บทที่ 3

ระบบการผลิตในปัจจุบันและการสร้างระบบการผลิตแบบเซลล์ของโรงงานตัวอย่าง

คำนำ

การจัดเซลล์เครื่องจักรโดยใช้หลักเกณฑ์ของเทคโนโลยีการจัดกลุ่ม เพื่อที่จะทำการผลิตกลุ่มของชิ้นงาน (Parts Family) หนึ่งๆเป็นกรณีเฉพาะ เป็นการนำข้อได้เปรียบของระบบการผลิตแบบมวลภัณฑ์ (Mass Production) มาสู่ระบบการผลิตแบบงานสั่งทำ (Job - Shop)

แต่การที่จะทำให้เทคโนโลยีการจัดกลุ่มได้ผลสมบูรณ์นั้น จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงในโรงงานอย่างมาก ซึ่งได้แก่ การใช้เครื่องจักรในการปฏิบัติงาน การวางแผนและการควบคุมการผลิต การจัดตารางกำหนดการผลิต การจัดลำดับขั้นตอนของงานเพื่อที่จะให้เวลาเตรียมเครื่อง (Set Up Time) น้อยที่สุด โครงสร้างในการบริหาร และที่สำคัญก็คือการวางผังโรงงานจะต้องเปลี่ยนลักษณะมาเป็นการวางผังแบบกลุ่ม เพื่อให้เซลล์เครื่องจักรเป็นจริงขึ้นมาได้บนพื้นโรงงาน

โรงงานตัวอย่าง

1. ประเภทของโรงงาน

โรงงานที่เป็นต้นแบบในการวิจัยครั้งนี้ เป็นโรงงานผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศและตู้เย็น ซึ่งมีระบบการผลิตแบบงานสั่งทำ จะผลิตประเภทของผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนจำกัด ผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่สั่งซื้อจากภายนอก และชิ้นส่วนที่ทางโรงงานผลิตขึ้นเอง ชิ้นส่วนทั้งหมดทำการผลิตเป็นรุ่น ขนาดของรุ่นขึ้นอยู่กับการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากลูกค้า ด้วยเหตุที่ว่าชิ้นส่วนแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันในรูปร่าง จึงทำให้ต้องใช้เวลาในการปรับแต่งเครื่องจักรเพื่อให้สอดคล้องกับการปฏิบัติงานที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของความแตกต่างและประเภทของการปฏิบัติงาน

2. จำนวนประเภทของผลิตภัณฑ์ที่โรงงานตัวอย่างผลิต

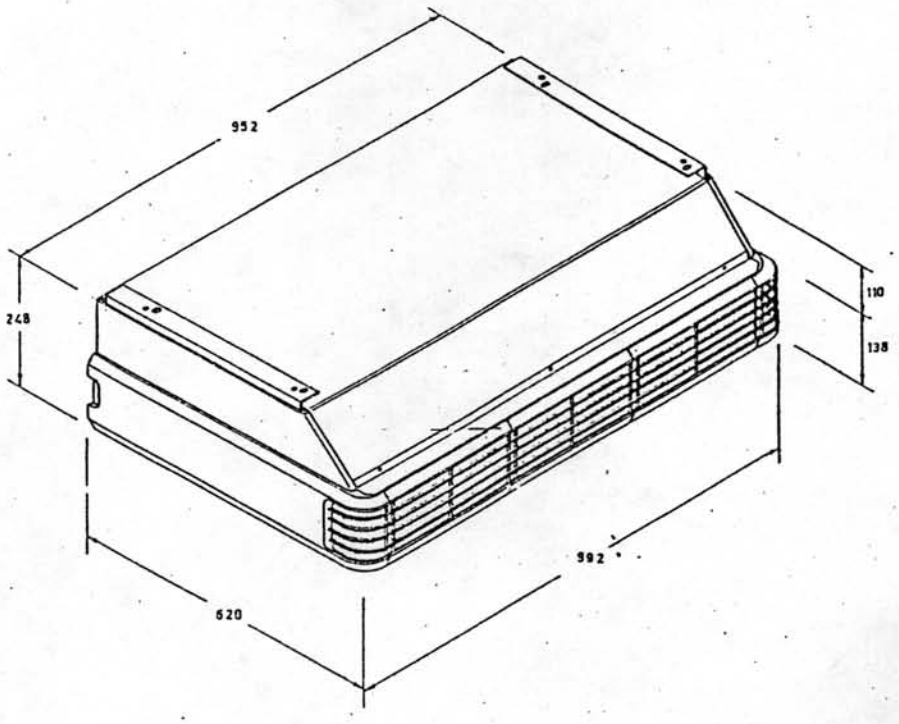
ผลิตภัณฑ์ที่ทางโรงงานตัวอย่างทำการผลิตซึ่งก็คือ เครื่องปรับอากาศ และตู้เย็น แต่เมื่อเทียบจำนวนยี่ห้อ ขนาด และรุ่นของผลิตภัณฑ์ทั้งสองประเภทแล้ว เครื่องปรับอากาศจะมีปริมาณการผลิตมากกว่า ซึ่งจะส่งผลให้มีความหลากหลายในรูปร่างและจำนวนของชิ้นส่วนที่ทางโรงงานต้องผลิตเอง เครื่องปรับอากาศที่ทางโรงงานผลิตนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังแสดงในตารางที่ (3.1) ในแต่ละประเภทของเครื่องปรับอากาศนั้นแบ่งออกเป็นยี่ห้อและในแต่ละยี่ห้อยังมีรุ่นต่างๆอีก แสดงในภาคผนวก โดยเรียงตามตัวอักษร A - Z รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างของเครื่องปรับอากาศในกลุ่มที่ 2 ที่ทางโรงงานตัวอย่างทำการผลิต

กลุ่ม	ประเภทของเครื่องปรับอากาศ
1	Window Type
2	Air-Cooled Split Type
3	Air-Cooled Packaged Unit

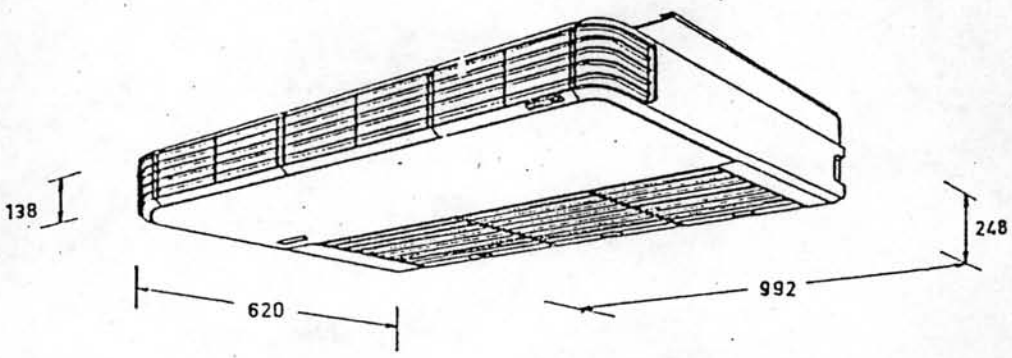
ตารางที่ 3.1 ประเภทของเครื่องปรับอากาศที่ทางโรงงานผลิต

3. ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆที่ทางโรงงานผลิตจะประกอบด้วย ชิ้นส่วนที่จะต้องสั่งซื้อจากภายนอก เช่น มอเตอร์ ใบพัดลม ฯลฯ และชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นเอง รายชื่อและจำนวนของชิ้นส่วนที่ประกอบขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทหนึ่งๆจะแสดงในแบบรายการชิ้นส่วน (Parts List) ของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดแต่ละรุ่น รายการชิ้นส่วนของเครื่องปรับอากาศที่แสดงในรูปที่ 3.1 แสดงในรูปที่ 3.2 รูปร่างของชิ้นส่วนแสดงในรูปที่ 3.3



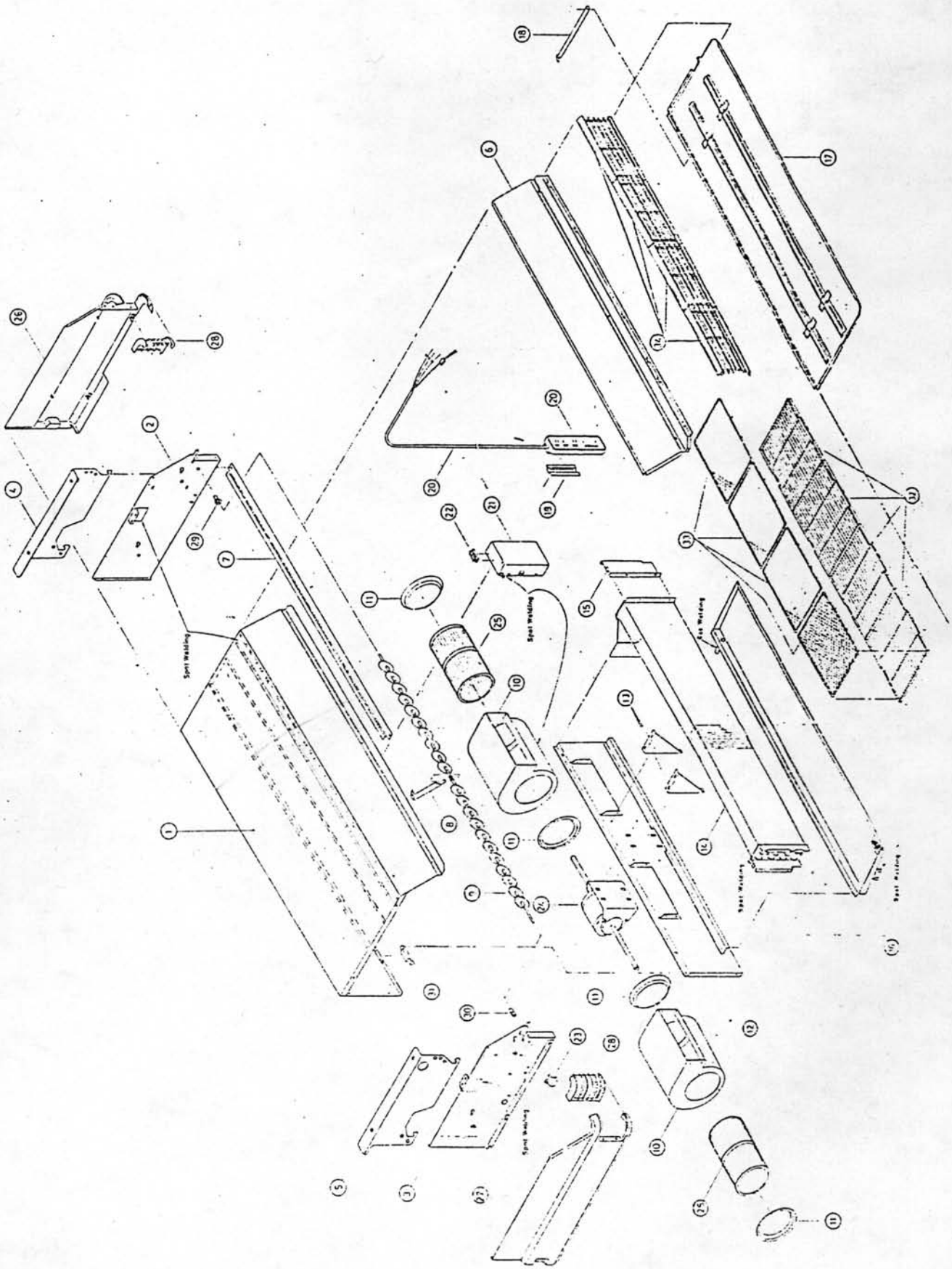
<u>คอล์ยเย็นแขวน</u>
<u>12,000 – 18,000</u>



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างของเครื่องปรับอากาศที่ทางโรงงานผลิต

NO	PART NO	PART NAME	MATERIAL	QTY USED
1	SFH-2532042	Top Cover	ALZ 0.9mm	1 Pcs.
2	SFH-1244026	Left Cover (Steel)	ALZ 0.9mm	1 Pcs.
3	SFH-1244065	Right Cover (Steel)	ALZ 0.9mm	1 Pcs.
4	SFH-1244024	Left Hanging Plate	SPCC 1.8mm	1 Pcs.
5	SFH-1244050	Right Hanging Plate	SPCC 1.8mm	1 Pcs.
6	SFH-2532043	Top-Front Cover	EG 0.9 mm	1 Pcs.
7	SFH-2532051	Tie Bar-Left,Right Cover	GI	1 Pcs.
8	SFH-2532045	Vain Air Hanger		1 Pcs.
9	SFH-2532054	Vain Air Set		1 Set.
10	BWS-105	Scroll		2 Pcs.
11	BWS-105-R	Orifice For Blower		4 Pcs.
12	SFH-2532004	Blower Discharge Panal		1 Pcs.
13	SFH-1244005	Top Cover Support		2 Pcs.
14	SFH-2532015	Cooling Coil		1 Pcs.
15	SFH-1244049	Seal Plate		1 Pcs.
16	SFH-2532019	Drain Pan		1 Pcs.
17	SFH-2532006	Bottom Cover		1 Pcs.
18	SFH-1244040	Link, Bottom-Back		3 Pcs.
19	RMT-124423	Bracket For Remote Control	GI 0.8mm	1 Pcs.
20	SWR-ES4M	Remote Control Unit	4 Meter	1 Set.
21	CRT-ES	IC Control (ESKIMOS) Board		1 Set.
22	TMNL	Terminal		1 Set.
23	MTC-46491.1-W	Cycle Air Motor		1 Pcs.
24	MTR-1/15 HP-A	Motor		1 Pcs.
25	BLW-5.1/4-8	Blower	Aluminium	2 Pcs.
26	PLG-000089	Left Cover (Plastic)	Plastic	1 Pcs.
27	PLG-000093	Right Cover (Plastic)	Plastic	1 Pcs.
28	PLG-000090	Supply Grill Corner	Plastic	2 Pcs.
29	PLG-000080	Plastic Bush	Plastic	1 Pcs.
30	PLG-000083	Vain Air -Couple	Plastic	1 Pcs.
31	PLG-000084	Return Air Grill Hanger	Plastic	4 Pcs.
32	PLG-000086	Return Air Grill	Plastic	4 Pcs.
33	FLT-60039	Return Air Filter		4 Pcs.
34	PLG-000087	Supply Air Grill	Plastic	4 Pcs.

รูปที่ 3.2 รายการแสดงชิ้นส่วนของเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 3.3 ชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องปรับอากาศในรูปที่ 3.1

4. กระบวนการผลิต

ในกระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศและตู้เย็น จะมีแผนกต่างๆที่เกี่ยวข้องหลายแผนก ดังแสดงในแผนภูมิรูปที่ 3.4

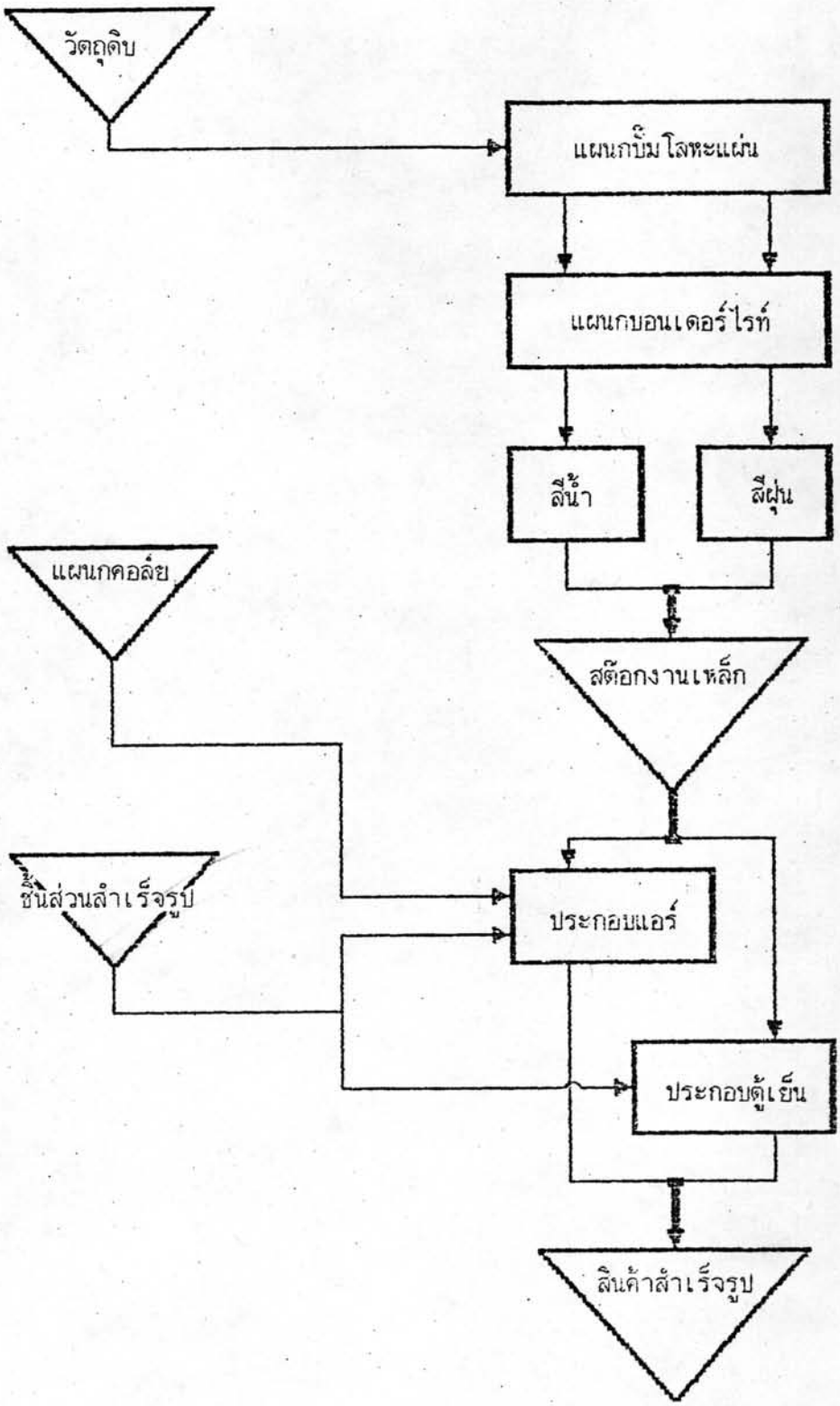
แผนกปั๊มโลหะแผ่น (Sheet Metal Section) ซึ่งเป็นแผนกที่มีหน้าที่หลักในการผลิตชิ้นส่วนของเครื่องปรับอากาศและตู้เย็น เพื่อส่งต่อไปยังแผนกอื่นเพื่อดำเนินการต่อไป กระบวนการผลิตชิ้นส่วนเหล่านี้ จะต้องผ่านเครื่องจักรหลายประเภท เช่น เครื่องตัดเหล็ก เครื่องปั๊มโลหะ เครื่องเชื่อม ฯลฯ ในการแปรรูปวัตถุดิบเพื่อให้ได้ชิ้นส่วนของเครื่องปรับอากาศและตู้เย็น ที่มีรูปทรงและขนาดตามต้องการ ลำดับขั้นตอนของการใช้เครื่องจักรแต่ละประเภทสำหรับทำการผลิตชิ้นส่วน จะแสดงในผังกระบวนการผลิต (Operation Process Chart) ดังแสดงในรูปที่ 3.5 ซึ่งเป็นผังกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนที่แสดงในรูปที่ 3.6 ก.- ง.

5. การวางผังโรงงาน

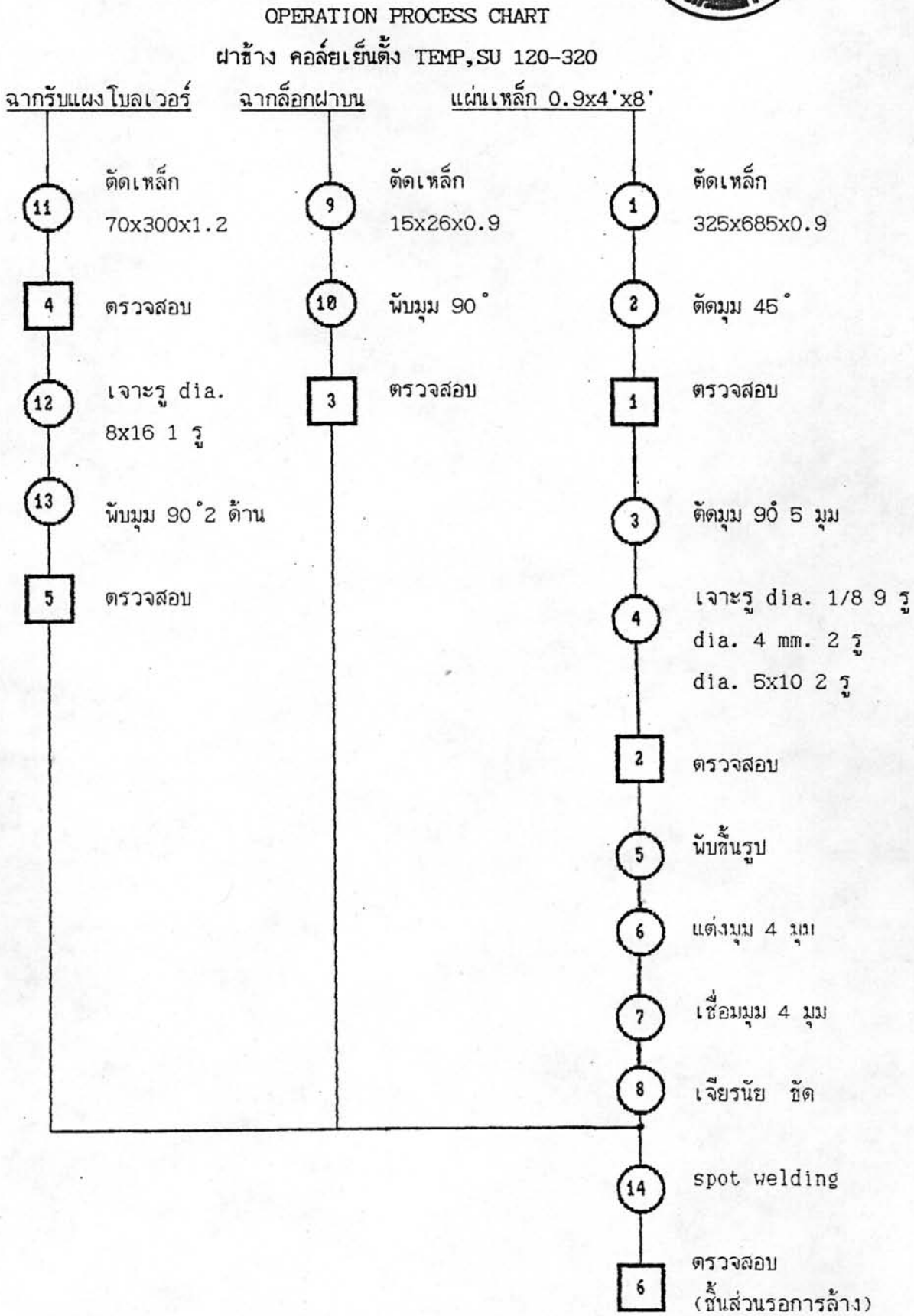
การวางผังของแผนกปั๊มโลหะแผ่นนั้น เป็นแบบกระบวนการผลิต (Process - Layout) แสดงในรูปที่ 3.7 แผนกนี้มีเครื่องจักรอยู่ 53 เครื่อง แสดงในตารางที่ (3.2) ซึ่งเครื่องจักรที่ทำหน้าที่เหมือนกันจะถูกจัดกลุ่มเข้าด้วยกันจะเรียกว่าหน่วยผลิต ดังนั้นในแผนกนี้จะมีหน่วยผลิต 9 หน่วย เครื่องจักรชนิดเดียวกันสามารถทำงานสับเปลี่ยนกันได้ และจะสมมุติว่าเครื่องจักรทั้งหมดที่เป็นชนิดเดียวกันจะปฏิบัติงานด้วยประสิทธิภาพเท่ากัน

