเซลลูลาร์

1.2 ขอบเขตการศึกษาและวิจัย

การวิจัยนี้ใช้เทคนิคการค้นหาคำตอบแบบทาบู เป็นเครื่องมือในการช่วยพิจารณาหาทางเลือกที่ดีที่สุดของเครื่องจักร ที่จะนำมาใช้ผลิตชิ้นงานต่าง ๆ (ตามกรณีศึกษา) ในแผนกระบวนการผลิต ค่าคำตอบที่ดีที่สุดจะพิจารณาจากต้นทุนที่ต่ำที่สุดของการเลือกใช้เครื่องจักรในการผลิตชิ้นงานนั้น ๆ โดยในส่วนของต้นทุนจะประกอบไปด้วย

1. รูปแบบต้นทุนแบบที่ 1
2. รูปแบบต้นทุนแบบที่ 2

จากต้นทุนทั้ง 2 แบบจะทำการรวบรวมค่าตัวเลขของตัวแปรต่าง ๆ แล้วทำการศึกษาโดยการคำนวณเปรียบเทียบลักษณะความแตกต่างของคำตอบที่ได้ เพื่อจะนำไปพิจารณาถึงผลการเลือกแผนกระบวนการผลิตต่อไป

ในการวิจัยนี้จะมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบคำตอบที่เกิดขึ้น โดยจะเปรียบเทียบกับต้นทุนทั้ง 2 แบบ และจะทำการทดลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยใช้กรณีศึกษาต่าง ๆ ที่ได้เสนอขึ้นโดย *Logendran et al. (1994)* ดังต่อไปนี้

- **กรณีศึกษาที่ 1 :** สำหรับการผลิตชิ้นงาน 4 แบบ เครื่องจักร 3 เครื่อง การทำงาน 3 ขั้นตอน
- **กรณีศึกษาที่ 2 :** สำหรับการผลิตชิ้นงาน 14 แบบ เครื่องจักร 7 เครื่อง การทำงาน 7 ขั้นตอน
- **กรณีศึกษาที่ 3 :** สำหรับการผลิตชิ้นงาน 6 แบบ เครื่องจักร 13 เครื่อง การทำงาน 13 ขั้นตอน
- **กรณีศึกษาที่ 4 :** สำหรับการผลิตชิ้นงาน 19 แบบ เครื่องจักร 12 เครื่อง การทำงาน 12 ขั้นตอน

ในการวิเคราะห์หาคำตอบนั้น จะทำการทดลองสุ่มคำตอบของทางเลือกเครื่องจักรสำหรับผลิตชิ้นงานแต่ละแบบที่จะเกิดขึ้นได้ทั้งหมดของแต่ละกรณีศึกษา โดยในชิ้นงาน 1 แบบจะทำการทดลองสุ่มคำตอบที่ดีที่สุดต่อเนื่องกัน 10 ค่า หรือการหาคำตอบที่ดีที่สุดจากการทดลองสุ่มคำตอบ 1000 ค่า

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและวิจัย

1. ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานของแต่ละแผนกระบวนการผลิต ตัวเลขต้นทุนทั้ง 2 แบบที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานจากกรณีศึกษาที่กำหนดขึ้นทั้ง 4 กรณีศึกษา แล้วทำการสร้างรูปแบบวิธีการเลือกเครื่องจักรในแต่ละแผนกระบวนการผลิตของแต่ละชิ้นงานที่จะเกิดขึ้นได้ของแต่ละกรณีศึกษา ยกตัวอย่างเช่น

> <u>กรณีศึกษาที่1</u> (รูปที่ 1-2) จะเห็นได้ว่าในการผลิตชิ้นงานทั้ง 4 แบบมีวิธีในการเลือกเครื่องจักรสำหรับการผลิตชิ้นงานแต่ละแบบได้หลายวิธีดังนี้ ชิ้นงานที่ 1 จะมีวิธีในการเลือกเครื่องจักรได้ 4 วิธีสำหรับแผนกระบวนการผลิตที่ 1 คือ M1, M2; M1, M3; M3, M2; M3, M3 และอีก 4 วิธีสำหรับแผนกระบวนการผลิตที่ 2 คือ M2, M1; M2, M2; M3, M1; M3, M2 เป็นต้น ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงชิ้นงานที่ 2, 3 และ4 แล้วจะมีวิธีในการเลือกเครื่องจักรได้ทั้งหมด 12, 16 และ 12 วิธีตามลำดับ ดังนั้นวิธีในการเลือกแผนกระบวนการผลิตของชิ้นงานทั้ง 4 แบบจะทำได้ 18432 วิธี

