หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การลดค่าใช้จ่ายในการผลิต

(MANUFACTURING COST REDUCTION)

จากบทที่ 2 จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนการใช้จ่ายเงินในการสร้างอากาศยานของประเทศไทยนั้นแตกต่างจากต่างประเทศมาก โดยอัตราส่วนการใช้จ่ายเป็นดังนี้

แรงงานทางตรง	8.76%/33%	1 : 4
วัสดุและอุปกรณ์	17.76%/40%	1 : 3
แรงงานทางอ้อมและค่าใช้จ่ายโรงงาน	13.48%/27%	3 : 1

จะเห็นว่า การจะได้มีการลดค่าใช้จ่ายของแรงงานทางอ้อมและค่าใช้จ่ายโรงงานลง

ในบทที่ 3 นี้จะได้มีการเสนอโครงการปรับปรุงการสร้างอากาศยานเพื่อลดค่าใช้จ่ายลงให้ใกล้เคียงกับต่างประเทศ เป็น 2 ทางเลือก คือ การปรับปรุงขั้นที่ 1 กับการปรับปรุงขั้นที่ 2

การปรับปรุงขั้นที่ 1 จะเป็นแผนการปรับปรุงการดำเนินงานขั้นแรก โดยพยายามใช้เครื่องมือ เครื่องจักร แรงงานที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด อาคารดำเนินงานก็ใช้อาคารเดิม เครื่องมือและอุปกรณ์มีเพิ่มทางด้านทดสอบและการตรวจสอบโครงสร้างอากาศยาน (Aircraft Structural Test System) มี[1]

---

[1]หน่วยเจ้าของโครงการ, กรม, โครงการจัดตั้งและขยายนาอากาศยาน (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์กรมสารบรรณทหารอากาศ, 2520), หน้า 1 - 6.

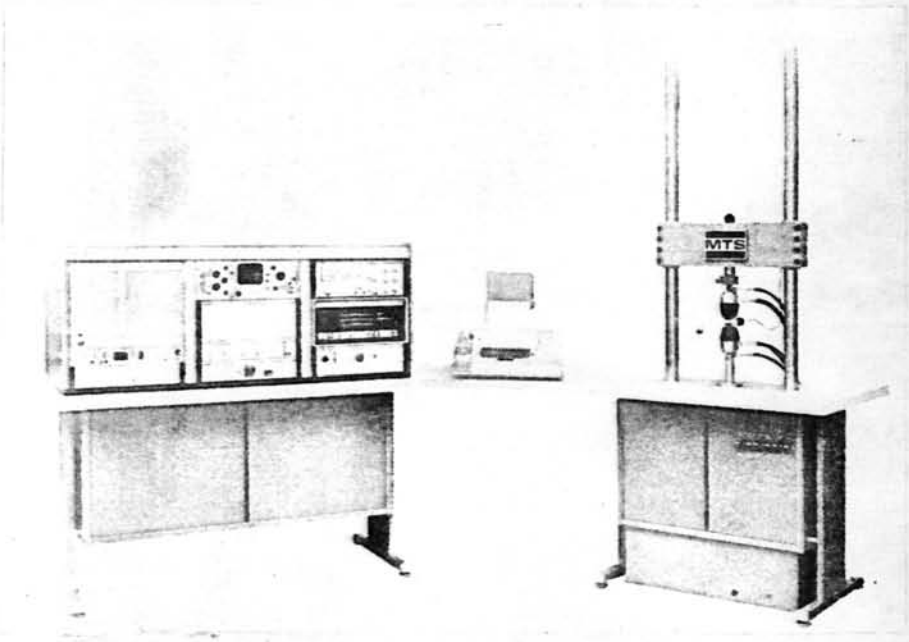
- ชุดตัวกระทำ (Actuator Assembly)
- ระบบควบคุมไฟฟ้า (Electronic Control Unit)
- ระบบควบคุมเครื่องกล (Automated Control Assembly)
- ชุดควบคุมระบบคำนวณและทดลอง (รูปที่ 3.1) (Computer Controlled Test System)
- ชุดควบคุมแรงดัน (รูปที่ 3.2) (Hydraulic Power Supply Assembly) ระยะเวลาโครงการ 3-5 ปี รวมราคา 6,[illegible],000.00 บาท

ถ้าปรับปรุงขั้นที่ 2 จะมีการสร้างอาคารสำหรับทดสอบโครงสร้างอากาศยาน, อาคารสำนักงานวิจัยและพัฒนาอากาศยานและเครื่องมือต่าง ๆ เพิ่มเติม โดยการทำงาน นอกจากดำเนินงานตามแผนการปรับปรุงขั้นที่ 1 แล้ว ก็มีการรวบรวมการทำงานจากบริษัทเอกชนเข้ามาเพื่อให้การสร้างอากาศยานรวดเร็วขึ้น โดยมีค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ดังนี้[1]

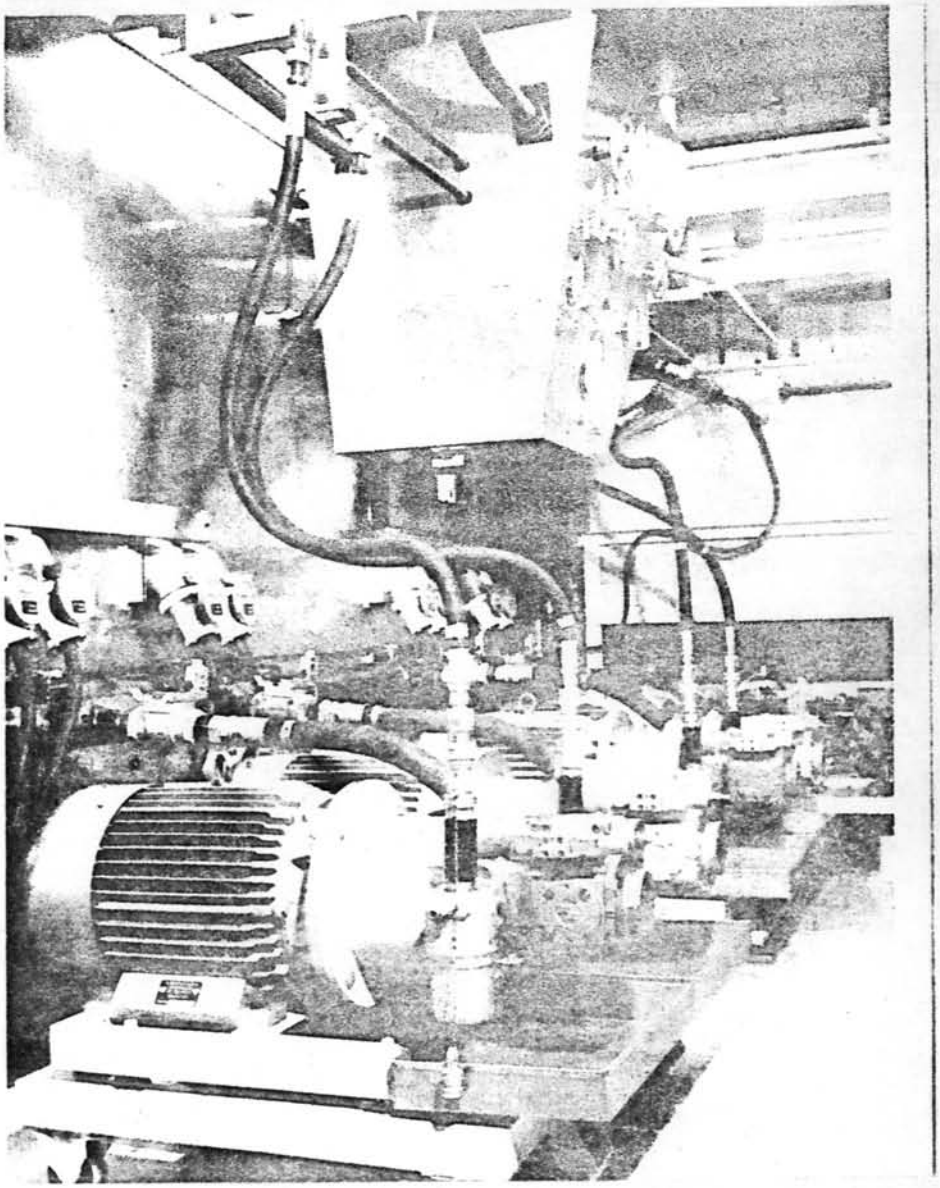
อาคารสำหรับทดสอบโครงสร้างอากาศยาน
- งานก่อสร้าง
- อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ชั้นครึ่ง ขนาด 25 x 20 เมตร
- ห้องควบคุมการทดลองโครงสร้าง
- ห้องควบคุมระบบ
- ห้องเครื่องมือกลย่อย
- ห้องเครื่องวัดประกอบการทดลอง
- ห้องยุทธศิลป์

---

[1] เรื่องเดียวกัน, หน้า 105.



รูปที่ 3.1 ชุดควบคุมระบบคำนวณและทดลอง



รูปที่ 3.2 ชุดควบคุมแรงดัน

- ห้องเก็บอุปกรณ์การทดลองและพัสดุภัณฑ์
- มีระบบอุปกรณ์ปรับสภาพอากาศภายในทุกห้องที่จำเป็น
- มีอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า สุขภัณฑ์ และประปาสมบูรณ์
- บันไดหนีไฟ
- ลานยกของหนัก 6 ตัน เคลื่อนที่ได้บนรางขนาน ควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้า

1,200,000.00 บาท

อาคารสำนักงานวิจัยและพัฒนาอากาศยาน

- งานก่อสร้าง
- อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 3 ชั้น ขนาด 30 x 20 เมตร
- มีอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า สุขภัณฑ์ และประปาสมบูรณ์
- ภายในอาคารแต่ละชั้น แบ่งส่วนต่าง ๆ โดยใช้ฉากกั้น โครงอลูมิเนียม มีกระจกฝ้าตอนบน เคลื่อนย้ายได้
- บันไดหนีไฟ

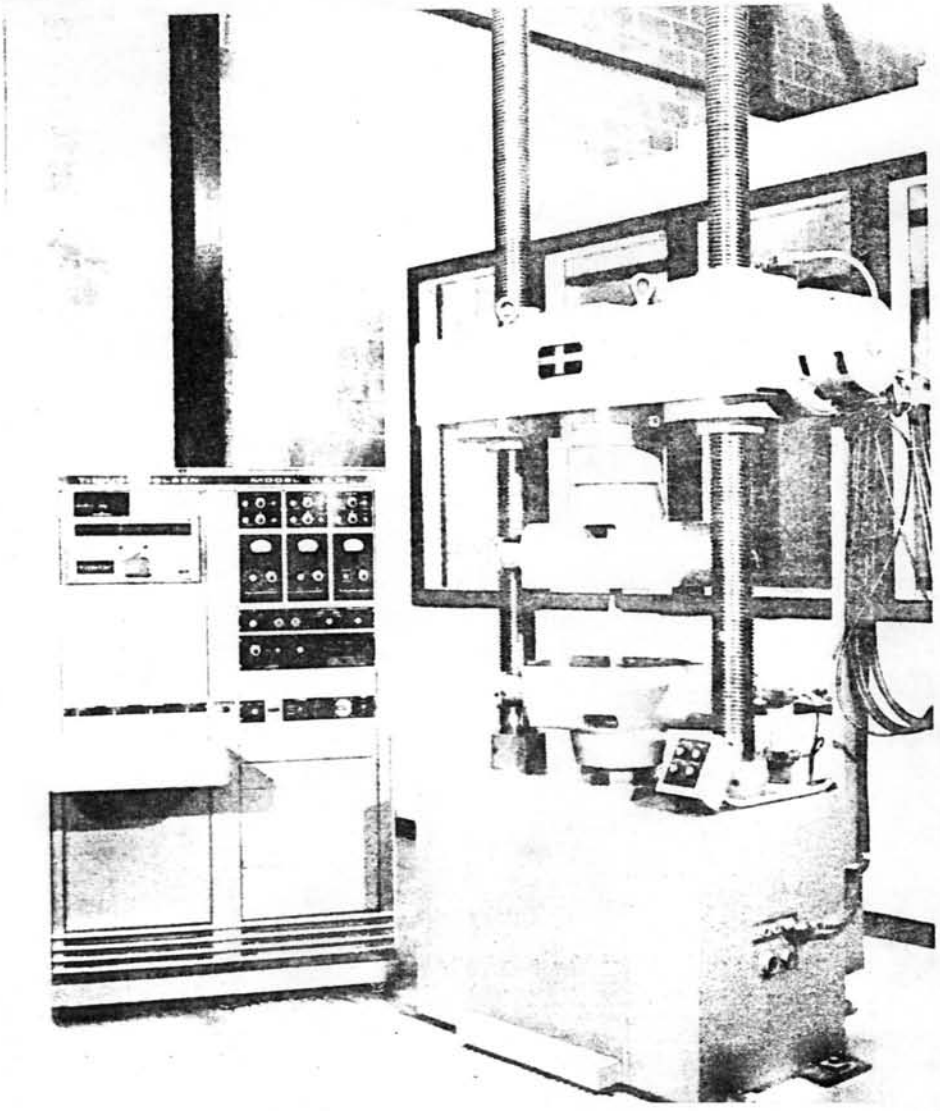
3,800,000.00 บาท

เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับทดสอบและตรวจสอบโครงสร้างอากาศยาน

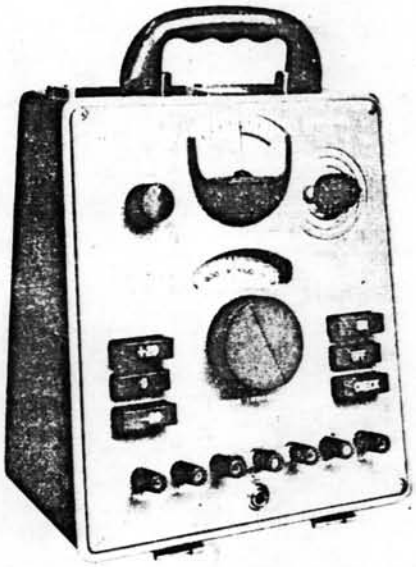
- ระบบตรวจสอบความล้า (Fatigue Test Additional Equipment) รูปที่ 3.3 1 ชุด 4,100,000.00 บาท
- ระบบตรวจความเค้น (Strain Gage Data Acquisition System) รูปที่ 3.4 1 ชุด 1,500,000.00 บาท

รวม 10,600,000.00 บาท

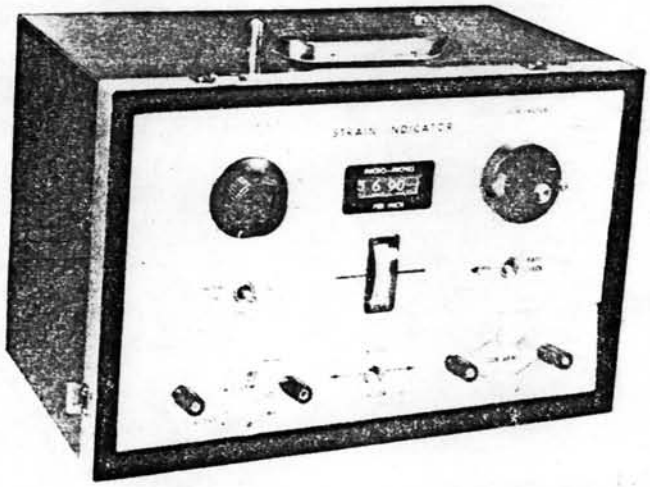
ระยะเวลาของโครงการ 5 - 15 ปี



รูปที่ 3.3 ระบบตรวจสอบความล้า



(ก)

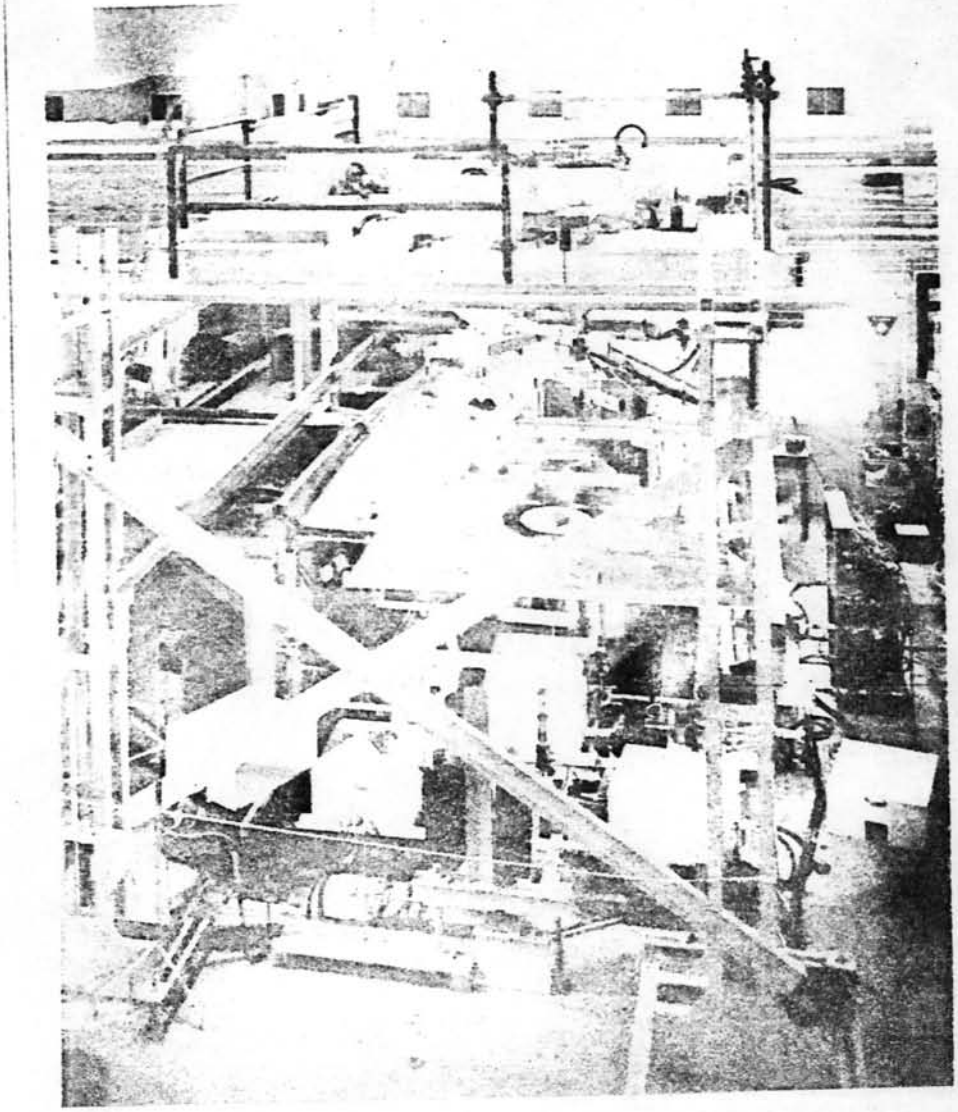


(ข)

รูปที่ 3.4 ชุดตรวจความเค้น

(ก) แบบอานาลอกจ์

(ข) แบบดิจิตอล



รูปที่ 3.5 การทดสอบความล้าของปีก

การทำงานในระบบแผนการปรับปรุงขั้นที่ 1 จะได้มีการจับเวลามาตรฐาน เนื่องจากการวางแผนการทำงานภายในโรงงานยังใช้วิธีแบบเก่า ๆ ยังไม่เคยมีการศึกษาการเคลื่อนไหวกับเวลาของคนงานและเครื่องจักร ไม่มีเวลามาตรฐานในการทำงานแต่ละอย่าง ในการวางแผนการทำงานแต่ละชิ้นก็ให้คนที่เคยอยู่ในโรงงานคาดเวลาโดยประมาณ ทำให้มีการผิดพลาดได้ง่าย ซึ่งในการแก้ปัญหาควรนำหลักวิธีใหม่ ๆ ทางด้านการศึกษาและวิเคราะห์เวลาต่าง ๆ ดังต่อไปนี้มาใช้

การวิเคราะห์วิธีทำงาน (Method Analysis)

การศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study)

วิศวกรรมวิธีทำงาน (Method Engineering)

หลักใหญ่ ๆ ที่ควรใช้มี

1. กำจัดขั้นบางส่วนที่ไม่มีประโยชน์ออกไป (Eliminate)
2. รวมขั้นงานหลาย ๆ ส่วนเข้าด้วยกันให้เป็นงานขั้นเดียว (Combine)
3. จัดขั้นการทำงานใหม่ (Rearrange)
4. ปรับปรุงงานขั้นหนึ่งให้ดีขึ้น (Improve)

โดยมีรายละเอียดของหลักใหญ่ ๆ ดังนี้

1. แนวทางกำจัด, รวม, จัดลำดับ และปรับปรุงขั้นงาน และกำจัดขั้นงานโดยพิจารณาว่า
   - ก. งานที่ไม่มีความสำคัญอีกต่อไปแล้ว
   - ข. งานมีขึ้นเพื่อความสะดวกของพนักงานเท่านั้น
   - ค. งานที่จะตัดออกได้ ถ้ามีการจัดลำดับขั้นงานใหม่
   - ง. งานที่จะตัดออกได้ถ้ามีการใช้เครื่องมือที่ดีกว่าเดิม
2. จะรวมขั้นงานเข้าด้วยกันได้โดย
   - ก. การออกแบบสถานที่ทำงานและเครื่องมือใหม่
   - ข. การเปลี่ยนลำดับขั้นงาน

ค. การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบและรายละเอียดของชิ้นส่วน

ง. การเพิ่มทักษะให้แก่พนักงานผลิต

3. จะวัดชิ้นงานใหม่เพื่อให้เกิด

ก. การลดชิ้นงานบางชิ้นส่วนให้สั้นลงหรือง่ายเข้า

ข. การลดชิ้นงานขนย้ายวัสดุและการเดิน

ค. ประหยัดพื้นที่ในการทำงานและประหยัดเวลา

ง. การใช้เครื่องมืออย่างมีประสิทธิภาพขึ้น

4. ปรับปรุงชิ้นงานโดย

ก. การวางแผนภูมิสถานีทำงานใหม่

ข. การใช้เครื่องมือที่ดีขึ้น

ค. การฝึกงานพนักงาน การคุมงานอย่างดีและการมีบริการอย่างดี

ง. การแบ่งชิ้นงานให้ย่อยลง

แผนภูมิที่จะใช้ ได้แก่ แผนภูมิแสดงการเคลื่อนย้าย (Flow Process Charts) แผนภูมิแสดงกิจกรรมที่สถานีทำงาน (Work Station Activity) แผนภูมิปฏิบัติงานของมือขวามือซ้าย (Right and Left Hand Charts) และแผนภูมิแสดงการเคลื่อนไหวอย่างละเอียด (Simo Chart) ส่วนรายการตรวจนั้นก็มีทั้งรายการตรวจแผนภูมิแสดงการเคลื่อนย้าย (Flow Process Chart Check List) หลักการเคลื่อนไหวที่ประหยัด (Principle of Motion Economy) และรายการตรวจเธอร์บลิก ในแผนภูมิไซโม (Therblig Check List)

การเคลื่อนย้ายวัสดุจากสถานีทำงานแห่งหนึ่งไปแห่งอื่น ๆ สมาคมวิศวกรเครื่องกลของอเมริกา (ASME) ได้แบ่งกิจกรรมออกเป็นพวกใหญ่ ๆ 5 พวก ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.6

กิจกรรม	สัญญลักษณ์
ขั้นตอนของการผลิต (Operations)	
การขนส่ง (Transportations)	
การตรวจสอบ (Inspections)	
การเก็บ (Storages)	
ความล่าช้า (Delays)	

รูปที่ 3.6 สัญลักษณ์ของกิจกรรม

ในรายการตรวจแยกภูมิแสดงการเคลื่อนย้าย (Flow Process Chart Check List) จะแยกได้ดังนี้คือ

เกี่ยวกับขั้นปฏิบัติงาน (Operations) มีรายละเอียดปลีกย่อยดังนี้

ก. กำจัดขั้นปฏิบัติงานโดยใช้วัสดุอื่นแทนหรือออกแบบชิ้นส่วนใหม่

ข. รวมขั้นปฏิบัติงานกับกิจกรรมอื่นเพื่อลดต้นทุนการผลิต

ค. สลับขั้นปฏิบัติงาน

ง. จะทำให้ขั้นปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นโดยใช้อุปกรณ์ช่วย หรือใช้เครื่องมือเครื่องนำทางที่ดี

จ. ดูว่าควรจะปรับปรุงการจัดสถานีทำงานให้ดีขึ้น

ฉ. จ้างคนภายนอกให้รับทำงานบางขั้นตอน

ช. แยกงานบางงานให้ย่อยลงไปอีก

ช. ย้ายขั้นปฏิบัติงานไปสถานีอื่นเพื่อลดค่าขนย้ายวัสดุ

ฌ. ปรับปรุงสภาพสิ่งแวดล้อมในการทำงาน เช่น แสงสว่าง ความร้อน และการระบายอากาศ

ญ. ลดเศษวัสดุที่ทิ้งและลดผลผลิตที่ชำรุด

ด. จัดอุปกรณ์ที่มีอยู่ให้เหมาะกับงานมากขึ้น

ต. ใช้วัสดุที่มีราคาประหยัดขึ้น

เกี่ยวกับการตรวจสอบ (Inspections) มีรายละเอียดปลีกย่อยดังนี้

ก. ดูตรวจสอบสิ่งที่จำเป็นโดยยึดความปลอดภัยเป็นหลัก

ข. จัดหาเครื่องมือที่เหมาะสมกับงาน

ค. งานบางอย่างที่มีจำนวนมาก ๆ อาจจะตรวจแบบสุ่มแทนตรวจสอบทุกชิ้น

ง. ลดหย่อนเรื่องความมันของผิวผลผลิต (Finish) ช่างขาดเกิน (Tolerance) ช่วงลดหย่อน (Allowance)

จ. ชี้แจงบางส่วนการให้ช่างผลิตประจำเครื่องทำการตรวจสอบแทนพนักงานตรวจสอบ

ฉ. นำ Statistical Quality Control มาช่วย

ช. ควรปรับปรุง Quality Control Department

ซ. การตรวจสอบ ควรตรวจสอบหลาย ๆ จุดตามศูนย์การผลิตแทนการตรวจสอบที่จุดเดียวเป็นศูนย์กลาง

ฌ. ปรับปรุงกนงานและเพิ่มทักษะให้แก่ผู้ทำงาน

ญ. ควรรวมตรวจสอบหลาย ๆ อย่างให้อยู่ในขั้นเดียวกัน

เกี่ยวกับการขนส่ง (Transportations) มีรายละเอียดปลีกย่อยดังนี้

ก. ลดระยะทางขนส่งโดยเปลี่ยนที่ตั้งอุปกรณ์ในโรงงาน

ข. เพิ่มปริมาณการขนส่งแต่ละครั้ง เพื่อลดค่าขนส่งต่อหน่วย

ก. เปลี่ยนใช้การขนส่งแต่ละครั้งด้วยกลไกแทนมือ

ง. ปรับปรุงจุดที่จะยกของขึ้นและยกของลงให้ถูกตำแหน่งในโรงงาน

จ. ปรับปรุงการส่งอุปกรณ์ต่าง ๆ

ฉ. ปรับปรุงและเพิ่มเติมอุปกรณ์กลไกที่ใช้อยู่ให้เป็นชนิดที่เหมาะสมขึ้น

ช. งานบางส่วนให้มีการปฏิบัติงาน (เช่น ทาสี) ขณะขนส่ง

<u>เกี่ยวกับการเก็บ (Storage) และความล่าช้า (Delays)</u> มีรายละเอียดปลีกย่อยดังนี้

ก. จัดกำหนดการส่งวัสดุเพื่อลดระยะเวลาการเก็บ

ข. กำหนดหาจำนวนของที่จะต้องมีในคลัง เพื่อลดการเก็บที่เกิดขึ้นเพราะสั่งของมามากเกินไป

ก. ปรับปรุงการเก็บวัสดุในตำแหน่งที่เกิดขึ้น

ง. ปรับปรุงห้องเก็บ โดยให้ยกของขึ้นและยกของลงได้สะดวกขึ้น

จ. ลดเวลาการเก็บและความล่าช้าโดยวิธีต่อไปนี้

1. จัดกำหนดการ (Schedules) ของการผลิตใหม่

2. จัดให้ทางเดิน (Aisles) กว้างขึ้นหรือมีมากขึ้น

3. เพิ่มสมรรถภาพการผลิต (Capacity) ของโรงงาน

4. รวมกิจกรรมบางอย่างเข้าด้วยกัน

5. ประกอบกิจกรรมหลายอย่างที่ตำแหน่งเดียวกัน

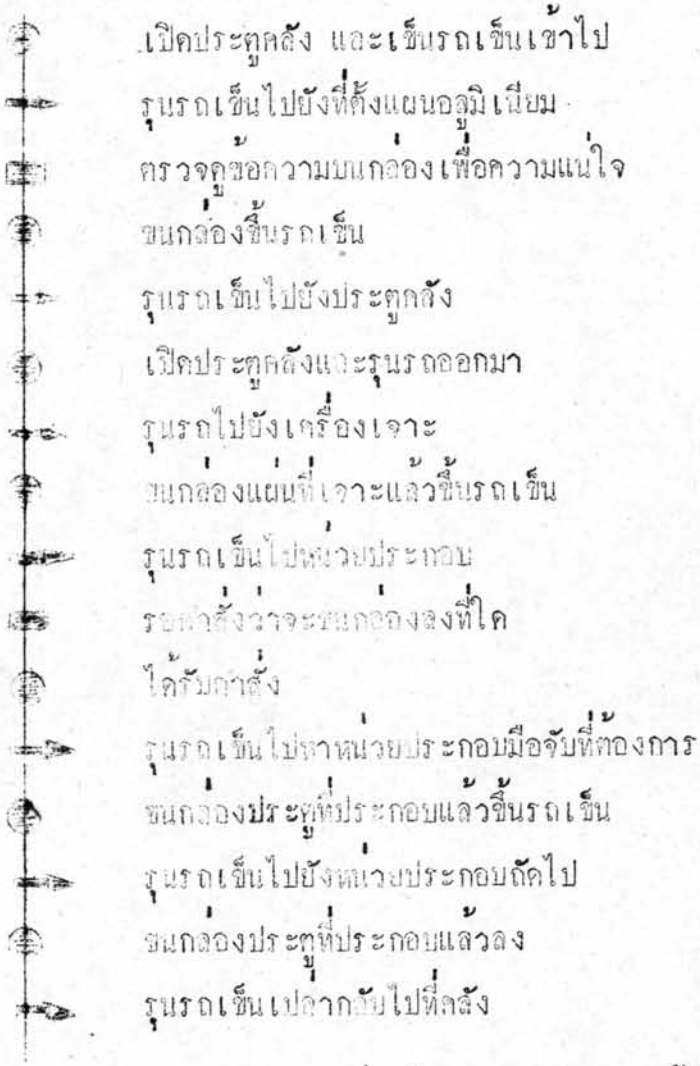
ฉ. ลดเวลาที่เสียไปเพราะการเปลี่ยนแปลงงานบ่อย ๆ

ช. ลดความล่าช้าเนื่องจากคนงานเกิดความล่าช้า เพราะกำลังไม่พร้อม คนงาน เครื่องจักร และวัสดุไม่พร้อม

<u>แผนภูมิแสดงการเคลื่อนย้ายของคนงาน</u> (The Man Flow Process Chart)

เป็นแผนภูมิที่แสดงกิจกรรมการผลิต การขนส่ง การตรวจสอบ และความล่าช้าที่คนงานเป็นผู้ปฏิบัติระหว่างผลิต ใช้ในกรณีที่คนงานต้องเคลื่อนย้ายจากสถานีงานหนึ่งไป

แห่งอื่น ๆ การเขียนแผนภูมินี้ไม่มีการเก็บ เพราะการเก็บย่อมหมายถึงการที่คนงานอยู่เฉย ๆ โดยไม่ได้ทำอะไรโดยจงใจทำ ตัวอย่าง เช่น การขนย้ายประตูของเครื่องมือนำมายังสถานีประกอบ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ภาพแผนภูมิแสดงการเคลื่อนย้ายของคนในการขนย้ายแผ่นอลูมิเนียมและประตู

แผนภูมิแสดงคนกับเครื่องจักร (Man and Machine Chart)

แผนภูมิแสดงคนกับเครื่องจักร เป็นแผนภูมิแสดงกิจกรรมในสถานีทำงานที่มีคน ๆ หนึ่งทำงานกับเครื่องจักรเครื่องหนึ่ง เพื่อดูว่าในวงจรงานแต่ละครั้งนั้นมีการว่างงาน (Idle) เกิดขึ้นแก่คนและเครื่องจักรอย่างไรบ้าง จะได้หาทางกำจัดการว่างงานนั้นออกไปเสีย การแสดงกิจกรรมระหว่างคนกับเครื่องจักรจะใช้สัญญลักษณ์ต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.8

กิจกรรม	สัญญลักษณ์
การทำงานโดยเอกเทศ (Independent Work)	
การทำงานร่วมกัน (Combined Work)	
การรอคอย (Waiting)	

รูปที่ 3.8 สัญญลักษณ์แสดงกิจกรรมระหว่างคนกับเครื่องจักร

ตัวอย่างของแผนภูมิแสดงคนและเครื่องจักรในการเจาะรูในแผ่นอลูมิเนียมแสดงไว้ในรูปที่ 3.9

พนักงาน	เวลา	เครื่องเจาะ
เอาแผ่นอลูมิเนียมจากกล่องมา 4 แผ่น		
วางในเครื่องนำทาง	0.5 นาที	ว่างงาน
วางเครื่องนำทางเข้าที่มีนเครื่องเจาะ	0.4 นาที	กำลังป้อนงาน เดิน
เดินเครื่องป้อนสว่านอัตโนมัติ		เครื่องและเตรียมเจาะ
		รูแรก
ว่างงาน	0.7 นาที	เจาะรู
ยกสว่านขึ้น ดันเครื่องย้ายงานเข้าที่	0.4 นาที	เครื่องหยุด เตรียมเจาะ
เตรียมเจาะรูที่สอง		รูที่สอง
ว่างงาน	0.7 นาที	เจาะรู
ยกสว่านขึ้น ดันเครื่อง ยกเครื่องนำ	0.3 นาที	เครื่องหยุดและป้อนงาน
ทางออก		ออกจากเครื่อง
วางเครื่องนำทาง ถอดแผ่นออก	0.9 นาที	ว่างงาน

รูปที่ 3.9 แผนภูมิแสดงคนและเครื่องจักรในการเจาะรูในแผ่นอลูมิเนียม

จากตัวอย่างนี้แสดงว่า วงจรงานกินเวลา 3.9 นาที มีเวลาว่างงานสำหรับคนงานและเครื่องจักรอย่างละ 1.4 นาที หรือประมาณ 36 % ของเวลาทั้งหมด ซึ่งมีทางปรับปรุงเพื่อลดเวลาว่างงานหลายทางคือ

1. เปลี่ยนวิธีทำงาน
2. ให้คนงานหลายคนผลัดกันใช้เครื่องจักร
3. ให้คนงานทำงานอื่น ๆ เพิ่มเติม

ผังต่าง ๆ ที่แสดงแล้วนั้น ยังมีผังละเอียดขึ้นไปอีกที่สามารถนำมาใช้ เมื่อการปฏิบัติงานได้ปรับปรุงจากปัจจุบันนี้บ้างแล้ว คือ

ก. ผังปฏิบัติงานของมือขวาและมือซ้าย (Right and Left Hand Chart)

ข. ผังไซโมแสดงการเคลื่อนไหวอย่างละเอียด (Simo Chart)

จากผังต่าง ๆ ที่แสดง เมื่อได้มาตรฐานเวลาแล้วก็สามารถนำมาคำนวณหาเวลาของการทำงานในแต่ละช่วง (Activities) ได้ มีการกำหนดขอบข่ายของงานในช่วงเวลาต่าง ๆ เมื่อนำมาเขียน CPM. แล้วจะทำให้รู้ถึงงานที่เป็นวิกฤต เพื่อควบคุมงานให้ได้ตามกำหนดไม่ล่าช้า ซึ่งก็จะเป็นการลดค่าใช้จ่ายลงได้อย่างมาก

การควบคุมงานโดยการวิเคราะห์โครงงานวิกฤติ

วิธีการที่ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการวางแผนโครงงานที่รู้จักและเข้าใจได้ง่าย ๆ คือการวิเคราะห์โครงงานวิกฤติ (Critical Path Method) ซึ่งได้เริ่มพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ.2501 โดยคณะกรรมการโครงงานพิเศษของกองทัพเรือสหรัฐอเมริกา ซึ่งใช้ชื่อสำหรับโครงงานนี้ว่า Program Evalution Research Task ซึ่งเป็นที่มาของคำย่อว่า PERT. ต่อมาโครงงานดังกล่าวได้เปลี่ยนชื่อใหม่เป็น Program Evalution and Review Technique ซึ่งคำว่า PERT. ก็ยังใช้ได้อยู่ในปัจเดียวกันนี้เอง บริษัทดูปองก์ก็ได้ใช้วิธีการที่เรียกว่า Critical Path Method. ใช้คำย่อว่า CPM. ไปช่วยในการวางแผนโครงงาน ซึ่งมีผลทำให้บริษัทลดต้นทุนลงได้ถึงหนึ่งล้านเหรียญสหรัฐ ภายหลังจากผลงานทางการวางแผน สำหรับโครงงานได้รับความสำเร็จอย่างงดงามแล้ว วิธีการดังกล่าวก็ได้เผยแพร่ไปใช้ในวงการต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง[1]

---

[1]วิจิตร ตัณศุภริ, วันชัย วิจิรานิช และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ การวิจัยดำเนินงาน. (กรุงเทพมหานคร : คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520) หน้า 81 - 128.

PERT. และ CPM. เป็นวิธีการควบคุมโครงงานด้วยการกำหนดเวลาสำหรับโครงงานให้ทำเสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนด ถึงแม้ว่าวิธีการทั้งสองได้พัฒนามาจากหน่วยงานที่ต่างกัน แต่ก็เป็นวิธีการที่เหมือนกัน มีข้อแตกต่างกันอยู่เพียงว่าข้อมูลที่แน่นอนหรือไม่แน่นอน เช่น ถ้าเราสามารถกำหนดเวลาการทำงานของแต่ละงานได้ค่อนข้างแน่นอน (Deterministic) เราเรียกวิธีการที่ใช้ว่า CPM. ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อมูลเวลาของการทำงานของแต่ละงานไม่ค่อยแน่นอน โดยที่เราสามารถกำหนดหาความเป็นไปได้ของเวลาเหล่านั้น (Probabilistic Time) เราเรียกวิธีการนั้นว่า PERT.

เนื่องจากข้อมูลเวลาการทำงานในการสร้างอากาศยานของประเทศไทยแต่ละงานยังไม่ค่อยแน่นอน ในการวางแผนงานจึงจำเป็นต้องใช้ PERT. ในการควบคุมการดำเนินงาน

การวางแผนสำหรับโครงงานมีขั้นตอนการดำเนินงานพอสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาโครงงานที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดชนิดของงานจำนวนงานที่ต้องทำและขั้นตอนการทำงาน ทั้งหมดที่มีโดยวิธีการแบ่งแยกงานชนิดตามลำดับก่อนหลัง ให้เกิดโครงข่ายของงาน (Network) เมื่อแยกขั้นตอนของงานที่ต้องทำได้เด่นชัดแล้ว ก็สามารถผูกโครงงานทั้งสิ้นให้เป็นรูปโครงข่าย ซึ่งมองดูแล้วสามารถเข้าใจได้ง่าย รูปแบบของการจัดโครงข่ายโดยใช้การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) เข้าช่วยสามารถแสดงได้ด้วยสัญญลักษณ์ของวงกลม (Node) และลูกศร (Arrow) แทนโครงข่ายของงานทั้งสิ้น

2. จากโครงข่ายของงานที่จัดรูปแบบได้ถูกต้อง จะต้องใช้ประสบการณ์และความชำนาญในการกำหนดช่วงเวลา หรือระยะเวลาซึ่งจะใช้ในการทำงานแต่ละขั้นตอนของงาน (Activity) เมื่อกำหนดเวลาทำงานของแต่ละขั้นตอนของงานแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การกำหนดหาส่วนงานต่าง ๆ ที่เป็นงานวิกฤติ (Critical Activity) ซึ่งหมายถึงงานต่าง ๆ ซึ่งมีความสำคัญเป็นส่วนกำหนดและควบคุมการเสร็จสิ้นของการ-

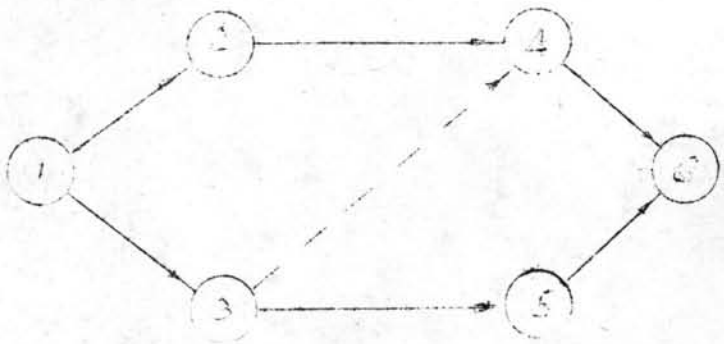
ดำเนินงานทั้งสิ้น ต้องควบคุมเวลาเริ่มต้นและเวลาเสร็จสิ้นของงานวิกฤติอย่างใกล้ชิด ถ้างานวิกฤติเสร็จล่าช้าไปก็หมายถึงโครงงานทั้งโครงงานต้องช้าไปด้วย ซึ่งหมายถึงว่าค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ต้องเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้เวลาทำงานรวมของงานทุกงานที่เป็นงานวิกฤติจะเป็นเวลาทั้งสิ้น ซึ่งโครงงานต้องใช้เพื่อให้โครงงานเสร็จสิ้น

3. เมื่อกำหนดงานวิกฤติได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการจัดปรับปรุงโครงงานซึ่งวางแผนไว้ตามขั้นตอนที่หนึ่งและควบคุมให้เป็นไปตามเป้าหมายโดยให้เสร็จสิ้นไปภายในช่วงเวลาที่กำหนด การปรับปรุงโครงงานทำได้หลาย ๆ แบบ ซึ่งมีผลทำให้โครงงานเสร็จสิ้นไปได้เร็วขึ้นโดยสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นให้น้อยที่สุด

รูปแบบปัญหาการวางแผนสำหรับโครงงาน อาจจะใช้แบบจำลองรูปทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) หรือการสร้างโครงข่าย (Network) ของปัญหาด้วยการสร้างไดอะแกรมลูกศร (Arrow) แทนความหมายของขั้นตอนของงานต่าง ๆ ในโครงงาน ส่วนจุดเริ่มต้นและจุดยอดของลูกศรแต่ละอันจะเป็นวงกลมเล็กเรียกว่า Node แทนความหมายของเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดของงาน นอกจากนี้โครงข่ายของโครงงานบางส่วนอาจต้องเขียนด้วยเส้นประ มีลูกศรแทนความหมายของขั้นตอนของงานสมมุติ (Dummy Activity) ซึ่งจะเป็นต้องเขียนเข้าไปในโครงข่ายของงานเพื่อหาผลลัพธ์ เวลาที่ใช้ในการทำขั้นตอนของงานสมมุตินี้จะเท่ากับศูนย์

โครงข่ายของโครงงานจึงมีองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ วงกลม (Node) มีตัวเลขใด ๆ อยู่ภายใน เช่น ตัวเลขแทนจุดแสดงเวลาของเหตุการณ์ (Event)j ซึ่งอาจจะหมายถึงเวลา เริ่มต้นของงาน j-k หรือเวลาสิ้นสุดของงาน i-j ส่วนเส้นตรงมีลูกศรแทนขั้นตอนของงานและมีเส้นประ มีลูกศรแทนขั้นตอนของงานสมมุติ

(Dummy Activity)



รูปที่ 3.10 ภาพตัวอย่างแสดงโครงข่ายของโครงงาน

จากรูปที่ 3.10 วงกลมที่ 1 แทนเวลาเริ่มต้นของงาน 1-2 และงาน 1-3 วงกลมที่ 2 แทนความหมายเวลาสิ้นสุดของงาน 1-2 และเวลาเริ่มต้นของงาน 2-4 เส้นตรงมีลูกศรแทนงานทุกงานที่ใช้เวลาทำงาน แต่เส้นประมีลูกศรสำหรับงาน 3-4 แทนความหมายว่างงาน 3-4 เป็นงานที่ใช้เวลาทำงานเป็นศูนย์ ซึ่งดูแล้วกล้ายกับไม่มีความหมายอะไรมากนัก แต่การสร้างงานในลักษณะนี้คือเป็น Dummy ซึ่งบอกให้รู้ว่าวงกลมที่ 3 จะเป็นเวลาสิ้นสุดของงาน 2-4 และ 1-3 ได้เสร็จสิ้นไปแล้ว ในโครงข่ายโครงงานนี้ถ้าไม่รวมงาน 3-4 ซึ่งเป็น Dummy Job จะพบว่ามีสายงานอยู่ 2 สายงาน 1-3-5-6 แสดงว่าเราสามารถแบ่งสายงานทั้งสองสายให้ทำงานไปพร้อมกัน การวางแผนงานจึงรวมถึงการวางงานด้วยสายงานเดียว เช่น 1-2 , 1-3, 2-4, 3-4, 4-6, 3-5, 5-6 ถ้างานทุก ๆ งานใช้เวลาเท่ากัน เราก็จะสรุปได้ง่าย ๆ ว่าการวางแผนงานตามโครงข่ายของโครงงานแบ่งเป็น 2 สายงาน จะลดเวลาทำงานทั้งนี้ไปได้ถึงครึ่งหนึ่งของเวลาทั้งหมด

การกำหนดหางานวิถีวิกฤติของ CPM.(Critical Path Method) มี 2 ส่วน คือ

1. ส่วนที่เป็นการกำหนดหาเวลาไปข้างหน้า (Forward Pass) คือ ส่วนการกำหนดจากเวลาเริ่มต้นเร็วสุดของ Node ทุก Nodeในโครงข่ายของโครงงาน การเริ่มต้นเร็วสุดของแต่ละ Node จะคำนวณค่าได้จากสูตรและคำจำกัดความข้างล่างนี้

$$ES_j = \max_i \left[ES_i + D_{ij} \right]$$

ES_j = เวลาเริ่มต้นเร็วสุดของ Node j

ES_i = เวลาเริ่มต้นเร็วสุดของ Node i ใด ๆ

D_{ij} = เวลาทำงานของ i-j สำหรับ i ใด ๆ

ดังนั้นเวลาเริ่มต้นเร็วสุดของ Node ใด ๆ จึงหมายถึงค่าเวลาสูงสุดคิดจากงานหลาย ๆ งานที่ร่วมใช้ Node j เดียวกัน โดยคิดเวลาตั้งแต่เริ่มต้นของโครงงาน

2. ส่วนซึ่งเป็นการกำหนดหาเวลาย้อนหลัง (Back Ward Pass) คือส่วนการกำหนดเวลาจากเวลาสิ้นสุดของโครงงานไล่กลับมาถึงเวลาเริ่มต้น เวลาเร็วสิ้นสุดของแต่ละ Node จะคำนวณได้จากสูตรและคำจำกัดความข้างล่างนี้

$$LF_i = \min_i \left[LF_j - D_{ij} \right]$$

LF_i = เวลาสิ้นสุดล่าสุดของ Node i

LF_j = เวลาสิ้นสุดล่าสุดของ Node j ใด ๆ

เวลาสิ้นสุดล่าสุดของ Nodes ใด ๆ จะหมายถึงค่าเวลาน้อยที่สุดคิดจากงานหลาย ๆ งานที่ออกจาก Node i เดียวกันโดยคิดลดเวลาตั้งแต่เวลาสิ้นสุดของโครงงาน

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า วิธี CPM. และ PERT. มีวิธีการแบบเดียวกัน โดยมีข้อแตกต่างเพียงแต่ว่า ถ้าการกำหนดเวลาของงานเป็นส่วนซึ่งกำหนดได้แน่นอนก็จะใช้การกำหนดหางานวิกฤติตามขั้นตอนที่ได้อธิบายมาแล้ว แต่ถ้าเราไม่สามารถกำหนดเวลาของงานได้แน่นอน โดยที่งานแต่ละงานมีรูปแบบความน่าจะเป็นไปได้ (Probabilistic Model) ของเวลาทำงานที่แตกต่างกัน การกำหนดหารูปแบบความน่าจะเป็นไปได้

ของงานทุก ๆ งาน เป็นการยุ่งยากและเสียเวลามาก การกำหนดหาค่าแทนความหมายของเวลาทำงานของแต่ละงานจากรูปแบบความน่าจะเป็นไปของเวลาทำงานของแต่ละงานเป็นความเชื่อเปลืองและอาจจะได้ผลไม่คุ้มค่า เพื่อให้สามารถกำหนดหางานวิกฤติได้รวดเร็วและง่ายขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้วิธีตั้งสมมุติฐานขึ้นสำหรับรูปแบบความน่าจะเป็นไปได้ของงานต่าง ๆ จากคุณสมบัติพิเศษของรูปแบบความน่าจะเป็นไปได้ ซึ่งมีการกระจายแบบเบต้า (Beta Distribution) คือ

1. มี Mode เดียว หมายความว่า การกระจายของข้อมูลมีส่วนของข้อมูลที่มีความถี่สูงสุดเพียงอันเดียว

2. มีขอบเขตของข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุดและมากที่สุด

จากคุณสมบัติดังกล่าว ให้สมมุติฐานของงานแต่ละงานในโครงงานว่ามีรูปแบบการกระจายทางความน่าจะเป็นไปได้เป็นแบบเบต้า และใช้คำนวณหาค่าตัวกลางหรือค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าแปรเปลี่ยน (Variance) ได้ตามสูตรดังนี้

$$\bar{D} = \frac{(A+4M+B)}{6}$$

$$V = \left[\frac{B-A}{6}\right]^2$$

$\bar{D}$ = ค่าตัวกลาง (เฉลี่ย)

V = ค่าแปรเปลี่ยน

A = ค่าต่ำสุด

B = ค่าสูงสุด

M = ค่าโมด (Mode)

การกำหนดเวลาทำงานของงานก็จะใช้วิธีประเมินเวลาทำงานของงานเป็น 3 ค่า คือ

1. เวลาของงานซึ่งจะเสร็จได้เร็วที่สุด (Optimistic Time Estimate) หรือคือค่า A

2. เวลาของงานซึ่งจะเสร็จได้ช้าที่สุด (Pessimistic Time Estimate) หรือคือค่า B

3. เวลาของงานซึ่งจะเสร็จได้โดยส่วนมาก (Most Likely Time Estimate) หรือคือค่า M

การหาค่าเฉลี่ยและค่าแปรเปลี่ยนมาหางานวิกฤติตามแบบวิธี CPM. โดยมีผลรวมของค่าเฉลี่ยและค่าแปรเปลี่ยนของงานวิกฤติ เป็นเวลาทำงานทั้งสิ้นของโครงงานและความผันเปลี่ยนของเวลาทำงานทั้งสิ้น ซึ่งใช้กำหนดหาค่าความน่าจะเป็นไปได้ต่าง ๆ ของการเสร็จสิ้นของโครงงานได้

ในการใช้วิธีกำหนดหางานวิกฤติ โดยงานแต่ละงานมีรูปแบบความน่าจะเป็นไปได้ตามแบบ PERT. เช่นงานที่เป็นงานในการดำเนินงานการปรับปรุงครั้งที่ 1 โดยการทำงานจะแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน เริ่มจากจุดของเหตุการณ์ (Event) ที่ 1 ถึง 55 มีรายการการทำงาน, เวลาเริ่มต้นเร็วสุด, เวลาเริ่มต้นล่าสุด, เวลาสิ้นสุดเร็วสุด, เวลาสิ้นสุดล่าสุด และเวลาทำงานของแต่ละเหตุการณ์ ตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลในการนำไปเขียนโครงข่ายงานวิกฤติในการดำเนินงานการปรับปรุงครั้งที่ 1[1]

ที่	เหตุการณ์เริ่มต้น	เหตุการณ์สิ้นสุด	รายการทำงาน	เริ่มต้นเร็วสุด	เริ่มต้นช้าสุด	สิ้นสุดเร็วสุด	สิ้นสุดช้าสุด	เวลาทำงาน (ชม.)
1	0	1	เตรียมวัสดุกระโดงหางดิ่ง	0	0	24	3631	24
2	0	2	วางกงลำตัวส่วนหน้า	0	0	125	3344	125
3	0	3	วางกงลำตัวส่วนหน้า	0	0	70	2914	70
4	0	8	ลอกผ้าปีกเก่า (ขวา,ซ้าย)	0	0	200	260	200
5	0	12	เตรียมระบบฐานหน้า-หลัง	0	0	48	4130	48
6	0	19	ส่วนประกอบชุดกระบังลม	0	0	90	4194	90
7	0	24	เตรียมอะไหล่ชุดแพนหาง	0	0	24	3512	24
8	0	27	เตรียมวัสดุบังกับการบิน	0	0	16	4318	16

[1] เรื่องเดียวกัน, หน้า 87.

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลในการนำไปเขียนโครงข่ายงานวิกฤติในการดำเนินงานการปรับปรุงครั้งที่ 1 (ต่อ)

ที่	เหตุการณ์เริ่มต้น	เหตุการณ์สิ้นสุด	รายการทำงาน	เริ่มต้นเร็วสุด	เริ่มต้นล่าสุด	สิ้นสุดเร็วสุด	สิ้นสุดล่าสุด	เวลาทำงาน (ชม.)
9	0	37	เตรียมอะไหล่ห้องนักบิน	0	0	24	4132	24
10	4	6	ล้างหมุด	300	3519	450	3669	150
11	5	7	ซ้อมรูปแผ่นบุผ้าเข้าตัว	850	3694	1400	3744	550
12	8	9	ตรวจรอยร้าวที่ยึด	200	260	450	450	250
13	25	26	ตัดบุแผ่นอลูมิเนียมรับแผ่นบุ	124	3612	574	4062	450
14	27	28	สร้างชุดอะไหล่	16	4318	112	4314	96
15	37	33	สร้างชุดเก้าอี้ชุดนักบิน	24	4132	80	4454	56
16	8	10	ตัดแปลงห้องถัง ชพ.	450	450	2376	2376	1962
17	10	11	เพล่องรอยร้าวถังน้ำมัน	2376	2576	3776	3776	1400
18	12	13	ประกอบฐานหน้า-หลัง	48	4130	96	4100	48
19	12	17	ประกอบระบบห้ามล้อ	48	4130	80	4162	32
20	11	21	เตรียมอะไหล่ท่อทาง ชพ.	3776	3776	3792	4208	16

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลในการนำไปเขียนโครงข่ายงานวิกฤติในการดำเนินงานการปรับปรุงครั้งที่ 1 (ต่อ)

ที่	เหตุการณ์เริ่มต้น	เหตุการณ์สิ้นสุด	รายการทำงาน	เริ่มต้นเร็วสุด	เริ่มต้นล่าสุด	สิ้นสุดเร็วสุด	สิ้นสุดล่าสุด	เวลาทำงาน (ชม.)
21	11	14	ติดกระโดงหางดิ่ง	3776	3776	3800	4108	24
22	11	15	ตอปีกเข้าลำตัว	3776	3776	4018	4108	32
23	15	16	ติดตั้งฐานหน้า	4108	4108	4142	4142	38
24	16	18	ติดตั้งฐานหลัง	4142	4142	4162	4162	16
25	18	20	ติดตั้งชุดท้ายล้อ	4162	4162	4194	4192	32
26	20	22	ติดตั้งชุดกระบังลม	4194	4194	4250	4250	56
27	22	23	ติดตั้งถังน้ำรอง	4250	4250	4330	4330	80
28	21	22	สร้าง-ดัดท่อเชื้อเพลิง	3792	4208	4250	4250	42
29	23	30	ย้ายเข้าสถานีที่ 3	4330	4330	4362	4362	32
30	37	42	สร้างแผ่นต่าง ๆ	24	4132	424	4532	400
31	11	34	เตรียมสร้างดัดแผ่นต่าง ๆ	3776	3776	4614	4614	160
32	11	33	เตรียมประกอบสายไฟ	3776	3776	4522	4522	96
33	30	31	ติดตั้งชุดแผงหาง	4362	4362	4458	4458	96
34	31	32	ติดตั้งท่อทางเชื้อเพลิง	4458	4458	4490	4490	32
35	32	33	ย้ายเข้าสถานีที่ 4	4490	4490	4522	4522	32

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลในการนำไปเขียนโครงข่ายงานวิกฤติในการดำเนินงานการปรับปรุงครั้งที่ 1 (ต่อ)

ที่	เหตุการณ์เริ่มต้น	เหตุการณ์สิ้นสุด	รายการทำงาน	เริ่มต้นเร็วสุด	เริ่มต้นช้าสุด	สิ้นสุดเร็วสุด	สิ้นสุดช้าสุด	เวลาทำงาน (ชม.)
36	30	49	เครื่องกระโปรงเครื่องยนต์	4362	4362	4386	5002	24
37	30	32	ปีกผนังทาง ๆ	80	4454	128	4766	48
38	33	34	ประกอบชุดบังกันการชน	4522	4522	4614	4614	92
39	33	35	เครื่องติดตั้งแผงเครื่องนำ	4522	4522	4662	4662	44
40	340	35	ติดตั้งชุดต่อทางทาง ๆ	4614	4614	4662	4662	48
41	35	36	ติดตั้งชุดบังกันเครื่องยนต์	4662	4662	4734	4734	72
42	33	46	เครื่องเครื่องยนต์ไม่ดัด	4522	4522	4570	4850	48
43	33	40	ทางเข้าอากาศที่ 5	4734	4734	4766	4766	32
44	43	44	ทางเข้าชุดคุมห้องนักบิน	774	4884	4814	4898	16
45	40	44	ติดตั้งระบบเครื่องวัด	4766	4766	4814	4898	48
46	40	45	ติดตั้งระบบไฟฟ้า	4766	4766	4915	4915	48

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลในการนำไปเขียนโครงข่ายงานวิกฤติในการดำเนินงานการปรับปรุงครั้งที่ 1 (ต่อ)

ที่	เหตุการณ์เริ่มต้น	เหตุการณ์สิ้นสุด	รายการทำงาน	เริ่มต้นเร็วสุด	เริ่มต้นช้าสุด	สิ้นสุดเร็วสุด	สิ้นสุดช้าสุด	เวลาทำงาน (ชม.)
47	40	41	ติดตั้งแอร์ชั้นต่าง ๆ	4766	4766	4585	4585	92
48	44	45	ติดตั้งอุปกรณ์ห้องนักบิน	4814	4898	4915	4915	16
49	41	45	ติดตั้งห้องนักบิน	4858	4858	4915	4915	56
50	46	47	ประกอบเครื่องยนต์	4570	4850	4946	4946	96
51	4	50	ประกอบกระโปรงเครื่องยนต์	4386	5002	5058	5058	56
52	45	47	ท่อเข้าคาบิน 6	4915	4915	4646	4646	32
53	47	48	ติดตั้งเครื่องยนต์	4946	4946	5032	5032	86
54	47	50	ติดตั้งแบตเตอรี่	4946	4946	5058	5058	8
55	48	50	ติดตั้งใบพัด	5032	5032	5058	5058	16
56	50	51	ติดตั้งกระโปรงเครื่องยนต์	5058	5058	5074	5074	16
57	51	52	ตรวจปรับ	5074	5074	5230	5230	156
58	52	53	ใส่ฝาครอบกันฝุ่น	5230	5230	5278	5278	48
59	53	54	ทาสี	5278	5278	5398	5398	120
60	54	55	ตรวจสอบ					
			รวม					8127

แยกเวลาทำงานในระยะสถานีที่ 1		5615.00	ชั่วโมง
สถานีที่ 2		368.00	ชั่วโมง
สถานีที่ 3		816.00	ชั่วโมง
สถานีที่ 4		408.00	ชั่วโมง
สถานีที่ 5		460.00	ชั่วโมง
สถานีที่ 6		460.00	ชั่วโมง
	รวม	8127.00	ชั่วโมง

จากตารางที่ 3.1 นำไปเขียนโครงข่ายการดำเนินงานวิกฤติ ป.ทอ.4 (PERT.SCHEDULING) ปรับปรุงครั้งที่ 1 ตามรูปที่ 3.11

แรงงานทางตรง

แรงงานทางตรงในการปรับปรุงครั้งที่ 1 จะแบ่งออกเป็นระยะเวลาด้านออกแบบและเขียนแบบรายละเอียด, การดำเนินการสร้าง และระยะทดลองบิน

ในการทดลองบิน จะใช้เวลาเท่า ๆ กับในการดำเนินงานก่อนปรับปรุงตามตารางที่ 2.25 = 882.86 ชม.

การดำเนินการสร้าง ใช้เวลาตามตารางที่ 3.1

ส่วนเวลาในการคำนวณออกแบบและรายละเอียด แยกเป็นระบบต่าง ๆ โดยแต่ละระบบจะมีผู้มีความรู้ความชำนาญงานคุม ระบบที่มีความสำคัญมากก็จะมีผู้ควบคุมที่มีความรู้ความชำนาญ ระดับปริญญาเอก 2-3 คน ตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ผู้มีความรู้ความชำนาญสาขาต่าง ๆ ที่ประมาณการณ์ในการปรับปรุงสิ่นที่ 1[1]

ผู้มีความรู้ความชำนาญด้าน	ระดับความรู้และความชำนาญ		
	เอก	โท	ตรี
1. วิศวกรรมอากาศยาน	3	3	3
2. วิศวกรรมอุตสาหกรรม	1	2	3
3. วิศวกรรมไฟฟ้า	2	2	3
4. วิศวกรรมเครื่องกล	1	2	-
5. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	1	2	3

[1]โครงการการจัดตั้งสำนักงาน, สำนักงาน," สำนักงานวิจัยและพัฒนาอากาศยาน" (กรุงเทพมหานคร : สำนักงานวิจัยและพัฒนาอากาศยาน,2520).

ตารางที่ 3.2 ผู้มีความรู้ความชำนาญสาขาต่าง ๆ ที่ประมาณการในการปรับปรุงชั้นที่ 1 (ต่อ)

ผู้มีความรู้ความชำนาญด้าน	ระดับความรู้และความชำนาญ		
	เอก	โท	ตรี
6. วิศวกรรมโครงสร้าง	2	2	3
7. ผู้ชำนาญการเคมีและฟิสิคส์	2	2	-
8. ผู้ชำนาญการด้านหล่อหลอมวัสดุ	-	2	2
รวม	12	17	17

มีระยะการก่อสร้างออกแบบและเขียนแบบรายละเอียด 3 เดือน

ทำงานเดือนละ 20วัน ช่างเขียนแบบและคำนวน 66 คน

แรงงานทางตรง = 3x20x66x8

= 31,680 ชม.

แรงงานทางตรงของแผนกควบคุมการผลิต = 14.35 บาท/ชม. สร้างจำนวน 14 ลำ

ในการสร้าง = $\frac{31680}{14}$ +8127+882.86=11272.72 ชม.

11272.72 x 14.35=16,176,353 บาท

<u>ตัวโมงเครื่องมือ เครื่องจักร ภายในโรงงานที่สามารถนำมาดำเนินการสร้าง ม.ทม.4 ตามการปรับปรุงครั้งที่ 1</u>

ตามรูปที่ 3.12

ตัวโมงเครื่องมือ เครื่องจักร เฉลี่ยของปี 2518 - 2520

= 309,662.33 ชม.

เนื่องจากชั่วโมงงานในการดำเนินการสร้าง บ.ทอ.4 = 8127.00 ชม.

ดังนั้น ถ้าจะให้หน่วยต่าง ๆ ที่มีอยู่ในโรงงานดำเนินการสร้าง ทอ.4 อย่างเต็มที่จะมีความสามารถสร้างได้ถึง 38.13 ลำ/ปี

แรงงานทางอ้อม

ตามรูปที่ 3.13 จะแสดงให้เห็นว่า แรงงานทางอ้อมของโรงงานปัจจุบัน

= 801,859 ชม.คน/ปี

และตามรูปที่ 3.14 แสดงถึงแรงงานทางอ้อมลงที่เฉลี่ยของปี 2519, 2520

= 171,877.50 ชม.คน/ปี

ดังนั้น แรงงานทางอ้อมแปร = 629,981.50 ชม.คน/ปี

แรงงานทางตรง หน่วยงานที่มีอยู่ทั้งแผนกถอดประกอบ แผนกคลัง แผนกตรวจพัสดุ แผนกหล่อหลอมและเครื่องมือกล ฝ่ายเชื่อมโลหะ ฝ่ายแผ่นโลหะ ฝ่ายปูผ้าทาน้ำยา ฝ่ายตกแต่งผิว หมวดขึ้นรูป ฝ่ายงานพลาสติก โรงกลไม้ และฝ่ายขนส่ง มีกำลังคนที่สามารถนำมาเป็นกำลังผลในการดำเนินการสร้าง บ.ทอ.4 ได้ถึง 625 คน คิดเป็น ชม.คนต่อปี = 625 x 8 x 20 x 12 = 1,200,000.00 ชม.คน

อัตราค่าใช้จ่ายโรงงาน

$$\text{จากอัตราค่าใช้จ่ายโรงงาน} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายโรงงาน/ปี}}{\text{แรงงานทางตรง/ปี}}$$

เนื่องจากในการปรับปรุงครั้งที่ 1 อาคารต่าง ๆ ใช้ของเดิมเหมือนการดำเนินงานก่อนปรับปรุง ค่าเสื่อมราคาต่อปีจึงเท่ากัน ส่วนค่าเครื่องมือเครื่องจักรเพิ่มขึ้นอีก 6,100,000.00 บาท รวมราคาปัจจุบัน (First Cost) เครื่องจักร

= 104,996,045.00 บาท

อายุการใช้งาน = 5 ปี

ราคาหลังใช้งาน 30 % = 31,498,813.50 บาท

ตารางที่ 3.3 ตัวโมงเครื่องมือ เครื่องจักร สำหรับงานแต่ละประเภท ปี 2518 - 2520[1]

ลำดับที่	งาน	ชม.คน/ปี		
		ปี 2518	ปี 2519	ปี 2520
1	อากาศยานและชิ้นส่วนอากาศยาน	83,186	88,706	123,605
2	ชิ้นส่วนเครื่องยนต์อากาศยาน	6,957	15,820	5,543
3	วิทยุสื่อสารสำหรับอากาศยานทั่วไป	33,616	37,701	32,368
4	อุปกรณ์และบริภัณฑ์ของอากาศยาน	18,694	20,631	23,123
5	อุปกรณ์และบริภัณฑ์ภาคพื้น	41,543	53,045	50,093
6	เครื่องมือในการตรวจและทดสอบ	13,584	12,184	24,172
7	งานซ่อมเครื่องมือ	2,810	3,340	4,988
8	งานถ่ายแบบรมช่างอากาศ	61,275	44,410	72,779
9	งานภายใน ทอ.	17,351	12,417	13,232
10	งานภายนอก ทอ.	2,140	1,891	2,183
รวม		281,156	290,145	357,686

จากตารางที่ 3.3 นำมาเขียนรูปที่ 3.12

ตัวโมงเครื่องมือ เครื่องจักร เฉลี่ยของปี 2518 - 2520

$$= \frac{281,156 \times 290,145 \times 357,686}{3}$$

$$= 309,662.33$$

---

[1] เรื่องเดียวกัน, หน้า 87.

รูปที่ 3.12 แผนภูมิแสดงโครงสร้างเครื่องชี้ และเครื่องจักรสำหรับงานเสร็จแต่ละประเภท

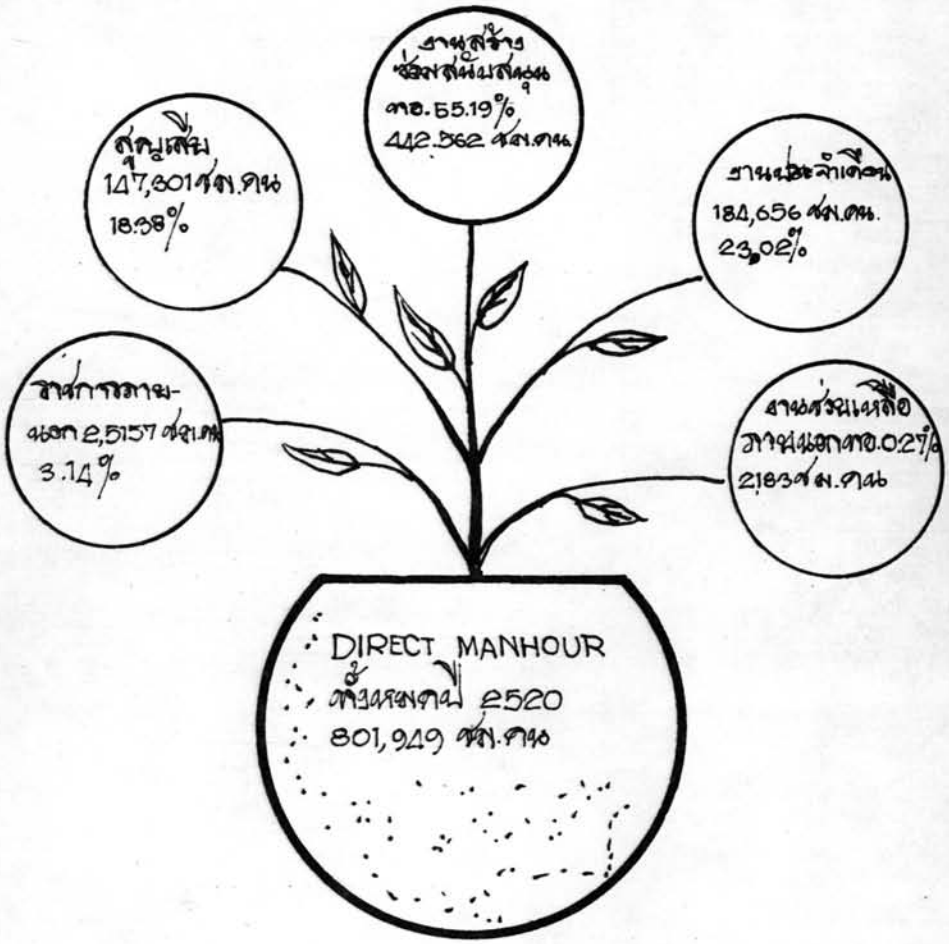
ปี 2518 – 2520

ตารางที่ 3.4 การใช้แรงงานทางตรงของโรงงานปี 2520[1]

ลำดับที่	งาน	ชม.คน	เปอร์เซ็นต์
1	งานสร้างสรรค์สนับสนุน	442,562	55.19
2	งานประจำเดือน	184,656	23.02
3	งานช่วยเหลือภายนอก	2,183	0.27
4	งานการภายนอก	25,157	3.14
5	สูญเสีย	147,301	18.36
	รวม	801,859	100.00

จากตารางที่ 3.4 นำมาเขียนรูปที่ 3.13 แผนภูมิการใช้แรงงานทางตรงของโรงงานปี 2520

[1] เรื่องเดียวกัน, หน้า 87.



รูปที่ 3.13 แสดงแนวโน้มการใช้แรงงานทางตรงในการก่อสร้างของโครงการในปี 2520

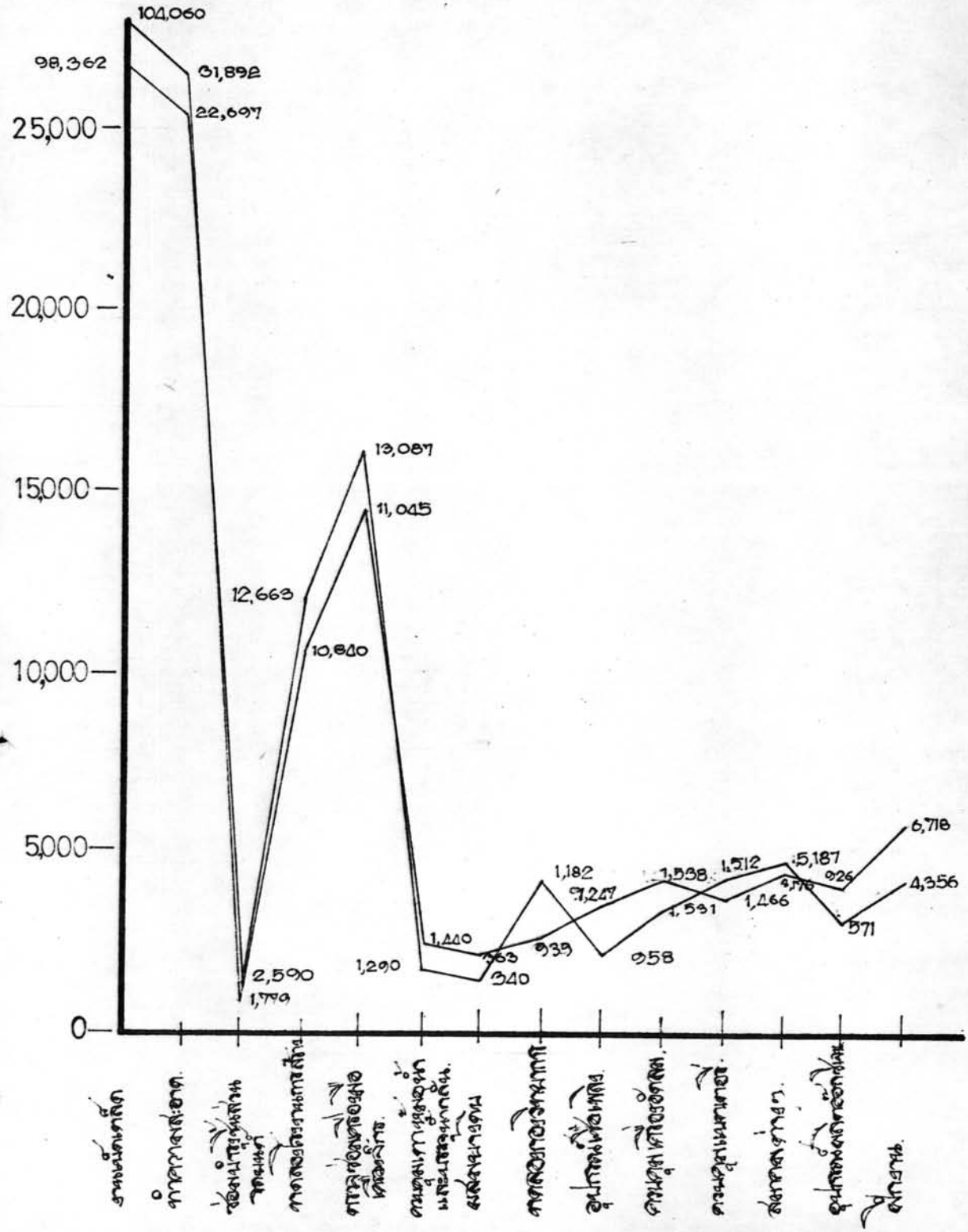
ตารางที่ 3.5 งานประจำเดือนของโรงงาน ปี 2519, 2520 เฉลี่ยเป็นแรงงานทางอ้อมคงที่ต่อปี[1]

ลำดับที่	งาน	ชม.แรงงานทางอ้อมคงที่/ปี	
		ปี 2519	ปี 2520
1	งานเย็ดเตล็ด	98,362	104,060
2	ทำความสะอาด	22,697	31,892
3	ซ่อมบำรุงสิ่งก่อสร้างและยนต์	1,779	2,590
4	ทดลองโรงงานการสร้าง	10,840	12,663
5	ตรวจซ่อมเครื่องมือเครื่องจักร	11,045	13,087
6	ควบคุมเตาหม้อน้ำและบรรจุน้ำกลั่น	1,440	1,290
7	ผสมยางดิบ	363	340
8	ทดลองกองวิชาการ	939	1,132
9	อุปกรณ์เชื้อเพลิง	1,247	958
10	ควบคุมเครื่องอัดอม	1,538	1,531
11	ควบคุมแบตเตอรี่	1,466	1,512
12	สัมภาษณ์ต่าง ๆ	3,176	5,187
13	อุปกรณ์ผลิตออกซิเจน	926	571
14	ฝึกงาน	6,718	4,356
	รวม	162,536	181,219

ที่มา ตารางที่ 3.5 นำมาเขียนรูปที่ 3.14 งานประจำเดือนของโรงงาน ปี 2519, 2520

---

[1] เรื่องเดียวกัน, หน้า 87.


104,060
98,362
91,892
22,697
25,000
20,000
15,000
10,000
5,000
0
13,087
11,045
12,663
10,840
2,500
1,779
1,290
1,440
340
1,182
1,247
939
958
1,538
1,512
1,531
1,466
5,187
4,716
926
571
6,718
4,356

ค่าเสื่อมราคา โดยใช้ วิธีการแบบ

ANNUAL COST COMPARISON

CR = (104,996,045.00 - 31,498,813.50)(A/P, 8%, 5)

+ (31,498,813.50) (.08)

= (73,497,231.50)(.25045) + 2,519,905.08

= 20,928,021.68 บาท/ปี

สำหรับการซ่อมบำรุง (Repair & Maintenance) ไฟฟ้า (Electric Power) น้ำมัน (Fuel), น้ำ (Water) เนื่องจากจะมีการสร้าง ส.ค.ส.4 เพิ่มขึ้นจากเดิม 3.50 สำ เป็นปีละ 38.50 สำ หรือเพิ่มขึ้น 10.89 เท่า การซ่อมบำรุงและพลังงานต่าง ๆ ก็จะเพิ่มขึ้นระดับ 10.89 เท่าด้วย สำหรับค่าที่แปรได้ ตามตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 ค่าใช้จ่ายโรงงานในการปรับปรุงขั้นที่ 1

รายการ	คงที่ (Fixed)	แปร (Variable)	รวม บาท/ปี
ค่าเสื่อมราคาของอาคาร (Depreciation-Building)	4,520,803.00	-	4,520,803.00
ค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร (Depreciation-Equipment)	14,000,000.00	6,928,021.68	20,928,021.68
แรงงานทางอ้อมและแรงงานที่เสียไป (Indirect Labor&Lost)	171,877.50	629,981.50	801,859.00

ตารางที่ 3.6 ค่าใช้จ่ายโรงงานในการปรับปรุงขั้นที่ 1 (ต่อ)

รายการ	คงที่ (Fixed)	แปร (Variable)	รวม บาท/ปี
การซ่อมบำรุง (Repair& Maintenance)	400,000.00	2,473,717.00	2,873,717.00
ไฟฟ้า (Electric Power)	300,000.00	10,890,000.00	11,190,000.00
น้ำมัน (Fuel)	200,000.00	5,445,000.00	5,645,000.00
น้ำ (Water)	60,000.00	10,890,000.00	10,950,000.00
สวัสดิการ	700,000.00	500,000.00	1,200,000.00
รวมค่าใช้จ่ายโรงงาน			48,058,400.00

มีราคาใช้จ่ายโรงงาน = $\frac{48,058,400.00}{960,000.00}$

= 50.04 บาท/ชม แรงงานทางตรง

แรงงานทางอ้อมและค่าใช้จ่ายโรงงานในการสร้าง ม.ทอ.4 1 ตำ ในการดำเนินงาน การปรับปรุงครั้งที่ 1

= 11,272.12 x 50.04

= 564,138.97 บาท

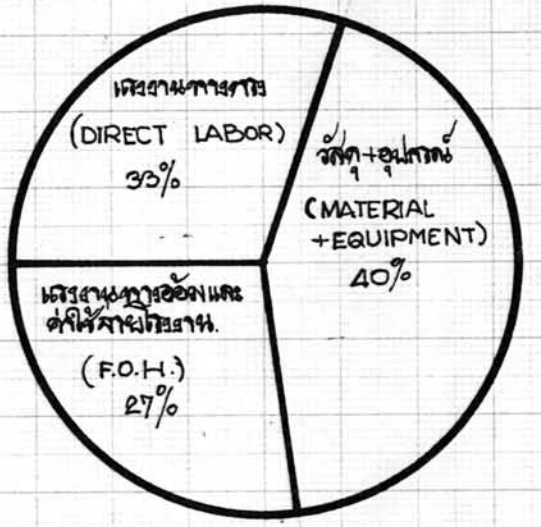
ค่าใช้จ่ายในการสร้าง ม.ทอ.4 ในการปรับปรุงครั้งที่ 1 ได้ตามตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ค่าใช้จ่ายในการสร้าง บ.ทอ.4 ในการปรับปรุงครั้งที่ 1

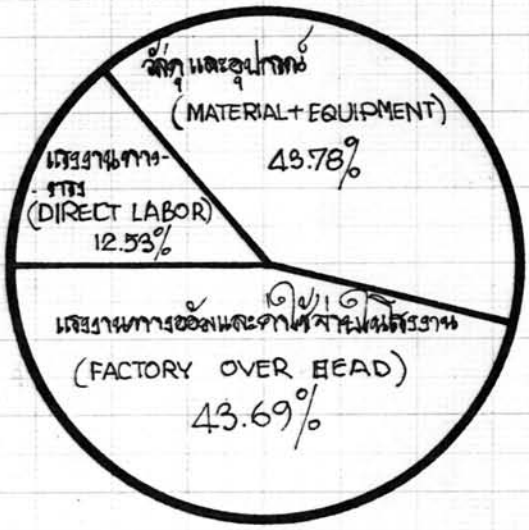
รายการ	จำนวนเงิน (บาท)	เปอร์เซ็นต์
1. แรงงานทางตรง	161,763.53	12.53
2. วัสดุและอุปกรณ์	565,229.20	43.78
3. แรงงานทางอ้อมและค่าใช้จ่ายโรงงาน	564,138.97	43.69
รวม	1,291,131.70	100.00

นำค่าใช้จ่ายที่ได้แยกเปียนตามเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบเป็นค่าใช้จ่ายของ KC.Harold and S.I.R.NICOL HANKER SIDDELEY ตามรูปที่ 3.15

เปรียบเทียบการใช้จ่ายในการสร้างอาคารต่างๆ.



K.C. HARROLD AND S.I.R. NICOL HAWKER SIDDELEY



รูปที่ 3.15 ค่าใช้จ่ายในการสร้าง น.ตอ.1. เปรียบเทียบครั้งที่ 1.

เมื่อมีการวางแผนงานตาม "PERT" ที่กล่าวแล้ว ผลงานจะเป็นไปได้ก็เมื่อมีการควบคุมคุณงานอย่างใกล้ชิด และมีการร่วมมือกันทุกฝ่ายทั้งผู้ออกแบบ ผู้ดำเนินการสร้าง และผู้ควบคุมงาน เครื่องมือเครื่องจักรต้องมีพร้อมที่จะปฏิบัติงาน โดยจะต้องนำงานอื่น ๆ ออกจากเครื่องจักรนั้นที่ เมื่อชิ้นงานภายในโครงการยาวนาน เครื่องจักรที่เสียก็จะต้องได้รับการซ่อม พร้อมทั้งผู้ควบคุมเครื่องจักรก็จะต้องพร้อมที่จะปฏิบัติงาน

ค่าใช้จ่ายในการที่จะต้องมีเครื่องจักรพร้อมปฏิบัติงาน, คนคุมเครื่องจักรในจำนวนที่เหมาะที่กับงาน, จำนวนเครื่องจักรสำรอง (STAND BY) จะคำนวณได้หลังจากรู้ข้อมูลระยะเวลาที่ชิ้นงานจะส่งเข้ามา (ARRIVAL TIME) และเวลาปฏิบัติงานแต่ละชิ้น (SERVICING TIME) เพื่อหาค่าใช้จ่ายที่พอเหมาะที่สุด (OPTIMAL COST) จากทฤษฎีแถวคอย (QUEUEING THEORY) โดยแยกไปตามสมมุติฐานต่าง ๆ กัน

การปรับปรุงการดำเนินงานขั้นที่ 2

ในการปรับปรุงการดำเนินงานขั้นที่ 2 เป็นการดำเนินงานเพื่อให้โรงงานมีมาตรฐาน การผลิตทัดเทียมกับต่างประเทศ ซึ่งจะทำให้สร้างเครื่องบินได้คุณภาพที่ดีและราคาต่ำลงด้วย ในการสร้างก็จะต้องมีการควบคุมวัสดุและอุปกรณ์ให้มีเพียงพอตลอดเวลาการผลิต งานด้านการควบคุมวัสดุก็มีความสำคัญมากเพราะจะทำให้การผลิตชงักได้ และต้องจำกัดจำนวนวัสดุให้น้อยที่สุดแต่ให้เพียงพอกับการผลิต ซึ่งจะต้องมี

1. การวางแผนควบคุมวัสดุ
2. การจัดซื้อ
3. การรับและตรวจรอง
4. การเก็บและเบิกวัสดุ
5. การบัญชีเกี่ยวกับวัสดุ

การที่ราคาวัสดุที่ส่งไปยังโรงงาน จะมีใบกำกับสินค้า (Invoice) ที่ได้รวมค่าขนส่งและเงินสดไว้แล้ว ราคาที่คิดสำหรับวัสดุที่ส่งเข้าสายการผลิต ในการหาค่านี้

จะแบ่งเป็นหลายชนิด คือ

1. อัตราเฉลี่ย (Average Cost หรือ Moving Average Costing)
2. อัตราเข้าก่อนออกก่อน (First In First Out หรือ FIFO Method)
3. อัตราเข้าที่หลังออกก่อน (Last In First out หรือ LIFO Method)
4. อัตราอื่น ๆ เช่น ต้นทุนมาตรฐาน อัตราเฉลี่ยเมื่อสิ้นเดือน (Month and Average Cost) และอัตราเมื่อซื้อครั้งสุดท้าย หรืออัตราตลาดเมื่อจ่ายไปโรงงาน

การจัดหาวัสดุตามความต้องการ จำเป็นต้องวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ เป็นงวด ๆ คือ

1. ทำกำหนดวัตถุล่วงหน้า ตามจำนวนที่ต้องการในงวดถัดไป เป็นงวดเดือน สามเดือน หกเดือน หรือ 1 ปี ตามความเหมาะสม
2. ระยะเวลาที่ต้องรอคอย ในการจัดหาวัสดุ
3. กำหนดวัสดุที่ต้องใช้ในระหว่างที่รอคอยการจัดหา
4. จำนวนที่ต้องสำรองไว้เพื่อไม่ให้เกิดการขาดแคลน
5. จำนวนวัสดุที่มีอยู่ในมือ
6. จำนวนหน่วยที่สั่งซื้อ

การหาปริมาณวัสดุ แบบประหยัด

$$EOQ = \sqrt{\frac{2Ru \times Co}{Cu \times Cc}}$$

เมื่อ EOQ = ปริมาณที่จะสั่งแต่ละครั้ง (Economic Order Quantity) หน่วยเป็นจำนวนหน่วย

Ru = จำนวนที่จะใช้ปีละเท่าใด (Annual Required Conits) หน่วยเป็นจำนวนหน่วยต่อปี

Co = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Cost of Order) หน่วยเป็น บาท

Cu = ราคาต่อหน่วย (Cost per Unit) หน่วยเป็นบาท

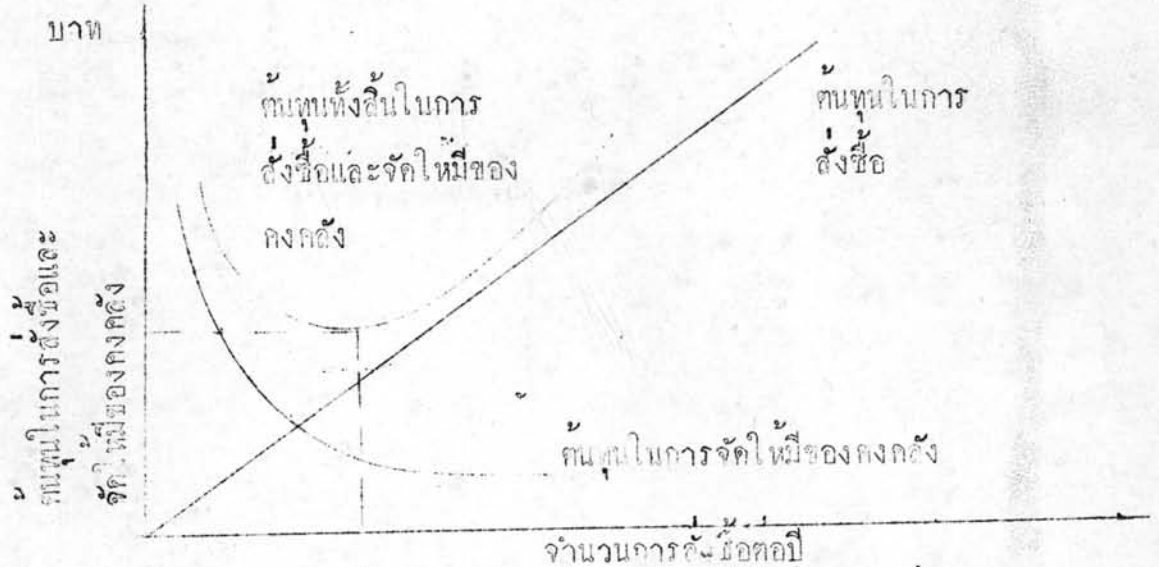
Cc = ค่าใช้จ่ายเก็บรักษา คิดเป็นอัตราร้อยละของของคงคลังถัวเฉลี่ย (Cassying Cost) หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

จำนวนครั้งที่สั่งซื้อในแต่ละปี = $\frac{Ru}{EOQ}$

ของคงคลังถัวเฉลี่ย = $\frac{EOQ}{2}$

ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปี = $\frac{Cu \times Cc \times EOQ}{2}$

ซึ่งจะเขียนได้ตามรูปที่ 3.16

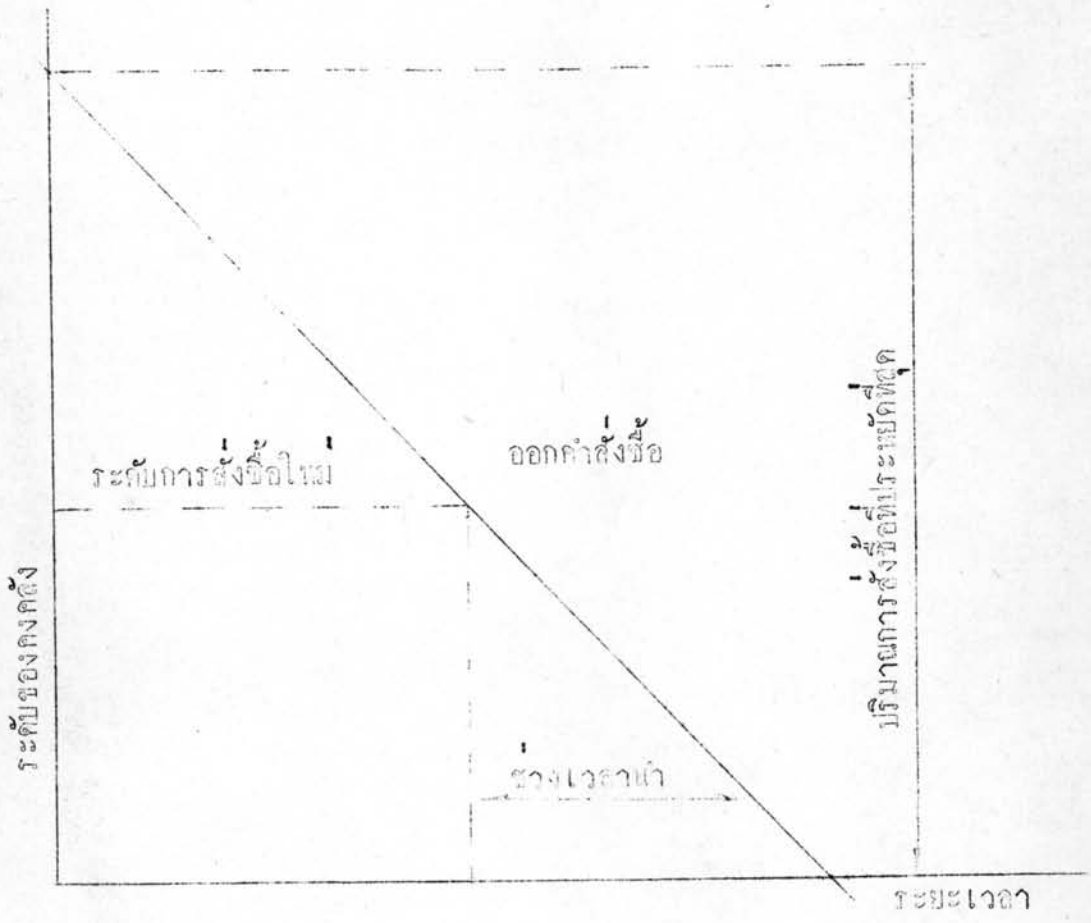


รูปที่ 3.16 การกำหนดปริมาณสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด

สำหรับการควบคุมคลังที่มีวัสดุจำนวนมาก ๆ หลายประเภทก็ควรจะได้มีการเตรียมโปรแกรมเพื่อใช้กับเครื่องคำนวณ (Computer)

นอกจากปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด จะช่วยลดค่าใช้จ่ายเป็นในการสร้างสิ้นส่วนอากาศยานแล้ว ช่วงเวลาและสั่งซื้อวัสดุเพื่อให้การดำเนินการสร้างเป็นไปอย่าง-

สม่ำเสมอ ถูกต่ำใช้จ่ายในการรอกอยลงไปก็สำคัญมาก รูปที่ 3.17 แสดงเวลาที่ควรสั่งวัสดุมาเตรียมไว้ ในระยะเวลาที่เหมาะสมและประหยัดที่สุด



รูปที่ 3.17 ระดับของคงคลังในการที่ควรใช้และช่วงเวลานำคงที่

จากจุดออกคำสั่งซื้อไปตลอดช่วงเวลานำในการสั่งซื้อพัสดุสำหรับสร้างขึ้นส่วนอากาศยาน จากการปฏิบัติงานหลังจากออกแบบกำหนดวัสดุแล้วจะต้องออกใบแจ้งความสอบราคาซื้อพัสดุ, ประกวดราคา, ตรวจรับวัสดุเข้าคลัง แล้วเบิกจ่ายมาใช้งาน ซึ่งจะกินเวลา 6 - 18 เดือน เนื่องจากมีขั้นตอนต่าง ๆ มาก ซึ่งสมควรได้ลดระยะเวลาในการรอกอยวัสดุลง ตัวอย่างที่แนบมามี แบบ ทอ.กบ.010

ผนวก ก. บัญชีรายการพัสดุที่ต้องการ

ผนวก ข. เงื่อนไขและข้อตกลงในการเสนอราคาซื้อพัสดุ

ผนวก ก. คุณลักษณะเฉพาะหรือตัวอย่าง

ผนวก ง. เงื่อนไขในการส่งมอบพัสดุ

ผนวก จ. ใบเสนอราคาเพื่อการเสนอราคา

แบบ ทอ. กบ. 010

ใบแจ้งความสอบราคาซื้อวัสดุ

ที่ 170/22 กรมช่างอากาศ

วันที่ 11 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2522

ด้วยกองบริการ กรมช่างอากาศ มีความประสงค์จะซื้อ ท่อกลม ล. คาร์บอน จำนวน 1 รายการ เพื่อใช้ราชการโดยวิธีสอบราคา โดยมีรายละเอียดตาม

ผนวก ก. บัญชีรายการพัสดุที่ต้องการ

ผนวก ข. เงื่อนไขและข้อตกลงในการสอบราคาซื้อวัสดุ

ผนวก ค. คุณลักษณะเฉพาะหรือตัวอย่าง

ผนวก ง. เงื่อนไขในการส่งมอบพัสดุ

ผนวก จ. ใบเสนอราคาเพื่อการสอบราคา

ผนวก ฉ. แบบสัญญาค้ำประกันของธนาคาร

ที่แนบมากับใบแจ้งความสอบราคานี้

บริษัท ห้างร้านใดต้องการจะยื่นซองเสนอราคา ให้ปฏิบัติดังนี้

1. ให้นำหลักฐานแสดงคุณสมบัติของผู้เสนอราคา ตามเงื่อนไขและข้อตกลงในการสอบราคาซื้อพัสดุในข้อ 1.2

2. ให้นำของตัวอย่างหรือแคตตาล็อคหรือแบบรูปของพัสดุที่เสนอขายตามที่ทางราชการกำหนด

3. ให้กรอกข้อความ ราคาที่เสนอและลงชื่อในใบเสนอราคา ปิดอากรแสตมป์ 20 สตางค์ แล้วผนึกซองนำไปยื่นต่อเจ้าหน้าที่รับซอง พร้อมด้วยหลักฐานตามข้อ 1. และ 2 ด้วยตนเองหรือผู้แทนที่ได้รับมอบหมาย ณ ที่ทำการ แผนกจัดหา กองบริการ กรมช่างอากาศ ตำบลถนนนครไชยศรี อำเภอดุสิต จังหวัด กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่วันที่ 8 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2522 ตั้งแต่เวลา 09.30 น. ถึงเวลา 10.30 น.

กำหนดเปิดซองสอบราคาในวันที่ 8 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2522 เวลา 10.30 น.

นาวาอากาศโท

รักษาราชการหัวหน้า กองบริการ กรมช่างอากาศ

ผู้ออกแจ้งความสอบราคา

ผนวก ก.
แนบท้ายแบบ ทอ.กบ.010

ตารางที่ 3.8 ตัวอย่างบัญชีรายการพัสดุที่ต้องการ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	นับ	หมายเหตุ
	ท่อกลม ล. คาร์บอน	1	รายการ	
	รวมทั้งสิ้น 1 รายการ			

2. <u>การสอบราคา</u> ข้อความที่เสนอต้องเป็นภาษาไทย ถ้าเป็นภาษาต่างประเทศต้องมีคำแปลเป็นภาษาไทยไว้ด้วย ยกเว้นข้อความที่ไม่อาจแปลเป็นภาษาไทยได้ เช่น ชื่อทางการค้าหรือข้อความที่เป็นศัพท์ทางเทคนิค เป็นต้น ให้ใช้ภาษาต่างประเทศได้

ในการยื่นซองเสนอราคา ต้องมาให้ทันเวลา ถ้าเลยกำหนดเวลาไปแล้ว ทางราชการจะไม่รับพิจารณา

3. <u>การกรอกข้อความในใบเสนอราคา</u> ผู้เสนอราคาต้องกรอกข้อความและราคาในใบเสนอราคาให้ถูกต้องตามแบบพิมพ์ของทางราชการ (ผนวก จ.) ทางราชการจะไม่รับผิดชอบในความบกพร่องผิดพลาดใด ๆ ของผู้เสนอราคาทั้งสิ้น การขีดฆ่าแก้ข้อความหรือตัวเลขผู้เสนอราคาต้องลงชื่อกำกับไว้ทุกแห่ง

4. <u>การเสนอของตัวอย่างหรือแคตตาล็อกหรือแบบรูป</u> ในการเสนอราคาให้นำของตัวอย่างหรือแคตตาล็อก หรือแบบรูปของพัสดุที่เสนอขายตามที่ทางราชการกำหนดให้ส่งมาให้ทางราชการพิจารณาด้วย สำหรับแคตตาล็อกหรือแบบรูปนั้น ต้องเป็นฉบับตัวจริง มิใช่สำเนาภาพถ่ายจากแคตตาล็อกหรือแบบรูปตัวจริง เว้นแต่แคตตาล็อกแบบรูปเล่มใหญ่ที่รวมผลิตภัณฑ์หลายประเภทไว้ด้วยกัน ให้ใช้สำเนาภาพถ่ายแคตตาล็อกหรือแบบรูปเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ทางราชการต้องการ ในการเสนอราคาได้ แต่ผู้เสนอราคาต้องนำแคตตาล็อกหรือแบบรูปตัวจริงที่จัดพิมพ์เป็นเล่มใหญ่นั้น ให้คณะกรรมการเปิดซองสอบราคาตรวจสอบความถูกต้องในวันเปิดซองสอบราคาด้วย

5. <u>ราคาที่เสนอ</u> ต้องเสนอแยกเป็นราคาหน่วยและราคารวมทั้งสิ้นทุกรายการ โดยคิดรวมค่าบริการและค่าขนส่งทั้งสิ้น ถึงที่เก็บพัสดุของ กรมชลอากาศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร และใบเสนอราคาให้ลงจำนวนเงินเป็นตัวเลข และตัวหนังสือ หากตัวเลขและตัวหนังสือไม่ตรงกัน ให้ถือตัวหนังสือเป็นสำคัญ กับต้องยืนราคาอยู่ไม่น้อยกว่า 60 วัน นับตั้งแต่วันเสนอราคา และราคาที่เสนอต้องเป็นราคารวม/ไม่รวมค่าอากรทางศุลกากรขาเข้าประเทศไทย

6. <u>คุณสมบัติของพัสดุ</u> ต้องมีลักษณะ ชนิด ขนาด เป็นไปตามคุณลักษณะเฉพาะ

แนบท้ายแบบ ทอ.กบ.010

เงื่อนไขและข้อตกลงในการสอบราคาซื้อพัสดุ

ส่วนราชการ กรมช่างอากาศ มีความประสงค์จะซื้อ ทอกลม ล. คาร์บอน เพื่อใช้ราชการโดยวิธีสอบราคา ตามใบแจ้งความสอบราคาซื้อพัสดุที่ 171/22 โดยมีเงื่อนไขและข้อตกลงในการสอบราคาดังนี้.

1. คุณสมบัติของผู้เสนอราคา

1.1 ต้องเป็นผู้จดทะเบียนประกอบการค้าพัสดุประเภทที่ทางราชการต้องการตามใบแจ้งความสอบราคาซื้อพัสดุดังกล่าวข้างต้น และไม่เป็นผู้ที่ได้รับเอกสิทธิ์ หรือความคุ้มกันซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาล เว้นแต่รัฐบาลของผู้เข้ายื่นเสนอราคาจะได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกันดังกล่าว

1.2 ผู้เสนอราคาต้องส่งหลักฐานต่าง ๆ ให้ทางราชการพร้อมกับซองเสนอราคาดังนี้

1.2.1 บริษัท จำกัด ให้ส่งหนังสือบริคณห์สนธิและข้อบังคับของบริษัท ต้นฉบับหรือสำเนาภาพถ่ายหนังสือรับรองของสำนักงานทะเบียนหุ้นส่วนบริษัท กรมทะเบียนการค้า กระทรวงพาณิชย์ และสำเนาภาพถ่ายใบทะเบียนการค้า กรมสรรพกร อย่างละ 1 ฉบับ

1.2.2 ห้างหุ้นส่วนจำกัด หรือห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคล ให้ส่งต้นฉบับหรือสำเนาภาพถ่ายหนังสือรับรองของสำนักงานทะเบียนหุ้นส่วนบริษัท กรมทะเบียนการค้า กระทรวงพาณิชย์และสำเนาภาพถ่ายใบทะเบียนการค้า กรมสรรพกร อย่างละ 1 ฉบับ

1.2.3 ร้านค้าทั่วไปให้ส่งสำเนาภาพถ่ายใบทะเบียนการค้า กรมสรรพกร จำนวน 1 ฉบับ

1.2.4 ต้นฉบับหรือสำเนาภาพถ่ายหนังสือรับรองของสำนักงานทะเบียนหุ้นส่วนบริษัท กรมทะเบียนการค้า กระทรวงพาณิชย์ ต้องเป็นฉบับปัจจุบันและมีอายุไม่เกิน 3 เดือน นับย้อนหลังจากวันเสนอราคา

และ/หรือ ตัวอย่างของทางราชการ และต้องเป็นของใหม่ 100% ไม่เป็นของเก่าเก็บหรือที่ปรับปรุงสภาพขึ้นใหม่

7. กำหนดส่งพัสดุ ให้ส่งถึงที่เก็บพัสดุของ กรมช่างอากาศ ภายในกำหนด วัน และติดตั้งให้เสร็จภายใน วัน นับตั้งแต่วันตกลงสั่งซื้อ หรือวันลงนามในสัญญาซื้อขาย การส่งของและติดตั้งให้ถือตามที่ทางราชการระบุไว้ในแบบพิมพ์ในผนวก ง. ซึ่งทางราชการจะใช้เป็นส่วนหนึ่งของสัญญาซื้อขายด้วย

8. สิทธิการพิจารณาสั่งซื้อ ทางราชการทรงไว้ซึ่งสิทธิที่จะงดซื้อหรือเลือกซื้อ โดยไม่จำเป็นต้องซื้อจากผู้เสนอราคาต่ำสุดเสมอไป

9. การยึดของตัวอย่าง ของตัวอย่างหรือแคตตาล็อกหรือแบบรูปที่ผู้เสนอราคาส่งมาประกอบการพิจารณา เจ้าหน้าที่จะเก็บรักษาไว้ก่อนทุกราย จนกว่าจะมีการตกลงสั่งซื้อจากรายหนึ่งรายใดเรียบร้อยแล้ว จะคืนเฉพาะของตัวอย่างให้ ยกเว้นในรายที่เป็นผู้เสนอราคาได้ และทางราชการพิจารณาซื้อ ทางราชการจะยึดไว้เพื่อประกอบใบสั่งซื้อหรือสัญญาซื้อขายต่อไป

ของตัวอย่างที่ทางราชการจำเป็นต้องนำไปตรวจทดลอง ถ้าเกิดชำรุดเสียหายอันเนื่องจากการทดลองนั้น ผู้เสนอราคาจะเรียกชดใช้ไม่ได้

10. การรับประกัน

10.1 ผู้เสนอราคาได้ ต้องยอมรับประกันความชำรุดบกพร่องหรือข้อขัดข้องของพัสดุ ตามใบแจ้งความสอบราคานี้ เป็นเวลา ปี เดือน นับตั้งแต่วันที่ทางราชการได้รับมอบหมาย หากพัสดุดังกล่าวเกิดชำรุดบกพร่องหรือขัดข้องเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติ ผู้เสนอราคาต้องจัดการซ่อมแซมหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีดังเดิมภายใน วัน นับตั้งแต่วันที่ได้รับแจ้งจากทางราชการ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น

10.2 หลักประกันสัญญา ทางราชการจะกำหนดมูลค่าในอัตราไม่ต่ำกว่าร้อยละห้า แต่ไม่เกินร้อยละสิบของราคาพัสดุที่ตกลงซื้อ และตลอดระยะเวลา

ผูกพันตามสัญญา

ในกรณีที่เป็นการจัดซื้อพัสดุที่มีระยะเวลาผูกพันตามสัญญาเกินกว่า 1 ปี และพัสดุนั้นไม่ต้องมีการประกันความชำรุดบกพร่อง ทางราชการจะกำหนดหลักประกันสัญญาไม่ต่ำกว่าร้อยละห้า แต่ไม่เกินร้อยละสิบของราคาพัสดุที่ส่งมอบในแต่ละปีของสัญญา โดยถือว่าหลักประกันนี้เป็นการค้ำประกันตลอดอายุสัญญา และหากในปีต่อไปราคาพัสดุที่ส่งมอบแตกต่างไปจากราคาในรอบปีก่อน ทางราชการจะปรับปรุงหลักประกันตามอัตราส่วนที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น ก่อนครบรอบปี ในกรณีที่หลักประกันต้องปรับปรุงในทางที่เพิ่มขึ้น และผู้เสนอราคาได้ไม่นำหลักประกันมาเพิ่มให้ครบจำนวนภายใน 15 วัน ก่อนการส่งมอบพัสดุงวดสุดท้ายของปีนั้น ทางราชการจะหักจากเงินค่าพัสดุงวดสุดท้ายของปีนั้น ที่ทางราชการต้องจ่ายให้ เป็นหลักประกันในส่วนที่เพิ่มขึ้น

การซื้อพัสดุที่ไม่ต้องมีการประกันความชำรุดบกพร่อง ทางราชการจะคืนหลักประกันสัญญาให้แก่ผู้เสนอราคา ได้ตามอัตราส่วนของพัสดุ ซึ่งทางราชการได้รับมอบไว้แล้ว

10.3 เมื่อครบกำหนดส่งมอบพัสดุตามสัญญาซื้อขายแล้ว หากผู้เสนอราคาได้ไม่ส่งมอบพัสดุที่ตกลงจายให้แก่ทางราชการ หรือส่งมอบพัสดุทั้งหมดไม่ถูกต้อง หรือส่งมอบพัสดุไม่ครบจำนวน ทางราชการมีสิทธิบอกเลิกสัญญาได้

ในกรณีที่ทางราชการใช้สิทธิบอกเลิกสัญญา ผู้เสนอราคาได้ต้องยินยอมให้ทางราชการรับหลักประกันสัญญา หรือเรียกร้องจากธนาคารผู้ออกหนังสือค้ำประกันเป็นจำนวนเงินทั้งหมด หรือแต่บางส่วนก็ได้ แล้วแต่ทางราชการจะเห็นสมควร และถ้าทางราชการจัดซื้อพัสดุจากบุคคลอื่นเต็มจำนวนหรือเฉพาะจำนวนที่ขาดส่งภายในกำหนดเวลา 3 เดือน นับตั้งแต่วันบอกเลิกสัญญา ผู้เสนอราคาได้ต้องยินยอมรับผิดชดใช้ราคาที่เพิ่มขึ้นจากราคาที่กำหนดไว้ในสัญญาด้วย

ในกรณีที่ทางราชการไม่ใช้สิทธิบอกเลิกสัญญา ผู้เสนอราคาได้ต้องยินยอมให้ทางราชการปรับเป็นรายวัน ในอัตราร้อยละศูนย์จุดสอง (0.2) ของราคาพัสดุที่ยังไม่ได้รับมอบ นับตั้งแต่วันถัดจากวันครบกำหนดตามสัญญาจนถึงวันที่ผู้เสนอราคาได้นำพัสดุมาส่งให้

ทางราชการจนถูกต้องครบถ้วน

11. การทำสัญญา

11.1 ผู้เสนอราคาได้ต้องมาทำสัญญาตามแบบของทางราชการภายในกำหนด 15 วัน นับตั้งแต่วันที่ได้รับแจ้งเป็นหนังสือจากทางราชการ

11.2 ถ้าผู้เสนอราคาได้ไม่ไปทำสัญญาหรือข้อตกลงกับทางราชการภายในกำหนด ทางราชการสงวนสิทธิ์ที่จะถือว่าผู้ที่ไม่ไปทำสัญญากับทางราชการเป็นผู้ทิ้งงาน

11.3 ผู้เสนอราคาได้ต้องวางหลักประกันสัญญาเป็นเงินสด หรือเช็คที่ธนาคารรับรอง หรือเช็คที่ธนาคารเซ็นสั่งจ่าย โดยสั่งจ่ายในนาม กองทัพอากาศ ซึ่งเป็นเช็คลงวันที่ที่ใช้เช็คนั้น ชำระต่อเจ้าหน้าที่หรือก่อนวันนั้นไม่เกิน 3 วัน หรือพันธบัตรเงินกู้ของรัฐบาล หรือหนังสือค้ำประกันของธนาคารทหารไทย จำกัด ในอัตราไม่ต่ำกว่าร้อยละห้าแต่ไม่เกินร้อยละสิบของราคาพัสดุที่ตกลงซื้อ ทั้งนี้ทางราชการจะคืนหลักประกันสัญญาให้เมื่อผู้เสนอราคาได้ขอผูกพันตามสัญญาแล้ว

11.4 หนังสือค้ำประกันของธนาคารทหารไทย จำกัด ต้องใช้ตามแบบที่แนบมาในผนวก ฉ.

12. การจ่ายเงิน

12.1 การจ่ายเงินล่วงหน้า (ถ้ามี) ทางราชการจะจ่ายเงินล่วงหน้าให้ในอัตราร้อยละของราคาพัสดุที่ตกลงซื้อ โดยมีเงื่อนไขว่า ผู้เสนอราคาได้ที่ขอรับเงินล่วงหน้าต้องจัดให้ธนาคารทหารไทย จำกัด เป็นผู้ค้ำประกันเงินที่รับล่วงหน้าไปนั้น และทางราชการจะเรียกคืนเงินที่จ่ายล่วงหน้า โดยหักจากเงินค่าจ้างที่จ่ายแต่ละงวด

12.2 ทางราชการจะจ่ายเงินค่าพัสดุส่วนที่เหลือ หรือทั้งหมดให้ เมื่อได้มีการตรวจรับพัสดุถูกต้องครบถ้วนแล้วเท่านั้น

ผนวก ก.
แนบท้ายแบบ ทอ.กบ.010

ตารางที่ 3.9 ตัวอย่างรายการละเอียด ท่อกลม ล. คาร์บอน

ลำดับ	รายการ	จำนวน	นับ	หมายเหตุ
	ท่อกลม ล. คาร์บอน ขนาด 2" x .114"	300	ฟุต	
	รวมทั้งสิ้น 1 รายการ			

ผนวก ง.
แบบท้ายแบบ ทอ.กบ.010

ตารางที่ 3.10 ตัวอย่างเงื่อนไขในการส่งมอบพัสดุ

ในการสอบราคาซื้อ ท่อกลม ล. คาร์บอน ตามใบแจ้งความสอบราคาซื้อพัสดุของกรมช่างอากาศ ที่ 170/22 ทางราชการต้องการให้ส่งมอบพัสดุแยกเป็น 1 งวด ซึ่งทางราชการจะจ่ายเงินค่าพัสดุตามมูลค่าของพัสดุที่กำหนดแต่ละงวด ดังมีรายการละเอียดต่อไปนี้

งวดที่	รายการ	จำนวน	นับ	ส่งมอบภายใน (วัน)
	ท่อกลม ล. คาร์บอน	1	รายการ	5 วัน

ผนวก จ.
แนบท้ายแบบ ทอ.กบ.010

ปิดอากร
แสตมป์
20 สต.

ตารางที่ 3.11 ตัวอย่างใบเสนอราคาเพื่อการสอบราคา

บริษัท ห้างร้าน .....

วันที่ ..... เดือน .....พ.ศ.....

ข้าพเจ้า .....อายุ.....ปี ตำแหน่ง .....
สำนักงานตั้งอยู่เลขที่.....ตำบล.....อำเภอ.....
จังหวัด.....ข้าพเจ้าได้รับทราบและยินยอมรับปฏิบัติตามเงื่อนไขข้อตกลงและรายละเอียดอื่น ๆ ที่ทางราชการได้ประกาศไว้ทุกประการ และขอเสนอราคา.....
.....ของ.....ที่.....ดังต่อไปนี้.-

ลำดับ	รายการ	จำนวน	นับ	ราคาหน่วยละ		ราคารวม		หมายเหตุ
				บาท	สต.	บาท	สต.	
	รวมทั้งสิ้น .....รายการ							

รวมทั้งสิ้นเป็นเงิน.....บาท.....สตางค์ (.....)

(ลงชื่อ) .....
ผู้เสนอราคา

การปรับปรุงงานในขั้นที่ 2 ตามที่ได้กล่าวไว้ตอนต้นแล้วว่าจะมีการสร้างอาคาร และซื้อเครื่องมือเครื่องจักรเพิ่มเติม รวมทั้งจะได้มีการร่วมมือกับบริษัทเอกชนภายในประเทศในการผลิตชิ้นส่วน แล้วนำมาประกอบภายในกรมช่างอากาศ ชิ้นส่วนของเครื่องบินแต่ละลำก็มีจำนวนมาก ตัวอย่าง เช่น เครื่องบิน บ.ทอ.4 ที่กำลังกำนวณค่าใช้จ่ายในวิทยานิพนธ์นี้ มีชิ้นส่วนในระบบต่าง ๆ ตามตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 จำนวนชิ้นส่วนของ บ.ทอ.4[1]

ลำดับที่	ชื่องาน	จำนวนชิ้นส่วน
1	ปีก	400
2	ชุดฐาน	130
3	ชุดบังคับการบิน	400
4	ระบบไฟฟ้า	108
5	ระบบบังคับและติดตั้งเครื่องยนต์	100
6	ระบบไฮโดรลิก, เบรค	60
7	ระบบเชื้อเพลิง	210
8	ลำตัว	460
9	ระบบความปลอดภัย	27
10	ระบบน้ำมัน	54
11	ระบบเครื่องวัด	40
12	ระบบอาวุธ	75
13	กระโปรงกลุมส่วนหน้า	135
14	ชุดหาง	150

[1]โครงการ บ.ทอ.4, สำนักงาน," สำนักงานวิจัยและพัฒนาอากาศยาน" (กรุงเทพมหานคร : สำนักงานวิจัยและพัฒนาอากาศยาน, 2521.)

ตารางที่ 3.12 จำนวนชิ้นส่วนของ ป.พอ.4 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่องาน	จำนวนชิ้นส่วน
15	ชุดไฮดัด	27
16	กระโปรงกลุมเครื่องยนต์	80
17	ระบบระบายอากาศ	54
18	ชิ้นส่วนพิเศษ	100
	รวม	2,610

ในการปรับปรุงงานชั้นที่ 2 เพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการสร้างอากาศยานทัดเทียมกับบริษัทต่างประเทศ การสร้างอากาศยานจะต้องดำเนินการสร้างเป็นจำนวนมากในแต่ละแบบ (Mass Production) สำหรับเครื่องบินขนาดเบา (2,000 ถึง 7,000 ปอนด์) เช่น พอ.4 แต่ละลำมีชิ้นส่วน 2,610 ชิ้น เมื่อดำเนินการสร้างจำนวนมาก ๆ ชิ้นส่วนก็มีมาก คุณภาพของแต่ละชิ้นก็จะต้องมีการตรวจสอบ ในการดำเนินงานในโรงงานปัจจุบันมีการตรวจสอบเฉพาะบางชิ้นที่สงสัย ซึ่งยังไม่เป็นการถูกต้องและปลอดภัยสำหรับนักบิน

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)

ค่าใช้จ่ายสำหรับการควบคุมคุณภาพอากาศยานที่สร้างก็มีความจำเป็นมากในการนำมาวิเคราะห์ เพราะคุณภาพจะเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของนักบิน และความสามารถในการประกอบการกิจค่าใช้จ่าย ถ้าหากได้มีการตรวจทดลองอย่างจริงจังแล้วก็จะสูงมากขึ้นจะได้ทำการคำนวณเปรียบเทียบ ถ้าหากไม่มีการควบคุมคุณภาพตามหลักวิชาที่แท้จริง นักบินก็ไม่มีความมั่นใจที่จะบิน อากาศยานไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เครื่องบินมีอัตโนมัติน้อย หรือเกิดชัดข้องจะต้องจอดอยู่กับพื้นดิน (Ground) ทำให้เกิดการสูญ-

เปล่าได้

หลักใหญ่ ๆ ของการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) ที่ใช้ในโรงงานสร้างเครื่องบินก็คล้าย ๆ กับที่ใช้ในโรงงานอื่นแต่มีจุดวิกฤติมากกว่า (More Critical View Point)

ข้อแตกต่างกันบางข้อที่คล้าย ๆ กันการควบคุมคุณภาพในโรงงานอื่น ๆ คือ

1. ตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุ (Materials) ตรวจสอบเครื่องมือเครื่องจักร, การตรวจแบบรายละเอียด, การประกอบจากหน่วยงานหนึ่งไปอีกหน่วยงานหนึ่ง

2. ปัจจุบันดูว่าหน่วยงานใดหรือการทำงานที่ใดที่ทำให้เกิดชิ้นงานเสียมากที่สุด

3. วางแผนของการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Plan) และการควบคุมกระบวนการ (Process Control) เพื่อใช้ในหน่วยงานที่จำเป็น

หน่วยงานควบคุมคุณภาพจะเกี่ยวข้องกับหน่วยงานอีกหลาย ๆ หน่วย คือ

1. โรงงาน (Manufacturing)
2. วิศวกรแผนแบบ (Engineering Section)
3. การผลิต (Production)
4. เครื่องมือ, เครื่องจักร (Tool Manufacturing)
5. การเงิน (Accounting)
6. จัดซื้อ (Purchasing)
7. ละหัดและหน่วยซ่อม (Service and Spares)

หน่วยงานสุดท้ายที่จะทำการตรวจ (Inspection) เมื่อเครื่องบินเสร็จแล้วก็คือ หน่วยตรวจซ่อม, ทดลองบิน (Test Flight and Delivery Inspection) มีงานที่จะต้องทำคือ

1. จัดตั้งเครื่องมือ (Inspection Equipment such as Radios,etc.)

2. เตรียมเครื่องยนต์และตรวจสอบลำตัว (Preparation of the Engines and Plane for Engine Run up and Ground Check)

3. ตรวจสอบวิทยุ (Radio Operation)

4. ตรวจสอบเข็มทิศ (Compass Swing)

5. ตรวจสอบก่อนบิน (Preflight Check)

6. ตรวจสอบหลังบิน (After Flight Check)

7. ตรวจสอบความกำหนด (Delivery Inspection)

การตรวจมี 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. Variables Inspection

2. Attribute

เป็นการตรวจเช็คต้องการความเที่ยงตรงมากเกี่ยวกับขนาด (Dimension) น้ำหนัก (Weight) หรือตรวจอย่างละเอียดติดต่อกัน (Critical Characteristics Capable of Expression on a Continuous Scale) การใช้ Variables Inspec. (ตามปกติ) สมมุติตัวแปรอยู่ใน Normal Distribution สำหรับการตรวจที่ตรวจเปรียบว่าจะอยู่ในการรับหรือไม่รับ (Limits Acceptableor Defectable) จะอยู่ในรูปของ Attribute Inspection ซึ่งการใช้งานจะน้อยกว่าแบบแรก แต่แบบ Variables ก็ยังมีความจำเป็นสำหรับชิ้นส่วนที่สำคัญบางชิ้น

ในโรงงานการสร้างปัจจุบันก็มีหน่วยงานสำหรับรับผิดชอบด้านการควบคุมคุณภาพอยู่แล้ว การทำงานยังมีลักษณะไปทางตรวจเช็ควันต่อวันของเครื่องบินที่ชำรุด เพื่อทำการซ่อมหรือเช็คชิ้นส่วนบางชิ้นที่สร้างยังไม่มีการทำ Sampling Technique, Control Charts หรือนำ Statistical Method มาใช้

เครื่องมือที่ใช้ปัจจุบันมีเครื่องมือที่ดีและสามารถใช้งานได้หลายด้าน พร้อมทั้งกำลังคนที่มีความชำนาญในการใช้เครื่องมือพอสมควร เครื่องมือที่ใช้อยู่มี

- เครื่องลายเปรียบเทียบ Jones & Lanson
- เครื่องตรวจผิวเคลือบ Taptoskop Universal (Magnetic Film Thickness)
- เครื่องตรวจความขรุขระ (Roughness Tester)
- เครื่องวัดความแข็งโลหะ (Scleroscope)
- เครื่องวัดความแข็งของยาง (Elasticity)
- เครื่องตรวจรอยสึกของผิวโลหะ (Dial Gage)
- เครื่องวัดสปริงแหวนสูบ (Ring Testing)
- เครื่องวัดความหนา (Thickness Gage)
- เครื่องวัดแรงดึง (Tension Meter)
- Vernier Calipers
- เครื่องวัดความกลม (Precision Measuring Support and Indicator)
- เครื่องวัดแหวนลูกสูบ (Piston Ring Testing Machine)
- X-Ray
- เครื่องตรวจผิวเรียบ (Optical Flat and Monocromatic Light)
- เครื่องวัดความหนาผิวเคลือบ (Universal Magnetic Film Thickness Gage)
- เครื่องวัดความแข็ง (Bacal Impressor)

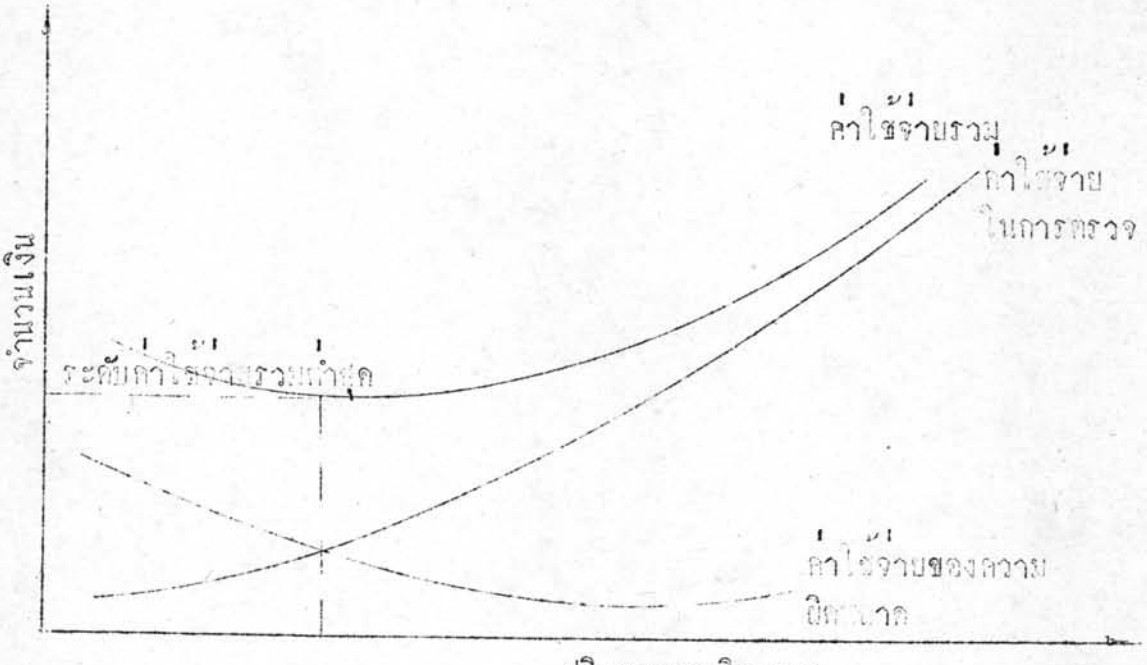
ความสามารถของเครื่องที่มีอยู่อยู่ในขั้นสูง เช่น

1. เครื่องวัดความแข็ง (Basal Impressor)
   - วัดความแข็งได้ 0-100 บาร์กอล
   - ใช้ได้กับวัสดุอลูมินั่มผสม, อลูมินั่ม, โลหะอ่อน, พลาสติก

2. เครื่องวัดความหนาฝิวเคลือบ (Universal Magnetic Film Thickness Gague)
   - วัดฝิวเคลือบได้ 0-300 มิล
   - วัดฝิวเคลือบได้ทุกชนิดที่เป็นแม่เหล็กไม่ได้ และเคลือบอยู่บนโลหะที่เป็นแม่เหล็กได้
3. เครื่องตรวจฝิวเรียบ (Optical Flat and Monocromatic Light)
   - วัดความคลาดเคลื่อนของฝิวเรียบได้ถึง 6 ในล้านนิ้ว
   - ใช้แสงธีเลี่ยม มีความยาวคลื่น 22.3 ในล้านนิ้ว
   - เลนซ์ฝิวเรียบมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 ในล้านนิ้ว
4. เครื่องวัดความกลม (Precision Measuring Support and Indicator)
   - วัดความกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว
   - เครื่องวัดอ่านได้ถึง 1 ในหมื่นนิ้ว
5. เครื่องวัดความแข็ง (Scleroscope)
   - วัดความแข็งได้ 0-120 ชอร์ และ 0-800 บริเนลล์
6. เครื่องวัดแหวนลูกสูบ (Piston Ring Testing Machine)
   - ใช้แรงกดได้ 30 ปอนด์
   - แบ่งวัดละเอียดถึงวัดละ 1 ออนซ์
   - วัดแหวนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางได้ถึง 8 นิ้ว
7. เครื่องฉายเปรียบเทียบ (Optical Comparator)
   - ภาพแนวตั้ง 9 นิ้ว
8. แท่นฝิวเรียบ (Surface Plate)
   - มีฝิวเรียบซึ่งมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.0001 นิ้ว
   - ขนาดกว้าง 20 นิ้ว ยาว 32 นิ้ว
   - ไม่เป็นสนิมเพราะทำจากหินแกรนิต
   - ใช้หาศูนย์ ตรวจขอบระยะและมุม

ค่าใช้จ่ายในการควบคุมคุณภาพ จะมีความสัมพันธ์กับราคาทุนรวม โดยเกิดจากค่าใช้จ่ายในการตรวจ (Cost of Vigitance) กับค่าใช้จ่ายของความผิดพลาด (Cost of Error) โดยเป็นสัดส่วนกรงกันข้าม (Varyinversdy)

ค่าใช้จ่ายในการตรวจจะเป็นค่าใช้จ่ายในการเพิ่มเวลาเครื่องมือและคนในการทำการตรวจ ตรวจสอบ ค่าใช้จ่ายของความผิดพลาดจะเป็นค่าใช้จ่ายของการทำงานใหม่ หรือทิ้งชิ้นส่วนที่สร้างผิด ค่าใช้จ่ายของความผิดพลาด ตามรูปที่ 3.18 จะลดลงแล้วเพิ่มขึ้นเมื่อถึงจุดหนึ่งที่มีการเอาใจใส่กับความผิดพลาดมากเกินไป ตัวอย่าง เช่น การพิมพ์ดีดเมื่อเอาใจใส่มากเกินไป จะพิมพ์ผิดเพิ่มขึ้นอีก[1]



รูปที่ 3.18 ค่าใช้จ่ายรวมเกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายในการตรวจกับค่าใช้จ่ายของความผิดพลาด

---

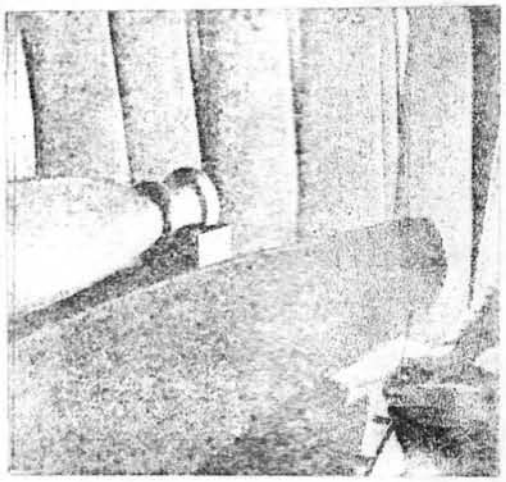
[1] James L. Riggs, Production Systems, Planning, Analysis and Control (New York : John Wiley and Sons, 1970), pp.333-339

ในการคำนวณหาค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด จะต้องใช้การออกแบบทางสถิติ โดยให้ผลผลิตจากขบวนการสร้างอยู่ในระดับบังคับ (Control Limits) เหตุการณ์ที่ผลผลิตในขบวนการสร้างจะอยู่นอกขบวนการผลิตเกิดขึ้น เนื่องจาก

1. มีการเปลี่ยนตัวผู้ปฏิบัติงาน
2. มีการเปลี่ยนวัสดุ
3. มีการเปลี่ยนเครื่องมือ เครื่องจักร

ผังของระดับบังคับที่ใช้กันมากคือ ระบบเฉลี่ย, $\bar{X}$ กับผังระบบเฉลี่ย ($\bar{X}$ Charts) จะเป็นการแสดงถึงการวัดเฉลี่ยของตัวอย่าง แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยทั้งหมด ผังความคลาดเคลื่อนของแต่ละชิ้น (R Charts) จะเป็นการแสดงถึงค่าแตกต่างจากตัวอย่างทั้งหมด

ตัวอย่างในการใช้ผังระบบเฉลี่ย, $\bar{X}$ กับผังความคลาดเคลื่อน, $\bar{R}$ ในการวัดระดับเส้นผ่ากลางของใบพัด ตามรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 การวัดระดับเส้นผ่ากลางใบพัด ขนาดตามที่ออกแบบ 1 ฟุต ในการสุ่มตัวอย่าง 5 ชิ้น ในแต่ละตัวอย่างจะได้ค่าออกมาตามตารางที่ 3.13

จากค่าเฉลี่ย = $\bar{\bar{X}}$

จากความคลาดเคลื่อน = $\bar{R}$

จำนวนตัวอย่าง = N

$$\bar{\bar{X}} = \frac{X}{N}$$

$$\bar{R} = \frac{R}{N}$$

จำนวนชั้นในแต่ละตัวอย่าง = n

ระดับบังคับสูงสุด = $\bar{\bar{X}} + A\bar{R} = B\bar{R}$

ระดับบังคับต่ำสุด = $\bar{\bar{X}} - A\bar{R} = C\bar{R}$

ค่า A,B,C ได้จากตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 ข้อมูลระดับเส้นผ่าศูนย์กลางใบพัด

ตัวอย่างที่	ความยาว (ฟุต)					ผลรวม	$\bar{\bar{X}}$	R
1	1.04	1.01	0.98	1.02	1.00	5.05	1.010	0.06
2	1.02	0.97	0.96	1.01	1.02	4.98	0.996	0.06
3	1.01	1.07	0.99	1.03	1.00	5.10	1.020	0.08
4	0.98	0.97	1.02	0.98	0.98	4.93	0.986	0.05
5	0.99	1.03	0.98	0.98	1.02	5.03	1.006	0.04
6	1.02	0.95	1.04	1.02	0.95	4.98	0.996	0.09

ตารางที่ 3.13 ข้อมูลระดับเส้นผ่าศูนย์กลางใบพัด (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ความยาว (ฟุต)					ผลรวม	$\bar{X}$	R
7	1.00	0.99	1.01	1.02	1.01	5.03	1.006	0.03
8	0.99	1.02	1.00	1.04	1.09	5.14	1.002	0.10
9	1.03	1.04	0.99	1.02	0.94	5.02	1.004	0.10
10	1.02	0.98	1.00	0.99	1.02	5.01	1.002	0.04
						รวม	10.043	0.65

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}}{N} = \frac{10.043}{10} = 1.0043$$

$$\bar{R} = \frac{R}{N} = \frac{0.65}{10} = 0.065$$

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A\bar{R}$$

$$= 1.0048 + .577(0.065)$$

$$= 1.0048 + 0.0375 = 1.0423$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A\bar{R}$$

$$= 1.0048 - 0.0375 = 0.9673$$

ค่า A ได้จากตารางที่ 3.14 (ใช้ที่ n = 5) จากค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละชิ้น, $\bar{R} = 0.065$

$$UCL = B\bar{R} = 2.114(0.065) = 0.137$$

$$LCL = C\bar{R} = 0.0(0.065) = 0.0$$

ค่า B,C ได้จากตารางที่ 3.15 เมื่อ n = 5

ตารางที่ 3.14 ค่า A สำหรับผังระบบเฉลี่ย[1]

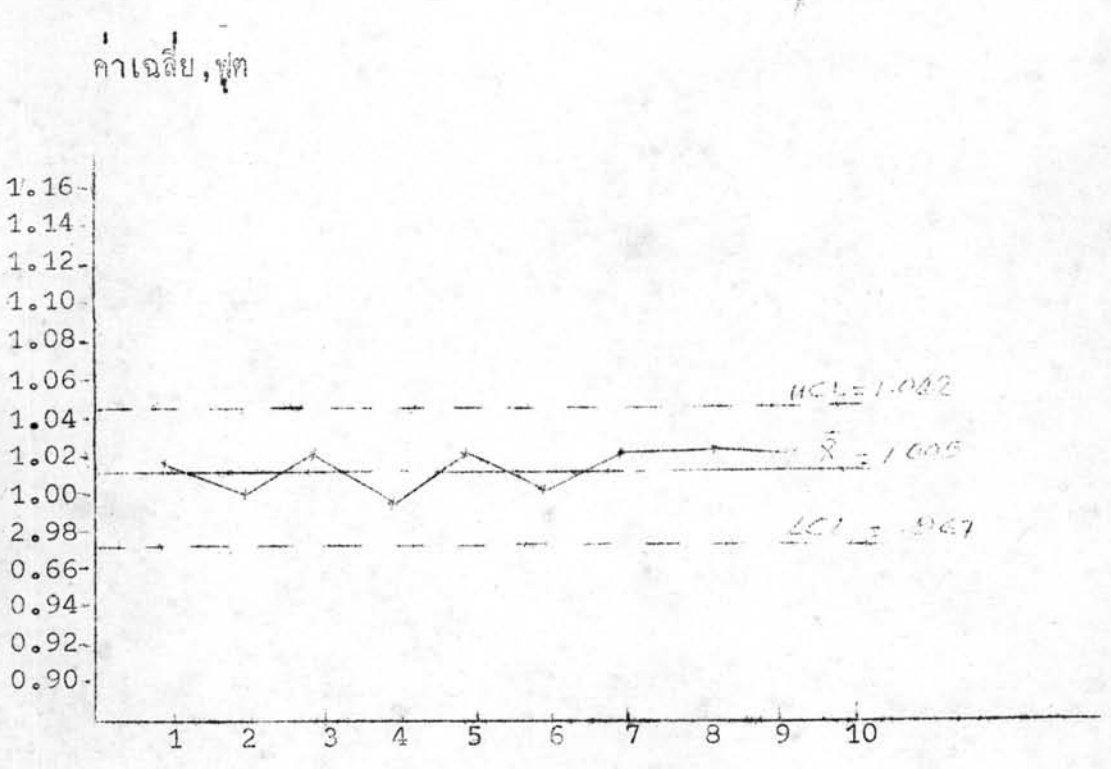
n	A
2	1.880
3	1.023
4	0.729
5	0.577
6	0.483
7	0.419
8	0.373
9	0.337
10	0.308
12	0.266
14	0.235
16	0.212

[1] เรื่องเดียวกัน, หน้า 169.

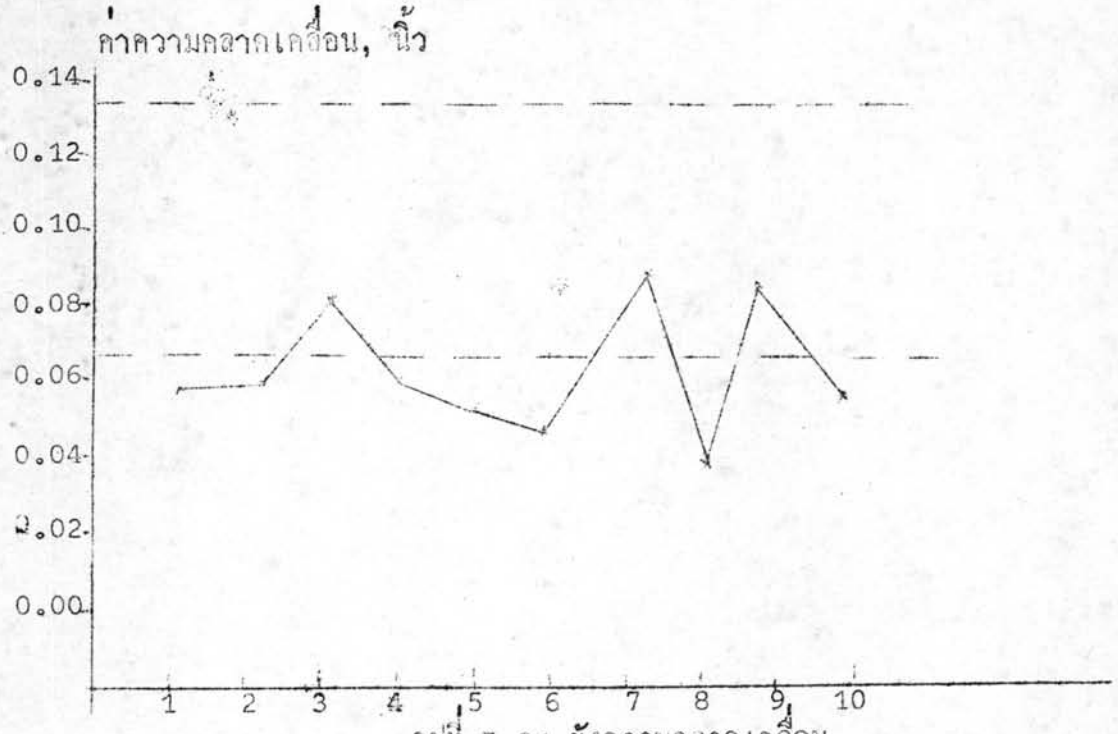
ตารางที่ 3.15 ค่า B,C สำหรับผังความคลาดเคลื่อน[1]

n	B	C
2	3.268	0.000
3	2.574	0.000
4	2.282	0.000
5	2.114	0.000
6	2.004	0.000
7	1.924	0.076
8	1.864	0.136
9	1.816	0.184
10	1.777	0.223
12	1.716	0.284
14	1.671	0.329
16	1.636	0.364

[1] เรื่องเดียวกัน, หน้า 169.



รูปที่ 3.20 ผังระบบเฉลี่ย

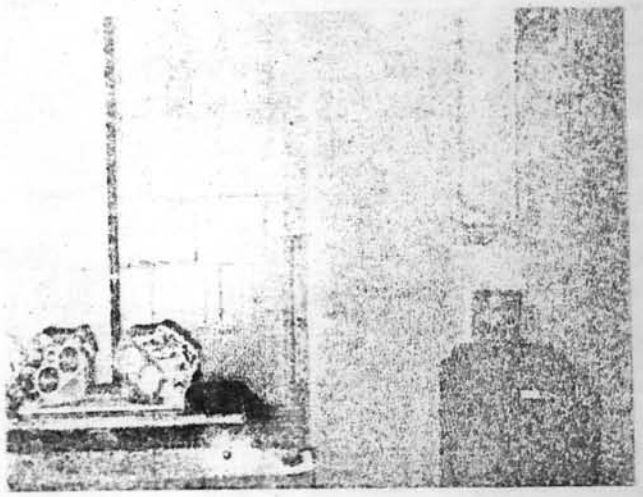


รูปที่ 3.21 ผังความคลาดเคลื่อน

จากรูปที่ 3.21 แสดงว่าระดับเส้นผ่าศูนย์กลางใบพัดอยู่ในระดับใช้งานได้

สำหรับชิ้นส่วนอื่น ๆ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการตรวจก็จะต้องมีการสุ่มตัวอย่างและคำนวณหาจำนวนชิ้นงานที่จะตรวจ (Sample Size) ในแต่ละงาน เช่น การตรวจการตกแต่งผิว ตามรูปที่ 3.22 หรือการตรวจรอยร้าวภายในของชิ้นงานโลหะ ตามรูปที่ 3.23

รูปที่ 3.22 การตรวจการตกแต่งผิว

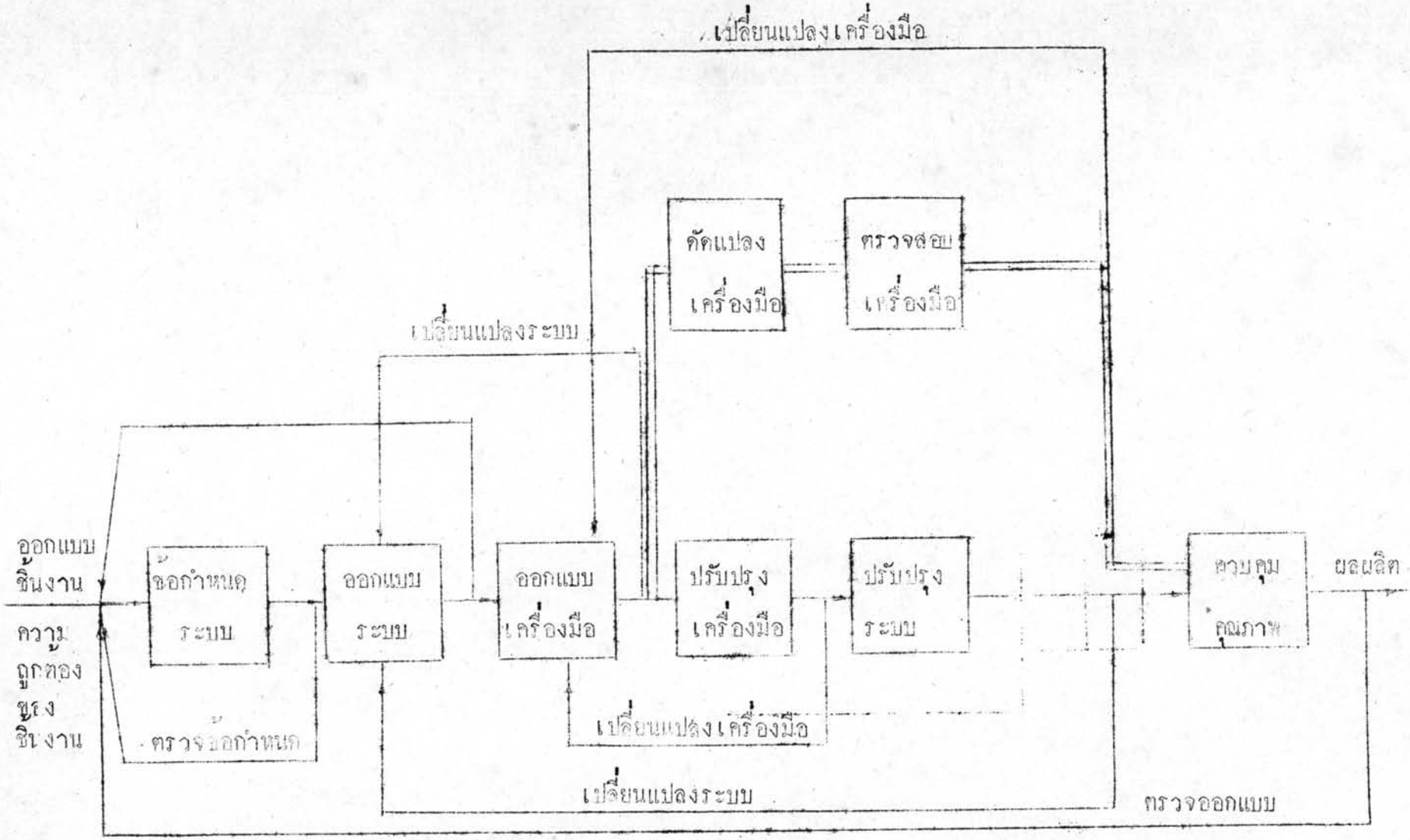


รูปที่ 3.23 การตรวจรอยร้าวภายในของชิ้นงานโลหะ

'การควบคุมคุณภาพที่ดี จะทำให้ระบบการสร้างดำเนินไปได้อย่างได้ผลและรวดเร็ว เพราะถ้ามีชิ้นงานที่ตรวจแล้วเสียมากก็จะทำให้ต้องเปลี่ยนแปลงการสร้างแล้วดำเนินงานใหม่ทั้งหมด ทำให้ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายอีกมาก ซึ่งจะเห็นระบบการทำงานที่มีการควบคุมคุณภาพ[1] ตามรูปที่ 3.24

---

[1]Harold Chest, System Engineering Method (New York : John Wiley and Sons, 1967), pp.30 - 34.

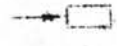
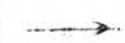
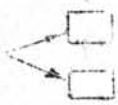
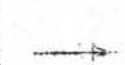
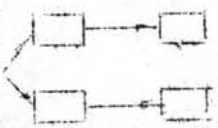


รูปที่ 3.24 ระบบการทำงานที่มีการควบคุมคุณภาพ

<u>ทฤษฎีแถวคอย</u> (Queueing Theory)

ในการเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย ในการสร้างชิ้นส่วนอากาศยาน ค่าใช้จ่ายในการรอคอยวัสดุ, เครื่องมือ, หรือคนงาน เป็นค่าใช้จ่ายที่จำเป็นจะต้องคำนึงถึง

จำนวนชิ้นงาน และที่ไว้ในการสร้างแต่ละชิ้น จำนวนผู้บริบัติ และจำนวนเครื่องจักรที่ใช้ เป็นข้อมูลที่สำคัญ เครื่องจักรภายในโรงงานจะวางอยู่ใน 4 ระบบ ตามรูปที่ 3.25

ระบบการวางเครื่องจักร	งานเข้า	แถวคอย	เครื่องจักร	ชิ้นงาน
แถวเดี่ยว, ระบบเดี่ยว				
แถวรวม, ระบบเดี่ยว				
แถวเดี่ยว, ระบบรวม				
แถวรวม, ระบบรวม				
	จำนวนคน	จำนวนแถวคอย	จำนวนเครื่องจักร	จำนวนชิ้นงาน

รูปที่ 3.25 ระบบการวางเครื่องจักรภายในโรงงาน

ในการคำนวณข้อมูลอยู่ในรูปสูตรการคำนวณ มีดังนี้

จำนวนชิ้นงาน = n

ความน่าจะเป็นของจำนวนชิ้นงานที่ทำการสร้างได้ = P_n

ความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรจะไม่มีงานทำ = P_o

จำนวนชิ้นงานเฉลี่ยในแถวคอย = L_q

จำนวนชิ้นงานในระบบรวมทั้งชิ้นงานที่กำลังสร้าง = L

เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานจะต้องรอก่อนเข้าเครื่อง = W_q

เวลาเฉลี่ยจากการรอคอยจนชิ้นงานสร้างเสร็จ = W

จำนวนชิ้นงานเฉลี่ยที่เข้ามาในระบบสร้างต่อหน่วยเวลา = λ

จำนวนชิ้นงานเฉลี่ยที่เครื่องจักรแต่ละเครื่องสร้างต่อหน่วยเวลา = μ

ค่าต่าง ๆ จะคำนวณจากสูตรในตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 สูตรคำนวณค่าในทฤษฎีแถวคอย[1]

ระบบแถวเดี่ยว	ระบบแถวรวม
$P_n = (1 - \frac{\lambda}{\mu})(\frac{\lambda}{\mu})^n$	$P_o = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{N-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^n}{N!(1-\lambda/\mu N)}\right]}$
$P_o = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$	
$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}$	$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^{N+1}}{(N-1)!(N-\lambda/\mu)^2} \times P_o$
$L = \frac{\lambda}{\mu-\lambda} = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$	$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$
$W_g = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)} = \frac{L_q}{\lambda}$	$W_g = \frac{(\lambda/\mu)^{N+1}}{(N-1)!(N-\lambda/\mu)^2} xP_o = \frac{L_q}{\lambda}$
$W = \frac{1}{\mu-\lambda} = W_g + \frac{1}{\mu} = \frac{L}{\lambda}$	$W = W_g + \frac{1}{\mu} = \frac{L}{\lambda}$

ตารางที่ 3.16 สูตรคำนวณค่าในทฤษฎีแถวคอย

ค่าใช้จ่ายในการเตรียมเครื่องจักรไว้เพื่อแทนเครื่องจักรที่เสียในจำนวนพอดีจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายลงได้มาก ตัวอย่างเมื่อมีเครื่องจักรเสีย 2 เครื่องต่อวัน และข้อมูลมีกระจายเป็นแบบ Poisson Distribution

$$P_n = \frac{e^{-\lambda}\lambda^n}{n!} \quad ; \quad e = 2.7183$$

---

[1] เรื่องเดียวกัน, หน้า 169.

ความน่าจะเป็นเมื่อเครื่องจักรเสีย 1 เครื่อง = $\frac{2.7183^{-2} \times 2^{1}}{2!}$ = .270

ความน่าจะเป็นเมื่อเครื่องจักรเสีย 2 เครื่อง = $\frac{2.7183^{-2} \times 2^{2}}{2!}$ = .270

ความน่าจะเป็นเมื่อเครื่องจักรเสีย 3 เครื่อง = $\frac{2.7183^{-3} \times 2^{3}}{3!}$ = .180

และต่อ ๆ ไป ซึ่งจะสามารถนำไปหาผลรวมต่ำสุดของจำนวนเครื่องจักรที่ควรจะเตรียมไว้จาก

ค่าใช้จ่ายรวม = ค่าใช้จ่ายจากเครื่องจักรเสีย + ค่าใช้จ่ายในการมีเครื่องสำรองระดับต่าง ๆ

จากทฤษฎีแถวคอย ข้อมูลของจำนวนเครื่องจักร จะนำมาเป็นข้อมูลสำคัญในการวางแผนผังโรงงาน โดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญดังนี้[1]

1. ลดค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายวัสดุ
2. ทำให้งานผลิตดำเนินต่อเนื่องกันไปได้อย่างราบรื่น
3. ลดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ยังประกอบไม่เสร็จให้เหลือน้อยที่สุด
4. การใช้พื้นที่บริเวณโรงงานให้ได้ประโยชน์มากที่สุด
5. การใช้เครื่องจักรอุปกรณ์การผลิตได้อย่างเต็มที่
6. การใช้กำลังคนได้เหมาะสมและเกิดผลดีที่สุด
7. มีความยืดหยุ่น สามารถเปลี่ยนแผนผังของสถานที่ได้โดยไม่ลำบากนัก
8. ความปลอดภัยของพนักงานและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับงาน

---

[1]พอพันธุ์ รัชจิตพันธ์, "การวางแผนผังโรงงานโดยวิธีเชิงปริมาณ" วิศวกรรมสาร (กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521)

ค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายวัสดุนั้น สามารถจะกำหนดเป็นตัวเลขได้ โดยคำนวณจากระยะทางที่วัสดุถูกเคลื่อนย้ายจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง และปริมาณการเคลื่อนย้าย ตามปกติจะให้ค่าใช้จ่ายผันแปรโดยตรงกับผลคูณระหว่างระยะทางและปริมาณเคลื่อนย้าย วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณในด้านการวางแผนผังโรงงานก็คือ การหาตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องจักร หรือหน่วยงานที่จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายนี้น้อยที่สุด ซึ่งสามารถแทนได้ด้วยสมการดังนี้

$$\text{หาค่าที่น้อยที่สุดของ } C = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} q_{ij} d_{ij}$$

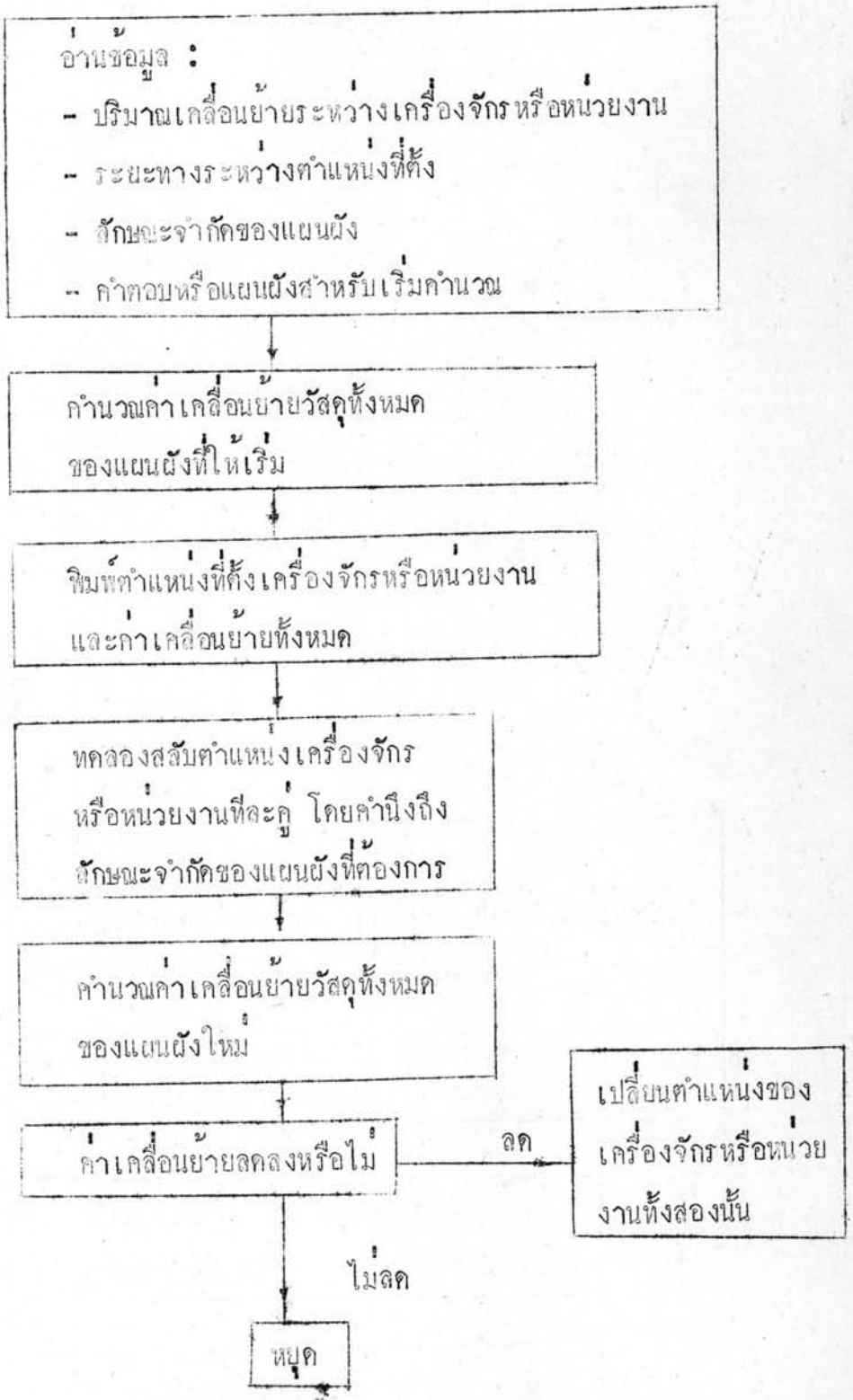
โดย C = ค่าเคลื่อนย้ายวัสดุหรือจำนวนที่แปรผันโดยตรงกับค่าใช้จ่าย

q_{ij} = ปริมาณการเคลื่อนย้ายจากจุด i ถึง j

d_{ij} = ระยะทางระหว่างจุด i ถึง j

n = จำนวนเครื่องจักรหรือหน่วยงาน

จากการคำนวณจะมีคำตอบที่มากมาย จึงทำให้เกิดความสนใจในการใช้คอมพิวเตอร์ในการวางแผนผังโรงงาน วิธีที่ใช้กันมากและมีหลักการง่าย ๆ คือการทดลองคำตอบใดคำตอบหนึ่งแล้วสลับตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องดูทีละคู่ พร้อมกับเก็บคำตอบที่ดีขึ้นแทนคำตอบเดิม และกระทำเช่นนี้ไปจนไม่สามารถหาคำตอบที่ดีกว่าได้ ดังแสดงในแผนผังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 แผนผังของการวิเคราะห์โดยใช้คอมพิวเตอร์

ในการสร้างเครื่องบินจำนวนเพิ่มขึ้นเพื่อให้เพียงพอกับการใช้งานภายในประเทศ ทั้งกองทัพอากาศ, กองทัพบก, กองทัพเรือ, กรมตำรวจ, กระทรวงคมนาคม และกระทรวงเกษตร รวมทั้งหน่วยอื่น ๆ ที่จำเป็น การวางแผนผังโรงงานเพื่อให้โรงงานเป็นหน่วย ๆ เดียว เพื่อลดเวลาและระยะทางการเคลื่อนย้ายขณะปฏิบัติงาน จะลดค่าใช้จ่ายในการผลิตและทำให้สามารถผลิตเครื่องบินได้ในจำนวนมากด้วย

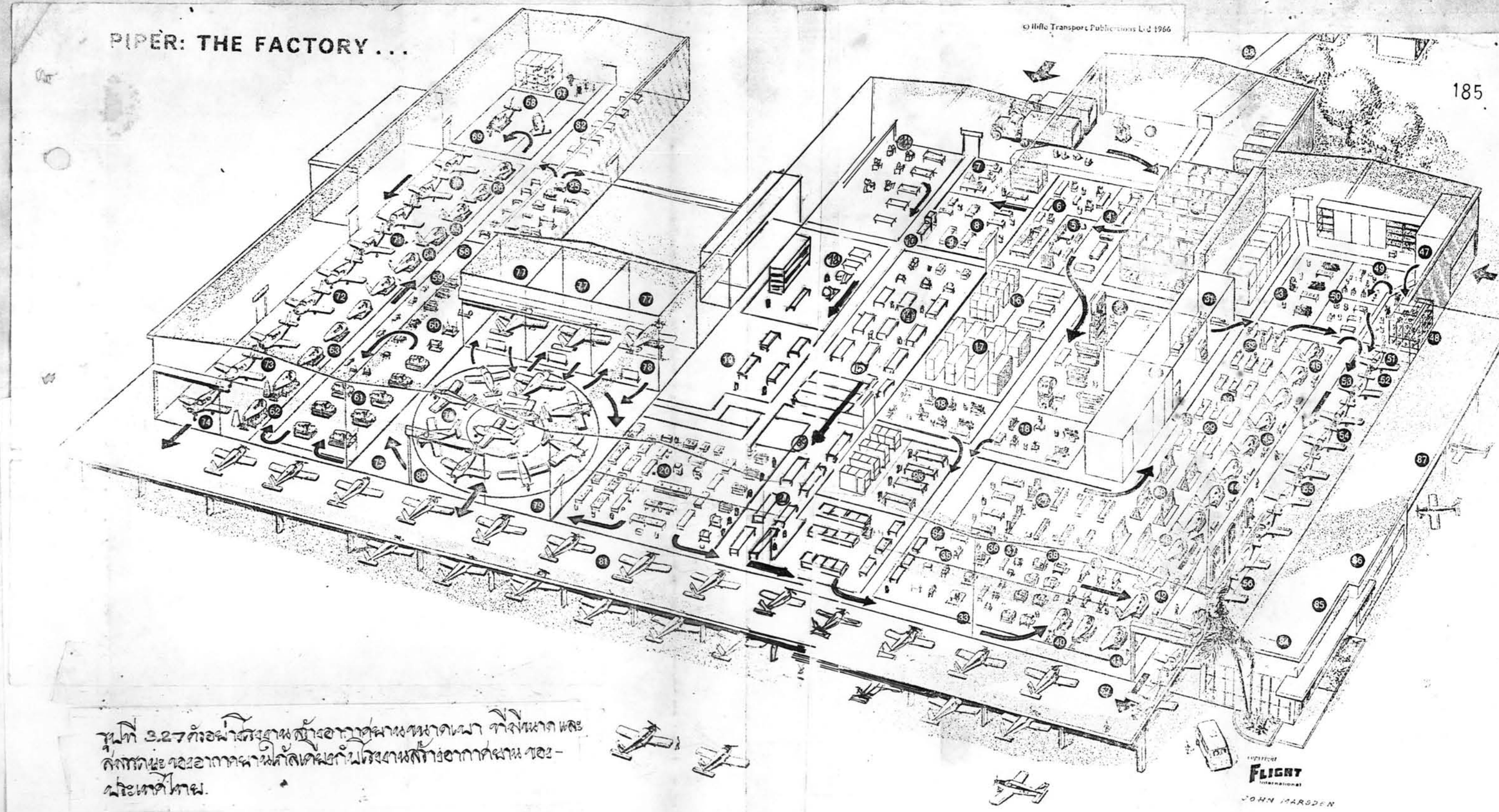
ตัวอย่างโรงงาน Piper Vero Beach Florida, U.S.A. ได้ทำการสร้างโรงงานเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการผลิตอากาศยานขนาดเบา (มีลักษณะและขนาดใกล้เคียงกับ บ.ทอ.4) คือ PA-28 กับ PA-32 ในการลดเวลา, การเคลื่อนไหว และระยะทางการเคลื่อนที่ รวมทั้งการควบคุมระบบงานที่ใกล้ชิด โรงงาน Piper Vero Beach จะสามารถสร้างอากาศยานขนาดเบานี้ได้ปีละ 3,000 เครื่อง รายการตามตารางที่ 3.17 บริเวณรายละเอียดและการปฏิบัติงานของโรงงานสร้างอากาศยาน Piper Vero Beach Florida, U.S.A.[1] ตามรูปที่ 3.27

---

[1] Flight International (24 March 1966)

PIPER: THE FACTORY . . .

© Ilifle Transport Publications Ltd 1966



รูปที่ 3.27 ตัวอย่างโรงงานสร้างอากาศยานขนาดเบา ที่มีขนาดและส่วนประกอบของอากาศยานใกล้เคียงกับโรงงานสร้างอากาศยานของประเทศไทย.

ตารางที่ 3.17 บริเวณรายละเอียดและการปฏิบัติงานของโรงงานสร้างอากาศยาน Piper Vero Beach, Florida California, U.S.A.

ที่	บริเวณที่ปฏิบัติงาน
1.	บริเวณรับพัสดุ
2.	คลังพัสดุ
3.	ที่เก็บเครื่องมือ
4.	ที่ตัดแผ่นอลูมิเนียม
5.	บริเวณแต่งแผ่นอลูมิเนียม
6.	บริเวณต้งเครื่องเจาะ
7.	บริเวณต้งเครื่องกัด-เซาะ
8.	บริเวณเก็บน็อต, ชุดยึด
9.	บริเวณตรวจคุณภาพชิ้นงาน
10.	บริเวณตรวจคุณภาพ ชุดติดต้งเครื่องยนต์ ชุดเบรค และชิ้นส่วนปีก
11.	บริเวณซ่อมชิ้นงาน
12.	บริเวณที่ชิ้นรูป
13.	ประกอบชิ้นส่วนทั่ว ๆ ไป เช่น ประตู, ถังน้ำมัน
14.	ประกอบรวมในบริเวณที่ 13
15.	ประกอบห้องนักบิน
16.	บริเวณเก็บของย่อย
17.	บริเวณเก็บเครื่องมือ
18.	ห้องเครื่องมือ
19.	หน่วยซ่อมเครื่องจักร

ตารางที่ 3.17 บริเวณรายละเอียดและการปฏิบัติงานของโรงงานสร้างอากาศยาน Piper Vero Beach, Florida, California, U.S.A. (ต่อ)

ที่	บริเวณที่ปฏิบัติงาน
20.	หน่วยงานพลาสติก
21.	หน่วยพ่นสีย่อย
22.	บริเวณเก็บชิ้นประกอบ
23.	บริเวณประกอบชิ้นประกอบ
24.	บริเวณประกอบรวมชิ้นประกอบ
25.	ประกอบชุดบังคับการบิน
26.	ประกอบชิ้นส่วนปีก
27.	ประกอบปีก
28.	ประกอบส่วนกลางปีก
29.	เครื่องมือปีก
30.	ประกอบถังน้ำมันและสวมภายในถัง
31.	สร้างชุดลาก
32.	ประกอบชุดลากกับปีก
33.	เครื่องมือชิ้นส่วนลำตัว PA-28
34.	ประกอบชุดป้องกันความร้อนเครื่องยนต์
35.	ประกอบชุดลำตัวส่วนล่าง
36.	ประกอบลำตัวส่วนหน้า
37.	ประกอบชิ้นส่วนพื้น
38.	ประกอบชิ้นส่วนห้องนักบิน
39.	ประกอบชิ้นส่วนหาง

ตารางที่ 3.17 บริเวณรายละเอียดและการปฏิบัติงานของโรงงานสร้างอากาศยาน Piper Vero Beach, Florida, California, U.S.A. (ต่อ)

ที่	บริเวณที่ปฏิบัติงาน
40.	ประกอบด้านหน้าเข้ากับส่วนหางเข้าด้วยกัน
41.	ประกอบทั้งลำ
42.	ประกอบลำตัวกับส่วนหาง
43.	ประกอบชุดบังคับการบินส่วนหาง
44.	ประกอบท่อระบายอากาศในห้องนักบิน
45.	ประกอบเครื่องมือและสายไฟในห้องนักบิน
46.	ติดตั้งระบบเบรค
47.	บริเวณซับเครื่องยนต์
48.	ห้องเก็บเครื่องยนต์
49.	ติดตั้งเครื่องยนต์
50.	ติดตั้งที่รองรับเครื่องยนต์
51.	ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่เหลือ
52.	ประกอบปีกกับลำตัว
53.	ติดตั้งระบบบังคับเครื่องยนต์
54.	ติดตั้งเก้าอี้นักบิน
55.	ติดตั้งระบบวิทยุและไมโครโฟน
56.	ตรวจสอบ
57.	ทดลองเครื่องยนต์
58.	ประกอบลำตัว PA-32
59.	ประกอบส่วนหาง

ตารางที่ 3.17 บริเวณรายละเอียดและการปฏิบัติงานของโรงงานสร้างอากาศยาน Piper Vero Beach, Florida, California, U.S.A. (ต่อ)

ที่	บริเวณที่ปฏิบัติงาน
60.	ประกอบส่วนล่างของลำตัว
61.	ประกอบห้องนักบิน
62.	ประกอบส่วนหางกับลำตัว
63.	เคลื่อนย้ายลำตัว
64.	ประกอบชุดบังคับการบินส่วนหาง
65.	ติดตั้งระบบถ่ายเทอากาศห้องนักบิน
66.	ติดตั้งระบบเบรกและชุดบังคับการบินส่วนหน้า
67.	ติดตั้งเครื่องยนต์
68.	ประกอบทั้งลำ
69.	ประกอบเครื่องยนต์และชุดบังคับ
70.	ประกอบปีกกับลำตัว
71.	ติดตั้งที่นั่งนักบิน
72.	ติดตั้งระบบวิทยุและใบพัด
73.	ตรวจสอบ
74.	ติดเครื่องทดสอบเครื่องยนต์
75.	บริเวณพ่นสี
76.	บริเวณเตรียมเครื่องบินเข้าห้องพ่นสี
77.	ห้องพ่นและอบสี 3 ห้อง
78.	บริเวณยกเครื่องบินขึ้นเพื่อพ่นสีด้านล่าง
79.	บริเวณปล่อยให้สีแห้งโดยอากาศ

ตารางที่ 3.17 บริเวณรายละเอียดและการปฏิบัติงานของโรงงานสร้างอากาศยาน Piper Vero Beach, Florida, California, U.S.A. (ต่อ)

ที่	บริเวณที่ปฏิบัติงาน
80.	ทางเข้าห้องพนักงาน
81.	ตรวจสอบ
82.	บริเวณที่นั่งผู้ปฏิบัติงาน
83.	หน่วยช่วยเหลือ
84.	บริเวณสำหรับผู้มาติดต่อ
85.	บริเวณสำหรับหน่วยขาย
86.	หน่วยควบคุมการผลิต
87.	หน่วยตรวจสอบ
88.	ทางเดินติดต่อกับหน่วยบริหาร
89.	บริเวณที่ทำงานหน่วยบริหาร

ตารางที่ 3.19 ค่าใช้จ่ายโรงงานในการปรับปรุงขั้นที่ 2

รายการ	คงที่	แปร	รวม บาท/ปี
ค่าเสื่อมราคาของอาคาร (Depreciation Building)	5,068,183.20	-	5,068,183.20
ค่าเสื่อมราคาของเครื่องใช้ (Depreciation Equipment)	5,632,628.07	5,294,237.73	10,926,866.80
แรงงานทางอ้อมและแรงงานที่เสียไป (Indirect Labour & Lost)	171,877.50	630,071.50	801,949
การซ่อมบำรุง (Repair & Maintenance)	400,000.00	2,178,000.00	2,578,000.00
ไฟฟ้า (Electric Powers)	300,000.00	10,890,000.00	11,190,000.00
น้ำมัน (Fuel)	200,000.00	5,445,000.00	5,645,000.00
น้ำ (Water)	60,000.00	10,890,000.00	10,950,000.00
สวัสดิการ	700,000.00	800,000.00	
รวมค่าใช้จ่ายโรงงาน	12,532,696.77	30,127,309.23	43,660,000.00

$$\text{จากอัตราค่าใช้จ่ายโรงงาน} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายโรงงาน 1 ปี}}{\text{แรงงานทางตรง 1 ปี}}$$

$$= \frac{43,660,000.00}{1,200,000.00}$$

$$= 40.55 \text{ บาท/ชั่วโมงแรงงานทางตรง}$$

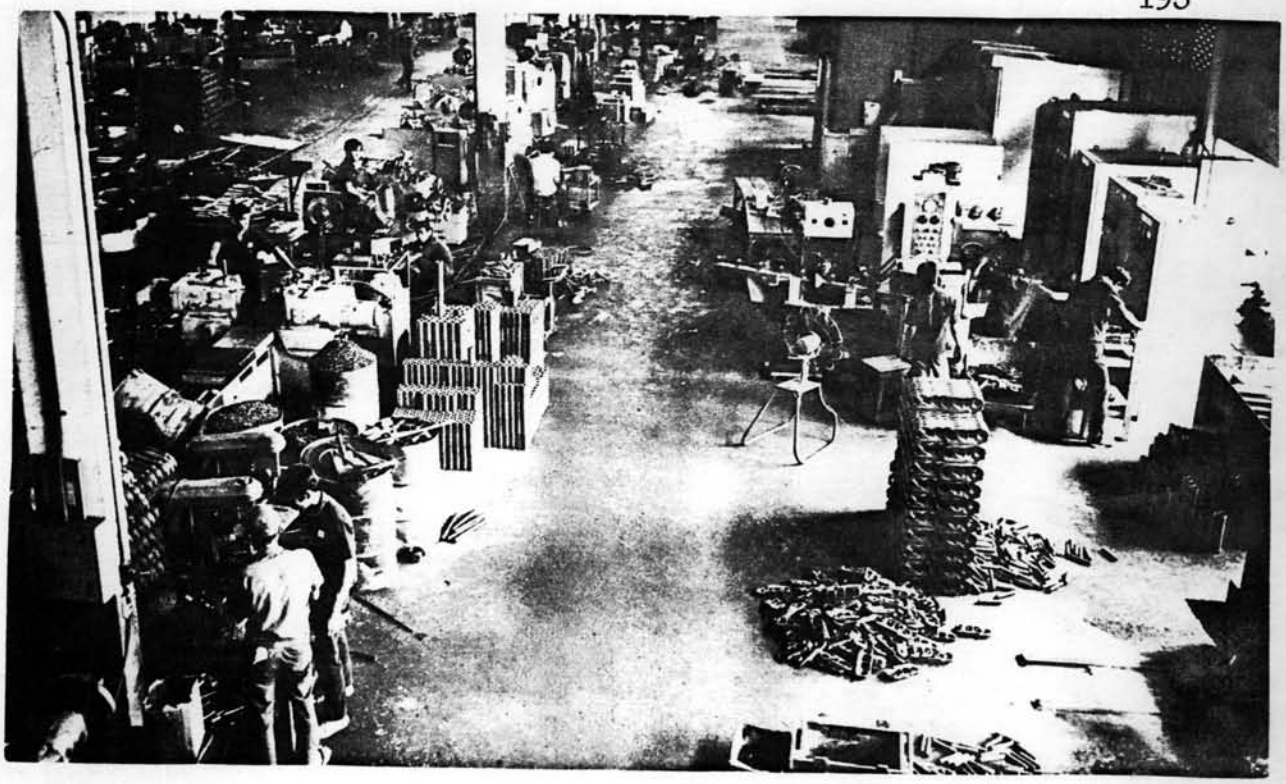
ในการปรับปรุงการสร้างขั้นที่ 2 จะได้มีการวิจัยถึงค่าใช้จ่ายในการสร้างอากาศยาน เมื่อมีบริษัทเอกชนเข้าร่วมสร้างชิ้นส่วนด้วย บริษัทที่จะเข้ามาร่วมดำเนินการ ก็ควรเป็นบริษัทของคนไทย ทั้งการลงทุนและแรงงาน บริษัทต่าง ๆ ที่ได้ศึกษา, เข้าไปดูงาน, ขอข้อมูลโดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่าง (Sample Technique) มี

1. บริษัทเอเชียอุตสาหกรรมเครื่องมือกล จำกัด (ASIA EQUIPMENT INDUSTRY CO. LTD.) สำนักงานและโรงงานเลขที่ 5 ถนนซุปเปอร์ไฮเวย์ คันแดง - คอนเมือง ใกล้แยกพหลโยธิน - ลาดพร้าว นครหลวงกรุงเทพธนบุรี โทร. 770158 - 9 เป็นที่ตั้งของสมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ (The Auto Parts Manufacturers Association) เป็นบริษัทที่ดำเนินกิจการโดยทุน วิศวกร และช่างของไทยร้อยเปอร์เซนต์

2. บริษัท ซาโตเตอร์อุตสาหกรรมจำกัด สำนักงานเลขที่ 126 ถนนเจริญกรุงสามยอด, โรงงานเลขที่ 52 ซอยอุดมสุข (ซอยที่ 103) ถนนสุขุมวิท เป็นบริษัทของคนไทยที่ผลิตวิทยุ, โทรทัศน์ และระบบสื่อสาร

3. บริษัทนากรอลูมิเนียม จก. โรงงานเลขที่ 8 ก.ม. 32 - 3 ถนนพหลโยธิน - รังสิต

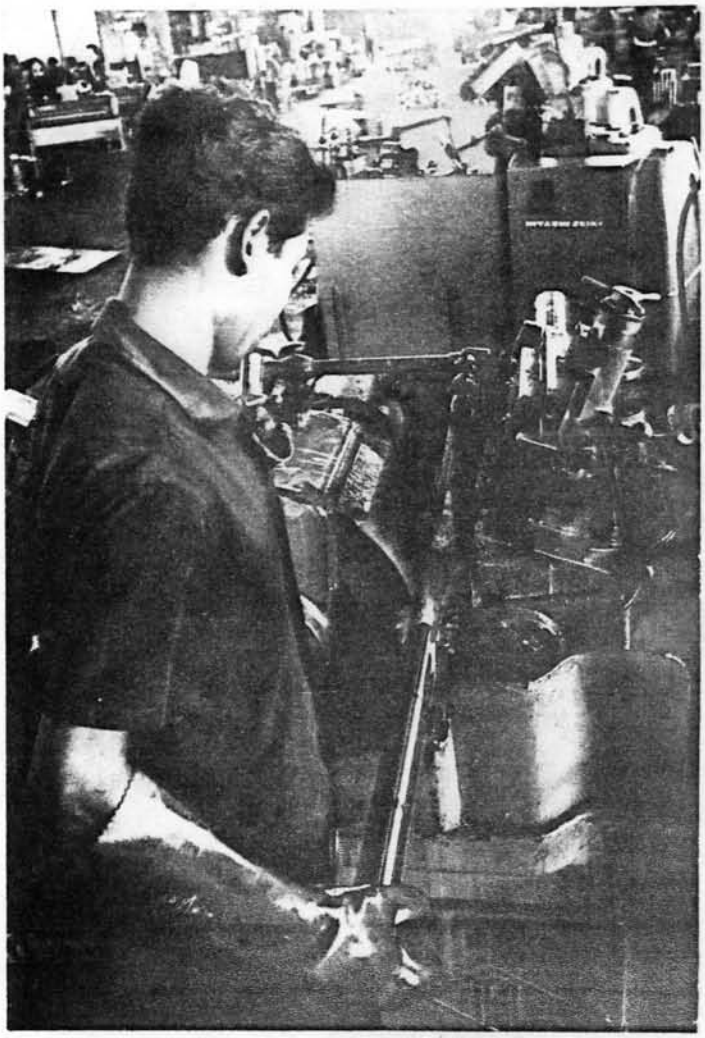
บริษัทและโรงงานที่ได้ข้อมูลมาเป็นโรงงานที่มีการจัดการโรงงานที่ดี เครื่องมือมีประสิทธิภาพสูง และการวางแผนการดำเนินงานที่ดี



รูปที่ 3.28 โรงงานเอกชนที่สุ่มตัวอย่างมีการจัดการโรงงานที่ดี

รูปที่ 3.29 การปฏิบัติงานภายในโรงงานเอเชียอุตสาหกรรมเครื่องมือกล

คุณภาพของชิ้นงานเป็นสิ่งสำคัญสำหรับชิ้นส่วนอากาศยาน โรงงานของเอกชนก็มีการตรวจสอบคุณภาพที่ดีพอ เช่น การทำท่อไร้ตะเข็บ ทำแข็งด้วยกระแสแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง ให้มีความแข็งและความลึกของส่วนที่แข็งสม่ำเสมอ ทั้งภายในและภายนอกโดยไม่มีจุดอ่อน โดยใช้เครื่องเจียรนัยไร้ศูนย์เพื่อขนาดที่ถูกต้องแน่นอน



รูปที่ 3.30 เครื่องเจียรนัยไร้ศูนย์ กำลังเจียรนัยพิน (Centerless Grinding Machine : grinding track)

ในการตรวจสอบคุณภาพและขนาดของชิ้นงาน ก็จะต้องได้ตามมาตรฐาน และเกณฑ์คลาดเคลื่อนในการสร้างอากาศยาน ซึ่งมีการกำหนดโดยบริษัทหรือโรงงานเอกชน ซึ่งจะมีการรับรองโดยหน่วยงานมาตรฐานสินค้าอุตสาหกรรม หรือกรมวิทยาศาสตร์

รูปที่ 3.31 การตรวจสอบคุณภาพ (Quality Control) ในโรงงานเอกชน

ใบรับรองคุณภาพสินค้า

ใบรับรองที่ 106 /2516

กรมวิทยาศาสตร์ได้ทำการวิเคราะห์ตรวจสอบตัวอย่างสินค้า ข้อโซ่ตะขายแทรกเตอร์
(TRACK LINK) ใช้ชื่อหรือตรา AEI

ซึ่ง นายรัชดา หงศ์สถาพร์ ผู้จัดการบริษัทเอเซียนจุลสาหกรรมเครื่องมือกล จำกัด
ตั้งอยู่เลขที่ 5 ถนน รูปเปอร์ไฮเวย์ ตำบล สามเสนใน
อำเภอ บางเขน จังหวัด กรุงเทพมหานคร เป็นผู้ผลิต แล้ว
เห็นว่า มีคุณภาพ "ใช้ได้"

ให้ไว้ ณ วันที่ 31 ตุลาคม 2516

ใบรับรองฉบับนี้หมดอายุวันที่ 31 ตุลาคม 2517

(นายพินิจ หัตเพิ่มเหรียญ)
ช่างเครื่องกลศรี
ผู้ทำการวิเคราะห์ตรวจสอบ

(ธีระ ปัทมสูตร์ ณ อยุธยา)
อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์

หมายเลขปฏิบัติการที่ GH.880

ใบรับรองคุณภาพสินค้า

ใบรับรองที่ 107 /2516

กรมวิทยาศาสตร์ได้ทำการวิเคราะห์ตรวจสอบตัวอย่างสินค้า ปลอกสลักโซ่ตะขายแทรกเตอร์
(TRACK BUSHING) ใช้ชื่อหรือตรา AEI

ซึ่ง นายรัชดา หงศ์สถาพร์ ผู้จัดการบริษัทเอเซียนจุลสาหกรรมเครื่องมือกล จำกัด
ตั้งอยู่เลขที่ 5 ถนน รูปเปอร์ไฮเวย์ ตำบล สามเสนใน
อำเภอ บางเขน จังหวัด กรุงเทพมหานคร เป็นผู้ผลิต แล้ว
เห็นว่า มีคุณภาพ "ใช้ได้"

ให้ไว้ ณ วันที่ 31 ตุลาคม 2516

ใบรับรองฉบับนี้หมดอายุวันที่ 31 ตุลาคม 2517

(นายพินิจ หัตเพิ่มเหรียญ)
ช่างเครื่องกลศรี
ผู้ทำการวิเคราะห์ตรวจสอบ

(ธีระ ปัทมสูตร์ ณ อยุธยา)
อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์

หมายเลขปฏิบัติการที่ GH.881

ใบรับรองคุณภาพสินค้า

ใบรับรองที่ 108 /2516

กรมวิทยาศาสตร์ได้ทำการวิเคราะห์ตรวจสอบตัวอย่างสินค้า สลักโซ่ตะขายแทรกเตอร์
(TRACK PIN) ใช้ชื่อหรือตรา AEI

ซึ่ง นายรัชดา หงศ์สถาพร์ ผู้จัดการบริษัทเอเซียนจุลสาหกรรมเครื่องมือกล จำกัด
ตั้งอยู่เลขที่ 5 ถนน รูปเปอร์ไฮเวย์ ตำบล สามเสนใน
อำเภอ บางเขน จังหวัด กรุงเทพมหานคร เป็นผู้ผลิต แล้ว
เห็นว่า มีคุณภาพ "ใช้ได้"

ให้ไว้ ณ วันที่ 31 ตุลาคม 2516

ใบรับรองฉบับนี้หมดอายุวันที่ 31 ตุลาคม 2517

หมายเลขปฏิบัติการที่ GH.882

ใบรับรองคุณภาพสินค้า

ใบรับรองที่ 109 /2516

กรมวิทยาศาสตร์ได้ทำการวิเคราะห์ตรวจสอบตัวอย่างสินค้า สลักเกลียวพร้อมแป้นเกลียว
จนิคหัวรูปแจ้ง (Hardened Cap Screw Bolt & Nut) ใช้ชื่อหรือตรา AEI

ซึ่ง นายรัชดา หงศ์สถาพร์ ผู้จัดการบริษัทเอเซียนจุลสาหกรรมเครื่องมือกล จำกัด
ตั้งอยู่เลขที่ 5 ถนน รูปเปอร์ไฮเวย์ ตำบล สามเสนใน
อำเภอ บางเขน จังหวัด กรุงเทพมหานคร เป็นผู้ผลิต แล้ว
เห็นว่า มีคุณภาพ "ใช้ได้"

ให้ไว้ ณ วันที่ 31 ตุลาคม 2516

ใบรับรองฉบับนี้หมดอายุวันที่ 31 ตุลาคม 2517

หมายเลขปฏิบัติการที่ GH.883

รูปที่ 3.32 ตัวอย่างใบรับรองคุณภาพสินค้า.

Goods Quality Certificate

Certificate No. 106/1973

The Department of Science has carried out tests on the sample of Track Link, AEI Brand, produced by Asia Equipment Industry Co., Ltd., 5 Superhighway Street, Bangkok 9. The product has satisfactory quality.

Given on 31 October 1973

Expiry Date 31 October 1974

(Sgd.) Praprit Na Nagara
Director General

(Sgd.) Pinith Tuttiamrian
Assistant Technician
Analyst

Lab. No. GH.880

Certified true translation
(Mrs. Ampha Mekanontchai)
Acting Chief, Registration and Statistics Section

Goods Quality Certificate

Certificate No. 107/1973

The Department of Science has carried out tests on the sample of Track Bushing, AEI Brand, produced by Asia Equipment Industry Co., Ltd., 5 Superhighway Street, Bangkok 9. The product has satisfactory quality.

Given on 31 October 1973

Expiry Date 31 October 1974

(Sgd.) Praprit Na Nagara
Director General

(Sgd.) Pinith Tuttiamrian
Assistant Technician
Analyst

Lab. No. GH.881

Certified true translation
(Mrs. Ampha Mekanontchai)
Acting Chief, Registration and Statistics Section

Goods Quality Certificate

Certificate No. 108/1973

The Department of Science has carried out tests on the sample of Track Pin, AEI Brand, produced by Asia Equipment Industry Co., Ltd., 5 Superhighway Street, Bangkok 9. The product has satisfactory quality.

Given on 31 October 1973

Expiry Date 31 October 1974

(Sgd.) Praprit Na Nagara
Director General

(Sgd.) Pinith Tuttiamrian
Assistant Technician
Analyst

Lab. No. GH.882

(Mrs. Ampha Mekanontchai)
Acting Chief, Registration and Statistics Section

Goods Quality Certificate

Certificate No. 109/1973

The Department of Science has carried out tests on the sample of Hardened Cap Track Bolt & Nut, AEI Brand, produced by Asia Equipment Industry Co., Ltd., 5 Superhighway Street, Bangkok 9. The product has satisfactory quality.

Given on 31 October 1973

Expiry Date 31 October 1974

(Sgd.) Praprit Na Nagara
Director-General

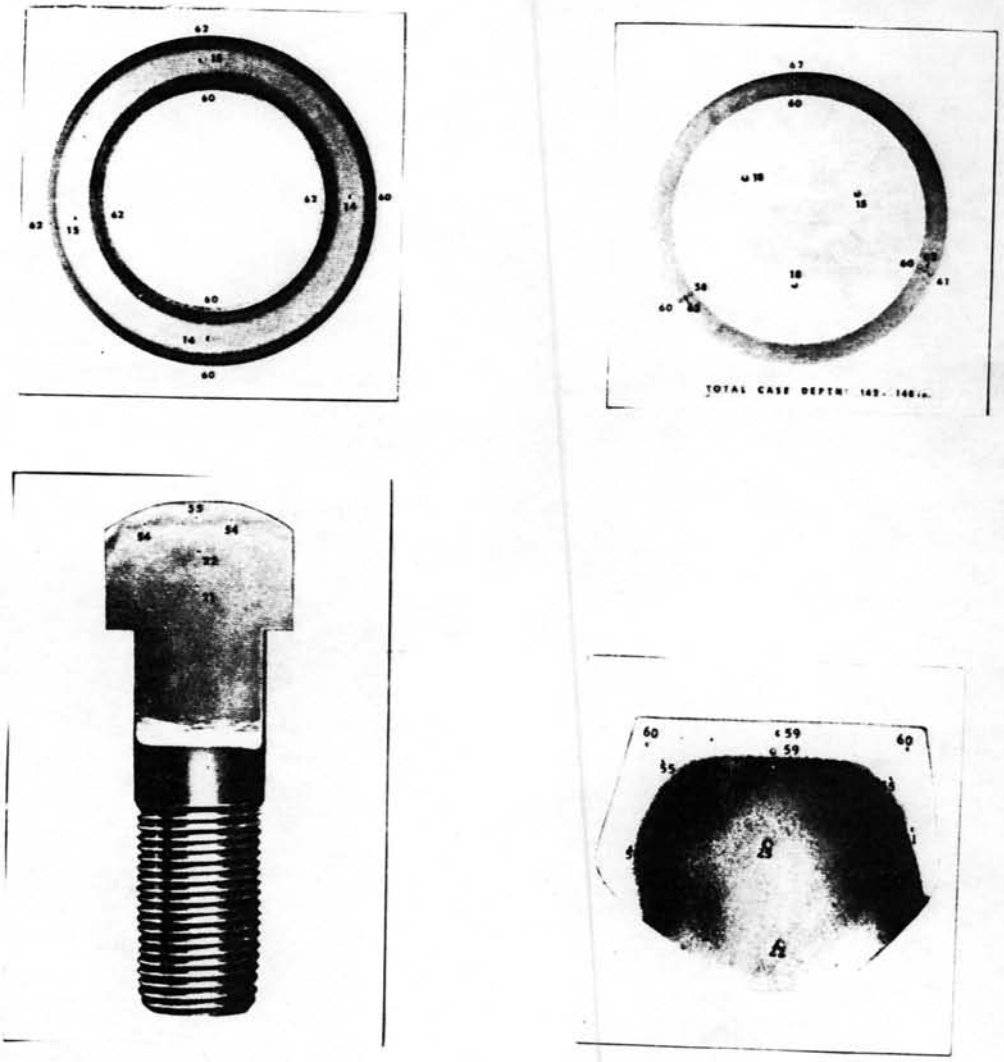
(Sgd.) Pinith Tuttiamrian
Assistant Technician
Analyst

Lab.No. GH.883

(Mrs.Ampha Mekanontchai)
Acting Chief, Registration and Statistics Section

รูปที่ 3.33 ตัวอย่าง Goods Quality Certificate

ขีดความสามารถในการผลิตของโรงงานเอกชน เมื่อเทียบกับมาตรฐานการใช้งานในการสร้างอากาศยานของสำนักงานแผนแบบและพัฒนา กรมช่างอากาศแล้ว ชิ้นงานที่ผลิตสามารถนำมาใช้งานในการสร้างอากาศยานได้ เช่น การผลิต สลักเกลียวและนัท ของบริษัทเอเชียอุตสาหกรรมเครื่องมือกล ที่ทำด้วยเหล็กคาร์บอนปานกลาง ผ่านระบบการทำแข็งด้วยเตาไฟฟ้า และการชุบน้ำมัน จะมีความแข็งระหว่าง 35 - 38 รอคเวลซี เพื่อให้ต้านทานแรงดึงอย่างต่ำ 150,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่หัวสลักชุบด้วยระบบกระแสแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง จนมีความแข็งระหว่าง 55 - 60 รอคเวลซี เพื่อให้การใช้งานนานขึ้น



รูปที่ 3.34 ตัวอย่างรูปตัดแสดงความแข็งตัวเลขเป็นค่าความแข็งแรงรอคเวลซี

ตารางเทียบความแข็งกับแรงดึง

Hardness & Tensile Strength Coordination

(The Curtiss Aeroplane & Motor Co., Inc.)

