# บทที่ 2
# การวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ระบบการผลิตแบบเซลลูลาร์ (Cellular Manufacturing Systems - CMS)

### 2.1.1 นิยาม

เทคโนโลยีการจัดกลุ่ม (Group Technology - GT) เป็นแนวคิดการผลิตที่พยายามที่จะแยกชนิดและจัดกลุ่ม ส่วนหรือองค์ประกอบของระบบที่มีความคล้ายคลึงกันเพื่อประโยชน์สูงสุดในการผลิตและการออกแบบ GT ถูกใช้ทั่วโลกมาหลายปี ซึ่งเป็นส่วนดีในการช่วยจัดการทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม แนวคิดของ GT เสนอครั้งแรกโดย Mitrofanov (1966) และ Burbidge (1975)

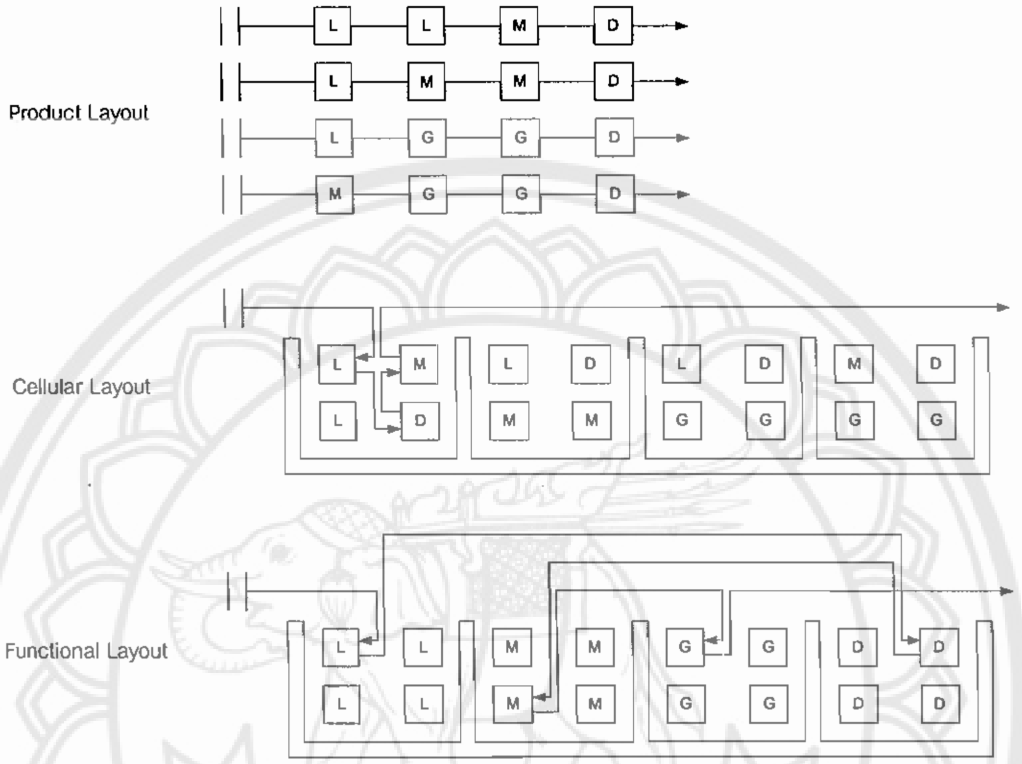
Mitrofanov (1966) ให้คำจำกัดความของ GT ว่า เป็นวิธีการแบ่งส่วนการผลิตโดยการจำแนก ส่วนเหล่านี้เป็นกลุ่มและต้องจัดกลุ่มให้อยู่ในกลุ่มที่มีกระบวนการทางเทคโนโลยีที่คล้ายคลึงกัน

Shunk (1987) ได้ให้นิยามสมัยใหม่ของ GT คือ "ปัญหามากมายนั้นมีความคล้ายคลึงกันและแก้ไขได้โดยการจัดกลุ่ม ดังนั้น วิธีการแก้ไขอย่างเดียวที่พบได้นั้นคือ การจัดกลุ่มของปัญหาเหล่านั้น เพื่อประหยัดเวลาและได้ประสิทธิภาพ" นิยามเหล่านี้อธิบายแนวคิดหลักของ GT ว่ากลุ่มหรือกิจกรรมในระบบการผลิต หรือระบบย่อยที่สามารถถูกแทนที่โดยกลุ่มที่มีขนาดเล็กหลาย ๆ กลุ่ม อย่างไรก็ตาม คำนิยามทั่วไปส่วนใหญ่ของ GT คือ "เป็นปรัชญาการผลิตที่จำแนกและอาศัยความคล้ายคลึงกันของชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กันกับกระบวนการผลิต" (Ham etal.,1985)

CMS เป็นการประยุกต์ใช้ของแนวคิด GT ในการจัดรูปแบบและออกแบบการใช้พื้นที่ของโรงงาน CMS สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1 ซึ่งถูกเสนอเป็นทางเลือกแก่โรงงานแทนการวางผังแบบ Job Shop เพราะเนื่องจากให้ประโยชน์ในการปฏิบัติงานในสายการผลิตได้มากกว่า CMS เป็นกระบวนการรวบรวมส่วนที่มีความคล้ายคลึงกันของกลุ่มของเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิต

(Ham et al., 1985) ได้ให้ความหมายของหน่วยการผลิตว่า "กลุ่มของเครื่องจักรที่เป็นอิสระจากเครื่องจักรอื่น ๆ ที่มีหน้าที่ไม่เหมือนกัน ที่ตั้งอยู่บนพื้นที่เดียวกันที่ช่วยในการผลิตของ**กลุ่มของชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ที่เหมือน ๆ กัน" นอกจากนี้ (Ham et al., 1985) ยังได้นิยามกลุ่มของชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ว่า "การรวมของชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมือนกันไม่ว่าจะเป็นทางด้านรูปร่างและขนาดของรูปทรง หรือเพราะขั้นตอนของกระบวนการที่จำเป็นที่เหมือนกันในการผลิตสิ่งเหล่านั้น**

โดยสรุป CMS คือกลุ่มของหน่วยการผลิต (Cell) หรือหน่วยของการประกอบโดยแต่ละหน่วยการผลิตหรือหน่วยการประกอบ จะทำหน้าที่ผลิตหรือประกอบกลุ่มของชิ้นส่วนหรือกลุ่มของผลิตภัณฑ์




Key: L = lathe (เครื่องกลึง) M = mill (เครื่องกัด) G = grinder (เครื่องเจียร) D = drill (เครื่องเจาะ)

รูปที่ 2.1 ชนิดดั้งเดิมของกระบวนการจัดผังกระบวนการผลิตแบบต่าง ๆ

### 2.1.2 การเลือกกลุ่มของชิ้นส่วนที่จะมาพิจารณาการจัดหน่วยการผลิต

**การแบ่งหน่วยการผลิตนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของกลุ่มของชิ้นส่วนที่จะถูกผลิตในหน่วยการผลิต เกณฑ์ทั่วไปที่สามารถจะใช้กำหนดการแบ่งหน่วยการผลิต อย่างแรกโดยดูที่ความแตกต่างกันของกระบวนการผลิตในหน่วยการผลิตและ/หรือความแตกต่างกันของชิ้นส่วนที่จะถูกผลิตในหน่วยการผลิตนั้น ตัวอย่างเช่น หน่วยการผลิตสามารถแยกให้เป็นกระบวนการที่แตกต่างกัน (เช่น เครื่องจักร, เครื่องเจียร, การตรวจสอบ, การประกอบ) ที่พบในวิธีการผลิตของชิ้นส่วน** หรือ หน่วยการผลิตสามารถแยกประเภทได้ตามกลุ่มของชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ เกณฑ์อื่นอย่างเช่น ปริมาณการผลิต, สัดส่วนการตลาด, และความเชื่อมโยงของระบบอัตโนมัตินั้นก็สามารถนำมาใช้ในการแบ่งแยกชนิดของหน่วยการผลิตได้ หน่วยการผลิตยังสามารถถูกแบ่งได้ตามความต้องการของลูกค้าต่อชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ได้ แม้ว่าจะเป็นเครื่องมือหรือกระบวนการในการผลิตจะแตกต่างกัน นอกจากนี้ หากมองในแง่สัดส่วนการตลาดแล้ว หน่วยการผลิตอาจจะถูกแบ่งตามบริษัทที่ส่งสินค้าชนิดเดียวกันก็ได้ หากพิจารณาในการใช้งานของระบบอัตโนมัติ หน่วยการผลิตอาจจะถูกจัดแบ่งเป็นเครื่องจักรที่มีระบบควบคุมและ ติดต่อสื่อสาร ที่คล้ายคลึงกันก็ได้ อย่างเช่น กลุ่มของเครื่องจักรที่ใช้ระบบจัดส่งเดียวกันก็สามารถจัดเป็นหน่วยการผลิตได้ เกณฑ์ในการแบ่งแยกชนิดของหน่วยการผลิตนั้น ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 หลักการในการเลือกผลิตหน่วยการผลิตอย่างมีขอบเขตที่ชัดเจน

| หลักการในการเลือกผลิตหน่วยการผลิตอย่างมีขอบเขตที่ชัดเจน |
|---|
| *ความหลากหลายของกระบวนการ ประกอบด้วย*<br>- การหล่อ, การหลอม, การชุบ, อื่น ๆ<br>- การทำงานกับเครื่องจักร<br>- การประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักร<br>- การประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของวงจรอิเลคทรอนิคส์<br>- การตรวจสอบ<br>- การให้ความร้อน, การเชื่อม, อื่น ๆ<br><br>***ปริมาณการผลิต***<br>**- ปริมาณน้อย, รูปแบบความต้องการไม่คงที่**<br>**- ปริมาณมาก, รูปแบบความต้องการคงที่** |

**ตารางที่ 2.1 หลักการในการเลือกผลิตหน่วยการผลิตอย่างมีขอบเขตที่ชัดเจน** (ต่อ)

| หลักการในการเลือกผลิตหน่วยการผลิตอย่างมีขอบเขตที่ชัดเจน |
|---|
| *ความหลากหลายของส่วนประกอบต่างๆ ประกอบด้วย*<br>- ส่วนประกอบเดี่ยว<br>- กลุ่มของส่วนประกอบที่ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของวัตถุดิบ (เช่น ขนาด, รูปร่าง เป็นปัจจัยสำคัญ )<br>- กลุ่มของส่วนประกอบที่ขึ้นอยู่กับความคล้ายคลึงทางเรขาคณิต และ/หรือกระบวนการการจัดการลำดับต่าง ๆ<br>- กลุ่มของส่วนประกอบที่มีผลผลิตแตกต่างกัน โดยมีความแตกต่างกันทางเรขาคณิต และ/หรือกระบวนการจัดการลำดับต่าง ๆ<br>- กลุ่มของส่วนประกอบที่ประกอบด้วย เครื่องมือ และรูปแบบธรรมดา ที่สามารถนำมาผลิตเป็นเครื่องจักร หรือเครื่องกลึงได้<br>- ส่วนประกอบที่มีขนาดเหมือนกันทุกประการ<br>- ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบกันเป็นชิ้นเดียว<br>- กลุ่มผลิตภัณฑ์<br><br>*ฝ่ายการตลาด*<br>- ลูกค้ารายกลุ่ม หรือลูกค้ารายบุคคล จะมีมาตรฐานทางอุตสาหกรรมที่เหมือนกัน<br>- ผลิตภัณฑ์ภายในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ<br>- ผลิตภัณฑ์ หรือที่ตั้งของผลิตภัณฑ์ภายในขนาด และลำดับปริมาณ<br>- ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือ ซ่อมแซมส่วนที่พังเสียหาย สำหรับอุตสาหกรรมที่ระบุได้ (เช่น อุตสาหกรรมเครื่องยนต์, เทคโนโลยีเกี่ยวกับการบิน)<br>- สำรองส่วนประกอบสำหรับอุตสาหกรรมที่ระบุได้<br>*ขอบเขตของการประยุกต์ใช้*<br>- การวัดระดับของโรงงาน<br>- การวัดระดับของแผนก หรือ สถานีการผลิตต่าง ๆ<br>- สถานีการผลิตแบบกลุ่ม<br>- สถานีการผลิตแบบเดี่ยว<br>- ผู้ขาย<br>- ต้นแบบการผลิต |

ตารางที่ 2.1 หลักการในการเลือกผลิตหน่วยการผลิตอย่างมีขอบเขตที่ชัดเจน (ต่อ)

| หลักการในการเลือกผลิตหน่วยการผลิตอย่างมีขอบเขตที่ชัดเจน |
| --- |
| *ระดับขั้นของหน่วยการผลิตที่ทำงานอัตโนมัติ*<br>- การผลิต และการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักร<br>- การจัดสรรการใช้<br>- การควบคุมดูแล<br>- การ Loading/unloading<br>- การรักษาความสะอาด และการบรรจุหีบห่อ<br><br>*คุณสมบัติของส่วนประกอบ*<br>- ขนาด<br>- รูปร่าง<br>- ส่วนประกอบของวัตถุดิบแบบหยาบ, รูปร่าง, ความยาว และความหนา เป็นต้น<br>- คุณลักษณะของวัตถุดิบแบบหยาบ เช่น น้ำหนัก, ราคา, ความทนทาน เป็นต้น |

2.1.3 ตัวอย่างของหน่วยการผลิตที่ถูกสร้างขึ้นตามระดับของอัตโนมัติ

ภายใน 1 หน่วยการผลิตมีกิจกรรมหลากหลายเช่น กระบวนการแปรรูป การจัดการ การตรวจสภาพ การทำความสะอาด การบรรจุหีบห่อ การ Loading/ unloading และการตั้งค่า ความหลากหลายของชิ้นส่วน และระดับทักษะของผู้ปฏิบัติงานในหน่วยการผลิต จะขึ้นอยู่กับกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ในการปฏิบัติงานต่าง ๆ นั้น และ จำนวนของสถานีที่ช่วยในการผลิต เป็นดัง ชนิดของหน่วยการผลิตอาจถูกจัดขึ้นตามความหลากหลายของระดับความอัตโนมัติและ กิจกรรมการผลิตแสดงโดยย่อในเนื้อหาต่อไป

*Machining Center*

Machining Center เป็นเครื่องจักรกลอัตโนมัติเดี่ยว ๆ machining center ได้รวมเอาความสามารถในขั้นตอนการผลิตของเครื่องจักรกลพื้นฐานทั่วไปที่หลากหลาย และสามารถผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้หลากหลายรูปแบบ ในปัจจุบันนั้นสามารถสับเปลี่ยนชิ้นงาน, ตั้งค่าเครื่องมือ cutting parameters ได้โดยอัตโนมัติ อย่างไรก็ตาม machining center นั้นจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการจัดการในการ loading/ unloading ของชิ้นงาน

Machining Center สามารถทำการปฏิบัติการได้หลายหลากในการตั้งค่าเพียงครั้งเดียว Machining Center ที่ด้วยตัวมันเอง สามารถผลิตกลุ่มชิ้นส่วนทั้งหมด เป็นชนิดที่ง่ายที่สุดของหน่วยการผลิต

*Single Operator, Multiple Machines*

ในหน่วยนี้เครื่องจักรมักเป็นแบบ Single - cycle automatics ดังนั้นเครื่องเหล่านี้สามารถทำงานสำเร็จ ในการทำงานของมันโดยไม่ต้องเฝ้าดูแล, ปิดเครื่องอัตโนมัติ เมื่อเสร็จสิ้นวงจรการทำงาน แต่ต้องอาศัยพนักงานในการเปลี่ยนชิ้นงาน

*Single – Robot Automated Cell*

เพื่อเพิ่มระดับความอัตโนมัติของหน่วยการทำงานโดยหน่วยการผลิตที่มีผู้ปฏิบัติงานคนเดียว เราสามารถที่จะออกแบบหน่วยที่ไม่มีคนคุมโดยมีหุ่นยนต์แทนที่ในหน่วยการผลิตนั้น ตัวอย่างเช่นในหน่วยการผลิตอาจจะประกอบไปด้วยหุ่นยนต์หนึ่งตัว กับเครื่อง CNC 3 ตัว หุ่นยนต์จะเป็นผู้ที่จัดการกับการเคลื่อนย้ายวัสดุและเครื่องจักรในหน่วยการผลิตจะมีความสามารถในการควบคุมที่เปลี่ยนแปลงตนเองในการปฏิบัติงานอัตโนมัติของหน่วยการผลิต