6. การควบคุมการผลิต

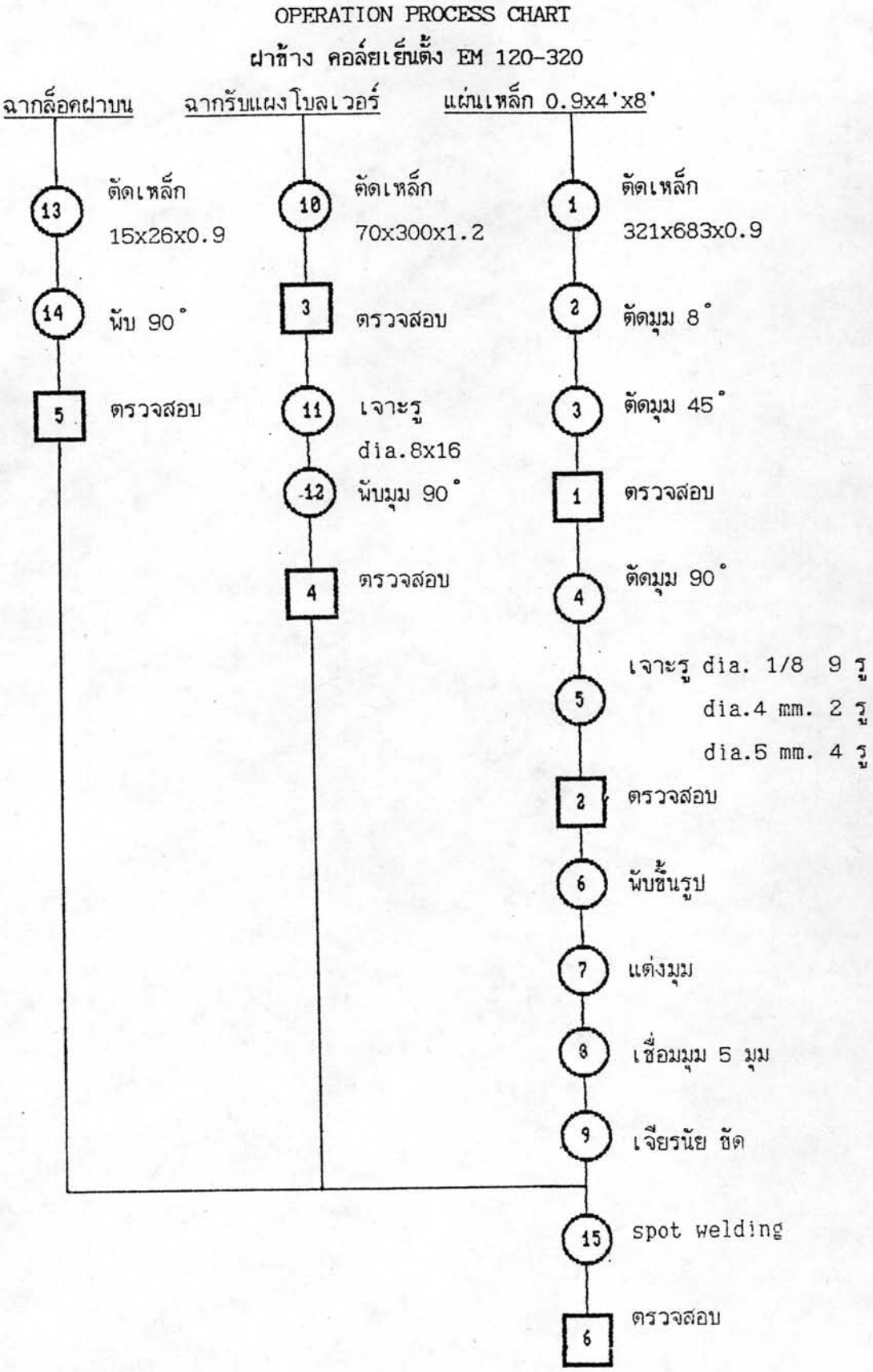
ปัจจุบันระบบการควบคุมการผลิตเป็นแบบ Stock Control โดยที่ชิ้นส่วนที่จะต้องสั่งซื้อจากภายนอก และชิ้นส่วนที่จะต้องทำการผลิตเองจะถูกออกคำสั่งเพื่อทำการผลิตต่อเมื่อระดับของชิ้นส่วนประเภทนั้นตกถึงระดับที่กำหนด ซึ่งเป็นผลมาจากการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากลูกค้า



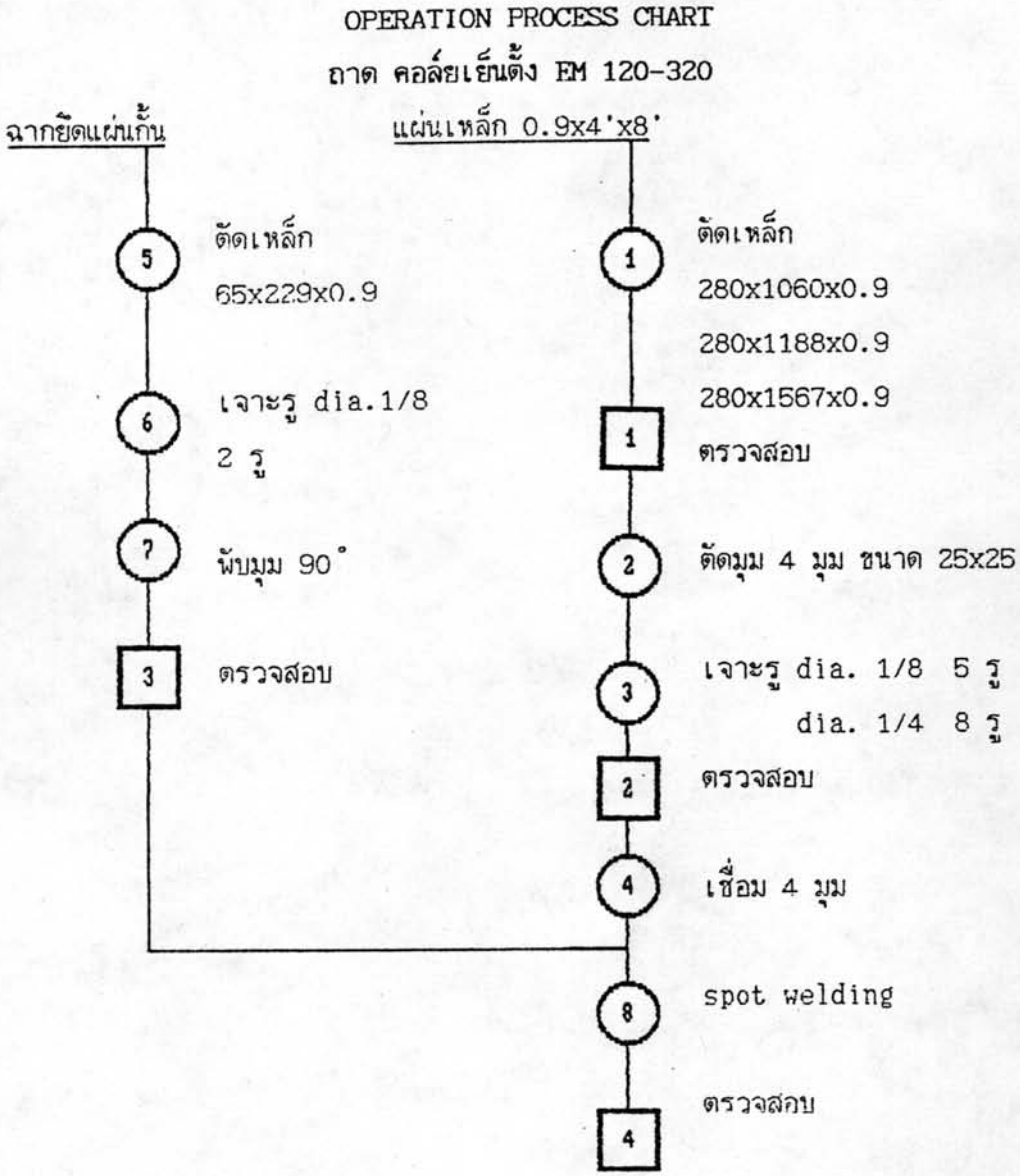
รูปที่ 3.4 แผนภูมิแสดงแผนกต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการผลิต



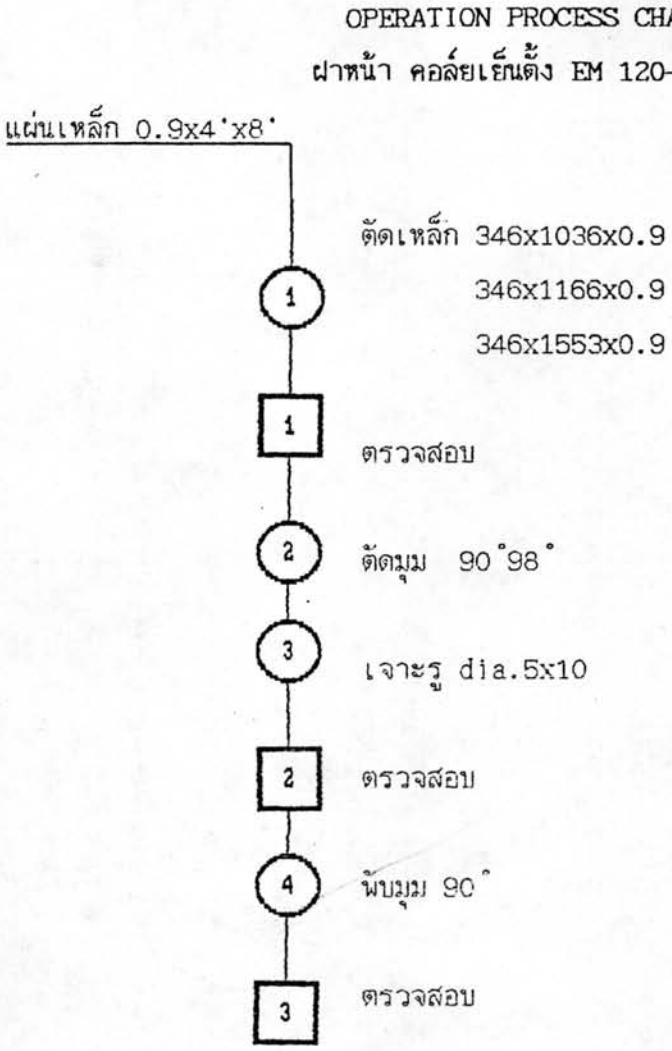
รูปที่ 3.5 (ก) ผังกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนที่แสดงในรูปที่ 3.6 (ก)



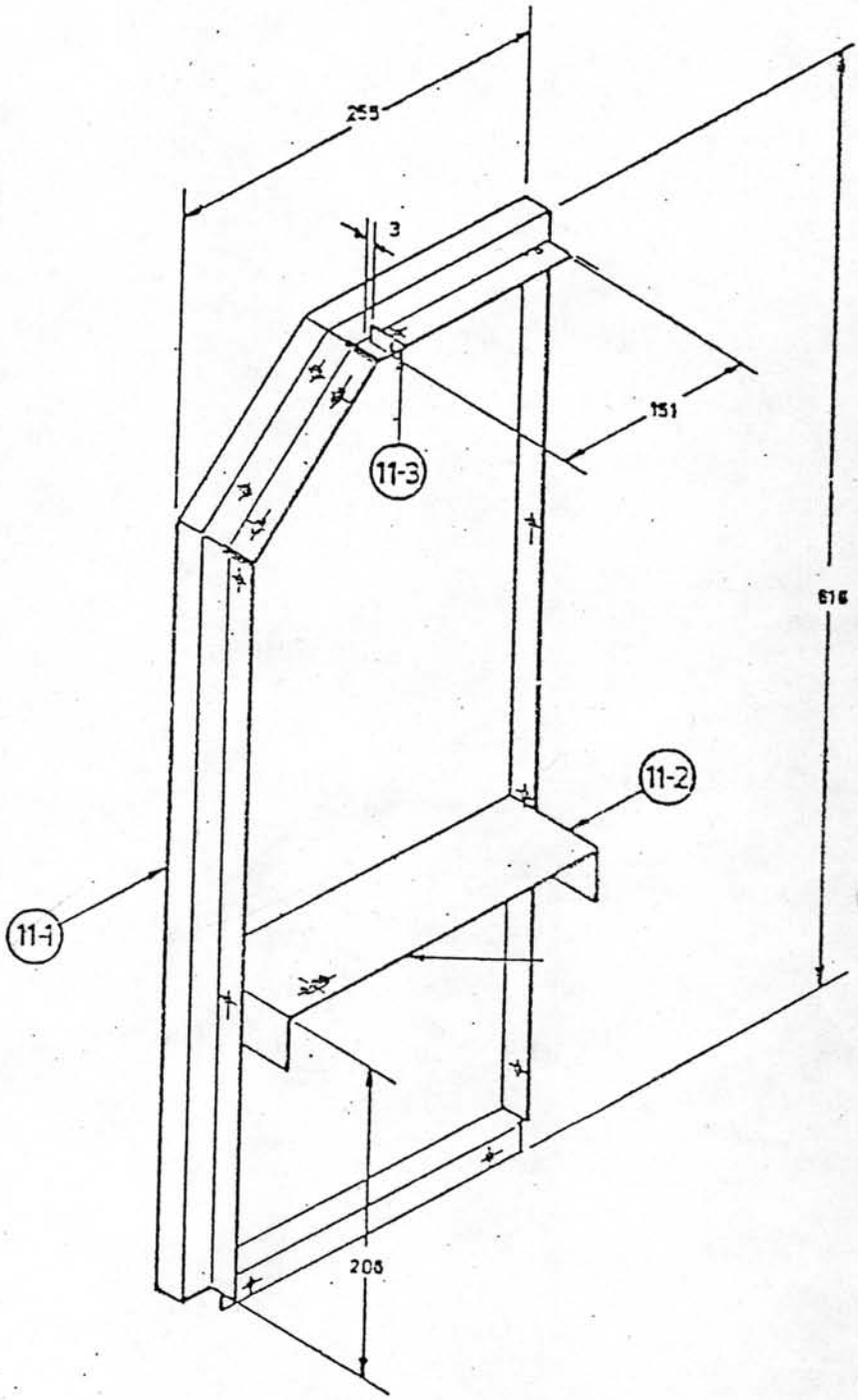
รูปที่ 3.5 (ข) ผังกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนที่แสดงในรูปที่ 3.6 (ข)



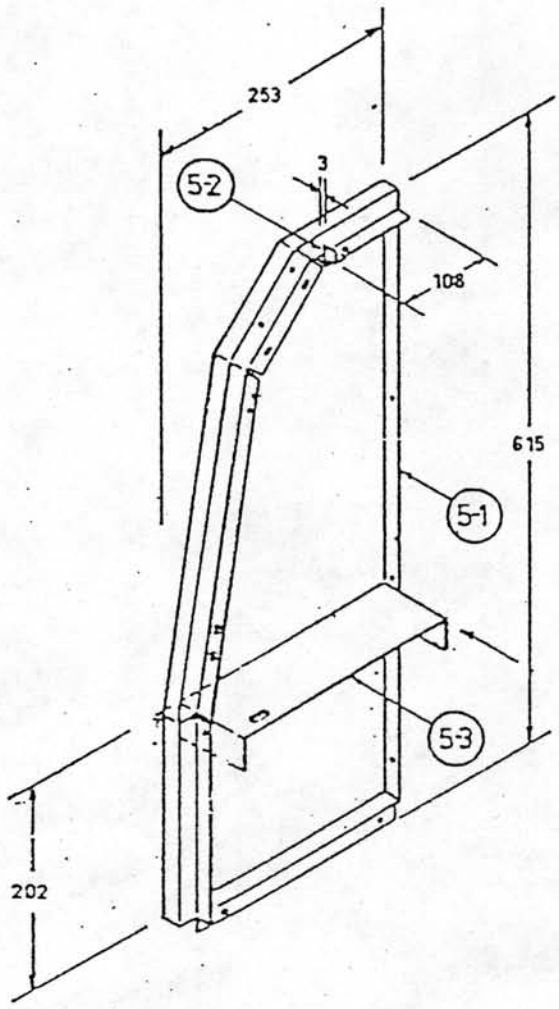
รูปที่ 3.5 (ค) ผังกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนที่แสดงในรูปที่ 3.6 (ค)



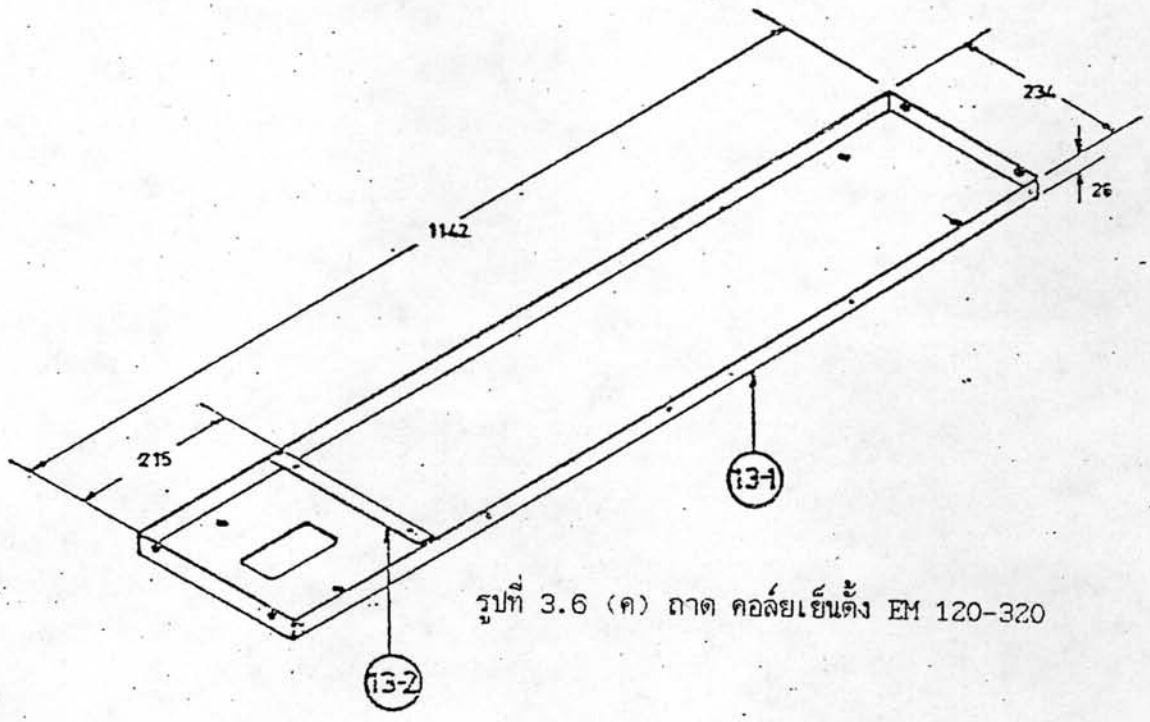
รูปที่ 3.5 (ง) ผังกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนที่แสดงในรูปที่ 3.6 (ง)



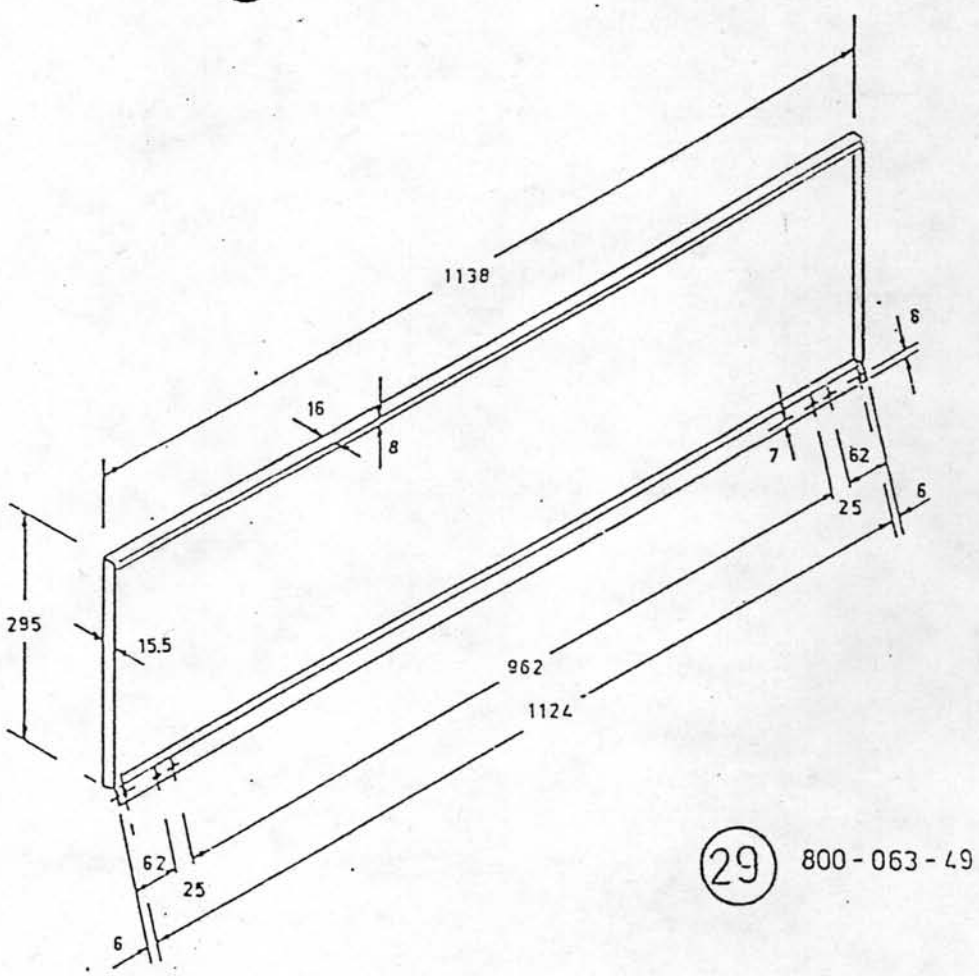
รูปที่ 3.6 (ก) ฝาข้าง คอล์ยเย็นตั้ง Temp, SU 120-320



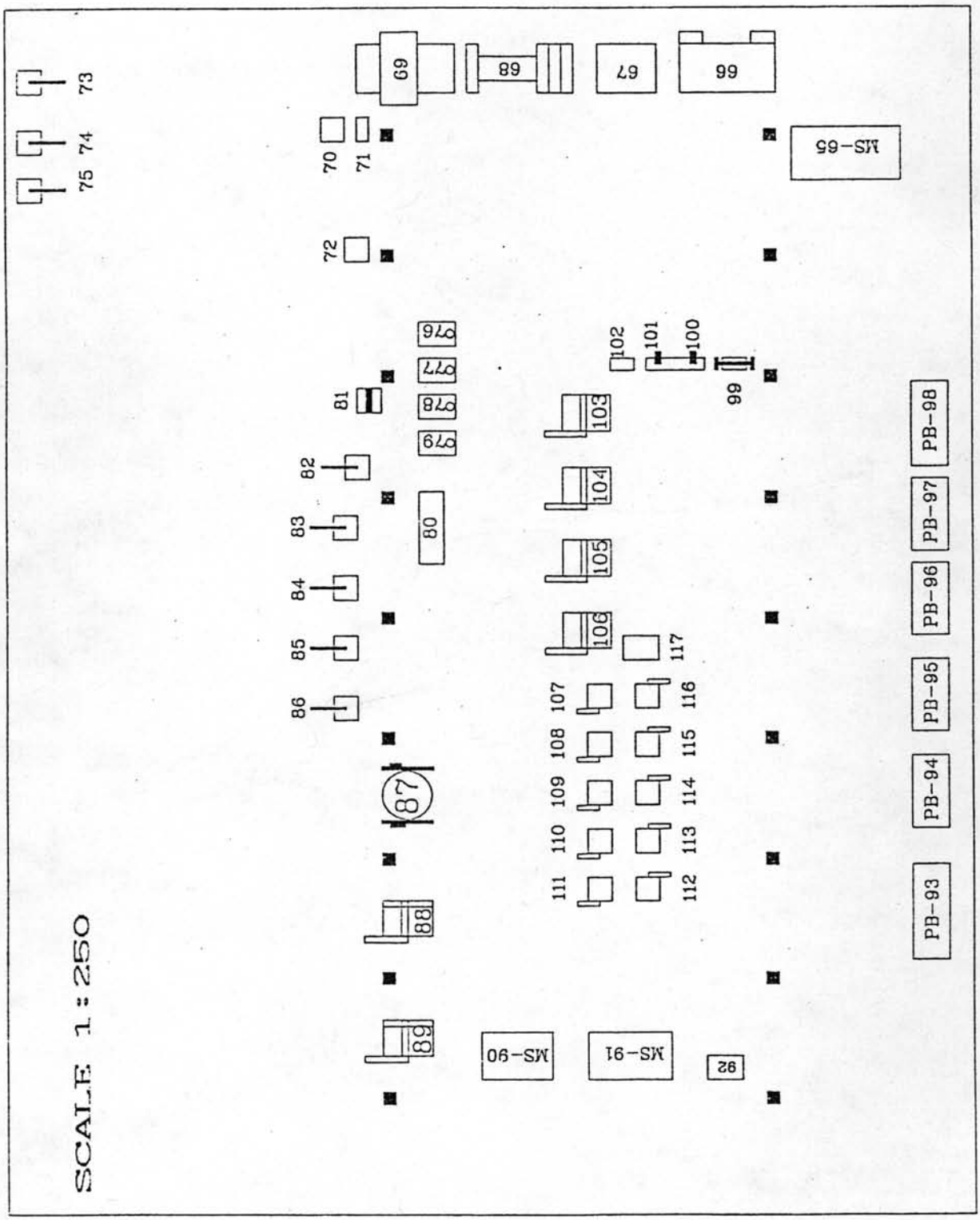
รูปที่ 3.6 (ข) ฝาข้าง คอล์ยเย็นตั้ง EM 120-320



รูปที่ 3.6 (ค) ถาด คอล์ยเย็นตั้ง EM 120-320



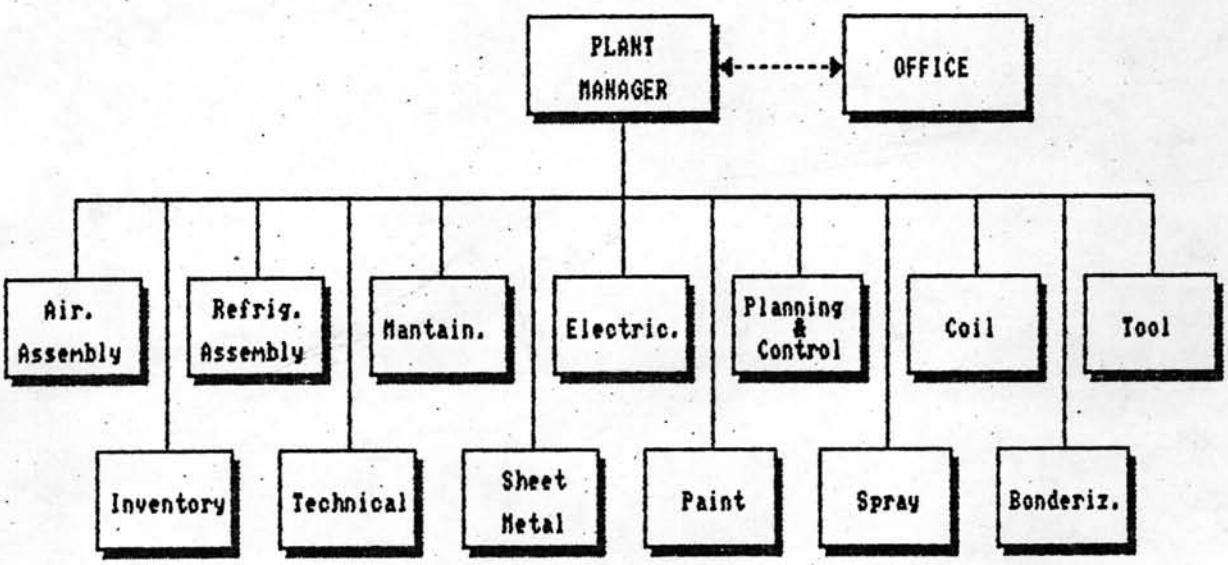
รูปที่ 3.6 (ง) ฝาหน้า คอล์ยเย็นตั้ง EM 120-320



รูปที่ 3.7 ลักษณะการวางผังในปัจจุบัน

7. <u>การจัดองค์กรการวางแผนการผลิต</u>

การจัดองค์กรในปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง (รูปที่ 3.8) โดยที่แผนกต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการผลิตจะขึ้นอยู่กับผู้จัดการโรงงาน ดังนั้นการวางแผนการผลิตจะเป็นแบบรวมอำนาจ (Centralized Production Planning) และมีสำนักงานวางแผนการผลิตแยกต่างหากจากกระบวนการผลิต แต่ละแผนกที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตจะมีหัวหน้าแผนกรับผิดชอบงานของตน



รูปที่ 3.8 การจัดองค์กรการวางแผนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง

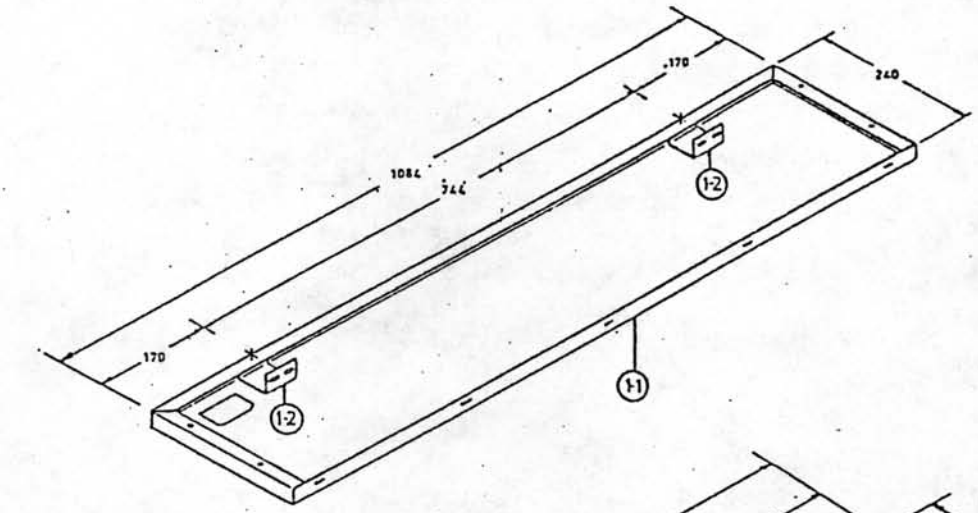
การสร้างระบบการผลิตแบบเซลล์ของโรงงานตัวอย่าง

1. การเลือกชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์

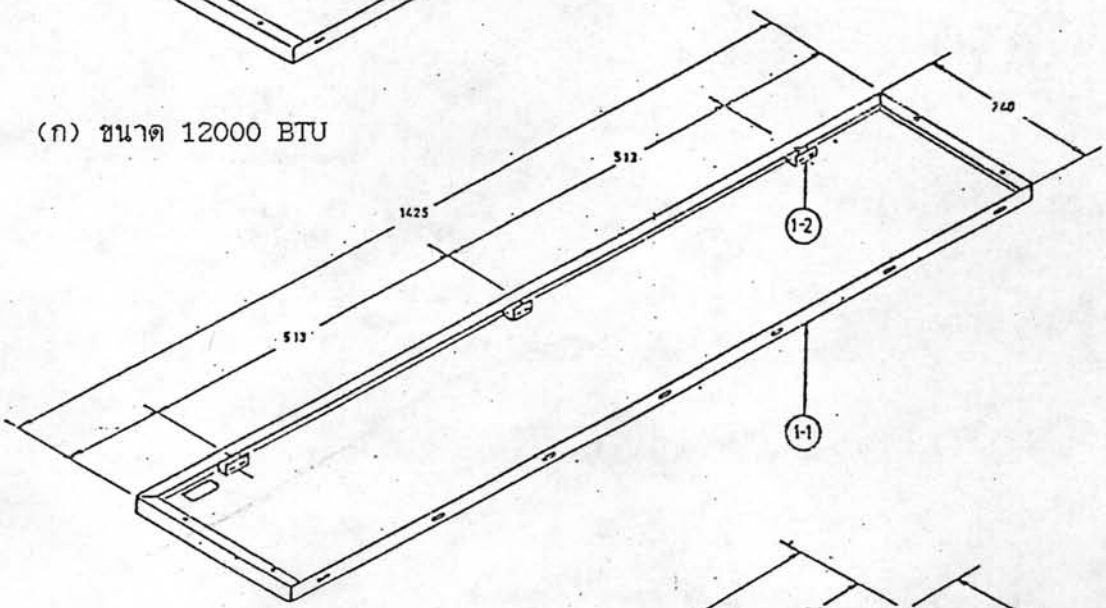
ขั้นตอนแรกของการสร้างเซลล์เครื่องจักร คือการคัดเลือกชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ทางโรงงานตัวอย่างทำการผลิต แต่ชิ้นส่วนเหล่านี้เป็นเพียงส่วนประกอบหนึ่งของผลิตภัณฑ์ ฉนั้น การเลือกชิ้นส่วนหรือชิ้นงานในที่นี้ก็คือการเลือกผลิตภัณฑ์ที่ทางโรงงานผลิต จากการศึกษาประเภทของผลิตภัณฑ์ที่ทางโรงงานผลิตพบว่า ในแต่ละรุ่นของแต่ละประเภทจะมีความคล้ายคลึงกัน เพียงแต่แตกต่างกันในด้านขนาด ซึ่งสิ่งนี้เป็นผลให้ชิ้นส่วนที่ประกอบขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์รุ่นนั้นๆ มีความเหมือนกันในด้านรูปร่าง วิธี และลำดับขั้นตอนในการผลิต แต่ขนาดต่างกัน ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.9 ชิ้นส่วนของเครื่องปรับอากาศรุ่นหนึ่งที่มี 3 ขนาดคือ 12000 BTU, 25000 BTU และ 33000 BTU ซึ่งจะเห็นได้ว่ารูปร่างเหมือนกัน แต่ขนาดต่างกัน ฉนั้นในการพิจารณาความคล้ายคลึงของชิ้นส่วนจึงไม่มีความจำเป็นต้องพิจารณาจากผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ดังเช่นกรณีรูปที่ 3.9 นี้จะคัดเลือกมา 1 ขนาด เพื่อเป็นตัวแทนของเครื่องปรับอากาศรุ่นนี้ สำหรับนำไปวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของชิ้นส่วนในขั้นตอนของการสร้างกลุ่มชิ้นงาน (Part Family) ต่อไป

2. การวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของชิ้นส่วน

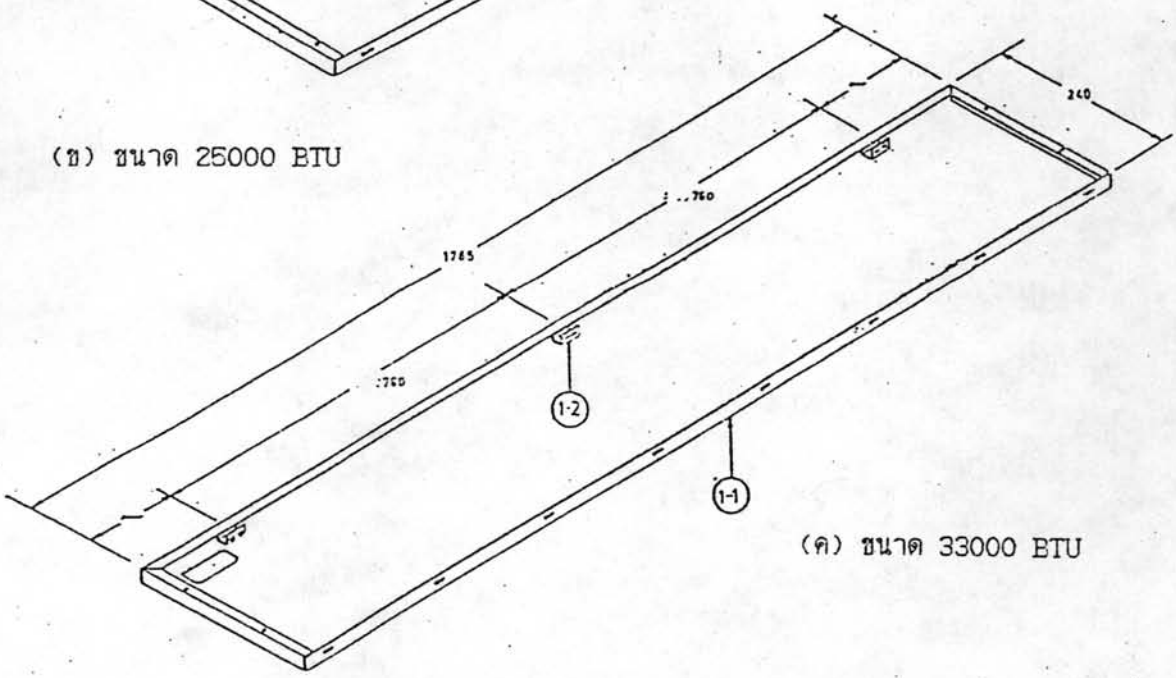
ภายหลังจากคัดเลือกประเภท รุ่น ของผลิตภัณฑ์ได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะทำการจัดกลุ่มของชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทเหล่านี้ เพื่อที่จะรวมตัวเป็นกลุ่มของชิ้นงาน (Part - Family) โดยพิจารณาคุณสมบัติของชิ้นส่วนในด้าน รูปร่าง การใช้เครื่องจักรในการผลิต ประเภทวัสดุ และขนาด ที่จะเรียกว่า ขอบเขตความคล้ายคลึง (Similality Fields) การวิเคราะห์ขอบเขตความคล้ายคลึงนั้น มีรากฐานมาจากเทคนิคการวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิต [Production Flow Analysis (PFA)] และระบบการจำแนกชนิดและการให้รหัส (C&C) ฉนั้นชิ้นส่วนที่ทางโรงงานตัวอย่างทำการผลิตในปัจจุบันสามารถแบ่งออกเป็น ความคล้ายคลึงในขอบเขตของรูปร่างได้ 10 แบบ แต่เพื่อที่จะรองรับชิ้นงานในอนาคตจะทำการแบ่งออกเป็น 16 แบบ เพื่อที่จะให้ครอบคลุมในขอบเขตของงานโลหะแผ่นทั้งหมด ความคล้ายคลึงในขอบเขตการใช้เครื่องจักรทำการผลิต 10 แบบ ขอบเขตความคล้ายคลึงของวัสดุ 4 แบบ และขอบเขตของขนาด 26 แบบ (แสดงในภาคผนวก ข.) แต่เนื่องจากเราจะนำคุณสมบัติความคล้ายคลึง



(ก) ขนาด 12000 BTU



(ข) ขนาด 25000 BTU

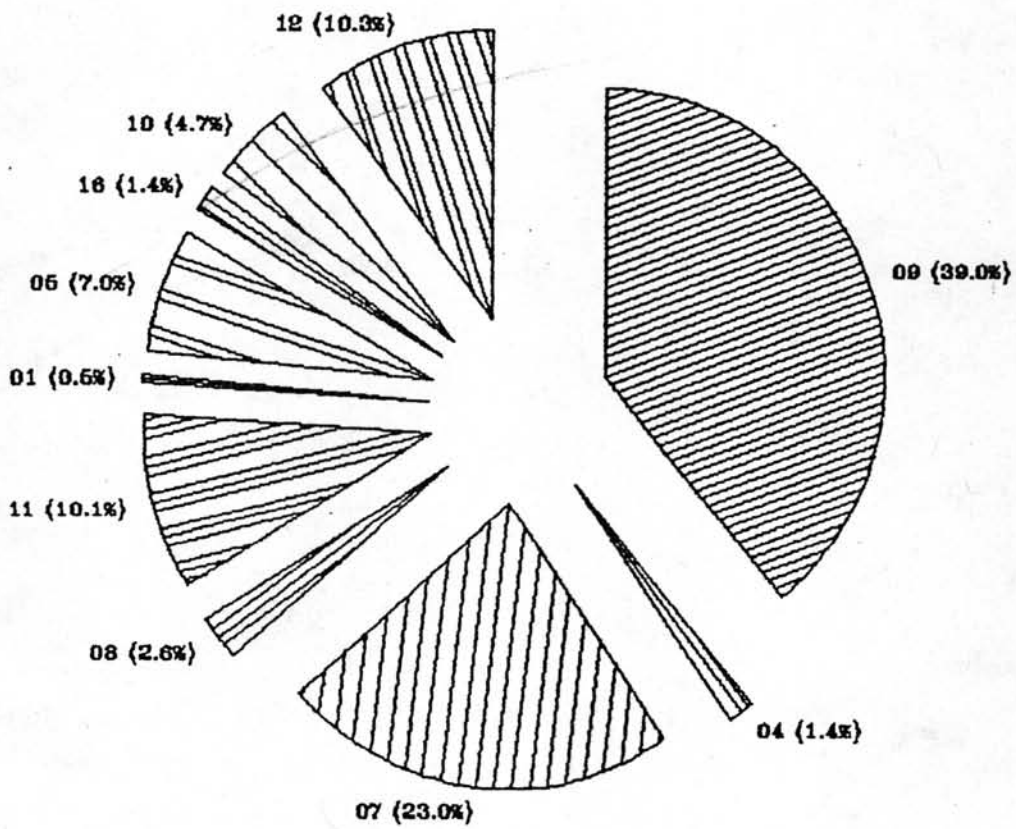


(ค) ขนาด 33000 BTU

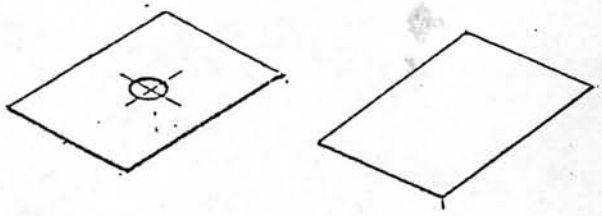
รูปที่ 3.9 ชิ้นส่วนของเครื่องปรับอากาศที่อยู่ในกลุ่มที่ 2

ของชิ้นส่วน ไปเป็นรากฐานในการสร้างเซลล์เครื่องจักร ฉนั้นจะพิจารณาคุณสมบัติในการใช้เครื่องจักรในการผลิตเป็นหลัก และคุณสมบัติในด้านรูปร่างเป็นรอง ดังนั้นชิ้นส่วนที่มีขอบเขตความคล้ายคลึงทั้ง 2 แบบเหมือนกันจะจะจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.11- 3.20 รูปที่ 3.10 แสดงเปอร์เซนต์ความคล้ายคลึงของรูปร่าง (Shape Field) ของกลุ่มชิ้นงานที่ทางโรงงานทำการผลิตในปัจจุบัน

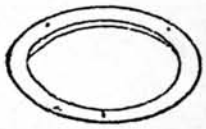
กลุ่มของชิ้นงานที่ได้สร้างขึ้นมา ที่มีลักษณะการใช้เครื่องจักรในการผลิตที่เหมือนกัน จะเรียกว่ากลุ่มการปฏิบัติงานเครื่องจักร (Machining Family) หรือกลุ่มการผลิต (Production Family)



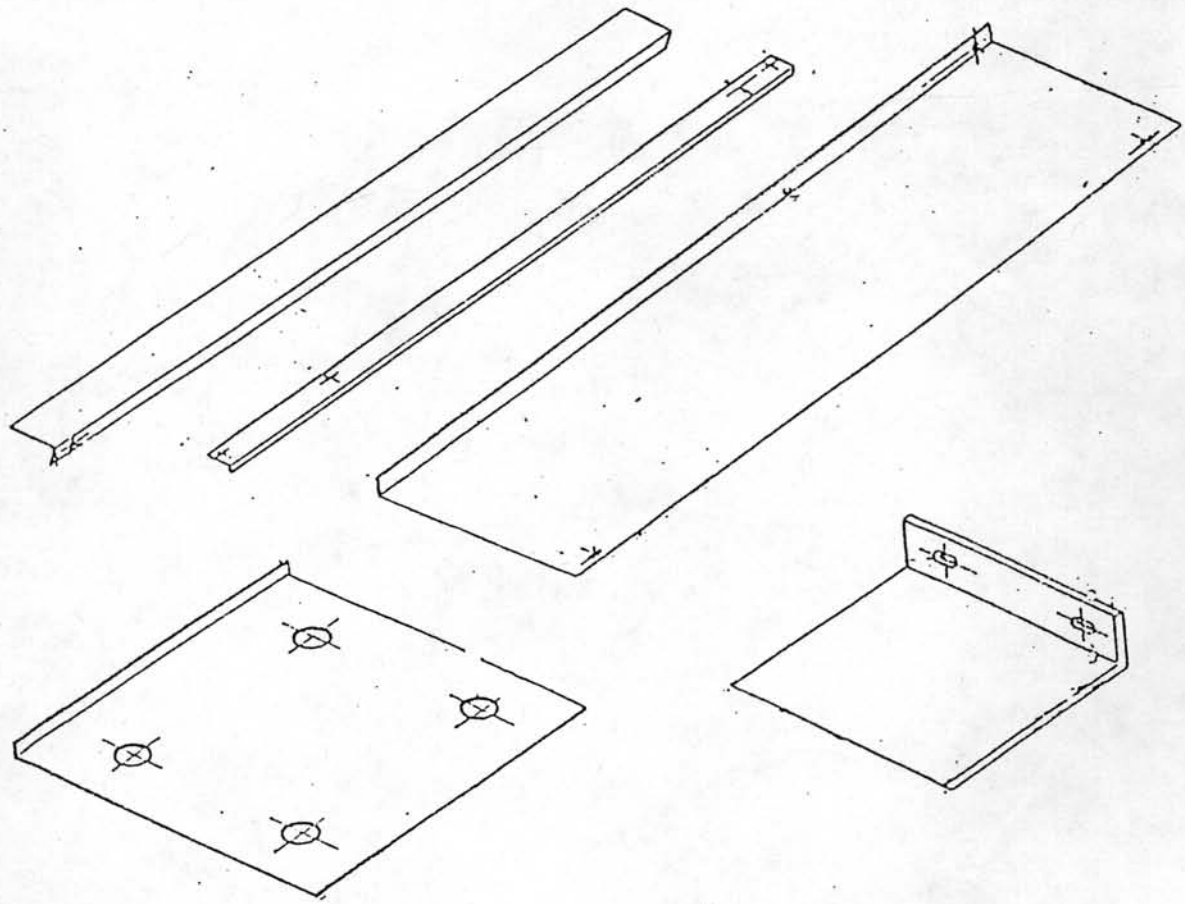
รูปที่ 3.10 เปอร์เซนต์ความคล้ายคลึงของรูปร่าง (Shape Field) ของกลุ่มชิ้นงาน



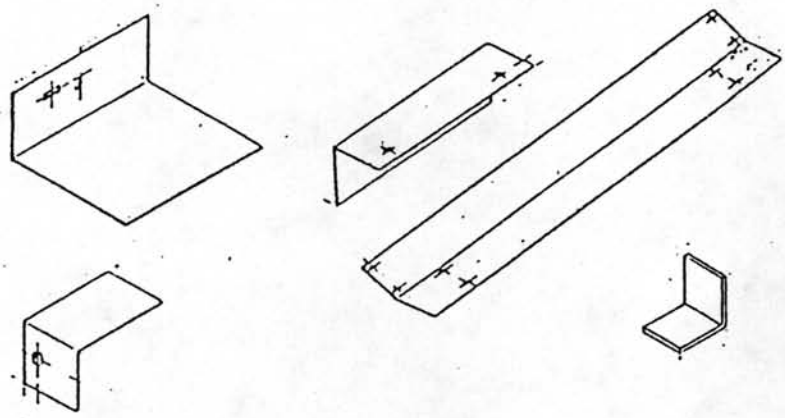
รูปที่ 3.11 กลุ่มชิ้นงานที่มีขอบเขตความคล้ายคลึงของรูปร่าง (Shape Field) 01



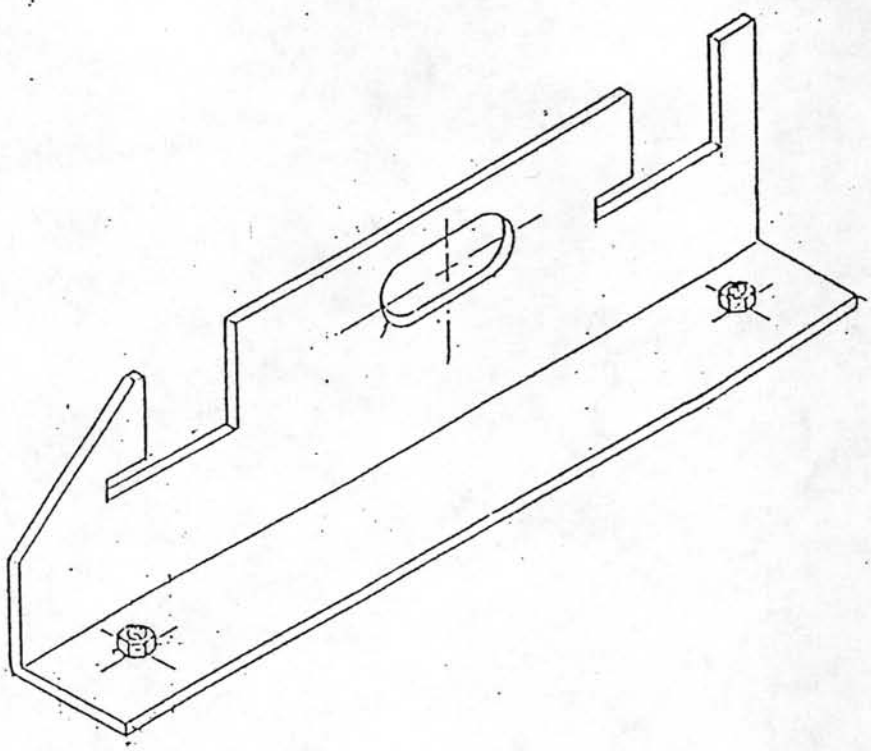
รูปที่ 3.12 กลุ่มชิ้นงานที่มีขอบเขตความคล้ายคลึงของรูปร่าง (Shape Field) 04



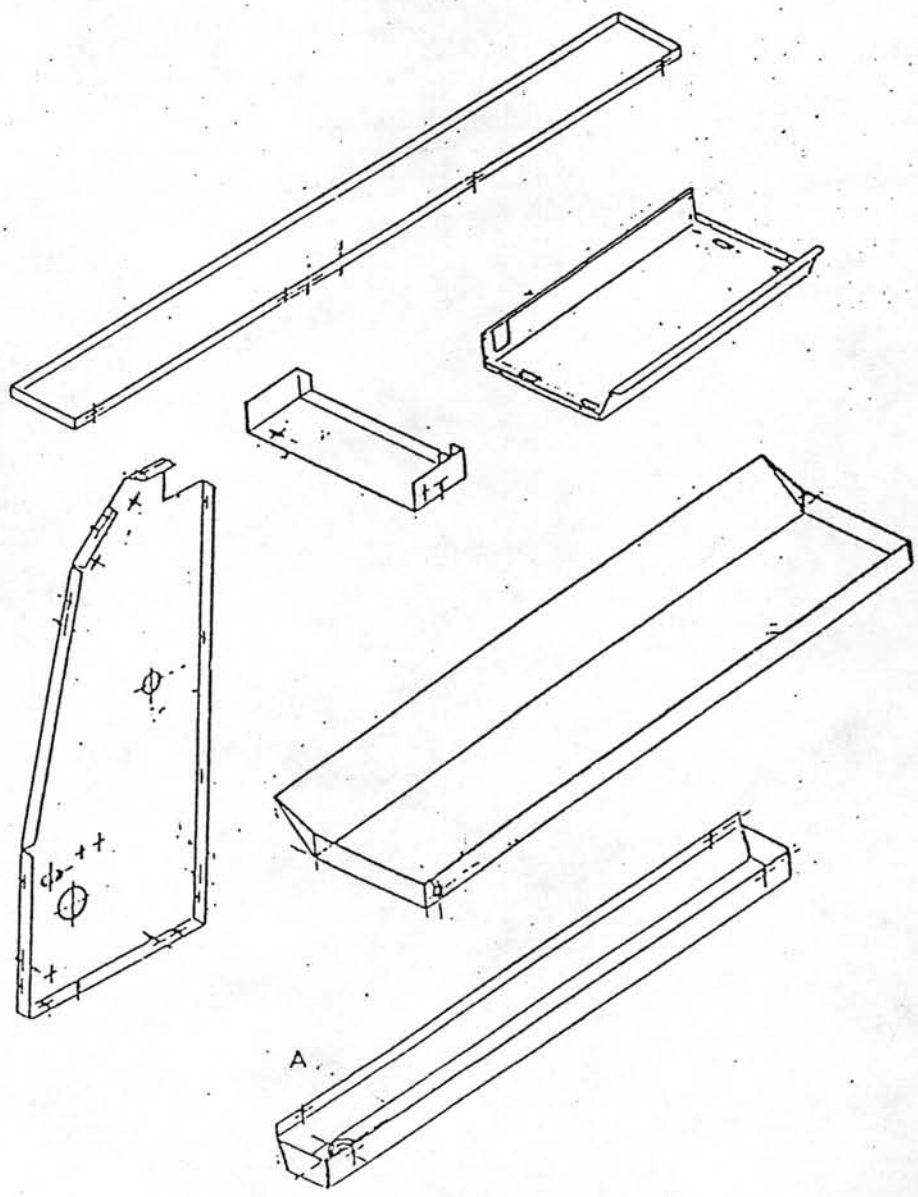
รูปที่ 3.13 กลุ่มชิ้นงานที่มีขอบเขตความคล้ายคลึงของรูปร่าง (Shape Field) 05



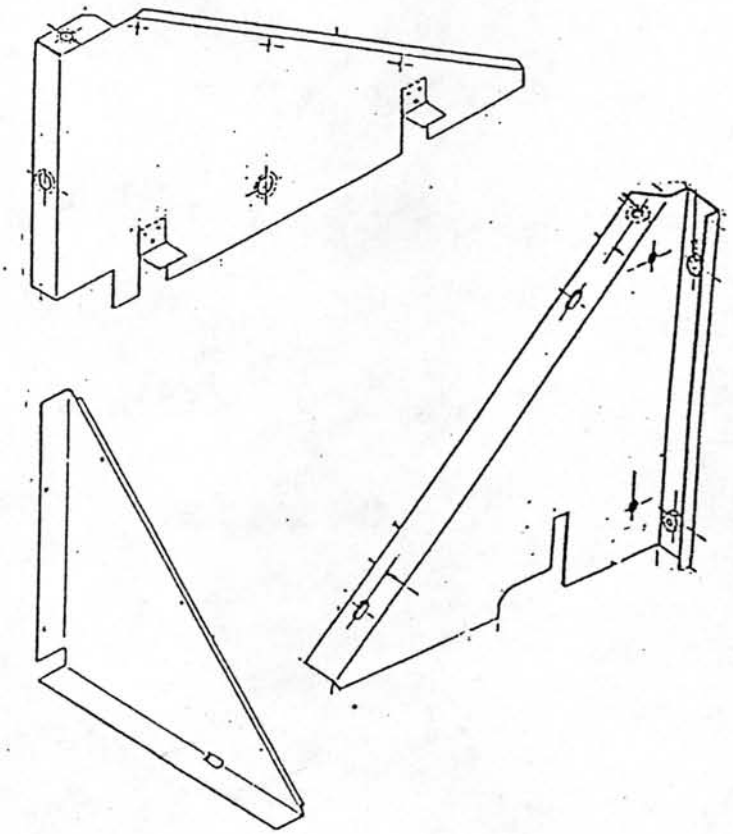
รูปที่ 3.14 กลุ่มชิ้นงานที่มีขอบเขตความคล้ายคลึงของรูปร่าง (Shape Field) 07



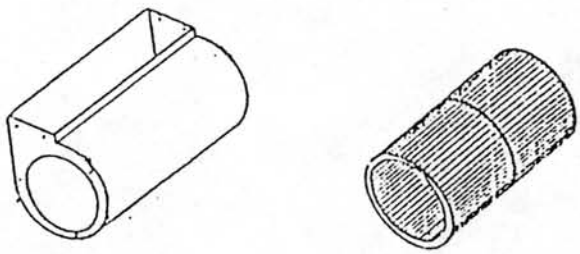
รูปที่ 3.15 กลุ่มชิ้นงานที่มีขอบเขตความคล้ายคลึงของรูปร่าง (Shape Field) 08



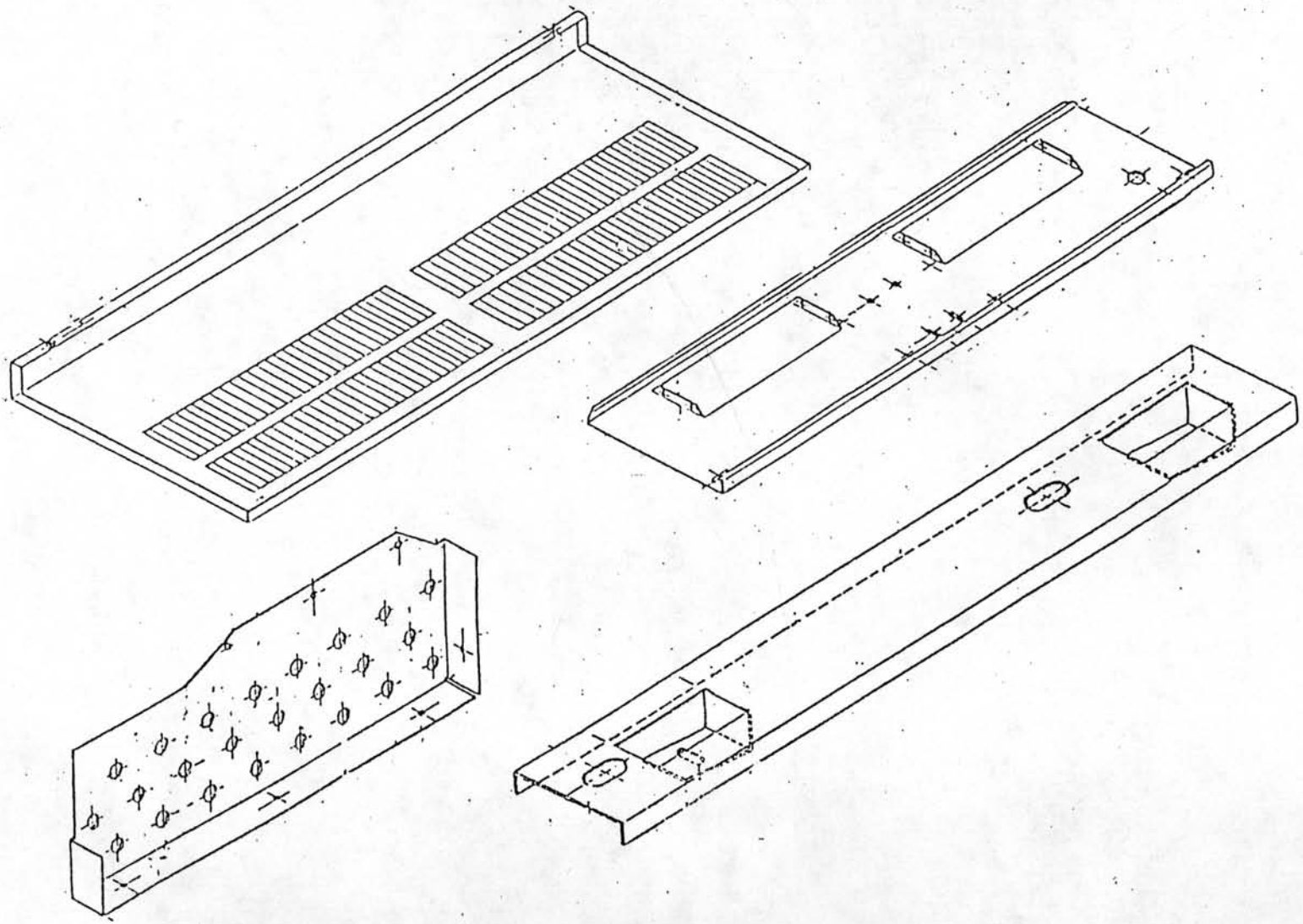
รูปที่ 3.16 กลุ่มชิ้นงานที่มีขอบเขตความคล้ายคลึงของรูปร่าง (Shape Field) 09



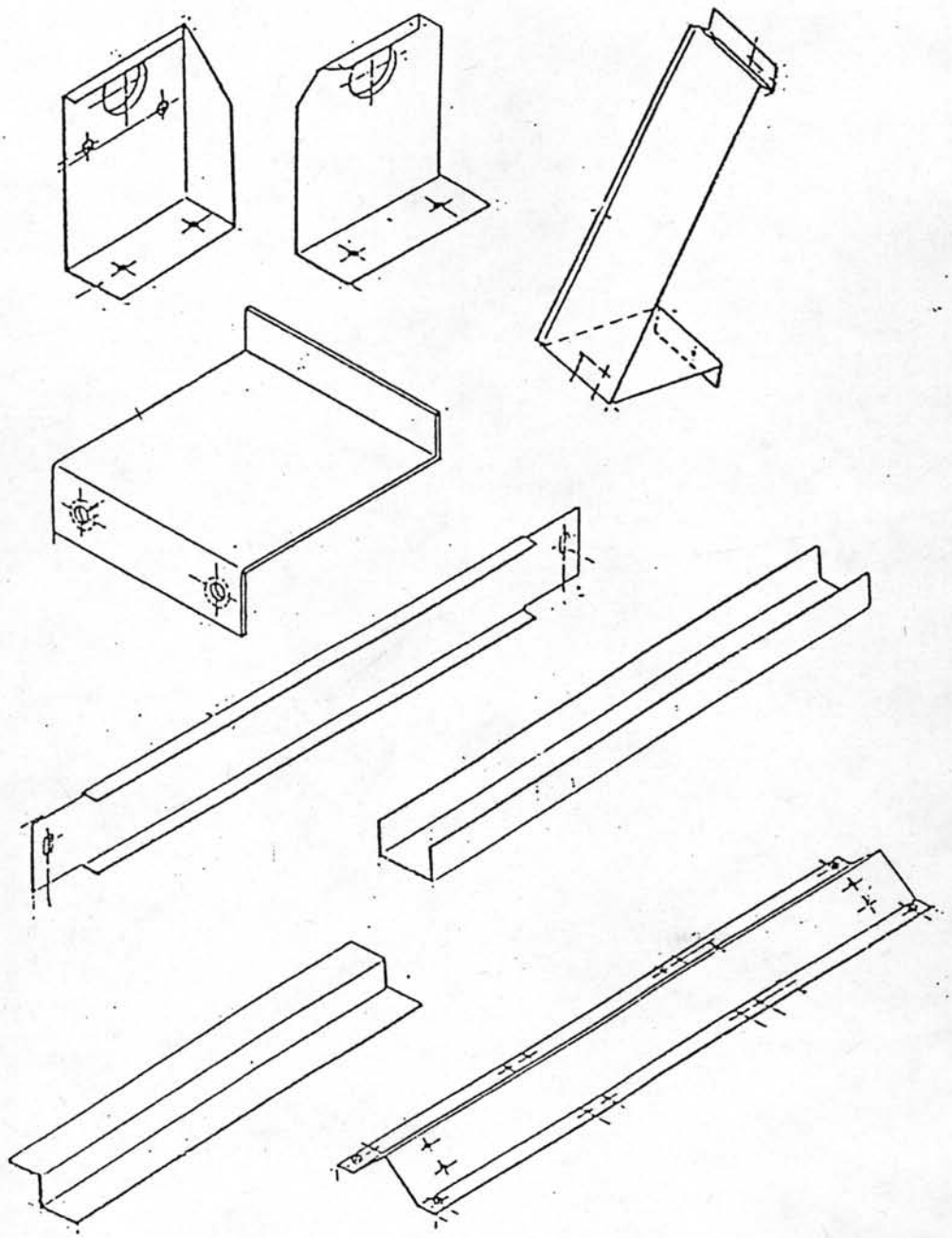
รูปที่ 3.17 กลุ่มชิ้นงานที่มีขอบเขตความคล้ายคลึงของรูปร่าง (Shape Field) 10



รูปที่ 3.18 กลุ่มชิ้นงานที่มีขอบเขตความคล้ายคลึงของรูปร่าง (Shape Field) 16



รูปที่ 3.19 กลุ่มชิ้นงานที่มีขอบเขตความคล้ายคลึงของรูปร่าง (Shape Field) 12



รูปที่ 3.20 กลุ่มชิ้นงานที่มีขอบเขตความคล้ายคลึงของรูปร่าง (Shape Field) 11

3. การวางแผนเลือกเครื่องจักร (Planning the Machine Selection)

การวางแผนเลือกเครื่องจักร ที่ใช้ในการผลิตสามารถให้ความหมายได้ว่า เป็นกระบวนการที่ทำการจัดสรร และกำหนดประเภทของเครื่องจักร อุปกรณ์ เพื่อทำการผลิตกลุ่มชิ้นงาน (Parts Family) ที่ได้เลือกแล้ว ให้มีความเหมาะสมในด้านการปฏิบัติงาน

ก. เครื่องจักรที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ในปัจจุบันแผนกปั๊มโลหะแผ่นมีเครื่องจักรรวมทุกประเภท ที่ใช้ในการผลิตอยู่ทั้งหมด 50 เครื่อง (แสดงในตารางที่ 3.2) สิ่งนี้จำเป็นต้องพิจารณาในการสร้างผังโรงงาน เนื่องจากเป็นปัจจัยในการผลิตที่มีจำกัด

ข. ความสามารถในการผลิตของเครื่องจักร (Machine Capacity)

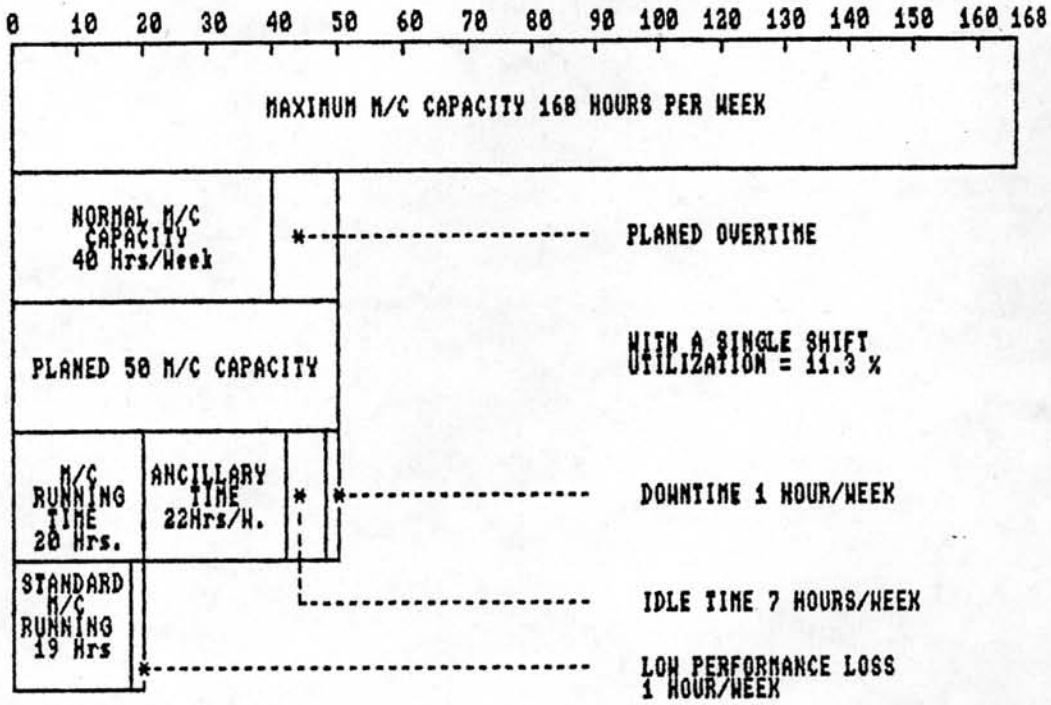
ความสามารถของเครื่องจักรแต่ละประเภทที่จะสนองตอบภาระในการผลิตจะแสดงในรูปแบบของเวลา ที่เรียกว่าชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักร (Machine Hours) จากจำนวนและประเภทของเครื่องจักรที่แสดงในตารางที่ 3.2 นั้น สามารถแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรแต่ละประเภทได้ ความสามารถในการผลิตนี้จะเป็นข้อจำกัดในการกำหนดงานให้แก่เครื่องจักรหลัก (Key Machine) ในแต่ละเซลล์การผลิตที่สร้างขึ้น รูปที่ 3.21 แสดงธรรมชาติความสามารถในการผลิตของเครื่องจักร ความสามารถสูงสุดของเครื่องจักรใดๆในการผลิตมีค่าเท่ากับ 168 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งคือเวลาปกติที่สามารถหาได้สำหรับการใช้ให้เกิดประโยชน์ในการผลิต แต่เวลาที่เกิดประโยชน์อย่างแท้จริงในการผลิตของเครื่องจักรนั้น (แสดงในตอนล่างของ รูปที่ 3.21) ที่เรียกว่าเวลาทำงานเครื่องจักรมาตราฐาน (Standard Machine Running Time) สัดส่วนนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนกะทำงาน ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานและการตั้งเครื่อง การควบคุมการผลิต ฉนั้นเพื่อที่จะให้เวลาทำงานของเครื่องจักรที่แท้จริงมีค่ามากที่สุดในช่วงของการวางแผน สามารถทำได้โดยลดเวลาสูญเปล่าในการผลิตลง ให้มีค่าน้อยที่สุดหรือเท่ากับสูญ

ประเภทของเครื่องจักร	หมายเลขของเครื่องจักร
# เครื่องตัดเหล็ก (MS)	65,90,91,92
# เครื่องพับเหล็ก (PB)	93,94,95,96,97,98,80
# เครื่องปั๊มแบบเพลาข้อเสือ (SC)	107,116
	103,104,105,106,108
	112,113,114,115
	109,110,111
# เครื่องปั๊ม (DC)	87,88,89
# เครื่องเชื่อมแบบจุด (SW)	82,83,84,85,86
	73,74,75,76,77,78,79
# เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (W)	70,71
# สว่านเจาะ (D)	100,101
# หินเจียร (G)	72,99
# เครื่องโอลิเวอร์ (OV)	66,67,68,69
# เครื่องม้วน (RM)	81
# เครื่องรีดเหล็ก (WR)	102

ตารางที่ 3.2 เครื่องจักรในแผนกปั๊มโลหะแผ่น

ค. การกำหนดประเภทการปฏิบัติงานแก่เครื่องจักร (Machine Assignment)

เป็นการกำหนดประเภทของการปฏิบัติงานแต่ละชนิด ให้แก่เครื่องจักรแต่ละประเภท เพื่อที่ให้เครื่องจักรทำงานเฉพาะอย่างในแต่ละเซลล์ที่จะสร้างขึ้น เครื่องจักรประเภทเดียวกันอาจจะทำหน้าที่ในการปฏิบัติงานแตกต่างกัน หรือเครื่องจักรต่างประเภทกันอาจจะใช้ทำหน้าที่ปฏิบัติงานเหมือนกันได้ ซึ่งแล้วแต่ความเหมาะสมเป็นกรณีไป ดังแสดงในตารางที่ 3.3



รูปที่ 3.21 ความสามารถในการผลิตของเครื่องจักร ซึ่งเป็นผลงานวิจัยของศาสตราจารย์ Dudley แห่งมหาวิทยาลัย Birmingham

การปฏิบัติงาน	ประเภทเครื่องจักร
# ตัดเหล็ก	MS
# ตัดมุม	SC
# พับมุม	PB
# เชื่อมจุด	SW

ตารางที่ 3.3 บางส่วนของเครื่องจักรที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

4. การวางแผนในการสร้างผัง (Planning the Plant Layout)

ภายใต้ขอบเขตของเทคโนโลยีการจัดกลุ่ม (GT) การดำเนินการเพื่อสร้างผังโรงงาน เพื่อที่จะกำหนดการดำเนินการปฏิบัติที่เหมาะสมในการผลิต และโครงร่างของระบบการผลิตแบบเซลล์ (CMS) สำหรับกลุ่มของชิ้นงานที่ได้เลือกแล้วนั้น ภายหลังจากการวางแผนเลือกเครื่องจักรเสร็จสิ้นลง จะทำให้เราทราบถึงประเภทและจำนวนของเครื่องจักรที่สามารถจัดหาได้ และการทำงานเฉพาะอย่างของมัน ขั้นตอนต่อไปคือการวางแผน เพื่อไปสู่การสร้างขึ้นผังโรงงาน

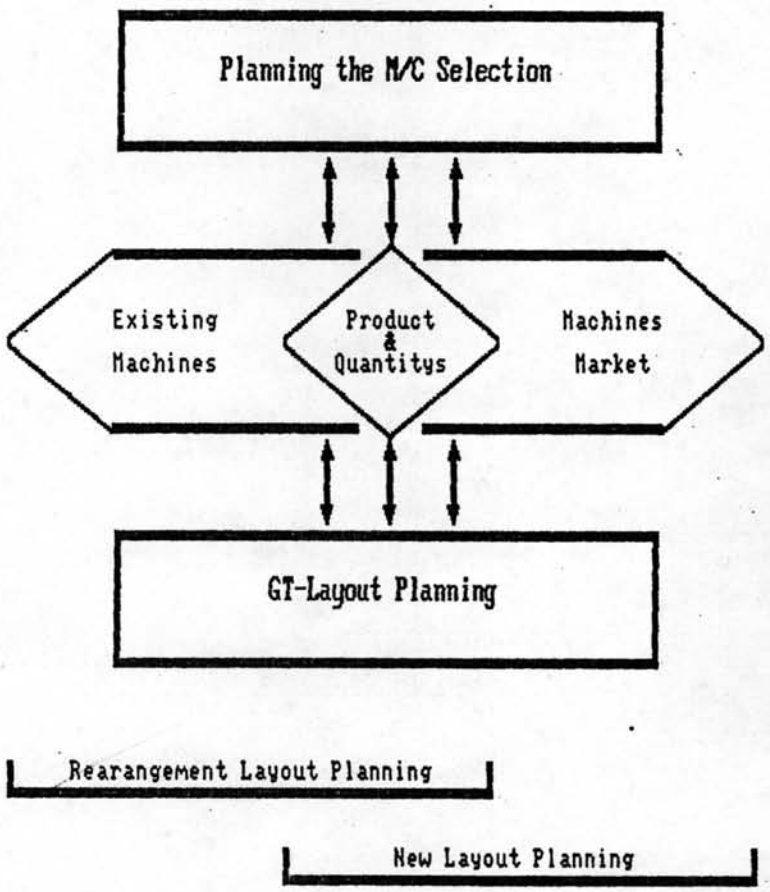
การวางแผนในการสร้างผังภายในขอบเขตของเทคโนโลยีการจัดกลุ่ม (GT) คือการกำหนดกลุ่มของเครื่องจักร รูปแบบของเซลล์การผลิต และความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์การผลิตเพื่อที่จะนำไปสู่ระบบการผลิตแบบเซลล์ที่มีประสิทธิภาพโดยจะต้องพิจารณาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิต เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความเหมาะสม ความสัมพันธ์ระหว่างการวางแผนในการสร้างผัง และการวางแผนเลือกเครื่องจักรที่กล่าวมานั้น แสดงได้ดังรูปที่ 3.22

ถึงแม้ว่าภายในขอบเขตของการวางแผนในการสร้างผัง สามารถที่จะแบ่งออกเป็นสองประเภทได้คือ การวางผังปรับแต่งผังโรงงานปัจจุบันที่ใช้อยู่ และการวางผังโรงงานที่จะสร้างขึ้นใหม่ ซึ่งในกรณีของโรงงานตัวอย่างนี้เป็นการวางผังแบบปรับแต่ง ฉนั้นจึงพิจารณาเครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิตที่โรงงานมีอยู่ในปัจจุบัน ดังได้กล่าวมาแล้ว ส่วนการวางผังโรงงานใหม่นั้น จะพิจารณาการสั่งซื้อเครื่องจักรใหม่ที่มีขายอยู่ในตลาด ประเภทชิ้นงานและปริมาณการผลิตเป็นสิ่งสำคัญเบื้องต้นของการวางแผนทั้งสองชนิด ซึ่งเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำเนินการ

ข้อมูลที่ใช้สำหรับการวางแผนในการสร้างผัง คือกลุ่มการผลิตหรือกลุ่มการปฏิบัติงานของเครื่องจักร เพื่อที่จะกำหนดประเภท และจำนวนของเครื่องจักรภายในเซลล์การผลิตแต่ละเซลล์ และรูปแบบของเซลล์ที่เป็นองค์ประกอบของผังที่เหมาะสม (รูปที่ 3.23)

รูปแบบของเซลล์การผลิตสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบที่เป็นพื้นฐานได้คือ

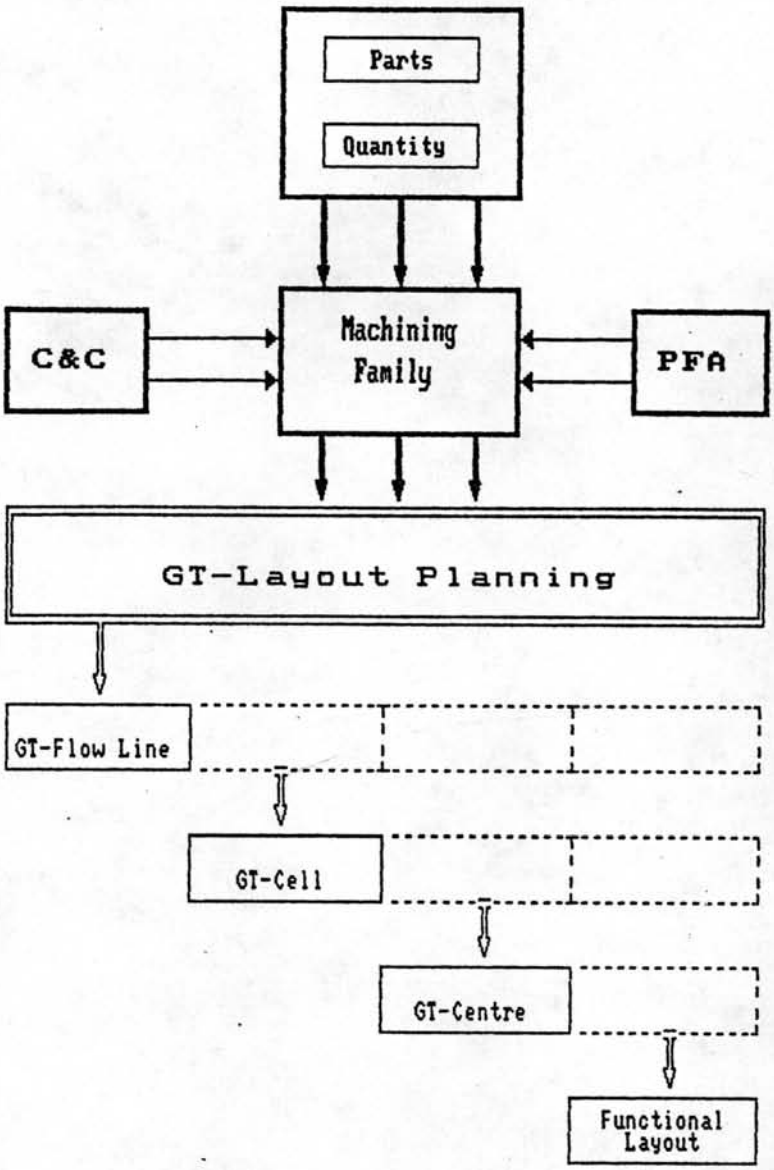
- GT-Centre (ระบบเครื่องจักรเดียว) คือรูปแบบของเซลล์ที่ทำการผลิตกลุ่มของชิ้นงาน ซึ่งมีขั้นตอนการปฏิบัติงานเพียงขั้นตอนเดียว โดยสามารถทำการผลิตบนเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียวได้



รูปที่ 3.22 ความสัมพันธ์ระหว่างการวางแผนในการสร้างผังและเลือกเครื่องจักร

- GT-Cell (ระบบการวางผังแบบกลุ่ม) คือรูปแบบของเซลล์ที่ทำการจัดกลุ่มของเครื่องจักร เพื่อทำการผลิตกลุ่มของชิ้นงาน ที่มีความคล้ายคลึงในการปฏิบัติงานกับเครื่องจักร (Same Operations)

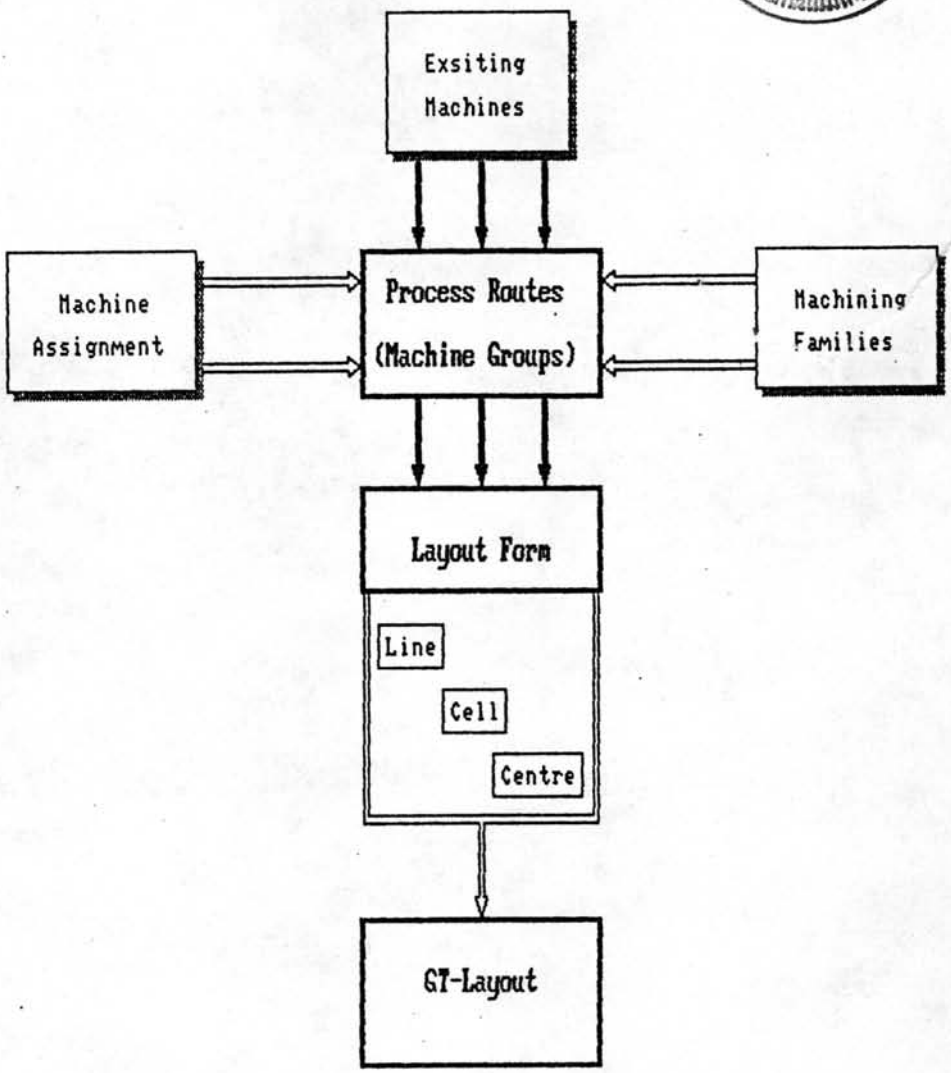
- GT-Flow line คือรูปแบบของเซลล์ที่ทำการจัดกลุ่มของเครื่องจักร เพื่อทำการผลิตกลุ่มของชิ้นงาน และการลักษณะการวางผังของเซลล์จะต้องสอดคล้องกับการปฏิบัติงานกับเครื่องจักร และลำดับขั้นตอนการผลิตที่มีความเหมือนกัน (Same Operations and Same Sequence)



รูปที่ 3.23 ขั้นตอนการวางแผนในการสร้างผัง

ก. การจัดกลุ่มของเครื่องจักร (Machine Grouping)

สิ่งที่ให้ความสนับสนุนคือ กลุ่มการปฏิบัติงานเครื่องจักร (Machining - Families) และรายละเอียดของการกำหนดประเภทการปฏิบัติงานแก่เครื่องจักร (ตารางที่ 3.3) ซึ่งเป็นผลมาจากการวางแผนเลือกเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตและ (รูปที่ 3.24) เครื่องจักรจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม โดยที่กลุ่มของเครื่องจักรเหล่านี้จะสามารถสนองตอบการผลิต



รูปที่ 3.24 ขั้นตอนการจัดกลุ่มเครื่องจักร

กลุ่มของชิ้นงานที่มีลำดับขั้นตอนการใช้เครื่องจักรในการผลิตเหมือนกัน และกลุ่มของเครื่องจักรนั้นยังจะสามารถแสดงในรูปแบบของสายการผลิต (Process Route) ได้อีกด้วย(ตารางที่ 3.4) ฉนั้นประเภทและจำนวนเครื่องจักรที่จำเป็นจะสามารถกำหนดได้

โดยการรวบรวมลำดับขั้นตอนการใช้เครื่องจักรในการผลิต หรือสายการผลิตจากตารางที่ 3.4 เราสามารถจัดเซลล์ หรือกลุ่มเครื่องจักรได้ 6 เซลล์ ดังตารางที่ 3.5 โดยที่แต่ละเซลล์ได้มาจากการรวมสายการผลิตต่างๆ ดังนี้

หมายเลข	สายการผลิต (Process Route)
1	MS-SC-SC-PB-SW-W-G
2	MS-SC-SC-PB-SW
3	MS-SC-SC-PB-PB-SW
4	MS-PB-SW
5	MC-SC-PB-SW
6	MS-SC-SW
7	MS-SC-SC-PB-W-SW
8	MS-SC-SC-PB
9	MS-SC-SC-SC-PB-SW
10	MS-SC-SC-SC-PB-PB-SW
11	MS-SC-PB-PB
12	MS-OV-SW
13	MS-SC-DC-DC-PB-SW
14	MS-SC-DC-PB-SW
15	WR-SW
16	MS-SC-SC-RM-SW

ตารางที่ 3.4 ลำดับขั้นตอนการใช้เครื่องจักรผลิตชิ้นส่วน

- เซลล์ที่ 1 ได้มาจากสายการผลิตที่ 12
- เซลล์ที่ 2 โดยการรวมสายการผลิตที่ 9-15-16
- เซลล์ที่ 3 โดยการรวมสายการผลิตที่ 1-2-3-4-5
- เซลล์ที่ 4 โดยการรวมสายการผลิตที่ 6-7-8-9-10
- เซลล์ที่ 5 โดยการรวมสายการผลิตที่ 4-5-6-14
- เซลล์ที่ 6 โดยการรวมสายการผลิตที่ 4-5-6-13

ในขั้นตอนนี้ จะได้กลุ่มของเครื่องจักรที่คาดว่าจะมีในแต่ละเซลล์ (ตารางที่ 3.5) แต่ยังไม่สามารถยืนยันได้ จนกว่าการตรวจสอบภาระที่เครื่องจักรทำงานในแต่ละเซลล์เสร็จสิ้นลง

เซลล์ที่	ประเภทเครื่องจักร	หมายเลข
1	# เครื่องตัดเหล็ก Hydraucut	65
	# เครื่องโอลิเวอร์ (OV)	66,67,68,69
2	# เครื่องพับ (PB)	80
	# เครื่องปั๊มแบบเพลาข้อเสือ (SC)	103,115,116
	# เครื่องม้วน (RM)	81
	# เครื่องรีดเหล็ก (WR)	102
	# เครื่องเชื่อมแบบจุด (SW)	79,86

ตารางที่ 3.5 ประเภทและจำนวนเครื่องจักรของแต่ละเซลล์

เซลล์ที่	ประเภทเครื่องจักร	หมายเลข
3	# เครื่องพับ (PB)	95,96
	# เครื่องปั๊มแบบเพลาข้อเสือ (SC)	106,113,114
	# เครื่องเชื่อมแบบจุด (SW)	84
	# เครื่องตัดมุม	117
4	# เครื่องพับ (PB)	93,98
	# เครื่องปั๊มแบบเพลาข้อเสือ (SC)	105,107,108
	# สว่าน (D)	100
	# เครื่องเชื่อมแบบจุด (SW)	85
5	# เครื่องพับ (PB)	94
	# เครื่องปั๊มแบบเพลาข้อเสือ (SC)	104,109,110
	# เครื่องปั๊ม (DC)	89
	# เครื่องเชื่อมแบบจุด (SW)	82
6	# เครื่องพับ (PB)	97
	# เครื่องปั๊มแบบเพลาข้อเสือ (SC)	111,112
	# เครื่องปั๊ม (DC)	87,88
	# เครื่องเชื่อมแบบจุด (SW)	83
	# สว่านเจาะ (D)	101

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) ประเภทและจำนวนเครื่องจักรของแต่ละเซลล์

ข. การกำหนดและตรวจสอบภาระทำงานเครื่องจักร (Machine Loading)

ขั้นตอนที่สำคัญอันหนึ่งคือ การกำหนดและตรวจสอบภาระที่เครื่องจักรทำงาน วัตถุประสงค์ประการแรกเพื่อที่จะเป็นการกำหนดขนาดของเซลล์ เซลล์แต่ละเซลล์ควรจะมีเครื่องจักรประเภทใดและจำนวนเท่าไร เครื่องจักรภายในเซลล์ควรจะมีภาระในการทำงานให้มากที่สุดคือเท่ากับภาระสูงสุดที่เครื่องจักรรับได้ ถ้าเซลล์ไหนมีภาระการทำงานต่ำกว่าที่กำหนด การเพิ่มภาระของเซลล์สามารถทำได้โดย การปรับชิ้นงานในกลุ่มอื่นให้มีความคล้ายคลึงในด้านการใช้เครื่องจักรในการผลิต ให้เข้ากับกลุ่มชิ้นงานที่ทำการผลิตภายในเซลล์นั้น จะเป็นการทำให้ภาระของเซลล์นั้นเพิ่มขึ้นได้ ภาระของเครื่องจักรที่มากที่สุดในแต่ละเซลล์ จะเป็นตัวกำหนดภาระของเซลล์นั้นๆ และประการที่สองเพื่อที่จะเป็นการวางแผนจำนวนคนงานที่จะต้องมีในแต่ละเซลล์ วัตถุประสงค์ทั้งสองนี้ ใช้ในการวางแผนเบื้องต้นในการร่างเซลล์การผลิต และเมื่อมีการผลิตชิ้นงานใหม่เกิดขึ้นภายในกลุ่มการผลิตที่ได้เลือกไว้แต่เดิม จะต้องทำการตรวจสอบภาระการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละเซลล์ ซึ่งจะต้องไม่เกินความสามารถของมันที่จะรับได้

1. การพิจารณาจำนวนเครื่องจักรในแต่ละเซลล์

การจัดกลุ่มเครื่องจักรเป็นการกำหนดประเภทและจำนวนเครื่องจักรที่จะต้องมีในแต่ละเซลล์ ขั้นต่อไปจะต้องพิจารณาว่าจำนวนเครื่องจักรที่มีในแต่ละเซลล์ว่ามีความเหมาะสมเพียงใด โดยจะพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับด้านกำลังการผลิตของเครื่องจักรที่มีอยู่ภายในแต่ละเซลล์ มีอยู่ 2 กรณีที่จะต้องพิจารณา กรณีแรกคือประเภทของเครื่องจักรที่มีอยู่ภายในเซลล์เพียงเซลล์เดียว ภายหลังการจัดกลุ่ม กรณีที่สองที่มีอยู่ภายในหลายเซลล์ภายหลังการจัดกลุ่ม

ก. ประเภทของเครื่องจักรที่มีอยู่ภายในเซลล์เดียว

ถ้าเครื่องจักรประเภทหนึ่งจัดสรรให้อยู่ภายในเซลล์เพียงเซลล์เดียว ดังเช่นเซลล์ที่ 1 นั้น เครื่องโอลิเวอร์จัดให้อยู่ภายในเซลล์นี้ทั้งหมด ฉนั้นปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับด้านกำลังการผลิตของเครื่องจักรประเภทนี้จึงไม่มี ด้วยเหตุที่ว่าความสามารถในการผลิตที่เพียงพอก่อนการจัดเซลล์ซึ่งก็คือขณะที่การวางผังเป็นแบบกระบวนการผลิต ดังนั้นภายหลังการจัดเซลล์โดยมีการวางผังแบบกลุ่มแล้ว ความสามารถในการผลิตจะเพียงพอด้วย ส่วนในเซลล์ที่ 2 นั้นซึ่งมีเครื่องม้วน และเครื่องรีดเหล็กอยู่ภายในเซลล์ เหตุผลเช่นเดียวกับเซลล์ที่ 1

ข. ประเภทของเครื่องจักรที่มีอยู่ในหลายเซลล์

ถ้าเครื่องจักรประเภทหนึ่งๆได้จัดสรรให้กับเซลล์การผลิตมากกว่า 1 เซลล์ ดังเช่นเซลล์ที่ 2 ถึง 6 ประเภทของเครื่องจักรเหล่านี้ได้แสดงในตารางที่ 3.6 การตรวจสอบภาระการทำงานของเครื่องจักรเป็นการกระทำที่สำคัญ ก่อนที่จะทำการเลือกรูปแบบของเซลล์ เพื่อที่จะทำการวางผังกลุ่มของเครื่องจักรที่ได้เลือกไว้ต่อไป การตรวจสอบแผนการทำงานของเซลล์จะกระทำบนพื้นฐานของโปรแกรมการผลิต ซึ่งควรจะสามารถรองรับโปรแกรมการผลิตให้มีขนาดใหญ่มากที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ โดยไม่ควรเกินความสามารถในการผลิตที่มีอยู่ในปัจจุบัน และควรจะกระจายชิ้นงานที่ทำการผลิตให้แก่เซลล์ทุกเซลล์อย่างสมดุลย์เท่าที่สามารถทำได้

จะใช้เซลล์ที่ 4 เป็นตัวอย่างแสดงการกำหนดและตรวจสอบภาระทำงานของเครื่องจักร โดยเริ่มจากแผนกำหนดงานแก่เครื่องจักรภายในเซลล์ 4 แผนกำหนดงานซึ่งก็คือการกำหนดประเภทกลุ่มของชิ้นงานให้แก่เซลล์ ฉนั้นสำหรับแผนกำหนดงานที่ 1 จะให้เซลล์ที่ 4 ทำการผลิตกลุ่มของชิ้นงานที่มีความคล้ายคลึงของรูปร่าง (Shape Field) 07

เนื่องจากเซลล์ที่ 4 ได้สร้างขึ้นมาจากการรวมสายการผลิตที่ 6-7-8-9-10 จากคุณสมบัติของสายการผลิตเหล่านี้ จะทำให้เซลล์นี้มีคุณสมบัติทำการผลิตกลุ่มของชิ้นงานที่มีคุณสมบัติในการใช้เครื่องจักรทำการผลิต (Machining Field) 01-02-03-06-07-08-09-10 จากการจัดกลุ่มของชิ้นงานในขั้นตอนที่ 2 นั้น จากรูปที่ 3.10 แสดงให้เห็นว่าชิ้นงานที่อยู่ในกลุ่มความคล้ายคลึงของรูปร่าง (Shape Field) 07 นั้นมีจำนวน 23 % ของประเภทชิ้นส่วน หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ถ้ามีการสั่งผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทใดๆก็ตาม เซลล์ที่ 4 นี้จะมีส่วนร่วมในการผลิตชิ้นส่วนเป็นจำนวน 23 % ของจำนวนประเภทชิ้นส่วน ของการสั่งผลิตแต่ละครั้งโดยประมาณ

ต่อไปจะต้องตรวจสอบว่า ประเภทเครื่องจักรและจำนวนที่มีอยู่ภายในเซลล์ เพียงพอกับภาระที่มันถูกกำหนดให้ทำหรือไม่ ถ้าพิจารณาเครื่องจักรภายในเซลล์จะเห็นว่า เครื่องจักรหลัก (Key Machine) คือ เครื่องพับ (PB) เพราะชิ้นงานที่ทำการผลิตโดยเซลล์นี้ จะต้องผ่านเครื่องจักรประเภทนี้

การตรวจสอบภาระการทำงานของเซลล์ กระทำโดยตรวจสอบจำนวนชั่งโมงเครื่องจักรที่ต้องการ เพื่อทำการผลิตชิ้นส่วนตามโปรแกรมการผลิต ด้วยการคำนวณและเปรียบเทียบกับเวลาทำงานเครื่องจักรมาตราฐานที่มีอยู่ในปัจจุบัน

เครื่องจักร		จำนวนเครื่องจักรที่จัดสรรให้แต่ละเซลล์				
ประเภท	จำนวน	เซลล์ 2	เซลล์ 3	เซลล์ 4	เซลล์ 5	เซลล์ 6
เครื่องพับ (PB)	7	1	2	2	1	1
ปั๊มช้อเสือ (SC)	14	3	3	3	3	2
เครื่องปั๊ม (DC)	3	-	-	-	1	2

ตารางที่ 3.6 ประเภทของเครื่องจักรที่จัดสรรในหลายเซลล์

ตามโปรแกรมการผลิตในปัจจุบัน ด้วยขนาดของรุ่นที่ทำการผลิตโดยเฉลี่ย 100 หน่วยต่อวันดังนั้นใน 1 สัปดาห์จะต้องทำการผลิตชิ้นส่วน สำหรับการประกอบผลิตภัณฑ์โดย ประมาณ 500 หน่วย คิดเป็นจำนวนชิ้นส่วนโดยประมาณ 5000 ชิ้น สำหรับเซลล์ที่ 4 จะรับผิดชอบการผลิตดิดเป็นจำนวนประเภทของชิ้นส่วน 5 ประเภท ปริมาณรวม 1150 หน่วย คิดเป็นเวลาที่เครื่องจักรหลักต้องใช้สำหรับการผลิต 19.2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ แต่เวลาทำงานเครื่องจักรมาตราฐาน (Standard Machine Running Time) ที่หาได้สำหรับเซลล์นี้เท่ากับ 38 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ จะเห็นได้ว่ายังสามารถเพิ่มภาระการผลิตให้แก่เซลล์นี้ได้อีก

ดังนั้นในแผนกำหนดงานที่ 2 จะเพิ่มกลุ่มของชิ้นงานที่มีขอบเขตความคล้ายคลึงของรูปร่าง 09 เข้าไปอีกบางส่วน โดยพิจารณาเฉพาะที่มีขอบเขตความคล้ายคลึงในการใช้เครื่องจักรทำการผลิต (Machining Field) 01 เข้าไป การดำเนินการตรวจสอบภาระการทำงานของเซลล์ กระทำเหมือนดังที่กล่าวมาแล้ว เพื่อให้ได้ภาระการผลิตใกล้

เดียงกับ 38 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ การกระทำดังนี้เป็นลักษณะการทวนซ้ำ (Iteration) สำหรับการตรวจสอบกับเซลล์อื่นๆ การดำเนินการเหมือนกัน

2. การพิจารณาทีมงาน

การจัดสรรจำนวนคนงานให้แก่เซลล์การผลิตต่างๆนั้น ตามปกติแล้วจะไม่ตรงกับจำนวนเครื่องจักรที่มีในแต่ละเซลล์ การพิจารณาจำนวนคนงาน จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังต่อไปนี้

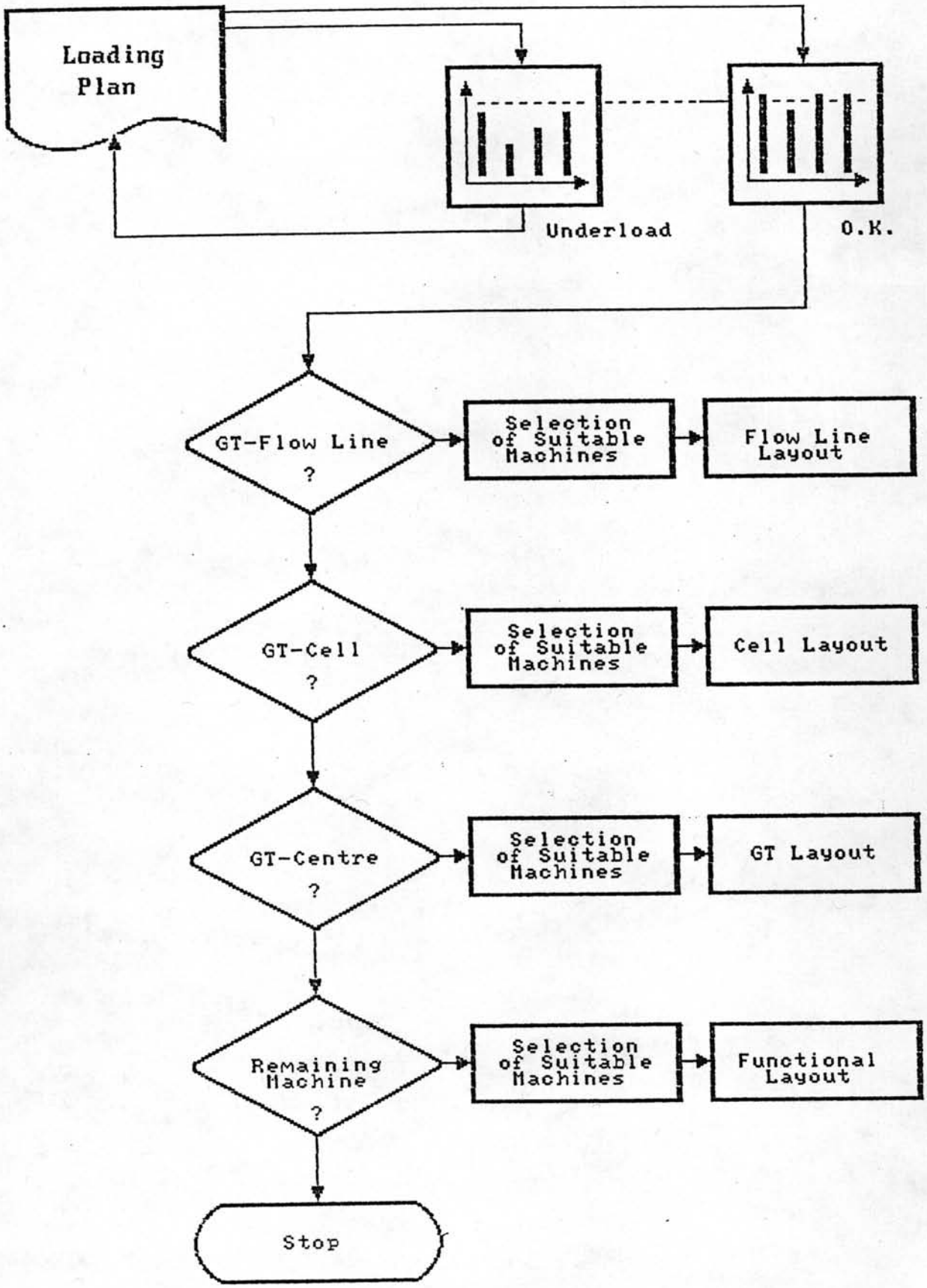
- ความอัตโนมัติของเครื่องจักร
- การกระจายภาระการทำงานของเครื่องจักรในเซลล์ หรือความสมดุลย์ในการทำงานของเครื่องจักร
- การวางผังของเครื่องจักร
- ความสามารถของคนงาน ในการปฏิบัติงานได้หลายหน้าที่

ดังนั้นจากปัจจัยดังกล่าวข้างต้น ในแต่ละเซลล์การผลิตควรจะประกอบด้วยทีมงานดังนี้

- เซลล์ที่ 1 ประกอบด้วยคนงาน 3 คน
- เซลล์ที่ 2 ประกอบด้วยคนงาน 4 คน
- เซลล์ที่ 3 ประกอบด้วยคนงาน 6 คน
- เซลล์ที่ 4 ประกอบด้วยคนงาน 6 คน
- เซลล์ที่ 5 ประกอบด้วยคนงาน 6 คน
- เซลล์ที่ 6 ประกอบด้วยคนงาน 6 คน

ค. การกำหนดรูปแบบของเซลล์การผลิต

การดำเนินการต่อไปคือ การกำหนดรูปแบบของเซลล์การผลิตที่เหมาะสม รูปแบบของการดำเนินการสามารถแสดงเป็นแผนผังได้ดัง รูปที่ 3.25 แผนการกำหนดงานแก่เซลล์เครื่องจักรในการทำงานสำหรับกลุ่มการผลิต (Production Family) ที่เลือกแล้วนั้นเป็นสิ่งจำเป็น สำหรับการที่จะได้รับเซลล์การผลิตที่เหมาะสมทั้งในด้านการปฏิบัติงานและเศรษฐศาสตร์ ผลลัพธ์ที่ได้จากแผนการกำหนดงานแก่เครื่องจักร จะเป็นการเริ่มต้นสำหรับการกำหนดรูปแบบของการวางผังแบบกลุ่ม



รูปที่ 3.25 การดำเนินการเพื่อกำหนดรูปแบบของเซลล์เครื่องจักรที่เหมาะสม

จากการจัดกลุ่มของเครื่องจักรในขั้นตอนที่ผ่านมา โดยการนำสายการผลิตต่างๆในตารางที่ 3.4 มาสร้างขึ้นเป็นเซลล์เครื่องจักรนั้น เพื่อที่จะกำหนดรูปแบบของเซลล์ที่เหมาะสมต่อไป พิจารณาเซลล์ที่ 2 เป็นตัวอย่าง ซึ่งเกิดจากการรวมสายการผลิตที่ 9-15-16 จะทำให้ได้สายการผลิตใหม่ที่ครอบครุมสายการผลิตทั้ง 3 โดยมีรูปแบบดังนี้

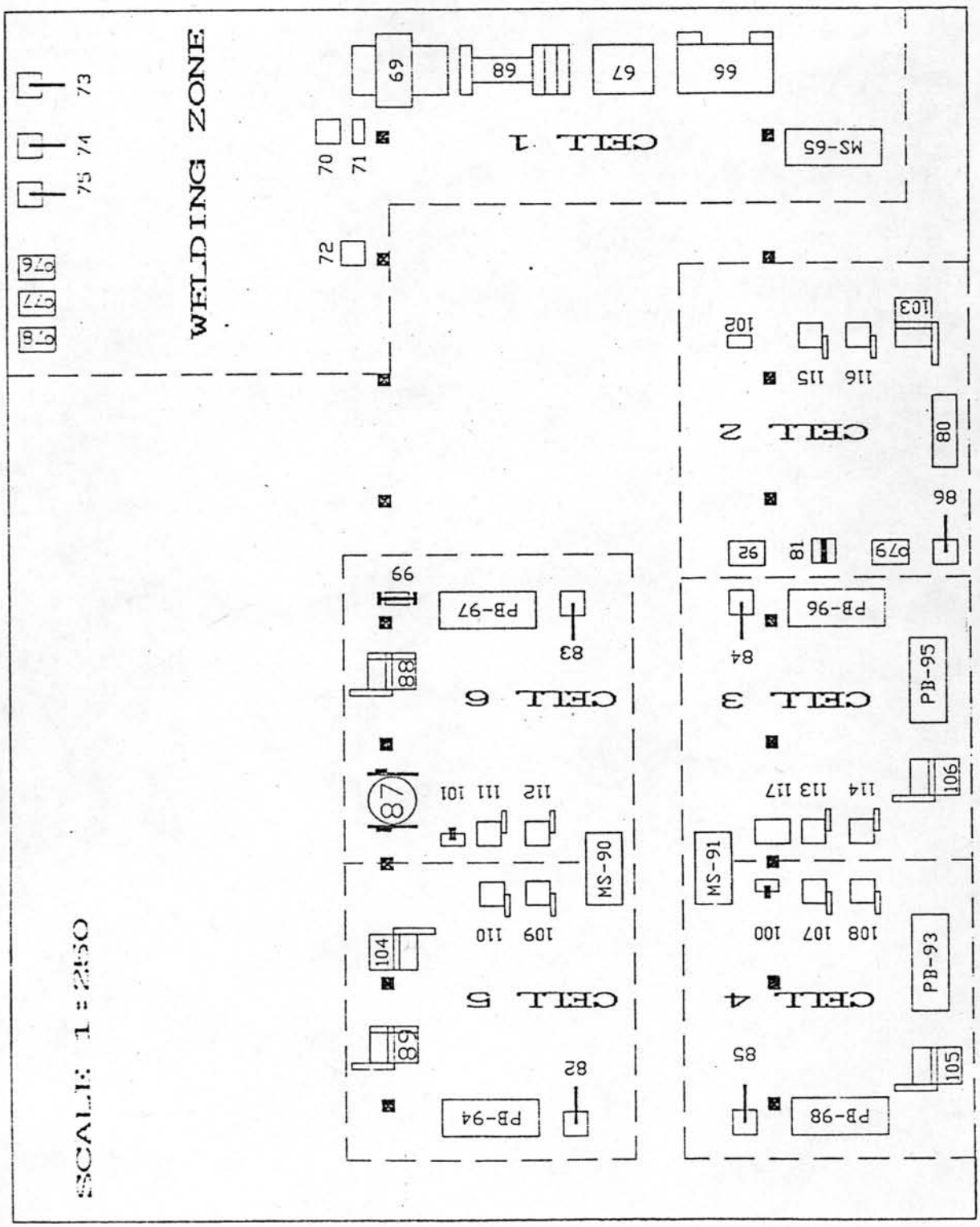
MS-SC-SC-SC-RM-PB-WR-SW

ดังนั้นถ้าชิ้นงานที่เข้ามาทำการผลิตในเซลล์นี้ จะไม่ผ่านทุกขั้นตอนการผลิต จะใช้เพียงบางส่วนซึ่งก็คือสายการผลิตที่ประกอบขึ้นเป็นสายการผลิตใหม่นี้ ดังนั้นรูปแบบของเซลล์จะเข้าเงื่อนไข GT-Cell เพราะลำดับขั้นตอนการผลิตไม่เหมือนกัน สำหรับการวางผังที่ดีที่สุดของ GT-Cell คือรูปแบบตัวยู (U) กรณีของเซลล์ที่ 3 - 6 เหตุผลเดียวกันกับเซลล์ที่ 2 ยกเว้นเซลล์ 1 ซึ่งเกิดจากสายการผลิตที่ 12 เพียงอันเดียวจะเข้าเงื่อนไข GT-Flow line โดยใช้ผลิตชิ้นส่วนของตู้เย็นเพียงอย่างเดียว

ง. การพิจารณากำหนดพื้นที่ (Space Determination)

ภายหลังจากได้รูปแบบของเซลล์ที่เหมาะสม ประเภทและจำนวนเครื่องจักรที่จะต้องมีในแต่ละเซลล์แล้ว ภาระต่อไปที่จะต้องทำ คือการจัดสรรพื้นที่ของโรงงานที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เซลล์การผลิตแต่ละเซลล์ และจะต้องพิจารณาถึงปัจจัยที่เป็นสิ่งสนับสนุนเซลล์การผลิต ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีความต้องการพื้นที่ภายในเซลล์ด้วยเหมือนกัน ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่ สโตร์เก็บเครื่องมือวัตถุดิบ ชิ้นงานที่เสร็จแล้ว พื้นที่สำหรับจอด Fork Lift Truck เป็นต้น (รูปที่ 3.26 แสดงผังโรงงานแบบกลุ่มที่ได้สร้างขึ้นตามวิธีการที่ได้กล่าวมาข้างต้น)

รูปที่ 3.26 ผังโรงงานแบบกลุ่มที่เสนอแนะของโรงงานตัวอย่าง



5. การประเมินผลลักษณะของการวางผังโรงงาน

ในเมื่อวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อที่จะเปรียบเทียบระบบการผลิตแบบงานสั่งทำ ที่มีลักษณะการวางผังโรงงานแบบกระบวนการผลิต (Process Layout) กับระบบการผลิตแบบเซลล์ (CMS) ที่มีลักษณะการวางผังโรงงานแบบกลุ่ม (Group Layout) โดยการสร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะทำการเปรียบเทียบระบบการผลิตทั้งสองที่มีสิ่งต่างๆ เหมือนกันยกเว้นจุดเด่นที่สำคัญสองจุดซึ่งก็คือ การวางผังของเครื่องจักรและเครื่องจักรชนิดเดียวกันที่ใช้สำหรับผลิตกลุ่มชิ้นงานเฉพาะหนึ่งๆหรือสามารถสับเปลี่ยนได้ ขอบเขตของแบบจำลองที่สร้างขึ้นจะแสดงสภาพการผลิตเฉพาะแผนกปั๊มโลหะแผ่นเท่านั้น ข้อมูลที่ใช้จะได้จากการสังเกต การตรวจสอบข้อมูลที่ทางโรงงานบันทึกไว้ เซลล์การผลิตต้นแบบ และพิจารณาร่วมกันกับทางฝ่ายผลิต

6. แบบจำลอง (Model)

การจำลองปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์นั้น แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะแปลงเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองในการศึกษาครั้งนี้ คือ GASP IV ซึ่งเป็นภาษาเฉพาะสำหรับการจำลองปัญหา (Simulation language) เหตุการณ์ที่สร้างขึ้นในแบบจำลอง เป็นเหตุการณ์แบบที่แยกจากกัน (Discrete Event)

ก. สมมุติฐานของแบบจำลอง (Model Assumptions)

แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะเป็นไปตามสมมุติฐานดังต่อไปนี้

1. เวลาในการเตรียมเครื่อง สำหรับขั้นตอนการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนบนเครื่องจักรเดียวกันนั้น ได้สมมุติว่าเป็นอิสระ (ไม่ขึ้นอยู่) กับการปฏิบัติงานก่อนหน้านี้

2. การจัดลำดับของคำสั่งในการผลิต ใช้กฎเกณฑ์มาก่อนใช้ก่อน (First In First Out, FIFO)

3. ในแต่ละช่วงเวลาที่การปฏิบัติงานของขั้นตอนหนึ่งๆเสร็จสิ้น ถ้ายังมีขั้นตอนการผลิตที่ยังต้องดำเนินการต่อไป เวลาการเสร็จสิ้นของขั้นตอนนั้น จะเป็นเวลาการเริ่มต้นของขั้นตอนต่อไป

4. ถ้าเครื่องจักรที่ทำการผลิตใดๆไม่ว่าง ชิ้นงานที่จะต้องใช้เครื่องจักรนั้นเพื่อทำการผลิต จะถูกนำเข้าสู่แถวคอยของเครื่องจักรนั้น ภายหลังจากชิ้นงานเข้าไปอยู่ในขอบเขตของแถวคอยนั้นแล้ว มันจะรอคอยจนทำการผลิตได้ต่อเมื่อชิ้นงานที่อยู่ก่อนหน้ามันได้ทำการผลิตเสร็จสิ้นแล้ว

5. ในเมื่อชิ้นงานเข้าไปอยู่ในขอบเขตของแถวคอยใดๆแล้วมันไม่สามารถออกจากแถวคอยกลางคันได้

6. เครื่องจักรทั้งหมดที่เป็นประเภทเดียวกันจะทำงานด้วยประสิทธิภาพที่เท่ากัน และสามารถสับเปลี่ยนกันได้ (กรณีของระบบการผลิตแบบงานสั่งทำ)

ช. ตัวแปรที่ศึกษา (Variables Studied)

เนื่องจากวิธีการที่ใช้ในการประเมินผลระบบการผลิต ที่ใช้แนวความคิดของเทคโนโลยีการจัดกลุ่มนั้น ยังไม่มีกฎเกณฑ์ที่ใช้ในการวัด ที่มีหน่วยวัดเพียงหน่วยเดียวที่แน่นอน ฉะนั้นเพื่อที่จะให้ได้ผลลัพธ์ที่สมบูรณ์ จากการใช้แบบจำลองทำการศึกษาลักษณะของการวางผังทั้งสองแบบ โดยจะรวบรวมข้อมูลจากตัวแปร 8 ตัว ตัวแปรเหล่านี้ได้แก่

1. เวลาเตรียมเครื่องโดยเฉลี่ย ใน 1 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (นาที)
2. ระยะทางเฉลี่ยของการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน 1 ครั้ง (เมตร)
3. จำนวนชิ้นส่วนทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ (Components of Product) ประเภทหนึ่งๆโดยเฉลี่ย เสร็จเรียบร้อยในช่วงเวลาหนึ่งๆ (1 ,2,.... สัปดาห์ หรือ เดือน)
4. การใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรในการผลิตโดยเฉลี่ย
5. เวลาที่ชิ้นงานรอคอยโดยเฉลี่ย สำหรับการผลิตในขั้นตอนต่อไป (นาที)
6. จำนวนประเภทของผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย ที่รอคอยการผลิต (ประเภท)
7. เวลาที่ชิ้นงานทั้งหมดอยู่ในกระบวนการผลิต (Total Flow Time) โดยเฉลี่ย (วัน)
8. ชิ้นงานระหว่างผลิต (Work In Process) โดยเฉลี่ย (ชิ้น)

ค. สมมุติฐานและการวิเคราะห์ทางสถิติ (Hypothesis and Statistical Analysis)

มีสมมุติฐานที่จะทำการทดสอบตัวแปรที่ศึกษาทั้ง 8 ตัวนั้น อยู่ 2 กรณีคือ

$H_{01,02,...,08}$: ไม่มีความแตกต่างๆในตัวแปรใดๆ ระหว่างการวางผังทั้ง 2 แบบ

$H_{11,12,...,18}$: มีความแตกต่างๆในตัวแปรใดๆ ระหว่างการวางผังทั้ง 2 แบบ

7. <u>การพิสูจน์และทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification and Validation of Simulation Models)</u>

ภายหลังจากการสร้างแบบจำลองของระบบการผลิตทั้งสองแล้ว สิ่งหนึ่งที่เป็นภาระที่ยากและสำคัญที่สุดที่ผู้พัฒนาแบบจำลองต้องเผชิญคือ การพิสูจน์และทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ผลที่ได้จากแบบจำลองอาจทำให้ผู้ที่ใช้ผลลัพธ์เหล่านั้นเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจในการดำเนินการต่างๆ มีความสงสัยเกี่ยวกับความถูกต้องของมัน ฉนั้นเป้าหมายของการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองก็เพื่อที่จะลดความแคลงใจในสิ่งนี้ และเพิ่มความเชื่อมั่นในผลที่ได้จากแบบจำลอง

ก. การพิสูจน์แบบจำลอง (Verification)

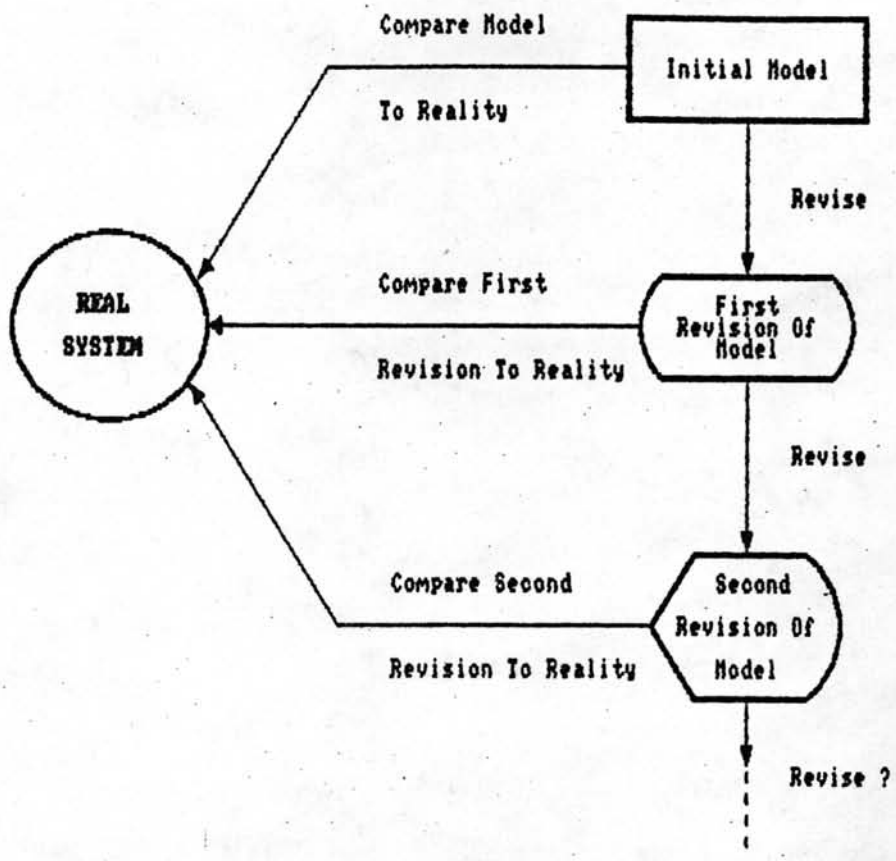
วัตถุประสงค์ของการพิสูจน์แบบจำลอง เพื่อที่จะประกันว่าแนวความคิดที่ใช้สร้างแบบจำลอง ได้แปลงเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างถูกต้อง ซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้แก่ การปฏิบัติงานของระบบ ลำดับของเหตุการณ์ โครงสร้างทางตรรก (Logical Structure) ของแบบจำลอง การพิสูจน์ความถูกต้องในการศึกษานี้ใช้ Subroutine MONTR ของ GASP IV แสดงผลดังรูปที่ 3.27

ข. การทดสอบความถูกต้อง (Validation)

ภายหลังจากพิสูจน์แล้วว่า แบบจำลองมีความถูกต้องตามแนวคิดที่ใช้สร้าง ภาระต่อไปเป็นการทดสอบว่าผลที่ได้รับจากแบบจำลอง มีความถูกต้องแม่นยำเสมือนระบบจริงเพียงใด การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองเป็นการตรวจทานแบบจำลอง (Calibration) เป็นแบบกระบวนการทวนซ้ำ (Iterative Process) เพื่อที่จะเปรียบเทียบพฤติกรรมและผล

```
 CURRENT EVENT.....TNOW= 0.2926E+03
  0.2926E+03    0.4000E+01    0.2000E+01    0.2000E+01    0.7000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00
 NEXT EVENT.......TTNEX= 0.3589E+03
  0.3589E+03    0.4000E+01    0.1000E+01    0.1000E+01    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00

 CURRENT EVENT.....TNOW= 0.2926E+03
  0.2926E+03    0.5000E+01    0.2000E+01    0.2000E+01    0.7000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00
 NEXT EVENT.......TTNEX= 0.2936E+03
  0.2936E+03    0.6000E+01    0.2000E+01    0.2000E+01    0.7000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00

 CURRENT EVENT.....TNOW= 0.2936E+03
  0.2936E+03    0.6000E+01    0.2000E+01    0.2000E+01    0.7000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00
 NEXT EVENT.......TTNEX= 0.3589E+03
  0.3589E+03    0.4000E+01    0.1000E+01    0.1000E+01    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00

 CURRENT EVENT.....TNOW= 0.3099E+03
  0.3099E+03    0.1400E+02    0.2000E+01    0.2936E+03    0.7000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00
 NEXT EVENT.......TTNEX= 0.3589E+03
  0.3589E+03    0.4000E+01    0.1000E+01    0.1000E+01    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00

 CURRENT EVENT.....TNOW= 0.3589E+03
  0.3589E+03    0.4000E+01    0.1000E+01    0.1000E+01    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00
 NEXT EVENT.......TTNEX= 0.3842E+03
  0.3842E+03    0.4000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00

 CURRENT EVENT.....TNOW= 0.3589E+03
  0.3589E+03    0.5000E+01    0.1000E+01    0.1000E+01    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00
 NEXT EVENT.......TTNEX= 0.3599E+03
  0.3599E+03    0.6000E+01    0.1000E+01    0.1000E+01    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00

 CURRENT EVENT.....TNOW= 0.3599E+03
  0.3599E+03    0.6000E+01    0.1000E+01    0.1000E+01    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00
 NEXT EVENT.......TTNEX= 0.3842E+03
  0.3842E+03    0.4000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00

 CURRENT EVENT.....TNOW= 0.3742E+03
  0.3742E+03    0.1400E+02    0.1000E+01    0.3599E+03    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00
 NEXT EVENT.......TTNEX= 0.3842E+03
  0.3842E+03    0.4000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00

 CURRENT EVENT.....TNOW= 0.3842E+03
  0.3842E+03    0.4000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00
 NEXT EVENT.......TTNEX= 0.4000E+03
  0.4000E+03    0.0000E+00    0.0000E+00    0.0000E+00    0.0000E+00    0.0000E+00    0.0000E+00

 CURRENT EVENT.....TNOW= 0.3842E+03
  0.3842E+03    0.5000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00
 NEXT EVENT.......TTNEX= 0.3852E+03
  0.3852E+03    0.6000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00

 CURRENT EVENT.....TNOW= 0.3852E+03
  0.3852E+03    0.6000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00
 NEXT EVENT.......TTNEX= 0.4000E+03
  0.4000E+03    0.0000E+00    0.0000E+00    0.0000E+00    0.0000E+00    0.0000E+00    0.0000E+00

 CURRENT EVENT.....TNOW= 0.3998E+03
  0.3998E+03    0.1400E+02    0.0000E+00    0.3852E+03    0.9000E+01    0.0000E+00    0.0000E+00
 NEXT EVENT.......TTNEX= 0.4000E+03
  0.4000E+03    0.0000E+00    0.0000E+00    0.0000E+00    0.0000E+00    0.0000E+00    0.0000E+00

UIT.
```