Shore Unit	Rock well		Brinel	Tensile Strength	
	B-1/16	C	10 m.m	lb / in^2	Kg / mm^2
			18	10,000	7.031
			20	12,000	8.437
			24	14,000	9.843
			28	16,000	11.250
			32	18,000	12.656
			35	20,000	14.062
			39	22,000	15.468
			42	24,000	16.874
			46	26,000	18.281
			50	28,000	19.687
	3		53	30,000	21.093
	10		57	32,000	22.499
	15		60	34,000	23.905
	22		64	36,000	25.312
	28		68	38,000	26.718
	33		72	40,000	28.124
	38		76	42,000	29.530
	43		79	44,000	30.936
	47		83	46,000	32.343
	50		87	48,000	33.749
	54		92	50,000	35.155
	57		96	52,000	36.561
	60		100	54,000	37.967
	62		104	56,000	39.374
	65		108	58,000	40.780
	67		113	60,000	42.186
	69		117	62,000	43.592
	71		122	64,000	44.998
	73		127	66,000	46.405
	75		131	68,000	47.811
	76		136	70,000	49.217
	78		140	72,000	50.623
	80		145	74,000	52.029
	81		150	76,000	53.436
	82		154	78,000	54.842
25	84		158	80,000	56.248
25	85	1	160	80,700	56.740
25	85	2	162	81,500	57.303
26	86	3	165	82,800	58.217
26	87	4	168	84,000	59.060
26	88	4	171	85,000	59.764
27	88	5	174	87,000	61.170
28	88	6	177	88,000	61.873
29	89	7	180	89,200	62.717
29	89	8	183	90,600	63.701
29	90	9	186	91,800	64.545
29	91	10	190	93,800	65.951
30	91	11	193	95,000	66.795
30	93	13	201	98,500	69.255
31	94	14	206	100,500	70.662
32	95	15	210	102,400	71.997
32	95	16	215	104,600	73.544

แผนกแผนแผน วท.ยศ.
เตรียม
เสนอ
ตาราง

ตารางที่ 3.20 ตารางเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งกับแรงดึง

ตารางเทียบความแข็งแรงกันแรงดึง (ต่อ)

Hardness & Tensile Strength Coordination

(The Curtiss Aeroplane & Motor Co, Inc)

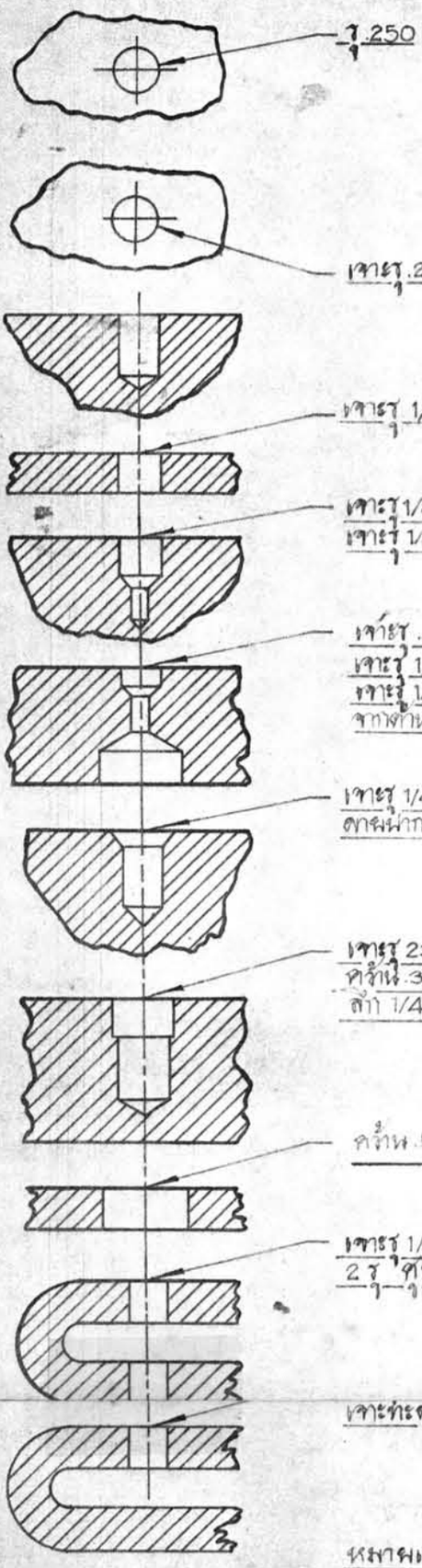
Shore Unit	Rock well		Brinel	Tensile strength	
	B- 1/16	C	10 m.m	lb/in^2	kg/m.m^2
33	96	17	220	106,800	75,091
33	97	18	225	109,000	76,638
34	97	19	230	110,000	77,341
35	98	20	235	113,200	79,591
36	99	21	241	115,800	81,419
36	100	22	247	118,500	83,317
37	101	23	253	121,200	85,216
38	102	24	259	124,000	87,184
39	102	25	265	126,500	88,942
40	103	26	272	129,500	91,051
41	104	27	279	133,000	93,512
42	105	28	286	135,000	94,919
43	106	29	294	139,500	98,083
44	106	30	301	142,300	100,051
45	107	31	309	146,000	102,653
46	108	32	318	150,000	105,465
47	109	33	327	153,800	108,137
48	110	34	337	158,000	111,090
50	111	35	347	162,800	114,465
51	111	36	357	167,800	117,980
52	113	37	367	173,500	121,988
53	114	38	377	179,600	126,277
54	115	39	387	186,000	130,777
56	116	40	398	193,000	135,698
57	117	41	408	200,000	140,620
58		42	419	206,500	145,190
59		43	430	213,400	150,042
61		44	442	221,000	155,385
62		45	453	231,600	162,838
63		46	464	236,600	166,354
65		47	476	245,500	172,611
66		48	488	255,500	179,642
67		49	500	263,500	185,267
69		50	512	273,000	191,946
70		51	524	283,000	198,977
71		52	530		
73		53	548		
74		56			
76		57			
77		58			
78		59			
80		60			
81		61			
82		62			
84		63			

แผนกแผนแผน กท.ชล
เตรียม
เสียน
ตาราง

ตารางที่ 3.21 ตารางเปรียบเทียบ ตารางแข็งแรงกันแรงดึง (ต่อ)

สำนักงานแผนแม่บท และพัฒนาอากาศยาน กรมท่าอากาศ	แก้ไขเปลี่ยนแปลง ครั้งที่	ตรวจ ธนารอง

การเขียนหมายเหตุการเจาะและคว้านรู



สำหรับรูที่มีผิวด้านเดียวนั้น

สำหรับรูที่เจาะไม่ทะลุ

สำหรับรูที่เจาะทะลุ

สำหรับรูที่เจาะซ้อนกันลงไป ศูนย์รูตรงกัน

สำหรับรูที่เจาะจากด้านตรงข้ามลงมา

สำหรับเจาะรูแล้วลบมุม

สำหรับรูที่เจาะเพื่อคว้าน ต้องเจาะให้ลึก
ระยะของดอกคว้านน้อยกว่า 1 เท่าของเส้นผ่า
กลาง ทำทำไม่ดี

สำหรับรูที่คว้านทะลุ

สำหรับรูที่เจาะทะลุทั้งสองข้าง ของชิ้นนี้

หมายเหตุ- ความลึกของการเจาะรู ให้วัดถึงปลายของดอกเจาะ
ไม่ใช่วัดถึงปลายคอกเจาะ

ตารางที่ 3.22 ตัวอย่างมาตรฐาน การเขียนหมายเหตุการเจาะและคว้านรู

สำนักงานแผนแนน และพัฒนาอากาศยาน กรมช่างอากาศ	แก้ไขเปลี่ยนแปลง ครั้งที่	ตรวจ ... รับรอง

ขนาดของรู และ เกณฑ์คลาดเคลื่อน

ขนาดของดอกเจาะ ตั้งแต่ 1/2 นิ้ว ถึง นัมเบอร์ 80

ขนาด	เทียบเป็นทศนิยม	ขนาด	เทียบเป็นทศนิยม	ขนาด	เทียบเป็นทศนิยม	ขนาด	เทียบเป็นทศนิยม
1/2	.5000	G	.2610	23	.1540	1/16	.0625
31/64	.4844	F	.2570	24	.1520	53	.0595
15/32	.4687	1/4	.2500	25	.1495	54	.0550
29/64	.4531	D	.2460	26	.1470	55	.0520
7/16	.4375	C	.2420	27	.1440	3/64	.0469
27/64	.4219	B	.2380	9/64	.1406	56	.0465
Z	.4130	15/64	.2344	28	.1405	57	.0430
13/32	.4062	A	.2340	29	.1360	58	.0420
Y	.4040	1	.2280	30	.1285	59	.0410
X	.3970	2	.2210	1/8	.1250	60	.0400
25/64	.3906	7/32	.2187	31	.1200	61	.0390
W	.3860	3	.2130	32	.1160	62	.0380
V	.3770	4	.2090	33	.1130	63	.0370
3/8	.3750	5	.2055	34	.1110	64	.0360
U	.3680	6	.2040	35	.1100	65	.0350
23/64	.3594	13/64	.2031	7/64	.1094	66	.0330
T	.3580	7	.2010	36	.1065	67	.0320
S	.3480	8	.1990	37	.1040	1/32	.0313
11/32	.3437	9	.1960	38	.1015	68	.0310
R	.3390	10	.1935	39	.0995	69	.0292
Q	.3320	11	.1910	40	.0980	70	.0280
21/64	.3281	12	.1890	41	.0960	71	.0260
P	.3230	3/16	.1875	3/32	.0937	72	.0250
O	.3160	13	.1850	42	.0935	73	.0240
5/16	.3125	14	.1820	43	.0890	74	.0225
N	.3020	15	.1800	44	.0860	75	.0210
19/64	.2969	16	.1770	45	.0820	76	.0200
M	.2950	17	.1730	46	.0810	77	.0180
L	.2900	11/64	.1719	47	.0785	78	.0160
9/32	.2812	18	.1695	5/64	.0781	1/64	.0156
K	.2810	19	.1660	48	.0760	79	.0145
J	.2770	20	.1610	49	.0730	80	.0135
I	.2720	21	.1590	50	.0700		
H	.2660	22	.1570	51	.0670		
17/64	.2656	5/32	.1562	52	.0635		

ขนาดเป็นเศษส่วน เพิ่มขึ้นทีละ 1/64 นิ้ว จนถึง 1 3/4 นิ้ว

เกณฑ์คลาดเคลื่อนของรูที่เจาะ ถ้าหากไม่ได้กำหนดไว้ในแบบ ให้ถือตามนี้

ขนาดดอกเจาะ	เกณฑ์คลาดเคลื่อนของรู
040 ถึง .1285	+.002 -.001
136 „ .228	+.003 -.001
234 „ 1/2	+.004 -.001
33/64 „ 3/4	+.005 -.001
49/64 „ 1	+.007 -.001
1-1/64 „ 2	+.010 -.001

ตารางที่ 3.23 ตัวอย่าง มาตรฐาน ขนาดของรู และ เกณฑ์คลาดเคลื่อน

จากค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานก่อนปรับปรุงและการปรับปรุงขั้นที่ 1 จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายสำหรับค่าแรงงานทางอ้อมและค่าใช้จ่ายโรงงาน (Factory Over Head) เมื่อเปรียบเทียบกับโรงงานต่างประเทศยังสูง

จากรูปที่ 2.5 ก่อนปรับปรุง 73.48 % > 27 %

รูปที่ 3.10 ปรับปรุงขั้นที่ 1 43.69 % > 27 %

ในการดำเนินงานปรับปรุงขั้นที่ 2 เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการพัฒนาประเทศที่ต้องการให้มีงานทำและเพิ่มผลผลิตเพื่อลดการเสียดุลย์การค้ากับต่างประเทศ จึงสมควรใช้มีการร่วมมือกับบริษัทเอกชนภายในประเทศในการดำเนินการสร้างชิ้นส่วนและประกอบเครื่องบิน บริษัทที่มาร่วมมือได้จะต้องเป็นบริษัทที่มีความสามารถทั้งในด้านกลึงโลหะชิ้นส่วนอากาศยาน, ขึ้นรูปแผ่นอลูมิเนียม , ประกอบระบบไฟฟ้า, สื่อสาร, ระบบไฮโดรลิค, ระบบเชื้อเพลิง และการขึ้นรูปชิ้นส่วนพลาสติกกันความร้อน ตัวอย่างการแบ่งงานของบริษัทต่าง ๆ เช่น บริษัทเยเนรัล ไดนามิกส์ ได้รับเลือกให้เป็นบริษัทคู่สัญญาในการผลิต เอฟ-111 โดยมีบริษัทกรัมแมนแอร์คราฟท์ร่วมงานอยู่ด้วย และยังได้แยกงานให้บริษัทอีกหลายแห่งรับผิดชอบงาน ตามตารางที่ 3.18

ตารางที่ 3. 24 ตัวอย่างการแบ่งแยกงานของบริษัทสร้างอากาศยาน[1]

บริษัท	รับผิดชอบงานด้าน
1. บริษัทเยเนอร์รัลอีเล็กทริค	ผลิตเรดาห์ ใช้ในการโจมตีเป้าหมาย, ระบบบังคับการบินและระบบอาวุธบางส่วน
2. บริษัทเวสติงเฮาส์อีเล็กทริค	ระบบไฟฟ้าที่จ่ายใช้ในเครื่องบิน
3. บริษัทลิตตันอินดัสทรีส์	ระบบเดินอากาศ, การโจมตีเป้าหมาย และการเดินอากาศโดยอาศัยดวงดาว
4. บริษัทเซนเตอร์สแอสโซซิเอตส์	อุปกรณ์ต่อต้านอีเล็คโทรนิคส์
5. บริษัทอริโก	เครื่องรับข่าวสารเพื่อการต่อต้านข่าวกรอง

แรงงานทางอ้อมและค่าใช้จ่ายโรงงานในการปรับปรุงขั้นที่ 2

จากโครงการปรับปรุงขั้นที่ 2 ได้มีการเพิ่ม

อาคารทดสอบสำหรับโครงสร้าง		1,200,000.00	บาท
อาคารสำนักงานวิจัยและพัฒนาอากาศยาน		3,800,000.00	บาท
	รวม	5,000,000.00	บาท
เครื่องมือและอุปกรณ์		1,500,000.00	บาท

---

[1] ช่างอากาศ, กรม, "การบินและอวกาศ." นิตยสารช่างอากาศ (ตุลาคม 2519) : 5

ค่าเสื่อมราคาของอาคารและเครื่องมือ จะคำนวณจาก

(Annual Cost Comprison)

ราคาอาคารรวม = 41,300,000.00 + 5,000,000.00 = 46,300,000.00 บาท

อายุการใช้งาน 15 ปี ราคาหลังใช้งาน 20 % = 9,200,000.00 บาท

ราคาเครื่องมือ = 104,996,045.00 + 1,500,000.00 = 106,490,045.00 บาท

อายุการใช้งาน 15 ปี ราคาหลังใช้งาน 15 % = 31,948,813.50 บาท

ค่าเสื่อมราคาอาคาร

CR = (46,300,000.00 - 9,260,000.00)(A/P, 8%, 15)
+ (9,260,000)(.08)

= 37,040,000.00 (.11683)+ 740,800.00

= 4,327,383.20 + 740,800.00

= 5,068,183.20 บาท/ปี

ค่าเสื่อมราคาเครื่องมือ

CR = (106,496,045.00 - 31,948,813.50)(A/P, 8%, 15)
+ (31,948,813.50)(.08)

= 74,547,231.50(.11683) + 2,555,905.08

= 8,709,353.06 + 2,555,905.08

= 11,265,258.14 บาท/ปี

ประมาณการให้ค่าเสื่อมราคาคงที่และแปรอย่างละครึ่ง

= 5,032,029.07 บาท/ปี

สำหรับการซ่อมบำรุง, ไฟฟ้า, น้ำมัน, น้ำ มีการดำเนินงานระดับเกี่ยวกับการดำเนินงานในการปรับปรุงขั้นที่ 1.

ชิ้นงานในระบบต่าง ๆ มีมาก ในการเริ่มต้นข้อมูลทางด้านสมรรถภาพในการผลิตชิ้นงานชนิดต่าง ๆ ของโรงงานเอกชน และปริมาณความต้องการของชิ้นงานแต่ละชนิด รวมทั้งต้นทุนของการผลิตสำหรับแต่ละชิ้นงานจากแต่ละโรงงาน มีรายละเอียดตามตารางที่ 3.25, 3.26 โดย

โรงงานที่ 1 คือ โรงงานเอเชียอุตสาหกรรมเครื่องมือกล จำกัด

โรงงานที่ 2 คือ โรงงานธานินทร์อุตสาหกรรมจำกัด

โรงงานที่ 3 คือ โรงงานธนากรอลูมิเนียม จำกัด

ชิ้นงานระบบที่ 1 คือ แผ่นขึ้นรูปในระบบปีกและชุดบังคับการบิน (Wing, Empennage)

ชิ้นงานระบบที่ 2 คือ สลักเกลียวและนัท ในระบบเบรคและฐาน (Brake, Landing Gear)

ชิ้นงานระบบที่ 3 คือ ชุดยึดในระบบติดตั้งเครื่องยนต์และระบบสื่อสาร(Engine, Electrical System)

ตารางที่ 3.25 ข้อมูลสมรรถภาพในการผลิตและปริมาณความต้องการ[1]

โรงงานที่	1	2	3	
สมรรถภาพการผลิต	20,000	30,000	20,000	ชม./เดือน
ชิ้นงานระบบที่	1	2	3	
ปริมาณความต้องการ	25,000	20,000	30,000	ชม./เดือน

---

[1] เอเชียอุตสาหกรรม เครื่องมือกล, ธานินทร์อุตสาหกรรม และ ธนากรอลูมิเนียม โรงงาน, ข้อมูลสัมภาษณ์ (กรุงเทพมหานคร : ม.ป.ท, ม.ป.ป.)

ตารางที่ 3.26 ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย (ชม.) สำหรับโรงงานหนึ่ง ๆ ในการผลิตชิ้นงานหนึ่ง ๆ

ชิ้นงาน / ระบบที่ / โรงงาน	1	2	3
1	25	30	24
2	24	28	26
3	25	28	22

ในการหาต้นทุนผลิตรวมทั้งการขนส่งมาที่กรมช่างอากาศ บางชื่อ จะได้กำหนดสมมุติฐานและจัดรูปปัญหาให้อยู่ในรูปที่ง่ายต่อการคำนวณ เรียกว่าปัญหาการขนส่งแบบมาตรฐาน[1]

ให้ z เป็นสมการเป้าหมาย

c_{ij} เป็นค่าขนส่งต่อหน่วย ของสินค้าที่ส่งจากโรงงาน i ไปยังคลังสินค้า j

x_{ij} เป็นปริมาณสินค้าที่ส่งจากโรงงาน i ไปยังคลังสินค้า j

a_i เป็นปริมาณสินค้าที่โรงงาน i ผลิตได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ

b_j เป็นปริมาณสินค้าที่คลังสินค้า j จะรับได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ

รูปแบบปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรง โดยทั่วไปจะได้ดังนี้

---

[1] ดร. วิจิตร ศรีสุชาติ, วรัย ริจิรวณิช, ดร. กิริจันทร์ ทองประเสริฐ. การวิจัยดำเนินงาน, (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) พิมพ์ครั้งที่ 1, 2520, 83-128.

สมการเป้าหมาย $\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij}$

อสมการของขอบขาย $\sum_{j=1}^{n} X_{ij} \leq a_i \qquad i = 1, 2.....m$

$$\sum_{i=1}^{m} X_{ij} \leq b_j \qquad j = 1, 2.....n$$

$$X_{ij} \geq 0$$

โดยมี m = จำนวนโรงงาน (ต้นทาง)

n = จำนวนคลังสินค้า (ปลายทาง)

จากขอบข่ายของสมรรถภาพของการผลิตของโรงงาน

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} \leq a_i$$

เมื่อคิดผลรวมของการผลิตทั้งสิ้นในช่วงระยะเวลาใด ๆ จะได้

$$\sum_{j=1}^{m} \left[\sum_{i=1}^{n} X_{ij} \right] \leq \sum_{i=1}^{m} a_i$$

และจากขอบข่ายของขนาดความสามารถในการเก็บของคลังสินค้า

$$\sum_{i=1}^{m} X_{ij} \leq b_j$$

เมื่อคิดรวมปริมาณที่เก็บได้ทั้งสิ้น ในช่วงระยะเวลาใด ๆ จะได้

$$\sum_{j=1}^{n} \left[\sum_{i=1}^{m} X_{ij} \right] \leq \sum_{j=1}^{n} b_i$$

ซึ่งจะพอตั้งสมมติฐานได้ว่า ปริมาณที่ผลิตได้เท่ากับปริมาณที่เก็บเข้าคลังสินค้า ได้ดังนี้

$$\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_i = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} X_{ij}$$

จากสมมุติฐานอันนี้ จะนำไปสู่โครงร่างของปัญหาทางการขนส่งแบบมาตรฐาน ดังนี้

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} C_{ij} X_{ij}$$

ภายใต้ขอบข่ายดังนี้

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} = a_i$$

$$\sum_{j=1}^{m} X_{ij} = b_j$$

เมื่อผลรวมของสมรรถภาพการผลิต และผลรวมของขนาดความสามารถในการเก็บไม่เท่ากัน จะมีการเพิ่มโรงงานสมมุติขึ้น (Dummy Plant) หรือคลังสินค้าสมมุติขึ้น (Dummy Ware House) โดยมีสมรรถภาพหรือขนาดความสามารถเท่ากับส่วนที่ขาดไป

จากตารางที่ 3.27

ผลรวมของสมรรถภาพการผลิต $= \sum_{i=1}^{3} a_i$

$= 20,000 + 30,000 + 20,000$

$= 70,000$ ชม./เดือน

ผลรวมของความต้องการชิ้นงาน $= 25,000 + 20,000 + 30,000$

$= 75,000$ ชม./เดือน

ดังนั้นจะต้องตั้งโรงงานสมมุติมีสมรรถภาพ $= 75,000 - 70,000$

$= 5,000$ ชม./เดือน

จะได้ตารางรูปแบบปัญหาทางการขนส่งดังนี้

ตารางที่ 3.27 ตารางรูปแบบปัญหาทางการขนส่ง

ชั้นงานระบบที่ / โรงงาน	1	2	3	สมรรถภาพการผลิต
1	25	30	24	20,000
2	24	28	26	30,000
3	25	28	22	20,000
โรงงานสมมุติ	0	0	0	5,000
ปริมาณความต้องการ	25,000	20,000	30,000	75,000

จากการหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายของปัญหาทางการขนส่ง แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนแรกเพื่อให้ได้ผลลัพธ์เบื้องต้น
2. ขั้นตอนเพื่อการหาผลลัพธ์ตามเป้าหมาย หรือผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของปัญหา

วิธีการในการหาผลลัพธ์เบื้องต้นของปัญหาทางการขนส่งมีอยู่หลายวิธี แต่วิธีที่ใช้กันอยู่แพร่หลายมี 2 วิธีคือ

1. วิธีตามกฎ ของมุมทิศเหนือ - ตก (North-West Corner Rule)
2. วิธีโดยประมาณของโวเกล (Vogel's approximation method)

สำหรับวิธีหาผลลัพธ์ตามเป้าหมาย มีวิธีที่แพร่หลายอยู่ 2 วิธีคือ

1. วิธีสเตปปิ่งโสตน (Stepping Stone Method)
2. วิธีของโมได (Modi Method)

สำหรับการหาต้นทุนรวมต่ำสุดในการผลิตชิ้นงานของโรงงานเอกชน แล้วส่งมาประกอบที่กรมช่างอากาศ ในขั้นตอนแรกเพื่อให้ได้ผลลัพธ์เบื้องต้น จะใช้วิธีตามกฎของมุมทิศเหนือ - ตก (North-West Corner Rule) ส่วนขั้นตอนเพื่อการหาผลลัพธ์ตามเป้าหมายจะใช้วิธีสเตปปิ่งสโตน (Stepping Stone Method)

ตารางที่ 3.28 ผลลัพธ์เบื้องต้นโดยวิธีตามกฎของมุมทิศเหนือ - ตก

ชิ้นงานระบบที่ / โรงงาน	1	2	3	สมรรถภาพการผลิต
1	25 (20,000)	20	18	20,000
2	24 (5,000)	28 (20,000)	26 (5,000)	30,000
3	25	28	22 (20,000)	20,000
โรงงานสมมุติ	0	0	0 (5,000)	5,000
ปริมาณความต้องการ	25,000	20,000	30,000	75,000

จากตารางที่ 3.29 ซึ่งเป็นตารางรอบที่ 1

$$\sum_{i}^{m} \sum_{j}^{n} c_{ij} x_{ij} = 25 \times 20,000 + 24 \times 5,000 + 28 \times 20,000 + 26 \times 5,000 + 22 \times 20,000$$

$$= 1,750,000.00 \text{ บาท}$$

ตารางที่ 3.29 ตารางรอบที่ 1

ชิ้นงานระบบที่ / โรงงาน	1	2	3	สมรรถภาพการผลิต
1	25 (20,000)	30 + 1	24 - 3	20,000
2	24 (5,000)	28 (20,000)	26 (5,000)	30,000
3	25 + 5	28 + 4	22 (20,000)	20,000
โรงงานสมมุติ	0 + 2	0 - 2	0 (5,000)	5,000
ปริมาณความต้องการ	25,000	20,000	30,000	75,000

จากการตรวจผลลัพธ์ ค่า PATH (1, 3) คือ - 3 มี $X_{ij} = X_{23}$

$= 5,000$

จะได้ผลจากการย้ายจำนวน X_{ij} ได้ผลเป็น

$X_{13} = 5,000$

$X_{11} = 20,000 - 5,000 = 15,000$

$X_{21} = 5,000 + 5,000 = 10,000$

จากตารางที่ 3.30 ซึ่งเป็นตารางรอบที่ 2

$$\sum_{j}^{m} \sum_{i}^{n} C_{ij} X_{ij} = 25 \times 5,000 + 24 \times 10,000 + 28 \times 20,000 + 24 \times 5,000 + 22 \times 20,000$$

$= 1,735,000.00$ บาท

ตารางที่ 3.30 ตารางรอบที่ 2

โรงงาน \ ชิ้นงานระบบที่	1	2	3	สมรรถภาพการผลิต
1	25 15,000	30 + 1	24 5,000	20,000
2	24 10,000	28 20,000	26 + 3	30,000
3	25 + 2	28 + 1	22 20,000	20,000
โรงงานสมมุติ	0 - 1	0 - 5	0 5,000	5,000
ปริมาณความต้องการ	25,000	20,000	30,000	75,000

จากการตรวจผลลัพธ์ ค่า PATH (4, 2) คือ - 5 มี $X_{ij} = X_{43}$

$= 5,000$

จะได้ผลจากการย้ายจำนวน X_{ij} ได้ผลเป็น

$X_{42} = 5,000$

$X_{22} = 20,000 - 5,000 = 15,000$

$X_{21} = 10,000 + 5,000 = 15,000$

$X_{11} = 15,000 - 5,000 = 10,000$

$X_{13} = 5,000 + 5,000 = 10,000$

จากตารางที่ 3.31 ซึ่งเป็นตารางรวมที่ 3

$$\sum_{i}^{m} \sum_{j}^{n} C_{ij} X_{ij} = 25 \times 10,000 + 24 \times 15,000 + 28 \times 15,000 + 24 \times 10,000 + 22 \times 20,000$$

$= 1,710,000.00$ บาท

ตารางที่ 3.31 ตารางรวมที่ 3

ชิ้นงานระบบที่ / โรงงาน	1	2	3	สมรรถภาพการผลิต
1	25 10,000	30 + 1.0	24 10,000	20,000
2	24 15,000	28 15,000	26 + 3.0	30,000
3	25 2	28 + 1.0	22 20,000	20,000
โรงงานสมมุติ	0 0	0 5,000	0 + 5	5,000
ปริมาณความต้องการ	25,000	20,000	30,000	75,000

จากตารางที่ 3.31 ซึ่งเป็นตารางรองที่ 3 PATH ทั้งหมดมีค่าบวก ก็แสดงว่าได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมาย

เฉลี่ยชิ้นงานของโรงงานเอกชนมีราคา = $\frac{1,710,000.00}{75,000.00}$ บาท

= 22.8 บาท/ชม.

กำหนดให้ราคาเฉลี่ยชิ้นงานของโรงงานเอกชน		=	Y	บาท/ชม.
ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องบิน ทอ. 4 ต่อลำในการปรับปรุงขั้นที่ 2		=	A	บาท
ค่าใช้จ่ายแรงงานทางตรง (Direct Labor)		=	D	บาท
ค่าวัสดุอุปกรณ์ (Material)		=	M	บาท
ค่าใช้จ่ายโรงงาน (FOH)		=	F	บาท
สมการเป้าหมาย (Objective Function)	Min A	=	D+M+F	
ใช้ชั่วโมงแรงงานทางตรง		=	H	ชั่วโมง
ชั่วโมงแรงงานทางตรงภายในโรงงานครึ่งหนึ่ง		=	H/2	ชั่วโมง
ชั่วโมงแรงงานทางตรงจากโรงงานเอกชนครึ่งหนึ่ง		=	H/2	ชั่วโมง
จำนวนเครื่องบินที่สร้างแต่ละปี		=	EN	ลำ
ค่าแรงงานทางตรงภายในโรงงาน		=	X	บาท/ชม.
จากแผนกควบคุมการผลิต	X	=14.35		บาท/ชม.
	EN	=38.13		ลำ

การกำนวณจะได้จาก ภาคผนวก 5 ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาฟอร์แทรน 4

จากตารางที่ 2.16 จะพบว่าเครื่องบิน ทอ. 4 ที่สร้างมีสมรรถนะและลักษณะใกล้เคียงกับเครื่องบินฝึกขนาดเดียวกันทั่ว ๆ ไป[1] 5 แบบคือ

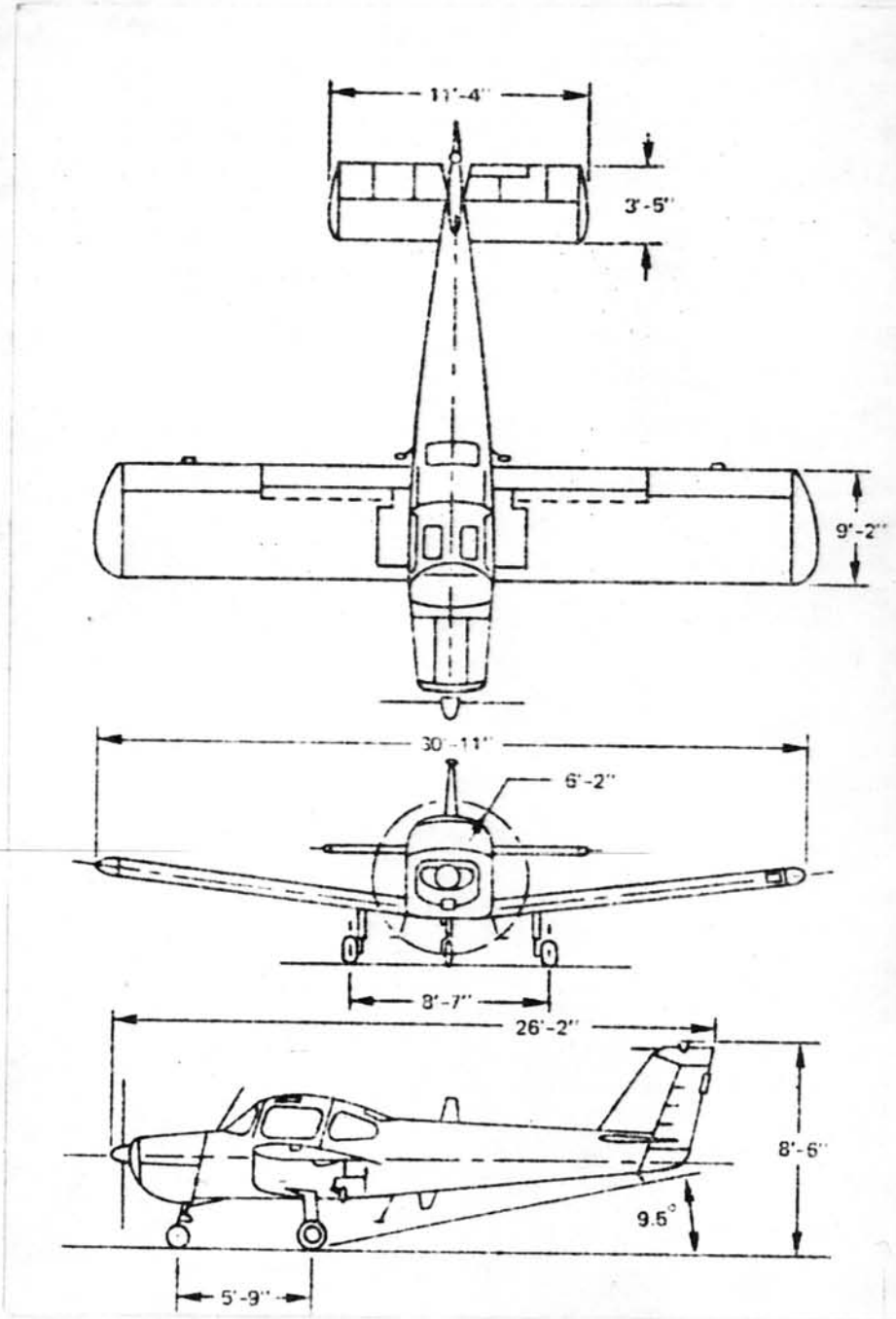
1. "Aero Subaru" Fuji FA. 200 - 180
2. "Air Trainer" A S E L CT/4
3. "Bull Dog" Scottish Aviation
4. "Flamingo" Messeshmitt MBB - 233
5. "Maschetti" S1 A1 SZ - 260 MX

ตามตารางที่ 3.32 และรูปที่ 3.35, 3.36, 3.37, 3.38, 3.39 เมื่อเปรียบเทียบราคา จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายในการสร้าง บ.ทอ. 4 เมื่อมีการปรับปรุงขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 แล้วจะมีราคาใกล้เคียงกับราคาจำหน่ายของ "Aero Subaru", "Air Trainer", "Bull Dog" และ "Marchetti"