*Multiple Machines, Multiple Operators*

สำหรับหน่วยการผลิตที่ไม่ใช่ระบบอัตโนมัติ อาจจำเป็นต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานหลาย ถ้าการปฏิบัติงานของการเปลี่ยนเครื่องมือ, Inspection, work piece, loading/unloading ต้องปฏิบัติด้วยมือ หน่วยการผลิตที่มีขนาดใหญ่กว่าพร้อมทั้งมีผู้ปฏิบัติงานจำนวนมากจะให้ความยืดหยุ่นมากกว่าและความสามารถในการผลิตที่หลากหลายและ/หรือผลิตปริมาณของชิ้นส่วนได้มากกว่า

*Multiple Robots, Automated Cell*

สถานีผลิตและ/หรือเครื่องมือเครื่องจักรกล ที่ไม่เหมือนกัน อาจสามารถจัดเรียงในรูปตัว U (U – shape) เพื่อให้มีความสามารถในการเข้าถึง และหลากหลายมากกว่า เครื่องจักรเหล่านี้จะถูกใช้ผลิตกลุ่มของชิ้นส่วนต่าง ๆ การปฏิบัติงานจะถูกแทนที่ด้วยหุ่นยนต์ที่จะทำงานเปลี่ยนเครื่องมือ, การควบคุมดูแล, การ loading/unloading ชิ้นงาน, การสลับสับเปลี่ยนวัสดุระหว่างเครื่องจักรกล เป็นต้น ตัวอย่างที่ชัดเจนของหน่วยอัตโนมัติ เช่น หน่วยการผลิตกับหุ่นยนต์ 2 ตัว AGV (Automated guidance vehicle) และ ระบบ loading แบบอัตโนมัติที่ทำงานร่วมกัน

*Assembly Cell*

หน่วยการผลิตของการประกอบจะมีสถานีการผลิตอยู่จำนวนหนึ่ง ที่ตั้งอยู่บนสายการผลิตตามลำดับของการประกอบผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนประกอบย่อย หน่วยการผลิตของการประกอบนี้จะถูกออกแบบสำหรับการประกอบผลิตภัณฑ์หลักหรือการประกอบชิ้นส่วนย่อย และแต่ละสถานีการผลิต อาจจะประกอบไปด้วยเครื่องจักร 1 เครื่องหรือมากกว่า และบุคคลที่ทำงานที่จะทำงานประกอบให้เสร็จสิ้น

*Transfer line*

**สายการผลิตต่อเนื่องเป็นหน่วยการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่เครื่องจักรกลจะถูกเรียงลำดับตามลำดับของการปฏิบัติงานเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ สายการผลิตต่อเนื่อง ถูกจัดตามลำดับขั้นตอนกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์หนึ่ง หรือในสายการผลิตต่อเมื่อเวลาที่ใช้จัดการตั้งค่าเปลี่ยนจากผลิตภัณฑ์หนึ่ง ๆ ไปเป็นผลิตภัณฑ์อีกตัวหนึ่งมักจะใช้เวลาที่ยาวนานและวิธีการสลับซับซ้อน ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสำหรับเครื่องมือเครื่องจักรที่เฉพาะเหล่านี้ ต้องใช้เงินลงทุนสูงมาก**

2.1.4 ขอบเขตของการประยุกต์ใช้หน่วยการผลิตในอุตสาหกรรม

แนวคิดของหน่วยการผลิต สามารถถูกนำไปประยุกต์ใช้ได้มากมาย แต่มันจะเหมาะกับกรณีที่ชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์เป็นชิ้นและผลิตภัณฑ์จะถูกผลิตโดยกระบวนการผลิตที่มีหลายขั้นตอน ในตารางที่ 2.2 แสดง บางอุตสาหกรรมที่เหมาะที่จะใช้หน่วยผลิตนั้น ระบบการผลิตแบบเซลลูลาร์นั้นสามารถถูกใช้ในสภาพการผลิตใด ๆ ก็ได้ ที่อาจจะมีหนึ่งผลิตภัณฑ์หรือมากกว่าที่ต้องใช้กระบวนการและทรัพยากรในการประกอบหรือผลิตคล้ายคลึงกัน สภาพที่เหมาะสมของการประยุกต์ใช้หน่วยงานการผลิตแสดงไว้ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 ขอบเขตในการนำหน่วยการผลิตมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม

| ขอบเขตในการนำหน่วยการผลิตมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม |
|---|
| - เครื่องจักรกล และเครื่องมือ |
| - เกี่ยวกับอุตสาหกรรม และอุปกรณ์ทางโครงสร้าง |
| - โรงพยาบาล และ เครื่องมือทางการแพทย์ |
| - การป้องกันผลิตภัณฑ์ |
| - รถยนต์ และเครื่องจักรกล |
| - ชิ้นส่วนต่าง ๆ และส่วนประกอบ |
| - ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ |
| - อุปกรณ์เกี่ยวกับทางเคมี |
| - อุตสาหกรรมการบรรจุหีบห่อ |

ตารางที่ 2.3 สภาพที่เหมาะสมของการประยุกต์ใช้หน่วยงานการผลิต

| สภาพที่เหมาะสมของการประยุกต์ใช้หน่วยงานการผลิต |
| --- |
| - แยกความแตกต่างเล็กน้อยของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์<br>- มีคำอธิบายที่ชัดเจน และมีส่วนประกอบที่มั่นคง<br>- การใช้ตัวเลขเล็ก ๆ ที่ส่วนชิ้นส่วนไม่เหมาะสมสำหรับการบ่งชี้กลุ่ม<br>- มีแบบสอบถามสม่ำเสมอ และตารางการการส่งที่มั่นคง สำหรับชิ้นส่วน หรือส่วนประกอบ<br>- กระบวนการจัดการลำดับชิ้นส่วน จะต้องการกรรมวิธีทางเครื่องจักรน้อยที่สุด หรือไม่มีเลย ซึ่งไม่สามารถแสดงได้ภายในหน่วยการผลิต<br>- ผู้รับช่วงงานต่อ และผู้จัดหาวัตถุดิบ จะต้องมีความสามารถ และความน่าเชื่อถือในการมอบส่ง โดยมีความเป็นผู้นำอยู่บ้าง<br>- ทำการเปลี่ยนแปลงหรือติดตั้งอุปกรณ์ชิ้นส่วนด้วยเวลาที่ต่ำ<br>- มีกำลังการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพ และการทำอุปกรณ์มี Downtimes ที่ต่ำ<br>- มีทักษะและความยืดหยุ่นในการทำงาน<br>- มีความสามารถในการจัดหาเครื่องประกอบ การวางเส้นทางของส่วนประกอบ ชิ้นส่วนที่ทันสมัยและเชื่อถือได้<br>- การจัดการให้ Cellularization เป็นที่น่าเชื่อถือที่สุด คือทิศทางในอนาคตสำหรับบริษัท |

2.1.5 คุณลักษณะของหน่วยการผลิตทั่ว ๆ ไป

โดยทั่วไปหน่วยการผลิตจะมีคุณลักษณะได้ดังแสดงในตารางที่ 2.4 อย่างไรก็ตาม คุณลักษณะที่ได้แสดงไว้นั้น สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยง่ายโดยขึ้นอยู่กับวัฒนธรรมของบริษัท ระดับของความอัตโนมัติ ความต้องการที่คงที่และปัจจัยทางการปฏิบัติงานอื่น ๆ หรือกลยุทธ์ในการปฏิบัติงานอื่นๆ ที่เป็นลักษณะเฉพาะของสิ่งแวดล้อมในธุรกิจของบริษัท

ตารางที่ 2.4 ลักษณะของหน่วยการผลิต

| ลักษณะของหน่วยการผลิต |
|---|
| - หน่วยการผลิตมีระยะของค่าสำหรับหมายเลขของคน (1 – 6) และสถานีงาน (1 – 10) ในเขตพื้นที่ทางเข้าและออกที่เจาะจง<br>- เครื่องจักรถูกวางในรูปแบบ U เพื่อทำและให้ง่ายต่อการเคลื่อนย้ายวัสดุชิ้นเล็ก ๆ<br>- งานส่วนมากจะเสร็จสิ้นในหน่วยการผลิต แต่งานจำนวนหนึ่งจะถูกส่งให้พ่อผลิตภายนอกหรือหน่วยงานภายในโรงงาน ในบางกรณี โดยเฉพาะงานร้าน อาจจะถูกเคลื่อนย้ายจากส่วนอื่นๆของโรงงานในเวลาที่เจาะจง<br>- หน่วยการผลิตมีเอกสารอ้างอิงและควบคุมวัสดุการผลิตสำหรับแต่ละงาน และพื้นที่สำหรับใช้บันทึกเครื่องมือประจำของมันเอง<br>- หน่วยการผลิตมีส่วนประกอบของเครื่องจักร หรืออันดับการผลิตและการวางเส้นทางสำหรับส่วนประกอบทั้งหมด ทางวิศวกรรมสัมพันธ์ งานการออกแบบ และการสนับสนุนทั้งหมดถูกทำโดยหมู่ของผู้กระทำในหน่วยการผลิต<br>- หน่วยการผลิตทำจะทำการตรวจตราและการกำหนดรายการงานด้วยตัวของมันเอง<br>- ส่วนประกอบของเครื่องจักรและเป้าหมายการผลิตและระดับเศรษฐกิจ ถูกตั้งโดย คณะการจัดการที่ปรึกษากับผู้กระทำหน่วยการผลิต<br>- การรับสมัครสมาชิกใหม่ทั้งหมดถูกทำโดยการจัดการในการปรึกษากับผู้กระทำหน่วยการผลิต<br>- ผู้นำหน่วยการผลิตถูกแต่งตั้งโดยการจัดการในการปรึกษากับผู้กระทำหน่วยการผลิต<br>- กลุ่มผลผลิตของส่วนประกอบที่คล้ายกัน ต้องการเครื่องจักรหรือสถานีงานในหน่วยการผลิตที่คล้ายกัน<br>- สมาชิกถูกชำระค่าจ้างในแผนการส่งเสริมของกลุ่ม |

2.1.6 วิธีการออกแบบหน่วยการผลิต

ปัญหาการออกแบบที่สำคัญประการหนึ่งที่สุด ในการเปลี่ยนจากผังการผลิตที่มีอยู่เป็นผังแบบหน่วยการผลิตโดยสิ้นเชิงนั้น คือ ปัญหาในการจัดกลุ่มชิ้นส่วนต่าง ๆ ซึ่งมี 3 วิธีการที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในการแก้ไขปัญหาเหล่านี้วิธีการทั้งหมดนั้นจะใช้เวลานานและมีการวิเคราะห์ข้อมูลมากมายโดยบุคคลที่ได้รับการฝึกอบรมอย่างเหมาะสม วิธีการเหล่านี้คือ

- Eyeballing
- Production flow analysis (PFA)
- Parts Classification and Coding (C&C)

2.1.6.1 Eyeballing

**วิธีการ** Eyeballing **(หรือมักจะเรียกว่า** visual inspection method **คือการตรวจสอบด้วย** ตา หรือการมองเห็น) ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดและเป็นวิธีการที่สิ้นเปลืองน้อยที่สุด วิธีนี้จะทำการจัดจำแนกส่วนในแต่ละส่วนเป็นประเภทต่าง ๆ โดยไม่ว่าจะเป็นจากการดูลักษณะของแต่ละชิ้นส่วนเองหรือจากการวาดแบบและจัดเรียงแต่ละส่วนเป็นกลุ่มๆโดยอาศัยเกณฑ์ทั่ว ๆ ไป วิธีการนี้จะมีข้อจำกัดมากในกรณีที่ต้องพิจารณามาก ความถูกต้องแม่นยำ ในการจัดกลุ่มโดยวิธีนี้นั้นโดยทั่ว ๆ ไป จะมีความถูกต้องแม่นยำน้อยที่สุดในสามวิธี

2.1.6.2 การวิเคราะห์แผนการผลิต Product Flow Analysis (PFA)

การวิเคราะห์แผนการผลิตถูกเสนอเป็นครั้งแรกโดย Burbidge (1961, 1963) เป็นวิธีการสำหรับการจัดกลุ่มชิ้นส่วน และจัดกลุ่มเครื่องจักรกล โดยการวิเคราะห์รายการข้อมูล กระบวนการผลิตที่แสดงไว้ใน Route Sheet ของส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ในโรงงาน โดยจะจัดกลุ่มชิ้นส่วนที่มีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานที่คล้าย ๆ กัน วิธีการนี้จำเป็นต้องมีการจัดทำเอกสารแผนกำหนดช่องทางเดินของส่วนประกอบอย่างดีและมีความเชื่อถือได้ ถึงกระนั้นข้อเสียของ PFA คือการที่วิเคราะห์หาความถูกต้องของเอกสารกำหนดช่องทางเดินของส่วนประกอบที่มีอยู่โดยไม่ได้พิจารณา ไม่ว่าจะเป็นแผนกระบวนการ/ขั้นตอนนี้ทันสมัยหรือไม่ หรือมีความเหมาะสมที่สุดภายใต้ข้อจำกัดของเครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่มีอยู่อย่างมากมายหรือไม่ ในโรงงานหนึ่ง ๆ นั้น วิธีการดั้งเดิมของ PFA จะประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนด้วยกัน โดยที่แต่ละขั้นตอนจะเป็นการทำงานกับส่วนย่อยของโรงงาน สี่ขั้นตอนเหล่านี้ได้แก่ Factory Flow Analysis, Group Analysis, Line Analysis, Tooling Analysis.

2.1.6.3 การจัดจำแนกและการลงรหัส (Parts Classification and Coding)

การจัดจำแนกและการลงรหัสนั้นเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานานมาก และเป็นกิจกรรมที่มีความสลับซับซ้อน วิธีการนี้พยายามที่จะจัดกลุ่มบทบาทและหน้าที่ตามการออกแบบที่คล้ายๆกันหรือผลงานการผลิตในแต่ละประเภท คุณลักษณะของแต่ละชิ้นส่วนเช่น มิติ, รูปร่างลักษณะ, auxiliary, หรือ ฟันเกียร์ นั้นจะถูกจัดให้เป็นเลขรหัส เลขรหัสสำหรับแต่ละชิ้นส่วนจะมีความกระชับและจะมีลักษณะที่แน่นอนของแต่ละส่วน ข้อมูลแต่ละตัวที่ผ่านการประมวลผลออกมาจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดเรียงและจัดกลุ่มแต่ละส่วนในแต่ละประเภท หน่วยผลิตสำหรับแต่ละประเภทนั้นๆ จะถูกจัดจำแนกโดยการจับคู่แต่ละส่วน ในแต่ละประเภทกับความสามารถของเครื่องจักรกล และความสามารถในการปฏิบัติงานของเครื่องนั้น ๆ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลของหน่วยการผลิตโดยการใช้ C&C จำเป็นจะต้องนำมาวิเคราะห์ การไหลของผลิตภัณฑ์ (PFA) ในการตัดสินใจพิจารณาการจัดสรรเครื่องจักรและพิจารณาองค์ประกอบของหน่วยการผลิต

2.1.7 ประโยชน์ของหน่วยการผลิต

ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น หน่วยการผลิตเป็นกลุ่มของเครื่องจักรกลที่ทำหน้าที่ไม่เหมือนกันจะถูกนำมาติดตั้งไว้ในบริเวณใกล้เคียงกันและช่วยในการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ประโยชน์ที่สำคัญที่จะได้รับจากการใช้หน่วยต่าง ๆ คือ การส่งเสริมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแผนงานของหน่วยผลิต ประโยชน์ของหน่วยผลิตสามารถแบ่งแยกออกได้เป็น 2 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ประโยชน์ของหน่วยผลิต

| ประโยชน์ของหน่วยผลิต |
|---|
| *ข้อดีของจุดยุทธศาสตร์* |
| - การขนส่งที่ตรงเวลา |
| - ปรับปรุงการตอบรับ |
| - ลดสินค้าคงคลัง |
| - ปรับปรุงคุณภาพ |
| - ปรับปรุงการไหลของงาน |
| - เพิ่มลักความยืดหยุ่นในการปฏิบัติงาน |
| - การปรับปรุงวัฒนธรรมของบริษัท |
| - การใช้อุปกรณ์ให้เป็นประโยชน์มากขึ้น |
| - การใช้ทักษะของแรงงานมากขึ้น |