3. ออกแบบโครงสร้างโปรแกรม

3.1 นำรูปแบบคำตอบที่ได้มาสร้างให้อยู่ในรูปของการค้นหาคำตอบแบบทาบู ซึ่งจากตัวอย่างในในกรณีศึกษาที่ 1 จะเห็นได้ว่ามีวิธีในการที่จะนำมาสร้างรูปแบบได้ถึง 18432 วิธี รูปแบบในการค้นหาคำตอบแบบทาบู จะประกอบด้วยค่าเริ่มต้นคือ

{วิธีเลือกเครื่องจักรแบบที่ 1 สำหรับชิ้นงานที่ 1 (M2, M1),
วิธีเลือกเครื่องจักรแบบที่ 1 สำหรับชิ้นงานที่ 2 (M1, M2, M1),
วิธีเลือกเครื่องจักรแบบที่ 1 สำหรับชิ้นงานที่ 3 (M1, M2),
วิธีเลือกเครื่องจักรแบบที่ 1 สำหรับชิ้นงานที่ 4 (M1, M2, M1)}

จากนั้นจะทำการค้นหาวิธีการเลือกเครื่องจักรแบบต่าง ๆ ภายใต้กฎเกณฑ์ของการค้นหาคำตอบแบบทาบู

3.2 จากข้อมูลที่ได้ในข้อ 2. นำมาสร้างโปรแกรมในส่วนของการคิดต้นทุน เพื่อที่จะนำไปคิดคำนวณต้นทุนในการผลิตที่ได้ในแต่ละคำตอบของข้อ 3.1 โดยประกอบไปด้วย

- รูปแบบต้นทุนแบบที่ 1
  - ต้นทุนหนี้สินของเครื่องจักร
  - ต้นทุนการผลิตชิ้นงาน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- รูปแบบต้นทุนแบบที่ 2
  - ต้นทุนคงที่ (Fix Costs)
    : ต้นทุนคงที่ของเครื่องจักร
  - ต้นทุนผันแปร (Variable Costs)
    : ต้นทุนพัสดุคงคลัง (Inventory Cost)
    : ต้นทุนการผลิตผันแปร (Production Variable Cost)
    : ต้นทุนในการติดตั้ง (Set-Up Cost)

4. นำวิธีการเลือกเครื่องจักรในแต่ละแผนกระบวนการผลิตของกรณีศึกษาต่าง ๆ ที่ได้จากข้อ 3.1 มาทำการคำนวณหาต้นทุนในข้อ 3.2 และเปรียบเทียบเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดของแต่ละกรณีศึกษา

5. สรุป และอภิปรายผลการวิจัย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคนิคการค้นหาคำตอบแบบทาบู สำหรับการเลือกแผนการผลิต

2. เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคนิคการค้นหาคำตอบแบบทาบู สำหรับระบบการผลิตแบบเซลลูลาร์

3. เป็นแนวทางในการศึกษาต้นทุนของระบบการผลิตแบบเซลลูลาร์

1.5 สรุปเนื้อหาในงานวิจัย

- **บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** บทนี้เป็นการอธิบายและสรุปเกี่ยวกับทฤษฎีของเทคโนโลยีกลุ่ม, การค้นหาคำตอบแบบทาบู และต้นทุนในการผลิต
- **บทที่ 3 การใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการแก้ปัญหาการเลือกแผนกระบวนการผลิต** เป็นการอธิบายเกี่ยวกับการออกแบบปัญหาการเลือกแผนกระบวนการผลิตให้อยู่ในรูปของโปรแกรมเชิงเส้นตรง, การทดลองและผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงในการหาคำตอบ
- **บทที่ 4 การใช้วิธีการค้นหาคำตอบแบบทาบูในการเลือกแผนกระบวนการผลิต** บทนี้จะอธิบายเกี่ยวกับการประยุกต์นำเอาเทคนิคการค้นหาคำตอบแบบทาบูมาแก้ปัญหาการเลือกแผนการผลิต โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับผังการทำงานของการออกแบบการทดลอง, พารามิเตอร์และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง, กรณีต่าง ๆที่ใช้ในการทดลอง

- **บทที่ 5** ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง เป็นการแสดงผลการทดลองของการใช้เทคนิคการค้นหาคำตอบแบบทาบูในการหาคำตอบของปัญหาการเลือกแผนกระบวนการผลิตสำหรับกรณีต่าง ๆ ของทั้ง 4 กรณีศึกษา วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการทดลองจากพารามิเตอร์และเงื่อนไขที่กำหนด คือ ขนาดของทาบู, Neighborhood List, ขนาดของปัญหา, รูปแบบของต้นทุน
- **บทที่ 6 บทสรุป** เป็นการกล่าวถึงงานวิจัยทั้งหมดที่ได้ดำเนินมาอย่างสรุป และกล่าวถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ ต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย