บทที่ 4

การวิเคราะห์การขยายกำลังการผลิต

จากความต้องการตู้เย็นรุ่นใหม่รุ่นหนึ่งของลูกค้าในปริมาณ 5,000 ตู้ต่อปี ทางโรงงานต้องเตรียมการสำหรับการผลิตตู้เย็นรุ่นดังกล่าวนี้ ในการจัดเตรียมปัจจัยการผลิตให้พร้อม ได้แก่ วัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน พื้นที่ในการทำงาน พื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบ พื้นที่จัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป และสิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิตทั้งหมด เพื่อให้สามารถผลิตตู้เย็นพาณิชย์รุ่นที่เป็นที่ต้องการของลูกค้าคาดหวังนี้ได้ ตามแบบ คุณสมบัติ และการใช้งานตามที่กำหนด ซึ่งในเบื้องต้นได้มีการประมาณกำลังการผลิตของโรงงานปัจจุบันว่าอยู่ในระดับต่ำกว่าความต้องการของลูกค้าที่มีต่อตู้เย็นพาณิชย์รุ่นนี้มาก เนื่องจากสภาพโดยทั่วไป และลักษณะการผลิตของโรงงาน

ในการวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อการบริหารโครงการขยายกำลังการผลิต จึงเป็นการศึกษาจากโรงงานผลิตตู้เย็นพาณิชย์ ซึ่งมีอยู่เดิมแล้ว ทำการศึกษาการผลิตและหาแนวทางในการขยายกำลังการผลิต โดยการพิจารณาความต้องการด้านการผลิตและดำเนินการจัดเตรียมปัจจัยเหล่านั้นไว้ ดังนั้น ในบทนี้จะประกอบด้วย การเตรียมปัจจัยด้านวัตถุดิบหรือส่วนประกอบโดยการวิเคราะห์ตู้เย็นรุ่นที่ลูกค้าต้องการ การดำเนินการทดลองผลิตเพื่อเก็บข้อมูลในด้านการผลิต การประมาณกำลังการผลิตปัจจุบัน และการหาแนวทางการขยายกำลังการผลิต การเตรียมปัจจัยด้านการผลิต โดยการกำหนดกระบวนการผลิต การจัดสมดุลสายการผลิต และการหาความต้องการด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละขั้นตอนการผลิต รวมไปถึงการพิจารณาอุปกรณ์ขนย้ายวัสดุ พื้นที่ในการผลิตปัจจุบันที่มีอยู่ว่าสามารถใช้ในการผลิตตู้เย็นรุ่นใหม่นี้ได้เพียงพอ หรือจะต้องมีการลงทุนเพิ่ม เพื่อการขยายกำลังการผลิต ซึ่งการขยายกำลังการผลิตมิใช่เป็นเพียงการลงทุนในเครื่องจักร อุปกรณ์ อาคาร หรือสินทรัพย์ถาวรเท่านั้น ในการทำงานที่ต้องใช้แรงงานเป็นหลัก การเพิ่มกำลังคนก็เป็นวิธีหนึ่งในการขยายกำลังการผลิต

4.1 คุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์

คุณลักษณะเฉพาะของตู้เย็นพาณิชย์รุ่นที่จะผลิตเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณา ก่อนที่จะสามารถศึกษาความต้องการด้านการผลิต ทั้งในส่วนของวัตถุดิบและชิ้นส่วนที่ใช้ รวมไปถึงการกำหนดขั้นตอนในกระบวนการผลิตประกอบ และการเลือกใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ตามคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการนี้ โดยใช้แบบผลิตภัณฑ์ แบบชิ้นส่วน และตัวอย่างตู้เย็น ซึ่งได้มาจากบริษัทต่างประเทศมาทำการวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดผลิตภัณฑ์ดังนี้

ก. คุณลักษณะทางกายภาพ

ข. คุณลักษณะทางไฟฟ้า

ค. คุณลักษณะทางการใช้งาน

ก. คุณลักษณะทางกายภาพ

ตู้เย็นพาณิชย์รุ่นที่จะผลิตตามรูปที่ 2.1 โครงสร้างทำจาก Galvanized Steel และ Color Bond Steel มีประตูบานพับ 1 บาน ด้านหน้าประตูเป็นกระจก มีขนาดดังนี้คือ

- ขนาดภายนอกของตู้ กว้าง 0.717 เมตร ลึก 0.66 เมตร สูง 1.77 เมตร
- ขนาดภายในของตู้ กว้าง 0.61 เมตร ลึก 0.51 เมตร สูง 1.32 เมตร
- ขนาด 17.6 ลูกบาศก์ฟุต

ข. คุณลักษณะทางไฟฟ้า

คุณลักษณะทางไฟฟ้าประกอบด้วย

- กำลังไฟ 1/4 แรงม้า
- 120 Voltage
- Current frequency 50/1
- กระแสไฟ 7.7 Amps.

I 18433373

ค. คุณลักษณะทางการใช้งาน

ลักษณะการใช้งานพอสรุปได้ดังนี้

- ใช้สำหรับแช่อาหาร เครื่องดื่ม และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ
- ภายในตู้เย็นสามารถให้ความเย็นในขณะที่บรรจุน้ำดื่มได้ 230 ขวด หรือ 460 กระป๋อง ขนาดของขวดหรือกระป๋องเท่ากับ 12 oz. ณ อุณหภูมิที่ 1 ถึง 5 องศาเซลเซียส หรือเท่ากับ 35.5 ถึง 41.0 องศาฟาเรนไฮต์
- ควบคุมอุณหภูมิด้วย thermostat
- บานประตูเป็นกระจกทำให้เกิดมุมมองกว้าง สินค้าที่ถูกแช่ในตู้จะถูกมองเห็นได้อย่างชัดเจน
- ชั้นวางของปรับระดับสูงต่ำได้ 3 ชั้น จึงจัดสินค้าภายในตู้ได้หลายแบบ
- ใช้ระบบความเย็นแบบม่านอากาศ (Air-curtain) เพื่อรักษาพลังงานและอุณหภูมิให้สามารถผ่านไปทั่วทั้งตู้

4.2 ความต้องการด้านวัตถุดิบ

การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่นี้ทำได้โดยนำแบบและตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาแยกและวิเคราะห์ชิ้นส่วนเพื่อทำการจัดหาแหล่งวัตถุดิบ โดยแบ่งเป็นชิ้นส่วนที่สามารถผลิตเองได้ ชิ้นส่วนที่ต้องสั่งทำ ชิ้นส่วนที่สั่งซื้อได้ทั่วไปภายในประเทศ โดยจะหลีกเลี่ยงการนำเข้าจากต่างประเทศ จากการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ พิจารณาคุณสมบัติของชิ้นส่วนเครื่องทำความเย็น ชิ้นส่วนประกอบย่อย อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ แล้วเทียบกับชิ้นส่วนที่จัดหาได้ภายในประเทศ พบว่าสามารถจัดหาได้จากภายในประเทศทั้งหมด โดยจัดแบ่งวัตถุดิบและส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตและประกอบตู้เย็นรุ่นนี้ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ชิ้นส่วนโลหะตัดพับ ชิ้นส่วนประกอบเครื่องทำความเย็น รวมทั้งอุปกรณ์เสริมอื่น ๆ และวัสดุหีบห่อ

ชิ้นส่วนโลหะตัดพับเป็นชิ้นส่วนสำหรับประกอบโครงตู้ทั้งด้านในและด้านนอก ชิ้นส่วนประกอบภายในตู้ และชิ้นส่วนเสริมอื่น ๆ โดยการเลือกใช้แผ่นเหล็กพ่นสีและเคลือบพลาสติกใส (Polyethylene) เรียกว่า Colorbond ซึ่งเป็นชื่อทางการค้า เป็นชิ้นส่วนถังใน (Liner) และถังนอก (Shell) เพื่อจะได้ไม่ต้องมาพ่นสีเอง เนื่องจากห้องพ่นสีที่มีอยู่มีขนาดเล็ก มีขั้นตอนในการพ่นสีที่ใช้เวลานาน และสีที่ใช้มีราคาแพง ส่วนชิ้นส่วนอื่น ๆ ใช้ตามที่แบบกำหนด แต่ยังมีชิ้นส่วนที่จำเป็นต้องพ่นอีก 3 ชิ้นได้แก่ ฐานรองตู้เย็น บานเกล็ด และ Display Case จะส่งไปจ้างพ่นสีภาย

หลังจากประกอบชิ้นส่วนเสร็จแล้ว โดยมีรายละเอียดดังในตารางที่ 4.1 ชิ้นส่วนโลหะตัดพับเหล่านี้จะสั่งตัดพับจากโรงงานอื่น ซึ่งเป็นซัพพลายเออร์ (Supplier) ทั้งหมด เพื่อใช้เป็นชิ้นส่วนในการประกอบของโรงงานผลิตตู้เย็น เนื่องจากโรงงานใช้วิธีสั่งซื้อแผ่นเหล็กตัดพับมาโดยตลอด ไม่มีเครื่องจักรสำหรับตัดพับและไม่มีพื้นที่พอเพียงที่จะตัดพับเองได้

ตารางที่ 4.1 รายการและจำนวนชิ้นส่วนโลหะตัดพับที่ใช้ในการประกอบตู้เย็น

ชื่อชิ้นส่วน	จำนวน (ชิ้น)	ประเภทโลหะ	หนา GA
<u>โครงตู้ด้านนอก/ถังนอก (Shell)</u>			
แผ่นล่างถังนอก	1	Galvanized Steel	18
แผ่นหลังถังนอก	1	Galvanized Steel	20
แผ่นข้างถังนอก	2	Colorbond Steel	20
แผ่นบนถังนอก	1	Colorbond Steel	20
แผ่นเสริมรับบาน	4	Galvanized Steel	10
<u>โครงตู้ด้านใน/ถังใน (Liner)</u>			
แผ่นข้างถังใน	1	Colorbond Steel	24
แผ่นข้างถังใน	1	Colorbond Steel	24
แผ่นหลังตู้ชั้นใน	1	Colorbond Steel	24
กระดูกเสริมโครง	2	Galvanized Steel	18
แผ่นเสริมโครง	1	Galvanized Steel	18
แผ่นเสริมโครง	1	Galvanized Steel	18
แผ่นเสริมโครง	1	Galvanized Steel	20
<u>ชิ้นส่วนประกอบโครงตู้</u>			
ขอบล่างโครงตู้	1	Colorbond Steel	20
<u>ฐานตู้เย็น</u>			
ด้านหน้า-หลังฐาน	2	Galvanized Steel	14
ด้านข้างฐาน	2	Galvanized Steel	16
รางใส่ Condensing unit	2	Galvanized Steel	18
<u>ชิ้นส่วนประกอบหลอดไฟ</u>			
ชิ้นส่วนฉีดโฟมสำหรับยึดหลอดไฟ	2	Colorbond Steel	24

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) รายการและจำนวนชิ้นส่วนโลหะตัดพับที่ใช้ในการประกอบตู้เย็น

ชื่อชิ้นส่วน	จำนวน (ชิ้น)	ประเภทโลหะ	หนา GA
แผ่นบังลมเป่าหลอดไฟ	1	Colorbond Steel	24
Display Case	1	C.R. sheet steel	20
รางหลอดไฟ	1	Colorbond Steel	24
รางหลอดไฟ	1	Colorbond Steel	24
ชิ้นส่วนประกอบEvaporator			
แผ่นเจาะรูวงกลมสำหรับยึดชุดพัดลม	1	Galvanized Steel	18
โค้งยึดมอเตอร์สำหรับEvaporator	1	Galvanized Steel	18
Evaporator supporter	2	Galvanized Steel	18
แผ่นปิด Evaporator	1	C.R. sheet steel	20
ฉาก support	1	Galvanized Steel	18
ชิ้นส่วนประกอบCondensing Unit			
ถาด Condensing unit	1	Galvanized Steel	14
ฐานชุดพัดลม Condenser	1	Galvanized Steel	12
บานเกล็ด			
แผ่นรับบานเกล็ด	2	Galvanized Steel	16
แผ่นบานเกล็ด	4	C.R. sheet steel	20
ชิ้นส่วนประกอบอื่น ๆ			
แผ่นครอบท่อทองแดง	1	Colorbond Steel	24
เฟรมกลาง-ล่าง	2	Colorbond Steel	24
กันชนหลังตู้	2	Galvanized Steel	16
ฉากเล็ก	2	Galvanized Steel	16
แผ่นกั้นหลังคอมเพรสเซอร์	1	Galvanized Steel	18
แผ่นร้อยสายไฟ	1	Galvanized Steel	18
แผ่นบังแสงหลอดไฟ	1	Galvanized Steel	16
ถาดละลายน้ำ	1	Galvanized Steel	24

จากการศึกษาชิ้นส่วนประกอบหลักที่สำคัญของระบบเครื่องทำความเย็นของตู้เย็นพาณิชย์รุ่นที่ศึกษา พบว่าใช้อุปกรณ์ทำความเย็นที่สำคัญดังต่อไปนี้

- คอมเพรสเซอร์ หรือเครื่องอัด เป็นแบบปิดสนิท (Hermetic compressor) 1/4 HP สำหรับใช้กับน้ำยาทำความเย็น R134 a
- คอนเดนเซอร์ (Condenser) เป็นแบบครีบ (fin) 7 fins/inch ขนาด 2.5x11x10"
- อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator) หรือคอยล์เย็นเป็นแบบครีบ (fin) 6 fins/inch ขนาด 2.5x19.5x7" ท่อขนาด 3/8"
- มอเตอร์พัดลมสำหรับคอนเดนเซอร์ 1/40 HP
- มอเตอร์พัดลมสำหรับอีวาพอเรเตอร์ 1/70 HP

มีรายการวัตถุดิบสำหรับผลิตตู้เย็นพาณิชย์ ปริมาณที่ใช้ และราคาดังแสดงในตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 รายการ ปริมาณที่ใช้ และราคาวัตถุดิบสำหรับผลิตตู้เย็นพาณิชย์

Item	ส่วนประกอบ/วัตถุดิบ	หน่วย (unit)	จำนวน (Qty)	ราคา (บาท/หน่วย)	รวม (บาท)
	ระบบทำความเย็น				
1	Compressor 1/4 LR	PC	1	1,512.00	1,512.00
2	Condenser 30T	PC	1	320.00	320.00
3	Evaporator 3/8	PC	1	610.00	610.00
4	Motor (for Evaporator) 1/70	PC	1	355.00	355.00
5	Motor (for Condenser) 1/40 220/50	PC	1	420.00	420.00
6	ใบพัดอลูมิเนียม (Aluminum Fan Blade)	PC	1	42.00	42.00
7	ใบพัดพลาสติก (Plastic Fan Blade)	PC	1	50.00	50.00
8	Filter/Drier	PC	1	184.50	184.50
9	Relief spring	PC	1	22.00	22.00
10	ท่อทองแดง 3/8" (Copper Tube)	m	2.136	9.20	19.65
11	ท่อทองแดง 1/4" (Copper Tube)	m	2.565	5.46	14.00
12	Drain tube 1/2"	m	2	16.00	32.00
13	ท่อฉนวนผ่า (Insulation pipe) P/T3/8xx3/8	m	0.5	29.00	14.50