ตารางที่ 2.5 ประโยชน์ของหน่วยผลิต (ต่อ)

| ประโยชน์ของหน่วยผลิต |
|---|
| - ความพอใจในงาน<br>- ปรับปรุงการไหลข้อมูล<br>*ข้อดีของโรงงาน*<br>- ความเร็วในการส่งต่อชิ้นส่วนต่าง ๆ และส่วนประกอบของเครื่องจักร<br>- การลดงานในกระบวนการทำงานและระดับสินค้าคงเหลือที่เสร็จสิ้น<br>- การลดระยะการลำเลียงและการเดินทางสำหรับส่วนวัสดุ<br>- การตัดสิ่งที่ไม่จำเป็นออก (การเก็บรักษา, การตรวจตรา, และการลำเลียง)<br>- การเพิ่มความจุโดยการลดเวลาการติดตั้ง และการกระตุ้นการกำหนดรายการของชิ้นส่วนต่าง ๆ<br>- การประกอบเครื่องจักรด้วยความระมัดระวังและการวิเคราะห์ความต้องการของเศรษฐกิจ<br>- การปรับปรุงคุณภาพโดยการลดทิ้งและการประมวลผลผันแปรตามที่แสดงดีกว่าการคำนวณ<br>- สร้างทีมแรงงานอิสระในการจัดการหน่วยการผลิตของเขาเอง<br>- สร้างศูนย์กลางราคาที่เหมาะสมกับกิจกรรมของแต่ละหน่วยการผลิตและสิ่งที่ได้<br>- การทำการผลิตที่ง่ายและการวางแผนชิ้นส่วนเของเครื่องจักรและการควบคุม, การกำหนดรายการ, โหลดการสมดุล, และการวิเคราะห์ความต้องการความจุ<br>- การช่วยให้คำแนะนำต้องมีความสะดวกสบายเพื่อความล่าช้าในการส่งแผนงานน้อยที่สุด<br>- การเตรียมความจุและตารางข้อมูลการขายและเจ้าหน้าที่การตลาดอ |

ประโยชน์ที่เห็นได้ชัดเจนของหน่วยการผลิต คือ การกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องจักรกลทั้งหมดให้มีความใกล้ชิดกัน เพื่อการผลิตกลุ่มของชิ้นส่วนที่มีความคล้ายคลึงกัน (Wemmerlov and Hyer, 1989) ซึ่งประโยชน์ในข้อนี้ ทำให้ลดระยะทางทั้งหมดที่จะต้องเดินทางของชิ้นส่วนการผลิตในแต่ละประเภท การลดเวลาระหว่างลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน จะช่วยลดปริมาณงานที่อยู่ระหว่างการทำงาน ของแต่ละส่วนในการที่จะใช้ประกอบผลิตภัณฑ์นั้น ถ้าสามารถทำให้รูปแบบการไหลของวัสดุในหน่วยการผลิตเป็นรูปแบบที่ง่ายแล้ว ก็จะช่วยในด้านการวางผังโรงงานและระบบขนส่งชิ้นส่วนในโรงงานด้วย และสามารถที่จะจัดลำดับแต่ละชิ้นส่วนของ

ประเภทนั้น ๆ ที่เหมือนกัน หรือ การปฏิบัติงานที่คล้ายกันได้อย่างต่อเนื่อง การควบคุมคุณภาพสามารถทำได้ง่าย เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานที่ควบคุมเครื่องจักรที่ใกล้เคียงกันสามารถตรวจสอบแต่ละส่วนที่พบความบกพร่องได้ ความสามารถของเครื่องจักรและความซับซ้อนของชิ้นส่วนต่าง ๆ นั้นสามารถทำได้งานเนื่องจากหน่วยการผลิตนั้นงานในการกำหนดแบบแผนงาน ข้อมูลนี้เมื่อนำมารวมกับการคาดการณ์ความสามารถของเครื่องจักรที่จะสามารถทำได้ จะช่วยในการยอมรับหรือปฏิเสธ ชุดของชิ้นส่วนใหม่ ๆ ได้ หน่วยการผลิตสามารถจะจำกัดเวลาที่ใช้ในการผลิตของแต่ละชิ้นส่วนได้ โดยการลดเวลาของการเดินทางของวัสดุ, เวลาในการตั้งค่าเครื่องจักร และ เวลาที่คอยการปฏิบัติงาน นอกจากนี้ การสร้างหน่วยการผลิตใหม่สามารถทำให้มองระบบการผลิตขนาดใหญ่เป็นกลุ่มระบบที่เล็กกว่าและสามารถจัดการได้ง่าย การเดินทางของวัสดุของระบบย่อยเหล่านี้ จะสามารถจัดการได้ง่ายกว่า ท้ายที่สุด การสร้างหน่วยการผลิตเป็นขั้นแรกของการทำงานของเทคโนโลยีการผลิตใหม่ เช่น Computer-Aided Design (CAD), Computer-Aided Manufacturing (CAM), Flexible Manufacturing systems (FMS), Computer-Aided Process Planning (CAPP), และ Concurrent Engineering (CE) นี่เป็นเพราะว่าหน่วยคือ รูปแบบธรรมชาติของระบบการผลิตแบบอัตโนมัติในโรงงานขนาดใหญ่ที่สามารถควบคุมให้ทำงานอย่างอัตโนมัติโดยคอมพิวเตอร์

หน่วยการผลิตยังมีประโยชน์ในเชิงนามธรรมอีก (Vakharia and Kaku, 1993) คือ ประการแรก การปฏิบัติงานของหน่วยการผลิต สามารถที่จะมองได้เป็นปรัชญาการจัดการ ทำให้เกิดความสำเร็จในการทำงานเป็นทีม, การใช้เทคโนโลยีการผลิตที่เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์, และใช้ส่งเสริมความสามารถในการแข่งขันขององค์กร ประการที่สอง หน่วยการผลิตจะนำไปสู่ แรงจูงใจและความเชื่อมั่นที่สูงขึ้น เนื่องจากความพึงพอใจในงาน ประการที่สาม การเปลี่ยนเป็นหน่วย cellular system จะมีผลดีที่จะช่วยตระเตรียมหนทางไปสู่การเป็นระบบอัตโนมัติ ด้วยการควบคุมคอมพิวเตอร์สำหรับ CMS, การจัดการและการผลิตจะสามารถประสบความสำเร็จในด้านการลดต้นทุนและระบบอัตโนมัติได้

### 2.1.8 ข้อเสียของหน่วยการผลิต

อย่างไรก็ตาม การดำเนินงานชองหน่วยผลิตมีข้อเสียเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะการวางผังโรงงานแบบเดิม ผลเสียสามารถพบได้จากลักษณะของการออกแบบหน่วยการผลิต และข้อจำกัดทางวิธีการที่ใช้ออกแบบและการประเมินหน่วยการผลิต ข้อเสียเหล่านี้สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ข้อเสียของการส่งเสริมการใช้หน่วยการผลิต

| ข้อเสียของการส่งเสริมการใช้หน่วยการผลิต |
|---|
| *ข้อเสียของหน่วยการผลิต*<br>- ต้องใช้การลงทุนสูงในการติดตั้งเครื่องจักรและการวางผังโรงงานใหม่<br>- ไม่มีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงยอดการผลิต, เปลี่ยนแปลงการผสมของผลิตภัณฑ์ ,การสั่งสินค้าที่ผลิตไม่บ่อย, การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์, แผนกระบวนการผลิต และการปรับปรุงเทคโนโลยี<br>- ความไม่สมดุลของการใช้ของเครื่องจักรและแรงงานให้เป็นประโยชน์<br>- เมื่อมีปัญหาเครื่องจักรเสียหรือคนงานขาดงานอาจทำให้ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ ฯลฯ<br>*ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างหน่วยการผลิต*<br>- การขาดความรู้วิธีการจัดหรือสร้างหน่วยการผลิต<br>- การรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์เสียเวลา<br>- มีอุปสรรคในการนำเอาปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงง่ายเข้าไปในกระบวนการการออกแบบหน่วยการผลิต |

ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.6 หน่วยการผลิตยังมีข้อเสียที่พบได้อยู่บางประการ ประการแรก การดำเนินงานของหน่วยการผลิตมักนำไปสู่ค่าการลงทุนที่สูง เช่น เครื่องจักรกลจำเป็นต้องมีหลายเครื่อง เพื่อใช้ในการสร้างหน่วยการผลิตอิสระ ด้วยเหตุนี้ ในการดำเนินงานของหน่วยการผลิต ต้องพิจารณาเปรียบเทียบกันระหว่างประโยชน์ในเชิงปฏิบัติการเช่น การลด work-in-process (WIP) และ เวลาที่ใช้ในการผลิตกับค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการลงทุนที่สูง (Vakharia, 1986) ประการที่สอง CMS อาจมีความยืดหยุ่นน้อยกว่าการวางผังโรงงานแบบตามหน้าที่ในส่วนงานใหม่ ๆ ไม่ว่าจะเป็นหน่วยการผลิตใด ๆ เนื่องจาก เครื่องมือขาดความสามารถที่จะทำได้ ด้วยเหตุนี้ ความล้มเหลวในระบบ CMS อีกประการหนึ่ง คือ การไม่สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงความต้องการสินค้าในระยะยาวได้ ประการที่สาม ข้อเสียที่ชัดเจนอีกของหน่วยการผลิต คือ การใช้เครื่องจักรกลและแรงงานได้น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การวางผังโรงงานตามหน้าที่ โดยการสร้างหน่วยการผลิตอิสระที่สมบูรณ์แบบ เครื่องจักรบางชนิดต้องมีอีกชุดหนึ่งระหว่างหน่วยการผลิตแต่ละหน่วยการผลิต จุดนี้อาจจะมีการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรบางชนิดต่ำได้ บางครั้งปริมาณงานที่ไม่เท่ากันอาจจะเกิดพบได้ เมื่อเปิดระบบการผลิต เมื่อเครื่องจักรบางชนิดในหน่วยการผลิตมีประสิทธิภาพมากกว่าเครื่องตัวอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม เป็นไปไม่ได้ที่จะจัดการระบบการผลิตในที่ ๆ มีเครื่องจักรและพนักงานมีความสามารถเท่าเทียมกัน (Burbidge, 1971) ประการ

สุดท้าย เมื่อเครื่องจักรเกิดความบกพร่องหยุดทำงาน อาจทำให้อัตราการผลิตของหน่วยการผลิตต่ำลง เพราะขาดเครื่องจักรที่ทำหน้าที่เหมือนกันมาทดแทนเครื่องจักรที่เสียไป

ข้อเสียอื่น ๆ บางประการที่จะพบได้ เนื่องจากวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ออกแบบและประเมินหน่วยการผลิต ประการแรก ปัญหาประการแรกคือ ยังไม่มีวิธีการในการจัดแบบหน่วยการผลิตที่ยืดหยุ่นง่ายและครอบคลุม ที่จะช่วยจัดแยกชนิดของหน่วยการผลิตได้อย่างรวดเร็ว และประหยัดสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์หลาย ๆ ชนิด วิธีการที่มีอยู่นั้น ยังมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น จำเป็นต้องใช้ข้อมูลในปริมาณมาก, ต้องมีหลายขั้นตอนสลับซับซ้อนในการวิเคราะห์ ประการต่อมา ในการเก็บรวบรวมและตรวจสอบข้อมูล, การเลือกวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะสม, และการแปลผลหรือการประยุกต์ใช้จะเป็นการเสียเวลาอย่างมาก และมีค่าใช้จ่ายสูง ข้อมูลที่ได้รับมาจากบริษัท มักจะมีความผิดพลาดหรือ ข้อมูลเก่าแล้วเมื่อนำมาทำการวิเคราะห์ ในท้ายที่สุดวิธีการจัดหน่วยการผลิตโดยส่วนใหญ่ จะถือว่าข้อมูลที่ใช้ในการสร้างหน่วยการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง

แต่ในความเป็นจริงแล้ว ปัจจัยการดำเนินงานต่าง ๆ สามารถมีอิทธิพลต่อการจัดสรรเครื่องจักรกล, การกำหนดส่วนการผลิตต่าง ๆ , และแบบแผนสำหรับหน่วยการผลิต (Wemmerlov and Hayer, 1987) หน่วยการผลิตและกลุ่มผลิต จะถูกผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทั้งระยะสั้นและระยาวหรือถาวรได้ เครื่องจักรกลเสียหรือการขาดงานของพนักงานนั้น เป็นรูปแบบเฉพาะของความเสียหายในระยะสั้นที่จะทำให้ชิ้นส่วนต้องไปทำงานที่หน่วยการผลิตอื่น ตัวอย่างของการปรับเปลี่ยนระยะยาวคือ การเปลี่ยนเทคโนโลยีการผลิต, การปรับปรุงการออกแบบส่วนการผลิต, การเปลี่ยนรูปแบบของผลิตภัณฑ์อันเก่าในหน่วยการผลิตและเปลี่ยนแผนกระบวนการผลิตให้เพียงพอจากความเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจากเครื่องจักรกล

### 2.1.9 บทสรุป

CMS เริ่มเป็นรากฐานของแนวคิดอื่น ๆ เช่น แนวทางการตั้งค่าเครื่องจักร, การออกแบบการผลิตเพื่อปรับปรุงอัตราการผลิตและ การปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพ เกณฑ์ที่แตกต่างกันสามารถถูกนำมาใช้ในการจัดหน่วยการผลิต หน่วยการผลิตต่าง ๆ จะช่วยในส่วนต่าง ๆ ของอุตสาหกรรม ตั้งแต่ อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์และชิ้นส่วนประกอบ จนถึงการประกอบยานยนต์และต่อเรือ ในเมื่อหน่วยการผลิตมีข้อดีเช่น ลดเวลาและ WIP แต่ก็ยังมีข้อเสีย โดยเฉพาะไม่มีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนการผลิตผลิตภัณฑ์หลาย ๆ ชนิดร่วมกัน และการปรับเปลี่ยนปริมาณการผลิตและเครื่องจักรกลที่พบความเสียหาย นอกจากนี้ถ้าหากมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างองค์กร ปรัชญา CMS และแนวคิดในการออกแบบ สามารถที่จะนำไปใช้ในการฝึกอบรม, ออกแบบเครื่องมือ, แผนกลยุทธ์ สำหรับองค์กรการผลิตได้ และในการแก้ปัญหาการลดขนาดองค์กรได้

## 2.2 บทนำเบื้องต้นปัญหาการสร้างหน่วยการผลิต (Cell Formation Problem)

### 2.2.1 นิยาม

ดังที่กล่าวมาแล้ว CMS เป็นกลยุทธ์ที่แบ่งแยกระบบการผลิตออกเป็นกลุ่มระบบเล็ก ๆ หรือหน่วยการผลิต โดยแต่ละหน่วยการผลิตอาจจะสามารถผลิตชิ้นส่วน/ ส่วนประกอบให้เสร็จสมบูรณ์ในตัวมันเอง ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ปรัชญาการผลิตที่รู้จักกันดีคือ GT ซึ่งสามารถที่จะแบ่งปัญหาใหญ่ ๆ นั้นลงเป็นปัญหาที่สามารถจัดการได้ให้เล็กลงเป็นกลุ่ม และแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ใน CMS เราได้แบ่งเครื่องจักรกลและชิ้นส่วนเป็นกลุ่ม โดยกระบวนการทั้งหมดสามารถเกิดขึ้นได้ด้วยความสำเร็จภายในหน่วยการผลิตเครื่องจักรกล ในสถานการณ์ที่แต่ละกลุ่มไม่สามารถทำได้ ชิ้นส่วนต่าง ๆ ก็จะผ่านไปยังหน่วยการเครื่องจักรอื่น ๆ เมื่อมีการจัดระบบกระบวนการที่มีอยู่เป็นระบบ CMS ก็จะมีจุดมุ่งหมายคือ ลดปริมาณการเคลื่อนย้ายของระหว่างหน่วยการผลิตเพราะต้องการเครื่องจักรที่จำเป็นในหน่วยการผลิตนั้นมีความอิสระจากเครื่องจักรในหน่วยการผลิตนั้น

การจัดระบบแผนการทำงานเป็นระบบ CMS สามารถทำได้โดยใช้ Route Card ของชิ้นส่วนต่าง ๆ จากจุดนี้ โดยชิ้นส่วนเหล่านี้ จะผ่านมายังเครื่องจักรต่างๆ และสามารถอ่านได้ในรูปแบบของเมตริกซ์ ที่เรียกว่า machine-component incidence matrix

ตัวอย่างของเมตริกซ์ แสดงในตารางที่ 2.7 โดยในแถวแสดงถึงเครื่องจักรและในคอลัมน์แสดงถึงชิ้นส่วนต่างๆ และหมายเลข 1 ชี้ให้เห็นว่า ชิ้นส่วนนี้ต้องการเครื่องจักรในการผ่านกระบวนการ จากจุดนี้ข้อมูลเช่น ลำดับที่แท้จริงของการทำงานและจำนวนของความสามารถที่ทำได้ของเครื่องจักรยังไม่ได้ใช้ สิ่งเหล่านี้จะพิจารณาวิเคราะห์หลังจากที่ได้กลุ่มเบื้องต้นแล้ว