รูปที่ 3.27 ผลลัพธ์ของ Subroutine MONTR แสดงลำดับเหตุการณ์ในระบบคิว



รูปที่ 3.28 กระบวนการทวนซ้ำของการตรวจสอบแบบจำลอง เพื่อทดสอบความถูกต้อง

ลัพธ์ของแบบจำลองกับระบบจริง ความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่างแบบจำลองกับระบบจริงที่ไม่สามารถยอมรับได้ จะเป็นเหตุให้มาทำการพิจารณาหาสาเหตุที่ทำให้ผลจากแบบจำลองต่างจากระบบจริง ซึ่งอาจเกิดจากข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองผิดพลาด เงื่อนไขหรือปัจจัยบางอย่างมองข้ามไป เหล่านี้เป็นต้น . กระบวนการทวนซ้ำนี้จะกระทำจนกระทั่งแบบจำลองมีความแม่นยำจนเป็นที่พอใจ (รูปที่ 3.28)

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่แทนระบบการผลิตแบบเดิมของโรงงาน จะใช้การตรวจสอบพฤติกรรมของแบบจำลองเทียบกับระบบจริงและข้อมูลการปฏิบัติงานในอดีต เช่น เวลาที่ชิ้นงานอยู่ในกระบวนการผลิต (Flow Time) ด้วยขนาดของรุ่นที่ทำการผลิต

100 หน่วย ที่ได้จากแบบจำลอง และระบบจริงคือ 3.66 และ 4.00 วัน ตามลำดับ ที่ชั่วโมงการทำงาน 8 ช.ม./วัน ความแตกต่าง 8.50 % ซึ่งสามารถยอมรับได้

สำหรับแบบจำลองที่ใช้แทนระบบการผลิตแบบเซลล์ เนื่องจากระบบจริงยังไม่ได้สร้างขึ้นในตอนนี้ ดังนั้นวิธีเปรียบเทียบผลจากแบบจำลองกับระบบจริงจึงเป็นไปไม่ได้ แต่จะใช้วิธีตรวจสอบพฤติกรรมของแบบจำลอง กับเซลล์ที่ได้ทดลองจัดตั้งขึ้น (เซลล์ที่ 4) เนื่องจากพฤติกรรมของเซลล์เป็นไปตามที่ใช้สร้างแบบจำลอง ฉนั้นผลที่ได้จึงน่าจะมีความถูกต้องด้วย

ผลลัพธ์ของการวางผัง (Results of Layout)

1. เวลาเตรียมเครื่องโดยเฉลี่ย วัดโดยเวลาที่ใช้ไปในการเตรียมเครื่อง เปลี่ยนอุปกรณ์ในขั้นตอนการปฏิบัติงานใดๆ 1 ขั้นตอนในการผลิตชิ้นงาน งานวิจัยทางด้าน GT ที่ผ่านมานั้นได้กล่าวว่า การวางผังแบบกลุ่มจะใช้เวลาการเตรียมเครื่องนี้น้อยกว่าการวางผังแบบกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้เครื่องจักรทำการผลิตกลุ่มของชิ้นงาน (Part Family) เฉพาะหนึ่งๆที่เราได้จัดกลุ่มไว้ล่วงหน้า แต่งานวิจัยดังกล่าวนั้นได้ทำกับลักษณะงานประเภทที่ต้องตัดเฉือนโลหะ (Metal Cutting) ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ ที่ลักษณะงานเป็นการขึ้นรูปโลหะแผ่น (Sheet Metal Forming)

การวางผังแบบกระบวนการผลิตในการศึกษาครั้งนี้ สายการผลิตของชิ้นงานแต่ละประเภทเป็นแบบสุ่ม การที่ชิ้นงานจะทำการผลิตในขั้นตอนต่อไปได้นั้น จะต้องมองหาเครื่องจักรที่ต้องการนั้นว่าง และทำการเปลี่ยนอุปกรณ์เพื่อทำการผลิต ผลจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าเวลาเตรียมเครื่องไม่สามารถลดเวลาได้มากเท่าที่ควรจะเป็น เมื่อเทียบกับงานในลักษณะประเภทอื่นๆ เนื่องจากชิ้นงานที่ทำการผลิตจะขึ้นอยู่กับประเภทของผลิตภัณฑ์ที่สั่ง ฉนั้นในบางครั้งในกลุ่มชิ้นงานที่ทำการผลิตในขณะนั้นอาจจะมีชิ้นงานอยู่เพียงประเภทเดียว ซึ่งจะทำให้ลักษณะการผลิตเหมือนกับการวางผังแบบกระบวนการผลิต แต่จะได้เปรียบในด้านการเคลื่อนที่ของชิ้นงาน ดังนั้นผลจากแบบจำลองทั้งสองของเวลาเตรียมเครื่อง 1 ขั้นตอนการปฏิบัติงานจึงไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

2. ระยะทางการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน 1 ครั้งโดยเฉลี่ย ต่อการเคลื่อนที่ 1 ครั้ง การวางผังแบบกลุ่มจะมีค่าน้อยกว่าการวางผังแบบกระบวนการผลิต ซึ่งสิ่งนี้จะสอดคล้องกับงานวิจัยทางด้าน GT ที่ผ่านมา ที่แสดงให้เห็นว่าผังแบบกลุ่มจะมีระยะทางการเคลื่อนย้ายชิ้นงานที่ต่ำกว่า ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดเรียงเครื่องจักรที่สอดคล้องกับขั้นตอนการผลิตในรูปแบบของเซลล์การผลิตที่ได้สร้างขึ้น ทำให้รูปแบบการไหลของวัสดุราบเรียบ ซึ่งสามารถสังเกตุได้จากผังแบบใหม่

การเคลื่อนที่ระหว่างเครื่องจักรในแต่ละครั้งนั้น มีรูปแบบที่คงที่ 2 แบบ คือ การกำหนดงานให้แก่ผู้เคลื่อนย้ายวัสดุ ซึ่งก็คือชิ้นงานทั้งหมดและการปลดปล่อยชิ้นงานลง (Unloading) เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานแต่ละครั้งนั้น จะแปรตามระยะทางที่เคลื่อนที่และอัตราเร็วของการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน สิ่งนี้ทำให้เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ลดลง จะเป็นผลกระทบต่อเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในกระบวนการผลิต (Flow Time)

3. จำนวนชิ้นส่วนทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ประเภทหนึ่งเสร็จในช่วงเวลา (ช่วงเวลาของการ Run แบบจำลอง) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างแบบจำลองทั้งสอง ในจำนวนของชิ้นส่วนทั้งหมดที่เสร็จสิ้นในช่วงเวลาที่กำหนด ในเมื่อคำสั่งผลิต (Input) ที่เข้าสู่โรงงานมีการกระจายของความต้องการผลิตภัณฑ์เหมือนกันโดยตลอด เมื่อแบบจำลองของโรงงานบรรลุสภาวะคงตัว (Steady State) จะทำให้งานระหว่างผลิตไม่มีการเพิ่มขึ้น จำนวนของชิ้นส่วนทั้งหมดที่เสร็จในช่วงเวลาที่กำหนด ควรจะต้องตรงกับจำนวนที่เริ่มต้น

4. การใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรในการผลิตโดยเฉลี่ย

การใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรเครื่องหนึ่งนิยามได้ว่า เป็นเวลารวมทั้งหมดที่เครื่องจักรไม่ว่าง (Busy) หรือหมายถึงการที่เครื่องจักรกำลังผลิตชิ้นงาน หรือกำลังเตรียมเครื่องระหว่างช่วงเวลา (สัปดาห์, เดือน) หารด้วยจำนวนเวลารวมทั้งหมดที่หาได้สำหรับช่วงเวลานั้นสิ่งนี้คือค่าเฉลี่ยเหนือเครื่องจักรทั้งหมด การใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรของแบบจำลอง ที่มีลักษณะการวางผังแบบกลุ่มจะมีค่ามากกว่าแบบจำลองที่มีลักษณะการวางผังแบบกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นผลมาจากการที่เครื่องจักรหลัก (Key Machine)ของเซลล์วิกฤติ (Critical-Cell) มีภาระการทำงานสูง หรือไม่มีการว่างงาน

5. จำนวนประเภทของผลิตภัณฑ์ที่รอคอยการผลิตโดยเฉลี่ย

ปัจจัยที่กระทำต่อแบบจำลอง คือจำนวนกลุ่มของชิ้นงานที่ทำการผลิตซึ่งมีโอกาสน้อยมากที่ลำดับขั้นตอนการผลิตจะเหมือนกันโดยตลอด จึงนำไปสู่ความคล้ายคลึงที่เหมือนกัน

ของเวลาเตรียมเครื่องโดยเฉลี่ยของลักษณะผังทั้ง 2 แบบ ซึ่งอาจจะมีความแตกต่างจากงานวิจัยอื่น มีความแตกต่างที่ไม่ได้อยู่ในการคาดคะเนจากบทความของ GT สิ่งเหล่านี้ที่จะกล่าวถึงต่อไปทั้งหมดจะสัมพันธ์กับแถวคอย (Queue) ซึ่งเกิดจากการที่เครื่องจักรที่มีความเหมาะสมไม่สามารถจัดหาได้ในแบบจำลองของการวางผังแบบกลุ่มที่ให้เครื่องจักรเพียงหนึ่งเครื่องเท่านั้นที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานเฉพาะอย่างในแต่ละเซลล์ สิ่งนี้จะทำให้เกิดแถวคอยขึ้นตรงหน้าเครื่องจักรนั้น ส่วนในแบบจำลองของการวางผังแบบกระบวนการผลิตจะเป็นอย่างอื่น เครื่องจักรชนิดเดียวสามารถสับเปลี่ยนกันได้ เช่นถ้าเครื่องพับ (PB) เครื่องหนึ่งไม่ว่าง อีกเครื่องสามารถทำงานแทนได้ แถวคอยจะเกิดขึ้นตรงหน้าหน่วยผลิตนั้น และแถวคอยจะสั้นกว่าในแบบจำลองที่การวางผังแบบกลุ่ม ซึ่งเครื่องจักรไม่สามารถสับเปลี่ยนได้

6. เวลาที่ชิ้นงานรอคอยโดยเฉลี่ย

ความแตกต่างของแถวคอยโดยเฉลี่ย จะสะท้อนในเวลารอคอยโดยเฉลี่ย เวลาที่ชิ้นงานรอคอยการผลิตในแบบจำลองที่การวางผังแบบกลุ่มจะนานกว่า เพราะมีแถวคอยที่ยาวกว่า เหตุผลอย่างเดียวกันนี้ที่แถวคอยที่ยาวที่สุด จะทำให้มีเวลารอคอยนานที่สุด

7. ชิ้นงานระหว่างผลิตโดยเฉลี่ย

ชิ้นงานระหว่างผลิตนิยามได้ว่า คือผลรวมของจำนวนชิ้นงานในแต่ละแถวคอยชิ้นส่วนรอการเคลื่อนย้ายเพื่อทำการผลิต ย้อนกลับไปเรื่องของแถวคอยอีกครั้ง แบบจำลองของการวางผังแบบกลุ่มที่มีแถวคอยที่ยาวกว่า จะส่งผลให้มีงานระหว่างผลิตมากกว่าแบบจำลองที่มีการวางผังแบบกระบวนการผลิต

8. เวลาที่ชิ้นงานทั้งหมดอยู่ในกระบวนการผลิต (Total Flow Time)

เวลาที่ชิ้นงานทั้งหมดอยู่ในกระบวนการผลิตทั้งหมด ได้นิยามไว้ว่าเป็น เวลาที่เริ่มตั้งแต่คำสั่งผลิตงานประเภทหนึ่งๆได้ออกไปสู่พื้นโรงงาน จนถึงเวลาเสร็จสิ้นของการผลิตชิ้นงานประเภทนั้นๆเมื่อชิ้นงานอยู่ในโรงงานมันอาจจะอยู่ในสถานะใดสถานะหนึ่งใน 4 สถานะ ดังต่อไปนี้คือ ชิ้นงานอาจจะอยู่ในกระบวนการของการเคลื่อนย้ายจากเครื่องจักรหนึ่งไปยังเครื่องจักรหนึ่ง มันอาจจะรอคอยการผลิตในขั้นตอนต่อไปถ้าเครื่องจักรที่ต้องการไม่ว่าง มันอาจจะรอคอยการเตรียมเครื่องเพื่อที่ทำการผลิตมัน หรือกำลังทำการผลิตบนเครื่องจักร

ผลที่ได้จาก แบบจำลองทั้งสองการเตรียมเครื่อง เวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานโดยเครื่องจักรเท่ากัน ความแตกต่างอย่างมากในแบบจำลองทั้งสองคือ เวลาที่ใช้ในการรอคอยเพื่อทำการผลิต ซึ่งสิ่งนี้จะทำให้แบบจำลองที่มีการวางผังแบบกระบวนการผลิตมีเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในกระบวนการผลิตโดยเฉลี่ยสั้นกว่าแบบจำลองที่มีการวางผังแบบกลุ่ม

<u>อุปสรรคการประยุกต์ใช้แนวคิดเทคโนโลยีการจัดกลุ่ม</u>

ผลที่ได้จากตัวแปรที่ศึกษาเหล่านี้จะเห็นได้ว่า ในสภาวะปัจจุบันการนำแนวคิดของเทคโนโลยีการจัดกลุ่มมาประยุกต์ใช้กับโรงงานตัวอย่าง ยังไม่บรรลุความสำเร็จเท่าที่ควรจะเป็น สาเหตุอันเนื่องมาจากเงื่อนไขด้านการบริหารการผลิตในปัจจุบัน ซึ่งสามารถสรุปเป็นประเด็นใหญ่ๆเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตของแผนกปั๊มโลหะแผ่น ได้ดังนี้คือ

1. ระบบการควบคุมการผลิต

เนื่องจากระบบการควบคุมการผลิตในปัจจุบันเป็นแบบ Stock Control ผลที่ได้จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ระบบการควบคุมการผลิตแบบนี้ไม่สอดคล้องกับแนวคิดของเทคโนโลยีการจัดกลุ่ม ซึ่งเป็นเหตุทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตของระบบการผลิตแบบเซลล์ที่สร้างขึ้นของโรงงานตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกับระบบการผลิตแบบดั้งเดิม ตัวแปรที่บ่งบอกถึงสิ่งนี้คือ จำนวนชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ประเภทหนึ่งๆที่ผลิตเสร็จในช่วงเวลาที่กำหนด

2. จำนวนประเภทของผลิตภัณฑ์ที่สั่งผลิตในแต่ละครั้ง

แผนการผลิตในปัจจุบันได้กำหนดให้ ในแต่ละวันทำงานจะต้องทำการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทใดบ้าง ซึ่งจำนวนรุ่นของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในแต่ละวันยังไม่มากพอที่เข้าลักษณะการผลิตแบบผสมรุ่น (Production Mix) ฉนั้นจึงไม่สามารถนำข้อได้เปรียบของเทคโนโลยีการจัดกลุ่มมาประยุกต์ใช้ได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะแนวคิดด้านการลดเวลาเตรียมเครื่อง

ดังนั้นการที่จะประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการจัดกลุ่มให้บังเกิดผลอย่างสมบูรณ์ ควรทำการผลิตแบบผสมรุ่นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะได้ทำการศึกษาในลำดับต่อไป ส่วนวิธีการควบคุมการผลิตต้องเปลี่ยนมาเป็นการควบคุมการผลิตแบบ Period Batch Control (PBC) โดยจะกล่าวถึงในบทที่ 4 ต่อไป

การพิจารณาเงื่อนไขการผลิตที่เหมาะสม

ความแตกต่างอย่างเห็นได้เด่นชัด ระหว่างการวางผังแบบกลุ่ม (Group Layout) และการวางผังแบบกระบวนการผลิต (Process Layout) ดังได้กล่าวมาแล้วนั้น แต่สิ่งหนึ่งที่มีผลต่อการวางผังทั้งสองแบบก็คือ จำนวนกลุ่มของชิ้นงาน (Parts Families) ที่ทำการผลิตในระบบการผลิตที่ใช้การวางผังโรงงานในแต่ละแบบดังกล่าว เซลล์การผลิตหนึ่งๆจะมีกลุ่มชิ้นงานที่จะต้องทำการผลิตจำนวนน้อยกว่า เมื่อเทียบกับการวางผังแบบกระบวนการผลิต ที่จำนวนประเภทชิ้นงานมีปริมาณมากกว่า

ปัญหาในการออกแบบระบบการผลิตแบบเซลล์คือ ผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดจำนวนของชิ้นงานที่มากขึ้นให้แก่เซลล์ นั่นก็คือการเพิ่มการผสมรุ่นของผลิตภัณฑ์ (Increase the Product Mix) ถ้าภาระการทำงานของเซลล์ในรูปของชั่วโมงการทำงานเครื่องจักร (Machining Hours) รักษาไว้ให้คงที่เหมือนเดิม และจะทำสิ่งนี้เช่นเดียวกันกับการวางผังแบบกระบวนการผลิต เพื่อที่จะทำการเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นกับการวางผังทั้งสองแบบ จากการสั่งผลิตแบบผสมรุ่นของผลิตภัณฑ์

เราจะทำการคาดคะเนว่า การเพิ่มขึ้นของความหลากหลายของชิ้นส่วน โดยการผสมรุ่นของผลิตภัณฑ์ในการผลิตครั้งหนึ่งๆ ด้วยขนาดของรุ่นที่ทำการผลิตรวมจำนวนหนึ่งที่มีขนาดคงที่ (100,200,.....หน่วย) จะทำให้เกิดความผันแปรต่อเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในกระบวนการผลิต (Flow TIme) ของผลิตภัณฑ์แต่ละรุ่นของการวางผังทั้งสองแบบอย่างไร สิ่งนี้จะเกิดขึ้นได้ ในเมื่อความหลากหลายของชิ้นส่วน จะนำไปสู่การสูญเสียเวลาในการผลิตที่มากขึ้น ที่ใช้ในการสับเปลี่ยนในการผลิตชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ประเภทหนึ่งไปเป็นอีกประเภทหนึ่ง เพื่อที่จะให้เวลาสูญเปล่าในการผลิตน้อยสุด ในการสับเปลี่ยนประเภทผลิตภัณฑ์ในการผลิต เราอาจจะเพิ่มขนาดของรุ่น แต่จะต้องพิจารณาข้อจำกัดด้านกำลังการผลิต ซึ่งถือเป็นเงื่อนไขที่สำคัญ

ฉนั้นจะสมมุติว่า ช่วงห่างการเข้ามาของการสั่งผลิตแต่ละครั้งเป็นช่วงเวลาที่คงที่ (1,2,...วัน) ถ้าขนาดของรุ่นมีขนาดใหญ่ และความหลากหลายของผลิตภัณฑ์มีจำนวนมากที่จะต้องผลิตในการสั่งผลิตเวลาเดียวกัน เวลาที่ชิ้นงานรอคอยการผลิตจะมีค่ามากขึ้นด้วย ซึ่งจะมีผลกระทบต่อเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในกระบวนการผลิต

การวิเคราะห์ความไวขนาดของกลุ่มและขนาดของรุ่น (Sensitivity Analysis to - Group and Lot Size)

สิ่งที่น่าสนใจต่อผู้ออกแบบเซลล์การผลิตและ/หรือผู้วางแผนการผลิต คือการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานในเซลล์เหล่านี้ ด้วยการผสมรุ่นของผลิตภัณฑ์ในการผลิตแต่ละครั้ง การผสมรุ่นของผลิตภัณฑ์จะเป็นผลให้จำนวนกลุ่มของชิ้นงานที่ทำการผลิตในแต่ละเซลล์ จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงภายใต้ขนาดของรุ่นรวมจำนวนหนึ่ง เพื่อที่จะแสดงให้เห็นว่า เวลาที่ชิ้นงานอยู่ในกระบวนการผลิตของการสั่งผลิตในแต่ละครั้งของแต่ละประเภทผลิตภัณฑ์ ระหว่างการวางผังทั้งสองแบบมีความแตกต่างกัน ด้วยการเพิ่มจำนวนประเภทผลิตภัณฑ์ที่ผลิตพร้อมกันในแต่ละครั้ง โดยที่ภาระการทำงานของเครื่องจักรยังคงไว้มีค่าเหมือนกัน ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนขนาดของกลุ่มที่ประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ 4 ประเภท คิดเป็นจำนวนชิ้นส่วน 1000 ชิ้นต่อแต่ละประเภท (ปริมาณรวม 4000 ชิ้น) ไปเป็น 8 ประเภท คิดเป็นชิ้นส่วน 500 ชิ้นต่อแต่ละประเภท (ปริมาณรวมมีค่าเท่ากัน คือเท่ากับ 500 x 8 = 4000 ชิ้น) ซึ่งสิ่งนี้แสดงว่ายังคงต้องการภาระการทำงานเครื่องจักรเท่ากันเหมือนเดิม

เพื่อรวบรวมผลกระทบของการเพิ่มขนาดของกลุ่ม (การเพิ่มจำนวนของผลิตภัณฑ์) เราจะตรวจสอบการใช้เวลาที่ชิ้นงานของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทอยู่ในกระบวนการผลิตจากการสั่งผลิตในแต่ละครั้ง ที่เป็นผลมาจากคำสั่งผลิตเรียงลำดับเข้ามาที่หน่วยผลิตโดยมีช่วงเวลาที่ห่างกันคงที่ค่าหนึ่ง สมมุติว่าการเริ่มต้นการผลิตที่หน่วยผลิตใดๆ โดยใช้กฎเกณฑ์ มาก่อน-บริการก่อน (First-Come-First-Serve) เราได้พัฒนาแบบจำลอง เพื่อที่จะศึกษาเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในกระบวนการผลิตเหล่านี้ โดยทำการรันแบบจำลอง (Simulation Run) โดยการแปรค่าขนาดของกลุ่ม (จำนวนประเภทของผลิตภัณฑ์) และขนาดของรุ่นรวมของการสั่งผลิตแต่ละครั้ง ที่มีช่วงเวลาของการเข้ามาของการสั่งผลิตแต่ละครั้งเป็นช่วงเวลาที่มีค่าต่างๆ แต่เวลาที่ใช้ในการผลิตของเครื่องจักรยังคงไว้ให้มีค่าคงที่ ผลที่ได้จากการรันแบบจำลอง แสดงในรูปที่ 3.29 - 3.32 โดยสัญญาลักษณ์ (*) จะบ่งบอกถึงค่าที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขหนึ่งๆ

เราจะเรียกจำนวนประเภทของผลิตภัณฑ์ที่รวมกันในการผลิตแต่ละครั้งว่า " ขนาดของกลุ่ม (Group Size) " ในส่วนนี้เราจะทำการศึกษาผลกระทบของการเพิ่มขนาดของกลุ่มที่มีต่อการปฏิบัติงานของเซลล์ โดยจะทำการเปรียบเทียบกับระบบการผลิตในปัจจุบัน ด้วยเงื่อนไขการสั่งผลิตเดียวกัน เซลล์การผลิตจะแสดงในรูปแบบที่ง่ายที่สุด เป็นเสมือนหน่วยผลิตหน่วยหนึ่ง (Single Facility)