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) รายการ ปริมาณที่ใช้ และราคาวัตถุดิบสำหรับผลิตตู้เย็นพาณิชย์

Item	ส่วนประกอบ/วัตถุดิบ	หน่วย (unit)	จำนวน (Qty)	ราคา (บาท/ หน่วย)	รวม (บาท)
14	ท่อฉนวนไม่ผ่า (Insulating P/T 3/8x3/8)	m	1.5	22.00	33.00
	ระบบไฟฟ้าและสายไฟ				
15	Temp. Control K50 P-6110	PC	1	150.00	150.00
16	สายรัดสายไฟ (Cable tie nylon 6")	PCs	10	0.55	5.50
17	สายรัดสายไฟ (Cable tie nylon 9")	PC	1	1.00	1.00
18	Polished wire 11 Ga.	m.	2.18	4.00	8.74
19	Polished wire 3/8"	m.	5.46	9.67	52.80
20	Polished wire 5/16"	m.	5	8.00	40.00
21	สายไฟต่อปลั๊ก	m.	2.5	28.45	71.13
22	Plug	PC	1	51.00	51.00
23	Control switch (Control Handle)	PC	1	181.23	181.23
24	สวิตช์ ON-OFF 15A	PC	1	157.50	157.50
25	Invert Switch	PC	1	76.74	76.74
26	Flexible Grommeting	m.	0.7	11.00	7.70
27	Coated lamp holder Int.red NAC	PCs	1	35.00	35.00
28	Coated lamp holder ext.blue NAC	PCs	1	35.00	35.00
29	Coated lamp holder yellow NAC	PCs	2	35.00	70.00
	ชิ้นส่วนสั่งทำ				
30	บานประตูสำเร็จรูป (Door Assembly) พร้อม				
	Handle และ Hinge	PC	1	2,880.00	2,880.00
31	Molding V-3 PVC	m.	4.08	35.00	142.00
32	Sticker	Set	1	270.00	270.00
	ชุดหลอดไฟในตู้เย็น				
33	Ballast 2x20w 220/50	PC	1	46.00	46.00
34	หลอดไฟ (Lamp F20T21)	PCs	2	55.00	110.00

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) รายการ ปริมาณที่ใช้ และราคาวัตถุดิบสำหรับผลิตตู้เย็นพาณิชย์

Item	ส่วนประกอบ/วัตถุดิบ	หน่วย (unit)	จำนวน (Qty)	ราคา (บาท/ หน่วย)	รวม (บาท)
35	ขาหลอด (Lampholder)	PCs	2	40.00	80.00
36	Display ARV white DP(Lampshade)	PC	1	38.00	38.00
37	Lamp sheath 22 UL (Lamp Cont 22 UL)	PC	1	20.00	20.00
38	Lampholder-Cap UL (Lamp holder belt)	PCs	2	12.00	24.00
	น้ำยาเคมี				
39	สารทำความเย็น (Refrigerant) 134a	Kg	0.34	140.00	47.60
40	โฟมขาว (Polyol)	kg	3.98	115.00	457.70
41	โฟมดำ (Isocyanate)	kg	4.77	110.03	524.84
43	เสาวางชั้น (Pilaster) 36"	m.	4	15.00	60.00
	ชุดตะแกรงวาง				
42	ตะแกรงชั้นวางของ	PCs.	3	250.00	750.00
44	ขอรับชั้นวาง (Clamp for Pilaster)	PCs	12	3.50	42.00
	ดอกรีเวท				
45	Aluminum rivet 43	PCs	20	0.25	5.00
46	Aluminum rivet 54	PCs	32	0.25	8.00
47	Aluminum rivet 56	PCs	4	0.25	1.00
48	rivet 3/16" สำหรับยึดเสา /A6-4	PCs	24	0.39	9.36
	Bushing				
49	RC 9 Bushing	PC	1	2.00	2.00
50	Snap Bushing 3/8	PC	1	0.50	0.50
51	Blue snap 7/8	PCs.	5	5.00	25.00
52	Bushing O/C	PC	1	5.00	5.00
	Nut Screw Washer				
53	Nut SS d 3/16	PCs	2	0.67	1.34
54	แหวนสปริง SS M4	PCs	2	0.29	0.58

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) รายการ ปริมาณที่ใช้ และราคาวัตถุดิบสำหรับผลิตตู้เย็นพาณิชย์

Item	ส่วนประกอบ/วัตถุดิบ	หน่วย (unit)	จำนวน (Qty)	ราคา (บาท/ หน่วย)	รวม (บาท)
55	แหวน SS M4	PCs	2	0.25	0.50
56	แหวนสปริง M8	PCs	4	0.65	2.60
57	แหวน MS d 3/8"	PCs	4	0.22	0.88
58	Bolt SS d 122"x2 1/2"	PCs	4	19.00	76.00
59	Nut MS d 1/2"	PCs	4	5.00	20.00
60	Phil PAN #8 X1/2"	PCs	30	0.80	24.00
61	Hex. Bolt 5/16"	PCs	4	0.71	2.84
62	Hex. Bolt 1/4 "x 1/2 "	PCs	18	0.80	14.00
63	Phil 20round type	PCs	40	0.40	16.00
	วัสดุอื่น ๆ				
64	ลวดเชื่อม 6013	เส้น	4	1.00	4.00
65	ลวดเชื่อมเงิน (5% solder 280)	เส้น	0.029	20.00	0.58
66	Foam Cap 1 1/4	Pcs	3	0.50	1.50
67	ซิลิโคนใส (Silicone clear 732)	หลอด	0.25	154.58	38.65
68	กาว Fast bond	Kg	0.1	390.00	39.00
69	เทปพลาสติก 2"	m.	15	2.50	37.50
70	กระดาษกาว 2"	m.	3.9	1.00	3.90
รวมชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องทำความเย็น (บาท/ตู้)					10,389.86

รายการวัสดุสำหรับบรรจุหีบห่อตู้เย็นใช้การบรรจุด้วยกระดาษลูกฟูกและพลาสติก มีรายการวัสดุดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 รายการ ปริมาณที่ใช้ และราคาวัสดุหีบห่อตู้เย็น

Item	ส่วนประกอบ/วัตถุดิบ	หน่วย (unit)	จำนวน (Qty)	ราคา (บาท/หน่วย)	รวม (บาท)
1	ไม้รอง (pallet)	อัน	1	45.00	45.00
2	กระดาษลูกฟูก	เมตร	4	6.00	24.00
3	พลาสติกใส	เมตร	4	10.00	40.00
4	เทปพลาสติก 2"	เมตร	2	2.50	5.00
ราคาวัสดุหีบห่อ (บาท/ตู้)					114.00

4.3 วิเคราะห์กำลังการผลิตปัจจุบัน

กำลังการผลิตของโรงงานตัวอย่างในปัจจุบันไม่มีความแน่นอน ขึ้นอยู่กับขนาดและแบบของตู้เย็นด้วย ตู้เย็นขนาดเล็กจะใช้เวลาในการฉีดโฟมน้อยกว่าตู้เย็นขนาดใหญ่ ตู้เย็นที่มีอุปกรณ์เสริมหลายชิ้นใช้เวลาในการประกอบนานกว่าตู้เย็นที่มีอุปกรณ์เสริมน้อยชิ้น ตู้แช่แข็งใช้เวลาทดสอบนานกว่าตู้เย็น เนื่องจากเป็นการผลิตตามสั่งทำให้ขนาดและแบบของตู้เย็นที่ลูกค้าสั่งผลิตไม่เหมือนกัน และมีความหลากหลายมาก ประกอบกับปริมาณสั่งผลิตต่ำ คนงานผลิตและประกอบตู้เย็นไม่ต้องรีบเร่งในการทำงานเพื่อให้ได้ตู้เย็นจำนวนมาก

เมื่อพิจารณาถึงขั้นตอนที่ต้องใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ราคาสูงสุดเป็นหลักก่อน ซึ่งได้แก่ เครื่องฉีดโฟม และพบว่าขั้นตอนฉีดโฟมต้องใช้เวลานานมาก เนื่องจากจิ๊กเป็นแบบเอนกประสงค์ต้องตีแบบไม้ เพื่อยึดโครงตู้เข้ากับจิ๊ก ซึ่งใช้เวลาประมาณ 20-40 นาที และใช้เวลาในการถอดแบบไม้ประมาณ 10-20 นาที เวลาที่ต้องรอให้โฟมที่ถูกฉีดเข้าไปในโครงตู้เย็นแห้งตัวขึ้นกับขนาดความกว้างและหนาของผนังโครงตู้เย็น ซึ่งใช้เวลาประมาณ 30 นาทีเป็นอย่างน้อย จึงจะแน่ใจว่าโฟมได้แห้งตัวและจะไม่ดันให้โครงตู้เสียรูป

จากการศึกษาด้านวัตถุดิบแล้วทำให้สามารถจัดหามาวัตถุดิบ ชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตตู้เย็นรุ่นพาณิชย์รุ่นนี้ได้ จึงได้เริ่มทดลองผลิตประกอบตู้เย็นพาณิชย์ เพื่อเก็บข้อมูล

โดยรายละเอียดข้อมูลเวลาที่บันทึกได้จากการจับเวลาแสดงไว้ในภาคผนวก ก สำหรับขั้นตอนการฉีดโฟมใช้คนงาน 2 คน ทำการฉีดโฟม เก็บข้อมูลได้ดังนี้

งาน/ขั้นตอน	ค่าเฉลี่ย (นาที)
ตีแบบไม้	25.4
ฉีดโฟม	4.5
รอให้โฟมแห้งตัว	30.0
ถอดแบบไม้	13.6
รวม	73.5

คนทำงานทั้งหมด 43.5 นาที ใช้เวลารอให้โฟมแห้งตัวอยู่ในจิ๊กอีก 30 นาที ขั้นตอนตั้งแต่ตีแบบไม้จนถึงถอดแบบไม้ต้องใช้จิ๊กตลอด สำหรับเวลาในการรอให้โฟมแห้งตัวนี้ถูกกำหนดขึ้นให้เป็นเท่านี้ หลังจากได้ข้อมูลด้านเวลาในการฉีดโฟมแล้ว ทำให้สามารถสรุปได้ว่าหากใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีอยู่นี้ โดยไม่มีการลงทุนเพิ่มในเครื่องจักรอุปกรณ์ใด ๆ เลย ขั้นตอนการฉีดโฟมที่ต้องใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ฉีดโฟมใช้เวลาทั้งหมด 73.5 นาที ซึ่งทำให้สามารถวิเคราะห์กำลังการผลิตสูงสุดในปัจจุบันได้ในกรณีที่ทำการผลิตวันละ 8 ชั่วโมง ดังนี้

กำลังการผลิตสูงสุด = เวลาทำการผลิตที่มี / เวลาการผลิตที่สูงที่สุด

= 8 ชั่วโมง/วัน x 60 นาที / 73.5 นาที = 6.5 ตู้/วัน

= 272 x 6.5 = 1,776 ตู้/ปี

เวลาทำการผลิตที่มี (Available production time) เท่ากับ 365 วัน/ปี หักวันอาทิตย์ 52 วัน/ปี หักวันเสาร์ 26 วัน/ปี (โรงงานทำงานเสาร์เว้นเสาร์) หักวันหยุดประจำปี 15 วัน/ปี เหลือวันทำงาน 272 วัน/ปี กำลังการผลิตสูงสุด 1,776 ตู้/ปี ยังไม่เพียงพอ หากยังดำเนินการผลิตโดยใช้จิ๊กสำหรับยึดโครงตู้เพียง 1 ตัว และทำการผลิต 3 กะ โดยแบ่งเวลาทำงานกะละ 7 ชั่วโมง ดังนั้นมีเวลาทำการผลิตได้วันละ 21 ชั่วโมง จะสามารถผลิตได้วันละ 4,662 ตู้/ปี ซึ่งก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการที่มี

หากเพิ่มจำนวนจิ๊กเอนกประสงค์ที่ใช้อยู่ในขณะนี้อีก 1 ตัว และทำการผลิต 8 ชั่วโมง/วัน จะสามารถผลิตได้ในอัตรา 30 นาที/ตู้ โดยคนงานตีแบบไม้และฉีดโฟมในจิ๊กสลับกัน และเพิ่มจำนวนคนงาน มีกำลังการผลิต = 8 ชั่วโมง/วันx60 นาที/30 นาที = 16 ตู้/วัน คิดเป็น 272วัน/ปีx16 ตู้/วัน = 4,352 ตู้/ปี

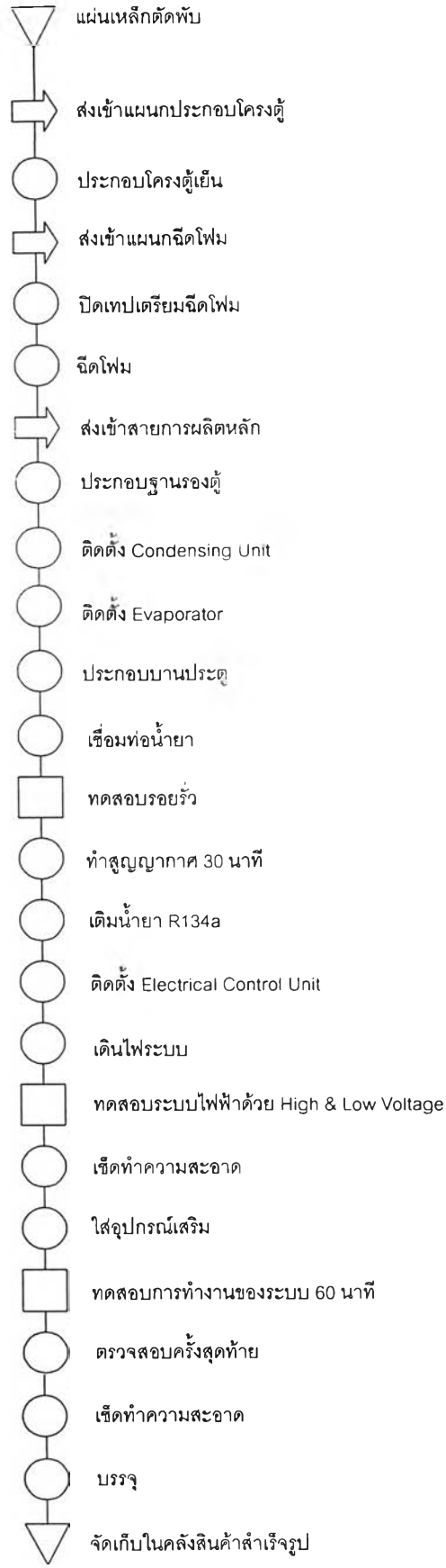
เมื่อพิจารณาประกอบกับเรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์แล้ว พบว่าการใช้จิ๊กแบบนี้ในการยึดโครงตู้ขณะฉีดโฟม มีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้มาก เนื่องจากการขันตัวจับยึด (Clamp) บางทีแน่นเกินไป หรือหลวมเกินไป ซึ่งเป็นผลให้โครงตู้แอ่น หรือเผยอเพราะถูกโฟมดันตัวออกได้ หรือโฟมกระจายตัวไปไม่ทั่วโครงตู้ นั่นคือ การใช้จิ๊กแบบเอนกประสงค์ที่ต้องตีแบบไม้ยึดโครงตู้ขณะฉีดโฟมทำให้ได้งานคุณภาพไม่สม่ำเสมอ ก่อให้เกิดของเสียได้มาก ส่งผลให้ต้องผลิตเพิ่มขึ้นจากที่ต้องการ ต้นทุนการผลิตจะสูงขึ้น และคนงานทำงานยาก ใช้เวลานาน จึงจะยกเลิกใช้จิ๊กแบบนี้

