

วิวัฒน์ แสงเทียน

มณูญ นิจโกค

วิฑูรย์ เจียสกุล

TH

438

C 743



บริษัท โอเอสปริ้นท์ จำกัด (มหาชน)

สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

860-862 วังบูรพา กรุงเทพมหานคร 10200

ฝ่ายขาย โทร. 221-0742 ฝ่ายวิชาการ โทร. 221-6567

การจัดการงานก่อสร้าง

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2527 จำนวน 2,000 ฉบับ
(สงวนลิขสิทธิ์)
ลิขสิทธิ์ © 2527 โดย สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
สงวนลิขสิทธิ์

ISBN 974 275 958 8

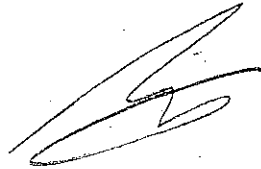
ราคา 40 บาท

พิมพ์ที่ O.S. Printing House Co., Ltd.

3177 ถนนพระราม 4 กรุงเทพมหานคร 10110

โทร. 392-0741, 392-0984

นายประสิทธิ์ สันติวัฒนา ผู้พิมพ์ ผู้โฆษณา 2527



ปัจจุบันนี้การดำเนินงานโครงการก่อสร้าง ต้องการการลงทุนในรูปของเงินและทรัพยากรอย่างอื่น ๆ เป็นจำนวนมาก ดังนั้นเจ้าของโครงการและผู้ดำเนินการก่อสร้างจำเป็นต้องจัดทำโครงการให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และมีการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ให้เหมาะสม และประหยัดที่สุด โดยเฉพาะในขณะนี้สภาวะเศรษฐกิจรัดตัวมากยิ่งขึ้น

หนังสือการจัดการงานก่อสร้าง เรียบเรียงขึ้นเพื่อช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานโครงการก่อสร้างเข้าใจถึงแนวทางของการทำงานด้านต่าง ๆ ที่จะช่วยในการจัดทำโครงการให้เกิดประโยชน์มากที่สุด สำหรับเจ้าของงาน วิศวกร สถาปนิก ผู้รับเหมาก่อสร้าง และผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ

คณะผู้จัดทำหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะช่วยให้ผู้ที่อยู่ในวงการก่อสร้างและผู้สนใจวิทยาการด้านนี้ได้รับประโยชน์จากหนังสือเล่มนี้บ้างตามสมควร หากมีข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขเพิ่มเติมประการใด คณะผู้จัดทำยินดีรับข้อเสนอแนะ เพื่อแก้ไขปรับปรุงในโอกาสต่อไป

วิวัฒน์ แสงเทียน

มบุญ นิธิโชค

วิฑูรย์ เจียสกุล

วันรับ	18.ต.ค. 2532	เลขหมู่	
เลขทะเบียน	2550	TH	
		1A38	
		0743	

สารบัญ

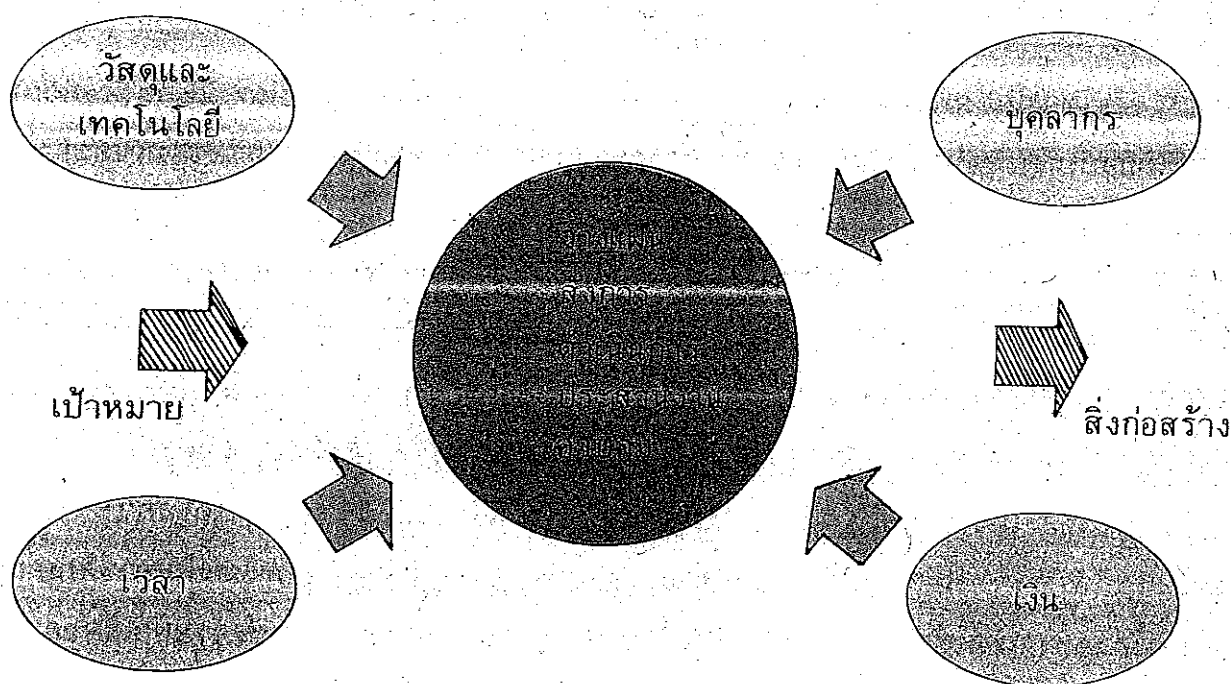
บทที่ 1	แนวความคิดในการจัดการงานก่อสร้าง	1
	ขั้นตอนของงานก่อสร้าง	2
	หลักสำคัญของการจัดการ	3
	หลักการในการจัดการงานก่อสร้าง	5
	ประโยชน์และความสำคัญของการจัดการงานก่อสร้าง	6
บทที่ 2	การเตรียมโครงการก่อสร้าง	8
	การวางแผนการดำเนินโครงการขั้นต้น	9
	การออกแบบ	12
	รายการก่อสร้าง	17
บทที่ 3	การประมาณราคา	24
	ชนิดของการประมาณราคา	24
	รายละเอียดข้อควรรู้และขั้นตอนการประมาณราคา	34
บทที่ 4	การทำสัญญา	41
	สัญญาการก่อสร้าง	41
	เอกสารประกอบสัญญา	42
	ประเภทของสัญญา	44
	ระบบในการทำสัญญาก่อสร้าง	46
	การจัดหผู้ดำเนินการ	52
บทที่ 5	การวางแผน	55
	ความหมายของการวางแผน	55
	ความสำคัญของการวางแผน	56
	วิธีการวางแผนงาน	57
	แผนงานย่อยที่เกี่ยวข้อง	58
	ระบบการวางแผนงานก่อสร้าง	58

ลำดับขั้นของการจัดทำแผนงาน.....	59
การวางแผนงานระบบตารางเวลาทำงานแบบแบ่ง.....	61
การวางแผนแบบโครงข่าย.....	63
บทที่ 6 วิธีหาแนวทางวิกฤติ (CPM)	66
การคำนวณเวลา.....	66
การคำนวณหาค่าเวลาต่าง ๆ ด้วยตารางคำนวณ.....	68
การคำนวณหาค่าเวลาต่าง ๆ จากผังลูกศร.....	70
การแสดงผังลูกศรด้วยตารางเวลาทำงาน.....	72
บทที่ 7 การประเมินผลงานและปรับปรุงแก้ไข (PERT)	75
กฎเกณฑ์ทั่วไปในการประมาณระยะเวลางานตามวิธีการของ PERT.....	77
ค่าระยะเวลาที่ใช้ในการคำนวณตามวิธีการของ PERT.....	77
ความน่าจะเป็นไปได้เพื่อให้งานแล้วเสร็จทันตามกำหนด.....	80
บทที่ 8 วงจรกำหนดก่อน	84
ความสัมพันธ์ระหว่างงานย่อยในระบบวงจรกำหนดก่อน.....	85
หลักเกณฑ์ในการคำนวณเวลาการทำงาน.....	87
บทที่ 9 การจัดการก่อสร้างแบบสมดุล	90
หลักการของ LOB.....	90
บทที่ 10 การวางแผนโครงการหน่วยต่อเนื่อง	95
ข้อควรคำนึงในการวางแผนงานโครงการหน่วยต่อเนื่อง.....	96
การวางแผนโครงการหน่วยต่อเนื่อง.....	97
การจัดการในสนาม.....	103
บทที่ 11 การปรับแผนงาน	105
การปรับแผนงาน.....	106
การจัดเวลาทำงานให้ค่าใช้จ่ายต่ำสุด.....	111
บทที่ 12 การจัดทรัพยากร	113
Resource Leveling.....	113
Resource Scheduling.....	114
บทที่ 13 การควบคุมค่าใช้จ่ายของโครงการ	120

การทำงานประมาณก่อสร้างโดย Date Value Method.....	124
รหัสการควบคุมราคา.....	129
บทที่ 14 การควบคุมและติดตามผลความก้าวหน้า.....	143
การรายงาน.....	145
สถานภาพและความก้าวหน้าของโครงการ.....	146
การปฏิบัติการเพื่อแก้ไข.....	148
บรรณานุกรม.....	150

แนวความคิดในการจัดการงานก่อสร้าง

การจัดการงานก่อสร้าง คือ กระบวนการของการวางแผน การดำเนินการ และการควบคุมโครงการ เพื่อให้ได้สิ่งก่อสร้างที่ใช้ประโยชน์ได้ตามที่ต้องการ ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ที่ได้ถูกกำหนดขึ้น อาทิ ภายใต้เงิน และเวลาที่ถูกจำกัด เป็นต้น



วิธีการที่ใช้ในการจัดการงานก่อสร้างจะเป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคนิคและวิธีการบริหารสมัยใหม่ทั้งหลาย ที่มีพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์กับความรู้ และหลักการด้านศิลปะ การจัดการที่ถูกต้องและที่ประสบผลสำเร็จจะต้องสามารถรวมวิทยาศาสตร์และศิลปะเข้าด้วยกันให้ได้ ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์จะช่วยให้การตัดสินใจเลือกแนวทาง เทคนิคและวิธีการในการดำเนินงานในขณะที่ความรู้ทางด้านศิลปะจะช่วยให้การบริหารงานบุคคลที่ร่วมงานเพื่อช่วยให้ผลผลิตมีประสิทธิภาพมากที่สุด

งานก่อสร้างเป็นงานซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญหลายสาขาและบุคคลหลายวิชาชีพเข้ามาทำงานร่วมกันทั้งในระยะเวลาเดียวกันและในขั้นตอนการทำงานที่ต่างกัน นอกจากนี้การดำเนินการโครงการก่อสร้างยังมี

ลักษณะการดำเนินการแตกต่างไปจากการดำเนินโครงการประเภทอื่น ๆ คือ มีลักษณะเป็นแบบผสมผสานกันระหว่างงานเทคนิค งานการเงิน และงานบริหารทั่วไป ดังนั้น แนวทางในการดำเนินงานก่อสร้างสมัยใหม่โดยวิธีการของการจัดการงานก่อสร้าง จึงนับว่าเป็นส่วนสำคัญในการที่จะช่วยให้โครงการก่อสร้างเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด โดยปราศจากปัญหาข้อขัดข้อง และอุปสรรคต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น หรือเกิดขึ้นน้อยที่สุด

ขั้นตอนของงานก่อสร้าง

การดำเนินการโครงการก่อสร้างประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ที่สำคัญ ดังนี้

1. การศึกษาเบื้องต้น (Feasibility Study)
2. การออกแบบ (Design)
3. การดำเนินการก่อสร้าง (Construction)

วงจรของโครงการก่อสร้างจะเริ่มต้นด้วยการกำหนดโครงการ (project identification) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกี่ยวกับการจัดหาสถานที่ ที่จะทำโครงการและการกำหนดลักษณะหรือขอบเขตของโครงการ ในช่วงการจัดหาสถานที่และกำหนดขอบเขตของโครงการนี้ เจ้าของโครงการจะต้องทำการวิเคราะห์หาความเหมาะสมของสถานที่ทั้งทางด้านกายภาพและเศรษฐกิจ ในขณะเดียวกันก็ต้องทำการศึกษาถึงความเป็นไปได้ของโครงการด้วย การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการมีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐกิจของโครงการ เพื่อต้องการทราบถึงโอกาสประสบความสำเร็จของโครงการลงทุน และเพื่อเป็นเครื่องช่วยในการตัดสินใจว่าควรลงทุนในโครงการที่กำลังพิจารณาอยู่หรือไม่ การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการต่าง ๆ มีรายละเอียดแตกต่างกันแล้วแต่ลักษณะของโครงการ ประเภทของโครงการและกิจกรรมของโครงการ อย่างไรก็ตาม รายละเอียดต่าง ๆ ที่ต้องครอบคลุมอยู่ในการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการเพื่อใช้เป็นบรรทัดฐานสำหรับพิจารณาถึงช่องทางประสบความสำเร็จของโครงการควรประกอบด้วย (1) ทางเลือกในการดำเนินโครงการ (2) การวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคและวิศวกรรม (3) การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจ (4) การวิเคราะห์ทางด้านสังคม และ (5) การวิเคราะห์ทางการเมือง เมื่อได้มีการพิจารณาแล้วว่าโครงการมีความเหมาะสมและการลงทุนจะคุ้มค่าก็จะต้องจัดเตรียมแบบร่างของโครงการเพื่อพิจารณาตัดสินใจก่อนที่จะทำการออกแบบรายละเอียดทั้งด้านสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมเพื่อการประกวดราคาจ้างเหมา

การเตรียมการออกแบบขั้นต้นเป็นการสรุปถึงลักษณะส่วนประกอบของโครงการ การออกแบบร่างประเภทของอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง และการตรวจสอบประมาณราคาค่าดำเนินการทั้งหมด โดยเปรียบเทียบกับงบประมาณที่ได้กำหนดไว้ เมื่อโครงการได้รับการประเมินผลว่าสมควรที่จะดำเนินการ

ต่อไปได้ ขั้นตอนต่อไปคือการออกแบบโดยละเอียดขั้นสุดท้าย ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบขั้นสุดท้ายนั้น ควรจะละเอียดมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ข้อมูลด้านกายภาพนั้นมีส่วนสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการออกแบบ

หลังจากได้มีการพิจารณาถึงข้อมูลละเอียดที่ได้รับเพิ่มเติมแล้ว ในบางกรณีอาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของงานต่าง ๆ ในโครงการบ้าง เนื่องจากข้อมูลใหม่ที่ได้อาจจะผิดไปจากตอนทำการสำรวจในขั้นแรกมาก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ นี้ ควรจะพิจารณาทบทวนตัดสินใจก่อนการดำเนินการออกแบบครั้งสุดท้าย เพราะหากยึดเยื้อไป และมีการเปลี่ยนแปลงภายหลังจะทำให้มีปัญหาในการออกแบบและกำหนดข้อกำหนดรายการก่อสร้างมาก ในการออกแบบรายละเอียดขั้นสุดท้ายนั้น สิ่งที่ต้องกระทำควบคู่กันไปก็คือ การทำแบบรายละเอียดและข้อกำหนดการก่อสร้าง (Drawings and Specifications)

การดำเนินการก่อสร้างคือการกระทำตามแบบและรายละเอียดที่สถาปนิกและวิศวกรได้กำหนดเอาไว้ให้เป็นสิ่งก่อสร้างจริง ภายใต้การจัดการของผู้รับเหมาก่อสร้างและการควบคุมของตัวแทนฝ่ายเจ้าของ โดยยึดถือแบบรูปรายการและสัญญา รวมทั้งหลักวิชาและจรรยาบรรณของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเป็นเกณฑ์

งานก่อสร้างประกอบด้วยทรัพยากร 4 ประเภท คือ กำลังคน วัสดุ เครื่องมือ เครื่องจักร และเงิน ทรัพยากรทั้ง 4 ประเภทนี้จะผสมผสานกันจนสำเร็จเป็นรูปงานก็ด้วยการใช้วิธีการและเทคนิคของการจัดการ

หลักสำคัญของการจัดการ

การจัดการ คือ การนำเอาทรัพยากรที่มีอยู่หรือที่สามารถจะหาได้ ซึ่งประกอบด้วยบุคลากร เงิน วัสดุ เครื่องมือและเงื่อนไขการทำงาน (หรือสัญญา) มาประสานรวมกันอย่างเหมาะสม เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด และบรรลุเป้าหมายตามต้องการ กระบวนการดำเนินงานของการจัดการสามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ การวางแผนงาน (Planning) การจัดระบบงาน (Organizing) การอำนวยการและดำเนินการ (Directing and Executing) และการควบคุมติดตามผลงาน (Controlling)

1. การวางแผนงาน คือ การตัดสินใจล่วงหน้าเพื่อกำหนดว่า จะทำอะไร อย่างไร เมื่อไร และใครเป็นผู้กระทำ โดยการเลือกแนวทางในการดำเนินงานและวิธีการปฏิบัติที่เหมาะสม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนด การวางแผนเป็นการเชื่อมต่อไปกับสิ่งที่ต้องการในอนาคต การวางแผนจะช่วยให้ผู้ร่วมงานรู้ว่าจะต้องทำอะไร อย่างไร อย่างมีระบบแทนที่จะปล่อยให้เหตุการณ์ต่าง ๆ เกิดขึ้นเอง โดยไม่มีผู้รับผิดชอบ หรือไม่มีการเตรียมการไว้ก่อน ขั้นตอนของการวางแผนงานควรจะประกอบด้วย

ก. กำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการทำงาน

ข. รวบรวมข้อมูลละเอียดของงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

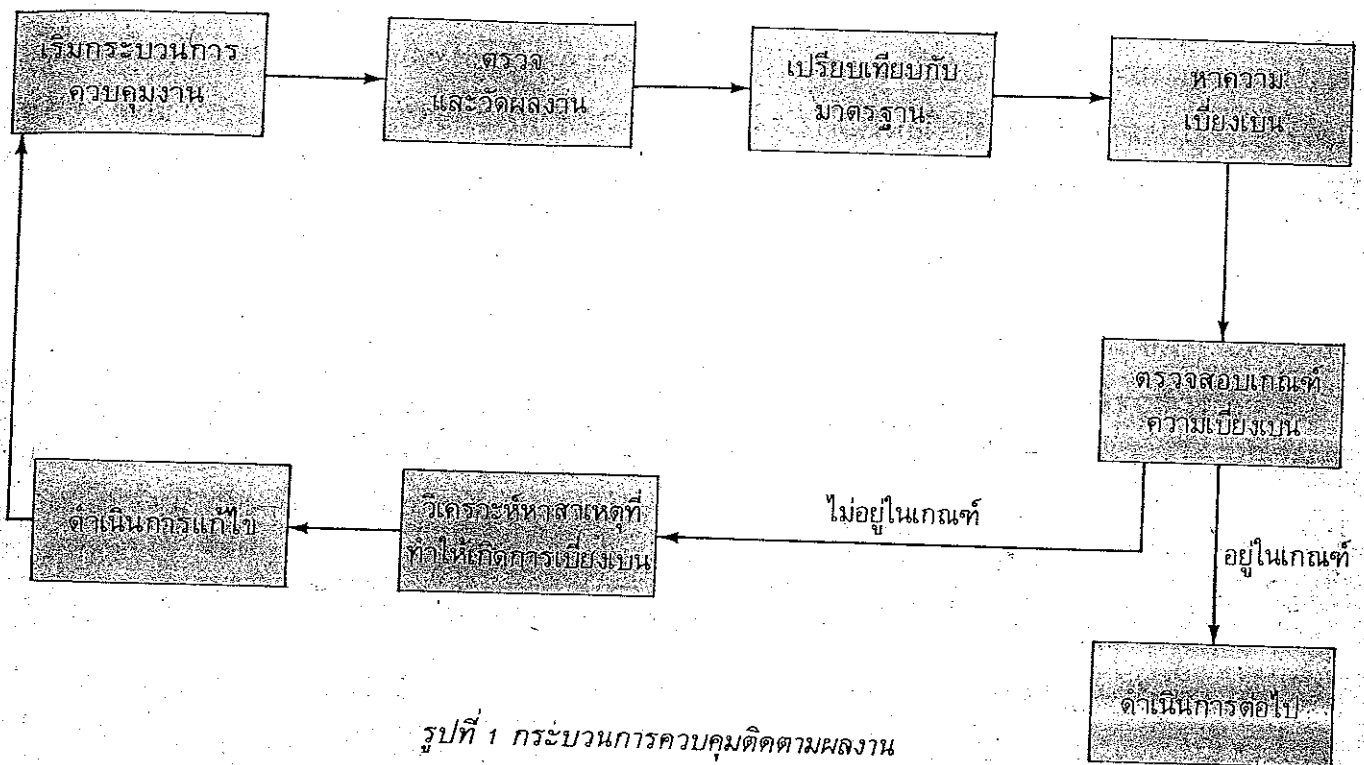
- ค. วิเคราะห์และแยกประเภทข้อมูล
- ง. พิจารณาข้อจำกัดของการวางแผน
- จ. จัดทำแผนการทำงานแบบต่าง ๆ
- ฉ. เลือกแผนงานที่เหมาะสม
- ช. กำหนดขั้นต้นและระยะเวลาในการทำงาน
- ซ. กำหนดวิธีการตรวจสอบความก้าวหน้า

2. การจัดระบบงาน คือ การจัดการวางระบบงานหรือจัดระเบียบในหน่วยงานเพื่อดำเนินการให้เกิดผลงานตามที่ได้ตั้งเป้าหมายหรือวางแผนเอาไว้ การจัดระบบงานประกอบด้วยการจัดรวมกลุ่มงานที่เหมือนกันเข้าด้วยกัน แล้วแบ่งแยกและมอบหมายอำนาจหน้าที่ความรับผิดชอบ โครงสร้างของหน่วยงานที่ชัดเจนและเหมาะสมจะเป็นผลดีและเกิดความคล่องตัวในการทำงาน

3. การอำนวยการและดำเนินการ เมื่อได้วางแผนและจัดระบบงานแล้ว ก็จะต้องมีการดำเนินการให้งานดำเนินไปตามเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งงานจะสามารถดำเนินการไปได้ด้วยดี ก็จำเป็นต้องอาศัยการอำนวยการที่ดีด้วย สิ่งที่สำคัญและจำเป็นในการอำนวยการก็คือระบบการติดต่อสื่อสารที่ดีสะดวกและรวดเร็ว การจัดงานให้ประสานกันและการทำงานที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในระหว่างผู้ร่วมงาน นอกจากนั้นผู้จัดการหรือผู้บริหารจะต้องเป็นผู้นำที่ดี สามารถแนะนำและโน้มน้าวให้ผู้ร่วมงานปฏิบัติงานด้วยความสามัคคี ในลักษณะเป็นทีมเพื่อช่วยเพิ่มเติมผลผลิตและช่วยให้ประสิทธิภาพของงานดีขึ้น ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการจูงใจเป็นหน้าที่สำคัญของผู้บังคับบัญชา ที่จะทำให้เป้าหมายประสบความสำเร็จ

4. การควบคุมติดตามผลงาน คือ การควบคุมงานให้ดำเนินไปตามแผนและเป้าหมายที่วางไว้ โดยการตรวจสอบผลงานที่สามารถทำได้ แล้วเปรียบเทียบกับแผนงานที่กำหนด และถ้าจำเป็นดำเนินการแก้ไข และขจัดอุปสรรคต่าง ๆ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามแผน กระบวนการของการควบคุมงานประกอบด้วยหลักใหญ่ ๆ คือ (1) กำหนดมาตรฐานในการดำเนินงาน (2) ตรวจและวัดผลงานเทียบกับมาตรฐาน และ (3) แก้ไขงานที่เบี่ยงเบนไปจากมาตรฐานและแผน

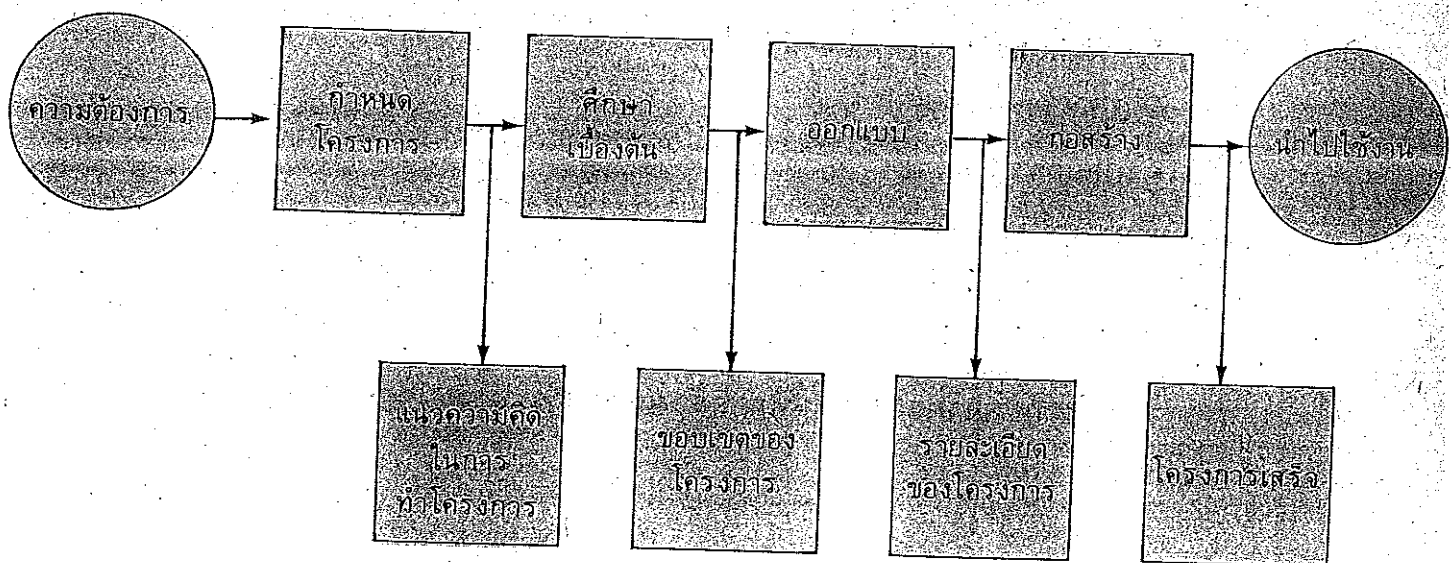
ระบบการควบคุมติดตามผลงาน สามารถแสดงได้เป็นระบบข้อมูลย้อนกลับตามแผนภูมิข้างล่าง



รูปที่ 1 กระบวนการควบคุมติดตามผลงาน

หลักการในการจัดการงานก่อสร้าง

วงจรหรือขั้นตอนของโครงการก่อสร้าง สามารถจะอธิบายได้อย่างง่าย ๆ ดังนี้



รูปที่ 2 ขั้นตอนโครงการก่อสร้าง

จากแผนภูมิจะเห็นได้ว่า โครงการจะเริ่มต้นเมื่อเกิดความต้องการที่จะทำโครงการขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดแนวทางของการทำโครงการ หลังจากนั้นก็จะมีการศึกษาทางด้านการเงินและด้านเทคนิคเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการทำโครงการ เมื่อได้ข้อมูลต่าง ๆ พร้อมทั้งขอบเขตของงาน ก็จะเริ่มออกแบบจัดทำรายการก่อสร้างและจัดทำเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อหาผู้ที่จะมาทำการก่อสร้าง ขั้นตอนสุดท้ายในวงจรของโครงการ ก็คือ การดำเนินการก่อสร้าง

เมื่อพิจารณาขั้นตอนต่าง ๆ ของวงจรของโครงการแล้ว ทำให้สามารถแบ่งการจัดการโครงการก่อสร้างออกได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การจัดการบริหารโครงการก่อสร้าง ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ คือการเตรียมโครงการไปจนกระทั่งถึงการดำเนินการก่อสร้าง โดยที่เจ้าของงานจะต้องวางแผนบริหารโครงการเพื่อให้งานทุก ๆ ขั้นตอนของโครงการเป็นไปอย่างราบรื่นและการประสานงานของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย

2. การจัดการในช่วงการดำเนินการก่อสร้าง เป็นการบริหารงานของผู้รับเหมา ซึ่งเริ่มตั้งแต่การประมาณงานไปจนกระทั่งถึงการก่อสร้างงานที่ประมูลได้ให้เสร็จสิ้นถูกต้องตามแบบและรายการ ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่า การบริหารงานในลักษณะนี้ คือ การบริหารงานก่อสร้างนั่นเอง ขั้นตอนของการบริหารงานในช่วงการดำเนินการก่อสร้างพอจะสรุปได้ ดังนี้

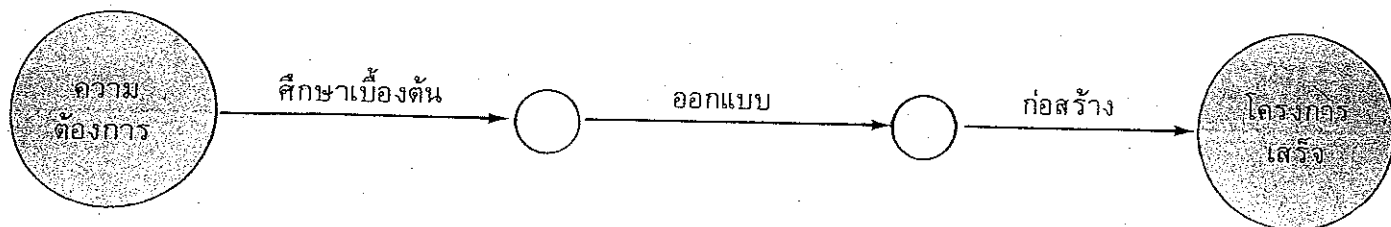
- ก. ศึกษาข้อมูลของโครงการก่อสร้างที่ประมูลได้
- ข. จัดทำแผนการดำเนินงาน
- ค. จัดทำแผนการเงิน
- ง. จัดวางแผนแนวการปฏิบัติงาน
- จ. ดำเนินการก่อสร้าง
- ฉ. ควบคุมการก่อสร้าง
- ช. จัดทำรายงานผลการปฏิบัติงาน
- ซ. แก้ไขปัญหาข้อขัดข้องและอุปสรรคต่าง ๆ โดยปรับปรุงแผนเพื่อให้การดำเนินงาน เป็นไปตามเป้าหมาย

3. การบริหารทรัพยากรในสถานที่ก่อสร้างเพื่อให้การทำงานก่อสร้างเป็นไปอย่างมีระเบียบและมีประสิทธิภาพ

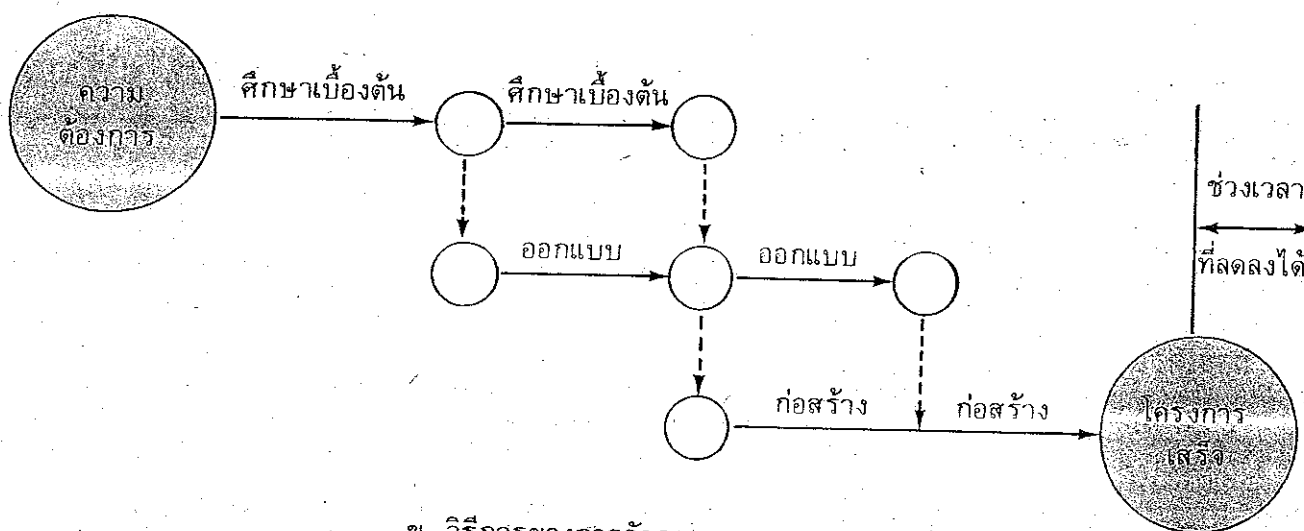
ประโยชน์และความสำคัญของการจัดการงานก่อสร้าง

เวลาและเงินเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาความสำเร็จของโครงการ ดังนั้น เจ้าของโครงการจึงต้องพยายามทำงานของตนเสร็จภายในเวลาและงบประมาณที่ได้กำหนดเอาไว้ การดำเนินโครงการ

โดยอาศัยหลักการของการจัดการงานก่อสร้าง จะช่วยให้เจ้าของงานสามารถประหยัดเงิน และ/หรือ เวลาลงได้ ดังแสดงไว้ในแผนภูมิ



ก. วิธีการปกติ



ข. วิธีการของการจัดการ

การดำเนินโครงการโดยอาศัยหลักการของการจัดการงานก่อสร้างนี้จะเป็นการทำงานแบบเป็นทีมในระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ซึ่งขั้นตอนแต่ละขั้นตอนจะสามารถดำเนินการได้โดยการแบ่งงานแต่ละงานออกเป็นช่วง ซึ่งจากแผนภูมิจะเห็นได้ว่างานออกแบบสามารถเริ่มทำได้ทันทีที่การศึกษาเบื้องต้นในช่วงแรกเสร็จ หลังจากนั้นสามารถเริ่มประมูลและดำเนินการก่อสร้างในช่วงแรกนี้ได้ทันที ในขณะที่เดียวกัน การศึกษาเบื้องต้น การออกแบบ การประมูลและการก่อสร้างของช่วงที่เหลือก็จะกระทำไปเรื่อย ๆ จนหมดทั้งโครงการ ซึ่งจะช่วยให้ระยะเวลาในการทำโครงการทั้งหมดสั้นลง และการที่แบ่งโครงการออกเป็นโครงการย่อย ๆ หลายโครงการ จะทำให้เกิดการแข่งขันในระหว่างบริษัทที่มาประมูลงาน ซึ่งจะช่วยให้ค่าใช้จ่ายหรือราคาก่อสร้างลดลงได้ นอกจากนี้การควบคุมและติดตามการใช้จ่ายต่าง ๆ อย่างใกล้ชิดก็จะช่วยลดค่าใช้จ่ายลงได้ด้วย

บทที่ 2

การเตรียมโครงการก่อสร้าง

วงจรของโครงการจะเริ่มต้นด้วยการกำหนดโครงการ (project identification) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการจัดหาสถานที่ที่จะทำโครงการและการกำหนดลักษณะ หรือขอบเขตของโครงการในช่วงการจัดหาสถานที่และกำหนดขอบเขตของโครงการนี้ เจ้าของโครงการจะต้องทำการวิเคราะห์หาความเหมาะสมของสถานที่ทั้งทางด้านกายภาพและเศรษฐกิจ ในขณะที่เดียวกันก็ต้องทำการศึกษาถึงความเป็นไปได้ของโครงการด้วย ซึ่งในบางครั้งการวิเคราะห์หาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโครงการในขั้นนี้ถูกจำกัดโดยนโยบาย การเงินและขั้นตอนของการปฏิบัติงาน ทำให้การดำเนินโครงการส่วนใหญ่จะเริ่มด้วยการเตรียมงานโครงการ (project preparation)

การเตรียมงานโครงการนี้ จะเป็นการสำรวจและวิเคราะห์หาข้อมูลเฉพาะอย่างที่ต้องการ เพื่อประกอบการขออนุมัติจากผู้ให้งบประมาณ หรือเพื่อเสนอให้เจ้าของโครงการประเมินผล (appraisal) เมื่อการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ได้รับการประเมินผลว่าให้ดำเนินการต่อไปได้ ขั้นตอนต่อไปคือการเตรียมการก่อนการดำเนินการก่อสร้าง ดังนั้น รายละเอียดและข้อมูลต่าง ๆ จะต้องถูกนำมาพิจารณาและตรวจสอบใหม่เพื่อให้ทันสมัยและมีรายละเอียดมากขึ้น

เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปโดยราบรื่น และได้รับประโยชน์สูงสุด จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวางแผนการดำเนินโครงการขั้นต้น ซึ่งในการวางแผนดังกล่าวนี้ จะมีการแสดงให้เห็นเฉพาะการดำเนินการในหมวดใหญ่ ๆ เท่านั้น เพื่อให้ทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องในแต่ละหมวด ในเวลาต่าง ๆ กันทราบถึงกำหนดและระยะเวลา (Time and Period) ที่เขาเหล่านั้นมีหน้าที่ที่จะต้องรับผิดชอบ

แผนการดำเนินโครงการนี้จะไม่สมบูรณ์เลย หากไม่มีการคิดประมาณราคาค่าใช้จ่ายในแต่ละหมวดไว้ด้วย เพราะการวางแผนนั้นนอกจากจะเป็นการช่วยเหลือในด้านประสานงานแล้ว โครงการที่มีระบบของการคิดประมาณค่าใช้จ่ายที่ดีก็จะเป็นการช่วยให้การวางแผนทางการเงินเป็นไปได้อย่างใกล้เคียงกับข้อเท็จจริงด้วย

การวางแผนการดำเนินโครงการขั้นต้น

ขั้นตอนของการวางแผนมีดังนี้

1. ขอบเขตและกำหนดการของการปฏิบัติการ (Definition of The Operations)
2. ประมาณระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานของการปฏิบัติการในแต่ละหมวด (Duration of The Operations)
3. แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการปฏิบัติการในหมวดต่าง ๆ (Relationship among The Operations)
4. ทำแผนงานให้เสร็จสมบูรณ์ภายใต้ข้อจำกัดทั้งในด้านเวลาและทรัพยากรที่มีอยู่ (Completion of Project Planning)

การแสดงผลการวางแผน (Presentation) นั้น มีเทคนิคหลายวิธีด้วยกัน เป็นต้นว่า Bar Chart, CPM, Precedence Diagramme ฯลฯ การจะนำวิธีใดมาใช้ขึ้น ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ และประเภทของโครงการต่าง ๆ สำหรับการบริหารโดยทั่วไปแล้ว ถ้าเป็นงานที่ยุ่งยากและซับซ้อน วิธี CPM หรือ Precedence Diagramme ก็คงจะเหมาะสมดี ส่วนงานที่ไม่มีความยุ่งยากและซับซ้อน เช่น งานก่อสร้างที่อยู่อาศัยสำหรับผู้มีรายได้น้อย วิธี Bar Chart แบบธรรมดาาก็ใช้ได้ดี และสามารถติดตามแผนงานได้โดยง่ายด้วย

เพื่อให้เกิดความเข้าใจขั้นตอนต่าง ๆ ของการวางแผนการดำเนินโครงการขั้นต้นนี้ ขอยกตัวอย่างการวางแผนการดำเนินโครงการก่อสร้างที่อยู่อาศัยแบบ Integrated Housing Construction Project เพื่อประกอบการศึกษาต่อไป ส่วนโครงการก่อสร้างแบบอื่น ๆ ก็อาจแตกต่างกันไปบ้างตามลักษณะของงาน

1. ขอบเขตและกำหนดการของการปฏิบัติการ (Definition of The Operation)

กิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละหมวดจะถูกรวมกันเป็นชุด เพื่อให้สอดคล้องกับหน่วยงานหรือแผนกที่เกี่ยวข้องและรับผิดชอบ ซึ่งสามารถรวมเป็นประเภทกว้าง ๆ และเรียงตามลำดับ (เท่าที่จะทำได้) ที่จะต้องปฏิบัติดังนี้ คือ

- การจัดหาที่ดิน (Land Acquisition)
- การจัดเตรียมสิ่งสาธารณูปโภค สาธารณูปการ (Provision of Infrastructure) รวมถึงการออกแบบรายละเอียดด้านวิศวกรรมและทำสัญญา, การก่อสร้างและควบคุมงาน, การทำงานภูมิสถาปัตย์ และการซ่อมหรือเก็บงาน
- การจัดเตรียมที่พักอาศัย (Provision of Housing) รวมถึงการออกแบบและทำสัญญา, การก่อสร้าง และควบคุมงาน (ทั้ง 3 ประเภท คือ ที่ดินที่ว่างเปล่าพร้อมสาธารณูปการ On-plot Utilities, บ้านสร้างบางส่วน Core House และบ้านสร้างสมบูรณ์ Complete House), การ

จัดหาและจำหน่ายวัสดุก่อสร้าง ตลอดจนการให้ความช่วยเหลือทางเทคนิคในการสร้างที่พักอาศัยแบบช่วยตนเอง

- การคัดเลือกผู้เช่าอยู่อาศัยและการส่งมอบ (Selection of Occupants and Transfer of Plots or House)

นอกจากนั้นแล้ว กิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นหน้าที่ของหน่วยงานภายนอกที่มีใช้หน่วยงานหลักก็ควรจะได้ถูกบรรจุไว้ในแผนงานด้วย เป็นต้นว่า

- การจัดหาน้ำใช้สอยและไฟฟ้า (Provision of Water and Electricity)
- การสร้างที่อยู่อาศัยแบบช่วยตนเอง (Construction of Houses by Self-Builders)
- การก่อสร้างส่วนที่ไม่ใช่ที่พักอาศัย (Construction of Non-Residential Buildings)

2. ระยะเวลาในการดำเนินการ (Duration of The Operations)

ในการประมาณระยะเวลาดำเนินการนั้น ก็ต้องเป็นไปตามโปรแกรมของการวางแผนย่อยในแต่ละหมวด (ในข้อ 1) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณงานและอัตรากำลังหรือสมรรถนะในการผลิตของแต่ละหน่วยงานที่รับผิดชอบนั้น ๆ ในบางกรณีเช่น การสร้างที่อยู่อาศัยแต่ละประเภทเป็นจำนวนมากในการวางแผนอาจจะแบ่งงานก่อสร้างทั้งหมดเป็นกลุ่มย่อยหลายกลุ่มด้วยกัน ซึ่งในกลุ่มย่อยเหล่านี้ อาจจะมีการก่อสร้างที่พร้อมหรือคาบเกี่ยวกันได้ ซึ่งอาจจะทำให้ระยะเวลาดำเนินการก่อสร้างที่อยู่อาศัยแต่ละประเภทน้อยลง

3. ความสัมพันธ์ระหว่างการปฏิบัติการต่าง ๆ

- Land Acquisition โดยปกติแล้ว การจัดหาที่ดินควรจะเสร็จเรียบร้อยตั้งแต่เริ่มโครงการ โดยอาจจะมีกระบวนการเล็กน้อยที่ยังติดขัดเหลืออยู่บ้างก็ได้
- Detailed Engineering เป็นการออกแบบรายละเอียดด้านวิศวกรรมของงานสาธารณูปโภค สาธารณูปการ อาจจะเริ่มได้ตั้งแต่ตอนต้นโครงการ โดยมีความสอดคล้องกับการที่จะเริ่มก่อสร้างงานนั้น ๆ ซึ่งอาจจะต้องมีเวลาสำรองไว้บ้าง
- Construction of Infrastructure คือการก่อสร้างสิ่งสาธารณูปโภค สาธารณูปการ อาจจะเริ่มได้ทันที หลังจากงาน Detailed Engineering และ Land Acquisition เรียบร้อยแล้ว โดยมีความสอดคล้องกับการที่จะสร้างตัวที่พักอาศัยที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับสิ่งสาธารณูปโภค สาธารณูปการนั้น ๆ ด้วย
- Design of Houses คือ การออกแบบที่พักอาศัย สามารถที่จะเริ่มได้ตั้งแต่ตอนต้นของโครงการเช่นเดียวกับงาน Detailed Engineering แต่ก็ต้องสอดคล้องกับการก่อสร้างที่พักอาศัยนั้นโดยมีเวลาสำรองไว้พอสมควรด้วย

- House Building คือการก่อสร้างที่พักอาศัย จะเริ่มได้เมื่อการออกแบบที่พักอาศัยและการก่อสร้างสิ่งสาธารณูปโภค สาธารณูปการในส่วนนั้น ๆ เรียบร้อยแล้ว
- Landscaping/Repairing คือการทำงานด้านภูมิสถาปัตยกรรมและการซ่อมเก็บงาน สามารถเริ่มงานได้ทันที เมื่อการก่อสร้างที่พักอาศัยแล้วเสร็จ
- Selection of Occupants คือการคัดเลือกผู้อยู่อาศัย สามารถทำได้ตั้งแต่ตอนต้น ๆ ของโครงการ โดยมีความสอดคล้องกับการส่งมอบ (Transfer of Facilities) และเมื่อเวลาไว้พอสมควรด้วย
- Transfer of Facilities คือการส่งมอบที่พักอาศัย สามารถกระทำได้หลังจากการก่อสร้างที่พักอาศัยแล้วเสร็จเป็นจำนวนหนึ่ง พร้อมกับการคัดเลือกผู้อยู่อาศัยเรียบร้อยแล้ว
- Distribution of Materials คือการจำหน่ายวัสดุก่อสร้างสำหรับการสร้างบ้านแบบช่วยตัวเอง โดยวางแผนให้สอดคล้องกับการสร้างแบบช่วยตัวเอง และการให้ความช่วยเหลือทางเทคนิค
- Self-Help Building คือการสร้างแบบช่วยตัวเอง จะเริ่มได้หลังจากได้มีการส่งมอบที่ดินหรือที่อยู่อาศัยแล้ว
- Technical Assistance คือการให้ความช่วยเหลือทางเทคนิคในการก่อสร้าง จะเริ่มได้พร้อม ๆ กับการจำหน่ายวัสดุก่อสร้างสำหรับการสร้างแบบช่วยตัวเอง
- Water/Electricity คือการจัดหาน้ำใช้และไฟฟ้า ควรจะกำหนดให้ดำเนินการไปพร้อม ๆ กับการเชื่อมเข้ากับที่อยู่อาศัยแต่ละหน่วย
- Non-Resident Building คือการก่อสร้างส่วนที่ไม่ใช่ที่พักอาศัยสามารถที่จะดำเนินการหลังจากที่ได้บรรจุผู้อยู่อาศัยเข้าไปแล้วจำนวนหนึ่ง โดยการวางแผนสร้างตามลำดับก่อนหลังของความต้องการของชุมชน

4. การทำแผนงานให้เสร็จสมบูรณ์ (Completion of Project Planning)

หลังจากได้กำหนดระยะเวลาและความสัมพันธ์ของการปฏิบัติการต่าง ๆ แล้ว แผนงานสมบูรณ์ของทั้งโครงการจะได้ถูกกำหนดให้แน่นอนอีกครั้งหนึ่ง โดยคำนึงถึงกิจกรรมที่วิกฤติและเวลาทั้งหมดที่มีอยู่สำหรับการดำเนินการทั้งโครงการ ตลอดจนประเมินค่าใช้จ่ายในแต่ละหมวดในเวลาต่าง ๆ กันด้วย เพื่อที่แต่ละฝ่ายจะได้นำไปวางแผนการใช้จ่ายเงินในส่วนของตนต่อไป ในการนี้ผู้รับผิดชอบในแต่ละหมวดควรจะได้มีการประชุมปรึกษา ร่วมกันทำแผนงานนี้ขึ้นมาให้สมบูรณ์

อย่างไรก็ตาม มักจะพบเสมอว่า แผนงานแม้มันจะมีรายละเอียดเฉพาะในตอนเริ่มต้นของแผนเท่านั้น ในขณะที่การวางแผนในระยะหลังจะเป็นไปตามข้อสมมติหลายประการด้วยกัน ดังนั้น จะเห็นได้ว่า แผนงาน

ขั้นตอนนี้จะใช้ไปได้ในระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น จึงเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่ข้อมูลใหม่ ๆ ในระยะต่อมาจะต้องถูกบันทึกและรวบรวมไว้ เพื่อใช้ในการแก้ไขปรับปรุงแผนงานเป็นช่วง ๆ ไป ในระหว่างดำเนินการ

การออกแบบ

ในการออกแบบขั้นสุดท้ายนั้น ข้อมูลที่ได้ควรละเอียดมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ข้อมูลด้านกายภาพนั้นมีส่วนสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการออกแบบหัวข้อใหญ่ ๆ ที่ต้องทำการสำรวจหาข้อมูลมีดังนี้ คือ

- การสำรวจลักษณะพื้นที่ของที่ดิน : เพื่อที่จะได้ทำแผนที่หลัก (Base Map) สำหรับใช้ในการกำหนดส่วนประกอบของการใช้ที่ดินต่อไป โดยทั่วไป Base Map จะใช้ Scale 1 : 500 หรือ 1 : 1,000 ขึ้นอยู่กับสภาพลักษณะการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ สิ่งที่ต้องทำการสำรวจ คือ
 1. คาระดับทั่วไป (Topographic Survey)
 2. ขอบเขตด้านราบ (Geometric Survey or Cadastral Survey)
 3. สภาพทั่วไปของที่ดิน (Existing Condition)
 4. สิ่งก่อสร้างเดิมที่มีอยู่ (Existing Structures)
- การสำรวจสภาพที่ดินและคุณสมบัติของที่ดิน : เพื่อที่จะได้เป็นข้อมูลในการออกแบบโดยละเอียดด้านสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมของตัวอาคารและสาธารณูปโภค สิ่งที่ต้องทำการสำรวจ คือ
 1. ระดับของชั้นดินชนิดต่าง ๆ (Soil substrata)
 2. ระดับน้ำใต้ดิน (Water Table)
 3. คุณสมบัติทางกายภาพของดิน (Soil Physical Properties)
- การสำรวจความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย : สำรวจดูแนวโน้มความต้องการอาคารประเภทต่าง ๆ กัน โดยพิจารณาถึงสภาพสังคม ศาสนา วัฒนธรรมและความสามารถในการซื้อ

หลังจากได้มีการพิจารณาถึงข้อมูลละเอียดที่ได้รับเพิ่มเติมแล้ว ในบางกรณีอาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของงานต่าง ๆ ในโครงการบ้าง เนื่องจากข้อมูลใหม่ที่ได้อาจจะผิดไปจากตอนทำการสำรวจในขั้นแรกมาก หากการเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพทำได้ลำบาก ก็อาจจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงราคากันใหม่ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ นี้ ควรจะพิจารณาดูกองตัดสินใจก่อนการดำเนินการออกแบบครั้งสุดท้าย เพราะหากยึดเยื้อไป และมีการเปลี่ยนแปลงภายหลังจะทำให้มีปัญหาในการออกแบบและกำหนดข้อกำหนดรายการก่อสร้างมาก

อย่างไรก็ตาม ในการออกแบบไม่ว่าจะเป็นงานประเภทไหน สิ่งที่ต้องคำนึงอยู่เสมอ มีหัวข้อใหญ่ ๆ ดังนี้ คือ

- มาตรฐาน : ควรจะได้รับการพิจารณาโดยรอบคอบ เพื่อปรับปรุงให้เหมาะสมกับความต้องการอย่างแท้จริงของผู้ใช้ (User Requirements) และพอเหมาะพอควรกับทรัพยากรด้านการเงินที่มีอยู่หรือสามารถจัดหาได้
- วัสดุ, เครื่องมือ และเทคนิคในการก่อสร้าง : พิจารณาให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นในราคาประหยัดตลอดจนต้องเป็นไปตามข้อกำหนดรายการก่อสร้างที่ต้องการด้วย
- หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง : ตรวจสอบการเกี่ยวข้องของหน่วยงานต่าง ๆ โดยพิจารณาถึงข้อกำหนดและขั้นตอนในการดำเนินงานเพื่อประโยชน์ในการวางแผนขั้นตอนดำเนินงานและออกแบบให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของทุกฝ่าย

การออกแบบขั้นสุดท้ายนั้น เป็นงานที่ต้องใช้ความละเอียดรอบคอบมาก เพราะมีขีดจำกัดและข้อกำหนดในหลาย ๆ ด้าน จากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน ในโครงการใหญ่ ๆ ซึ่งมีส่วนประกอบหลายประเภท จำเป็นต้องมีการออกแบบให้สอดคล้องกัน เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการแก้ไขแบบในภายหลัง ซึ่งอาจจะมีผลกระทบในเรื่องประโยชน์ใช้สอยของงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย

เพื่อประกอบความเข้าใจในกิจกรรมต่าง ๆ ของการออกแบบ จึงได้เสนอกิจกรรมต่าง ๆ ในการออกแบบโครงการพัฒนาที่อยู่อาศัย เป็นตัวอย่างไว้ดังต่อไปนี้

ก. ด้านสถาปัตยกรรม

ก.1 การใช้สอยที่ดิน

เพื่อให้การใช้ที่ดินสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ อันจำเป็นต่อชุมชนมีเนื้อที่เพียงพอ เช่น การแบ่งที่ดินเพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยพาณิชยกรรม การศึกษา การสุขอนามัย และการสาธารณูปโภคของชุมชน ตลอดจนการแบ่งย่านสำหรับกิจกรรมส่วนบุคคลและสาธารณะอย่างเหมาะสม โดยทั่วไปสามารถจัดสรรได้ดังนี้

ลักษณะการใช้ที่ดิน

	ร้อยละ
- ที่อยู่อาศัยและที่จอดรถ	60 - 70
- ถนน - ทางเท้า สนามเด็กเล่นและที่โล่งสาธารณะ	17 - 22
- องค์ประกอบอื่น ๆ (บริเวณพาณิชยกรรม, สวนสาธารณะ, สถานศึกษา, สนามกีฬา, ศูนย์ประกอบอาชีพ ฯลฯ)	8 - 18

ก.2 ประเภทของอาคาร

เป็นการกำหนดส่วนประกอบของโครงการ โดยพิจารณาจัดประเภทของอาคารชนิดต่าง ๆ กัน ในโครงการให้เหมาะสม ประเภทของที่อยู่อาศัยได้แก่ บ้านเดี่ยว, บ้านแฝด, บ้านแถว, อาคารชุด และบ้านแบบสร้างบางส่วน ซึ่งในแต่ละชุมชนจะต้องกำหนดให้มีขึ้นตามภาวะเศรษฐกิจของครอบครัว และในสัดส่วนที่คล้าย

ตามสภาพเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบัน ประเภทของที่อยู่อาศัยที่จะจัดให้มีอยู่ในชุมชน ทำได้โดยถือเกณฑ์รายได้ของผู้อยู่อาศัยโดยเฉลี่ยให้ผสมกันในอัตราส่วนโดยทั่วไปดังนี้

ผู้มีรายได้น้อย : ผู้มีรายได้ปานกลาง : ผู้มีรายได้สูง = 35:50:15

ประเภทของอาคารแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท ดังนี้

- อาคารประเภท ก: เป็นอาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัยส่วนบุคคล แยกเป็นสัดส่วนเฉพาะครอบครัว และความสูงของอาคารไม่เกิน 3 ชั้น ซึ่งได้แก่ บ้านเดี่ยว, บ้านแฝด และบ้านแถว
- อาคารประเภท ข: เป็นอาคารซึ่งตั้งอยู่บนที่ดินซึ่งมีบุคคลหรือนิติบุคคลเพียงรายเดียวถือกรรมสิทธิ์ในที่ดินและหน่วยที่อยู่อาศัยในอาคารอยู่ในลักษณะซ้อนกัน โดยใช้บางส่วนของอาคารในลักษณะสาธารณะ คือ ผู้อยู่อาศัยใช้ประโยชน์ร่วมกัน เป็นต้นว่า ทางเดิน, ทางเข้าออก, บันได, ลิฟต์ ตั้งแต่ 4 ครอบครัว ขึ้นไป แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ
 1. อาคารชุดพิเศษ (Point Block) หมายถึงอาคารซึ่งในแต่ละชั้นของอาคารมีหน่วยอยู่อาศัยไม่เกิน 6 หน่วย
 2. อาคารชุดธรรมดา (Slab Block) หมายถึง อาคารซึ่งในแต่ละชั้นของอาคารมีหน่วยอยู่อาศัยมากกว่า 6 หน่วยขึ้นไป
- อาคารประเภท ค: เป็นการสร้างสภาพแวดล้อมให้ดีพอสมควร โดยพิจารณาให้ชุมชนทั้งหมดเป็นบริเวณที่มีการวางผัง จัดบริการสาธารณูปโภคเป็นไปตามมาตรฐาน และสอดคล้องกับชุมชนหลัก อาจสร้างที่อยู่อาศัยให้เป็นบางส่วนที่จำเป็น และเปิดโอกาสให้ผู้อยู่อาศัยสร้างที่อยู่ใหม่ หรือสร้างเพิ่มเติม เพื่อยกระดับความเป็นอยู่ของตนและสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น เมื่อสภาวะทางเศรษฐกิจและสังคมอำนวยให้ในอนาคต จนกระทั่งสามารถจัดเข้าเป็นอาคารตามมาตรฐานประเภท ก. ได้ ซึ่งได้แก่ โครงการที่อยู่อาศัยแบบช่วยตนเองหรือสร้างบางส่วน (Aided-self Help or Sites and Services)

ก.3 การวางผังที่อยู่อาศัย

จัดให้แต่ละหน่วยของที่อยู่อาศัยมีเนื้อที่ซึ่งจำเป็นเพื่อความเหมาะสมในการรับแขก พักผ่อน การนอน การทำความสะอาดร่างกาย การปรุงอาหาร การรับประทานอาหาร และมีเนื้อที่เก็บของเพียงพอ มีการเตรียมที่ไว้หรือมีทางติดต่อได้โดยสะดวกกับบริเวณซักผ้า และอุปกรณ์สุขาภิบาล

โดยทั่วไปแล้วการออกแบบวางผังตัวอาคารควรคำนึงถึงหลักใหญ่ ๆ ดังนี้

- วางอาคารให้ถูกสุขลักษณะ ได้รับลมประจำและมีแสงสว่างเพียงพอ
- ลดการแผ่รังสีความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคาร โดยให้สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศในท้องถิ่น
- มีความรโหฐานทั้งภายในและภายนอกที่อยู่อาศัยพอสมควร

หน้าที่

- สามารถประกอบกิจกรรมนอกตัวอาคารได้บ้าง
- เพื่อการขยายที่อยู่อาศัยในอนาคต
- เพื่อการสุขภาพ เช่น ระบบน้ำ ประปา และระบบกำจัดน้ำโสโครก
- มีความปลอดภัยจากโจรผู้ร้าย และอัคคีภัย

ครัว

ข. ด้านวิศวกรรม

เมื่อ

การ

ออก

อาศัย

อาศัย

เมด

กับ

อยู่

ทาง

งาน

d -

จน

พื้นที่

การออกแบบด้านวิศวกรรมนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการคำนวณถึงความสามารถในการรับน้ำหนักของส่วนต่าง ๆ ของอาคาร เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐาน หรือ Code ที่ได้รับการวิจัยมาแล้ว สิ่งต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องในการออกแบบด้านวิศวกรรมมีกว้าง ๆ ดังนี้ คือ

ข.1 ระบบโครงสร้าง (Structural System)

- ระบบโครงสร้างหล่อในที่ (Traditional or Cast - In-situ)
- ระบบผนังคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก (Concrete Block Wall Bearing)
- ระบบโครงสร้างสำเร็จรูป (Prefabricated Components)

ข.2 น้ำหนักบรรทุก (Load)

- น้ำหนักโครงสร้าง (Dead Load)
- น้ำหนักจร (Live Load)

ข.3 กำลังวัสดุ (Strength of Material)

- ความสามารถรับน้ำหนักของชั้นดินเดิม
- ความสามารถรับน้ำหนักของคอนกรีต
- ความสามารถรับแรงของเหล็กเสริม
- ความสามารถรับแรงของเหล็กโครงสร้าง
- ความสามารถรับน้ำหนักของวัสดุก่อสร้างทั่วไป

ข.4 ความทนทานต่อธรรมชาติ (Durability)

ค. ด้านสาธารณูปโภค (Infrastructures)

ค.1 สาธารณูปการ

สิ่งที่ต้องจัดให้มีเกี่ยวกับสาธารณูปการในชุมชน ได้แก่

- บริเวณพาณิชยกรรม ได้แก่ ร้านค้าย่อย ตลาดสด ศูนย์การค้า ธนาคาร ฯลฯ
- สถานเลี้ยงเด็กกลางวัน

ใน

- สำนักบริการชุมชน
- บริการสื่อสาร ได้แก่ ไปรษณีย์ และโทรศัพท์
- ศูนย์ชุมชน
- สถานบริการอนามัย
- สวนสาธารณะ, สนามกีฬา และสถานพักผ่อนหย่อนใจ
- สถานศึกษา
- ศูนย์ประกอบอาชีพ
- บริการขนส่งมวลชน

ค.2 สาธารณูปโภค

สิ่งที่ต้องจัดให้มีเกี่ยวกับสาธารณูปโภคในชุมชน ได้แก่

- ถนนและลานจอดรถ
- ทางเท้าและทางจักรยาน
- ระบบระบายน้ำฝนและระบายน้ำข้างถนน
- อุปกรณ์ติดตั้งบนถนน ได้แก่ เครื่องหมายจราจร, ป้ายชื่อถนนและซอย ไฟฟ้า แสงสว่าง และสัญญาณจราจร ฯลฯ
- ระบบน้ำประปาและน้ำใช้
- ห้วจ่ายน้ำดับเพลิง
- ระบบการระบายและกำจัดน้ำโสโครก
- สัญญาณแจ้งอัคคีภัย
- ระบบไฟฟ้าภายนอก
- ภูมิสถาปัตยกรรม
- ฯลฯ

ในการออกแบบรายละเอียดขั้นสุดท้ายนั้น สิ่งที่ต้องกระทำควบคู่กันไป ก็คือการทำแบบรายละเอียดและข้อกำหนดการก่อสร้าง (Drawings and Specifications) แบบรูปโดยทั่วไปควรประกอบไปด้วยแผนผังทั่วไป, ผังเฉพาะส่วน, รูปตัดด้านต่าง ๆ ตลอดจนรายละเอียดข้อกำหนดที่จำเป็นเฉพาะส่วนนั้น นอกจากนั้นแบบรูปที่ดีควรจะแสดงรายละเอียดสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ (ถึงแม้ว่าไม่อยู่ในสัญญาการก่อสร้าง) ที่ปรากฏในบริเวณใกล้เคียงด้วย แบบรูปและรายละเอียดข้อกำหนดต่าง ๆ ควรจะมีรายละเอียดเพียงพอ, ชัดเจน และสอดคล้องกัน เพื่อประโยชน์ในการประมูลและการดำเนินการก่อสร้างให้เป็นไปโดยสะดวกและเรียบร้อยต่อไป