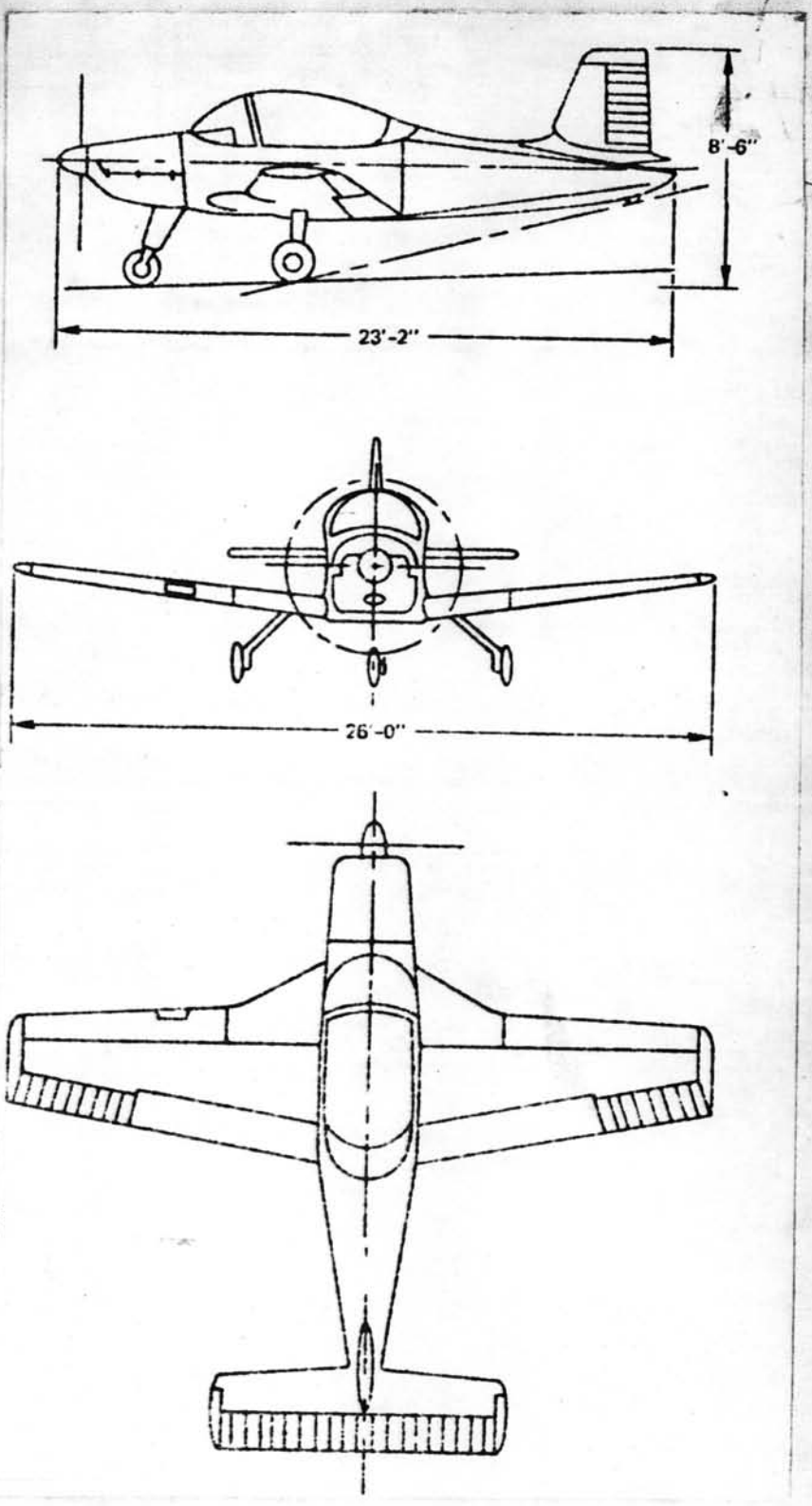
ตารางที่ 3.32 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการสร้าง ทอ. 4 กับราคาจำหน่ายของเครื่องบินฝึกที่มีลักษณะและสมรรถนะใกล้เคียงกัน[1]

เครื่องบิน	ค่าใช้จ่ายในการสร้าง	ราคาจำหน่าย	หมายเหตุ
1. บ.ทอ. 4 ก่อนปรับปรุง	159,125.50 $	-	1US$=20บาท
2. บ.ทอ. 4 ปรับปรุงขั้นที่ 1	64,556.58 $	-	1US$=20บาท
3. บ.ทอ. 4 ปรับปรุงขั้นที่ 2	50,158.68 $	-	1US$=20บาท
4. "Aero Subaru"	-	43,000. $	รูปที่ 3.35
5. "Air Trainer"	37,500	46,000. $	รูปที่ 3.36
6. "Bull Dog"	-	45,000. $	รูปที่ 3.37
7. "Flamingo"	-	32,000. $	รูปที่ 3.38
8. "Marchetti"	-	80,000. $	รูปที่ 3.39

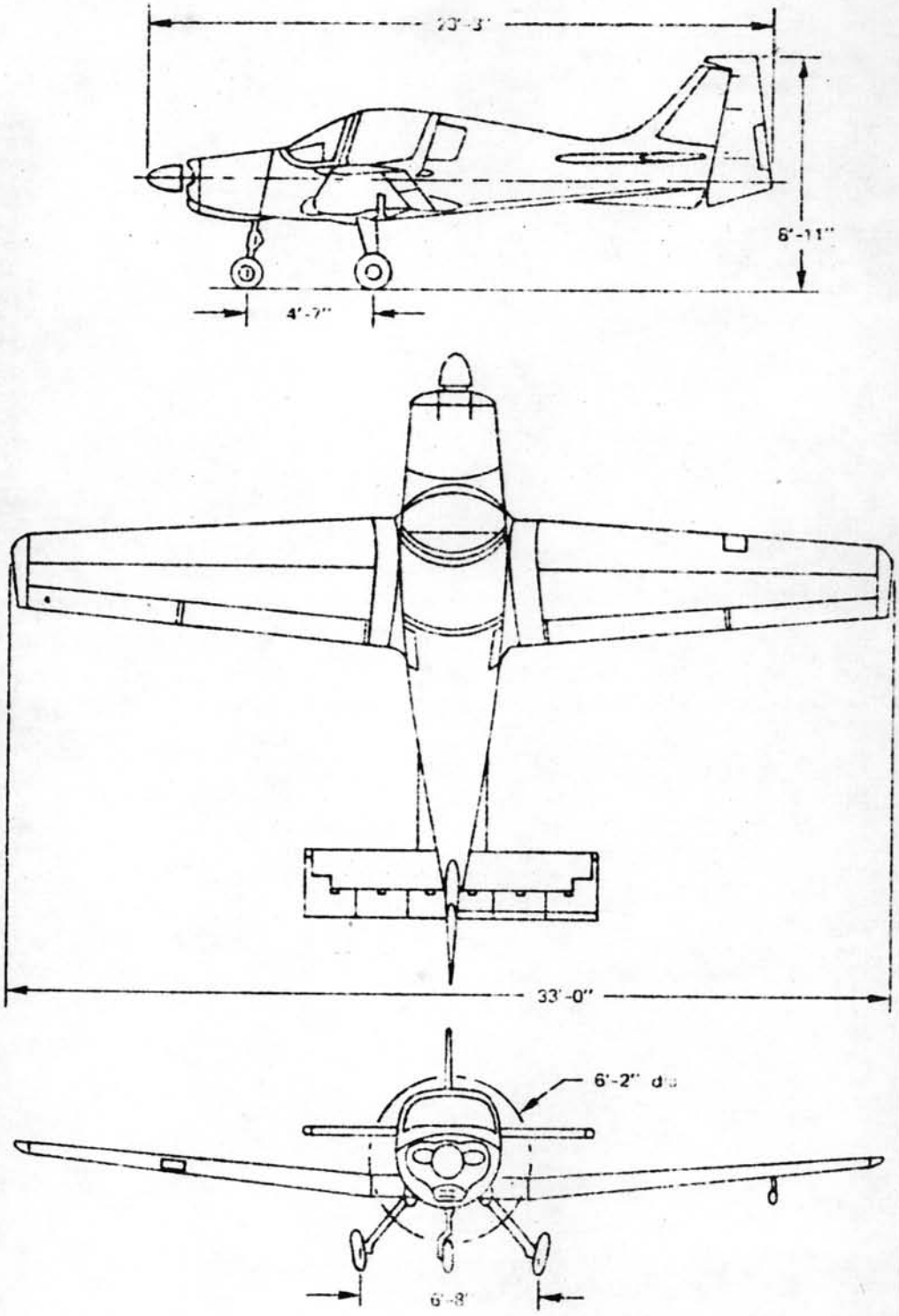
[1] Raymond C. Bochne, Design, Conduct and Evaluation of a Military System Analysis Seminar in Thailand, (California : Stantord Research Institute, 1972), pp. 14 - 19.



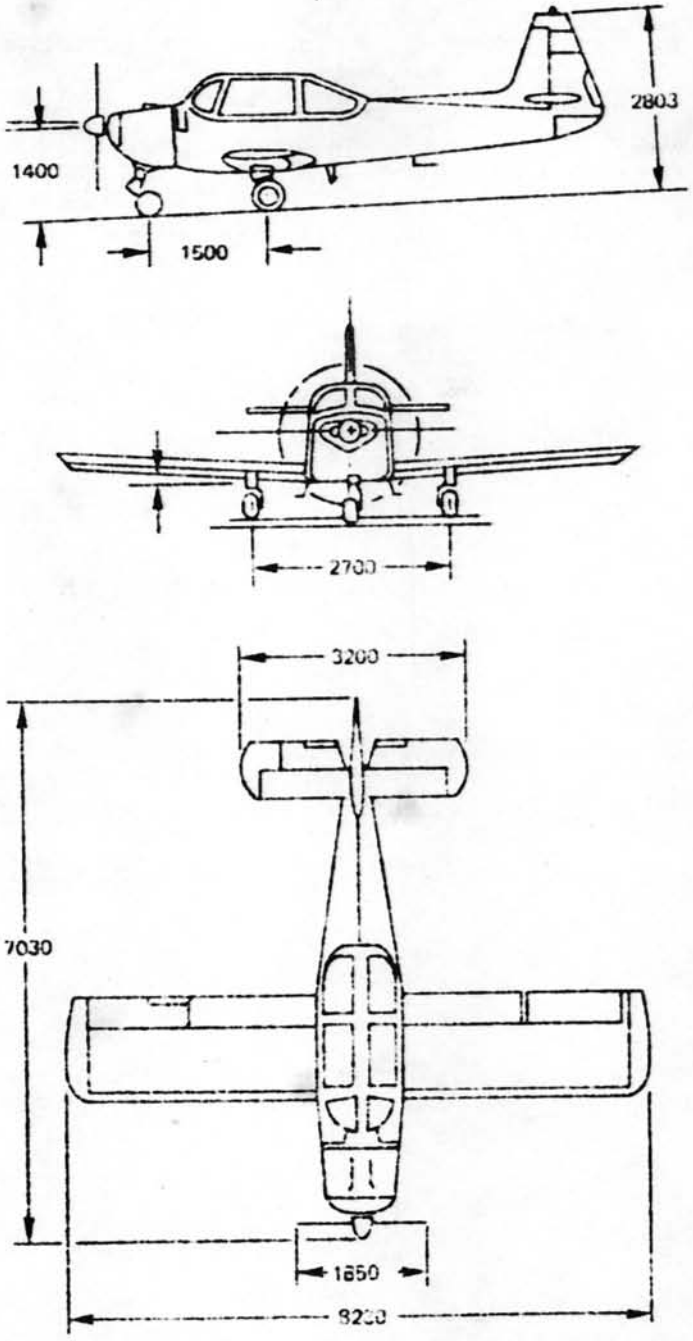
รูปที่ 3.35 ภาพ 3 ด้าน เครื่องบิน FUJI AERO SUBARU



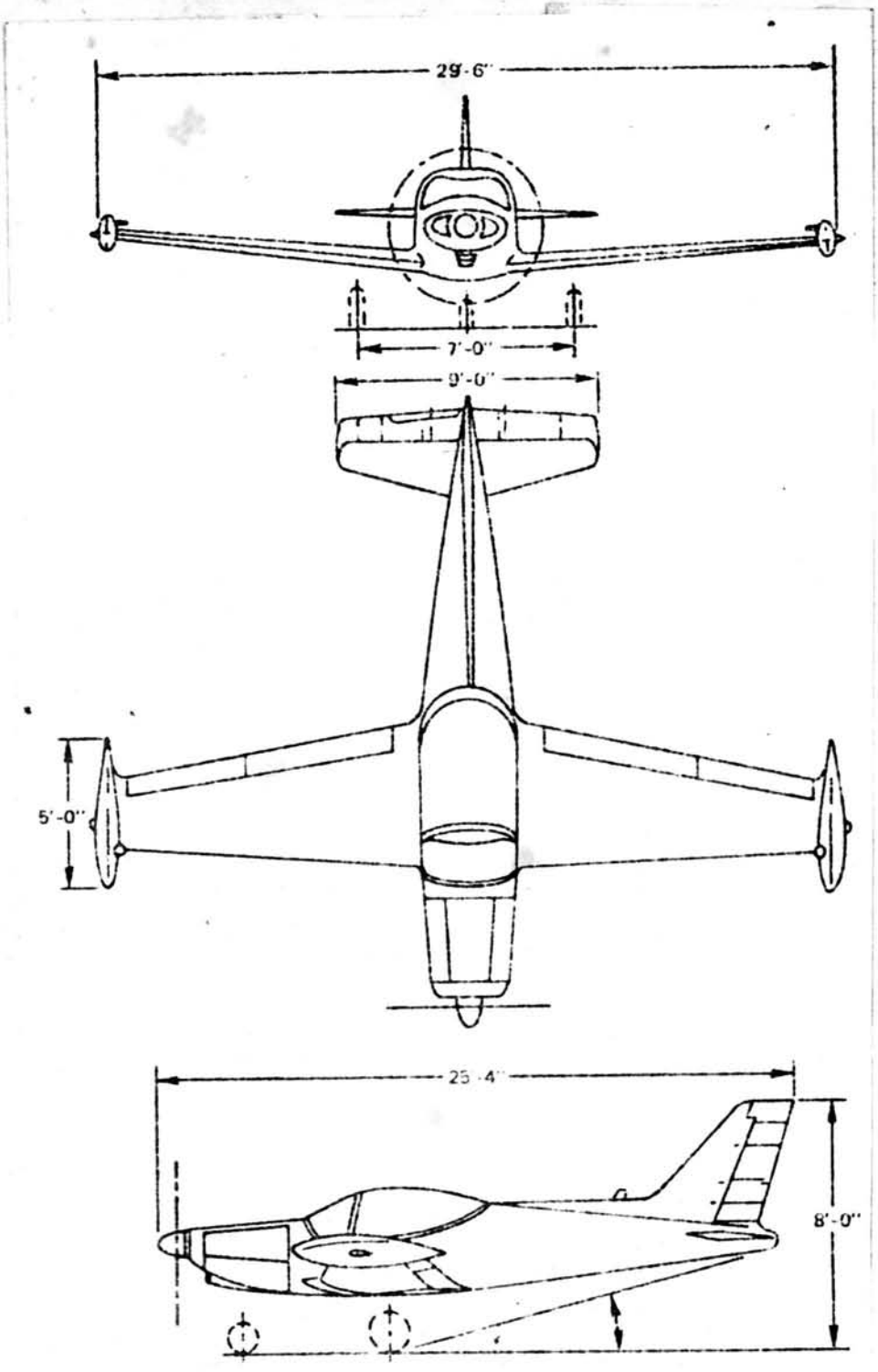
รูปที่ 3.36 ภาพ 3 ด้านของเครื่องบิน AESL AIR TRAINER.



รูปที่ 3.37 ภาพ 3 ด้านของเครื่องบิน SCOTTISH AVIATIONO BULLDOG



รูปที่ 3.38 ภาพ 3 ด้าน เครื่องฝึก SIAI FLAMINGO



รูปที่ 3.33 ภาพรอบด้าน เครื่องบิน SIAI—MARCHETTI.

ดังได้กล่าวไว้ข้างต้น การที่จะลดค่าใช้จ่ายในการสร้างอากาศยาน จะต้องมีการวางแผนและดำเนินงานที่แน่นอน ได้มาตรฐานทางวิศวกรรมอุตสาหการ เงินดำเนินการในการวิจัยพัฒนาก่อนลงมือสร้างก็จะต้องสูง[1] เครื่องบินขับไล่กองทัพยุทธวิธี (TACTICAL JAMMING FIGHTER) อี เอฟ-111เอ (EF - 111 A) ใช้งบประมาณในการพัฒนาระบบอีเล็คทรอนิคส์อย่างเดียวถึง 14 ล้านเหรียญสหรัฐ ในญี่ปุ่นเองก็ได้มีการแข่งขันกันระหว่างบริษัทต่าง ๆ เพื่อพัฒนาเครื่องบินฝึกด้วยตนเอง (คล้าย ๆ กับ ย.ทอ. 5 ที่เรากำลังพัฒนาอยู่นี้)[2] มีหลายบริษัทที่ทำการแข่งขันกันคือ บริษัทฮอคเกอร์ซิดเคลีย์ บริษัทดัสไซลท์ - ลอร์เนียร บริษัทแคนาแคร์ และบริษัท ร็อคเวลล์ กำลังแย่งกันเสนอเครื่องบินของตนเองให้ญี่ปุ่นพิจารณา คือเครื่องบิน ฮ็อก เครื่องบินอัลฟ่าเจ็ต เครื่องบินซี-แอล-4 และเครื่องบิน ที-2 กองกำลังป้องกันตนเองของญี่ปุ่นก็พยายามที่จะพัฒนาเครื่องบินฝึกนี้ขึ้นเองภายในประเทศ เพื่อทดแทนเครื่องบินฝึก ฟูจิที-แอลบี บริษัทที่แข่งขันกันเองในญี่ปุ่นคือบริษัทฟูจิ กับบริษัทคาวาซากิ เครื่องบินฝึกที่ญี่ปุ่นจะสร้างเองนี้จะใช้งานได้อีก 4 ปีข้างหน้า

งบประมาณภายในประเทศเรามีจำนวนจำกัดอย่างที่รู้ ๆ กันว่าประเทศเราเป็นประเทศเกษตรกรรม การจะนำรายได้จากการเกษตรมาใช้ในการวิจัยและพัฒนาโรงงานอุตสาหกรรมการสร้างอากาศยานนั้นยากมาก เพราะจะต้องใช้เงินจำนวนมาก แต่ถ้าหากโรงงานสามารถหารายได้และสามารถอยู่ได้ด้วยตัวของตัวเอง มีรายจ่ายสมดุลย์กับรายได้ ซึ่งถ้าขาดเล็กน้อยก็ให้ทางรัฐบาลช่วยไปก่อน เมื่อมีการลดค่าใช้จ่ายในการสร้าง

---

[1] ช่างอากาศ, กรม, "การบินและอวกาศ" นิตยสารช่างอากาศ (กุมภาพันธ์ 2521) : 79

[2] ช่างอากาศ, กรม, "การบินและอวกาศ" นิตยสารช่างอากาศ (ธันวาคม 2519) : 100

อากาศยานลงได้ในระดับการสร้างอากาศยานต่างประเทศหรือต่ำกว่าแล้ว ไม่ต้องซื้อเครื่องบินแบบที่ผลิตได้จากต่างประเทศก็จะสามารถลดการเสียดุลย์การค้ากับต่างประเทศ และทำรายได้ให้กับประเทศชาติได้ ตัวอย่างเช่น รายได้จากการจำหน่ายของบริษัท นอร์ธรอปในปี 2519 เกินหนึ่งพันล้านเหรียญสหรัฐ (20,000 ล้านบาท) เป็นครั้งแรกในประวัติศาสตร์ 38 ปีของบริษัทฯ ประธานบริษัทนอร์ธรอปและกรรมการผู้จัดการได้กล่าวว่า ในปี 2520 นี้ทางบริษัทหวังว่าจะมี รายได้อันมหัศจรรย์ เช่นนี้อีกครั้งหนึ่ง จากตัวเลขเมื่อสิ้นปีแสดงการจำหน่ายยานถึง 31 มีนาคม 2519 เท่ากับ 1.3 พันล้านเหรียญสหรัฐ หรือเท่ากับเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 จากรายได้ 998.1 ล้านเหรียญของปี 2518 รายได้สุทธิของปี 2519 รวมทั้งสิ้น 36.3 ล้านเหรียญสหรัฐ (726 ล้านบาท) หรือมากกว่าร้อยละ 47 ของรายได้ของปีก่อนหน้านั้น

ในปัจจุบันประเทศไทยเรามีการสร้างอากาศยานโดยรัฐบาล การใช้จ่ายในการสร้างอากาศยานก่อนปรับปรุงสามารถลดลงเป็นการใช้จ่ายในการปรับปรุงขั้นที่ 1 ได้ แต่ในการปรับปรุงขั้นที่ 2 จำเป็นจะต้องมีการใช้จ่ายในการวางแผน, ออกแบบรายละเอียดและดำเนินงานจำนวนมาก การดำเนินงานเพื่อหารายได้เข้ามาเองนั้น ในเมื่อโรงงานการสร้างอากาศยานยังเป็นของรัฐบาลโดยตรงตามกฎหมายไม่สามารถนำผลงานต่าง ๆ ออกไปจำหน่ายได้ และข้อกำหนดในการที่จะดำเนินงานโดยตรงร่วมกับบริษัทเอกชนก็เป็นไปอย่างยากมาก แต่ถ้าหากได้มีการเปลี่ยนแปลงการสร้างอากาศยานจากโรงงานของรัฐบาลเป็นหน่วยงานรวมระหว่างรัฐบาลกับเอกชน ก็จะทำให้การดำเนินงานคล่องตัวยิ่งขึ้น หน่วยงานรวมนี้ในประเทศเราก็มีถึง 70 - 80 หน่วยงานแล้ว ซึ่งเรียกชื่อต่าง ๆ กันไป เช่น องค์การ, สำนักงาน, บริษัท, สถาบัน หรืออาคาร ซึ่งรวม ๆ กันในรูปของรัฐวิสาหกิจ

ตารางที่ 3.33 ผลการดำเนินงานและการนำรายได้ส่งให้รัฐของรัฐวิสาหกิจทั้งหมด ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2521 - 2522[1]

หน่วย - ล้านบาท

รายการ	ปี 2519	ปี 2520 (ประมาณ)	ปี 2521 (ประมาณ)
รายได้	41,113,573.00	50,174,072.00	56,197,604.00
รายจ่าย	36,063,829.00	44,541,810.00	50,127,864.00
กำไรสุทธิ	5,043,744.00	5,632,262.00	6,169,758.00
รายได้นำส่งรัฐปีงบประมาณถัดไป	3,689,505.00	3,522,413.00	3,586,207.00
รายได้นำส่งรัฐเป็นร้อยละของกำไร	73.15	62.18	58.12

การดำเนินงานของรัฐวิสาหกิจ จะมีทั้งหน่วยงานที่ได้กำไรและหน่วยงานที่ขาดทุน โดยมีผลรวมในปี2519, 2520, 2521 กำไร 3,689,505.00 3,522,413.00 และ 3,586,207.00 บาทตามลำดับ

ถ้าหากการสร้างอากาศยานของประเทศไทยได้รับการสนับสนุนอย่างจริงจังแล้ว นอกจากจะลดค่าใช้จ่ายในการสร้างอากาศยานลงแล้ว การนำรายได้ส่งรัฐในแต่ละปีก็จะเพิ่มขึ้น ถ้าหากมีขีดมาตรฐานในการสร้างสูงพอก็สามารถจะนำเอาอากาศยานจำหน่ายให้

---

[1] รายงานพิเศษ, "รัฐวิสาหกิจ, ขุมทองของผู้มีอำนาจ?" สยามรัฐ สัปดาห์วิจารณ์ ปีที่ 25 ฉบับที่ 19 (5 พฤศจิกายน 2521) : 110 - 116

แก่ต่างประเทศเป็นการลดดุลย์การค้า และเพิ่มงานให้กับคนงานในประเทศเป็นอย่างดี

การดำเนินงานเพื่อการจำหน่าย นอกจากจะต้องสร้างอากาศยานที่มีคุณภาพต่ำสง, มาตรฐานสูงขึ้นแล้ว เทคนิคในการจำหน่ายก็จะต้องเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถจำหน่ายได้ในระดับสูง นำเงินเข้ามาให้ได้มากที่สุด บริษัทต่าง ๆ มีวิธีการหลายอย่างที่จะให้เพิ่มยอดการขายมากที่สุด เช่น[1] บริษัทสร้างเครื่องบินในยุโรปกำลังแข่งขันกันเพื่อยื่นข้อเสนอให้ลูกค้าคือ กองทัพอากาศฟินแลนด์ ซึ่งมีความประสงค์ซื้อเครื่องบินเจ็ตฝึกจำนวน 50 เครื่อง เพื่อมาทดแทนเครื่องบินฝึกรุ่นเก่า และมาร์เจสเตอร์ ซึ่งจะหมดอายุการใช้งานภายใน พ.ศ. 2521 ถึง 2522 โดย

บริษัทซาอับ-สแกเนีย เสนอเครื่องบินซาวับ 105 ราคาเครื่องละ 36 ล้านบาท ข้อเสนอเพิ่มเติมคือ บริษัทจะทำการสร้างส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องบินซาอับ 105 ที่ฟินแลนด์จะซื้อ ตลอดจนการประกอบและทดลองเครื่องยนต์เจ็ตภายในประเทศฟินแลนด์ นอกจากนั้นยังได้เสนอที่จะส่งเสริมอุตสาหกรรมภายในเครือบริษัทซาอับ-สแกเนียที่มีอยู่ในฟินแลนด์อีกด้วย

บริษัท ฮอลเกอร์ ซิด เดวี่ ได้เสนอเครื่องบิน 105 เอ็ม 1162 ฮ็อก ราคาเครื่องละ 45 ล้านบาท โดยเสนอจะมีการทดแทนทางเศรษกิจมากกว่าราคาเครื่องบิน ซึ่งจะไม่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอากาศยาน

บริษัทสร้างเครื่องบินร่วมกันระหว่างฝรั่งเศสกับเยอรมันตะวันตก เสนอเครื่องบินอัลฟ่าเจ็ท ราคาเครื่องละ 50 ล้านบาท โดยเสนอจะมีการทดแทนทางเศรษกิจอย่างน้อยเท่ากับราคาเครื่องบินที่จะซื้อ

---

[1] ช่างกาศาก, กรม, "การป้องกันอากาศ." นิตยสารช่างอากาศ (มกราคม 2520) : 100 .

จะเห็นได้ว่า บริษัทสร้างอากาศยานต่างประเทศมีวิธีการต่าง ๆ มากมายในการที่จะนำเงินเข้าประเทศของตน ทั้งการดำเนินงานเพื่อจำหน่ายและการลดต้นทุนการผลิต วิธีการ การเลือกแนวทางปฏิบัติและความสามารถมีความจำเป็นมาก นายบุญชู โรจนเสถียร กรรมการผู้จัดการใหญ่ บริษัทการบินไทย จำกัด ได้กล่าวสำหรับคำบรรยายในหลักสูตรนายทหารนักเรียนวิทยาลัยการทัพบก ชุดที่ 24 ณ วิทยาลัยการทัพบก วันที่ 15 มีนาคม 2522 ตอนหนึ่งว่า "หน้าที่หรือบทบาทของทหารและของนักธุรกิจแยกกันคนละทาง ไม่มีวันที่จะพบกันได้ เพราะว่าเราต่างทำงานกันอยู่คนละที่ ท่านอยู่ในค่าย ในกู ในสนามเพลาะ ในสนามรบ พวกผมนักธุรกิจอยู่ในร้าน ในโรงงาน และในสำนักงาน

แต่ก็อย่างเพิ่งเข้าใจว่า ที่ผมพูดอย่างนี้ ผมกำลังชักชวนให้ท่านเข้าไปยุ่งเกี่ยวกับธุรกิจการค้าเป็นอันขาด เพราะออกจะเป็นเรื่องน่าเศร้าอยู่ที่ทหารกระโดดเข้าไปค้าขายกับเขา ซึ่งจะเป็นด้วยเหตุจำเป็นหรือไม่ก็ตาม และก็ทำนองเดียวกัน อย่างผมนี่มิบังควรจะแล่ไปขับรถถังหรือยิงปืนกล เพราะจะเป็นการกระทำที่น่าสมเพชพอ ๆ กัน แต่อย่างไรก็ตาม สนามรบกับตลาดก็เกี่ยวข้องใกล้ชิดกันอยู่มากทีเดียว

ที่ว่าสนามรบกับตลาดเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิดก็เป็นอย่างนี้คือ ถ้าปราศจากการเศรษฐกิจซึ่งก่อให้เกิดโภคทรัพย์ กองทัพก็มีไม่ได้ เพราะไม่รู้จะเอาเงินที่ไหนใช้ซื้อลูกปืนหรือซื้ออาหารการกิน ทำนองเดียวกัน ถ้าไม่มีทหารคุ้มครองให้เกิดความปลอดภัย การงานทางเศรษฐกิจก็จะกระท่อนกระแท่น หรือมีไม่ได้เลย"[1]

---

[1]ธนาคารกรุงเทพ จำกัด, วารสารเศรษฐกิจธนาคารกรุงเทพจำกัด ปีที่ 11 เล่ม 4 (เมษายน 2522) : 158

นายบุญชู โรจนเสถียร ยังได้กล่าวปราศรัยที่สโมสรผู้สื่อข่าวต่างประเทศที่ห้องมยุรา โรงแรมเซอร์เคิล ในวันที่ 20 มิถุนายน 2502 ในหัวข้อว่า "มูลฐานสำคัญที่จะต้องเปลี่ยนแปลงในสังคมไทย" ซึ่งสรุปได้ดังนี้

โครงร่างในการบริหารบ้านเมืองของรัฐบาลต้องเปลี่ยนให้ดีขึ้น ถ้าจะให้ประเทศของเราเป็นประเทศที่เจริญก้าวหน้าทัดเทียมกับประเทศอื่น ๆ ที่ยิ่งใหญ่อยู่ได้ในปัจจุบันนี้ ทัศนคติของคนทั่วไปที่ยึดถือขนบธรรมเนียมประเพณีที่เก่า ๆ ที่ขัดกับสภาพความเป็นจริงของโลกสมัยใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทัศนคติของข้าราชการต้องเปลี่ยนแปลงโดยมุ่งที่จะให้ข้าราชการมีความจริงใจและมีความรับผิดชอบในหน้าที่ มีความกล้าหาญพอที่จะแสดงความคิด ความเห็นของตนในการปฏิบัติงาน แม้ความคิดเห็นนั้นจะขัดแย้งกับของผู้บังคับบัญชา และผู้บังคับบัญชาก็จะต้องใจกว้างพอที่จะรับฟังความคิดเห็นนั้นตามเหตุผลอันควร มิฉะนั้นก็จะมีแต่คนที่ "ขอรับกระผม" กันทั่วบ้านทั่วเมือง ซึ่งเราก็เห็นกันอยู่แล้วว่า คนที่มีความรู้ความสามารถทำงานได้ดี ๆ ในปัจจุบันนี้เขาก็ไม่ทำราชการ คนที่เป็นข้าราชการส่วนหนึ่งมักจะเป็นประเภทนายว่าอย่างไรก็ว่าตามกัน จึงอยู่กันไปวัน ๆ หนึ่ง กินเงินเดือนตั้งแต่บันไดขั้นต่ำจนถึงบันไดขั้นสูงสุด ซึ่งก็ต้องรับผิดชอบอย่างกว้างขวาง ถ้าเราไม่เปลี่ยนระบบก็ดี ทัศนคติดังกล่าวนี้ก็ดี ในที่สุดบ้านเมืองก็จะมีแต่คนที่มีปัญญามีสมองชั้นเสมียนเท่านั้นเป็นกลไกในการบริหารบ้านเมือง ส่วนการแต่งตั้งพิจารณาความดีความชอบของข้าราชการอาศัยหลักเกณฑ์อาวุโสก็ดี หรือระบบอุปถัมภ์ก็ดี ควรจะล้มเลิกหันมาคำนึงถึงสมรรถภาพกันเสียที จะดีกว่าขืนปล่อยปละละเลยไว้อย่างที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้ ก็ยากจะเกินแก้ ก่อให้เกิดความเสียหาย ยากที่จะให้ประเทศไทยยิ่งใหญ่ได้ตามความมุ่งหวังของทุกคน.[1]

---

[1]กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, หนังสือพิมพ์ข่าวมหาดไทย ปีที่ 10 ฉบับที่ 701 (กรกฎาคม 2500).

การดำเนินงานของโรงงานสร้างอากาศยานที่ดี มีการปรับปรุงตามขั้นตอนที่เสนอไว้ในตอนต้น ๆ ของวิทยานิพนธ์นี้ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและเทคนิคในการทำงาน โดยมีการควบคุมรายรับ - รายจ่าย เพื่อการอยู่รอดเช่นเดียวกับบริษัทเอกชน จะทำให้โรงงานมีการลดค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องบิน ผลที่ได้รับนอกจากเพิ่มความภูมิใจและมั่นใจให้กับทหาร บุคคลทั่วไปในประเทศที่เราสามารถสร้างเครื่องบินขึ้นใช้ได้เองแล้ว ยังสามารถจำหน่ายเครื่องบินนำเงินเข้าประเทศได้มากขึ้น เป็นการลดการเสียดุลย์การค้ากับต่างประเทศ ปัญหาคนว่างงานลดลง รายได้ประชาชาติจะสูงขึ้น ซึ่งจะเป็นผลดีแก่ประเทศชาติอย่างมากในอนาคต