สำหรับการประกอบชิ้นส่วนเครื่องทำความเย็นในปัจจุบันจะใช้คนงานประกอบเพียง 1-2 คน ประกอบให้เสร็จทีละตู้ หลังจากรับโครงตู้ฉีดโฟมมาแล้วจะเริ่มประกอบไปเรื่อย ๆ โดยไม่มีการประกอบชิ้นส่วนย่อย (Sub-assembly) ไว้ก่อน และการตรวจสอบการทำงานของระบบเครื่องทำความเย็นใช้เวลานานเท่าที่จะทำได้ โดยปกติตั้งแต่ 1 – 24 ชั่วโมง ถ้าไม่ต้องรีบส่งตู้เย็นให้ลูกค้าจะทำการทดสอบระบบเป็นเวลานาน เพื่อความมั่นใจ ดังนั้น เมื่อต้องการขยายกำลังการผลิตสามารถทำโดยกำหนดกระบวนการผลิต จัดสายการผลิตประกอบ หาความต้องการด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ และความต้องการด้านแรงงาน

4.4 การกำหนดกระบวนการผลิต

จากการวิเคราะห์ระบบการผลิตปัจจุบันที่ทำอยู่ พบว่าเป็นการผลิตตามคำสั่งซื้อ (made to order) หรือเป็นงานสั่งทำ (Job Shop) ซึ่งไม่สนับสนุนต่อการผลิตในปริมาณมาก จึงต้องเปลี่ยนระบบการผลิต เพื่อให้สามารถผลิตได้ทันตามความต้องการ จากที่เคยผลิตครั้งละ 1 ตู้ จะต้องทำในลักษณะของการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Production) หรือผลิตทีละจำนวนมาก (Mass Production) ซึ่งเป็นระบบการผลิตที่สนับสนุนการผลิตในปริมาณมาก

จากการทดลองผลิตและบันทึกเวลาที่ได้จากการจับเวลาคนงานทำงานผลิตประกอบของแต่ละแผนกหรือแต่ละขั้นตอนในสภาพการทำงานปัจจุบัน โดยไม่รวมเวลาในการเตรียมอุปกรณ์ เตรียมวัสดุ เวลาสูญเสียอื่น ๆ ซึ่งจะไม่เกิดขึ้นเมื่อทำการผลิตแบบต่อเนื่อง และคนงานทำงานอยู่ประจำสถานีงาน ซึ่งแสดงรายละเอียดข้อมูลเวลาที่บันทึกได้จากการจับเวลาไว้ในภาคผนวก ก ทำให้สามารถกำหนดกระบวนการผลิตและประมาณเวลาที่จะใช้ในการผลิตและประกอบตู้เย็นรุ่นนี้ได้ โดยแสดงขั้นตอนการผลิตประกอบได้ดังรูปที่ 4.1 แบ่งกระบวนการผลิตและประกอบออกเป็น 4 ส่วนหลัก ได้แก่ การประกอบโครงตู้ การฉีดโฟม การประกอบตู้เย็น และการประกอบย่อย



รูปที่ 4.1 กระบวนการผลิตตู้เย็นพาณิชย์

4.4.1 การประกอบโครงตู้

การประกอบโครงตู้ประกอบด้วย การประกอบถังนอก การประกอบถังใน และการประกอบถังนอกเข้ากับถังในเข้าเป็นโครงตู้ โดยมีรายละเอียดขั้นตอน จำนวนแรงงาน เวลาที่ใช้ในการประกอบ ลำดับขั้นตอนของงานที่ต้องทำก่อน และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการประกอบโครงตู้แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ขั้นตอนและเวลาประมาณที่ใช้ในการประกอบโครงตู้

งาน	กิจกรรม/งาน	จ.น.แรงงาน/ตู้	เวลาที่ใช้ (นาที)	งานที่อยู่ก่อนหน้า	เครื่องจักรอุปกรณ์
1	ประกอบแผ่นข้างถังนอกด้านซ้ายเข้ากับพื้นล่าง ยึดด้วย rivet	2	4.7	-	ปืนยิง rivet
2	ประกอบแผ่นข้างถังนอกด้านขวาเข้ากับพื้นล่าง ยึดด้วย rivet	2	4.6	-	ปืนยิง rivet
3	ประกอบแผ่นหลังถังนอก โดยใส่พอดีขอบพับ	2	1.1	2	-
4	ปิดครอบฝาบนถังนอก	2	1.7	3	-
5	วางประกอบแผ่นข้างถังในด้านซ้ายและขวาเข้าด้วยกัน เย็บตะเข็บสองแนว	2	5.9	-	เครื่องเย็บตะเข็บ
6	ประกอบแผ่นหลังถังใน โดยใส่พอดีขอบพับ	2	1.0	-	-
7	ทากาวติดเหล็กเสริมโครง และแผ่นเสริม	2	4.7	6	-
8	ทากาวติดโฟม 6x6x6cm 6 ชิ้น	2	5.4	6	-
9	วางประกอบถังในและถังนอกเข้าด้วยกัน โดยใช้ Molding PVC ปิดตามขอบรอยต่อ	2	14.4	3,7,8	-
รวมเวลาทำงานทั้งหมด (นาที)			43.5		

งานที่ 1-4 เป็นการประกอบถังนอก งานที่ 5-8 เป็นการประกอบถังใน และงานที่ 9 เป็นการประกอบโครงตู้ ซึ่งงานแต่ละงานใช้เวลาน้อย เนื่องจากการออกแบบแผ่นพับ ให้ประกอบกันง่าย และรวดเร็ว โดยไม่ต้องใช้การเชื่อม แต่ใช้เครื่องเย็บตะเข็บแทน

4.4.2 การฉีดโฟมโพลียูรีเทน

จากการวิเคราะห์กำลังการผลิตในบทที่ 3 ทำให้ทราบว่าจะต้องเพิ่มจำนวนจิ๊กที่ใช้จับยึดโครงตู้ขณะฉีดโฟม และเมื่อได้พิจารณาร่วมกับเรื่องคุณภาพแล้วพบว่าควรจะเปลี่ยนจิ๊กใหม่เป็นแบบเฉพาะที่ทำขึ้นสำหรับตู้เย็นรุ่นนี้ เพื่อให้ได้งานที่มีคุณภาพ ทำงานง่ายขึ้น และใช้เวลาในการทำงานน้อยลง สามารถผลิตได้ในอัตราสูงขึ้น และยังช่วยให้ทำงานง่ายขึ้นอีกด้วย ในตารางที่ 4.5 งานที่ 3 การฉีดโฟมจะเริ่มตั้งแต่การเตรียมหัวฉีดให้พร้อม โดยต่อสายยางจากหัวฉีดของเครื่องฉีดโฟม สำหรับโครงตู้เย็นรุ่นนี้ใช้เวลาในการฉีดโฟม 16.5 วินาที โดยใช้ Polyol รวมกับ Isocyanate 8.75 กิโลกรัม ตั้งเวลาฉีดโฟม และกำหนดปริมาณฉีด นำสายยางใส่รูฉีดในโครงตู้จนกระทั่งฉีดโฟมเสร็จ ใช้เวลา 4.5 นาที หลังจากนั้นจะต้องทิ้งโครงตู้ไว้ในจิ๊กให้โฟมแห้งตัวอีกประมาณ 30 นาที ซึ่งเวลาที่ระบุในตาราง 4.5 นี้เป็นเวลาการทำงานของคนงานเท่านั้น ส่วนเวลาในการยึดโครงตู้เข้ากับจิ๊กและถอดออกจากจิ๊กนี้เป็นเวลาที่ใช้กับจิ๊กตัวใหม่ที่จะซื้อมาใช้สำหรับโครงการขยายกำลังการผลิตตู้เย็นพาณิชย์รุ่นที่จะผลิตนี้ ซึ่งเป็นแบบที่ทำขึ้นให้เหมาะกับแบบและขนาดตู้เย็นที่จะผลิตนี้ และมีล้อ เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเข้าไปใกล้เครื่องฉีดโฟม ทำให้ไม่ต้องต่อสายยางจากหัวฉีดลงมายาวมากเกินไป ซึ่งจะทำให้ไม่สะดวกในการทำงานได้ การยกโครงตู้ใส่จิ๊กและนำออกจากจิ๊กทำได้โดยการใช้อุปกรณ์ยก (Hoist)

ตารางที่ 4.5 ขั้นตอนและเวลาประมาณที่ใช้ในการฉีดโฟมโพลียูรีเทน

งาน	กิจกรรม/งาน	จ.น.แรงงาน/ตู้	เวลาที่ใช้ (นาที)	งานที่อยู่ก่อนหน้า	เครื่องจักร อุปกรณ์
1	ปิดเทปรอบรอยต่อ รูท่อน้ำยา และรูสายไฟ	1	11.4	-	-
2	ยึดโครงตู้เข้ากับจิ๊ก	1	5.0	1	Jig, Hoist
3	ฉีดโฟมเข้าโครงตู้ทางรูฉีด	1	4.5	2	Jig, เครื่องฉีดโฟม
4	ถอดออกจากจิ๊ก	1	5.0	3	Jig, Hoist
5	แกะโฟมส่วนเกิน	1	4.0	4	-
รวมเวลาทำงานทั้งหมด (นาที)			29.9		

4.4.3 การประกอบเครื่องทำความเย็น

การประกอบเครื่องทำความเย็นจะเป็นสายการผลิตหลัก ซึ่งในสายการผลิตหลักนี้จะนำชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้แก่ โครงตู้ที่ฉีดโฟมแล้ว (Foam-cabinet) วัตถุดิบต่าง ๆ และชิ้นส่วนกึ่งสำเร็จรูปจากการประกอบย่อย (Sub-assembly part) มาประกอบกันให้ได้ตู้เย็นสำเร็จรูป เป็นผลิตภัณฑ์ที่พร้อมจะนำออกจำหน่ายได้ จึงรวมไปถึงการทดสอบทางไฟฟ้า และทดสอบการทำงานของระบบเครื่องทำความเย็นด้วย ขั้นตอนและเวลาประมาณที่ใช้ในการประกอบเครื่องทำความเย็นสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ขั้นตอนและเวลาประมาณที่ใช้ในการประกอบเครื่องทำความเย็น

งาน	กิจกรรม/งาน	จ.น.แรงงาน/ตู้	เวลาที่ใช้ (นาที)	งานที่อยู่ก่อนหน้า	อุปกรณ์และเครื่องมือ
1	กลวงโฟมตรงรูท่อน้ำยาและรูสายไฟ	1	1.4	-	มีด
2	ประกอบฉากรับ Evaporator	1	4.1	-	สว่านลม
3	ยึด Evaporator	1	6.6	2	ปืนยิง rivet
4	ยึดชุดพัดลมของ Evaporator	1	4.9	3	สว่านลม
5	เชื่อมท่อทองแดงจาก Evaporator หุ้มฉนวน ร้อยผ่านรูท่อน้ำยา	1	3.9	1,3	ชุดเชื่อมแก๊ส
6	ประกอบแผ่นครอบ Evaporator	1	4.3	5	สว่านลม
7	ประกอบแผ่นปิดท่อทองแดงภายในตู้	1	5.4	6	สว่านลม
8	ยึด supporter ประตูบนล่างด้วยสกรูอันละ 4 ตัว	1	6.7	-	สว่านลม
9	ใส่บานประตู	1	3.8	6,8	-
10	ยิง rivet ยึดชิ้นส่วนติดฐานหลอดไฟและ Display	1	4.9	9	ปืนยิง rivet
11	เดินสายไฟและติดสวิตซ์ปิดเปิดไฟ	1	3.8	10	คีมตัด,คีมย้ำสายไฟ,ไขควง
12	ประกอบ control handle	1	2.3	11	ไขควง
13	ประกอบฐานรองตู้เย็น ยึดด้วยสกรู	1	9.2	-	สว่านลม

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ขั้นตอนและเวลาประมาณที่ใช้ในการประกอบตู้เย็น

งาน	กิจกรรม/งาน	จ.น.แรงงาน/ตู้	เวลาที่ใช้ (นาที)	งานที่อยู่ก่อนหน้า	อุปกรณ์และเครื่องมือ
14	ใส่ชุดคอนเดนซิ่งในรางและยึดด้วย bolt washer และ nut	1	3.2	13	ประแจเบอร์11
15	เชื่อมท่อ suction , discharge และ Filter/Drier	1	13.8	5,14	ชุดเชื่อมแก๊ส
16	ทดสอบรอยรั่วด้วยแก๊สไนโตรเจนและน้ำสบู่	1	3.8	15	Pressure Regulator, Manifold gauge
17	ต่อ Manifold gauge set และ Vacuum Pump ดูดอากาศ	1	3.2	16	Vacuum Pump, Manifold gauge
18	เติมน้ำยาทำความเย็น R134a	1	10.7	17	กระบอกตวงน้ำยา, Manifold gauge
19	ต่อสาย drain tube	1	1.0	15	-
20	ประกอบ thermostat	1	3.1	4	ไขควง
21	ต่อสายไฟเข้ากับกล่องควบคุมไฟฟ้า	1	8.8	12	ไขควงปากแฉก
22	ต่อสายไฟเข้าระบบ พันชุดสายไฟ และต่อสาย ground	1	5.1	14,21	คีมตัด,คีมย้ำสายไฟ,ไขควง
23	ต่อปลั๊กไฟและประกอบตัวยึดสาย ใส่ bushing	1	3.9	22	คีมตัด,คีมย้ำสายไฟ,ไขควง
24	ยึดฉาก support บานเกล็ดด้วยbolt 2 ตัว และใส่บานเกล็ด	1	2.1	14	ไขควง
25	ประกอบกันชนด้านหลังตู้ 2 อัน	1	2.6	-	สว่านลม
26	ประกอบแผ่นกั้นหลังคอมเพรสเซอร์	1	2.2	23	ไขควง
27	ใส่หลอดไฟและครอบหลอดไฟ	1	1.3	11	-

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ขั้นตอนและเวลาประมาณที่ใช้ในการประกอบตู้เย็น

งาน	กิจกรรม/งาน	จ.น.แรงงาน/ตู้	เวลาที่ใช้ (นาที)	งานที่อยู่ก่อนหน้า	อุปกรณ์และเครื่องมือ
28	ทดสอบระบบไฟฟ้าด้วย High & Low voltage	1	1.5	23	ไขควงทดสอบไฟ, เครื่องตรวจเช็คไฟฟ้ารั่ว
29	เช็ดทำความสะอาด	1	4.8	28	เศษผ้า
30	ยิงซิลิโคนใสตามรอยต่อพลาสติก	1	7.4	29	ปืนยิงซิลิโคน
31	ติดStickerด้านข้างตู้ 2 ด้านและlabel	1	14.8	29	-
32	ยิง rivet ติดเสารับชั้นวางของ	1	2.9	29	ปืนยิง rivet
33	ใส่ขอรับชั้นและตะแกรงชั้นวางของ	1	1.6	32	-
34	ตั้งโปรแกรมการปรับอุณหภูมิและเสียบปลั๊กทดสอบการทำงานของระบบเครื่องทำความเย็น	1	2.0	18,28	Pressure Recorder, Manifold gauge, Ammeter
35	ตรวจสอบขั้นสุดท้าย ดูความเรียบร้อยและจดบันทึก	1	2.3	30,31,33,36	-
36	เช็ดทำความสะอาด	1	4.8	35	เศษผ้า
37	บรรจุหีบห่อ	2	16.2	36	-

4.4.4 การประกอบย่อย (Sub-assembly)

การประกอบย่อยเป็นการประกอบชิ้นส่วนกึ่งสำเร็จรูป เพื่อนำไปใช้เป็นชิ้นส่วนประกอบในสายการผลิตหลักของตู้เย็นพาณิชย์ที่จะผลิตนี้มีชิ้นส่วนย่อย เวลาประมาณที่ใช้ในการประกอบ และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการประกอบย่อย แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 รายการชิ้นส่วนย่อยที่ต้องประกอบ เวลาประมาณที่ใช้ และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการประกอบย่อย

รายการชิ้นส่วนประกอบย่อย	เวลาประมาณ (นาที)	เครื่องจักรอุปกรณ์ เครื่องมือ
ชุดควบคุมระบบไฟฟ้า (Electrical Control unit)	20.5	คีมตัด,คีมย้ำ,ไขควง
ชุดคอนเดนซิ่ง (Condensing Unit)	43.0	ชุดเชื่อมแก๊ส
ชุดพัดลม Evaporator	7.4	ประแจ
ฐานรองตู้เย็นประกอบกับรางยึดชุดคอนเดนซิ่ง และขาปรับระดับ	33.5	ชุดเชื่อมแก๊ส
บานเกล็ด (Grilled Case)	19.6	ชุดเชื่อมแก๊ส
ชิ้นส่วนฉีดโฟมประกอบกับฐานหลอดไฟและ Display สำหรับโลโก้	36.6	-
ท่อทางดูด (Suction line) ตัดและดัดตามแบบ	25.6	จานหมุนตัดท่อ, สปริงดัดท่อ
ท่อทางอัด (Discharge line) ตัดและดัดตามแบบ	19.5	จานหมุนตัดท่อ, สปริงดัดท่อ
ถาดละลายน้ำ และสายรัดท่อ	22.2	ชุดเชื่อมแก๊ส
รวมเวลาประกอบย่อย	227.8	.

4.5 การจัดสมดุลสายการผลิต

การจัดสมดุลสายการผลิตและประกอบต้องพิจารณาข้อกำหนดเรื่องกำลังการผลิตที่ต้องการ ลำดับขั้นตอนของงานก่อนหลัง และประสิทธิภาพของสายการผลิตที่สูง จำเป็นต้องจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อสร้างสายการประกอบที่มีการไหลแบบต่อเนื่องและราบรื่น โดยการตัดส่วนที่ไม่สมดุลระหว่างเครื่องจักรอุปกรณ์ หรือคนงาน เพื่อให้ได้จำนวนผลผลิตตามต้องการจากสายการผลิตหลักในเวลาที่กำหนด นั่นคือจำนวนผลผลิตที่ได้จากแต่ละสถานีงานจะต้องมีจำนวนใกล้เคียงกัน ทำให้ได้ใช้ประโยชน์จากเครื่องจักร อุปกรณ์การผลิต สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในโรงงานผลิต และคนงานได้อย่างเต็มที่ และมีความเท่าเทียมกันระหว่างภาระงานของคนงานแต่ละคน ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วเป็นไปไม่ได้ที่จะเท่ากันพอดี จึงอาจจะจัดได้แค่มีภาระงานใกล้เคียงกันเท่านั้น การจัดสมดุลสายการผลิตและประกอบขึ้นอยู่กับการจัดงานของแต่ละสถานี

ซึ่งจะต้องทำให้เวลาในแต่ละสถานีเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ การจัดสมดุลสายการผลิตต้องมีข้อมูลที่สำคัญดังต่อไปนี้

ก. รอบเวลาการผลิต (Cycle time)
ข. เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการผลิต
ค. ขั้นตอนและลำดับก่อนหลังของการผลิต

ก. รอบเวลาการผลิต (Cycle time)

รอบเวลาการผลิตตู้เย็น คือช่วงเวลาที่ตู้เย็น 1 ตู้จะเสร็จออกมาจากสายการผลิต เวลาทำการผลิตที่มี (Available production time) เท่ากับ 365 วัน/ปี หักวันอาทิตย์ 52 วัน/ปี หักวันเสาร์ 26 วัน/ปี หักวันหยุดประจำปี 15 วัน/ปี เหลือวันทำงาน 272 วัน/ปี โดยทำงานวันละ 8 ชั่วโมง สามารถคำนวณรอบเวลาการผลิตได้ดังนี้

รอบเวลาการผลิตที่ต้องการ = เวลาทำการผลิตที่มี / ผลผลิตที่ต้องการ
= 272 วัน/ปี x 8 ชั่วโมง x 60 นาที / 5,000 ตู้/ปี
= 26.112 นาที/ตู้

ข. เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการผลิต

เวลาที่ใช้ในการทำงานในแต่ละขั้นตอนของการผลิตได้แสดงไว้แล้วในตารางที่4.6 เพื่อนำมาใช้ในการจัดงานเข้าสถานีงาน โดยรวมงานที่ใช้เวลาน้อยกว่ารอบเวลาการผลิตและอยู่ในลำดับใกล้กันไว้ในสถานีงานเดียวกัน ให้เกิดเวลาว่าง (Idle time) ในแต่ละสถานีงานน้อยที่สุด และมีจำนวนสถานีงานใกล้เคียงกับจำนวนสถานีงานน้อยที่สุด ซึ่งคำนวณได้ดังต่อไปนี้

จำนวนสถานีงานน้อยที่สุด = เวลาทำงานทั้งหมด/รอบเวลาการผลิต
= 184.4/26.112
= 7.1
~ 8 สถานีงาน

ค. ขั้นตอนและลำดับก่อนหลังของการผลิต

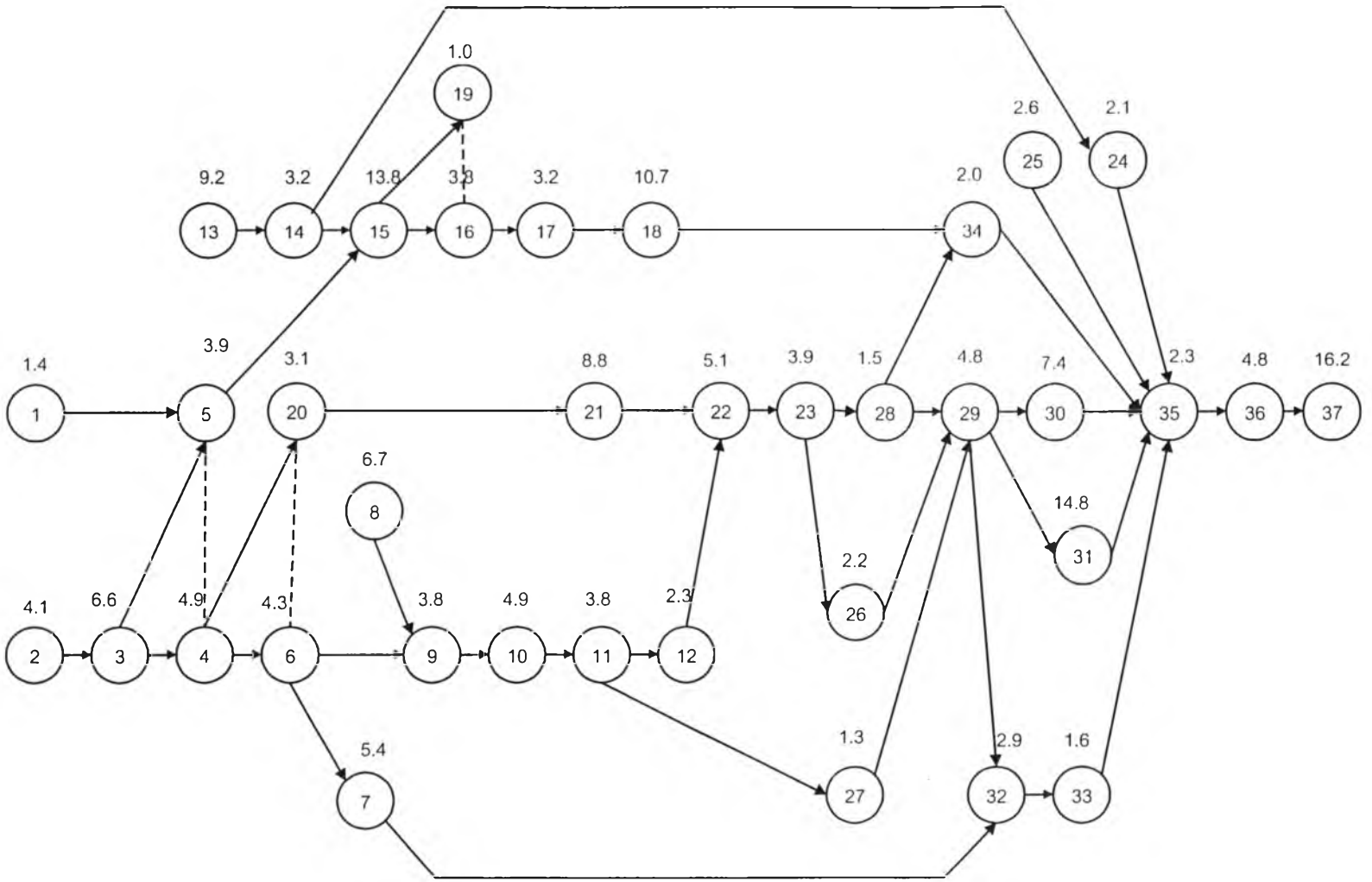
ความสัมพันธ์ในลำดับก่อนหลังของการทำงาน (Precedence Requirement) เป็นลำดับขั้นตอนที่จำเป็นทางเทคนิคในสายการผลิต ซึ่งงานบางงานจะต้องมีข้อจำกัดที่อยู่ก่อนหน้าเพื่อความสะดวกในการจัดสมดุลสายการผลิต สามารถแสดงลำดับการทำงานในรูปแบบของ

แผนผังลำดับก่อนหลัง (Precedence diagram) เป็นโครงข่าย (Network) มีงานย่อย (element) ที่ถูกแสดงด้วยวงกลมหรือโหนด (node) และความสัมพันธ์ลำดับก่อนหลังถูกแสดงด้วยเส้นตรงที่เชื่อมต่อระหว่างโหนด ดังแสดงในรูปที่ 4.2 การจัดสมดุลของสายการผลิตมักจะใช้วิธีการแบบฮิวริสติค (Heuristic) หรืออาศัยสามัญสำนึก จากการคำนวณรอบเวลาที่ต้องการไม่เกิน 26.112 นาที แต่เมื่อได้จัดแบ่งงานให้เป็นสถานีงานแล้ว สามารถจัดให้รอบเวลาผลิตได้เท่ากับ 24.6 นาที ซึ่งเป็นเวลายาวนานที่สุดในสายการประกอบเครื่องทำความเย็น คือเวลาที่ใช้ในการทำงานในสถานีงานที่ 5 ของสายการประกอบเครื่องทำความเย็น โดยแสดงผลการจัดงานเข้าสถานีงานไว้ดังตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.3