รายการก่อสร้าง

การจัดทำรายการก่อสร้าง สามารถแบ่งได้เป็น 2 หมวดใหญ่ ๆ คือ

- ก. เงื่อนไขทั่วไปและความต้องการพิเศษเฉพาะงาน (General Condition and special requirements) เป็นการระบุความผูกพันทางกฎหมายระหว่างฝ่ายต่าง ๆ ที่เข้าร่วมสัญญากัน เป็นต้นว่า สิทธิและหน้าที่ของผู้ออกแบบ, เจ้าของงาน และผู้รับเหมาก่อสร้าง
- ข. ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค (Technical Specifications) เป็นการกำหนดหรือให้คำแนะนำในรายละเอียดต่อผู้รับเหมาก่อสร้างเกี่ยวกับวัสดุที่จะใช้และใช้อย่างไร เพื่อให้ได้มาซึ่งผลงานอันเป็นความต้องการของเจ้าของงาน และเป็นแนวทางในการประมาณราคา เพื่อจะทำการตกลงในเรื่องดำเนินการสร้างด้วย

ผู้เขียนข้อกำหนดรายการก่อสร้างควรคำนึงถึงหลักใหญ่ ๆ 3 ประการ คือ

1. ความประสงค์ของเจ้าของงาน
2. ความต้องการทางด้านเทคนิคที่จะทำให้ความประสงค์นั้นสัมฤทธิ์ผล
3. ข้อกำหนดหรือขีดจำกัดด้านมาตรฐานและกฎหมายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ความต้องการเบื้องต้นในการจัดทำข้อกำหนดรายการก่อสร้าง (Basic Requirement)

1. มีความพอเพียงทางด้านเทคนิค (Technically Adequate)
 - กำหนดรายละเอียดถึงวิธีทำและวัสดุที่จะใช้
 - ระบุถึงวิธีเก็บตัวอย่างและตรวจสอบวัสดุดังกล่าว
 - กำหนดให้ตรงและเป็นไปตามแบบรูปอย่างชัดเจน
2. ประหยัด (Economically Sound)
 - วัสดุและวิธีก่อสร้างควรจะเหมาะสมกับประเภทของงานและประหยัด
 - ค่าดำเนินการขั้นแรกและค่าบำรุงรักษาต้องได้รับการศึกษาและพิจารณาอย่างรอบคอบถึงข้อดีข้อเสียและค่าใช้จ่ายทั้งหมด
 - อยู่ในระดับมาตรฐานทั่วไปของท้องตลาดเพื่อสะดวกต่อการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนต่าง ๆ ในภายหลัง
3. ชัดเจนและแน่นอน (Definite and Certain)
 - ใช้ภาษาให้ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์
 - หลีกเลี่ยงประโยคที่ทำให้มีความหมายได้หลายอย่าง
 - ใช้ภาษาที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

- กำหนดความต้องการให้ชัดเจนเป็นตอน ๆ โดยแยกเป็นประโยคหนึ่งหรือย่อหน้าหนึ่งสำหรับเรื่องวัสดุ, วิธีการ, ข้อควรระวัง และวิธีการวัดและจ่ายเงิน เป็นต้น
- 4. มีความยุติธรรมและมีความพอดี (Fair and Just)
 - เป็นข้อกำหนดที่สามารถปฏิบัติได้
 - ไม่เข้มงวด หรือเอาเปรียบเกินไป
 - ไม่หละหลวมหรือมีช่องทางที่จะทำให้หลีกเลี่ยงได้
 - พอเหมาะพอควรต่อความต้องการของเจ้าของงานหรือผู้ออกแบบโดยแท้จริง

หลักการเขียนข้อกำหนดรายการก่อสร้าง (Principles of Specification Writing)

1. กำหนดความต้องการให้กะทัดรัดและชัดเจนเกี่ยวกับเงื่อนไขทั่วไป, ชนิดของงานและคุณภาพของฝีมือ
2. แยกแยะหัวข้อทั้งของเงื่อนไขเพิ่มเติมทั่วไป (General provision) และข้อกำหนดทางด้านเทคนิค (Technical Requirement) ให้ชัดเจน เพื่อสะดวกต่อการเชื่อมโยงหรืออ้างอิงถึงต่อเนื่องกับเอกสารประกอบสัญญาอื่น ๆ
3. วิเคราะห์ชนิดของงานก่อสร้างให้ดีเพื่อที่จะใช้กำหนดทางด้านเทคนิคให้ตรงตามชนิดของงานนั้น ๆ
4. จัดลำดับความประสงค์ที่จะบรรจุลงในแต่ละส่วนของข้อกำหนดโดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับแบบรูปและเอกสารประกอบสัญญาอื่น ๆ
5. เขียนข้อกำหนดในแต่ละส่วนให้กระชับ โดยใช้ประโยคที่เข้าใจกันโดยทั่วไป
6. ใช้ศัพท์ที่มีความหมายแน่นอน
7. เขียนความต้องการแต่ละอย่างให้ชัดเจนและสมบูรณ์
8. ใช้วิธีแจ้งในสิ่งที่ต้องการ (Direct) อย่าใช้วิธีแนะนำ (Suggest)
9. ไม่จำเป็นต้องให้เหตุผลในการแจ้งถึงสิ่งที่ต้องทำ
10. อย่าระบุให้ทำในสิ่งที่เป็นไปไม่ได้
11. หลีกเลี่ยงการกำหนดความต้องการที่ขัดแย้งกัน
12. ไม่จำเป็นต้องให้ข้อมูลที่จำเป็นในการจัดเตรียมการเสนอราคา และการทำงานให้สำเร็จ
13. ระบุขนาดมาตรฐาน (Size) หรือรูปแบบมาตรฐาน (Pattern) ทุกครั้งถ้าทำได้
14. หลีกเลี่ยงความประสงค์ตามอำเภอใจ
15. ไม่ระบุซ้ำถึงข้อมูลที่มีแล้วในแบบรูป (Drawing)
16. ไม่ระบุซ้ำในสิ่งที่เคยได้ระบุแล้ว

- รับ 17. ไม่ระบุซ้ำ โดยใช้คำสิ่งที่เป็นเชิงบังคับมากเกินไปในเมื่อสิ่งนั้นได้ถูกระบุไว้ในทำนองที่เป็นความต้องการ
ทั่ว ๆ ไปอยู่แล้ว
18. พยายามลดการอ้างอิงกันไปอ้างอิงกันมา (Cross References)
19. อย่าปิดความรับผิดชอบในความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากเจ้าของงานไปให้ผู้รับจ้างก่อสร้าง
20. อย่าเอาเปรียบและไม่ยุติธรรมต่อผู้รับเหมาก่อสร้าง
21. อย่าซ่อนเร้นความยากลำบากหรือสิ่งที่จะเป็นอันตรายไม่ให้ผู้รับจ้างก่อสร้างทราบ
22. ในความต้องการเกี่ยวกับสิ่งของให้ยึดหลักที่ว่าสามารถวัดได้และต้องกำหนดวิธีการวัดให้ชัดเจนด้วย

ประเภทข้อกำหนดทางด้านเทคนิค (Type of Technical Specifications)

1. Proprietary : คือการระบุชื่อ รุ่น หมายเลขแคตตาล็อก และอื่น ๆ ของสินค้านั้น ๆ โดยตรง
อาจกำหนดหนึ่งหรือสองอย่างขึ้นไปก็ได้

- 1.1 ข้อดี - ผู้ออกแบบ, เจ้าของงาน, ผู้รับเหมาก่อสร้าง และผู้ส่งวัสดุ รู้อย่างชัดเจนว่า
ต้องซื้ออะไร ง่ายต่อการคิดคำนวณต่าง ๆ
- ทำให้รายละเอียดข้อกำหนดสั้นกะทัดรัด
 - มาตรฐานทางคุณภาพที่กำหนดโดยผู้ออกแบบได้รับการตอบสนองด้วยความ
มั่นใจ

- 1.2 ข้อเสีย - จำกัดการแข่งขันในการเสนอสินค้าที่ตรงตามกำหนด ทำให้ราคาแพง
- ใช้ได้สำหรับสินค้ามาตรฐานเฉพาะอย่างเท่านั้น
 - หมายเลขแคตตาล็อกที่กำหนดไว้อาจจะถูกยกเลิกหรือเปลี่ยนแปลงไปตอนที่
ใช้จริง ๆ
 - วัสดุหลายชนิดไม่มีการกำหนดเป็นรุ่นหรือหมายเลขแคตตาล็อก เป็นต้นว่า อิฐบล็อก
วงกบไม้ ทราาย หิน ฯลฯ
 - ใช้กำหนดได้เฉพาะวัสดุเท่านั้น ไม่สามารถไปกำหนดวิธีการ ผลลัพธ์ หรือ
ขั้นตอนการทำงานได้

2. Reference: คือการระบุโดยอ้างอิงถึงมาตรฐานที่มีอยู่หรือใช้บังคับอยู่ในท้องถิ่นนั้น ๆ อาจจะ
เป็นด้านวัสดุ, วิธีการตรวจสอบ, หรือขั้นตอนวิธีการติดตั้ง

- 2.1 ข้อดี - เป็นที่รู้จักและยอมรับของเจ้าของงานและผู้รับเหมาก่อสร้าง
- วัสดุและวิธีการใช้เป็นที่คุ้นเคยด้วยกันทุกฝ่าย
 - เป็นที่ยอมรับทั้งงานเอกชนและรัฐบาล งานใหญ่หรือเล็ก และเป็นที่ยอมรับ
ในกรณีมีการขึ้นศาลด้วย

- ไม่เป็นการจำกัดการแข่งขัน สินค้าใดตรงตามมาตรฐานก็สามารถจะนำมาใช้ได้
- รายละเอียดข้อกำหนดสั้นกะทัดรัด

2.2 ข้อเสีย - วัสดุหรือวิธีการหลายอย่างไม่มีมาตรฐานให้อ้างอิง

- มาตรฐานบางอย่างล้าสมัย (ต้องติดตามความก้าวหน้าทางวิชาการอย่างใกล้ชิด)
- การกำหนดมาตรฐานทั่วไปมักจะกำหนดแค่ความต้องการขั้นต่ำเท่านั้น ทำให้บางครั้งควรจะดีกว่าก็ได้ของที่ดีกว่า กลับไม่ได้
- บางครั้งมาตรฐานถูกกำหนดขึ้นเพื่อประโยชน์ในการขายหรือกำหนดขึ้นเพื่อปกป้องกลุ่มผู้กำหนด
- จำเป็นต้องใช้อย่างระมัดระวังโดยต้องคำนึงถึงแหล่งปริมาณและระดับของความต้องการ

3. Descriptive : (Materials & Methods) เป็นการกำหนดรายละเอียดถึงการใช้วัสดุและฝีมือที่ต้องการในการประกอบ, ติดตั้งวัสดุนั้น เพื่อให้ได้ผลตามต้องการ

3.1 ข้อดี - ความต้องการถูกระบุได้โดยชัดเจน

- ใช้ได้กับงานทุกขนาด, ทุกวิธี, ทุกกรณี หรือทุกลักษณะงาน
- ผู้รับเหมาไม่ต้องขวนขวายหาเอกสารมาตรฐานให้อ้างอิง ซึ่งในบางกรณีหรือบางท้องถิ่นอาจหาได้ยาก
- เปิดโอกาสให้มีการแข่งขัน
- เป็นที่ยอมรับของงานทุกชนิด
- เป็นหลักการที่ดีในการประกวดราคา

3.2 ข้อเสีย - อาจไม่ได้ผลตามที่ตั้งใจไว้

- เพราะขาดฝีมือหรือพบกับปัญหาที่ไม่ได้คาดไว้ล่วงหน้า
- ผู้กำหนดรายการผิดพลาด
- ทำให้ได้ข้อกำหนดที่ยาว และใช้เวลามากในการเขียนและเรียบเรียง
- อาจสร้างความตกใจให้กับผู้เสนอราคา
- เนื่องจากไม่ใช่มาตรฐาน อาจจะต้องทำให้จำเป็นต้องเพิ่มงานบางอย่างเพื่อให้ได้ผลงานสำเร็จตามต้องการ
- อาจจะเป็นวิธีการที่ผิดไปจากธรรมดา ทำให้ราคาสูงขึ้นก็ได้
- อาจจะละเอียดหรือจุกจิกเกินไปสำหรับงานเล็ก ๆ

4. Performance: คือการระบุผลสุดท้ายของงานเท่านั้น โดยกำหนดให้ความรับผิดชอบในการจัดหาวัสดุและวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งผลที่ต้องการเป็นของผู้รับเหมา

- ที่ได้
- 4.1 ข้อดี - ผลที่ได้เป็นไปตามที่ผู้ออกแบบต้องการ
- ให้โอกาสเต็มที่ต่อผู้รับเหมาในอันที่จะจัดมาให้ได้ซึ่งผลที่ต้องการ
- เปิดโอกาสให้มีการแข่งขันกัน
- ชัด) - สามารถทำให้ข้อกำหนดสั้นลงได้
- าง - ใช้ได้กับงานทุกประเภท
- เพื่อ - ผู้รับเหมา มีหน้าที่รับผิดชอบต่อผลงานที่ได้

- 4.2 ข้อเสีย - ไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอนในการประกวดราคา ราคาหลายรายอาจจะแตกต่างกันมาก
- Criteria ต่าง ๆ ต้องกำหนดให้ชัดเจน ป้องกันการละเลยข้อกำหนดที่สำคัญบาง
- าม - ขั้นตอน
- ลำบากในการควบคุมงาน

เอง 5. Combination (แบบผสม) คือการใช้ Specifications มากกว่าหนึ่งประเภท โดยเป็นการผสมกันระหว่างข้อกำหนดข้างต้นที่กล่าวมาแล้ว โดยคำนึงถึงลักษณะของงาน และผลงานที่ต้องการโดยแท้จริง ตลอดจนคำนึงถึงความสะดวกและความเป็นไปได้ในการควบคุมงานด้วย

หรือ เงื่อนไขของสัญญา (Condition of Contract)

โดยปกติทั่วไปเงื่อนไขของสัญญาจะเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดรายละเอียดการก่อสร้าง (Specifications) โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เงื่อนไขทั่วไป และเงื่อนไขพิเศษ ส่วนรายละเอียดนั้น บางหัวข้อก็อาจจะบรรจุอยู่ในเงื่อนไขทั่วไปหรืออยู่ในเงื่อนไขพิเศษ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อระบุนั้นสามารถวินิจฉัยได้ว่าเป็นเรื่องพิเศษหรือเรื่องทั่วไป ในบางสัญญาอาจจะมีเงื่อนไขเฉพาะท้องถิ่น (Local Condition) เพิ่มเข้ามาด้วย

ก. เงื่อนไขทั่วไป (General Condition) มักจะประกอบด้วย

1. บทนิยามและการตีความ
2. ข้อกำหนดและเงื่อนไขในการเสนอราคา
3. การตัดสินใจเป็นผู้ประกวดราคาได้และการทำสัญญา
4. ขอบเขตของงาน
5. การควบคุมงาน
6. การควบคุมวัสดุ
7. นิติสัมพันธ์และความรับผิดชอบต่อสาธารณะ
8. การดำเนินงานและความก้าวหน้า
9. การวัดผลและการจ่ายเงิน
10. ค่าจ้างแรงงานและเงื่อนไขการจ้างแรงงาน

ข. เงื่อนไขพิเศษ (Special Condition) มักจะประกอบด้วย

1. สถานที่ของงานและลักษณะของงาน
2. รายละเอียดและความต้องการของงาน
3. เวลาเริ่มและแล้วเสร็จของงาน
4. ขั้นตอนที่งานส่วนต่าง ๆ จะต้องแล้วเสร็จ
5. ระยะเวลาและวิธีการจ่ายเงิน
6. การวัดและการประเมินผลงาน
7. การปรับปรุงราคาในกรณีปริมาณงานเพิ่มขึ้นหรือลดลง
8. การจ่ายเงินล่วงหน้าและการจ่ายเงิน
9. เงินประกันการดำเนินการก่อสร้าง
10. เงินประกันการเสียหายในการก่อสร้าง
11. เงินค่าปรับในการทำงานล่าช้า
12. ข้อมูลต่าง ๆ ที่จะจัดหาให้โดยเจ้าของงาน
13. รายการของแบบรูปและรายละเอียด
14. รายการของเครื่องจักรที่จะจัดหาให้โดยเจ้าของงาน (ถ้ามี)
15. กำหนดรายการสิ่งของหรือวัสดุที่ผู้รับเหมาสามารถใช้ได้หรือที่เจ้าของงานจะสงวนไว้
16. ผู้รับเหมาต้องจัดสร้างหรือหาสำนักงานสนาม (ถ้ามี)
17. ผู้รับเหมาจะต้องจัดหา น้ำ, ไฟ, อุปกรณ์การสื่อสาร ฯลฯ เพื่ออำนวยความสะดวกในการก่อสร้างด้วย
18. ผู้รับเหมาจะต้องป้องกันสิ่งที่จะทำความรำคาญหรือก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้อื่น

ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค (Technical Specification) มักจะกล่าวถึง

1. ทั่วไป : อ้างถึงเอกสารประกอบสัญญาอื่น ๆ และให้ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดนี้ด้วย
2. ขอบเขตของงาน : ชี้แจงรายละเอียดถึงงานที่ถูกครอบคลุมในส่วนนี้
3. งานประกอบส่วนอื่น : แจ้งงานประกอบส่วนอื่น ๆ ที่น่าจะรวมอยู่ในส่วนที่ระบุนี้ แต่ด้วยเหตุผลบางอย่างใดอย่างหนึ่งทำให้ต้องไปบรรจุในส่วนอื่น ไม่ต้องระบุทุกรายการ ที่ตามปกติก็ไม่ควรจะรวมอยู่ในส่วนนี้อยู่แล้ว
4. วัสดุ : ระบุถึงวัสดุที่จะต้องใช้ ถ้าเป็นมาตรฐานควรระบุถึง Standard Number หรือ Standard Code ด้วย
5. ตัวอย่าง : ระบุวัสดุที่ต้องการให้ส่งตัวอย่างเพื่อขออนุมัติลำดับรายการ, ขนาด และปริมาณที่ต้องการ

6. แบบรูปเพิ่มเติม (Shop Drawings) : ระบุถึงสิ่งที่ต้องการให้ทำ Shop Drawings เพิ่มเติมเพื่อขออนุมัติให้ระบุ Scale ที่ต้องการด้วย
7. การทดลอง : ระบุถึงวัสดุที่ต้องการให้มีการทดลองตรวจสอบ ถ้ามีมาตรฐานการตรวจสอบก็ต้องระบุ Standard Number หรือ Code Number ในการตรวจสอบด้วย
8. ความประสงค์ทั่วไป
 - 8.1 การส่งมอบและเก็บรักษาวัสดุ
 - 8.2 สภาพภูมิอากาศ
 - 8.3 Building Codes, หรือมาตรฐานของอาคาร
 - 8.4 การตรวจวัดในสนาม

หมายเหตุ ถ้าข้อใดข้อหนึ่งในข้อย่อต่อไปนี้ถือเป็นส่วนสำคัญ ก็สามารถขึ้นไปเป็นหัวข้อใหญ่ได้

9. ผลกระทบสำเร็จรูปและการผลิต แจ้างถึงความต้องการสิ่งที่ต้องทำจากโรงงานหรือต้องประกอบก่อนที่จะนำมาติดตั้ง
10. การติดตั้ง ใช้อยู่ และการประกอบ
 - 10.1 การเตรียมผิวหน้า
 - 10.2 ความสัมพันธ์ต่อสภาพที่เป็นอยู่
 - 10.3 รายละเอียดการติดตั้ง
 - 10.4 วิธีการก่อสร้าง
 - 10.5 ฝีมือการสร้าง
11. การทดสอบสิ่งที่ติดตั้งไว้ : รวมถึงการทดสอบระบบด้านกลศาสตร์ เข้ม และชิ้นส่วนของโครงสร้าง
12. การป้องกันรักษาและทำความสะอาด
13. การค้ำประกัน (Guarantee) ระบุระยะเวลาการค้ำประกันให้ชัดเจน
14. การตรวจวัดและจ่ายเงิน : ใช้สำหรับงานราคาต่อหน่วย (Unit Price)
15. แผนเวลา (Schedule) : มีประโยชน์สำหรับงาน hardware, เครื่องประกอบไฟฟ้า, งานทาสี ฯลฯ

ไว้

กร

ได
นี้

de

าร

บทที่ 3

การประมาณราคา

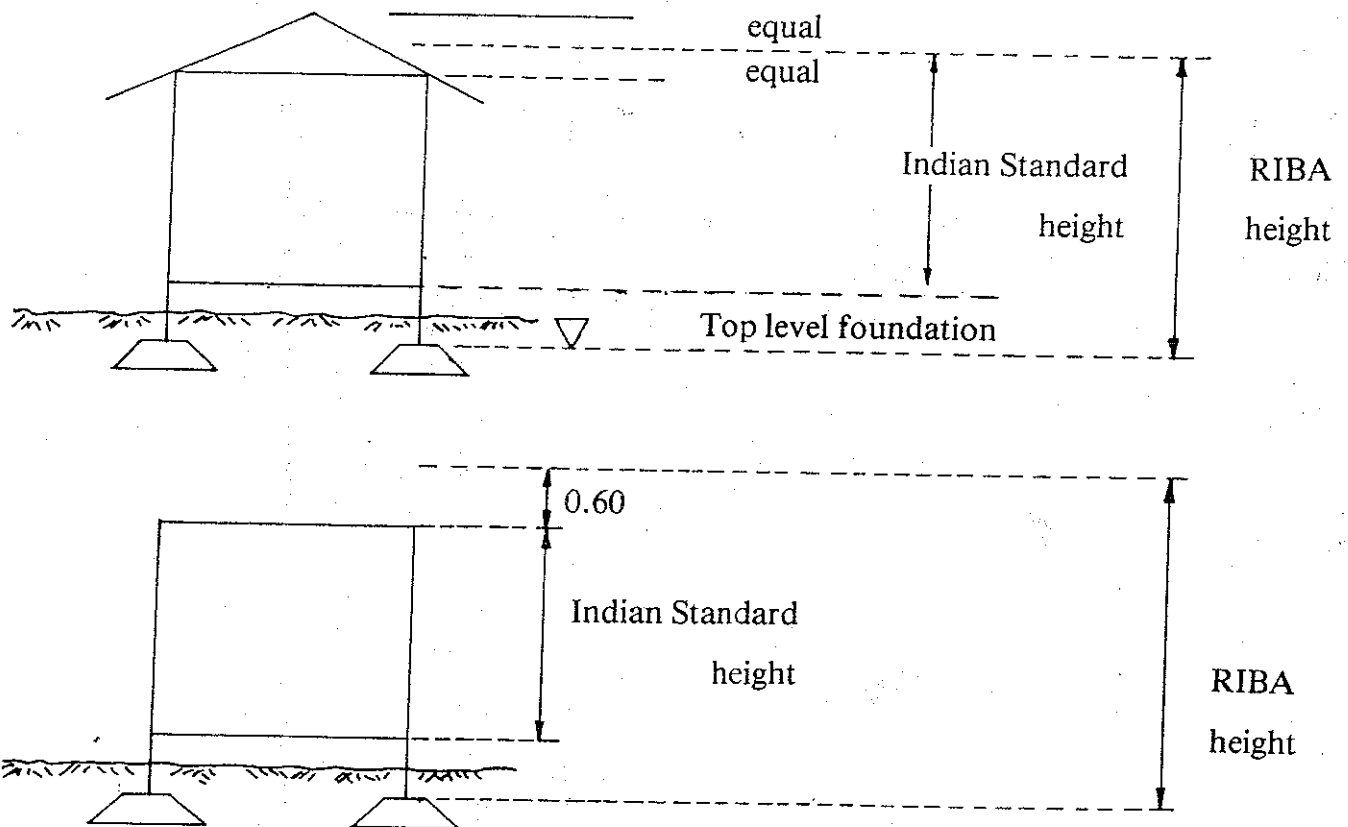
ในกระบวนการก่อสร้างการประมาณราคาค่าก่อสร้างเป็นขั้นตอนสำคัญ และจำเป็นต้องกระทำในหลายโอกาสด้วยกัน โดยมีความละเอียดและแน่นอน ที่แตกต่างกันออกไป เริ่มตั้งแต่การประมาณราคาอย่างคร่าว ๆ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ การประมาณราคาหลังจากได้แบบและรายละเอียดประกอบแบบที่สมบูรณ์แล้ว เพื่อเป็นราคามาตรฐานในการทำสัญญาและการประมาณราคาในระหว่างการดำเนินการก่อสร้าง เพื่อเป็นการวางแผนและควบคุมการเงินต่อไป

การประมาณราคางานก่อสร้างโดยทั่วไปนั้น หมายถึงการคำนวณหาปริมาณวัสดุ ราคาของวัสดุ ค่าแรงงานตลอดจนค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จะทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมายโดยประมาณเท่านั้น เมื่อได้เริ่มดำเนินการไปแล้ว ปริมาณวัสดุ ราคาและค่าใช้จ่ายอาจจะเพิ่มหรือลดลงไม่เป็นไปตามที่ประมาณราคาไว้ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานะตลาด การขนส่ง การผลิต การธนาคาร และแรงงาน รวมทั้งผู้ออกแบบหรือเจ้าของงานด้วย

ก. ชนิดของการประมาณราคา

1. การประมาณราคาอย่างหยาบ ๆ (Rough Cost Estimate) เป็นการคำนวณราคาค่าก่อสร้างโดยคร่าว ๆ เพื่อตรวจสอบดูว่า เหมาะสมที่จะลงทุนก่อสร้าง (ในฐานะเจ้าของงาน) หรือสมควรที่จะเข้าร่วมซื้อแบบประกวดราคาหรือไม่ เมื่อมีการเชิญให้ซื้อแบบ (ในฐานะของผู้รับเหมา)
2. การประมาณราคาต่อหน่วย หรือราคามาตรฐาน (Unit cost Estimate or Standard cost estimate) เป็นการคิดราคาละเอียดขั้นสุดท้าย เพื่อที่จะถือเป็นราคากลาง (Fair cost) ในฐานะของเจ้าของงาน หรือถือเป็นราคามาตรฐาน (Standard Cost) ในการวางแผนทางการเงินของผู้รับเหมาต่อไป
1. การประมาณราคาอย่างหยาบ ๆ (Rough Cost Estimate)
 - 1.1 Preliminary estimate เป็นการประมาณแบบตรวจสอบกับข้อมูลเก่า โดยสืบถามจากราคาก่อสร้างของสิ่งก่อสร้างแบบเดียวกัน โดยอาจจะเพิ่มหรือลดบ้างตามสภาพการณ์ เช่น ท้องที่เปลี่ยนไปหรือเวลาเปลี่ยนไป

1.2 Cube Rate Estimate เป็นการคิดราคา โดยการคำนวณหาปริมาตรของอาคารที่จะทำการ
 คิดราคา แล้วคูณด้วยราคาต่อหน่วยลูกบาศก์ (Cube rate) ของงานที่เคยทำมาแล้ว ถึงแม้ว่าจะ
 เป็นการคิดราคาโดยประมาณก็ตาม แต่เพื่อให้การใช้ Cube rate ใกล้เคียงกับความเป็น
 จริง จึงควรมีมาตรฐานในการวัดเพื่อหาปริมาตรด้วย ปกติพื้นที่ก็หาได้จากระยะกว้าง
 คูณด้วยความยาวของอาคาร โดยใช้ระยะขอบนอก (External Dimension) ส่วนความสูงมี
 มาตรฐานอยู่สองแบบ คือ RIBA height และ Indian Standard height ในบางครั้ง
 อาคารอาจจะประกอบด้วยส่วนพิเศษ เช่น ทางเดินเข้าสู่อาคาร หน้าต่างในส่วนของหลังคา
 ฯลฯ ก็ต้องมีการคิดราคาสำรองเผื่อไว้ด้วย (allowance for fluctuation in structure)



ข้อเสียของวิธีนี้ คือ

- 1.2.1 ราคาต่อลูกบาศก์ที่นำมาใช้ในการคำนวณมักจะล้าสมัย จำเป็นต้องมีการปรับปรุงราคาใหม่
- 1.2.2 เป็นการวัดปริมาตรของอากาศที่ถูกแทนที่ด้วยอาคารเท่านั้น ไม่ใช่เป็นการคิดจากปริมาณของแรงงานและวัสดุที่ได้ประกอบส่วนต่าง ๆ ของอาคารขึ้น
- 1.2.3 Cubic rate จะลดลง ถ้าปริมาตรของอาคารมากขึ้น (ในกรณีที่เงื่อนไขและข้อบังคับ

แห่งสัญญาเหมือนกัน) ดังนั้นการเอา Cubic rate ของงานเก่ามาคูณโดยตรงกับ ปริมาตรที่คำนวณได้ของอาคารใหม่จึงเป็นการไม่ถูกต้อง

1.3 Plinth Area Estimate เป็นการคิดราคาโดยการคำนวณหาพื้นที่ของผิวพื้นของอาคาร (Superficial Area) แล้วคูณด้วยราคาต่อหน่วยพื้นที่ (Plinth Area rate) ของงานแบบเดียวกับที่เคยทำมาแล้ว การคำนวณหาพื้นที่ Plinth area ก็ทำได้โดยคิดจาก External Dimension- เช่นเดียวกัน

1.4 Storey - Enclosure Area Estimate เป็นการคิดราคาโดยการคำนวณหาพื้นที่ทั้งหมดของ ส่วนประกอบของอาคาร (พื้น, ผนังและหลังคา) แต่ละชั้น โดยคิดเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเฉลี่ย (percent weighted) แต่ละชั้นต่าง ๆ กันไป แล้วนำมารวมกันเป็น Total Storey - Enclosure area ต่อจากนั้น จึงนำจำนวนพื้นที่นี้ไปคูณกับ rate of Storey Enclosure area ของอาคารที่เคยทำมาแล้ว

Percent weighted ของแต่ละชั้น

- Lowest floor = 200% (ของพื้นที่)
(Ground)

- First floor = 200 + 15 = 215%

Second floor = 200 + 30 = 230%

Third floor = 200 + 45 = 245%

and so on

- หลังคา และผนังภายนอก = 100%

} เพิ่มขึ้นละ 15%

เพื่อให้เข้าใจชัดเจนยิ่งขึ้น จะดูได้จากการเปรียบเทียบการประมาณราคา โดยวิธีต่าง ๆ ดังตัวอย่าง

นี้

ตัวอย่างที่ 1 ตลาดแห่งหนึ่งในกรุงเทพฯ ได้ถูกสร้างขึ้นขนาด 30 × 30 เมตร และสูง 5 เมตร ในราคา 1,800,000 บาท ต่อมาต้องการจะสร้างตลาดอีกแห่งหนึ่งในกรุงเทพฯ เช่นเดียวกัน แต่ขนาด 36 × 36 เมตร และสูง 6 เมตร โดยใช้เงื่อนไข และข้อบังคับสัญญาเหมือนเดิม ให้ประมาณราคาก่อสร้างตลาดแห่งที่สองนี้โดยวิธีต่าง ๆ

A. Cube Rate ตลาดแห่งที่ 1 : ปริมาตร = 4,500 ม.³

∴ Cube rate = $\frac{1,800,000}{4,500}$ = 400 บาท/ม.³

ตลาดแห่งที่ 2 : ปริมาตร = 7,776 ม.³

∴ ราคาก่อสร้าง = 7,776 × 400 = 3,110,400 บาท

งกับ B. Plinth Area Rate : ตลาดแห่งที่ 1 : พื้นที่ = 900 ม.²

การ Plinth Area rate = $\frac{1,800,000}{900}$ = 2,000 บาท/ม.²

กับ ตลาดแห่งที่ 2 : พื้นที่ = 1,296 ม.²

ation ∴ ราคาค่าก่อสร้าง = $1,296 \times 2,000 = 2,592,000$ บาท

ขอ C. Storey - Enclosure : ตลาดแห่งที่ 1 : พื้นชั้นล่าง = $900 \times 2 = 1,800$ ม.²

เฉลี่ย Area rate หลังคา = $900 \times 1 = 900$ ม.²

En ผนังภายนอก = $600 \times 1 = 600$ ม.²

area พื้นที่ส่วนประกอบอาคารทั้งหมด = 3,300 ม.²

∴ Storey - Enclosure Area rate = $\frac{1,800,000}{3,300} = 544$ บาท/ม.²

ตลาดแห่งที่ 2 : พื้นชั้นล่าง = $1,296 \times 2 = 2,592$ ม.²

หลังคา = $1,296 \times 1 = 1,296$ ม.²

ผนังภายนอก = $864 \times 1 = 864$ ม.²

พื้นที่ส่วนประกอบของอาคารทั้งหมด = 4,752 ม.²

∴ ราคาค่าก่อสร้าง = $4,752 \times 545 = 2,589,840$ บาท

ตัวอย่างที่ 2 : แฟลต 7 ชั้นหลังหนึ่งในกรุงเทพฯ ได้ถูกสร้างขึ้นขนาดกว้าง 15 เมตร ยาว 50 เมตร และสูง 30 เมตร ในราคา 21,000,000 บาท ต่อมาต้องการสร้างแฟลตอีกแห่งหนึ่งใกล้เคียงกัน แต่เพิ่มเป็น 8 ชั้น (ความสูงทั้งหมดเท่าเดิมคือ 30 เมตร) โดยใช้เงื่อนไขและข้อบังคับสัญญาเดิมให้ประมาณราคาค่าก่อสร้างแฟลต 8 ชั้นนี้

การ A. PLINTH AREA RATE

เมตร แฟลต 7 ชั้น : พื้นที่ทั้งหมด = $7 \times (50 \times 15) = 5,250$ ม.²

โดย P.A. rate = $\frac{21,000,000}{5,250} = 4,000$ บาท/ม.²

แฟลต 8 ชั้น : พื้นที่ทั้งหมด = $8 \times (50 \times 15) = 6,000$ ม.²

ค่าก่อสร้าง = $6,000 \times 4,000 = 24,000,000$ บาท

E. STOREY-ENCLOSURE AREA RATE

แฟลต 7 ชั้น : ชั้นที่ 1 = $750 \times 2 = 1,500.00$ ม.²

ชั้นที่ 2 = $750 \times 2.15 = 1,612.50$ ม.²

ชั้นที่ 3	= 750 × 2.30	= 1,725.00 ม. ²
ชั้นที่ 4	= 750 × 2.45	= 1,877.50 ม. ²
ชั้นที่ 5	= 750 × 2.60	= 1,950.00 ม. ²
ชั้นที่ 6	= 750 × 2.75	= 2,062.50 ม. ²
ชั้นที่ 7	= 750 × 2.90	= 2,175.00 ม. ²
หลังคา	= 750 × 1	= 750.00 ม. ²
ผนังภายนอก	= 3,900 × 1	= 3,900.00 ม. ²
(2 (50 + 15) × 30)		
พื้นที่สร้างประกอบอาคารทั้งหมด		= 17,512.50 ม. ²

$$\therefore \text{Storey - Enclosure Rate} = \frac{21,000,000}{17,512.50} = 1,200 \text{ บาท/ม.}^2$$

แฟลต 8 ชั้น : พื้นที่ส่วนประกอบอาคารทั้งหมด

$$\begin{aligned}
 &= 750 \times (2 + 2.15 + 2.30 + 2.45 + 2.60 + 2.75 + 2.90 + 3.05) + (750 \times 1) + \\
 &\quad (3,900 \times 1) \\
 &= 15,150 + 750 + 3,900 \\
 &= 19,800 \text{ ม.}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{ค่าก่อสร้าง } 19,800 \times 1,200 = 23,760,000.- \text{ บาท}$$

2. การประมาณราคาต่อหน่วยหรือราคามาตรฐาน (Unit Cost Estimate or Standard Cost Estimate) เป็นการแยกงานและวัสดุก่อสร้างออกจากแบบแปลนและรายการก่อสร้าง (Quantity take off) ของงานแต่ละชนิดของส่วนประกอบอาคารออกเป็นหน่วย ๆ แล้วคูณด้วยราคาและค่าแรงงานต่อหน่วยของงานนั้น ๆ รวมเป็นค่าวัสดุและแรงงานทั้งหมด แล้วประมาณการหาค่าใช้จ่ายต่าง ๆ และกำไร รวมยอดเป็นค่าก่อสร้าง

ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดในการก่อสร้างสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ

2.1 ค่าใช้จ่ายโดยตรง (Direct Cost or Engineering Cost) ประกอบไปด้วย ค่าวัสดุ เครื่องมือ และค่าแรงงาน

2.2 ค่าใช้จ่ายประกอบ (Indirect Cost) ประกอบด้วยค่าขนย้ายเครื่องมือและอุปกรณ์ค่าก่อสร้างสิ่งก่อสร้างชั่วคราว, ค่าดำเนินการ, ค่าประกันภัย, ค่าภาษีกำไร, ค่าประกันสัญญาและกำไร เป็นต้น ค่าใช้จ่ายประกอบนี้โดยปกติแล้วไม่แน่นอนตายตัว ขึ้นอยู่กับประเภท ความยากง่ายและปริมาณของงานด้วย

ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นค่าใช้จ่ายโดยตรง

2.1.1 ค่าวัสดุ

- ค่าวัสดุตาม List Price
- ค่าขนส่งและดูแล (Hauling & Handling Cost)
- ค่าชำรุดเสียหาย (Waste)

2.1.2 ค่าแรงงาน

- ค่าแรงปกติและล่วงเวลา
- ค่าฝีมือพิเศษหรือค่าเสี่ยงอันตราย
- ค่าประกันภัยและประกันสังคม
- ภาษี
- ค่าประกันการว่างงาน (มีในบางประเทศ)
- สวัสดิการ
- อื่น ๆ

2.1.3 ค่าเครื่องมือ

ก. ค่าแน่นอน (Fixed Cost)

ก.1 เสื่อมราคา (Depreciation)

- Straight line Method
- Declining Balance
- Sum-of-the-Year Digit

ก.2 ค่าซ่อมและบำรุงรักษา (Maintenance)

- คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าเสื่อมราคา

ก.3 ค่าลงทุน (Investment)

- ค่าประกัน
- ค่าดอกเบี้ย
- ค่าภาษี
- ค่าดูแล

ข. ค่าดำเนินงาน (Operating Cost)

ข.1 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น (Fuel & Lubrication)

ข.2 ค่าพนักงานขับรถ (Operator)

การคิดราคาต่อหน่วยของเครื่องมือและแรงงาน

$$\text{ราคาต่อหน่วย} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายในการทำงานในช่วงเวลาหนึ่ง}}{\text{ผลงานที่ได้ในช่วงเวลาเดียวกัน}}$$

1) +

Cost
uan-
ละค่า
จ่าย

งมือ

นี้ค่า
ะกัน
ูกับ

เช่น ค่าใช้จ่ายในการขุดดิน 1 ช.ม. (ใช้คนหรือเครื่องจักรก็แล้วแต่สภาพของงานนั้น ๆ) เท่ากับ 300 บาท และผลงานที่ทำได้โดยคนกลุ่มนั้นหรือเครื่องจักรชิ้นนั้นเท่ากับ 10 ม.³

$$\text{ราคาค่าแรงต่อหน่วย} = \frac{300 \text{ บาท/ชม.}}{10 \text{ ม.}^3/\text{ชม.}} = 30 \text{ บาท/ม.}^3$$

การคิดระยะเวลาการทำงาน of งาน (Activity Duration)

$$\text{ระยะเวลาการทำงาน} = \frac{\text{ปริมาณงานที่ต้องทำทั้งหมด}}{\text{ความสามารถในกรทำงานต่อหน่วยเวลา}}$$

เช่น มีงานดินที่จะต้องขุดอยู่ 1,000 ม.³ และทราบว่ามีคนหรือเครื่องจักรอยู่ชุดหนึ่ง สามารถทำงานได้ 10 ม.³ ต่อชั่วโมง

$$\text{ระยะเวลาการทำงาน} = \frac{1,000 \text{ ม.}^3}{10 \text{ ม.}^3/\text{ชม.}} = 100 \text{ ชั่วโมง}$$

การคิดตัวแปรจากค่าใช้จ่ายประกอบ (Transfer factor)

$$\text{สมมติให้ ค่าใช้จ่ายโดยตรง (Direct Cost)} = Y$$

$$\text{ราคาตามสัญญา (Contract Cost)} = X$$

$$\text{Transfer factor} = X : Y$$

- ตัวอย่าง**
1. ค่าป่วยการและดำเนินการ 5% เป็นเงิน = 0.05 X
 2. กำไร = 10% เป็นเงิน = 0.10 (Y + 0.05)
 3. ภาษีกำไร = 30% of (2) เป็นเงิน = 0.03 (Y + 0.05)
 4. ภาษีการค้าและค่าประกันสัญญา, ประกันภัย

$$4\% \text{ of } \{Y + (1) + (2)\}$$

$$\text{เป็นเงิน} = 0.04 (1.10 Y + 0.55 X)$$

$$\text{ราคาตามสัญญา, } X = Y + (1) + (2) + (3) + (4)$$

$$= 1.174 Y + 0.0587 X$$

$$0.9413X = 1.174 Y$$

$$\text{Transfer factor} = \frac{X}{Y} = \frac{1.174}{0.9413} = 1.25$$

หรือราคาตามสัญญา = 1.25 - X ค่าใช้จ่ายโดยตรง

วันรับ 18.ค.ค.2532	เลขหมู่
เลขทะเบียน 2550	TH 438 Q 743.

ทำ	ชนิดของงาน	ค่าประมาณและค่าคิดเพิ่มค่า (Overhead)
	1. ถางป่าขุดตอ (Clearing & Grubbing)	5%
	2. งานดิน (Earthwork)	9%
	3. งานชั้นรองพื้นทาง (Subbase)	8%
	4. งานชั้นพื้นทาง (Base)	8%
	5. งานผิวทาง (Surface)	9%
	6. งานวางระบายน้ำ (Drainage)	9%
งาน	7. งานสะพาน (Bridge)	11%
	8. งานโครงสร้างคอนกรีต (Core Structure)	11%
	9. งานประกอบเล็ก ๆ น้อย ๆ (Auxiliaries)	11%

ตัวอย่าง การคำนวณราคาคอนกรีต

การทำงานคอนกรีต (ค่าแรงและค่าวัสดุในตัวอย่างเป็นของเดือนสิงหาคม 2523)

เครื่องมือ - ไม่ขนาด 0.35 ม.³ : ค่าเช่า 15 บาท/ชม.

- รถขนส่งคอนกรีตขนาดจุ 0.50 ม.³ : ค่าเช่า 15 บาท/ชม.

าแรง - 1 ไฟร์แมน : 150 บาท/วัน (6 ชม./วัน)

- 5 คนงาน : 60 บาท/วัน (6 ชม./วัน)

- 1 พนักงานขับรถรับส่งคอนกรีต : 80 บาท/วัน (6 ชม./วัน)

าวัสดุ - ปูนซีเมนต์ 1,067.50 + 150

= 1,217.50 บาท/ตัน

- ทราย 58 บาท/ม.³ = 58/1.6

= 36.25 บาท/ตัน

- หินผสมคอนกรีต 148 บาท/ม.³ = 148/1.5

= 98.67 บาท/ตัน

อนกรีตโครงสร้าง อัตราส่วน 1:2:4 โดยน้ำหนัก

$$\text{Unit weight} = 2.4 \text{ ตัน/ม.}^3$$

1. วัสดุ (ต่อ 1 ม.³) : 0.343 ตัน ของปูนซีเมนต์ @ 1,217.50 บาท/ตัน = 417.60 บาท

0.686 ตัน ของทราย @ 36.25 บาท/ตัน = 24.87 บาท

1.371 ตัน ของหิน @ 98.67 บาท/ตัน = 135.28 บาท

ค่าวัสดุ = 577.75 บาท/ม.³

(A)

B. เครื่องมือ

$$\begin{aligned}
 \text{ซีเมนต์ที่ใช้} &= 0.343 \text{ ตัน/ม.}^3 \\
 &= 0.343 \text{ ตัน/ม.}^3 \times 20 \text{ ถุง/ตัน} \\
 &= 6.86 \text{ ถุง/ม.}^3 \\
 &= 6.86 \text{ ถุง/ม.}^3 \times 0.35 \text{ ม.}^3/\text{โม} = 2.401 \text{ ถุง/โม}
 \end{aligned}$$

ใช้ซีเมนต์ 2 ถุงต่อ 1 โม

$$\therefore \text{จะได้ผลงานคอนกรีตผสม} = \frac{2 \text{ ถุง/โม}}{6.86 \text{ ถุง/ม.}^3} = 0.292 \text{ ม.}^3/\text{โม}$$

เวลาในการโม : เอาวัสดุต่าง ๆ ใส่โม = 8.00 นาที (5 คนงาน 1 โพรแมน)

ผสม (ตัว) = 2.00 นาที

ปล่อยออกจากโม = 1.00 นาที

เวลาเผื่อขาดเหลือ = 9.00 นาที

รวมเวลาในการโม = 20.00 นาที

จำนวนโมที่ได้ใน 1 ชม. = $60/20 = 3$ โม

จำนวนคอนกรีตที่ผสมได้ = $0.292 \text{ ม.}^3/\text{โม} \times 3 \text{ โม/ชม.} = 0.876 \text{ ม.}^3/\text{ชม.}$

$$\therefore \text{ค่าเครื่องมือ (โมและรถขนส่ง)} = \frac{30 \text{ บาท/ชม.}}{0.876 \text{ ม.}^3/\text{ชม.}} = 34.25 \text{ บาท/ม.}^3$$

(B)

$$C. \text{ ค่าแรงงาน } \left\{ \begin{array}{c} \text{โพรแมน} \\ 25 \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{c} \text{พนักงานขับรถ} \\ 13 \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{c} \text{คนงาน} \\ (5 \times 10) \end{array} \right\} = 88 \text{ บาท/ชม.}$$

$$\therefore \text{ค่าแรงงาน} = \frac{88 \text{ บาท/ชม.}}{0.876 \text{ ม.}^3/\text{ชม.}} = 100.50 \text{ บาท/ม.}^3$$

(C)

$$\begin{aligned}
 \therefore \text{ค่าคอนกรีตโครงสร้าง (ถึงที่)} &= A + B + C \\
 &= 577.75 + 34.25 + 100.50 \\
 &= 712.50 \text{ บาท/ม.}^3 \\
 &= 720 \text{ บาท/ม.}^3
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณราคาค่าบดอัดดินเดิม

A. ข้อกำหนด

- ถนนกว้าง 12.00 ม.
- ให้บดอัดดินเดิมลึกลงไปไม่น้อยกว่า 0.10 ม.

B. เครื่องมือที่ใช้

- Cat 12 G. Grader
- รถน้ำ
- รถบดล้อยางขับเคลื่อนด้วยตัวเอง 12 ตัน
(การกำหนดเครื่องมือที่จะใช้ทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับสภาพเดิมว่ามีความจำเป็น
ต้องใช้เครื่องมืออะไรบ้าง)

C. การวิเคราะห์การทำงาน: เพื่อหาอัตราการทำงานในเวลาหนึ่ง (Production rate)

- ไบมีด Cat 12 G. Grader กว้าง 2.50 ม.
effective width = 2.00 ม.
- จำนวนแถวที่รถเกรดต้องวิ่งเพื่อให้ผ่านพื้นที่ทั้งหมด 1 ครั้ง
= $12.00/2.00 = 6$ แถว
- การทำงาน
 - ขุดดินเดิม 2 ครั้ง = $2 \times 6 = 12$ เทียว
 - ตั้งกองและผสม 2 ครั้ง = $2 \times 6 = 12$ เทียว
 - ผสมและตีแผ่ 2 ครั้ง = $2 \times 6 = 12$ เทียว
 - ปรับระดับและแต่งหน้า 2 ครั้ง = $2 \times 6 = 12$ เทียว
 - ทั้งหมด 48 เทียว
- จำนวนเวลาที่รถ Grader ทำงานจริง ๆ = 6 ชม./วัน
- ความเร็วขณะทำงาน = 4 กม./ชม.
- จำนวนระยะทางที่รถ Grader วิ่งใน 1 วัน = 24 ก.ม./วัน
- ระยะทางที่จะเปิดให้ทำงานใน 1 วัน = $\frac{24}{48} = 0.500$ ก.ม./วัน
อัตราการทำงานใน 1 วัน = $500 \text{ ม.} \times 12.00 \times 0.10 = 600 \text{ ม.}^3/\text{วัน}$

D. การวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย

รายการ	จำนวน	อัตราต่อช.ม. ต่อหน่วย บาท	ค่าใช้จ่าย ต่อช.ม. บาท
- ค่าเครื่องมือ			
- Cat 12 G. Grader	1	400	400
- รถน้ำ	1	100	100
- รถบดล้อยาง	1	250	250
- เครื่องมือและอุปกรณ์อื่น ๆ	-	80	80

- ค่าแรงงาน

- พนักงานขับเครื่องจักร	2	25	50
- พนักงานขับรถน้ำ	1	15	15
- คนงาน	5	8	40
- โฟร์แมน	1	25	25
- ช่างสำรวจ	1	25	25
- วิศวกร	0.50	30	15

รวมราคาทั้งหมด

1,000

∴ ค่าใช้จ่ายของเครื่องมือและแรงงาน = 8,000 บาท/วัน

$$\therefore \text{อัตราค่าบดอัดดินเดิม} = \frac{8,000 \text{ บาท/วัน}}{600 \text{ ม.}^3/\text{วัน}} = 13.33 \text{ บาท/ม.}^3$$

$$= 13.50 \text{ บาท/ม.}^3$$

ข. รายละเอียดข้อควรรู้และขั้นตอนการประมาณราคา*

1. คุณสมบัติของผู้ประมาณราคา

ผู้ที่ทำหน้าที่ประมาณราคานั้น จะเป็นใครก็ได้ มิใช่แต่จะเป็นช่างที่มีประกาศนียบัตรทางช่าง แต่จะต้องเป็นผู้ที่สามารถอ่านแบบแปลนและรายการประกอบแบบเข้าใจ นอกจากนี้ช่างที่ชำนาญงานก็สามารถจะประมาณราคาค่าก่อสร้างได้เช่นกัน แต่บุคคลประเภทนี้จะประมาณราคาค่าก่อสร้าง งานที่ตนเคยปฏิบัติหรืองานที่ไม่มีสิ่งก่อสร้างพิเศษ เช่น บ้านพักอาศัย, เรือนแถว ตึกแถว เป็นต้น

ผู้ประมาณราคาควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. เป็นผู้ที่สามารถอ่านแบบแปลน และรู้ความประสงค์ของผู้ออกแบบอย่างกว้าง ๆ
2. เป็นผู้ที่มีความรู้ถึงวิธีการก่อสร้างของงานแต่ละขั้นตอน ตลอดจนการใช้เครื่องจักรกลและอุปกรณ์ช่วยในการทำงานอย่างละเอียด เช่น เครื่องผสมปูน, ลิฟต์ส่งของ, รถขุด เป็นต้น
3. เป็นผู้ที่มีรู้ ว่า งานประเภทใดที่จะต้องให้ผู้ชำนาญการต้องจ้างพิเศษ เช่น งานตอกเข็ม งานเจาะบ่อบาดาล เป็นต้น
4. เป็นผู้ที่มีประสบการณ์งานก่อสร้าง ในสนามเป็นเวลาพอสมควร

5. เป็นผู้ที่สามารถวางแผนงานก่อสร้างและการใช้วัสดุก่อสร้างได้ ระยะเวลาในการก่อสร้างก็มีผลในการประมาณราคาเช่นกัน
6. เป็นผู้ที่หมั่นศึกษาหาความรู้อยู่ตลอดเวลา

2. ข้อมูลในการประมาณราคา

เมื่อเริ่มดำเนินงานคิดราคา ไม่ว่างงานใดก็ตาม จะต้องศึกษารายละเอียดของงานโครงการนั้น ๆ อย่างละเอียด มีหัวข้อพอสรุปได้ดังนี้

1. ประกาศประกวดราคา และเงื่อนไขในการเสนอราคา
 2. ใบเสนอราคาและตารางเสนอราคา
 3. ระยะเวลาการก่อสร้าง
 4. แบบแปลน, รายการ และรายการชี้แจงเพิ่มเติม
 5. สภาพสถานที่ก่อสร้าง
 6. เส้นทางขนส่ง
 7. สารบัญ
 8. สภาพแรงงานท้องถิ่น
 9. แหล่งวัสดุ
 10. เทศกาลและฤดูกาล
1. ประกาศประกวดราคาและเงื่อนไขในการเสนอราคานั้น มีความสำคัญไม่น้อยกว่าหัวข้ออื่น ๆ กล่าวคือ ในใบแจ้งความจะระบุรายละเอียดต่าง ๆ ในการเสนอราคาไว้ ส่วนที่จะเกี่ยวข้องกับการประมาณราคาโดยตรงก็คือ กำหนดวันยื่นซองประกวดราคา, การกำหนดวัน เวลา ดูสถานที่และรับคำชี้แจงเพิ่มเติม ข้อกำหนดในการเสนอราคา ระยะเวลาแล้วเสร็จ เป็นต้น
 2. ใบเสนอราคาและตารางเสนอราคาทั่วไป จะจัดทำเป็นแบบฟอร์มหรือตารางไว้ โดยจะเว้นช่องว่างไว้ให้กรอกรายละเอียดต่าง ๆ ตลอดจนปริมาณและราคา รวมทั้งค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ในการกรอกแบบฟอร์มเสนอราคานี้ มีทั้งการใช้เขียนด้วยหมึก หรือใช้พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดีด ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขที่ระบุไว้ในใบแจ้งความประกวดราคา
 3. ระยะเวลาการก่อสร้าง มีความสัมพันธ์กับราคาก่อสร้าง กล่าวคือ ถ้าระยะเวลานั้น ผู้เสนอราคาอาจจะเพิ่มค่าใช้จ่ายด้านค่าแรงงานมากขึ้น หรืออาจจะเพิ่มค่าปรับด้วย ในทำนองเดียวกัน ถ้าระยะเวลาก่อสร้างนานเกินไป ผู้ประกวดราคาก็จะต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายเข้าไปในราคางานเช่นกัน
 4. แบบแปลน รายการ และรายการชี้แจงเพิ่มเติม ก่อนจะเริ่มงานถอดวัสดุก่อสร้าง ควรที่จะได้เปิดดูแบบแปลนทุกแผ่น ดูรายการก่อสร้างประกอบแบบ และรายการชี้แจงเพิ่มเติมทุกหน้า ทุก

บัตร
จากนี้
นี้จะ
แนบ

งและ
งต้น
งพิมพ์

รายการ สิ่งใดในแบบหรือรายการที่สงสัย จดบันทึกหรือทำเครื่องหมายไว้ เพื่อสอบถามเจ้าของงาน การดูแบบและรายการนี้ ควรจะเปิดดูหลาย ๆ ครั้งได้ยิ่งดี

5. สภาพสถานที่ก่อสร้าง ในใบแจ้งความประกาศประกวดราคานั้น จะมีการนัดให้ไปดูสถานที่ พึงคำชี้แจง สอบถามปัญหา ตามวัน เวลา ที่กำหนดพร้อมกัน หรือกำหนดให้ไปดูสถานที่กันเอง เมื่อไรก็ได้ แต่ผู้ทำงานประมาณราคาควรจะไปดูสถานที่ด้วยตนเอง จะดีที่สุด เพราะจะได้ทราบสภาพของสถานที่จริงเป็นอย่างไร
6. เส้นทางรถขนส่ง การขนส่งเข้าสถานที่ก่อสร้างเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เช่น จะต้องทำสะพานชั่วคราว ถนนแคบ ระยะทางขนส่งวัสดุใกล้ - ไกล ทำให้ราคางานเปลี่ยนแปลงไปได้
7. สาธารณูปโภค ในการก่อสร้างไม่ว่าจะก่อสร้างที่ใด จำเป็นจะต้องมีน้ำ มีไฟฟ้า การระบายน้ำ ดังนั้น ค่าใช้จ่ายเหล่านี้ก็ต้องรวมอยู่ในการคิดราคาด้วย
8. สภาพแรงงานท้องถิ่น งานที่ไม่ได้ทำการก่อสร้างในเขตนครหลวง จะต้องคำนึงถึงแรงงานท้องถิ่นด้วย เช่น การก่อสร้างงานในภาคใต้ อาจจะต้องนำแรงงานจากภาคกลางไปใช้ ดังนั้น ค่าใช้จ่ายอาจจะสูงขึ้นได้
9. แหล่งวัสดุ ถ้างานก่อสร้างในต่างจังหวัด ผู้ประมาณราคาควรจะทราบว่าแหล่งวัสดุหลัก เช่น หิน ทราย ลูกกรัง อยู่ใกล้หรือไกลจากสถานที่ก่อสร้างการจัดหาจะต้องซื้อหรือดำเนินการเอง
10. เทศกาลและฤดูกาล ในระหว่างก่อสร้างนั้น มีผลกระทบต่อราคาก่อสร้างเช่นกัน เช่น การทำงานถมดินในฤดูฝน ทำให้ราคาก่อสร้างสูง ในการทำงานก่อสร้างในต่างจังหวัดนั้น ควรคำนึงถึงงานเทศกาลต่าง ๆ ด้วย เช่น งานสงกรานต์ ปีใหม่ จะมีการหยุดงานกันในเวลาหลาย ๆ วัน ทำให้งานชะงัก บางครั้งต้องจัดหาแรงงานจากที่อื่นมาเสริม ทำให้ราคาก่อสร้างสูงขึ้น

3. การวางแผน การประมาณราคา

การวางแผนในการคิดราคานั้น ก็คือการทำหน้าที่กำหนดว่าการคำนวณหาปริมาณวัสดุจะเสร็จสิ้นภายในกี่วัน ใช้เวลาสอบถามราคาหรือรายละเอียดกี่วัน เสร็จแล้วจึงจะมารวบรวมราคา หลังจากนั้น งานควรจะเสร็จเมื่อใด แล้วจะต้องเผื่อเวลาไว้ ตรวจทาน พิมพ์ ทำหนังสือคำประกันเช่นนี้ เป็นต้น

4. จัดทำ Check List

หลังจากที่ได้ดูแบบและรายการตลอดจนเอกสารในการประกวดราคาในรอบแรกไปแล้ว ก็ควรที่จะได้เริ่มทำ check list โดยการดูแบบ รายการและตารางเสนอราคาอย่างช้า ๆ แล้ว

เริ่มต้นก็สิ่งที่สงสัยจะต้องสอบถาม วัสดุแปลก ๆ ใหม่ ๆ หรือวัสดุที่ราคาไม่คงที่ที่จะต้องถามราคา ดังนั้น การทำ check list ก็เพื่อกันลืมนั่นเอง

5. การคำนวณหาปริมาณวัสดุ

ในการคำนวณหาปริมาณวัสดุจากแบบแปลนนั้น ส่วนใหญ่ปริมาณจะออกมาใกล้เคียงกัน ส่วนที่แตกต่างกันก็คือ การเผื่อการวัดที่ไม่เหมือนกัน ข้อเตือนใจสำหรับการคำนวณหาปริมาณวัสดุก็คือ การตรวจสอบ จำนวน ปริมาณ การบวก ลบ คูณ หาร ถ้าสามารถทำได้จึงให้ผู้อื่นตรวจสอบก็จะเป็นการดี

6. ศึกษาการใช้วัสดุบางชนิด และงานที่ต้องการผู้ชำนาญการ

สำหรับงานก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัยหรือห้องแถว อาจจะไม่วัสดุพิเศษ และไม่ต้องมีผู้ชำนาญการก็ได้ แต่อาคารบางชนิด เช่น แฟลตของการเคหะฯ ที่สูงหลาย ๆ ชั้น ๆ มีการติดตั้งลิฟต์, ระบบป้องกันฟ้าผ่า, กัมมันตภาพรังสี ถ้าเป็นเช่นนี้ก็ควรที่จะได้ศึกษาถึงวิธีการนำเข้า และการติดตั้งที่หน่วยงาน การติดตั้งอุปกรณ์บางอย่าง จะต้องทำนั้งร้านช่วยในการติดตั้ง ค่าใช้จ่ายในการนี้ก็ต้องคิดราคาไว้ด้วย

7. สอบถามราคาและแรงงาน

การสอบถามราคานั้น หมายถึงสอบถามราคาวัสดุ ค่าขนส่ง ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ สำหรับค่าแรงงานนั้น จะต้องสอบถามจากผู้ทำงานจริง การสอบถามราคาวัสดุก่อสร้าง ถ้าหากสอบถามราคาได้จากหลายสถานที่ก็ยิ่งดี

8. การตรวจสอบ

ควรจะได้มีการตรวจสอบงานทุกขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การคำนวณหาปริมาณวัสดุ ราคา ตลอดจนการคำนวณต่าง ๆ หัวหน้ากลุ่มทำงานควรจะได้ตรวจสอบเอง โดยนำเอา check list มาช่วยในการตรวจสอบด้วย การตรวจสอบนี้ควรจะตรวจสอบทั้งปริมาณ ราคา และวิธีการก่อสร้างประกอบกัน

ค่าดำเนินการ ภาษี กำไร และค่าเสี่ยงภัย

การประมาณราคางานก่อสร้างทั่วไปนั้น ค่าดำเนินการ ภาษี กำไร ใช้ตามตารางที่สำนักงานประมาณกำหนด ซึ่งทุกหน่วยงานจะต้องปฏิบัติตาม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ค่าใช้จ่ายอำนวยการ กำไร ภาษี ใช้ประกอบการถอดแบบคำนวณราคากลางงานอาคาร
(ของสำนักงานประมาณ)

ลำดับ	จำนวนเงินค่าวัสดุสิ่งของและ ค่าแรงงานเป็นเงิน - บาท	ค่าอำนวยการ และ ค่าดำเนินงาน %	กำไร %	ค่าภาษี อากร %	ค่าภาษี อากร และค่ากองทุน เงินทดแทนเฉพาะในจังหวัด ที่ประกาศใช้ %
1.	เงินไม่เกิน 50,000	10	18.5	2.30	3.00
2.	50,000 - 100,000	8	17.5	2.30	3.00
3.	100,000 - 300,000	6.5	16	2.30	3.00
4.	300,000 - 500,000	6.5	13	2.30	3.00
5.	500,000 - 800,000	6.5	12	2.30	3.00
6.	800,000 - 1,000,000	6.5	11	2.30	3.00
7.	1,000,000 - 2,000,000	6	10.5	2.30	3.00
8.	2,000,000 - 5,000,000	6	9.5	2.30	3.00
9.	5,000,000 - 10,000,000	6	8.5	2.30	3.00
10.	10,000,000 - 20,000,000	5	8.5	2.30	3.00
11.	20,000,000 - 40,000,000	5	7.5	2.30	3.00
12.	40,000,000 - 60,000,000	4.3	7.5	2.30	3.00
13.	60,000,000 - 100,000,000	4	7	2.30	3.00
14.	100,000,000 ขึ้นไป	3.5	6.5	2.30	3.00

วิธีคิดภาษี อากร กำไร ค่าอำนวยการ และค่าดำเนินงาน

ตัวอย่างเมื่อได้ถอดแบบค่าวัสดุสิ่งของและแรงงานออกมาเป็นเงินระหว่าง 1,000,000 - 2,000,000

บาท

1. ค่าอำนวยการและค่าดำเนินงานให้คิด 6% ของค่าวัสดุสิ่งของและค่าแรงงาน
2. ค่ากำไรให้คิด 10.5% ของค่าวัสดุสิ่งของและค่าแรงงาน

างบ

3. ค่าภาษี อากร คิด 2.3% ของค่าวัสดุสิ่งของและค่าแรงงาน + ค่าอำนวยการ และค่าดำเนินงาน + กำไร (ในกรณีที่ไม่วัดค่ากองทุนเงินทดแทน)
4. เมื่อรวมข้อ 1, 2 และ 3 เป็นราคากลางของงานก่อสร้างอาคารนั้น

หมายเหตุ ค่าอำนวยการและค่าดำเนินงานเป็นค่าของงานที่นอกเหนือจากที่กำหนดในแบบและรายการก่อสร้าง ได้แก่

ทุน
วัด

1. ค่าปลูกสร้างโรงงานชั่วคราวเพื่อเก็บวัสดุและที่พักคนงาน
2. ค่าปรับพื้นที่และปักผัง
3. ค่าใช้จ่ายในสำนักงาน ฯลฯ ค่ายานพาหนะ และเบ็ดเตล็ดต่าง ๆ

รายละเอียดภาษีที่ใช้ในการถอดแบบคำนวณราคากลาง

ก. สำหรับบริษัทที่ไม่อยู่ในข่าย พรบ. ควบคุมแรงงาน คิด 2.3%

ภาษีการค้า	2% ของยอดรายรับ
ภาษีเทศบาล	0.2% ของยอดรายรับ
ค่าอากรติดสัญญา	0.1% ของค่างาน
	2.3%

ข. สำหรับบริษัทที่อยู่ในข่าย พรบ. ควบคุมแรงงาน คิด 3%

เพิ่มค่าสมทบกองทุนเงินทดแทน 0.7%

สำหรับค่าเสี่ยงภัยหรือค่าคุ้มครอง ในการทำงานก่อสร้างในเขตที่มีผู้ก่อการร้ายหรือโจรเจ้านั้น ทางราชการมิได้กำหนดไว้ แต่ผู้รับเหมาจะต้องหาทางเพิ่มราคาไว้ในรายการใดรายการหนึ่งในตารางเสนอราคา โดยที่เจ้าของงานอาจจะทราบหรือไม่ทราบก็ได้

9. ข้อเสนอแนะ

ในการประมาณราคางานก่อสร้างนั้น ย่อมที่จะมีข้อผิดพลาด ตกหล่น คิดมากเกินไปกว่าแบบแปลนบ้าง จึงใคร่ที่จะขอเสนอแนะหัวข้อที่ทำให้ราคาค่าก่อสร้างเปลี่ยนแปลงไป ดังนี้

1. การคำนวณหาปริมาณของวัสดุ
2. การสืบราคาวัสดุ ค่าแรงงาน
3. ราคาวัสดุ และแรงงานของงานบางอย่างที่ไม่มีจำหน่ายในประเทศไทย
4. คิดงานกันหลาย ๆ คน
5. กำหนดขึ้นเอง

,000

10. สรุป

ประโยชน์จากการประมาณราคา นอกจากจะรู้ต้นทุนค่าดำเนินการ กำไร และภาษีแล้ว ยังมีประโยชน์อื่น ๆ อีก เช่น

1. นำไปเป็นราคากลางหรือตั้งเป็นงบประมาณ
2. นำไปเปรียบเทียบราคาในการประกวดราคาหรือสืบราคา
3. นำไปใช้ในการแบ่งงวดงานและ Balance Bid
4. นำไปใช้ในการตรวจสอบและควบคุมงาน
5. นำไปใช้ในการวางแผนงานก่อสร้าง
6. นำไปใช้ในการสั่งซื้อวัสดุ
7. จัดทำแผนการใช้เครื่องมือกลและเครื่องจักรกล
8. จัดทำแผนการใช้บุคลากรและช่าง
9. จัดทำแผนการใช้จ่ายเงิน



การทำสัญญา

ขั้นตอนที่สำคัญในช่วงก่อนการดำเนินงานโครงการก่อสร้างอีกขั้นตอนหนึ่ง คือการเตรียมทำสัญญาซึ่งประกอบด้วยการเตรียมเอกสารประกอบกับสัญญาและการจัดหาผู้ดำเนินการ (Contract Documents Preparation and Procurement Process) ปัญหาต่าง ๆ ในช่วงการดำเนินการโครงการก่อสร้างจะถูกลดลงหรือป้องกันมิให้เกิดขึ้นได้ส่วนหนึ่ง หากมีการเตรียมการในขั้นตอนนี้ให้ดี เป็นต้นว่า เลือกสัญญาการก่อสร้างที่เหมาะสมกับประเภทของงานเตรียมเอกสารประกอบสัญญาให้บริบูรณ์เท่าที่จะทำได้ มีระบบในการทำสัญญาก่อสร้าง ที่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนหาวิธีการที่เหมาะสมในการจัดหาผู้ดำเนินการที่มีความสามารถโดยแท้จริง รายละเอียดโดยย่อที่กล่าวถึงในหมวดนี้สามารถแบ่งเป็นหัวข้อใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

- ก. สัญญาการก่อสร้าง (Construction Contract)
- ข. เอกสารประกอบสัญญา (Contract Documents)
- ค. ประเภทของสัญญา (Type of Construction Contracts)
- ง. ระบบในการทำสัญญาการก่อสร้าง (Construction Contract Systems)
- จ. การจัดหาผู้ดำเนินการ (Procurement)

ก. สัญญาการก่อสร้าง (Construction Contract)

สัญญาการก่อสร้าง คือ ความตกลงร่วมกันระหว่างสองฝ่ายโดยฝ่ายหนึ่งสัญญาว่าจะจัดหาบริการวัสดุ และทรัพยากรที่จำเป็นเพื่อสร้างสิ่งก่อสร้างอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่กำหนด และอีกฝ่ายหนึ่งสัญญาว่าจะจ่ายค่าตอบแทนให้ตามที่ได้อำนาจการดังกล่าวแล้วเสร็จ

การทำสัญญาต่าง ๆ จะมีผลบังคับได้ต้องประกอบด้วยหลักการเบื้องต้นที่สำคัญ ดังนี้

1. ต้องเป็นความต้องการร่วมกันทั้งสองฝ่ายที่จะมีความผูกพันกันทางกฎหมาย (Mutual Assent)
2. ทั้งสองฝ่ายต้องเป็นผู้ที่กฎหมายรับรองในความสามารถในการทำสัญญา (Legal capacity to contract)
3. มีเนื้อหาเด่นชัด (Subject Matter)

4. จะต้องสัญญากันในสิ่งที่สามารถประเมินผลเป็นคุณค่าได้ (Valuable Consideration)
5. จุดประสงค์ในการทำสัญญาจะต้องถูกกฎหมาย (Legal)

ความสำเร็จหรือล้มเหลวในการทำสัญญาการก่อสร้างขึ้นอยู่กับความพยายามของเจ้าของงานในการจัดการด้านสัญญาอย่างแท้จริง สัญญาจะต้องถูกจัดเตรียมขึ้น โดยมีความกะทัดรัดและชัดเจนในเรื่องใดต่าง ๆ เพื่อที่จะแสดงให้เห็นข้อกำหนดแน่นอนว่า ส่วนไหนอยู่ในความรับผิดชอบของฝ่ายใด เจ้าของงานควรจะยอมเสียเวลาส่วนหนึ่งในการที่จะจัดเตรียมด้านสัญญาเพื่อจะได้ยุทธวิธีในการทำให้งานที่ต้องการสัมฤทธิ์ผล เชื่อกันว่าสัญญาต่าง ๆ จะมีประสิทธิภาพได้ควรใช้เวลาในการเตรียมการประมาณ 10% ของเวลาในการออกแบบขั้นสุดท้าย (Detailed Engineering)

ข. เอกสารประกอบสัญญา (Contract Documents)

ในการเตรียมเอกสารเพื่อทำสัญญานั้น ต้องเป็นการกระทำและพิจารณาร่วมกันทั้งฝ่ายผู้ออกแบบ เจ้าของงาน และผู้จัดการด้านการก่อสร้าง ข้อความหรือเนื้อหาในเอกสารประกอบสัญญาสามารถเปลี่ยนแปลงไปแต่ละสัญญา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของเจ้าของงานและผู้ออกแบบ ตลอดจนข้อจำกัด หรือขีดความสามารถด้านเทคนิคในกระบวนการก่อสร้างด้วย เอกสารประกอบสัญญาจะเริ่มตั้งแต่การเชิญประกวดราคา ไปจนถึงการลงนามในสัญญาก่อนการดำเนินการก่อสร้าง ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

1. หนังสือเชิญประกวดราคา (Invitation to Bid) : โดยปกติจะระบุถึงความต้องการและกระบวนการในการเข้าประกวดราคา ตลอดจนรายละเอียด Instruction of Bidder ด้วย
2. แบบฟอร์มการประกวดราคา (Bid Form) : จะต้องประกอบด้วยข้อความและนามผู้เสนอประกวดราคา โดยระบุข้อความ เช่น
 - ผู้ประกวดราคาได้ตรวจสอบแบบ รายละเอียดการควบคุมการก่อสร้างและสถานที่ก่อสร้างแล้ว
 - จำนวนเงินที่ผู้ประกวดราคาเสนอเมื่อทำงานแล้วเสร็จ
 - จำนวนเงินค่าปรับจากงานล่าช้า
 - ผู้ประกวดราคากลางที่จะทำตามสัญญาหากการเสนอราคาได้รับการยอมรับ
 - ผู้ประกวดราคากลางที่ยื่นเงินประกันการทำสัญญา และประกันการก่อสร้าง หากเจ้าของงานต้องการ
 - จำนวนเงินค่าดำเนินการและเปอร์เซ็นต์กำไรของงานเพิ่มเติมพิเศษ (ถ้ามี)
 - การปรับปรุงการประกวดราคา (ถ้ามี)
 - เวลาที่ต้องทำงานให้แล้วเสร็จ

n)

- เงื่อนไขเพิ่มเติมพิเศษ (ถ้ามี)

3. รายละเอียดจำนวนงานและเงินการประกวดราคา (Bid Breakdown)

- รายละเอียดของจำนวนงานและเงินจะต้องถูกบันทึกลงไว้ โดยผู้ประกวดราคาอาจจะแยกเป็นส่วน ๆ ในแต่ละรายการของโครงการเพื่อเป็นแนวทางในการคิดความก้าวหน้าของผลงานภายหลัง หากการเสนอราคาดังนั้นได้รับการยอมรับ

4. สัญญาก่อสร้าง (Construction Contract)

- ต้องแนบตัวอย่างสัญญาก่อสร้างไปด้วยเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ที่จะเข้าประกวดราคาได้รู้ว่าเป็นสัญญาประเภทใด ซึ่งทั้งสองฝ่ายจะต้องลงนามหลังจากได้รับการคัดเลือกแล้ว

5. เงื่อนไขทั่วไป (General Conditions)

- เงื่อนไขทั่วไปนี้ ปกติแล้วจะเป็นส่วนหนึ่งของรายละเอียดข้อกำหนดในการก่อสร้าง (Specifications) โดยมากมักจะระบุถึงเงื่อนไขที่สามารถใช้ได้กับทุกสัญญาที่จะทำการจ้างเหมา

6. เงื่อนไขพิเศษ (Special Conditions)

- เงื่อนไขพิเศษนี้ ก็เป็นส่วนหนึ่งของ Specification เช่นเดียวกัน แต่จะเป็นการระบุเงื่อนไขเพิ่มเติมเพื่อใช้เฉพาะกับสัญญาใดสัญญาหนึ่งเท่านั้น

7. งานที่รวมอยู่ในสัญญา (Work Included in Contract)

- ส่วนนี้จะเป็นการกำหนดเพิ่มเติมเพื่อให้เห็นชัดเจนถึงงานต่าง ๆ ที่มีอยู่ในแต่ละสัญญา (อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้)

8. งานที่ไม่รวมอยู่ในสัญญา (Work Not Included in Contract)

- เป็นการแจ้งงานประกอบส่วนอื่น ที่ตามปกติแล้วน่าจะรวมอยู่ในสัญญานี้ แต่ด้วยเหตุผลอย่างใดอย่างหนึ่งทำให้ต้องไปบรรจุไว้ในสัญญาอื่น (อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้)

9. รายละเอียดข้อกำหนดการก่อสร้างและแบบรูป (Specifications and Drawings)

- ส่วนนี้เป็นการแจ้งถึงข้อกำหนดความต้องการทางเทคนิคของสัญญา โดยระบุถึงขอบเขตขีดความต้องการ และคุณภาพของงาน

10. รายการชี้แจงเพิ่มเติม (Addenda)

- เป็นการแจ้งถึงรายการบางรายการที่พบว่ามีมีความจำเป็นต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงหลังจากที่ได้กำหนดรายการและทำแบบรูปไปแล้ว

11. รายการที่เจ้าของงานจะจัดหาให้ (Owner-Furnished Items)

- เป็นการแจ้งถึงรายการที่เจ้าของงานจะดำเนินการจัดหาให้โดยเจ้าของงานเอง (หรือจ้างผู้อื่น) ซึ่งอาจจะเป็นเครื่องมือ วัสดุ และการอำนวยความสะดวกชั่วคราวต่าง ๆ

12. แผนการก่อสร้าง (Construction Schedule)

- เป็นการกำหนดให้ผู้เข้าเสนอราคาแสดงให้เห็นถึงเป้าหมายการทำงานให้สำเร็จในแต่ละขั้นตอน โดยชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างงานที่มีอยู่ในสัญญากับการวางแผนที่จะทำงานนั้น ๆ ในเวลาต่าง ๆ กัน

ก. ประเภทของสัญญา (Type of Construction Contracts)

ประเภทของสัญญาสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของการตกลงในการจ่ายค่าตอบแทนเมื่อทำงานก่อสร้างแล้วเสร็จ (เพื่อยึดถือเป็น Valuable consideration) ในที่นี้จะกล่าวถึงประเภทใหญ่ ๆ ที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนเท่านั้น บางโครงการอาจต้องใช้สัญญาที่มีวิธีการจ่ายค่าตอบแทนหลายแบบผสมกันก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน และจุดประสงค์พิเศษของเจ้าของโครงการนั้น ๆ

1. ประเภทเหมารวม (Lump Sum or Fixed - Priced Contract)

ผู้รับจ้างตกลงที่จะทำงานทั้งหมดที่ระบุในสัญญาในวงเงินจำนวนหนึ่งที่ได้ตกลงกันแน่นอนตอนลงนาม ส่วนระยะของการจ่ายเงิน อาจจะแบ่งเป็นงวด ๆ ตามผลงานที่แล้วเสร็จเป็นตอน ๆ ไปได้ สัญญานี้เหมาะกับงานที่เจ้าของงาน จ้างผู้รับจ้างให้ทำงานก่อสร้างที่ได้ออกแบบโดยผู้อื่นไว้แล้ว

ข้อดี

1. ทราบงบการดำเนินการแน่นอน
2. ได้งานครบถ้วนถูกต้องตามข้อกำหนดและแบบ
3. ตรวจสอบผลงานได้ง่าย

ข้อเสีย

1. การรอให้แบบและข้อกำหนดเสร็จเรียบร้อยก่อนทำให้เสียเวลา
2. การเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงแก้ไขแบบ ทำได้ลำบาก
3. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการเสี่ยง ทำให้ราคาที่ได้ตกลงอาจจะสูงกว่าที่ควรเป็น
4. การแบ่งงวดจ่ายเงิน ตามผลงานที่แล้วเสร็จเป็นงวด ๆ นั้น ทำให้ใกล้ความจริงได้ยาก

2. ประเภทราคาต่อหน่วย (Unit Price Contract or Admeasured Valued Contract)

เป็นสัญญาที่พัฒนามาจากสัญญาแบบเหมารวมนั่นเอง แต่เพื่อให้การประเมินค่าของงานที่ทำเสร็จใกล้เคียงกับความจริง จึงได้ตกลงการจ่ายเงินเป็นราคาต่อหน่วยของงานแต่ละรายการ โดยราคาต่อหน่วยนั้นไม่เปลี่ยนแปลง แต่ปริมาณงานอาจจะเปลี่ยนแปลงไปตามผลงานจริง ๆ ที่ทำได้

ในสัญญานี้จะประกอบด้วยตารางปริมาณและราคา ซึ่งปริมาณนั้น จะกำหนดขึ้นตามที่ผู้ออกแบบคำนวณได้ ผู้รับจ้างมีหน้าที่จะต้องเสนอราคาต่อหน่วยของปริมาณงานต่าง ๆ ในแต่ละรายการที่กำหนดไว้

สิ่งที่ควรระวังก็คือ เกณฑ์การวัด (Method of Measurement) ปริมาณงานที่ทำได้จริงในสนาม จะต้องกำหนดไว้ให้ชัดเจนก่อนที่จะทำสัญญากัน

ข้อดี
แต่ละ
ทาง

1. สามารถเริ่มทำงานได้โดยไม่ต้องรู้ปริมาณงานที่แน่นอน
2. การจ่ายเงินคืนแก่ผู้รับจ้างจะใกล้เคียงกับผลงานที่ทำได้จริง
3. การเพิ่มลดปริมาณงานทำได้ง่าย

ข้อเสีย

1. งบประมาณดำเนินการอาจคลาดเคลื่อนได้
2. หากมีการผิดพลาดในการคำนวณปริมาณงานก่อนทำสัญญาอาจมีผลทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นโดยไม่สมควร
3. หากรายการก่อสร้างต่าง ๆ ที่ปรากฏในตารางปริมาณ และราคา ไม่ครอบคลุมครบถ้วนตามแบบ จะทำให้มีปัญหาในการตกลงราคากันใหม่ และต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายมากขึ้น
4. เสียเวลาในการตรวจสอบผลงานที่ทำได้จริง อาจจะต้องใช้ผู้ควบคุมงานที่มีความรับผิดชอบสูง

ทาง
มีคว
สมกั

3. ประเภทคิดค่าบริการจ่ายจริงบวกค่าป่วยการ (Cost - Plus Fixed Fee Contract)

ตอน
นี้เหมา

ผู้รับจ้างตกลงที่จะทำงานทั้งหมดตามที่ระบุในสัญญา โดยใช้วิธีเบิกเงินคืนตามที่ได้จ่ายไปจริงในการดำเนินการ บวกกับค่าป่วยการอีกจำนวนหนึ่งที่แน่นอนตามที่ตกลงกันได้

สัญญาแบบนี้เหมาะสำหรับงานที่เจ้าของงานต้องการให้งานเสร็จในเวลาอันสั้นในวงเงินที่จำกัดไว้

ข้อดี

1. สามารถทำสัญญาได้โดยไม่ต้องมีแบบละเอียด
2. ผู้รับจ้างจะช่วยประหยัดทั้งเวลาและค่าก่อสร้าง เพราะได้ค่าป่วยการเท่าเดิม
3. ค่าดำเนินการที่ประหยัดเป็นของเจ้าของงาน ค่าป่วยการเท่าเดิม

ข้อเสีย

1. งบประมาณจะคลาดเคลื่อนมาก
2. เจ้าของงานต้องควบคุมค่าใช้จ่ายโดยเข้มงวด
3. ค่าก่อสร้างจะไม่ถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพโดยแท้จริง (Optimized)
4. ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ที่มีความรับผิดชอบสูง (ต้องซื่อตรง และรักษาชื่อเสียง)

ก

4. ประเภทคิดค่าบริการจ่ายทั้งหมดบวกเงินพิเศษ (Cost - Plus with Guaranteed Maximum and Incentive)

fact)

ค่าเส

ยนั้น

อกเบ

หนด

เสน

ผู้รับจ้างตกลงที่จะทำงานทั้งหมดตามที่ระบุในสัญญาในวงเงินจำนวนหนึ่งก่อน แต่ผู้รับจ้างอาจจะเปลี่ยนแปลงวิธีการก่อสร้าง โดยไม่ทำให้เจ้าของงานเสียผลประโยชน์ ส่วนกำไรหรือขาดทุนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงนั้น ต้องนำมาเฉลี่ยกันทั้งสองฝ่าย

ข้อดี

1. ทำสัญญาได้โดยไม่ต้องมีแบบรายละเอียดมากนัก
2. เจ้าของงานมีสิทธิในการแก้ไขแบบมากขึ้น (Optimized)
3. เจ้าของงานและผู้รับจ้างจะมีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างดี (ช่วยกันประหยัด)

ข้อเสีย

1. เจ้าของงานต้องควบคุมค่าใช้จ่ายโดยเข้มงวด

2. ค่าก่อสร้างก็ยังไม่ถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพโดยแท้จริง
3. Incentive ต้องแยกโดยไม่คิดค่าวัสดุเข้าไปด้วย (ยุ่งยากในการตรวจสอบ)
4. ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ที่มีความรับผิดชอบสูง (ต้องซื่อตรงและรักษาชื่อเสียง)

5. ประเภทมีรางวัลและปรับในการทำงานให้เสร็จตามเวลา (Bonus/Penalty, Time and Completion)

เป็นสัญญาประเภทที่กำหนดค่าก่อสร้าง และเวลาแล้วเสร็จที่แน่นอน โดยมีเงื่อนไขว่า ถ้าเสร็จก่อนหรือหลังเวลาที่ตกลงกันได้ ภายในระยะเวลาอันหนึ่ง จะมีการให้รางวัลหรือปรับแล้วแต่กรณี มักจะใช้ในกรณีที่เจ้าของงานต้องการเร่งงานให้เสร็จเร็ว และอาจจะได้ประโยชน์จากการเสร็จเร็วของงานนั้นด้วย

ข้อดี

1. เป็นการกระตุ้นให้ผู้รับจ้างทำงานโดยเร็ว
2. ภายใต้การควบคุมที่ดีจะทำให้ประหยัดเวลาในการออกแบบและก่อสร้าง
3. อาจจะได้ใช้ประโยชน์เร็วขึ้น

ข้อเสีย

1. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงงานอาจจะมีข้อถกเถียงเรื่องเวลา
2. เอกสารการทำสัญญาต้องรัดกุมเพื่อให้เกิดความยุติธรรมในเรื่องของการทำงานล่าช้า
3. การเร่งงานให้เร็วเกินไป อาจจะทำให้ได้งานที่คุณภาพไม่ดี

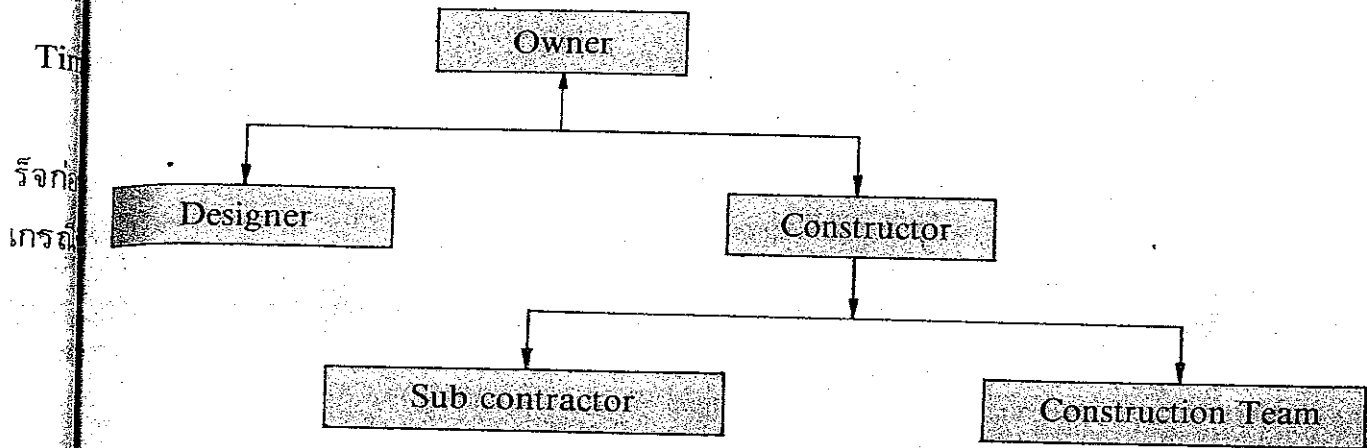
จ. ระบบในการทำสัญญาก่อสร้าง (Construction Contract Systems)

ในกระบวนการก่อสร้างจะมีผู้ที่เกี่ยวข้องอยู่ 3 ฝ่ายด้วยกัน คือ เจ้าของงาน (Owner) ผู้ออกแบบ (Designer) และผู้ก่อสร้าง (Constructor) ซึ่งแต่ละฝ่ายนั้นจะมีเป้าหมายในการดำเนินการต่างกัน ทำให้มักเกิดปัญหาในการก่อสร้างเสมอ ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าว การเลือกระบบการทำสัญญาให้เหมาะสมจะช่วยให้ได้มาก

การทำสัญญาก่อสร้าง แต่ละระบบ มีข้อดีข้อเสียในตัวของมันเอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวาระ, สถานที่ก่อสร้าง และลักษณะองค์กรของฝ่ายต่าง ๆ ที่ร่วมทำสัญญากัน

1. เจ้าของงาน/ผู้ออกแบบ/ผู้ก่อสร้าง - แบบทั่วไป (Traditional)

เจ้าของงานจะแยกทำสัญญาต่างหากระหว่างผู้ออกแบบและผู้ก่อสร้าง



ข้อดี

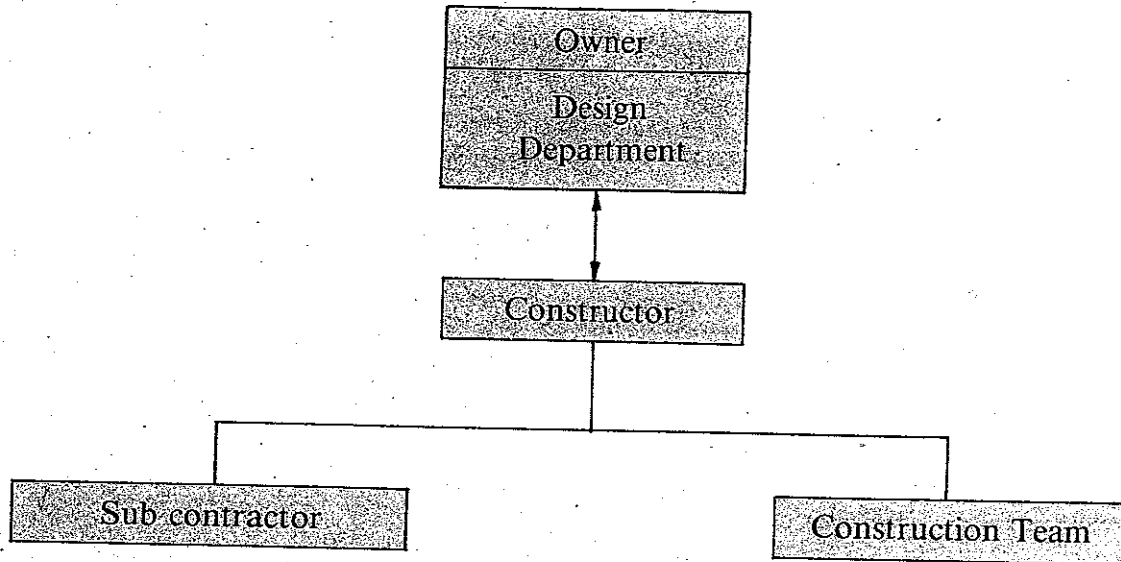
- ความสมบูรณ์ของแบบและรายละเอียดข้อกำหนด ช่วยให้เจ้าของงาน และผู้ก่อสร้างสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง
- ผู้ก่อสร้างสามารถเสนอราคาได้แน่นอนไม่ต้องเผื่อความคลาดเคลื่อน
- เอกสารต่าง ๆ สมบูรณ์เพียงพอในการที่จะสนับสนุนในการที่มีข้อขัดแย้งทางกฎหมาย
- เกิดการสมดุลในการตัดสินใจหาข้อโต้แย้งในการก่อสร้าง

ข้อเสีย

- ใช้เวลาในการดำเนินการมาก เพราะไม่สามารถเริ่มงานได้จนกว่าแบบและรายละเอียดจะเรียบร้อย
- ผู้ออกแบบมักจะไม่นำถึงสิ่งที่สามารถจะออกแบบให้ประหยัดได้
- เสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (ประสานงาน) สูง
- การเสียเวลาตามที่กล่าวมาแล้ว มักจะทำให้ค่าใช้จ่ายทั้งหมดสูงขึ้น

2. เจ้าของงาน + ผู้ออกแบบ/ผู้ก่อสร้าง

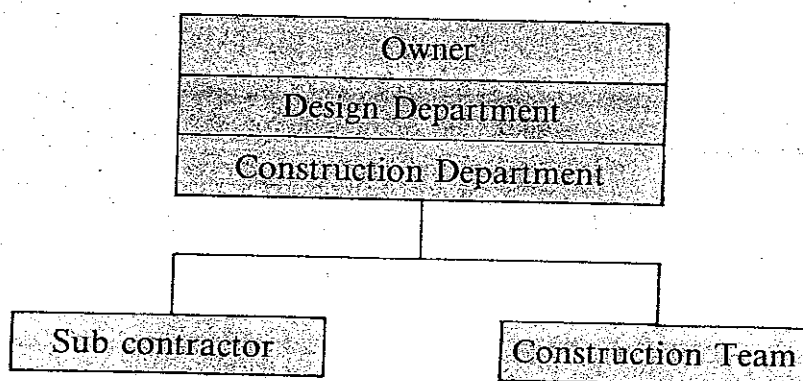
เจ้าของงานออกแบบเอง แล้วจ้างให้ผู้อื่นก่อสร้าง



ข้อดีข้อเสียคล้าย ๆ กับวิธีที่ 1 ต่างกันเล็กน้อย กล่าวคือ

- อาจจะลดค่าใช้จ่ายในการประสานงานลงได้บ้าง
- แต่ไม่เกิดการสมดุลในการตัดสินใจหาข้อโต้แย้ง เพราะผู้ออกแบบเป็นลูกจ้างของเจ้าของงาน

3. เจ้าของงานดำเนินการเองทั้งหมด



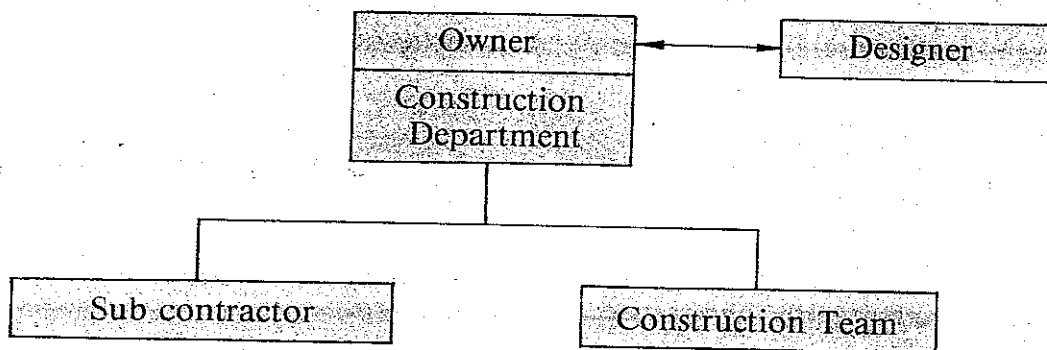
ข้อดี

- ทุกฝ่ายจะคำนึงถึงการทำงานให้ประหยัด
- การประสานงานที่ดีจะทำให้การดำเนินการเป็นไปอย่างต่อเนื่อง
- ลดขั้นตอนการทำสัญญา
- ลดค่าดำเนินการ (Overhead) ซึ่งผู้รับจ้างทั่วไปจะคิดสูงกว่า

- ข้อเสีย**
- หากฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดทำงานผิดพลาด ไม่ว่าจะเป็นด้านเทคนิค หรือความล่าช้าไม่มีมาตรการที่จะลงโทษได้
 - ในระยะยาวแล้ว หากไม่มีงานให้ทำอย่างต่อเนื่อง จะเสียค่าใช้จ่ายให้กับ Team งานสูง เนื่องจากต้องจ่ายค่าจ้างเป็นประจำ
 - จะหาองค์กรที่มี Team งานครบทุกแขนงได้ยาก

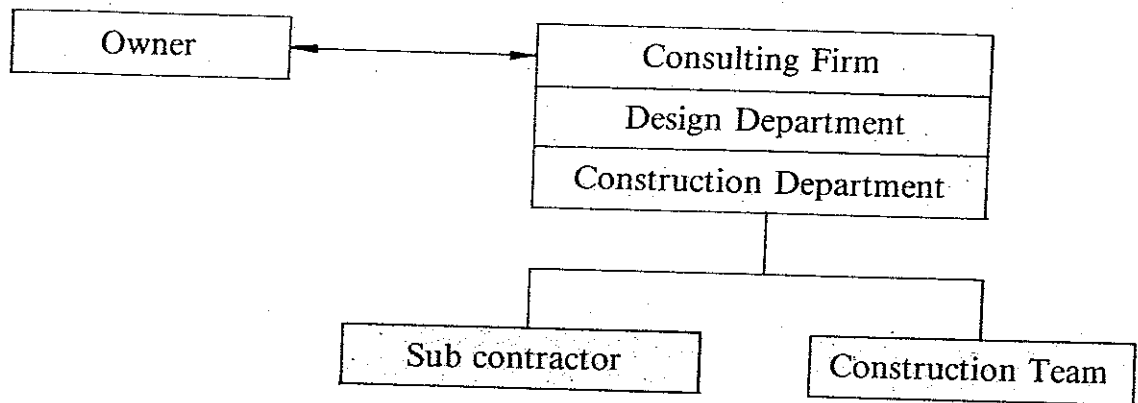
4. เจ้าของงาน + ผู้ก่อสร้าง/ผู้ออกแบบ

เจ้าของงานจ้างบริษัทที่ปรึกษาออกแบบ แล้วดำเนินการก่อสร้างเอง



- ข้อดี**
- เจ้าของงานควบคุมการก่อสร้างเอง อาจจะประหยัดได้ในบางส่วนที่อาจจะไม่ต้องทำตามแบบได้
 - เจ้าของงานก่อสร้างเองไม่ต้องคิดค่ากำไร ทำให้ค่าดำเนินการทั้งหมดต่ำลง
- ข้อเสีย**
- เจ้าของงานที่มี Staff จะทำงานก่อสร้างเป็นประจำ มีน้อยมาก
 - เมื่อมีปัญหาในการก่อสร้าง อาจจะต้องเสียเวลาไปติดตามผู้ออกแบบ หรือหากตัดสินใจแก้ไขไปเอง อาจจะมีผลเสียกับงานได้
 - หากงานก่อสร้างล่าช้าไม่มีมาตรการที่จะลงโทษได้

5. เจ้าของงาน/ผู้ออกแบบ + ผู้ก่อสร้าง - เป็นแบบ Turnkey or Two Stage ชนิดหนึ่ง เรียกว่า Design-Build Contract เจ้าของงานทำสัญญาให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกแบบและก่อสร้างด้วย ส่วนใหญ่จะใช้กับงานที่มีเทคนิคสูง หรือมีลิขสิทธิ์ที่ยังให้ผู้อื่นดำเนินการ

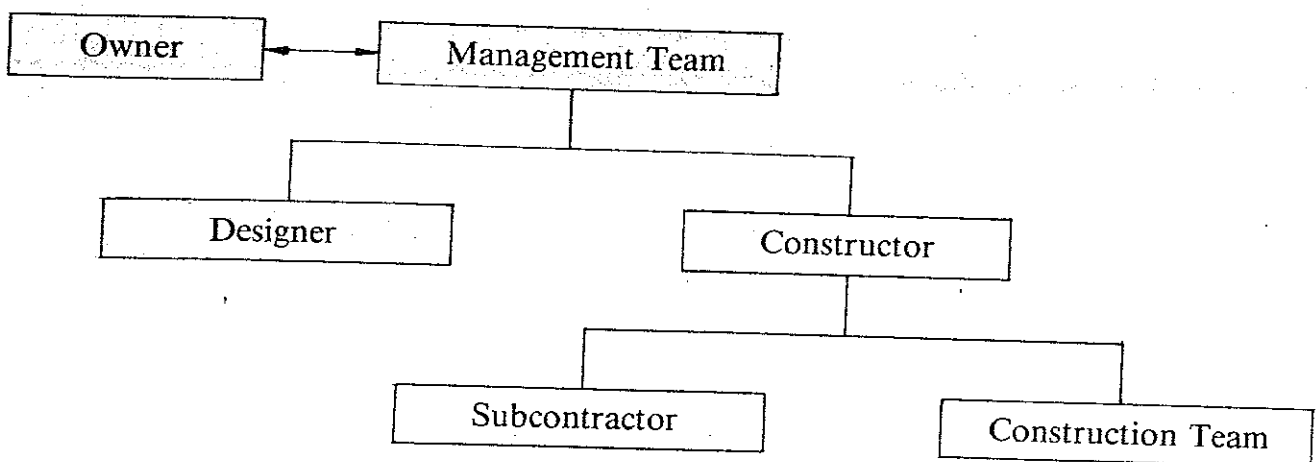
**ข้อดี**

- สามารถลดระยะเวลาดำเนินการ เพราะสามารถเริ่มงานได้โดยไม่ต้องรอให้แบบเสร็จสมบูรณ์
- เป็นการออกแบบที่สอดคล้องกับการก่อสร้าง เพราะผู้ก่อสร้างมีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบ
- เจ้าของงานไม่ต้องมีส่วนเกี่ยวข้องมากนัก
- การลดเวลาดำเนินการ อาจจะทำให้ค่าดำเนินการทั้งหมดลดลง

ข้อเสีย

- ค่าก่อสร้างที่ทำสัญญากันในตอนแรกอาจจะสูง
- ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมระบบบัญชีที่ดีไว้สำหรับให้เจ้าของตรวจสอบ ซึ่งทำให้ค่าดำเนินการสูงขึ้น
- หาผู้รับจ้างที่มี Team งานครบ เพื่อทำงานได้ยาก

6. เจ้าของงาน/กลุ่มจัดการการก่อสร้าง - เป็นแบบ Turnkey อีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า Design-Manage Contract เจ้าของงานทำสัญญากับบริษัทหรือกลุ่มจัดการการก่อสร้าง (Management Team) ให้ทำโครงการทั้งหมดตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น

**ข้อดี**

- เจ้าของงานไม่ต้องเสียค่าป่วยการให้กับ staff ของตัวเอง
- กลุ่ม Management Team มีอิสระในการทำโครงการให้ประหยัด ทั้งเวลาและค่าก่อสร้าง
- ค่าป่วยการ (Overhead) จะน้อยกว่าวิธีที่ 1

- ข้อเสีย
- อนาคตของโครงการขึ้นอยู่กับความตั้งใจของบุคคลคนเดียว (Project Manager) หากมีการผิดพลาดก็จะเสียหายมาก
 - มีกลุ่มทำงานดังกล่าว (Management Team) ที่มีคุณสมบัติครบถ้วนได้ยาก

TABLE 1 - Owner's Viewpoint - Relationship

	Quality	Low Price	Speeds Work	Accurate Estimate
1. Owner/Designer/Constructor	Average	Average	Poor	Good
2. Owner + Designer/Constructor	Average	Average	Average	Good
3. Owner + Designer + Constructor	Good	Good	Good	Good
4. Owner + Constructor/Designer	Good	Good	Average	Good
5. Owner/Designer + Constructor	Average	Excellent	Excellent	Good
6. Owner/Project Management	to good Average	Good	Average	Average

TABLE 2 - Constructor's Viewpoint Relationship

	Profit
1. Owner/Designer/Constructor	Average
2. Owner + Designer/Constructor	Good
3. Owner + Designer + Constructor	N/A
4. Owner + Constructor/Designer	N/A
5. Owner/Designer + Constructor	Excellent
6. Owner/Project Management	Poor

TABLE 3 - Designer's Viewpoints - Relationship

	Owner/ Designer/ Constructor (1)	Owner + Constructor /Designer (4)	Owner/ Project Management (6)
Design			
Independence of Action.....	Excellent	Poor	Poor
Capability of Controlling His Design Costs.....	Excellent	Average	Average
Desirable Relationship With Owner.....	Excellent	Average	Average
Engineer's Financing Requirements.....	Excellent	Excellent	Excellent
Construction			
Freedom of Action on Substitutions proposed by Contractor.....	Excellent	Poor	Ineffective
Freedom of Action in Evaluation Contractor's Claims.....	Excellent	Poor	Ineffective
Time of Assignment Defined-Liability due to Contractor's Action.....	Excellent	Average	Excellent
Resident Inspection			
Quality Control, Freedom of Action.....	Excellent	Poor	Poor
Overall			
Degree of Risk Involved.....	Excellent	Good	Excellent

จ. การจัดหาผู้ดำเนินการ (Procurement)

หลังจากที่เตรียมเอกสารประกอบสัญญาและตัดสินใจเลือกประเภทของการทำสัญญาได้แล้ว ขั้นตอนต่อไป ก็คือ การจัดหาผู้ดำเนินการเพื่อที่จะได้มอบหมายการก่อสร้างต่อไป ในเรื่องนี้สามารถทำได้หลายวิธี คือ

1. การประมูล (Tendering)

1.1 การประมูลทั่วไป (Open Tendering)

เปิดโอกาสให้ผู้ประมูลทั่วไปสามารถเข้าเสนอราคาได้ โดยมากมักใช้กับงานของราชการ

ซึ่งในบางครั้งมีผู้เสนอราคามากเกินไป ทำให้เป็นการสิ้นเปลืองในแง่ของค่าใช้จ่ายในการเตรียมการเสนอราคาของแต่ละราย ซึ่งเป็นการแน่นอนว่าในระยะยาวแล้ว ค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะต้องถูกผนวกได้ในงานต่อ ๆ ไป ของผู้เสนอราคาทั้งหลายที่ไม่ได้งานและมีอยู่เสมอที่เมื่อได้ผู้เสนอราคา (ซึ่งโดยทั่วไปพิจารณาจากราคาที่ต่ำสุด) แล้ว เป็นผู้ที่ไม่มีความสามารถเพียงพอ

1.3 การประมูลโดยจำกัดผู้เข้าร่วมประชุม (Limited Tendering)

เป็นการประมูลโดยการคัดเลือกผู้เข้าประมูลที่ทางเจ้าของงานคิดว่าจะมีความสามารถเพียงพอในการทำงานโครงการนั้น ๆ โดยการเน้นการพิจารณาถึงความสามารถทางการเงินและเครื่องมือ ความสามารถในการจัดองค์กรและประสบการณ์ จากวิธีนี้ทำให้จำนวนผู้เข้าแข่งขันการเสนอราคาอยู่ในวงจำกัดพอประมาณเป็นการลดค่าใช้จ่ายทางอ้อมและทำให้ได้ผู้เสนอราคาที่มีความสามารถในการทำงานนั้นโดยแท้จริง

2. การจัดหาโดยตรงหรือต่อรองราคา (Direct Purchase or Negotiate)

ในบางกรณีการจัดให้มีการแข่งขันการเสนอราคาอาจทำได้ไม่สะดวกนัก เช่น อาจมีแนวโน้มที่ในบริเวณหรือเขตนั้น ๆ มีผู้เสนอราคาน้อยรายที่สามารถเข้าร่วมในงานพิเศษเฉพาะอย่างได้หรือบางกรณี เช่น งานดูแลหรือบำรุงรักษาอาจมีจำนวนงานน้อยเกินไปที่จะเป็นแรงจูงใจให้ผู้เข้าร่วมเสนอราคาได้ จึงต้องใช้วิธีเชิญผู้รับเหมาที่เคยทำงานอยู่หรือคิดว่าพอจะทำงานนั้นได้มาตกลงราคากัน

3. การจ้างงานต่อเนื่อง (Serial Contract or Repeat Order)

วิธีนี้ก็คล้าย ๆ กับการจัดหาโดยตรงหรือต่อรองราคานั้นเอง แต่ในกรณีนี้เป็นการทำงานใหม่ที่เหมือนหรือคล้ายกับงานที่ได้ทำไปแล้ว ทำให้สามารถยึดถือราคาให้เหมาะสมกับสถานการณ์ เป็นต้นว่า อาจเพิ่มเงินเนื่องจากภาวะการเงินเปลี่ยนไป หรืออาจลดเงินเพราะเป็นการทำงานที่เคยทำมาแล้ว ทำให้ผลิตผลสูงขึ้น (High Productivity) หรือค่าอำนวยการลดลงเพราะความสามารถในการเรียนรู้และการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่แล้วมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ในกรณีที่มีการจ้างต่อเนื่องโดยการทำงานเดิมยังไม่แล้วเสร็จ ควรจะมีข้อกำหนดในสัญญาข้อใดข้อหนึ่งว่า เจ้าของงานสามารถยกเลิกสัญญาได้เมื่อพิจารณาเห็นว่าผลการทำงานของงานที่กำลังดำเนินการอยู่ไม่เป็นที่พอใจของเจ้าของงาน

4. การสั่งให้ทำงานโดยคิดค่าแรงและค่าดำเนินการตามที่สั่ง (Force Account)

วิธีนี้ส่วนมากมักจะผนวกเข้ากับแบบราคาต่อหน่วย บางครั้งในสัญญาแบบราคาต่อหน่วย มีงานซึ่งจำเป็นต้องทำโดยไม่มีรายการหรือเนื้องานและราคาต่อหน่วยปรากฏในสัญญา ขึ้นแรกอาจจะต้องทำการต่อรอง

ราคา (Negotiate) กันก่อน หากไม่เป็นที่ตกลง และมีราคาค่าแรงและค่าดำเนินการตามที่สั่ง (Force Account) อยู่ในสัญญา เจ้าของงานสามารถสั่งให้ทำงานนั้นโดยบันทึกเวลาทำงานของแรงงานหรือการดำเนินการนั้น ๆ ไว้แล้วนำมาคิดเป็นจำนวนเงินในการทำงานนั้นต่อไป

การดำเนินการจัดหาผู้ดำเนินการนั้น สามารถสรุปขั้นตอนได้โดยยึดถือแบบการประมูล โดยจำกัดผู้เข้าร่วมการประมูล (Limited Tendering) เป็นแนวทาง ส่วนการจัดหาโดยวิธีอื่น ๆ ก็อาจจะลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกไปได้ ขั้นตอนการดำเนินการมีดังนี้ คือ

- ประกาศประกวดราคา (Advertisement and Notification)
- ตรวจสอบคุณสมบัติของผู้ประมูล (Prequalification of Tenderer)
- คัดเลือกผู้มีสิทธิเข้าประมูล (Selection of Tenderer)
- เชิญเข้าร่วมประมูล (Call for Tendering)
- ยื่นซองประกวดราคาโดยผู้เข้าร่วมประมูล (Bid Submission)
- เปิดซองประกวดราคา (Bid Opening)
- พิจารณาและประเมินการประกวดราคา (Bid Examination and Evaluation)
- ปรับดุลและต่อรองราคา (Balance Bidding and Negotiation)
- ลงนามและมอบหมายสัญญา (Award of Contract)

การวางแผนงานเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการจัดการงานก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในช่วงของการดำเนินการก่อสร้างและควบคุมงานก่อสร้าง การวางแผนและควบคุมโครงการก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน เพราะปัจจัยสำคัญคือเงินและเวลาที่มีอยู่เป็นจำนวนจำกัด นอกจากนี้ การวางแผนยังเป็นส่วนประกอบสำคัญในการควบคุมโครงการ ถ้าหากว่าไม่มีการวางแผนหรือวางแผนเอาไว้ไม่ถูกต้องและดีพอ การควบคุมโครงการก็จะทำไม่ได้ หรือทำได้ลำบากเนื่องจากไม่มีข้อมูลที่จะใช้ตรวจสอบความก้าวหน้าหรือสถานภาพของโครงการ ทำให้ไม่สามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องและอุปสรรคต่าง ๆ ได้ ในขณะเดียวกันการทำงานที่มีการวางแผนเป็นการทำงานที่รัดกุมรอบคอบ ทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำงานน้อย

ความหมายของการวางแผน

ความหมายของการวางแผนนั้นถูกอธิบายเอาไว้แตกต่างกันไป ดังนี้

- การวางแผนหมายถึงการเลือกสรรและการสร้างความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริงต่าง ๆ ตลอดจนการตั้งสมมติฐานและให้สมมติฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับอนาคต เพื่อที่จะสรรหาและจัดรูปแบบของกิจกรรมต่าง ๆ ที่เชื่อว่าจะทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้
- การวางแผนหมายถึงเทคนิคการมองล่วงหน้าอย่างมีระเบียบ เป็นการพยากรณ์การปฏิบัติงานในอนาคตว่าจะต้องทำอะไรบ้าง ทำเมื่อไร และที่ไหน เพื่อให้งานสำเร็จตามวัตถุประสงค์
- การวางแผนคือการตัดสินใจล่วงหน้าว่า จะทำอะไร ทำอะไร ทำเมื่อไรและใครเป็นผู้ทำการวางแผนเป็นสะพานเชื่อมช่องว่างจากปัจจุบันไปสู่อนาคตตามที่ต้องการและทำให้สิ่งต่าง ๆ เกิดขึ้นตามที่ต้องการ ถึงแม้ว่าเหตุการณ์ในอนาคตเป็นสิ่งที่ยากต่อการคาดหมาย แต่ก็ดีกว่าที่จะปล่อยให้เกิดขึ้นตามยถากรรม
- การวางแผนหมายถึง การจัดเตรียมเพื่อจะกระทำให้สิ่งใดสิ่งหนึ่งไว้ล่วงหน้า โดยมีการจัดแบ่งขั้นตอน จัดลำดับขั้นของงานหรือกำหนดวิธีทำงาน พร้อมจะกำหนดเวลาที่ต้องใช้เพื่อการทำงานนั้นไว้ด้วย การวางแผนงานจะเป็นขั้นตอนแรกของการบริหารงานให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์

ความสำคัญของการวางแผน

การจัดการงานก่อสร้างเป็นงานที่ต้องอาศัยทั้งวิทยาศาสตร์ ศิลปะและความชำนาญในงาน ประกอบกัน เป็นงานที่ต้องมีการจัดเตรียมแผนการทำงานไว้ล่วงหน้า จัดวางลำดับขั้นของการทำงานไว้อย่างรัดกุม รู้จักการใช้คน เครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ตรงกับประเภทของงานและเกิดประสิทธิผล มีการติดตาม และควบคุมให้งานแต่ละหน่วยดำเนินไปอย่างถูกต้อง ตรงตามแผนงานที่กำหนดไว้

การวางแผนงานก่อสร้าง จึงเป็นงานส่วนหนึ่งที่สำคัญของการจัดการงานก่อสร้างทุกประเภท จำเป็นจะต้องกำหนดขั้นตอนการทำงานไว้ให้ชัดเจน อย่างไรก็ตาม ยังมีผู้จัดงานก่อสร้างเป็นจำนวนไม่น้อย ที่ยังใช้วิธีกำหนดแผนงานทั้งหมดไว้ใน “หัว” ของผู้จัดงานแต่เพียงผู้เดียว ถ้าเป็นงานขนาดเล็ก หรือเป็นงานที่ปฏิบัติอยู่ประจำ หัวหน้านางานแต่ละฝ่าย อาจเข้าใจถึงลำดับขั้นการทำงานกันดีแล้ว สามารถรับงานไปปฏิบัติ ต่อเนื่องกันไปได้ แต่ถ้าเป็นงานก่อสร้างขนาดใหญ่ หรือเป็นงานประเภทที่ไม่เคยปฏิบัติ หรือมีประสบการณ์ มาก่อน อาจเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากหรือเป็นไปได้เลยที่จะจัดการงานก่อสร้างนั้นให้ดำเนินไปได้อย่างราบรื่น ถ้างานนั้นไม่มีการจัดเตรียมแผนงานไว้ล่วงหน้าอย่างละเอียดชัดเจน

สิ่งที่สำคัญที่สุดในเรื่องของการวางแผนไม่ใช่อยู่ที่วิธีการหรือเทคนิคต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมาย แต่อยู่ที่ความเชื่อถือในหลักการของการวางแผนว่ามีประโยชน์จริง จะช่วยให้งานทุกอย่างทำได้สะดวกรวดเร็ว และประหยัด ต้องเชื่อว่าการวางแผนถึงแม้จะต้องเสียเวลาบ้าง ในระยะเริ่มต้น แต่แผนงานเหล่านี้จะช่วยแก้ปัญหาภายหลังได้ไว้มาก

การวางแผนและควบคุมโครงการที่ดีนั้นช่วยให้การดำเนินโครงการเป็นไปอย่างมีระเบียบแบบแผน ช่วยให้การจัดสรรทรัพยากร (วัสดุ เงิน แรงงาน ฯลฯ) มีประสิทธิภาพช่วยให้สามารถรู้เหตุขัดข้องที่เกิดขึ้น ทำให้รู้ตัวและแก้ไขได้แต่เนิ่น ๆ ช่วยปรับปรุงเวลาการทำงาน ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายหรือเรียกต้นทุนคืนได้เร็วขึ้น และช่วยให้มีมาตรฐานในการเปรียบเทียบความก้าวหน้าและสถานภาพของโครงการ

สิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่จะช่วยให้แผนงานที่วางไว้มีประโยชน์และใช้ได้ผล คือ

1. ผู้บริหารชั้นสูงสนับสนุนและสนใจติดตามผลการใช้
2. บุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้าใจและร่วมมือในแผนงาน
3. แผนงานต้องมาจากความคิดของผู้ที่จะควบคุมโครงการนั้น ๆ รวมทั้งได้รับความเห็นชอบจากหัวหน้างานที่สำคัญ ๆ ด้วย
4. มีตัวเลขสถิติ ความสามารถในการทำงานของคนงานประเภทต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงความจริง
5. ผู้ควบคุมโครงการต้องให้ความสำคัญกับแผนงานที่สร้างขึ้น

วิธีการวางแผนงาน

งาน แต่วิธีการวางแผนงานของตนตามความรู้ หรือความชำนาญ หรือประสบการณ์ที่มีอยู่
 ถ้าจะแบ่งถึงวิธีการที่ปฏิบัติกันอยู่ทั่วไป อาจจัดแบ่งวิธีการวางแผนงานได้ 3 ลักษณะ คือ

1) กำหนดคิดไว้ในใจ คือการคิดนี้ก็จะทำอย่างนั้น จะทำอย่างนี้ แล้วปฏิบัติไปตามที่คิด โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติและทำได้ต่อเนื่องกันอย่างเหมาะสม วิธีนี้เป็นวิธีที่บุคคลทั่วไปใช้ปฏิบัติกันอยู่กับงานของตนจนเกิดเป็นความเคยชิน และอาจลืมไปได้ว่า นี่คือการวางแผนงาน ดังเช่นถ้าจะถามกันว่า ตั้งแต่ตื่นนอนในตอนเช้า จนถึงก้าวเท้าออกจากบ้านไปทำงาน ท่านทำอะไรบ้าง และใช้เวลาในการปฏิบัติกิจแต่ละอย่างนั้นกี่นาที อาจจะต้องใช้เวลานึกคิดสักครู่จึงตอบได้ แต่ความเป็นจริงแต่ละคนสามารถปฏิบัติกิจต่าง ๆ เหล่านั้นได้อย่างต่อเนื่อง และออกไปจากบ้านในเวลาใกล้เคียงกันทุกวัน

การปฏิบัติดังกล่าวนี้ เป็นไปเพราะความเคยชิน สามารถกำหนดขั้นตอนต่าง ๆ และปฏิบัติให้เรียงอันดับกันได้อย่างถูกต้อง การวางแผนงานโดยเพียงการกำหนดรูปร่างไว้ในใจ เป็นเพราะผู้นั้นได้เคยปฏิบัติสิ่งเหล่านั้น ซ้ำ ๆ กันมาแล้ว จนเกิดเป็นความชำนาญ สามารถกำหนดขั้นตอนต่าง ๆ ของการปฏิบัติให้ดำเนินการไปได้ด้วยความถูกต้อง การก่อสร้างอาคารบางหลัง ยังมีผู้รับเหมาบางคนกำหนดการวางแผนงานด้วยระบบคิดในใจอยู่ วันหนึ่ง ๆ อาจสั่งซื้อวัสดุก่อสร้างหรือสั่งช่างให้ปฏิบัติส่วนนั้นส่วนนี้ต่อไปจนเสร็จงานวิธีดังกล่าวนี้ ถ้านำไปใช้กับงาน ที่ผิดไปจากที่เคยปฏิบัติอยู่ตามปกติ งานอาจจะต้องหยุดชะงักเป็นตอน ๆ การแก้ปัญหาที่ไม่อาจทำได้ทันต่อเหตุการณ์

2) ด้วยวิธีจดบันทึกไว้เป็นขั้นตอน วิธีนี้ดีกว่าวิธีแรก เพราะผู้วางแผนงานจะจัดทำไว้ล่วงหน้า และสามารถนำมาศึกษาทบทวน สืบหาสิ่งบกพร่องต่าง ๆ ก่อนที่จะเริ่มงานและประการสำคัญ คือบุคคลที่ร่วมงานกันสามารถศึกษา ทำความเข้าใจ และปฏิบัติตามได้สะดวก วิธีนี้มักใช้กับงานที่เกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่าย มีขั้นตอนการทำงานมากขึ้น และเป็นงานที่ไม่เคยปฏิบัติมาก่อน จะสรุปขั้นตอนหรือหัวข้อของงานที่สำคัญไว้ พร้อมกับกำหนดเวลาของแต่ละขั้นตอนนั้นไว้ เพื่อให้เข้าใจกันทุก ๆ ฝ่าย

3) การวางแผนงานให้อยู่ในรูปแบบที่เป็นระบบ ได้แก่จัดทำเป็นรูปแบบตารางทำงานแบบแท่ง (Bar chart) ระบบผังงานโครงข่าย แบบวิธีหาแนวทางวิกฤต (CPM) เป็นต้น ระบบต่าง ๆ เหล่านี้เป็นวิธีการคิดตามแนวทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำเอาโครงการที่มีระยะเวลาทำงานช่วงที่อาจนานเป็นเดือนหรือปี มาสรุปไว้ในหน้ากระดาษเพียงแผ่นเดียว จึงสามารถทราบและเข้าใจถึงขั้นตอนและแผนงานทั้งหมดได้อย่างรวดเร็ว ตรวจสอบข้อขัดข้องที่อาจเกิดจากแผนนั้นได้ง่าย สามารถติดตามและควบคุมการทำงานได้สะดวก การวางแผนด้วยระบบดังกล่าวนี้ จึงเหมาะทั้งงานที่มีหน่วยงานหลายหน่วยงานรวมกันอยู่ มีระยะเวลาเสร็จงานนาน และนิยมใช้กับงานวางแผนระยะยาว ซึ่งจะได้ศึกษาถึงรายละเอียดต่อไป

แผนงานย่อยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อให้ทุกฝ่ายที่ร่วมงานกันอยู่ได้เข้าใจถึงขอบเขตของโครงการทั้งหมด การวางแผนก่อสร้างเพื่อให้ทราบถึงขอบข่ายของโครงการงานก่อสร้างนั้น ๆ ตั้งแต่เริ่มเคลื่อนย้ายวัสดุอุปกรณ์ไปในบริเวณที่ก่อสร้าง จนกระทั่งงานเสร็จเรียบร้อยบริบูรณ์จึงเป็นสิ่งจำเป็น แผนงานย่อยนี้อาจจัดแบ่งออกตามประเภทของทรัพยากร เช่น แผนการใช้วัสดุ เพื่อกำหนดการจัดซื้อวัสดุต่าง ๆ ที่ต้องใช้ของหน่วยงานต่าง ๆ ได้ตรงตามเวลาที่ต้องการ แผนการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ เพื่อกำหนดใช้เครื่องมือ โดยเฉพาะเครื่องจักรกลหนักให้ตรงตามเวลาที่ต้องการ หรือกระจายเวลาปฏิบัติการให้สามารถทำงานได้ต่อเนื่องกัน แผนการเงิน เพื่อให้ทราบล่วงหน้าว่าค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เป็นจำนวนเท่าใด เพื่อจะได้จัดเตรียมเงินได้พอเหมาะกับเวลาที่ต้องการ หรือ แผนการใช้แรงงาน เพื่อให้รู้ว่าในช่วงเวลาใดจำเป็นต้องจ้างช่างประเภทใดบ้างมาปฏิบัติงาน

การจัดเตรียมแผนล่วงหน้าจึงเป็นสิ่งสำคัญ ที่จะช่วยให้งานได้ดำเนินต่อเนื่องกันไปโดยไม่หยุดชะงัก เพราะการหยุดชะงักของงาน ไม่ว่าจะด้วยจากวัสดุขาด เครื่องมือไม่มี ช่างไม่ครบจำนวนที่ต้องการ ก็ดี เป็นผลเสียอย่างร้ายแรงของการดำเนินงานก่อสร้างทั้งสิ้น ทั้งนี้เพราะงานธุรกิจก่อสร้างมี เวลา เป็นปัจจัยสำคัญที่จะต้องนำมาพิจารณาควบคู่กันไปด้วยทุกครั้ง

ระบบการวางแผนงานก่อสร้าง

การวางแผนงานก่อสร้าง จะเป็นแผนงานหลักที่จะระบุถึงการทำงานของหน่วยงานต่าง ๆ ที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จงานของแต่ละหน่วยงานนั้น ทั้งจะกำหนดช่วงเวลาทำงานไว้รวมทั้งจุดเริ่มต้นและจุดเสร็จงาน และจะเป็นส่วนกำหนดเวลาทำงานทั้งหมดของโครงการนั้นไว้ด้วย และด้วยแผนงานหลักนี้จะเป็นการกำหนดไว้ชัดเจนด้วยลายลักษณ์อักษร เพื่อให้ทุกฝ่ายที่ร่วมทำงานกันอยู่ได้เข้าใจถึงขอบเขตของโครงการทั้งหมด และอาจวิเคราะห์รายละเอียดเพื่อปรับปรุงและแก้ไขแผนให้เหมาะสมกับทรัพยากร และเวลาทำงานที่มีอยู่ได้ ไม่ว่าจะเป็นช่วงเวลาก่อนเริ่มปฏิบัติงานหรือขณะที่กำลังปฏิบัติงานอยู่

เนื่องจากงานก่อสร้างเป็นโครงการที่มีสภาพการทำงานที่สลับซับซ้อนประกอบด้วยทรัพยากรหลายประเภทเข้ามาเกี่ยวเนื่องประสานกัน การวางแผนจึงต้องจัดให้เป็นระบบ เพื่อให้สะดวกต่อการจัดทำแผนในเบื้องต้น การใช้แผนงานนี้เพื่อปฏิบัติ และการแก้ไขปรับปรุงแผนในขั้นต่อไป

ระบบการวางแผนงานก่อสร้างที่ยอมรับว่าเป็นระบบที่ดีและเหมาะสมทั้งฝ่ายเจ้าของงานและฝ่ายผู้รับเหมาก่อสร้าง ได้แก่ ระบบตารางเวลาทำงานแบบแท่ง หรือที่เรียกกันทั่วไปว่าระบบบาร์ชาร์ต (Bar Chart) นอกจากนี้ก็มีระบบวิธีหาแนวทางวิกฤต (Critical Path Method - CPM) ระบบการประเมินผลงานและปรับปรุงแก้ไข (Project Evaluation and Review Technique - PERT) ระบบวงจรกำหนดก่อน (Precedence Network) และระบบการจัดการก่อสร้างแบบสมดุล (Line of Balance) เป็นต้น

การจัดแผนงานก่อสร้าง อาจมีระบบหรือวิธีการในการจัดทำกันได้หลายแบบหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นแบบวิธีใดก็ตาม ผู้เกี่ยวข้องที่จะต้องใช้และปฏิบัติตามแผนงานนั้น เมื่อได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในแผนงานที่กำหนดแล้ว อย่างน้อยควรตอบคำถามต่อไปนี้ได้

1. มีงานประเภทใด หรือหน่วยงานใดที่จะต้องปฏิบัติบ้าง
2. งานแต่ละประเภทนั้น จะเริ่มทำงานได้เมื่อใด และจะต้องทำงานให้เสร็จเมื่อใด
3. จะเริ่มต้นงานประเภทใดก่อน
4. เมื่องานประเภทหนึ่งเสร็จแล้ว จะต้องทำงานประเภทใดต่อ หรือมีงานประเภทใดที่สามารถนำมาปฏิบัติได้พร้อม ๆ กัน

5. งานทั้งโครงการจะทำได้แล้วเสร็จเมื่อใด หรือจะต้องใช้เวลาทำงานทั้งหมดกี่เดือน หรือกี่วัน อย่างไรก็ตาม ผู้ที่จะวางแผนงานได้ดี จะต้องเป็นผู้รอบคอบมีความละเอียดถี่ถ้วน และที่สำคัญที่สุด จะต้องเป็นผู้ที่มีความเข้าใจถึงกระบวนการทำงานของโครงการนั้นอย่างชัดเจน สามารถสร้างจินตนาการถึงการทำงานในส่วนต่าง ๆ ของหน่วยงานได้ทุกขั้นตอน งานวางแผนจึงต้องการผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ และมีประสบการณ์ในเรื่องหรืองานนั้นมาแล้วเป็นอย่างดีเป็นผู้จัดทำ

ลำดับขั้นของการจัดทำแผนงาน

การจัดทำโครงการก่อสร้างให้ออกมาเป็นแผนงานจะมีลำดับขั้นของการคิดและการปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาแบบก่อสร้างและรายการก่อสร้าง งานขั้นต้นของการวางแผนงานได้แก่ การศึกษารายละเอียดแบบก่อสร้าง รายการก่อสร้าง เป็นต้นว่าพิจารณาถึงลักษณะของอาคารวัสดุก่อสร้างหลักที่ใช้ประกอบอาคาร เงื่อนไขการจ่ายเงินงวดของเจ้าของโครงการที่ระบุไว้ในสัญญาก่อสร้าง ตามปกติแล้วเจ้าของโครงการจะกำหนดจำนวนวันทำงานทั้งหมดไว้ให้ ซึ่งผู้รับเหมาจะต้องสร้างให้เสร็จทันตามกำหนดเวลาที่เจ้าของงานต้องการ ด้วยเหตุนี้ผู้วางแผนจะมีข้อจำกัดด้านเวลาเป็นส่วนบังคับด้วยส่วนหนึ่งนอกเหนือจากข้อจำกัดทางด้านงานก่อสร้าง ดังนั้น ผู้วางแผนจึงต้องพยายามกำหนดแผนงานขึ้นให้เสร็จได้ทันภายในจำนวนวันทำงานที่ตกลงกันตามข้อสัญญาเป็นประการแรกและทั้งนี้จะต้องให้ได้รูปลักษณะและคุณภาพของอาคารเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้างด้วย

2. จัดแบ่งโครงการออกเป็นงานย่อย โครงการต่าง ๆ (project) จะประกอบขึ้นด้วยงานย่อย ๆ

(activity) เป็นจำนวนสิบหรือจำนวนพันตามลักษณะของโครงการหรือตามรายละเอียดที่เราต้องการ การจัดแบ่งหน่วยงานย่อยจึงไม่มีจำนวนจำกัดแน่นอนอยู่ที่ความต้องการของผู้วางแผนว่าต้องการเน้นให้เห็นรายละเอียดของแต่ละงานนั้นเพียงใด ดังนั้น สิ่งที่ผู้วางแผนจะต้องพิจารณาและตัดสินใจในขั้นต้นคือ จะจัดแยกโครงการออกเป็นงานย่อยอย่างไรจึงจะสามารถช่วยให้มองเห็นรายละเอียดของโครงการทั้งหมดได้อย่าง

สมบูรณ์และสามารถปฏิบัติงานได้ผลตามความมุ่งหมาย การแบ่งงานโครงการก่อสร้างออกเป็นงานย่อย ๆ นั้น มีข้อให้คำนึงดังนี้

2.1 แบ่งตามองค์ประกอบสำคัญของสิ่งก่อสร้าง เช่น

- งานฐานราก
- งานเสา
- งานพื้น
- งานโครงหลังคา ฯลฯ

2.2 แบ่งตามความรับผิดชอบในการทำงาน เช่น

- งานติดตั้งเหล็กเสริม
- งานหล่อคอนกรีต
- งานฉาบปูน
- งานปูกระเบื้อง ฯลฯ

2.3 แบ่งตามงวดการจ่ายเงินของเจ้าของโครงการ โดยปกติในสัญญาก่อสร้างจะระบุเงื่อนไขการจ่ายเงินงวดของเจ้าของงานไว้ ซึ่งอาจจะนำมาใช้พิจารณาประกอบในการวางแผน เพื่อให้ทำงานได้เสร็จตรงตามเวลาที่ระบุไว้ในสัญญา

3. จัดลำดับขั้นตอนของงานย่อย โครงการทั้งหมดเมื่อแบ่งออกเป็นงานย่อยแล้วควรพิจารณาถึงลำดับขั้นการทำงานของแต่ละงานด้วยว่า มีงานใดที่ต้องทำก่อนและเมื่อหน่วยงานนั้นทำเสร็จแล้ว จะต้องทำงานอะไรต่อไป ในขณะเดียวกันควรพิจารณาด้วยว่า มีงานใดที่สามารถทำพร้อมกันได้บ้าง ทั้งนี้ เพื่อกำหนดเวลาของการทำงานแต่ละงานได้ต่อเนื่องและประสานสัมพันธ์กัน

การกำหนดขั้นตอนของงานจึงเป็นส่วนที่สำคัญยิ่งของงานวางแผน ผู้วางแผนจะต้องมีความชำนาญหรือมีประสบการณ์ของงานนั้นมามากพอสมควร

4. การประมาณเวลาการทำงาน การกำหนดเวลาทำงานของแต่ละงานเป็นสิ่งที่ช่วยให้เห็นถึงความสำเร็จในการวางแผนได้ ถ้าการประมาณเวลาการทำงานใกล้เคียงกับความเป็นจริง โอกาสที่งานจะเป็นไปอย่างราบรื่นมีอุปสรรคน้อยก็จะมีมาก การประมาณระยะเวลาของแต่ละงานในการทำงานนั้นอาจพิจารณาได้ดังนี้

- 4.1 จะต้องทราบปริมาณงานของงานย่อยนั้น ๆ
- 4.2 จะต้องทราบถึงนโยบายและขีดความสามารถของผู้ดำเนินการก่อสร้าง
- 4.3 กำหนดระยะเวลาการทำงานจาก

ก. ประสบการณ์หรือความชำนาญจากที่เคยปฏิบัติงานนั้น ๆ มา

ข. สถิติและข้อมูลเก่า ๆ

อย

จำนวนวันทำงานที่กำหนดขึ้นไม่ว่าจะได้จากประสบการณ์หรือจากสถิติงานถือว่าเป็นจำนวนวันทำงานปกติ

- 4.4 คำนึงถึงสาเหตุต่าง ๆ ที่อาจจะมีผลต่อระยะเวลาการทำงาน เช่น สภาพของภูมิประเทศ หรือท้องถิ่นนั้น สภาพของดินฟ้าอากาศ ประสิทธิภาพของเครื่องมืออุปกรณ์และช่างที่ปฏิบัติงานนั้น เป็นต้น

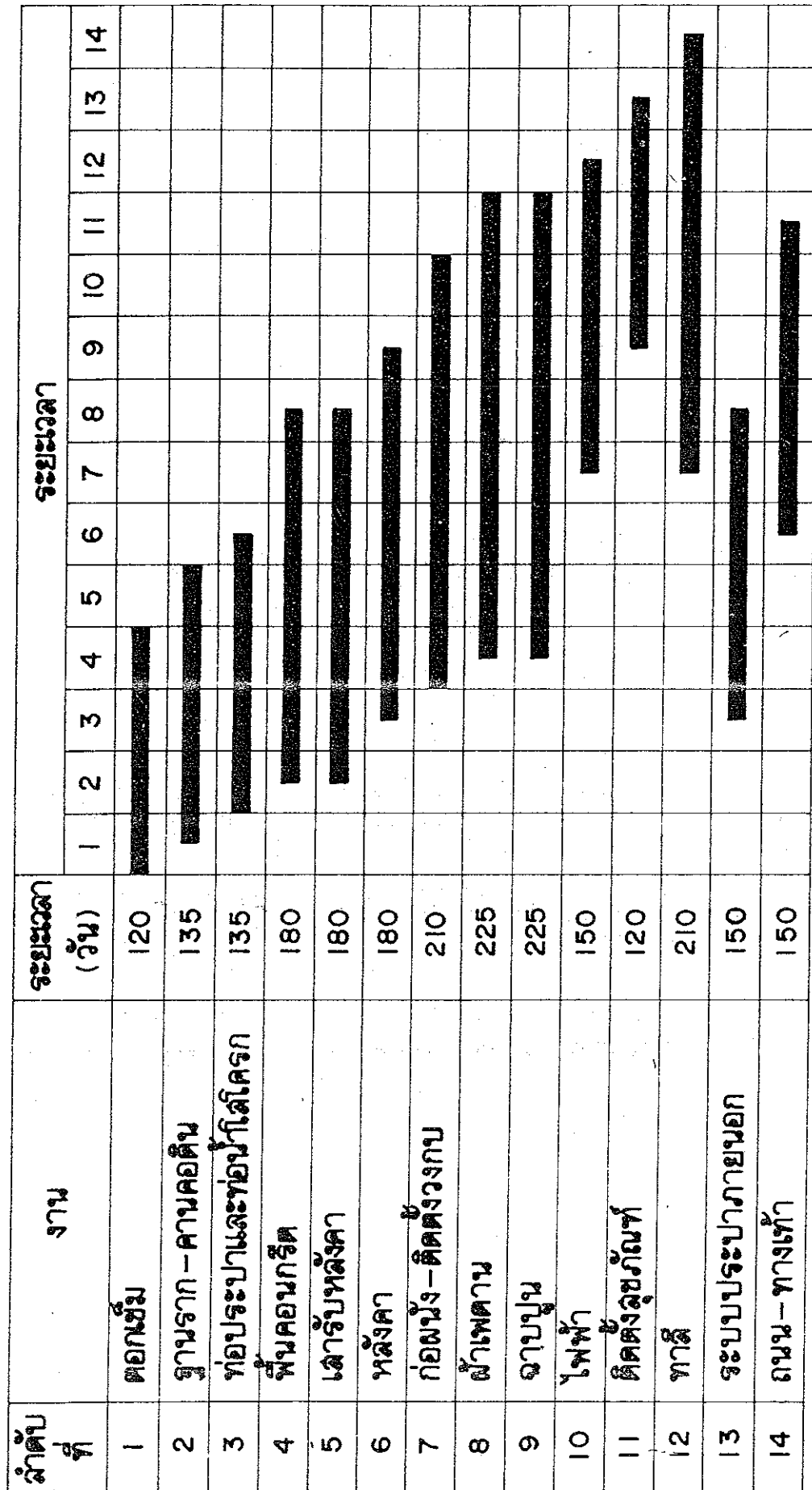
การวางแผนงานระบบตารางเวลาทำงานแบบแท่ง (Bar Chart)

การวางแผนงานด้วยระบบ Bar Chart หรือระบบตารางเวลาทำงานแบบแท่งเป็นระบบหนึ่งที่น่าสนใจกันอย่างแพร่หลายกับโครงการต่าง ๆ เพราะเป็นระบบที่จัดทำได้ง่าย ตลอดจนผู้ร่วมงานทุกระดับสามารถอ่านและสามารถเข้าใจความคิดของผู้วางแผนได้ง่ายว่า จะให้หน่วยงานแต่ละหน่วยงานทำงานเมื่อใด และจะให้เสร็จงานภายในกำหนดเวลาเมื่อใด การวางแผนงานตามวิธีการของระบบนี้ใช้วิธีแสดงชื่องานสัมพันธ์กับระยะเวลาที่จะทำงานโดยเขียนออกมาเป็นแท่งตามแนวนอนบอกเวลาเริ่มต้น ระยะเวลาทำงานและเวลาสิ้นสุดของงานนั้น ๆ ดังตัวอย่างรูปที่ 3 ซึ่งเป็นการวางแผนงานก่อสร้างแห่งหนึ่งด้วยระบบ Bar Chart

จากตัวอย่างที่แสดงจะเห็นว่า ตารางเวลาทำงานจะประกอบด้วยงานย่อยต่าง ๆ ของโครงการที่จะต้องทำตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์ เช่น เริ่มตั้งแต่งานตอกเข็ม งานฐานราก งานค่อดิน จนกระทั่งถึงงานถนน ทางเท้า รายชื่อของงานย่อยจะจัดเรียงทางตั้งด้านซ้ายมือของตารางโดยจัดเรียงให้ใกล้เคียงกับลำดับขั้นการทำงานที่จะต้องทำก่อนหลัง ส่วนด้านขวามือของงานย่อยแต่ละงานจะแสดงระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานนั้น ๆ ตามที่ผู้วางแผนต้องการ

การวางแผนงานระบบ Bar Chart เป็นระบบที่แสดงให้เห็นถึงส่วนต่าง ๆ ของงานที่ประกอบขึ้นเป็นโครงการก่อสร้าง ตลอดจนกำหนดเวลาทำงานของงานแต่ละส่วนนั้นได้ชัดเจนพอสมควร สามารถอ่านเข้าใจง่าย จัดทำแผนงานได้เสร็จในระยะเวลาสั้น Bar Chart เหมาะสำหรับงานก่อสร้างที่ความสัมพันธ์ของงานแต่ละงานไม่ยุ่งยาก เพราะ Bar Chart ไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของงานแต่ละงานได้อย่างแจ่มชัด ข้อจำกัดอีกประการหนึ่งของ Bar Chart ก็คือ ไม่สามารถที่จะแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของงานหนึ่ง ซึ่งเกิดอุปสรรคในการทำงานที่มีต่ออีกงานหนึ่งหรืองานทั้งโครงการได้ การนำ Bar Chart มาใช้ในการควบคุมและติดตามความก้าวหน้าของงานจึงไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แผนการดำเนินงานก่อสร้าง
โครงการที่พักอาศัยจำนวน 760 หน่วย



รูปที่ 3 การวางแผนงานระบบ BAR CHART

การวางแผนแบบโครงข่าย (Network)

การวางแผนแบบโครงข่าย เป็นวิธีการพื้นฐานของการวางแผนและกำหนดระยะเวลาการทำงานแบบต่าง ๆ เช่น CPM, PERT, Precedence Network และ Line-of-Balance เป็นต้น การวางแผนแบบโครงข่ายจะแสดงขั้นตอนการทำงานและความสัมพันธ์ของงานแต่ละงานได้อย่างชัดเจน ขั้นตอนการทำงานของการวางแผนแบบโครงข่ายนี้ จะเป็นไปตามลำดับขั้นของการทำงานที่ผู้วางแผนหรือผู้ดำเนินโครงการได้เตรียมหรือคิดเอาไว้เพื่อที่จะดำเนินโครงการ ดังนั้น ผู้ที่นำแผนงานไปใช้จะสามารถนำไปใช้งานได้อย่างง่ายดาย และสามารถควบคุมและติดตามผลงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แผนงานแบบโครงข่ายคือแผนผังลูกศร (Arrow Diagram) ที่แสดงความสัมพันธ์ของงานในโครงการ
 ผังลูกศรจะประกอบด้วย

1. ลูกศร (Arrow) แทนงานแต่ละงานในโครงการ
 2. ขั้วหรือจุด (Node) แทนจุดเริ่มต้นหรือจุดสิ้นสุดของการทำงานแต่ละงาน
- ปลายลูกศรจะแสดงการเริ่มต้นของงานและหัวลูกศรจะแสดงการสิ้นสุดของงาน

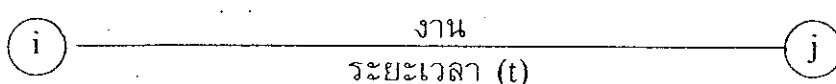
เริ่มต้น ————— งาน —————> สิ้นสุด

ลูกศรจะแสดงถึงงานต่าง ๆ ที่ต้องทำ ลำดับลูกศร จะแสดงถึงลำดับก่อนหรือหลังของงานนั้น ๆ
 ข้อมูลในการเขียนผังลูกศร ก็คือ ต้องรู้สิ่งเหล่านี้เสียก่อน

- ก. งานไหนจะต้องทำก่อนงานนี้
- ข. งานไหนที่สามารถเริ่มทำงานได้พร้อมกันกับงานนี้
- ค. งานไหนที่จะทำหลังจากงานนี้

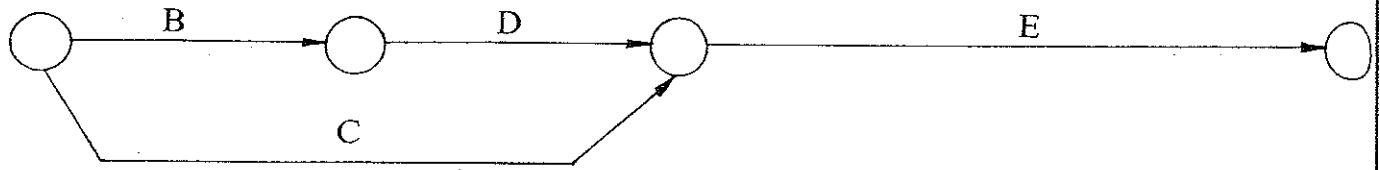
มีหลักในการเขียนผังลูกศรบางประการที่จะช่วยให้เป็นสื่อที่เข้าใจโดยทั่วไปดังต่อไปนี้

1. ลูกศรแต่ละลูกศรจะแสดงแทนงานได้ 1 งาน ที่หางลูกศรจะหมายถึงจุดเริ่มต้นของงาน ที่หัวลูกศรจะหมายถึงจุดที่งานเสร็จ



โดยทั่วไป การเขียนผังลูกศรจะพยายามให้วิ่งจากทางซ้ายไปทางขวาเสมอเพื่อสะดวกในการอ่าน

2. ความยาวของลูกศรไม่เกี่ยวข้องกับระยะเวลาช้า - เร็ว
3. ความสัมพันธ์ของงานต่าง ๆ จะทราบได้จากลำดับก่อน - หลังของแต่ละลูกศรที่แทนงานนั้น ๆ



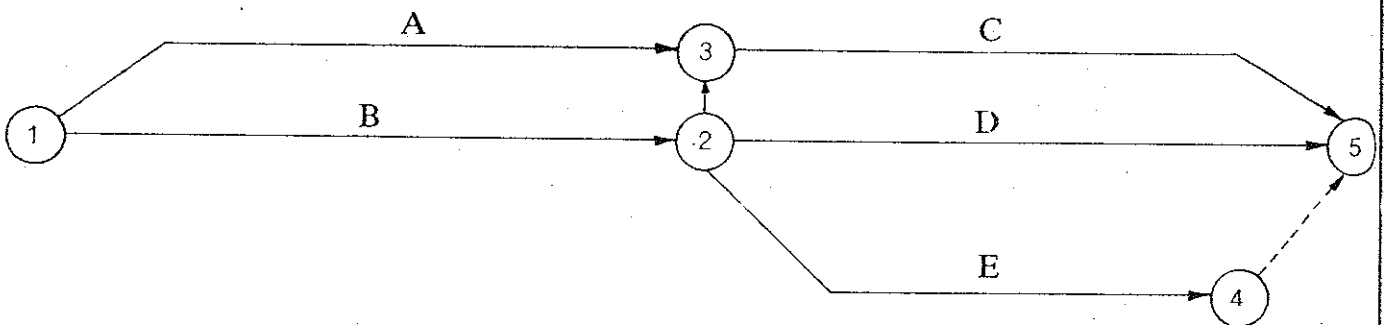
จากผังลูกศรนี้แสดงให้เห็นว่า

ก. งานที่ต้องทำก่อนงาน D คือ B

ข. งานที่ต้องทำก่อนงาน E คือ C และ D

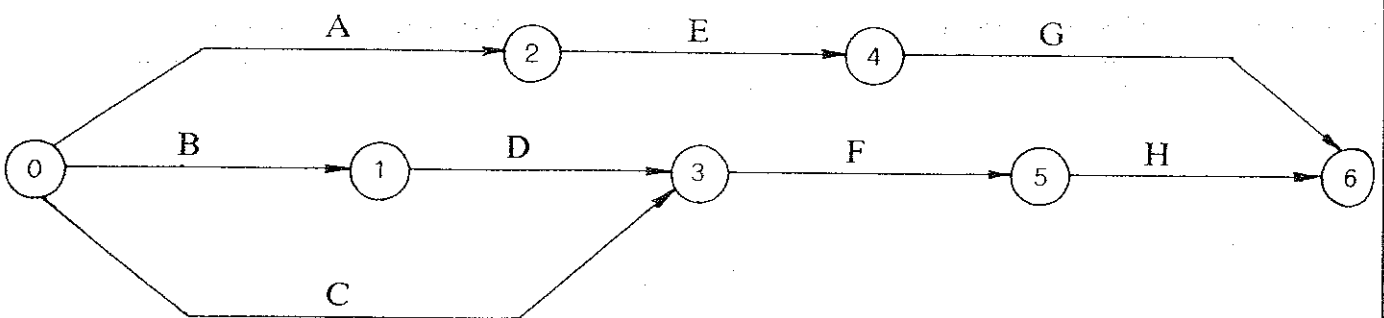
ค. งาน B และ C สามารถทำได้พร้อมกัน

4. จะต้องใช้ลูกศรปะ ——> ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า ดัมมี่ (Dummy) เพื่อต่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของงานให้ถูกต้องตามความสัมพันธ์ที่ต้องการ และเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้งานแต่ละงานมีหมายเลขประจำตัวซ้ำกัน



จากผังลูกศรข้างบนนี้ ดัมมี่ถูกใช้ระหว่างจุด 2 และ 3 เพื่อแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ว่า งาน C ต้องสัมพันธ์กับทั้งงาน A และ B และดัมมี่ระหว่างจุด 4 และ 5 ถูกใช้เพื่อไม่ให้หมายเลขงาน D และ E ซ้ำกัน

5. แผนผังลูกศรจะต้องต่อเนื่องกันไม่ขาดตอนจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายต้องมีเพียงจุดเดียว



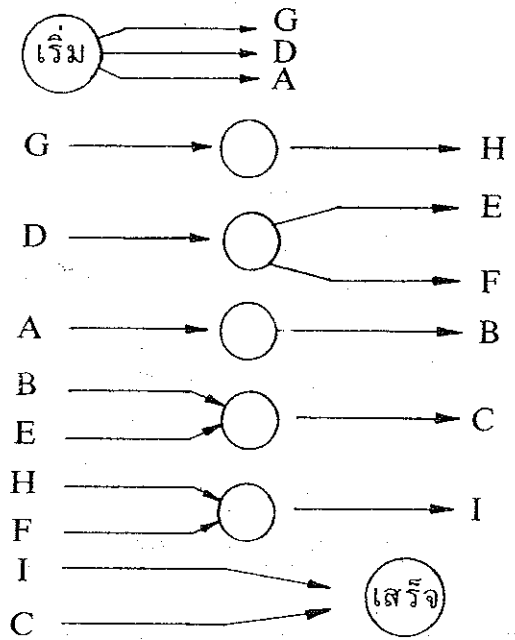
ตัวอย่าง ในโครงการแห่งหนึ่ง หลังจากวิเคราะห์โครงการแล้ว ปรากฏว่า

1. งาน 3 งาน A, D และ G เริ่มต้นโครงการ
2. งาน H จะต้องทำหลังจากงาน G
3. งาน E, F จะต้องทำหลังจากงาน D

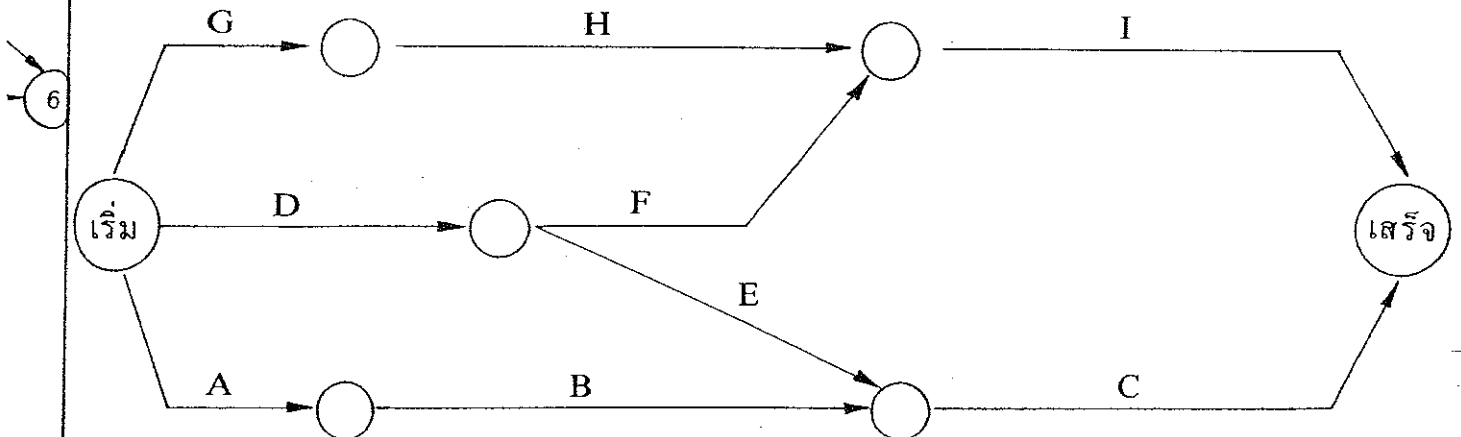
4. งาน A จะต้องเสร็จก่อนถึงจะเริ่มงาน B ได้
5. งาน C จะเริ่มได้หลังจากงาน B และ E เสร็จแล้ว
6. งาน I จะต้องทำหลังจากงาน H และ F
7. โครงการนี้เสร็จเมื่องาน I และ C เสร็จเรียบร้อย

จากความสัมพันธ์ของงานต่าง ๆ ที่วิเคราะห์ได้ สามารถเขียนผังลูกศรได้ดังนี้
 ก. เขียนเส้นลูกศรแสดงความสัมพันธ์ของงานต่าง ๆ

- สัมพันธ์
จำกัด
1. A, D และ G เริ่มต้นโครงการ
 2. H ทำหลังจาก G
 3. E และ F ทำหลังจาก D
 4. A ก่อน B
 5. C ทำหลังจาก B และ E
 6. I ทำหลังจาก H และ F
 7. โครงการเสร็จ เมื่อ I และ C เสร็จ
- งาน
จำกัด
และจุด



ข. นำเส้นลูกศรทั้งหมดมาประกอบรวมกันเป็นผังลูกศรโดยเริ่มต้นจากงาน ซึ่งเริ่มต้นโครงการแล้วใส่ความสัมพันธ์ของงานต่าง ๆ ไปตามเส้นลูกศรที่แสดงไว้ในข้อ ก. จนกระทั่งเสร็จโครงการ ซึ่งจะเขียนผังลูกศรได้ ดังนี้



บทที่ 6

วิธีหาแนวทางวิกฤต (CRITICAL PATH METHOD)

วิธีหาแนวทางวิกฤต หรือที่มีชื่อย่อว่า CPM เป็นวิธีการวางแผนแบบโครงข่าย ซึ่งประกอบขึ้นจากงานย่อยต่าง ๆ ในโครงการที่แสดงให้เห็นความต่อเนื่องและความสัมพันธ์ของงานอย่างละเอียดชัดเจน การวางแผนและกำหนดเวลาด้วย CPM มีประโยชน์ในการจัดการโครงการมาก เพราะว่า CPM ช่วยให้ผู้จัดการโครงการรู้ว่ามียานอะไรบ้างที่จะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ควรจะเร่งงานที่จุดใดจึงจะเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ทำให้ลดค่าใช้จ่ายของโครงการลงได้และผู้จัดการโครงการก็มีเวลาพอสำหรับการบริหารโครงการอย่างแท้จริง ไม่ต้องคอยควบคุมงานทุกอย่างใกล้ชิด ขั้นตอนของ CPM จะเริ่มด้วยการกำหนดขั้นตอนการทำงานด้วยผังลูกศรแล้วจึงกำหนดช่วงเวลาการทำงานของงานต่าง ๆ และของโครงการและหาข่ายงานซึ่งควบคุมระยะเวลาการทำงานโดยมีวิธีการและขั้นตอนของการคำนวณดังที่จะได้กล่าวต่อไป

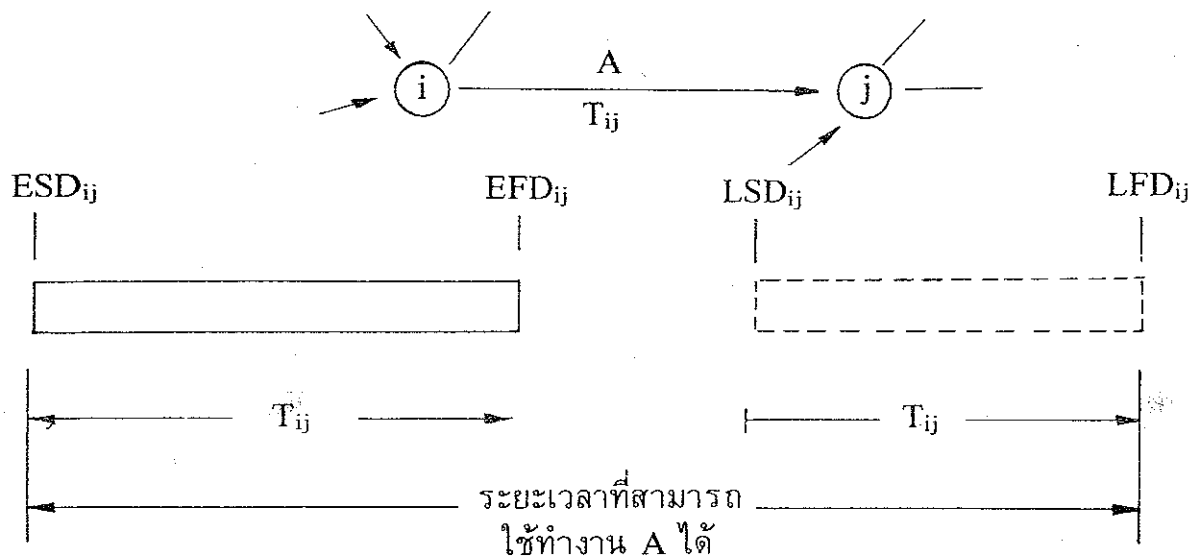
การคำนวณเวลา ขั้นตอนของการวางแผนระบบ CPM ต่อจากการเขียนผังลูกศร ก็คือ การคำนวณหาระยะเวลาต่าง ๆ ซึ่งแต่ละงานย่อยจะมีจำนวนเวลาที่ต้องการเพื่อทำงานนั้น ๆ ให้แล้วเสร็จ เขียนอยู่ด้านใดลูกศร จำนวนเวลาทำงานจะกำหนดหรือประมาณขึ้นจากปริมาณของงานที่จะต้องหาด้วยอัตราการทำงานปกติ (Normal Rate Performance) ดังที่ได้เคยกล่าวมาแล้วข้างต้นในเรื่องลำดับขั้นของการจัดทำแผนงาน

หลังจากที่ได้ผังลูกศรและระยะเวลาการทำงานแต่ละงานในโครงการจนครบ ขั้นตอนต่อไปคือ คำนวณหาเวลาว่างงานต่าง ๆ จะต้องเริ่มทำเมื่อไร จะเสร็จในเวลาใด และมีงานใดบ้างที่เราจะต้องดูแลควบคุมพิเศษ

กำหนดเวลาการทำงานของงานแต่ละงานในผังลูกศร แบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