### 2.2.2 การสร้างหน่วยการผลิตโดยใช้ต้นแบบ Zero – One

#### 2.2.2.1 การพิจารณาบล็อกแนวเฉียง

เราจะได้หน่วยการผลิตเครื่องจักรและประเภทชิ้นส่วนจาก Machine - component incidence matrix วิธีการหนึ่งคือ การจัดกลุ่มเมตริกซ์ โดยแถวและคอลัมน์จะมีการสลับลำดับกันและนำมาจัดกลุ่มในแนวเฉียงเกิดขึ้น machine - component incidence matrix ที่ได้แสดงในตารางที่ 2.7 และโครงสร้างการจัดกลุ่มเมตริกซ์ได้แสดงในตาราง 2.8 จากตรงนี้จะเห็นหน่วยการผลิตเครื่องจักรและประเภทชิ้นส่วน ซึ่งจะมี 3 หน่วยการผลิตและ 3 กลุ่มประเภท

พิจารณา Machine - component incidence matrix ที่ได้แสดงในตาราง 2.9 และโครงสร้างจัดบล็อกที่แสดงในตาราง 2.10 ตรงนี้เซลล์เครื่องจักรกลและประเภทชิ้นส่วนจะไม่เห็นดังที่เห็นในตาราง 2.8 เพราะมีการเคลื่อนที่ระหว่างหน่วยการผลิต และจำนวนที่แน่นอนของกลุ่มก็ไม่ชัดเจน เราจะใช้วิธีการแก้ปัญหาอย่างอื่น โดยที่เราจะจัดแบ่งแถวและคอลัมน์

ตารางที่ 2.7 เครื่องจักรและส่วนประกอบแสดงในรูปเมตริกซ์

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | | 1 |
| 2 | | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | 1 | |
| 3 | | | | | | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | 1 | | |
| 4 | 1 | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | | 1 |
| 5 | | | | | | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | 1 | | |
| 6 | | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | 1 | |
| 7 | 1 | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | | 1 |
| 8 | | | | | | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | 1 | | |
| 9 | | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | 1 | |
| 10 | | | | | | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | 1 | | |

ตารางที่ 2.8 โครงสร้างของบล็อกเส้นทแยงมุม

| | 1 | 4 | 9 | 15 | 16 | 20 | 2 | 3 | 5 | 8 | 11 | 14 | 17 | 19 | 6 | 7 | 10 | 12 | 13 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | |
| 6 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | |
| 9 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

*ประโยชน์ของการจัดบล็อก*

**โครงสร้างบล็อก**แสดงในตารางที่ 2.9 และ 2.10 จะช่วยผู้วางแผนปฏิบัติตามได้ (Shargal et al., 1995):

**ตารางที่ 2.9 เครื่องจักรและ**ส่วนประกอบแสดงในรูปเมตริกซ์ (จาก King และ Nakornchai, 1982)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | |
| 2 | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | |
| 3 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | |
| 4 | | | | | 1 | | | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | 1 | | | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | 1 |
| 6 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| 7 | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | 1 | | 1 |
| 9 | | 1 | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | |
| 10 | 1 | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | |
| 11 | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | 1 | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | 1 | |
| 14 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| 16 | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | 1 |

ตารางที่ 2.10 โครงสร้างเส้นทแยงมุม

| | 2 | 4 | 10 | 18 | 28 | 32 | 37 | 38 | 40 | 42 | 6 | 7 | 17 | 34 | 35 | 36 | 5 | 8 | 9 | 12 | 14 | 15 | 16 | 19 | 21 | 23 | 29 | 33 | 41 | 43 | 1 | 13 | 25 | 26 | 31 | 39 | 3 | 11 | 20 | 22 | 24 | 27 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 1 | | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | | |
| 8 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | |
| 13 | 1 | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1. การจัดจำนวนหน่วยการผลิต

โครงสร้างบล็อกจากตารางที่ 2.10 สามารถแบ่งได้เป็น 4 หรือ 5 กลุ่ม จำนวนของบล็อกจะบอกเราถึงจำนวนหน่วยการผลิต

2. องค์ประกอบเครื่องจักรและประเภท

แต่ละบล็อกที่แสดงในภาพจะจับคู่กลุ่มของเครื่องจักรกลกับกลุ่มของประเภทชิ้นส่วน

3. ความซับซ้อนของหน่วยการผลิต

สามารถชี้ความซับซ้อนได้จากจำนวนชนิดของเครื่องจักรกลและชิ้นส่วนต่างๆกับความต้องการการใช้เครื่องจักรกลที่ไม่เหมือนกัน

4. Bottleneck Machines

เครื่องจักรชนิดที่ถูกใช้โดยกลุ่มชิ้นส่วน 2 หรือ 3 กลุ่มอาจเป็นเครื่องจักรคอขวด ตัวอย่างคือ เครื่องจักรกลที่ 6 และ 8 ในตารางที่ 2.10 การตัดสินใจที่จะต้องใช้เครื่องจักรกล 2 ชุดนั้นขึ้นอยู่กับการลงทุนและเงื่อนไขของการพิจารณา

5. Bottleneck Parts

ชิ้นส่วนที่ต้องการเครื่องจักรกลมากกว่า 2 หน่วยการผลิต ตัวอย่างเช่น ส่วนที่ 2 ในตารางที่ 2.10

6. Exceptional Operations

ชิ้นส่วนที่ต้องการการปฏิบัติงานพิเศษในหน่วยการผลิตอื่นๆ เช่น ส่วนที่ 9 ในตารางที่ 2.10

7. Feasibility of cell formation

เป็นไปได้ที่จะแบ่งหน่วยการผลิตจากบล็อก และถ้าจะเป็นอย่างนั้นได้ต้องมีการฝึกฝนอย่างเหมาะสม เช่น เป็นเรื่องง่ายที่จะแบ่งแยกหน่วยการผลิตจากตารางที่ 2.8 ในขณะที่จะยากเล็กน้อยในตารางที่ 2.10 และในตารางที่ 2.10 หน่วยการผลิตที่ใหญ่ที่สุดมีเครื่องจักรกล 5 เครื่อง (เครื่องที่ 4, 5, 6, 8, 15) แล้วจะยอมรับได้ไหมถ้าจะมีเครื่องจักรกลที่ 6 ในหน่วยการผลิตนั้น ๆ

8. Alternative cell configurations for the same number of cells

จากรูป 2.10 สามารถแยกได้ 2 รูปแบบใน 5 หน่วยการผลิต รูปแบบแรก คือ {1, 2, 9, 16}, {3, 14}, {4, 5, 6, 8, 15}, {7, 10} และ {11, 12, 13} และรูปแบบอื่นๆที่อาจจะเป็น {1, 2, 6, 8, 9, 16}, {3, 14}, {4, 5, 8}, {7, 10} และ {11, 12, 13}

9. Alternative cell configurations with different number of groups

เราสามารถพิจารณา 4 หน่วยการผลิตด้วยรูปแบบดังนี้ {1, 2, 3, 9, 14, 16}, {4, 5, 6, 8, 15}, {7, 10} และ {11, 12, 13} สำหรับรูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับเรื่องของต้นทุน

10. การแยกประเภทของชิ้นส่วน

แต่ละชิ้นส่วนสามารถแบ่งแยกได้เป็น 3 กลุ่มคือ

ชิ้นส่วนที่ใช้กับ nonbottleneck machines

ชิ้นส่วนที่ใช้กับ nonbottleneck machines และ bottleneck machines

ชิ้นส่วนที่ใช้กับ bottleneck machines เท่านั้น

11. Shop Layout

เซลล์ที่เกิดบล็อกที่จำเป็นต้องใช้การปฏิบัติงานแบบ bottle neck และส่วนต่างๆนั้นจะต้องจัดให้อยู่ใกล้ชิดกันในผังโรงงาน

12. Cell stability

อาจจะเป็นไปได้ในการสร้างโครงสร้างบล็อกสำหรับแผนแบบการผลิตแบบผสมได้

13. Improvement strategies

แผนการลดขนาดโรงงานและแผนการเพิ่มเครื่องจักรกล สามารถพิจารณาได้จาก bottle neck machine

2.2.2.2 สูตรทางคณิตศาสตร์

มาพิจารณาสูตรทางคณิตศาสตร์ 2 สูตรของปัญหาการจัดกลุ่มที่มาจาก machine-component incidence matrix อย่างแรกคือ ปัญหาค่า *p* - median ที่สร้างขึ้น เพื่อหาค่าผมรวมสูงสุดของเครื่องจักรที่เหมือนกัน อย่างที่ 2 คือ แบบหน่วยการผลิตที่เป็นเส้นตรง โดยลดจำนวนการเคลื่อนย้ายระหว่างหน่วยการผลิต