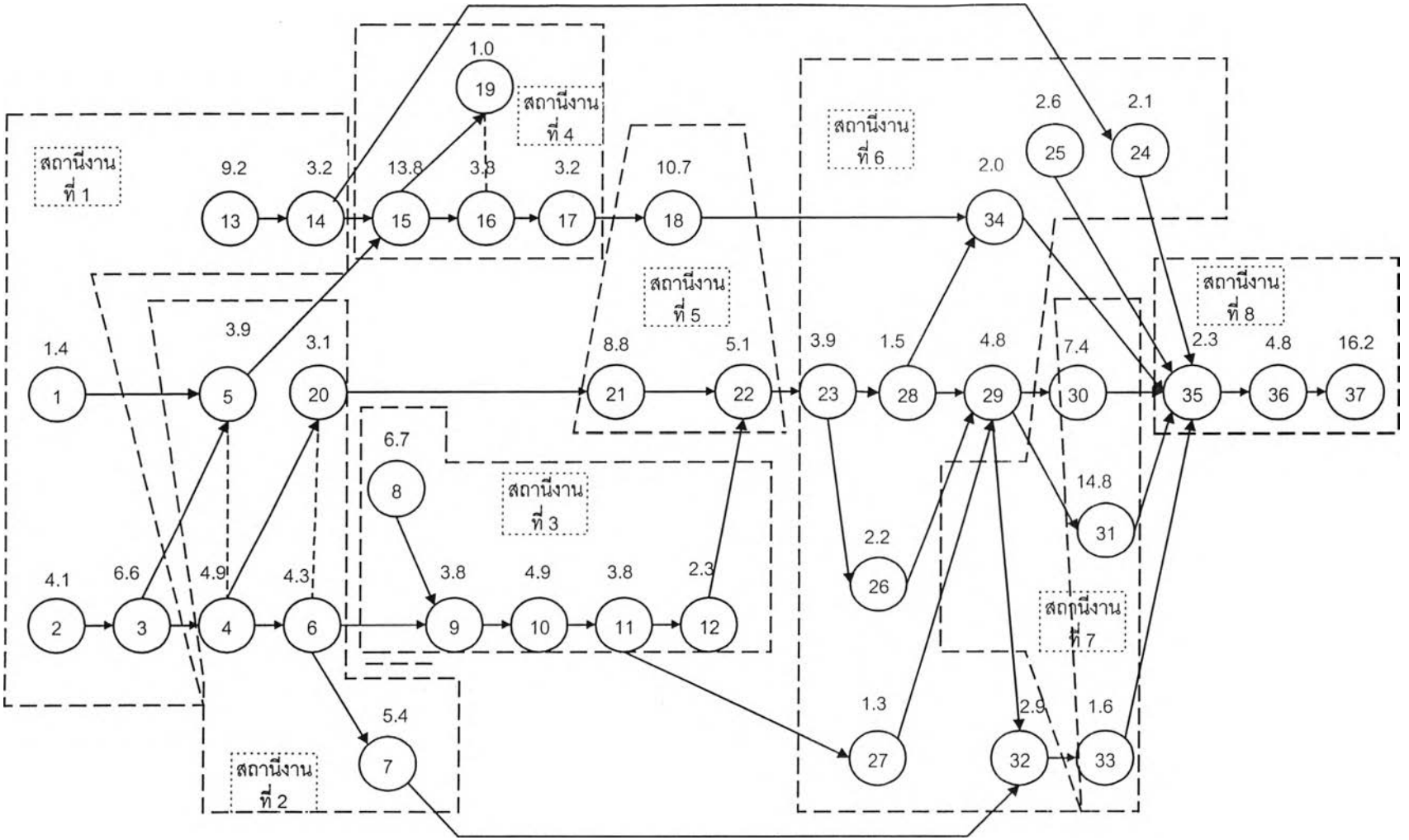
ตารางที่ 4.8 งานที่ถูกจัดแบ่งเข้าในแต่ละสถานีงานของสายการประกอบเครื่องทำความเย็น

สถานีงาน	งาน	เวลาที่ทำงาน (นาที)	เวลาทำงาน/รอบเวลาการผลิต	ประสิทธิภาพของสถานีงาน
1	1,2,3,13,14	1.4+4.1+9.2+3.2+6.6	24.5	99.6%
2	4,5,6,7,20	4.9+3.9+4.3+3.1+5.4	21.6	87.8%
3	8,9,10,11,12	6.7+3.8+4.9+3.8+2.3	21.5	87.4%
4	15,16,17,19	13.8+3.8+1.0+3.2	21.8	88.6%
5	18,21,22	10.7+8.8+5.1	24.6	100.0%
6	23,24,25,26,27,28,29, 32,34	3.9+1.5+2.2+1.3+4.8 +2.0+2.6+2.1+2.9	23.3	94.7%
7	30,31,33	1.6+14.8+7.4	23.8	96.7%
8	35,36,37	2.3+4.8+16.2	23.3	94.7%
เวลารวมทั้งหมด (นาที)			184.4	93.7%

จำนวนสถานีงาน	= 184.4/24.6	=	7.5 ~ 8 สถานีงาน
เวลาทำงานรวมทุกสถานี	= 8x24.6	=	196.8
ประสิทธิภาพ (Efficiency)	= 184.4/196.8	=	93.7%
เวลาว่าง (Idle time)	= (196.8-184.4)/196.8	=	6.3%



รูปที่ 4.2 ผังลำดับก่อนหลังของงานในสายการประกอบหลัก



รูปที่ 4.3 การแบ่งงานเพื่อจัดสถานีงานในสายการประกอบหลัก

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการจัดงานเข้าสถานีงานจำนวน 8 สถานีงาน รอบเวลาผลิต คือ 24.6 นาที ประสิทธิภาพสายการผลิตหลัก 93.7% และมีเวลาว่าง 6.3% โดยยังไม่คำนึงถึงประสิทธิภาพของคนงาน มีกำลังการผลิตสูงสุดเท่ากับ 272 วัน/ปี x 8 ชั่วโมง/วัน x 60 นาที/วัน/24.6 นาที/ตู้ = 5,307 ตู้/ปี ซึ่งประสิทธิภาพการทำงานของคนงานส่งผลต่อกำลังการผลิตให้เปลี่ยนแปลงต่าง ๆ กันดังต่อไปนี้

ประสิทธิภาพการทำงาน	กำลังการผลิต
95%	95%x5,307 = 5,041 ตู้/ปี
90%	90%x5,307 = 4,776 ตู้/ปี
80%	80%x5,307 = 4,245 ตู้/ปี
70%	70%x5,307 = 3,715 ตู้/ปี

ถ้าต้องการผลิต 5,000 ตู้ต่อปี ต้องทำการผลิตมากกว่าวันละ 8 ชั่วโมง หรือเพิ่มสถานีงานเพื่อลดรอบเวลาผลิตลงอีก โดยอาจแบ่งงานให้ย่อยกว่านี้ เพื่อให้สามารถแยกงานเข้าสถานีงานได้เพิ่มขึ้นดังนั้น ต้องติดตามว่าเมื่อได้ดำเนินการผลิตในสภาพการทำงานแบบต่อเนื่องตามที่กำหนดนี้แล้วจะได้ผลผลิตมากกว่าหรือน้อยกว่าที่ประมาณการไว้นี้ อย่างไรก็ตามผลผลิตที่ได้จะไม่น้อยกว่าที่ประมาณไว้มากนัก และควรจะมากกว่าที่ประมาณการ เนื่องจากอัตราการทำงานของคนงานอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นกว่าเวลาที่จับเวลาได้ในช่วงที่เก็บข้อมูล ซึ่งในขณะที่เก็บข้อมูลนั้น คนงานยังไม่มีความชำนาญกับตู้เย็นพาณิชย์รุ่นนี้ และยังไม่มีความคล่องตัวในการทำงาน ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากสภาพการทำงาน ลักษณะการจัดวางชิ้นส่วน อุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ และความคุ้นเคยกับลักษณะการทำงานแบบสั่งทำ เมื่อคนงานมีความชำนาญในการทำงานแบบต่อเนื่อง และได้มีการปรับปรุงวิธีการทำงาน ตลอดจนเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ก็จะสามารถทำการผลิตได้เร็วกว่านี้

เมื่อทราบรอบเวลาการผลิตของสายการผลิตหลักคือสายการประกอบเครื่องทำความเย็นแล้วจะต้องจัดแผนกผลิตทั้งหมดให้สมดุลกับสายการผลิตหลักนี้ โดยให้มีรอบเวลาการผลิตที่เท่ากับหรือน้อยกว่ารอบเวลาผลิตของสายการผลิตหลัก เพื่อให้สามารถทำการผลิตได้ทันกัน ไม่เกิดงานรอผลิตมาก และต้องสามารถผลิตงานเพื่อส่งต่อให้สถานีงานหรือแผนกผลิตถัดไปได้ทัน สายการผลิตสามารถดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง ไม่ต้องหยุดรอชิ้นส่วน ในแผนกหรือสถานีงานที่ต้องใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ยาวนานกว่ารอบเวลาการผลิตของสายการผลิตหลัก ซึ่งเวลาทำงานเหล่านี้เป็นเวลาที่ถูกกำหนดไว้แน่นอนแล้ว ไม่สามารถลดเวลาลงได้ด้วยการเปลี่ยนวิธีการทำงาน ได้แสดงเครื่องหมายดอกจัน (*) ไว้หลังตัวเลขเวลาเหล่านี้ วิธีการที่จะปรับเวลาทำงาน

ให้มีรอบเวลาที่สั้นลงสำหรับงานที่ใช้เวลานานกว่ารอบเวลาการผลิตของสายการผลิตหลักคือการเพิ่มจำนวนสถานีผลิต โดยมีดังนี้

แผนก/สถานีผลิต	เวลารวม (นาที)	จำนวนสถานี
ประกอบโครงตู้	43.5	43.5/24.6 = 1.76 ~ 2
ฉีดโฟม	3+4.5+3+30* = 40.5	40.5/24.6 = 1.64 ~ 2
สถานีงานที่ 4 ในสายการผลิตหลัก	30*	30.0/24.6 = 1.21 ~ 2
สถานีงานที่ 6 ในสายการผลิตหลัก	60*	60.0/24.6 = 2.44 ~ 3

เวลารวมที่นำมาคำนวณนี้เป็นเวลาการไหลที่ยาวนานที่สุดที่ต้องใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ในการผลิต เพื่อผ่านขั้นตอนของแผนกหรือสถานีงานนั้น แผนกประกอบโครงตู้ใช้เวลารวม 43.5 นาที (จากตารางที่ 4.4) ต้องมีสถานีผลิต 2 สถานี จึงจะสามารถผลิตป้อนให้สายการผลิตหลักได้ทัน แผนกฉีดโฟมใช้เวลารวมทั้งหมดตั้งแต่ที่ต้องใช้จิ๊กคือ ขั้นตอนยึดโครงตู้เข้ากับจิ๊ก ใช้เวลา 3 นาที ฉีดโฟม 4.5 ทิ้งไว้รอให้โฟมแห้งอยู่ในจิ๊ก 30 นาที ซึ่งไม่สามารถปรับลดเวลานี้ได้ และนำออกจากจิ๊กอีก 3 นาที รวมเวลาการไหลตลอดขั้นตอนการฉีดโฟม 40.5 นาที ซึ่งคำนวณหาสถานีผลิตได้ 2 สถานี แสดงว่าต้องการใช้จิ๊กยึดโครงตู้ขณะฉีดโฟมจำนวน 2 ตัว และทำการฉีดโฟมด้วยเครื่องฉีดโฟมเครื่องเดียวกัน ใช้เวลาเหลื่อมกัน ส่วนในสายการประกอบเครื่องทำความเย็น สถานีงานที่ 4 ต้องใช้เครื่องทำสุญญากาศทำงานนานกว่ารอบเวลาของสายการผลิตหลัก คือใช้เวลา 30 นาที จะต้องใช้เครื่องสุญญากาศจำนวน 2 เครื่อง และในสถานีงานที่ 6 ทดสอบระบบเครื่องทำความเย็น โดยตั้งทิ้งให้ตู้เย็นทำงานอยู่ในสถานีงานนี้เป็นเวลา 60 นาที ต้องการพื้นที่สำหรับทดสอบตู้เย็นได้ 3 ตู้ และต้องมีจุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ 3 จุดด้วย

ในการฉีดโฟมต้องมีการปิดเทป เตรียมโครงตู้ก่อนเข้าฉีดโฟม ซึ่งไม่ต้องใช้อุปกรณ์การผลิตที่สำคัญใด ๆ จะแยกออกเป็นสถานีงานย่อยของแผนกฉีดโฟม ซึ่งจะใช้คนงาน 1 คน ทำการเตรียมโครงตู้เข้าฉีดโฟม การทำงานของสถานีงานนี้จะต้องมีงานขนย้ายเข้ามาด้วย จึงเพิ่มเวลาในการขนย้ายสำหรับสถานีงานเตรียมตู้อีกประมาณ 5 นาที/ตู้ เนื่องจากตู้มีน้ำหนักพอสมควร ต้องใช้เวลาในการยก รวมเป็นเวลาทำงานของสถานีงานนี้เท่ากับ 16.4 นาที

จากการจัดสมดุลสายการผลิตประกอบตู้เย็นของทั้งโรงงาน เพื่อให้รองรับกับการขยายกำลังการผลิตตู้เย็นพาณิชย์รุ่นนี้ จัดสถานีผลิตของแต่ละแผนกผลิตและนำเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีผลิตมาคำนวณหาประสิทธิภาพได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 สรุปจำนวนสถานีผลิตและประสิทธิภาพการผลิตของสายการผลิต

แผนก/ สถานีผลิต	กิจกรรมของสถานีงาน	เวลาทำงาน (นาที)	จำนวนคน	เวลาผลิต (นาที)	ประสิทธิภาพ	ว่าง
<u>แผนกประกอบโครงตู้</u>						
ประกอบโครงตู้	ประกอบถังนอก,ถังใน,โครงตู้	43.5	2	43.5/2 = 21.75	21.75x100/24.6 = 88.4%	11.6%
<u>แผนกฉีดโฟม</u>						
เตรียมฉีดโฟม	ปิดเทปตามขอบรอยต่อ และรูท่อน้ำยา	16.4	1	16.4	16.4x100/24.6= 66.7%	33.3%
ฉีดโฟม	ยึดจิ๊ก ฉีดโฟม นำตู้ออกจากจิ๊ก และแกะโฟมส่วนเกิน	18.5+ 30= 48.5	2	48.5/2= 24.25	24.25x100/24.6 = 98.57%	1.43%
<u>แผนกประกอบเครื่องทำความเย็น</u>						
สถานีงาน 1	กลวงโฟม ประกอบฉากรับและยึดEvaporator ประกอบฐานรองตู้เย็น ยึดชุดคอนเดนซิ่ง	24.5	1	24.5	24.5x100/24.6= 99.6%	0.4%
สถานีงาน 2	ยึดชุดพัดลม Evaporator เชื่อมท่อทองแดง ประกอบแผ่นครอบแผ่นปิดท่อ และ thermostat	21.6	1	21.6	21.6x100/24.6= 87.8%	12.2%
สถานีงาน 3	ยึดตัวรับประตู ยึดบานประตู ชิ้นส่วนติดฐานหลอดไฟ เดินสายไฟ สวิทช์ และประกอบ control handle	21.5	1	21.5	21.5x100/24.6 = 87.4%	12.6%
สถานีงาน 4	เชื่อมท่อ suction discharge filter/dryer ทดสอบรอยรั่ว ทำสุญญากาศ และต่อสาย drain	21.8	1	21.8	21.8x100/24.6 = 88.6%	11.4%
สถานีงาน 5	เติมน้ำยาทำความเย็น เดินสายไฟกล่องควบคุม ไฟระบบ พันสายไฟ ต่อสาย ground	24.6	1	24.6	24.6x100/24.6 = 100%	0%