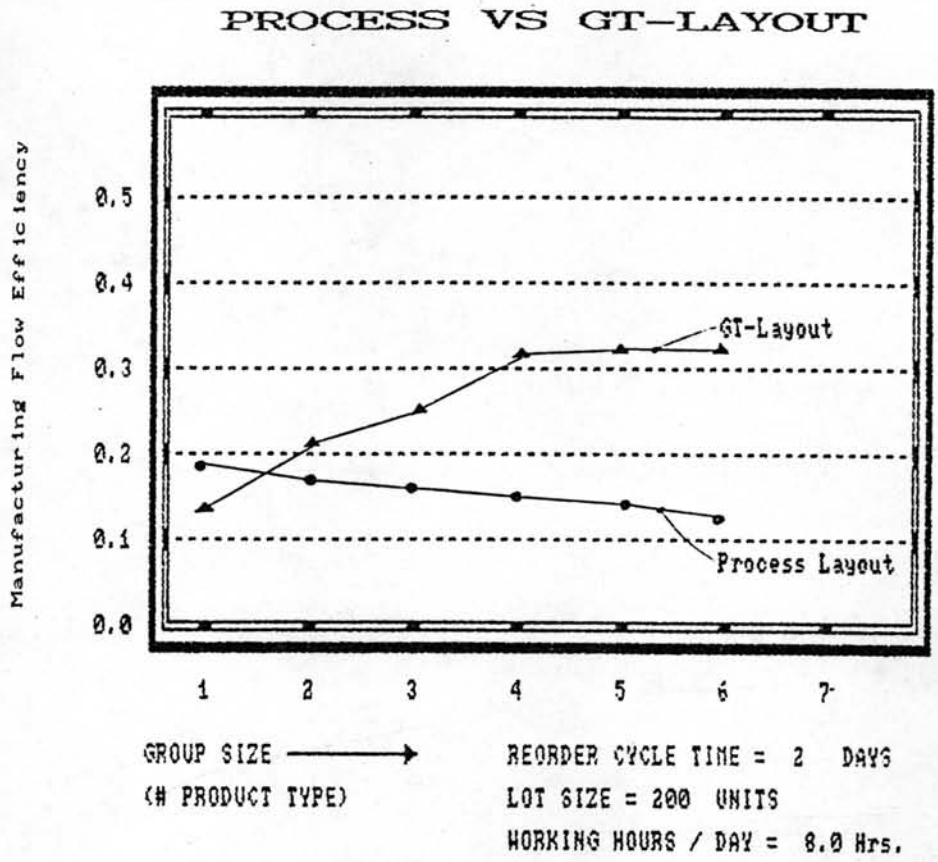
แผนการต่อไปนี้จะทำการศึกษาต่อไป เมื่อหน่วยผลิตของผังทั้งสองแบบ ทำการผลิตกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเหมือนกัน (เวลาเตรียมเครื่องต่อชิ้นตอน และเวลาที่ใช้แปรสภาพชิ้นงานมีค่าเท่ากัน)

1. ขนาดของรุ่นของผลิตภัณฑ์รวมทุกประเภทที่ทำการผลิตมีค่าคงที่ค่าหนึ่ง แต่จะทำการแปรขนาดของกลุ่ม (Group Size) หรือในแนวทางกลับกัน

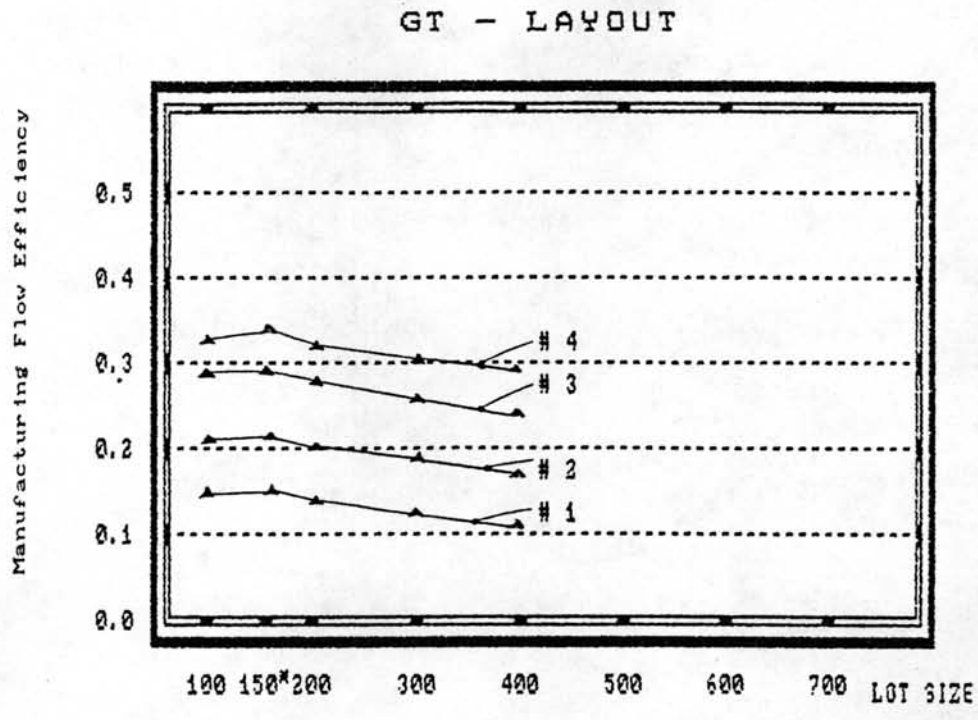
2. การถดถอยของการตอบสนอง(ความผันแปร)ของเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในกระบวนการผลิต จากการเพิ่มขนาดของกลุ่ม โดยที่ภาระการทำงานเครื่องจักรคงที่ (Machining Load Constant) เช่นความหลากหลายของชิ้นส่วนเพิ่มขึ้น แต่เวลาทำการผลิต (เวลาที่ต้องการที่ใช้ในการแปรสภาพชิ้นงาน) ในรูปชั่วโมงเครื่องจักร ยังคงมีค่าเท่าเดิม

แผนการทั้งสองดังกล่าวข้างต้นนั้น จะกระทำภายใต้ข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตของโรงงานในปัจจุบัน และจะใช้ประสิทธิภาพการผลิต (Manufacturing Flow Efficiency) เป็นตัววัดผลของความแตกต่างที่เกิดขึ้นจากการกระทำตามแผนการทั้งสองดังกล่าวต่อระบบการผลิตที่มีลักษณะการวางผังโรงงานที่แตกต่างกัน ประสิทธิภาพดังกล่าวจะเป็นตัววัดอัตราหน่วยสุดท้ายของการถดถอย (Marginal Rate of Deterioration) ซึ่งหมายถึงผลที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มขนาดของกลุ่ม โดยการเพิ่มผลิตภัณฑ์ 1 ประเภทเข้ากลุ่ม จะทำให้เกิดความผันแปรต่อเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในกระบวนการผลิต ต่อประเภทของผลิตภัณฑ์ โดยขนาดของรุ่นรวมทุกประเภทมีค่าคงที่ค่าหนึ่ง

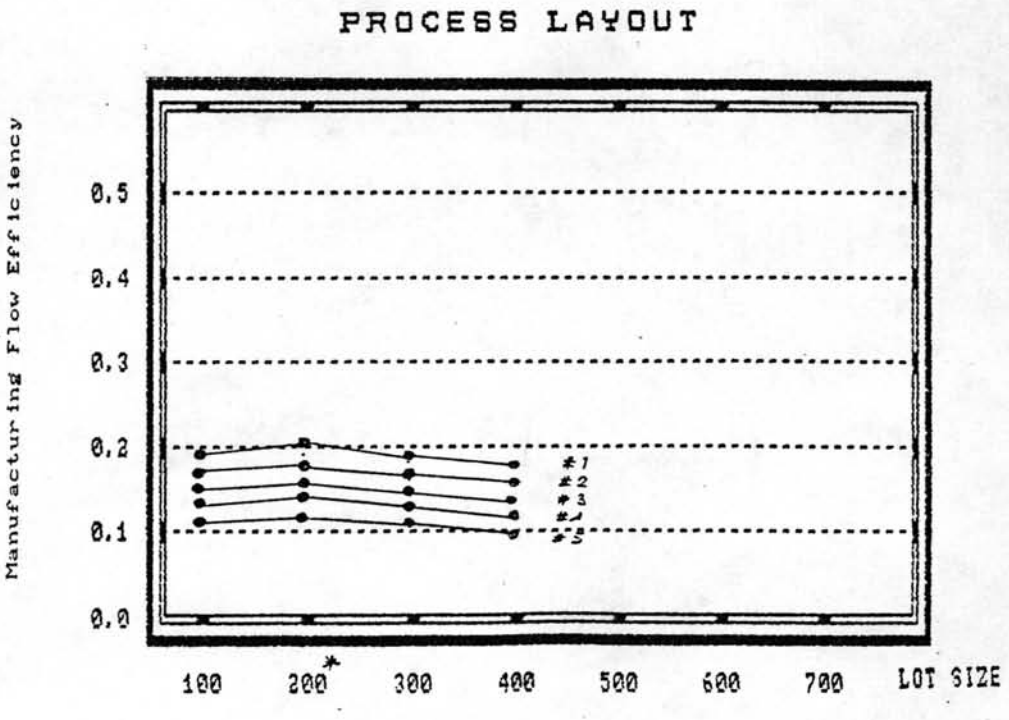
$$\text{ประสิทธิภาพการผลิต} = \frac{\text{เวลาที่ใช้ในการผลิต (Processing Time)}}{\text{เวลาที่อยู่ในกระบวนการผลิต (Manufacturing Flow Time)}}$$



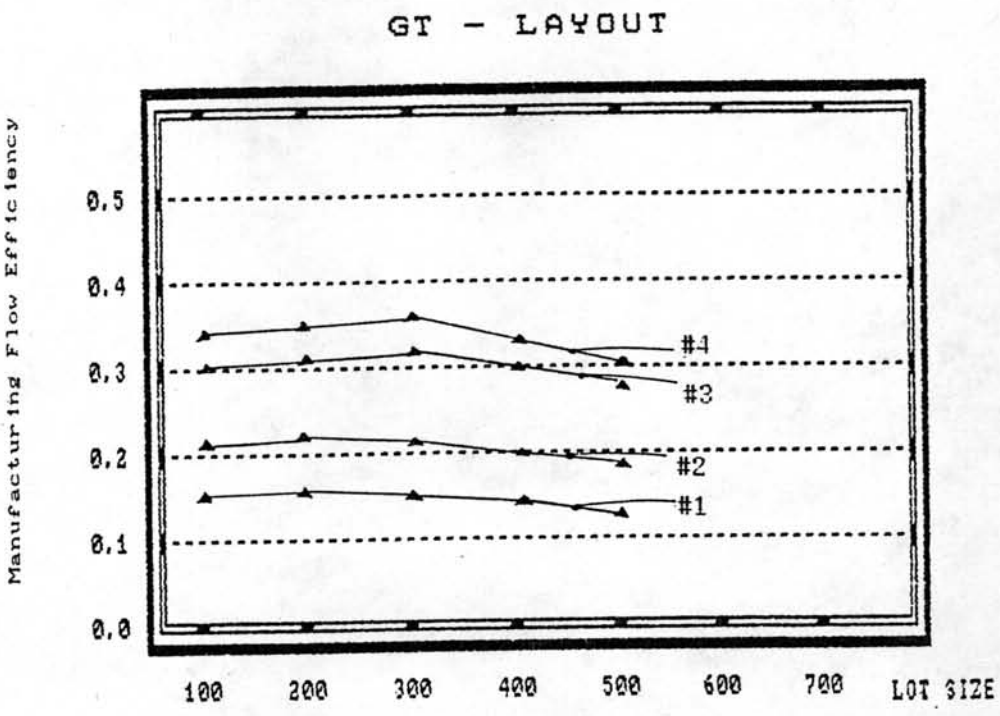
รูปที่ 3.29 แสดงการเปรียบเทียบ ผลของการวางผังแบบกลุ่มและแบบกระบวนการผลิต ที่ขนาดของกลุ่มมีค่าต่างๆ ขนาดของรุ่นรวมเท่ากับ 200 หน่วย รอบเวลาของการสั่งผลิตเท่ากับ 2 วัน ชั่วโมงการทำงาน 8 ชม./วัน



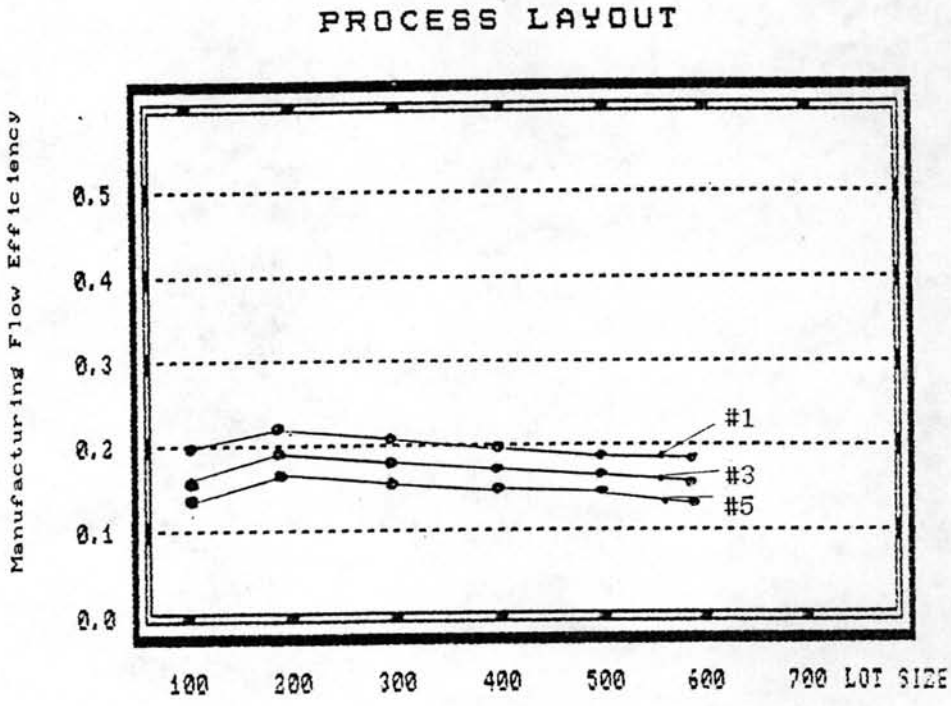
รูปที่ 3.30 (ก) ผลการวางผังแบบกลุ่มที่ขนาดของรุ่นรวม และขนาดของกลุ่มมีค่าต่างๆ ที่รอบเวลาของการสั่งผลิต 2 วัน ชั่วโมงการทำงาน 8 ชม./วัน



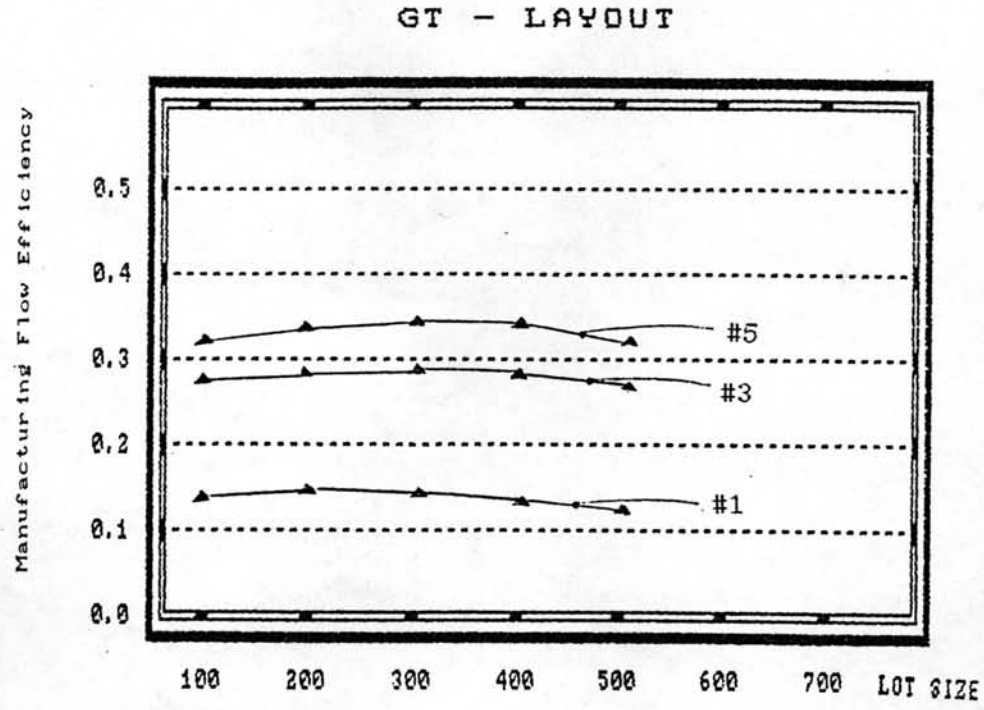
รูปที่ 3.30 (ข) ผลการวางผังแบบกระบวนการผลิตที่ขนาดของรุ่นรวม และขนาดของกลุ่มมีค่าต่างๆที่รอบเวลาของการสั่งผลิต 2 วัน ชั่วโมงการทำงาน 8 ชม./วัน



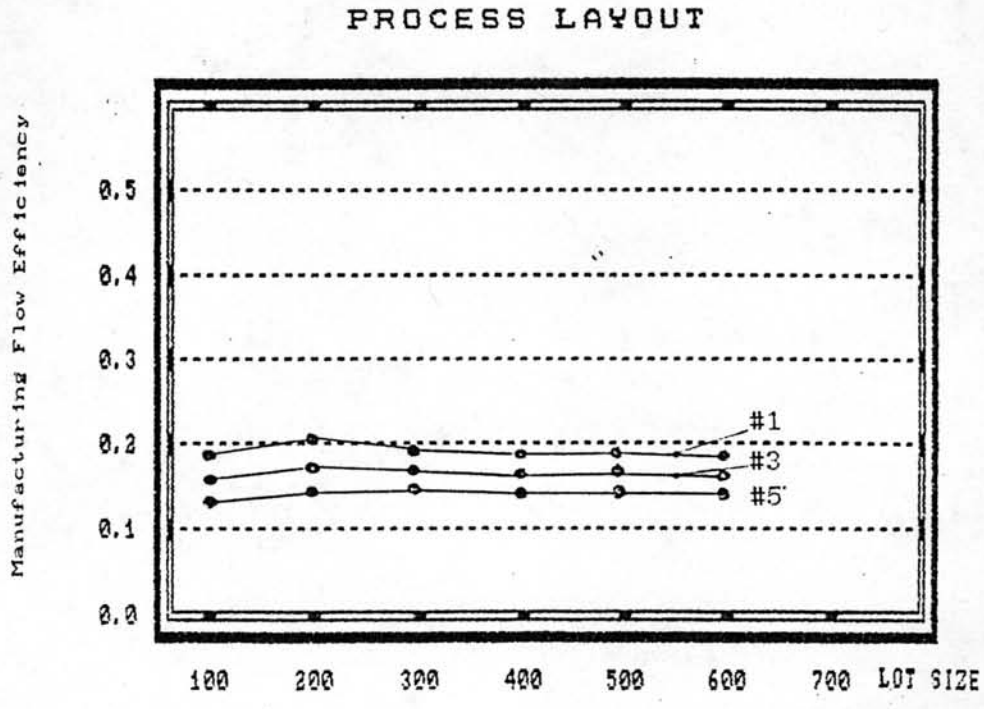
รูปที่ 3.31 (ก) ผลการวางผังแบบกลุ่มที่ขนาดของรุ่นรวม และขนาดของกลุ่มมีค่าต่างๆ ที่รอบเวลาของการสั่งผลิต 3 วัน ชั่วโมงการทำงาน 8 ชม./วัน



รูปที่ 3.31 (ข) ผลการวางผังแบบกระบวนการผลิตที่ขนาดของรุ่นรวม และขนาดของกลุ่มมีค่าต่างๆที่รอบเวลาของการสั่งผลิต 3 วัน ชั่วโมงการทำงาน 8 ชม./วัน



รูปที่ 3.32 (ก) ผลการวางผังแบบกลุ่มที่ขนาดของรุ่นรวม และขนาดของกลุ่มมีค่าต่างๆ ที่รอบเวลาของการสั่งผลิต 4 วัน ชั่วโมงการทำงาน 8 ชม./วัน



รูปที่ 3.32 (ข) ผลการวางผังแบบกระบวนการผลิตที่ขนาดของรุ่นรวม และขนาดของกลุ่มมีค่าต่างๆที่รอบเวลาของการสั่งผลิต 4 วัน ชั่วโมงการทำงาน 8 ชม./วัน

สรุปผลเงื่อนไขการผลิตที่มีต่อการปฏิบัติงานของผังทั้งสองแบบ

ผลที่ได้จากแบบจำลองสรุปได้ว่า ภายใต้เงื่อนไขการบริหารการผลิตในปัจจุบัน ประสิทธิภาพการผลิตของระบบการผลิตในปัจจุบันของโรงงานตัวอย่างและระบบการผลิตแบบเซลล์ไม่มีความแตกต่างกัน สาเหตุเนื่องมาจากแบบจำลองได้สร้างขึ้นตามสมมุติฐานดังที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้น ซึ่งลักษณะการผลิตเช่นนี้สำหรับกรณีของระบบที่มีการวางผังแบบกระบวนการผลิต ค่อนข้างจะเป็นระบบในอุดมคติ เพราะในสภาพความเป็นจริงแล้วจะมีผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้อยู่ในแผนการผลิตประจำเดือนมาแทรกในบางครั้งซึ่งไม่สามารถคาดคะเนได้ อีกประเด็นหนึ่งก็คือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตไปแล้วแต่มีของเสียเกิดขึ้นจึงทำให้ไม่ครบตามจำนวนที่ต้องการ ต้องทำการผลิตเพิ่มโดยนำมาแทรกในแผนการผลิตตามปกติ และมักจะเป็นงานเร่งด่วน สาเหตุเหล่านี้จะทำให้แผนการผลิตที่วางไว้ต้องหยุดชะงักจึงทำให้การทดลองปฏิบัติ (บางส่วน) ตามแนวคิดของ GT. ซึ่งปรากฏผลว่าระบบการผลิตแบบเซลล์มีประสิทธิภาพการผลิตเหนือกว่าระบบการผลิตในปัจจุบันของโรงงานโดยทำให้ระดับ Stock ของผลิตภัณฑ์ลดลงโดยเฉลี่ย 10 % ในขณะที่ยอดขายเพิ่มขึ้น 55 %

แต่จากการศึกษาเงื่อนไขการผลิตด้านต่างๆสรุปได้ว่า ภายใต้เงื่อนไขการผลิตที่ขนาดของรุ่นรวม และช่วงห่างของการสั่งผลิตในแต่ละครั้ง ที่มีค่าเดียวกันนั้น และภายใต้กำลังการผลิตในปัจจุบันที่มีอยู่ ถ้าขนาดของกลุ่มเพิ่มขึ้น การวางผังแบบกลุ่มจะได้เปรียบการวางผังแบบกระบวนการผลิต ซึ่งหมายถึงการวางผังแบบกลุ่มมีความเหมาะสม สำหรับการผลิตชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์แบบผสมรุ่น

แต่ถ้าขนาดของกลุ่มมีขนาดเท่ากัน การวางผังแบบกลุ่มสามารถทำการผลิตด้วยขนาดของรุ่นรวมที่มีขนาดใหญ่กว่า อันเป็นผลเนื่องมาจากการลดเวลาเตรียมเครื่องรวม และเคลื่อนย้ายชิ้นงาน ซึ่งทำให้เครื่องจักรสามารถรับภาระการผลิตเพิ่มขึ้นได้

เหตุที่เวลาเตรียมเครื่องรวมลดลงพอสรุปได้ว่า ถ้าชิ้นงานประเภทหนึ่งมีการผลิต 7 ขั้นตอน ซึ่งจะต้องทำการเตรียมเครื่อง 7 ครั้งในการผลิตชิ้นงาน 1 ประเภท ถ้าจัดกลุ่มชิ้นงานแล้วโดยที่ในกลุ่มหนึ่งอาจจะมีชิ้นงานอยู่ 4 ประเภท ถ้ากลุ่มนั้นมีขั้นตอนการผลิต 7 ขั้นตอน ก็แสดงให้เห็นชัดว่าการเตรียมเครื่องลดลง ด้วยเหตุที่ว่างาน 4 ประเภทแต่การเตรียมเครื่อง 7 ครั้งเท่ากัน ซึ่งแต่เดิมจะต้องทำถึง 28 ครั้ง แต่วิธีการที่จะบรรลุเป้าหมายนี้ได้ จะได้กล่าวถึงในบทที่ 4 ต่อไป

ตารางที่ 3.7 ยอดขายผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังใช้แนวคิดเทคโนโลยีการจัดกลุ่ม

ก่อนใช้แนวคิดเทคโนโลยีการจัดกลุ่ม			ภายหลังใช้แนวคิดเทคโนโลยีการจัดกลุ่ม		
เดือน	ยอดขาย (หน่วย)	Stock	เดือน	ยอดขาย (หน่วย)	Stock
ส.ค. 31	445	1341	มี.ค. 32	1326	1120
ก.ย. 31	471	891	เม.ย.32	1498	1297
ต.ค. 31	503	1441	พ.ค. 32	641	1116
พ.ย. 31	633	1308	มิ.ย. 32	537	1079
ธ.ค. 31	614	1194	ก.ค. 32	576	1177
ม.ค. 32	278	1410	ส.ค. 32	366	1075
ก.พ. 32	558	1358	ก.ย. 32	479	1220
รวม =>	3502	8943	รวม =>	5423	8084

จากตารางที่ 3.7 จะเห็นได้ว่าในช่วง 7 เดือนย้อนหลังก่อนที่นำแนวคิดเทคโนโลยีการจัดกลุ่มมาประยุกต์ใช้ สัดส่วนปริมาณของ Stock ต่อยอดขายผลิตภัณฑ์ 1 หน่วย มีค่าเท่ากับ 2.55 แต่ภายหลังจากนำแนวคิดเทคโนโลยีการจัดกลุ่มมาประยุกต์ใช้ จะมีค่าลดลงโดยมีค่าเท่ากับ 1.49