*การสร้างแบบจำลองโดยใช้ p - median*

*p* - median หาได้จากจำนวนที่แน่นอนของกลุ่ม โดยการจัดกลุ่มเครื่องจักรกล หรือองค์ประกอบเป็นจำนวนกลุ่มที่แน่นอน เมตริกซ์ของเครื่องจักรที่เหมือนกันจะถูกสร้างมาจาก machine - component incidence matrix โดยการใช้

$$S_{ij} = \sum_k d_k \qquad \text{... สมการที่ 2.1}$$

$$d_k = \begin{cases} 1; & if\ a_{ik} = a_{jk} \\ 0; & otherwisd. \end{cases}$$

เมตริกซ์นี้จะเป็นเมตริกซ์จัตุรัสที่เท่ากัน ความเหมือนระหว่าง 2 เครื่องจักรกล i และ j จะแสดงจำนวนของอุปกรณ์ที่จำเป็นในกระบวนการของทั้งเครื่องจักรและจำนวนอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็น เครื่องจักรจะถูกจัดกลุ่มและหาการวัดค่าความเหมือนกันที่มากที่สุด

ได้ $X_{ij}$ = 1 ถ้าเครื่องจักร i ถูกให้เป็นเครื่องหลักของหน่วยการผลิตและ $X_{ij}$ = 0 ถ้าไม่ใช่

$$\text{Maximize } z = \sum_i \sum_j s_{ij} x_{ij} \quad \text{... สมการที่ 2.2}$$

$$\sum_i x_{ij} = 1, \forall\ j \quad \text{... สมการที่ 2.3}$$

$$\sum_j x_{jj} = p \quad \text{... สมการที่ 2.4}$$

$$x_{ij} \le x_{jj}, \forall i, j$$
$$x_{ij} = o \text{ or } 1 \quad \text{... สมการที่ 2.5}$$

สมการที่ 2.2 นั้นพยายามที่จะหาค่าผลรวมสูงสุดของความเหมือนกัน ในอีกนัยหนึ่ง คือความคาดหวังที่จะจัดกลุ่มอุปกรณ์ที่มีความต้องการใช้ในกระบวนการเดียวกัน

ข้อจำกัดประการแรก (สมการที่ 2.3) ให้เครื่องจักรกลแต่ละเครื่องแก่กลุ่มเดียวเท่านั้น ข้อจำกัดประการที่ 2 (สมการที่ 2.4) ให้จำนวนกลุ่มที่แน่นอน จะมีกลุ่มเครื่องจักรกล j เป็น median ถ้า $X_{jj}$ = 1 ข้อจำกัดประการที่ 3 (สมการที่ 2.5) ต้องแน่ใจว่าได้ให้ค่า median j แก่เครื่องจักรกลเท่านั้น

ค่า *p* - median เป็นปัญหาที่รู้ว่ายากและไม่มีอัลกอริทึมที่จะรับรองได้ว่าจะได้คำตอบที่ดีที่สุดภายใต้ Polynomial Time

ปัญหาเดียวกันสามารถที่จะใช้วิธีการในการหาค่าความไม่แตกต่างกันที่น้อยที่สุด (หรือระยะห่าง) แทนที่จะเป็นการหาความเหมือนคล้ายคลึงกันมากที่สุด ได้จากสมการนี้

$$d_{ij} = \sum_k |a_{ik} - a_{jk}| \cdot \quad \text{... สมการที่ 2.6}$$

ซึ่งจะเห็นได้ว่า $d_{ij} = n - s_{ij}$ ; โดยที่ n คือจำนวนของส่วนต่างๆ

เมื่อจัดกลุ่มของเครื่องจักรกลแล้วให้ชิ้นส่วนแก่กลุ่มที่มีจำนวนเครื่องจักรกลมากที่สุด ถ้าหากให้แก่กลุ่มที่มีเครื่องจักรกลน้อยกว่าแล้วจะไม่มีความเชื่อมโยงกัน

Linear cell formation problem

ปัญหานี้ คือ การที่จำจำกัดการเคลื่อนย้ายระหว่างเซลล์จากจำนวนกลุ่มกลุ่มที่มี มาพิจารณา

$$x_{ik} = \begin{cases} 1; & \text{if machine } i \text{ is in group } k \\ 0; & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$y_{ik} = \begin{cases} 1; & \text{if part } j \text{ is in group } k \\ 0; & \text{otherwise} \end{cases}$$

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ 5000010



Minimize $Z = \sum_i \sum_j \sum_k a_{ij} \left| x_{ik} - y_{jk} \right|$ ... สมการที่ 2.7

$\sum_k x_{ik} = 1 \ \forall i,$ ... สมการที่ 2.8

$\sum_k y_{jk} = 1 \ \forall j,$ ... สมการที่ 2.9

$x_{ik}, y_{jk} = 0$ or 1.

ฟังชั่นหลัก (สมการที่ 2.7) จะแสดงให้เห็น ผลรวมของการเคลื่อนย้ายระหว่างหน่วยการผลิต การเคลื่อนย้ายระหว่างหน่วยการผลิตจะพบเมื่อ ชิ้นส่วน j ในกลุ่มหนึ่งต้องการเครื่องจักรกล i ในบางกลุ่มอื่นๆ ค่าสัมประสิทธิ์จะมีค่าเป็น 1 ถ้าเครื่องจักรกล i และชิ้นส่วน j อยู่ต่างกลุ่มกัน สมการที่ 2.8 และ 2.9 ทำให้แน่ใจได้ว่าเครื่องจักรกลแต่ละเครื่องและส่วนประกอบได้ถูกเชื่อมต่อกันเป็นกลุ่มเดียวเท่านั้น นี่เป็นปัญหาที่ยากที่แสดงให้เห็นและไม่สามารถที่จะแก้ไขได้ดีที่สุดในกรณีที่พีชคณิตมีมากกว่า 2 เทอม

2.2.2.3 การหารูปแบบหน่วยการผลิต

สูตร *p* - median และสูตรหน่วยการผลิตเส้นตรงจะให้จำนวนกลุ่มและให้วิธีการแก้ไขสำหรับจำนวนที่แน่นอนของกลุ่ม ความเชื่ออันดับแรกสุดของ GT คือ หน่วยการผลิตเครื่องจักรกลพบได้ปกติทั่วไป และเป็นหน้าที่ของนักวิจัยหรือผู้จัดการที่จะค้นหามัน

ถ้าไม่รู้จำนวนกลุ่มแต่แรก สูตรเหล่านี้จะต้องใช้วิธีการสำหรับจำนวนกลุ่ม โดยการจัดให้เป็นอันดับ 1 ถึง m ซึ่งจำนวนค่า m สูงสุดจะสามารถเป็นจำนวนกลุ่มของเครื่องจักรที่จัดเป็นกลุ่มได้ ถ้ากลุ่มหนึ่งมีเครื่องจักรอย่างน้อย 2 เครื่อง ค่าสูงสุดคือ m/2 กลุ่ม เมื่อ m คือ จำนวนคู่ และ (m-1)/2 กลุ่ม ถ้า m เป็นจำนวนคี่ ซึ่งเป็นการยากที่จะหาวิธีแก้ปัญหาสำหรับแม่แบบที่มีขนาดใหญ่ ถึงกระนั้นผู้วิจัยต้องใช้วิธีการในการแก้ปัญหาที่เร็วและดี หรือสามารถแก้ปัญหาได้ใกล้เคียงกับปัญหาให้มากที่สุด

วิธีการค้นคว้าส่วนใหญ่ถูกพัฒนา เพื่อให้ได้หน่วยการผลิตเครื่องจักรกลและหน่วยการผลิตประเภทชิ้นส่วนจาก Incidence matrix สามารถจะพบเป็นวิธีการจัดบล็อกของเมตริกซ์ วิธีการเหล่านี้สามารถแบ่งแยกได้เป็น array-based methods, clustering-based methods, mathematical – programming - based methods, graph-theory-based methods และวิธีการอื่นๆ ในส่วนที่ผ่านมานี้ได้แสดงให้เห็นถึง อัลกอริทึม ที่สำคัญบางตัวโดยการใช้เมตริกซ์ที่แสดงในตารางที่ 2.9