ตารางที่ 4.9 (ต่อ) สรุปจำนวนสถานีผลิตและประสิทธิภาพการผลิตของสายการผลิต

แผนก/ สถานีผลิต	กิจกรรมของสถานีงาน	เวลาทำงาน (นาที)	จำนวนคน	รอบเวลา (นาที)	ประสิทธิภาพ	ว่าง
สถานีงาน 6	ต่อปลั๊กไฟและประกอบตัวยึดสาย ยึดฉากบานเกล็ด ติดกันชนหลัง แผ่นกั้นหลัง compressor ใส่หลอดไฟ ทดสอบระบบ และทำความสะอาด	23.3	1	23.3	23.3x100/24.6 = 94.7%	5.3%
สถานีงาน 7	ยิงซิลิโคนใส ติดstickerด้านข้าง และ label ในตู้ ประกอบขอรับชั้นวางของ ติดตะแกรงชั้นวางของ	23.8	1	23.8	23.8x100/24.6 = 96.7%	3.3%
สถานีงาน 8	ตรวจสอบขั้นสุดท้าย บันทึก ทำความสะอาด และบรรจุ	23.3	1	23.3	23.3x100/24.6= 94.7%	5.3%
	รวมเวลาสายการผลิต	292.8	13			

สรุปผลการจัดสายการผลิตเฉพาะในส่วนที่อยู่ในสายการผลิต ได้แก่ แผนกประกอบโครงตู้ แผนกฉีดโฟม และแผนกประกอบเครื่องทำความเย็น ได้ดังนี้

จำนวนสถานีงานผลิต	= 292.8/24.6	=	11.9 ~ 12 สถานีผลิต
เวลาทำงานรวมทุกสถานี	= 13x24.6	=	319.8
ประสิทธิภาพ (Efficiency)	= 292.8/319.8	=	91.55%
เวลาว่าง (Idle time)	= (319.8-292.8)/ 319.8	=	8.45%

จากการคำนวณได้ 12 สถานีผลิต แต่ในทางปฏิบัติแล้วสามารถจัดสถานีผลิตได้ 13 สถานี ดังแสดงแล้วในตารางที่ 4.9

จากตารางที่ 4.7 เวลาในการประกอบชิ้นส่วนย่อยที่นานเกินกว่ารอบเวลาของสายการผลิตหลัก สามารถจัดการเพื่อให้ทำการผลิตได้ทันกับสายการผลิตหลัก โดยการเพิ่มจำนวนสถานีประกอบย่อยชิ้นส่วนนั้นนั่นเอง ซึ่งต้องเพิ่มจำนวนคนงานและเครื่องจักรอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้สำหรับการประกอบชิ้นส่วนนั้น ๆ สรุปผลการจัดสถานีประกอบย่อยได้ดังนี้

ตารางที่ 4.10 สรุปจำนวนสถานีผลิตและประสิทธิภาพของแผนกประกอบย่อย

แผนก/ สถานีผลิต	กิจกรรมของสถานีงาน	เวลารวม (นาที)	จำนวนคน	เวลาเฉลี่ย (นาที)	ประสิทธิภาพ	ว่าง
ประกอบย่อย 1	ชุดควบคุมระบบไฟฟ้า	20.5	1	20.5	20.5x100/24.6= 83.3%	16.7%
ประกอบย่อย 2	ชุดคอนเดนซิ่ง	43.0	2	43/2 = 21.5	21.5x100/24.6= 87.4%	12.6%
ประกอบย่อย 3	ฐานรองตู้เย็นประกอบกับราง ยึดชุดคอนเดนซิ่งและขาปรับ ระดับ	33.5	2	33.5/2 = 16.75	16.75x100/24.6 = 68%	32%
ประกอบย่อย 4	บานเกล็ด	19.6	1	19.6	19.6x100/24.6= 79.6%	20.4%
ประกอบย่อย 5	ชิ้นส่วนฉีดโฟมประกอบกับฐาน หลอดไฟและDisplay โลโก้	36.6	2	36.6/2 = 18.3	18.3x100/24.6= 74.4%	25.6%
ประกอบย่อย 6	ท่อทางดูด และ ชุดพัดลม Evaporator	25.6+ 7.4= 33.0	2	33/2 = 16.5	16.5x100/24.6= 67%	33%
ประกอบย่อย 7	ท่อทางอัด	19.5	1	19.5	19.5x100/24.6= 79.2	20.8%
ประกอบย่อย 8	ถาดละลายน้ำ และสายรัดท่อ	22.2	1	22.2	22.2x100/24.6= 90.2%	9.8%
	รวมเวลาประกอบย่อย	227.8	12			

จำนวนสถานีงานผลิต = 227.8/24.6 = 9.26 ~10 สถานีประกอบย่อย

เวลาทำงานรวมทุกสถานี = 12x24.6 = 295.2

ประสิทธิภาพ (Efficiency) = 227.8/295.2 = 77.2%

เวลาว่าง (Idle time) = (295.2-227.8)/295.2 = 22.8%

จากการคำนวณหาสถานีประกอบย่อย ได้ 10 สถานี แต่ในทางปฏิบัติแล้ว สามารถจัดสถานีประกอบย่อยได้ 12 สถานี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.10

4.6 ความต้องการด้านเครื่องจักร

ในการขยายกำลังการผลิตจะมีความต้องการด้านเครื่องจักรเพิ่ม เพื่อสนับสนุนให้สามารถผลิตได้ตามกำลังการผลิตที่ต้องการ ในกรณีนี้ กำลังการผลิตสูงสุดขึ้นอยู่กับเครื่องจักรที่สำคัญหรือมีราคาสูงที่สุด สำหรับโรงงานผลิตตู้เย็นพาณิชย์แห่งนี้ เครื่องจักรที่สำคัญที่ต้องนำมาพิจารณากำลังการผลิต ได้แก่ เครื่องฉีดโฟม อุปกรณ์จับยึดขณะฉีดโฟม เครื่องทำสูญญากาศ และเครื่องเย็บตะเข็บ เครื่องฉีดโฟมสามารถฉีดโฟมเต็มโครงตู้เย็นรุ่นนี้ภายในเวลา 16.5 วินาที เท่านั้น จึงไม่จำเป็นต้องเพิ่มจำนวนเครื่องฉีดโฟม แต่ต้องพิจารณาอุปกรณ์จับยึดโครงตู้หรือจิ๊กให้สามารถสนับสนุนการผลิตได้ทัน จากการกำหนดการผลิตแบบต่อเนื่อง และจัดสมดุลสายการผลิต ทำให้ทราบความต้องการเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการผลิต

ก. เครื่องฉีดโฟม

การฉีดโฟมจะฉีดเข้า 2 รูฉีด จึงต้องตั้งเวลาหน่วงไว้ด้วย เพื่อให้มีเวลาย้ายสายยางไปยังอีกรูฉีดหนึ่งได้ทัน ซึ่งใช้เวลาในการตั้งค่า เตรียมสายยางก่อนฉีดโฟม จนฉีดโฟมเสร็จ 4.5 นาที ดังนั้น สามารถฉีดโฟมได้สูงสุดวันละเท่ากับ 8x60/4.5 = 106.6 ตู้ ถ้ามีจิ๊กมากพอที่จะสามารถทำการฉีดโฟมไปได้เรื่อย ๆ แสดงว่าเครื่องฉีดโฟมไม่จำเป็นต้องเพิ่ม สามารถใช้ฉีดโฟมเข้าโครงตู้ในแต่ละรอบเวลาการผลิตที่อยู่ในจิ๊ก 2 ตัวสลับกันได้ทัน

ข. จิ๊กสำหรับฉีดโฟมหรืออุปกรณ์จับยึดโครงตู้ขณะฉีดโฟม

หากใช้จิ๊กระบบนิวเมติค (Pneumatic jig) กับตู้รุ่นที่จะผลิตนี้ จะช่วยให้ทำงานง่าย เพียงแค่นำตู้เย็นใส่ลงในจิ๊กนี้แล้วปิดฝาปิด ล็อกและเข็นไปใกล้เครื่องฉีดโฟม เพื่อฉีดโฟมได้โดยไม่ต้องตีแบบ ทำให้ลดขั้นตอนและเวลาในการฉีดโฟมเข้าโครงตู้ลงได้มาก โดยจะสามารถลดเวลาในการยึดโครงตู้จากเดิมซึ่งใช้วิธีการตีแบบไม้จาก 25.4 นาที ลงเหลือประมาณ 5 นาที และเวลาที่ใช้ในการถอดแบบไม้จาก 13.6 นาที เหลือประมาณ 5 นาทีเท่านั้น ทั้งนี้ยังช่วยให้ฉีดโฟมง่ายด้วย ไม่ต้องปรับขันสกรูเข้าให้ดันไม้แบบให้แน่นขึ้น หรือปลดสกรูให้หลวมในขณะฉีดโฟม เนื่องจากขณะที่โฟมขาว (Polyol) และโฟมดำ (Isocyanate) ผสมตัวกันจะเกิดแรงดันขึ้น

ค. ปั๊มทำสูญญากาศ (Vacuum Pump)

การดูดอากาศออกจากระบบท่อทำความเย็นใช้เครื่องทำสุญญากาศ ซึ่งใช้เวลาในการเดินเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 30 นาทีเป็นอย่างน้อย แต่ทุกรอบเวลาการผลิตคือเท่ากับ 24.6

นาที จะมีตู้ที่เข้ามาในสถานีงาน 1 ตู้ ทำให้ต้องเพิ่มเครื่องทำสูญญากาศนี้อีก 1 เครื่อง จึงจะมีงานออกจากสถานีงานนี้เท่ากับสถานีงานอื่น

ง. เครื่องเย็บตะเข็บ

เนื่องจากต้องการให้ประกอบโครงตู้อยู่ภายในพื้นที่ทำงานเดียวกันตลอดเพื่อประหยัดเวลาในการขนย้าย ตั้งแต่ประกอบถังใน ถังนอก และประกอบกันเป็นโครงตู้ ใช้เวลารวม 44 นาที มากกว่ารอบเวลาการผลิตที่ต้องการ ดังนั้น ต้องเพิ่มพื้นที่และคนงานของแผนกประกอบโครงตู้เป็น 2 พื้นที่ เปรียบเสมือนเป็น 2 สถานีงาน

จากการสำรวจรายการและจำนวนเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีอยู่และยังคงใช้ได้ในปัจจุบัน สามารถสรุปรายการและจำนวนเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องลงทุนเพิ่มได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 รายการและจำนวนเครื่องจักรที่ต้องการใช้ จำนวนที่มีอยู่ และต้องการเพิ่ม

เครื่องจักรและอุปกรณ์หลัก	ต้องการใช้	จำนวนที่มีอยู่และยังใช้ได้	ต้องการเพิ่ม
<u>เครื่องจักรและอุปกรณ์หลัก</u>			
เครื่องเย็บตะเข็บ	2	1	1
เครื่องฉีดโฟม (Foam injection machine)	1	1	-
จิ๊กฉีดโฟมระบบนิวเมติค (Pneumatic jig)	2	0	2
อุปกรณ์ยกโครงตู้ใส่จิ๊ก	1	0	1
ชุดเชื่อมแก๊ส	8	2	6
Pressure Regulator	1	1	-
ปั๊มทำสูญญากาศ (Vacuum Pump)	2	1	1
Manifold gauge set	6	1	5
กระบอกบรรจุน้ำยา	1	1	-
เครื่องตรวจเช็คไฟฟ้ารั่ว	1	1	-
เครื่องบันทึกความดัน (Pressure Recorder)	3	1	2
เครื่องเชื่อมอาร์กอน (TIG welder)	4	1	3
<u>อุปกรณ์ขนย้าย</u>			
รถเข็น	3	1	2
Hand lift	3	1	2

นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือเครื่องใช้ที่ใช้ในการประกอบอีก ซึ่งมีราคาไม่สูงเท่ากับเครื่องจักรและอุปกรณ์หลัก เช่น สว่านลม ไขควง ปืนยิงรีเวต ประแจ คีมตัด คีมย้ำสายไฟ ไขควง ฯลฯ โดยจะประมาณการซื้อเครื่องมือเครื่องใช้เพิ่มเติมทั้งหมด 250,000 บาท

4.7 ความต้องการด้านแรงงาน

ความต้องการด้านแรงงานสำหรับผลิตตู้เย็นพาณิชย์รุ่นที่จะผลิตนี้ 5,000 ตู้/ปี สามารถแบ่งแรงงานเป็น 4 แผนกได้แก่ แผนกประกอบโครงตู้ แผนกฉีดโฟม แผนกประกอบเครื่องทำความเย็นหรือสายการผลิตหลัก (Main assembly Line) และแผนกประกอบย่อย (Sub-assembly) จากการจัดสมดุลสายการผลิตหลัก จึงกำหนดจำนวนสถานีทำงานของส่วนประกอบโครงตู้และส่วนฉีดโฟมเพื่อที่จะสนับสนุนสายการผลิตหลักให้ทันเวลา โดยสามารถสรุปจำนวนแรงงานที่ต้องการใช้ในแต่ละแผนกดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 จำนวนแรงงานที่ต้องการใช้ในแต่ละแผนก

แผนก	จำนวนสถานีงานย่อย	จำนวนคนงาน
ประกอบโครงตู้	2	4
ฉีดโฟม	3	3
ประกอบเครื่องทำความเย็น	8	8
ประกอบย่อย (Sub-assembly)	12	12
รวม	25	27

คนงานแผนกประกอบโครงตู้ 2 สถานี แต่ละสถานีทำงาน 2 คน คนงานแผนกฉีดโฟมทั้งหมด 3 คน ปิดเทปและเตรียมโครงตู้ 1 คน ฉีดโฟม 2 คน แผนกประกอบย่อย 12 คน คิดจากจำนวนสถานีประกอบย่อย ซึ่งแต่ละสถานีใช้คนงานประกอบ 1 คน ทั้งนี้คนงานที่ทำงานในแต่ละแผนกจะต้องมีความรู้ด้านเทคนิคและความสามารถในงานที่จะต้องทำ อาจจะต้องมีการฝึกอบรมเพิ่มเติมในเรื่องการผลิต และทำความเข้าใจในระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง โดยเฉพาะคนงานที่เคยผลิตแบบระบบงานสั่งทำอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งจะช่วยให้สามารถปรับเวลาและลักษณะการทำงานให้เหมาะสมกับระบบการผลิตแบบต่อเนื่องได้

4.8 การจัดวางผังโรงงาน

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิตสูงขึ้นด้วยระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง สิ่งที่มีส่วนสนับสนุนการผลิตในลักษณะนี้อย่างมากคือพื้นที่ที่ต้องการใช้มีเพียงพอ ทั้งในการผลิต การจัดเก็บวัตถุดิบ และจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป การขนย้ายที่สะดวกรวดเร็ว สนับสนุนให้การผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ไม่เกิดความล่าช้าในการขนย้าย งานที่จะต้องทำในแต่ละสถานีถูกกำหนดไว้อย่างชัดเจนแน่นอน ต้องมีการเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมอยู่ในสถานีผลิต ในขณะที่พื้นที่ภายในอาคารโรงงานที่มีอยู่ได้ถูกจัดสรรสำหรับใช้งานในกิจกรรมการผลิตต่าง ๆ อยู่ก่อนแล้ว จะต้องตรวจสอบว่ามีพื้นที่สำหรับสนับสนุนในกิจกรรมการผลิตของโครงการขยายกำลังการผลิตตู้เย็นพาณิชย์นี้ได้เพียงพอหรือไม่ หากไม่พอแล้วจะต้องดำเนินการก่อสร้างหรือจัดสรรพื้นที่ที่มีอยู่ได้อย่างไรบ้าง

4.8.1 การกำหนดขนาดพื้นที่ที่ต้องการ

หากต้องการทราบว่าพื้นที่ที่มีอยู่เพียงพอต่อความต้องการหรือไม่ จะต้องทราบความต้องการพื้นที่ที่จำเป็นต้องใช้ในโรงงานเสียก่อน พื้นที่ที่จำเป็นสำหรับกิจกรรมสนับสนุนการผลิต ได้แก่

ก. พื้นที่จัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป
ข. พื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบ
ค. พื้นที่สถานีผลิต
ง. พื้นที่ส่วนสนับสนุนการผลิต
จ. พื้นที่สำหรับเส้นทางขนย้าย

ก. พื้นที่จัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป

พื้นที่จัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปจัดสรรเพื่อจัดเก็บเฉพาะตู้เย็นพาณิชย์ที่ผลิตเสร็จแล้ว เตรียมพร้อมสำหรับการจัดส่งให้แก่ลูกค้าต่อไป สามารถกำหนดพื้นที่ที่ต้องการได้จากข้อมูลดังต่อไปนี้

- ขนาดฐานวางตู้เย็นพาณิชย์ 72 x 66 เซนติเมตร
- ขนาดของพื้นที่วางตู้เย็นพาณิชย์รุ่นนี้ 1 ตู้ ในแนวตั้ง โดยเผื่อระยะวางห่างกันด้านละ 5 เซนติเมตร คือ 0.82 x 0.76 = 0.6232 ตารางเมตร
- ต้องจัดเก็บตู้เย็นในระยะเวลาหมุนเวียน 15 วัน จึงจัดส่งให้ลูกค้า

- ในแต่ละวันผลิตโดยเฉลี่ย 18.38 ตู้

ดังนั้น ใน 1 รอบระยะเวลาหมุนเวียนคือ 15 วัน มีตู้เย็นที่จะต้องจัดเก็บจำนวน 18.38x15 = 275.7 ตู้ คิดเป็นพื้นที่ที่ต้องการใช้ในการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปเท่ากับ 0.6232x276 = 172 ตารางเมตร เผื่อพื้นที่สำหรับเป็นทางเดิน 10% ต้องการใช้พื้นที่สำหรับเป็นคลังสินค้าสำเร็จรูปขนาด 1.1x172 = 189.2 ตารางเมตร โดยเผื่อให้ 17.2 ตารางเมตร

ข. พื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบ

การกำหนดขนาดพื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบและชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ไม่สามารถกำหนดค่าที่แน่นอนได้เหมือนการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป เนื่องจากขนาดของวัตถุดิบและชิ้นส่วนที่ต้องจัดเก็บมีหลายประเภท หลายรูปร่างและใช้การจัดเก็บแตกต่างจากสินค้าสำเร็จรูป วิธีการจัดเก็บวัตถุดิบสามารถซ้อนขึ้นหลายชั้น หรือกองรวมให้อยู่ในกล่องหรือเครื่องมือจัดเก็บ ซึ่งสามารถประหยัดพื้นที่ได้มาก โดยมีระยะเวลาหมุนเวียนของวัตถุดิบสำหรับการผลิตดังนี้

รายการวัตถุดิบ	ระยะเวลาหมุนเวียน (วัน)	สำหรับผลิตตู้เย็น (ตู้)
แผ่นเหล็กตัดพับ	15	275.7
ชิ้นส่วนเครื่องทำความเย็น	30	551.5

ในขณะที่สามารถจัดเก็บในแนวดิ่งได้ จึงประหยัดพื้นที่ แต่มีปริมาณการจัดเก็บสำหรับผลิตตู้เย็นจำนวนมากกว่าการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป การประมาณทำได้คร่าว ๆ โดยจะใช้วิธีประมาณการจากพื้นที่คลังสินค้าสำเร็จรูป โดยกำหนดความสัมพันธ์เป็นสัดส่วนกันแล้วใช้หาขนาดพื้นที่ที่ต้องการใช้ในการจัดเก็บวัตถุดิบ ดังนี้

พื้นที่คลังวัตถุดิบ : พื้นที่คลังสินค้าสำเร็จรูป = 1 : 1.5 ดังนั้น คำนวณหาขนาดพื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบได้เท่ากับ 1.5x189.2 = 283.8 ตารางเมตร ซึ่งรวมพื้นที่เผื่อสำหรับทางเดินขนาด 25.8 ตารางเมตรแล้ว

ค. พื้นที่สถานีผลิต

การกำหนดพื้นที่ที่ต้องการในแต่ละสถานีผลิต ต้องคำนึงถึงส่วนประกอบที่อยู่ในสถานีผลิตแต่ละสถานี ดังนี้

- พื้นที่ใช้ในกระบวนการผลิตของสถานีผลิต ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่วางเครื่องจักรอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ พื้นที่สำหรับคนงานทำงาน และพื้นที่วางงานที่กำลังผลิต ซึ่งได้แก่ วัตถุดิบ ชิ้นส่วนประกอบ
- พื้นที่วางงานรอออกจากสถานีงานก่อนหน้า ก็คืองานรอเข้าสถานีงานถัดไป เนื่องจากตู้เย็นมีขนาดใหญ่ใช้พื้นที่มากกว่างานผลิตชิ้นส่วนขนาดเล็ก เรื่องพื้นที่สำหรับการจัดวางงานรอจึงเป็นเรื่องสำคัญ ดังนั้นจะต้องเผื่อให้มีพื้นที่สำหรับวางงานระหว่างผลิตที่จะรอเข้าสถานีงานถัดไป ในกรณีเกิดความล่าช้า หรือเกิดความไม่สมดุลระหว่างสถานีงานขึ้นในขณะทำการผลิตประกอบในสายการผลิต โดยเผื่อให้กับทุกสถานีงาน

จากการสำรวจขนาดเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในแต่ละสถานีแล้ว สามารถกำหนดขนาดของพื้นที่สถานีผลิตของโรงงานผลิตตู้เย็นพาณิชย์แห่งนี้ได้โดยแบ่งตามแผนกผลิต 4 แผนก ดังนี้

1) แผนกประกอบโครงตู้ (Cabinet Assembly) มี 2 สถานี แต่ละสถานีผลิตมีขนาด 6x12 เมตร รวมเป็นพื้นที่ขนาด 6x24เมตร = 144 ตารางเมตร
2) แผนกฉีดโฟม (Foam Injection) รวมบริเวณที่ทำงานหน้าเครื่องฉีดโฟมและจิ๊กมีขนาด 6x8 เมตร = 48 ตารางเมตร ส่วนพื้นที่สำหรับเตรียมโครงตู้เข้าฉีดโฟมขนาด 6x8 เมตร = 48 ตารางเมตร รวมเป็นพื้นที่ 96
3) แผนกประกอบเครื่องเย็น ซึ่งเป็นสายการผลิตหลัก (Main Assembly Line) จะทำการผลิตอยู่บนสายพานแบบลูกกลิ้ง ใช้พื้นที่วางสายพานขนาด 7x18 เมตร = 126 ตารางเมตร
4) แผนกประกอบย่อย (Sub-Assembly) ใช้พื้นที่ขนาด 6x30 เมตร = 180 ตารางเมตร แบ่งให้ 12 สถานีประกอบย่อยสถานีละ 6x2.5 เมตร

ง. พื้นที่ส่วนสนับสนุนการผลิต

พื้นที่ส่วนสนับสนุนการผลิตของโรงงานนี้ ได้แก่

- พื้นที่ของแผนกซ่อมบำรุง ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สำหรับพนักงานแผนกซ่อมบำรุงที่ต้องประจำอยู่ และตู้เก็บอุปกรณ์จำนวนหนึ่ง กำหนดให้ใช้พื้นที่ขนาด 6x6 เมตร = 36 ตารางเมตร
- ห้องทดสอบและพัฒนาตู้เย็น ใช้สำหรับทดสอบตู้เย็น ใช้พื้นที่ขนาด 6x12 เมตร = 72 ตารางเมตร

จ. พื้นที่สำหรับเส้นทางขนย้าย

การกำหนดเส้นทางขนย้าย เพื่อต้องการเส้นทางขนย้ายที่สะดวก มีการไหลของวัตถุดิบและงานไม่วกไปวนมา มีความกว้างของทางเดินที่เหมาะสม กำหนดให้มีความกว้างของเส้นทางขนย้ายหลักไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร และทางเดินกว้างไม่น้อยกว่า 1 เมตร โดยใช้รถเข็นเป็นอุปกรณ์ในการขนย้ายวัตถุดิบจากคลังวัตถุดิบและใช้ Hand lift ในการขนย้ายสินค้าสำเร็จรูปไปยังคลังสินค้า วัตถุดิบและชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ จะถูกตรวจรับและจัดเก็บด้านหน้าคลังวัตถุดิบ ส่วนสินค้าสำเร็จรูปจะถูกจัดส่งออกไปทางด้านหลังของโรงงาน

4.8.2 การจัดผังโรงงาน

การขยายพื้นที่ที่ไม่เพียงพอ ทำโดยอาศัยความเป็นไปได้ของการจัดสรรพื้นที่ความสะดวก และคำนึงถึงความประหยัด โดยได้จัดสรรพื้นที่ และจัดผังโรงงานให้เกิดการไหลของวัสดุที่สะดวก มีพื้นที่สำหรับสถานีผลิตต่าง ๆ พื้นที่สำหรับเก็บวัตถุดิบ (Raw Material Store) งานระหว่างผลิต (Work In Process) พื้นที่สำหรับเก็บสินค้าสำเร็จรูป (Finished Goods Warehouse) ตลอดจนพื้นที่สำหรับแผนกที่สนับสนุนการผลิต ดังรูปที่ 4.4 โดยมีรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงในการจัดผังโรงงานสำหรับโครงการขยายกำลังการผลิตตู้เย็นพาณิชย์ ดังนี้

- คลังเก็บวัตถุดิบจะต้องขยายออกให้มีพื้นที่เพียงพอ โดยสามารถใช้พื้นที่ห้องทดสอบและพัฒนาตู้เย็น และพื้นที่แผนกซ่อมบำรุงปัจจุบัน
- ย้ายห้องทดสอบและพัฒนาตู้เย็นไปใช้พื้นที่คลังเก็บสินค้าสำเร็จรูป ซึ่งมีพื้นที่เกินกว่าความต้องการอยู่
- ย้ายแผนกซ่อมบำรุงไปอยู่ในพื้นที่ที่ว่าง และเป็นพื้นที่ที่ไม่กีดขวางเส้นทางการขนย้ายวัสดุ
- รื้อถอนห้องพ่นสี และนำออกจากพื้นที่ผลิตของโรงงาน ไม่ใช้ในการผลิตตู้เย็นพาณิชย์รุ่นนี้ โดยอาจจะจำหน่ายไป
- จิ๊กขนาดใหญ่ระบบไฮดรอลิคและจิ๊กเอนกประสงค์ขนาดเล็ก ที่ต้องใช้กับการตีแบบไม้ที่ใช้อยู่ปัจจุบัน จะถูกรื้อและนำออกจากพื้นที่การผลิต เนื่องจากจิ๊กเดิมไม่มีประสิทธิภาพในการใช้งาน มีขนาดใหญ่ และเก่ามากแล้ว หากเก็บไว้จะเสียพื้นที่ใช้งานจำนวนมาก
- เครื่องเชื่อมจุด (Spot Welder) ไม่ได้ใช้ในการประกอบโครงตู้ จะถูกรื้อถอนทั้งโครงเหล็กที่ติดตั้งเครื่องเชื่อม และนำออกจากพื้นที่ผลิตของโรงงาน

- เครื่องเย็บตะเข็บจะต้องย้ายไปอยู่บริเวณพื้นที่แผนกประกอบโครงตู้ที่จัดไว้
- รางเลื่อนสำหรับสายพานแบบลูกกลิ้งจะต้องถูกย้ายตำแหน่งให้เป็นไปตามผังโรงงานใหม่นี้ และจัดให้ได้ระยะที่เหมาะสมด้วย

4.8.3 การจัดเตรียมสถานีงานในสายการผลิตหลัก

จากการจัดสมดุลสายการผลิต ทำให้ทราบว่าอุปกรณ์และเครื่องมือเครื่องใช้ที่จะต้องมีในแต่ละสถานีงานแสดงดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 รายการอุปกรณ์และเครื่องมือที่ต้องใช้ในแต่ละสถานีงาน

สถานีงาน	อุปกรณ์	เครื่องมือเครื่องใช้
1	-	สว่านลม, ประแจ, ปืนยิงรีเวต
2	ชุดเชื่อมแก๊ส	สว่านลม, ไขควง
3	-	สว่านลม, ปืนยิงรีเวต, คีมตัด, คีมย้ำสายไฟ,ไขควง
4	ชุดเชื่อมแก๊ส, Pressure Regulator, Manifold gauge set, Vacuum Pump 2 เครื่อง , ถังไนโตรเจน	อ่างใส่น้ำสบู่
5	กระบอกตวงน้ำยา, Manifold gauge set	ไขควง, คีมตัด, คีมย้ำ, ไขควง
6	เครื่องตรวจเช็คไฟฟ้ารั่ว, Manifold gauge set, จุดจ่ายกระแสไฟสำหรับทดสอบระบบ 3 จุด, Ammeter, Pressure recorder	ไขควง, คีมตัด,คีมย้ำ, สว่านลม, ไขควงทดสอบไฟฟ้า, ปืนยิงรีเวต , ผ้าสำหรับเช็ดทำความสะอาด
7	-	ปืนยิงซิลิโคน
8	-	ผ้าสำหรับเช็ดทำความสะอาด

อุปกรณ์และเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ จะต้องพร้อมใช้งานอยู่ในสถานีงาน ดังนั้นต้องคำนึงถึงขนาดของสิ่งเหล่านี้ด้วย ซึ่งเครื่องมือเครื่องใช้ทั่วไปจะมีขนาดเล็ก อุปกรณ์ที่ใช้บางชนิดมีขนาดใหญ่พอสมควร อุปกรณ์เหล่านี้จะถูกจัดวางอยู่บนฐานและมีล้อเข็น เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย ได้แก่

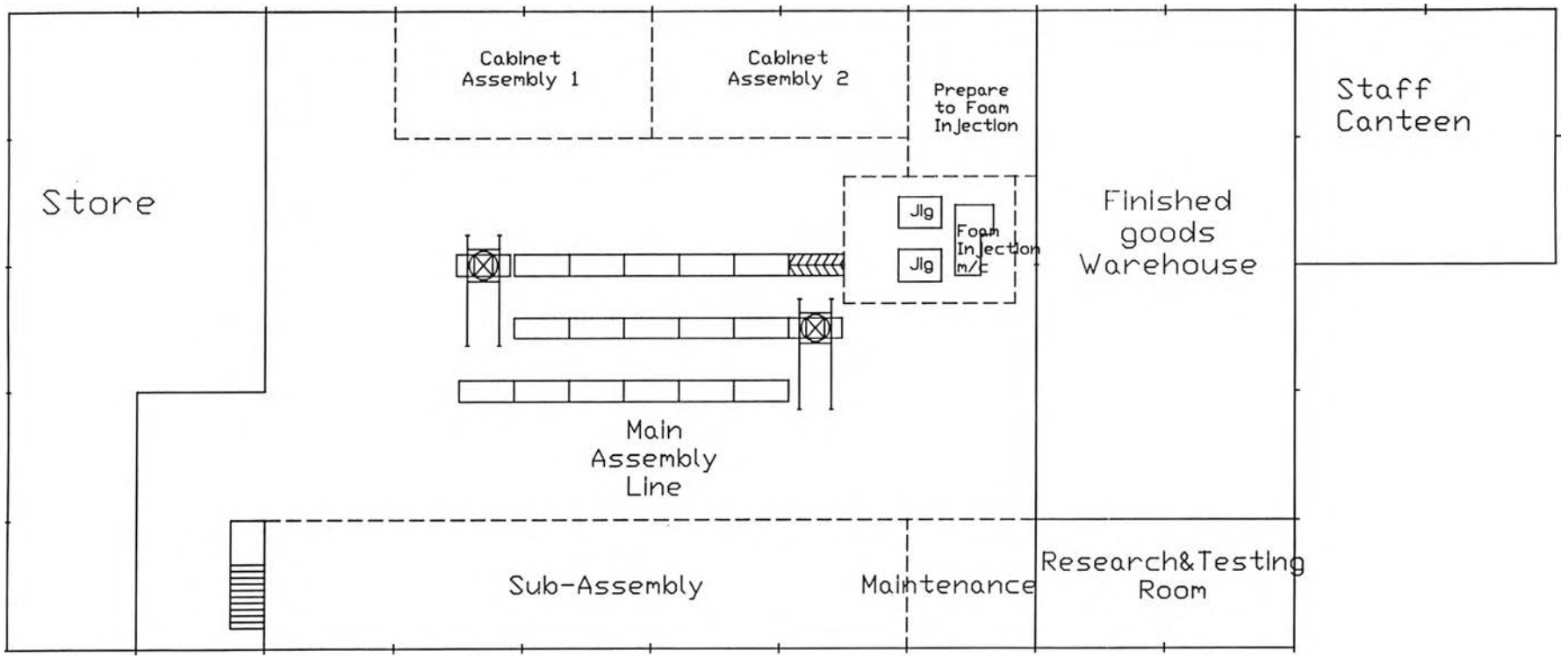
1) ถังไนโตรเจน ขนาด 60x60 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในสถานีงานที่ 4
2) ตู้เชื่อมแก๊ส ขนาด 30x55 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในสถานีงานที่ 2 และ 4
3) ปั๊มสูญญากาศขนาด 80x100 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในสถานีงานที่ 4

นอกจากอุปกรณ์และเครื่องมือเครื่องใช้ที่จะต้องมีในแต่ละสถานีงานแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการจัดเตรียมชิ้นส่วนประกอบที่ต้องใช้ในแต่ละสถานีงานด้วย ซึ่งมีรายการดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ชิ้นส่วนประกอบที่จะต้องมีในแต่ละสถานีงานในสายการผลิตหลัก

สถานีงาน	ชิ้นส่วนประกอบ
1	ฉากรับ Evaporator, Evaporator, ฐานรองตู้, สกรู, Condensing unit
2	ชุดพัดลม Evaporator, แผ่นครอบ Evaporator, แผ่นปิดท่อทองแดง
3	Support ประตู, บานประตู, rivet, display, ชิ้นส่วนฉีดโฟมประกอบกับหลอดไฟ, สายไฟ, control handle, thermostat
4	ท่อทองแดงตัดและดัดแล้ว, Filter/Drier, สายยาง
5	Electrical control box, สายไฟ, สาย ground
6	ปลั๊กไฟ, สายไฟ, bushing, ชิ้นส่วน support สายไฟ, กันชน, แผ่นกั้นหลัง compressor, หลอดไฟ, บานเกล็ด, เสา aluminum 36" รับชั้นวางของ, เทป
7	Sticker, label ต่าง ๆ , rivet, ตะแกรง
8	กระดาษ ,เทปพลาสติก 2" , พลาสติกใส

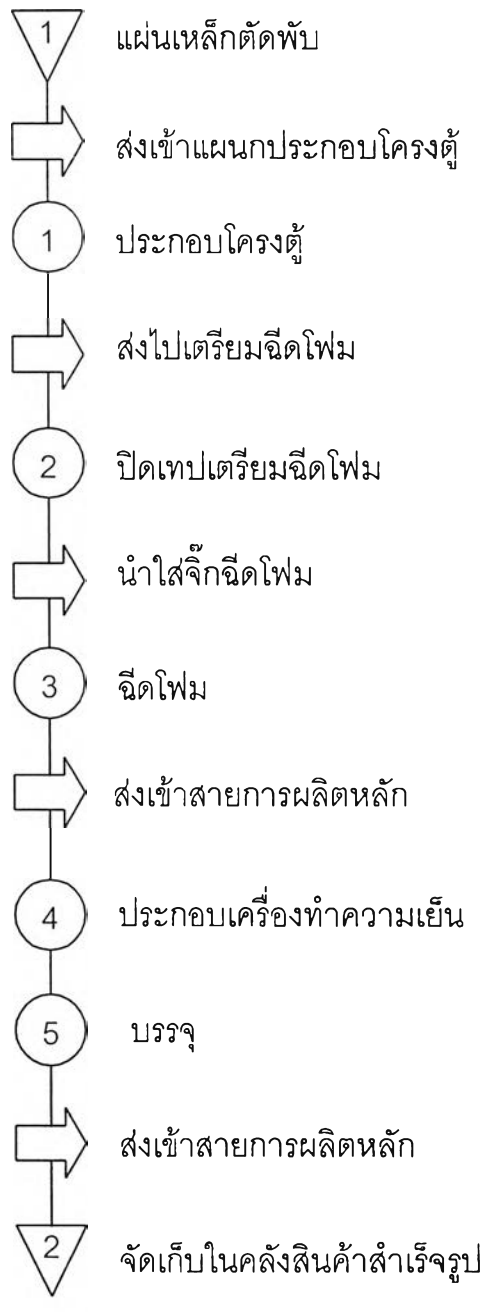
เมื่อทราบรายการและจำนวนอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ และชิ้นส่วนที่จะต้องจัดอยู่ในแต่ละสถานีงาน คนงาน 1 คนต่อสถานีงาน สามารถจัดผังสถานีงาน 8 สถานีในสายการผลิตหลักซึ่งปฏิบัติงานบนสายพานลำเลียง สายพานตั้งห่างกัน 2 เมตร มีขนาดกว้างพอที่จะคนงานจะทำงานได้



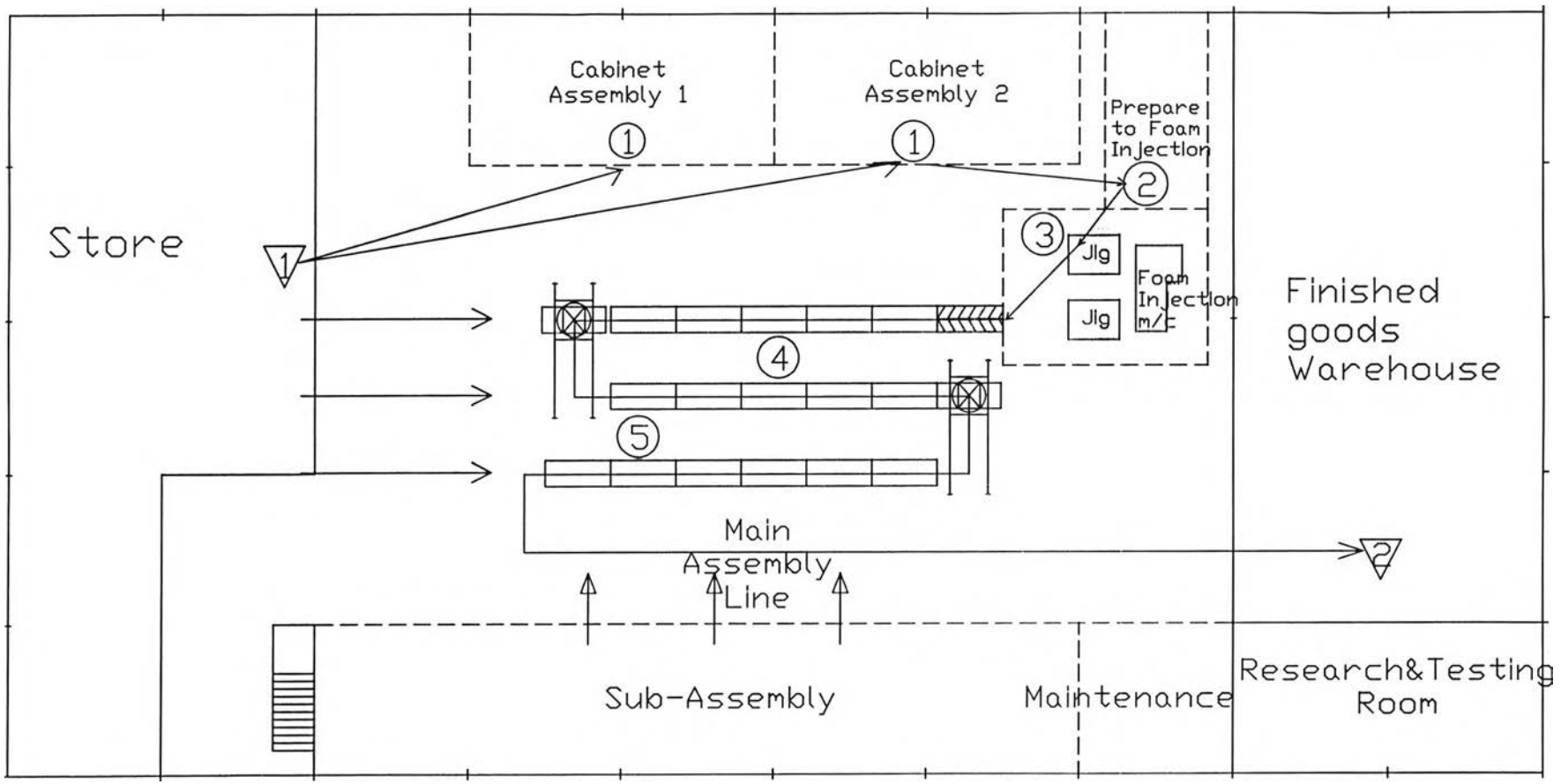
รูปที่ 4.4 ผังโรงงานสนับสนุนการขยายกำลังการผลิตตู้เย็นพาณิชย์ของโรงงานตัวอย่าง

4.8.4 วิเคราะห์การไหลของวัสดุ

วิเคราะห์การไหลของวัสดุ เพื่อให้เห็นภาพการไหล การเคลื่อนย้ายวัสดุได้อย่างชัดเจน โดยใช้แผนผังกระบวนการไหลของวัสดุ ดังรูปที่ 4.5 ประกอบกับผังการไหลในผังโรงงาน ดังรูปที่ 4.6 ทำให้เห็นว่าเส้นทางการไหลของวัสดุเป็นไปอย่างเป็นระเบียบ ไม่ซับซ้อน และมีความสะดวก



รูปที่ 4.5 ผังกระบวนการไหลของวัสดุในโรงงานผลิตตู้เย็นพาณิชย์



รูปที่ 4.6 ผังการไหลของวัสดุในโรงงานผลิตตู้เย็นพาณิชย์

4.8.5 สรุปเปรียบเทียบ

จากการจัดผังโรงงานเพื่อสนับสนุนการผลิตตู้เย็นพาณิชย์ของโครงการแล้ว สามารถเปรียบเทียบขนาดพื้นที่ปัจจุบันกับพื้นที่ที่จัดสรรให้สำหรับโครงการได้ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบพื้นที่ที่ใช้ในปัจจุบันกับพื้นที่ที่ต้องการใช้ในการผลิตของโครงการ

พื้นที่	ปัจจุบัน (เมตร^2)	จัดสรรใหม่ (เมตร^2)
ประกอบโครงตู้	6x12 = 72	6x24 = 144
พ่นสี	6x10 = 60	-
ฉีดโฟม	75.48	96
ประกอบเครื่องทำความเย็น	6x18 = 108	126
ประกอบย่อย	-	6x30 = 180
คลังวัตถุดิบ	12x12 = 144	288
คลังสินค้าสำเร็จรูป	12x30 = 360	18x12 = 288
ซ่อมบำรุง	6x6 = 36	6x6 = 36
ห้องทดสอบและพัฒนาตู้เย็น	6x12 = 72	6x12 = 72

การจัดวางผังโรงงานแบบที่เสนอเพื่อใช้ในโครงการขยายกำลังการผลิตตู้เย็นพาณิชย์นี้ ได้ถูกออกแบบและจัดวางเพื่อสนับสนุนการขยายกำลังการผลิตของโครงการผลิตตู้เย็นพาณิชย์ ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ให้ได้เพิ่มขึ้น โดยการตัดส่วนที่ไม่จำเป็นออกจากโรงงาน และขยายพื้นที่ที่ต้องการใช้เพิ่มขึ้นได้