1. วันเริ่มต้นเร็วที่สุด (Early Start Date - ESD) คือ กำหนดวันทำงานแต่ละงานจะสามารถเริ่มดำเนินการได้เร็วที่สุด
2. วันเสร็จเร็วที่สุด (Early Finish Date - EFD) คือ กำหนดวันทำงานแต่ละงานจะสามารถทำเสร็จได้เร็วที่สุด
3. วันเริ่มต้นช้าที่สุด (Late Start Date - LSD) คือ กำหนดวันทำงานแต่ละงานจะสามารถเลื่อนมาเริ่มดำเนินการได้ โดยถ้าเริ่มวันนี้ โครงการทั้งโครงการจะยังคงเสร็จตามกำหนดอยู่
4. วันเสร็จช้าที่สุด (Late Finish Date - LFD) คือ กำหนดวันทำงานแต่ละงานจะต้องทำให้เสร็จภายในกำหนดนี้ มิฉะนั้นงานทั้งโครงการจะต้องเลื่อนไป

รูปข้างล่างนี้จะช่วยอธิบายกำหนดเวลาการทำงานเหล่านี้ได้



จะเห็นได้ว่า งาน A มีช่วงว่างที่สามารถจะเลื่อนการเริ่มต้นทำงานได้ ช่วงว่างที่เลื่อนได้นี้เรียกว่า Float Float ที่สำคัญมีอยู่ 2 แบบ คือ Total Float และ Free Float

Total Float (TF) คือ จำนวนวันทั้งหมดที่งานนั้นจะสามารถเลื่อนไปทำได้ช้ากว่ากำหนดเวลา ESD เดิมของตนได้ โดยจะไม่ทำให้งานทั้งโครงการต้องเสร็จช้ากว่ากำหนดไป แต่อาจจะทำให้กำหนด ESD ของงานที่ต่อเนื่องถัดไปต้องเลื่อนตามไปด้วย

Free Float (FF) คือ จำนวนวันที่สามารถจะเลื่อนช้ากว่ากำหนดของตนได้ โดยไม่ทำให้งานทั้งโครงการต้องเสร็จช้ากว่ากำหนด และจะไม่ทำให้กำหนด ESD ของงานที่ต่อเนื่องกันไปต้องเลื่อนตามไปด้วย

ขั้นตอนในการคำนวณเพื่อให้ได้เวลาต่าง ๆ และเส้นวิกฤติ (critical path) มีขั้นตอนดังนี้

1. กฎของการไปข้างหน้า (forward pass rules) การคำนวณจะเริ่มต้นจากซ้ายไปหาขวาสุดท้าย มีวิธีการดังนี้

1.1 ที่จุดซึ่งเริ่มต้นโครงการ เวลาที่เริ่มทำงานเท่ากับศูนย์ ($ESD = 0$)

1.2 งานแต่ละงานจะเริ่มต้นทันที เวลาที่เร็วที่สุดของงานนั้นจะเท่ากับเวลาที่เริ่มทำเร็วที่สุดของการทำ บวกกับระยะเวลาในการทำงานนั้น

$$EFD_{ij} = ESD_{ij} + T_{ij}$$

1.3 เวลาที่จะเริ่มทำงานให้เร็วที่สุดจากซ้ายใด ๆ จะเท่ากับเวลาที่นานที่สุดที่ใช้ในการทำงานต่าง ๆ ที่เข้าหาขั้นนี้ นั่นคือ ESD ของงานถัดไปจะหาได้จากจำนวนที่มากที่สุดของ EFD ของงานก่อนหน้านั้น

1.4 ทำการคำนวณหา EFD ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงงานสุดท้ายแล้วให้ LFD ของจุดสุดท้ายของโครงการมีค่าเท่ากับ EFD มากที่สุดของงานต่าง ๆ ที่เข้าหาจุดนี้

2. กฎการย้อนหลัง (backward pass rules) การคำนวณจะทำจากข้อสุดท้ายไปหาข้อแรก มีวิธีการดังนี้

2.1 ที่ข้อสุดท้ายเวลาที่เร็วที่สุดจะเท่ากับเวลาที่ช้าที่สุด

2.2 เวลาที่เสร็จช้าที่สุดของแต่ละงานจะเท่ากับเวลาที่ช้าที่สุดของข้อปลายของงานนี้และเวลาที่งานจะเริ่มต้นได้ช้าที่สุดจะเท่ากับเวลาที่ช้าที่สุดที่เสร็จงานนั้น ลบด้วยระยะเวลาที่ใช้ทำงานนั้น

$$LSD_{ij} = LFD_{ij} - T_{ij}$$

2.3 เวลาที่สามารถทำงานให้เสร็จได้ช้าที่สุดของงานที่เข้าหาข้อใด ๆ จะเท่ากับเวลาที่น้อยที่สุดของเวลาที่ช้าที่สุดที่จะเริ่มของงานที่ถูกรอกออกจากข้อนี้ นั่นคือ LFD ของงานที่มีงานทำต่อไปจากงานนั้น ๆ มากกว่าหนึ่งงานขึ้นไปต้องเลือกเอาค่า LSD ที่มีค่าน้อยที่สุดมาใช้เป็น LFD ของงานนั้น ๆ (กำหนดเวลาเสร็จงานได้ช้าที่สุด = จำนวนที่น้อยที่สุดของกำหนดเวลาที่เสร็จงานได้ช้าที่สุดในงานที่ตามมา)

3. คำนวณจำนวนเวลาที่จะช้าได้ทั้งหมด (total float) ได้จากจำนวนเวลาที่เหลืออยู่ - ระหว่างกำหนดเวลาเสร็จงานที่เร็วที่สุดและกำหนดเวลาที่เสร็จงานได้ช้าที่สุด

$$TF = LFD - EFD$$

หรือ

$$TF = LSD - ESD$$

4. คำนวณหาจำนวนเวลาที่จะช้าได้เสรี (free float) ได้จากจำนวนเวลาที่เหลืออยู่ระหว่างกำหนดเวลาเริ่มงานเร็วที่สุดของงานถัดไปและกำหนดเวลาเสร็จงานเร็วที่สุดของงานนั้น

$$FF_{ij} = ESD_{jk} - EFD_{ij}$$

5. เส้นวิกฤติ (critical path) คือข่ายงานซึ่งควบคุมระยะเวลาการทำงานของโครงการ กล่าวคือ ข่ายงานที่มีงานทำต่อเนื่องกันและเมื่อรวมเวลาทำงานของงานในข่ายงานนั้นแล้วจะมีจำนวนเวลาทำงานรวมในข่ายงานมากกว่าข่ายงานอื่นทั้งหมด ข่ายงานนั้นคือเส้นวิกฤติ

เส้นวิกฤติเป็นสายงานหลักที่ผู้วางแผนและผู้ควบคุมจะต้องเอาใจใส่เป็นพิเศษ เพื่อให้งานเสร็จได้ทันตามเวลาในแผนงาน งานที่จะเป็นส่วนหนึ่งของเส้นวิกฤติคือ งานที่มีคุณสมบัติดังนี้

$$TF = 0$$

การคำนวณหาค่าเวลาต่าง ๆ ด้วยตารางคำนวณ การคำนวณหาค่าเวลาต่าง ๆ ของโครงการมีหลายวิธี การใช้ตารางคำนวณเป็นวิธีหนึ่งที่จะขอแนะนำในช่วงนี้

มีวิธี

ตารางคำนวณจะประกอบด้วยช่องต่าง ๆ ตามตัวอย่าง

เวลา
ที่ใช้

น้อย

ทำต่อ

ภาใช้

หนด

ว่าง

หนด

เวคือ

เมใน

ด้ทัน

ลาย

ข้อ	งาน	เวลา	วันเริ่มต้น		วันเสร็จงาน		Float	
			ESD	LSD	EFD	LFD	TF	FF
1	2	3	4	5	6	7	8	9

ช่องที่ 1 คือค่าจุดเริ่มต้น (i) และจุดสิ้นสุด (j) ของงาน

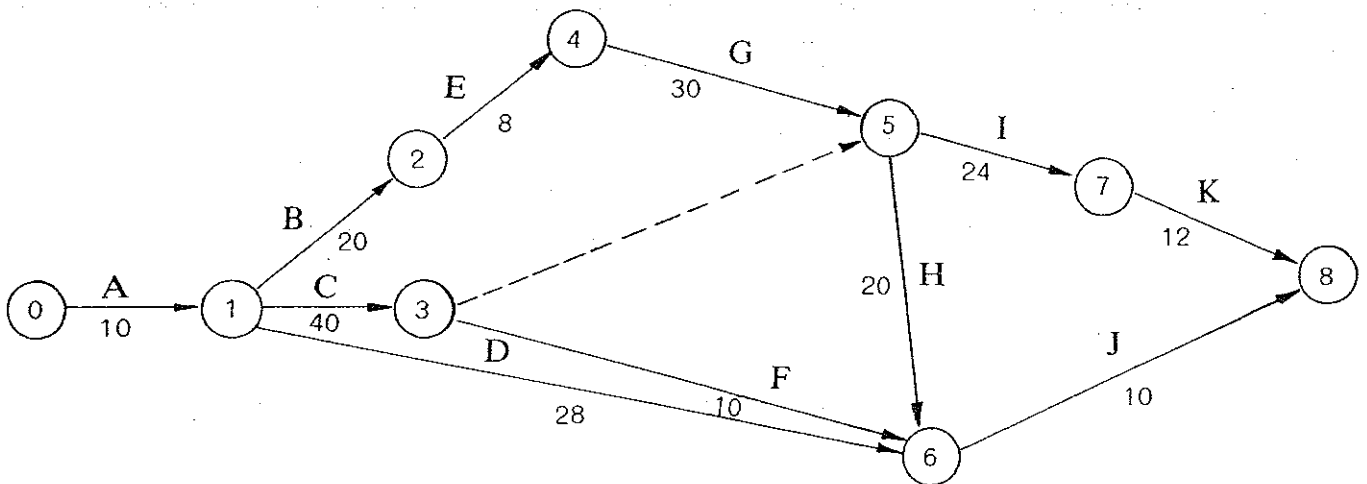
2 ชื่องาน

3 ระยะเวลาที่ใช้ทำงานแต่ละงาน

4-5-6-7-8-9 เป็นค่าเวลาต่าง ๆ ที่จะคำนวณหา

เมื่อเขียนผังลูกศรของงานที่ต้องการจะวางแผนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ให้ใช้ขั้นตอนในการคำนวณหาเวลาต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมาตอนต้นคำนวณหาค่าต่าง ๆ แล้วกรอกลงในตาราง

ตัวอย่าง จากผังลูกศรข้างล่าง จงคำนวณเวลาต่าง ๆ และหาเส้นวิกฤติด้วยตารางคำนวณ



เวลาต่าง ๆ สามารถคำนวณได้ดังแสดงไว้ในตาราง

ข้อ	งาน	เวลา	วันเริ่มต้น		วันเสร็จงาน		FLOAT	
			ESD	LSD	EFD	LFD	TF	FF
0 - 1	A	10	0	0	10	10	0	0
1 - 2	B	20	10	10	30	30	0	0
1 - 3	C	40	10	28	50	68	18	0
1 - 6	D	28	10	66	38	94	56	50
2 - 4	E	8	30	30	38	38	0	0
3 - 6	F	10	50	84	60	94	34	28
4 - 5	G	30	38	38	68	68	0	0
3 - 5	Dummy	0	50	68	50	68	18	18
5 - 6	H	20	68	74	88	94	6	0
5 - 7	I	24	68	68	92	92	0	0
6 - 8	J	10	88	94	98	104	6	6
7 - 8	K	12	92	92	104	104	0	0

เส้นวิกฤติได้แก่งาน A - B - E - G - I - K

การคำนวณหาค่าเวลาต่าง ๆ จากผังลูกศร การคำนวณหาค่าเวลาต่าง ๆ จากตารางคำนวณนี้ ไม่สะดวกต่อการนำไปปฏิบัติจริงจึงได้มีการปรับปรุงวิธีการแสดงค่าเวลาต่าง ๆ ขึ้นใหม่ โดยใช้ผังลูกศร สามารถแสดงค่าเวลาต่าง ๆ ที่ต้องการทราบได้ทันที โดยไม่ต้องใช้วิธีอ่านค่าต่าง ๆ จากตารางคำนวณ และจะคำนวณหาค่าเวลาต่าง ๆ จากผังลูกศรโดยตรง ไม่จำเป็นต้องมีตารางคำนวณมาประกอบอีก เพื่อให้สามารถคำนวณค่าเวลาต่าง ๆ ได้ จำเป็นที่จะต้องปรับปรุงวิธีการเขียนผังลูกศรและขั้นตอนในการคำนวณบางประการดังนี้

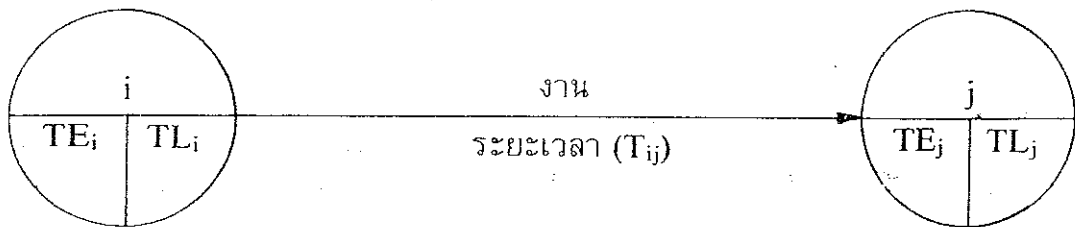
1. ในการคำนวณหาเวลาโดยใช้กฎของการไปข้างหน้า ค่า ESD ของงานทั้งหลายที่ออกจากข้อหนึ่ง สามารถคำนวณได้จากค่า EFD ที่มากที่สุดที่เข้าหาข้อนั้น นั่นคือ เวลาที่เร็วที่สุดของข้อใด จะเท่ากับเวลาที่นานที่สุดของงานต่าง ๆ ที่ลูกศรเข้าหาข้อนี้หรือเท่ากับวันเริ่มต้นเร็วที่สุดของงานต่าง ๆ ที่ลูกศรออกจากข้อนี้

$$TE_i = ESD_{ij}$$

2. ในการคำนวณหาเวลา โดยใช้กฎการย้อนหลัง ค่า LFD ของงานทั้งหลายที่เข้าหาหัว ๆ หนึ่ง สามารถคำนวณได้จากค่า LSD ที่น้อยที่สุดของงานทั้งหลายที่ออกจากหัวนั้น นั่นคือ เวลาที่ช้าที่สุดที่ยอมได้ของใด ๆ จะเท่ากับเวลาที่น้อยที่สุดของเวลาที่ช้าที่สุดที่จะเริ่มของงานที่ลูกศรออกมาจากหัวนี้หรือเท่ากับวันที่เสร็จที่สุดของงานต่าง ๆ ที่ลูกศรเข้าหาหัวนี้

$$TL_j = LFD_{ij}$$

3. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนลูกศรและวงกลมบอกเวลาของหัวหรือเหตุการณ์สามารถแสดงได้



4. การคำนวณหาจำนวนเวลาที่จะช้าได้ทั้งหมด (total float) และจำนวนเวลาที่ช้าได้เสรี (free float) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$TF = TL_j - TE_i - T_{ij}$$

$$FF = TE_j - TE_i - T_{ij}$$

5. งานที่จะเป็นส่วนของเส้นวิกฤติ คือ งานที่มีคุณสมบัติดังนี้

$$TE_i = TL_i$$

$$TE_j = TL_j$$

$$TF = 0$$

จำนวนย
ผังลูกศ
รคำนวณ
เพื่อให้อย่าง จากผังลูกศรในตัวอย่างแรก จึงคำนวณเวลาต่าง ๆ จากผังลูกศร
รคำนวณ เพื่อให้สามารถคำนวณหาค่าเวลาต่าง ๆ จากผังลูกศรได้ จำเป็นที่จะต้องเขียนผังลูกศรใหม่
โดยใช้สัญลักษณ์ของหัวดังที่ได้กล่าวในข้อ 3 จากนั้นจึงเริ่มคำนวณเวลาต่าง ๆ

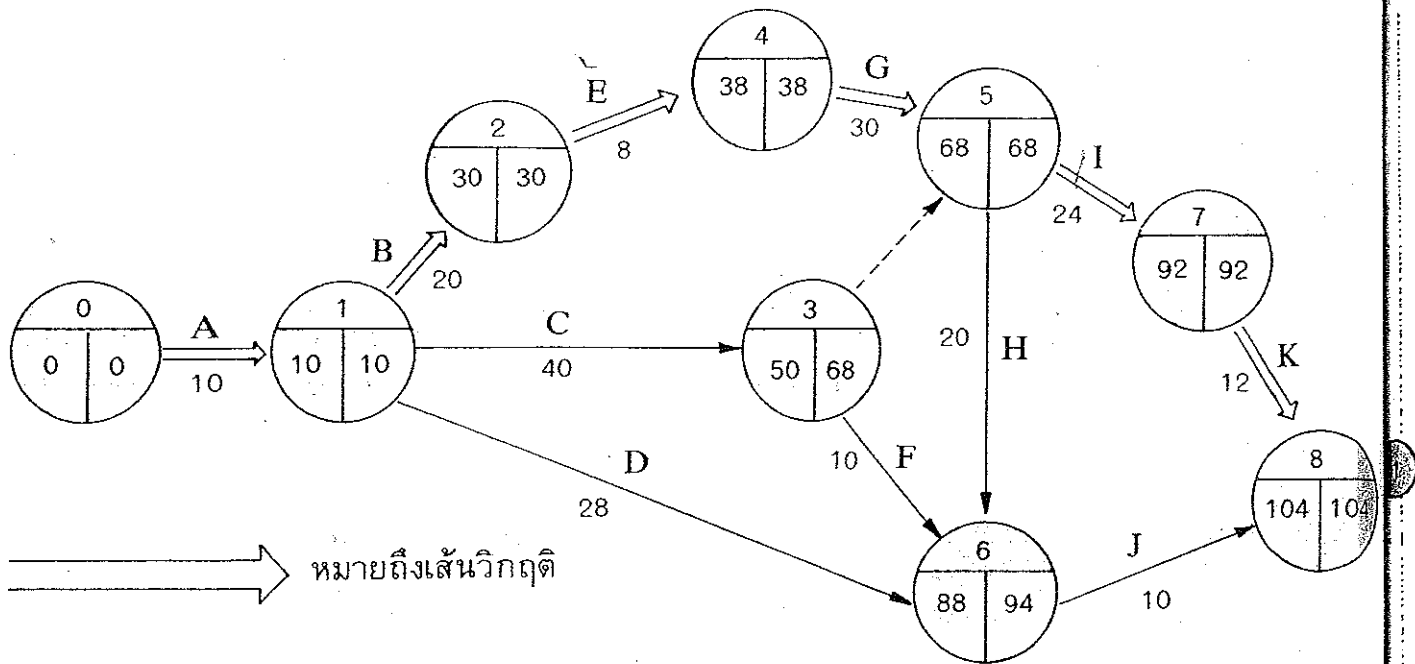
ากหัว
หัวใด
นต่าง

ก. ใช้กฎของการไปข้างหน้าคำนวณหาค่า

$$TE_j = \max. (TE_i + T_{ij})$$

ข. ใช้กฎการย้อนหลังคำนวณหาค่า

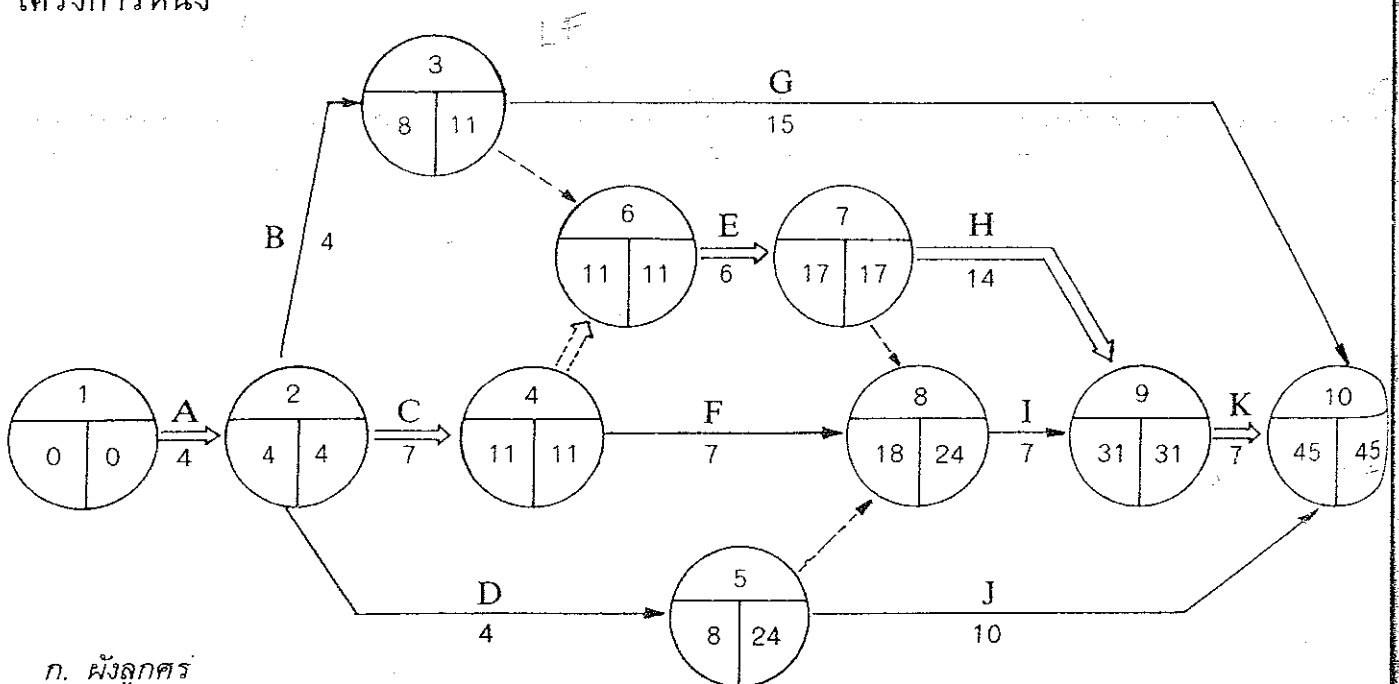
$$TL_i = \min (TL_j - T_{ij})$$

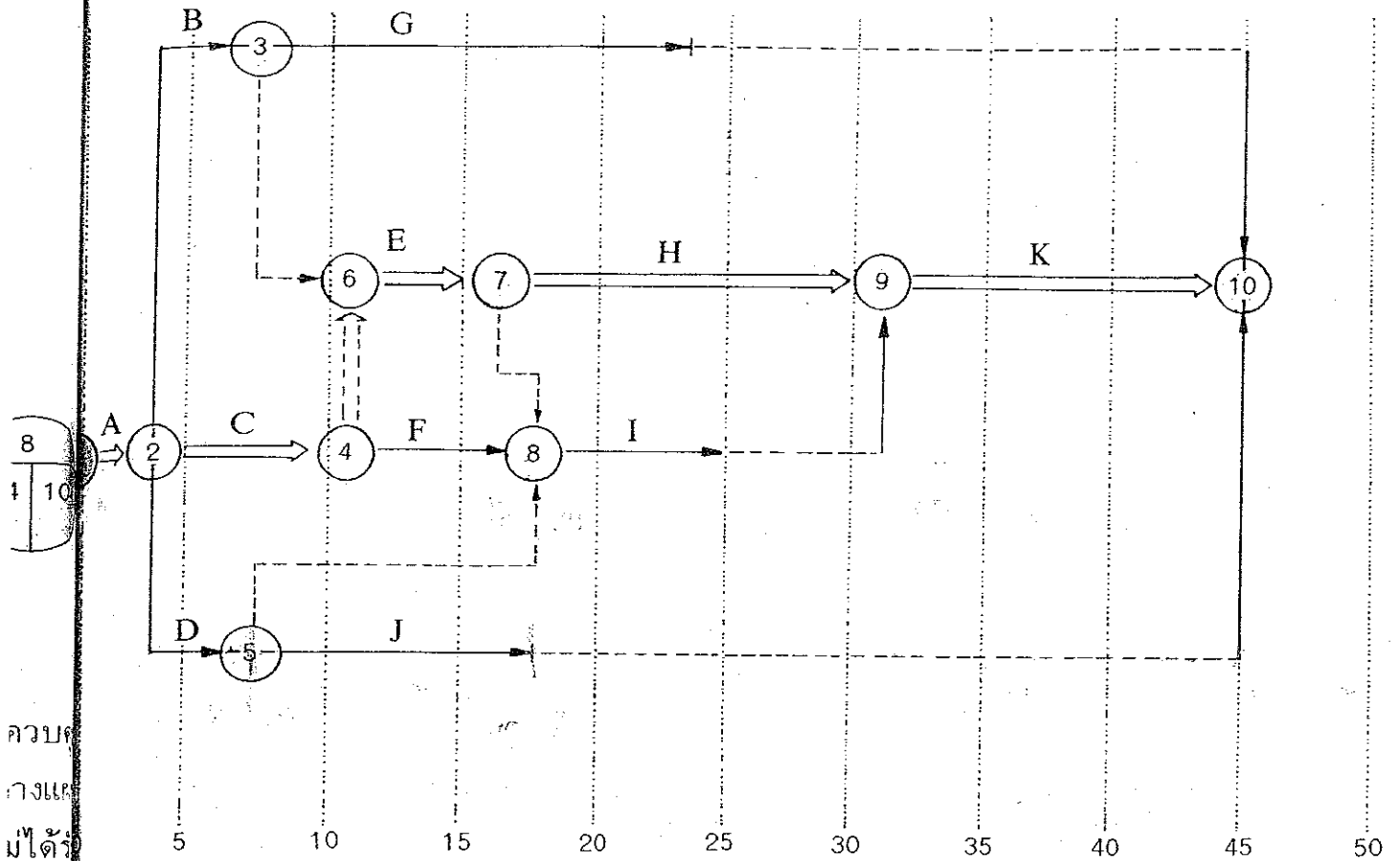


ค. คำนวณหาค่า TF, FF และเส้นวิกฤติได้

การแสดงผลลูกศรด้วยตารางเวลาทำงาน ในการใช้ผังลูกศรแสดงแผนการทำงานและควบคุมการทำงานนั้น จำเป็นที่จะต้องให้ผู้ควบคุมงานในบริเวณก่อสร้าง มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวางแผนระบบนี้ด้วย แผนการทำงานที่ได้วางไว้จึงจะใช้ได้ผล ซึ่งในปัจจุบันผู้ควบคุมงานก่อสร้างยังไม่ได้รับการศึกษาในเรื่องนี้มากนัก จึงต้องแสดงผลลูกศรที่ได้วางแผนเอาไว้ออกมาในรูปแบบที่ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน นั่นคือ การเขียนแผนงานแบบโครงข่าย (network diagram) ให้เป็นตารางเวลาทำงาน (Bar Chart)

ในรูปข้างล่างแสดงให้เห็นถึงการเขียนตารางเวลาทำงานจากผังลูกศรของโครงการก่อสร้างโครงการหนึ่ง

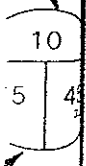


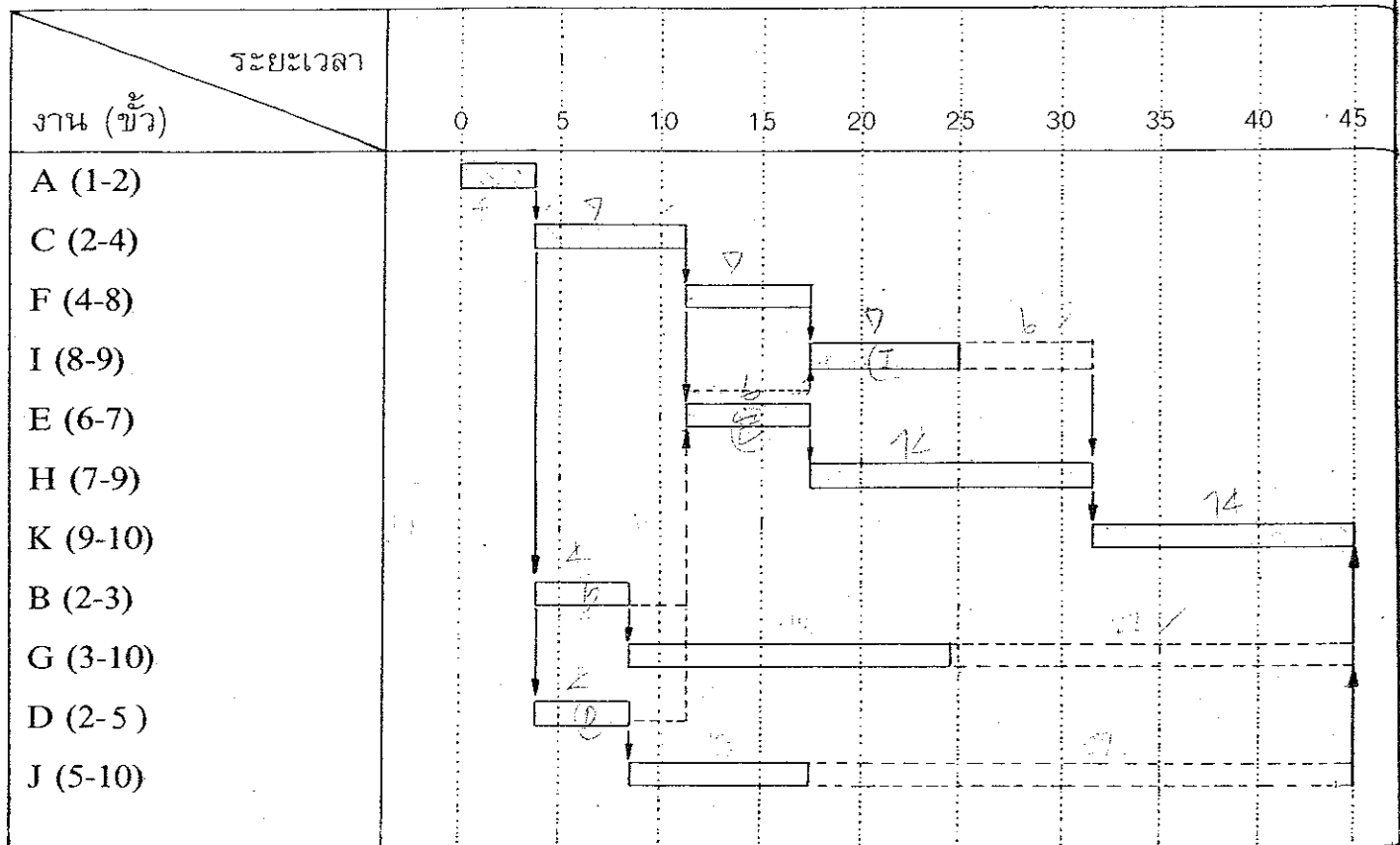


ข. มังลูกศรที่เขียนตามระยะเวลา

มังลูกศรเขียนตามระยะเวลานี้ แสดงระยะเวลาของแต่ละงานด้วยลูกศรเส้นเต็มตามแนวนอน ลูกศรประตามแนวนอนหมายถึงค่า float ของแต่ละงาน และลูกศรตามแนวตั้งไม่มีความหมายเรื่องระยะเวลาเพราะใช้แสดงความสัมพันธ์ของงานเท่านั้น

จากมังลูกศรที่เขียนตามระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละงานนั้น ผู้วางแผนสามารถดัดแปลงให้เป็นตารางเวลาทำงาน (Bar Chart) เพื่อสะดวกในการใช้ควบคุมการทำงานได้ ตัวอย่างตารางเวลาทำงานของมังลูกศรข้างต้นสามารถแสดงได้ดังนี้





ค. ตารางเวลาทำงานของผังลูกศร (CPM-Bar Chart)

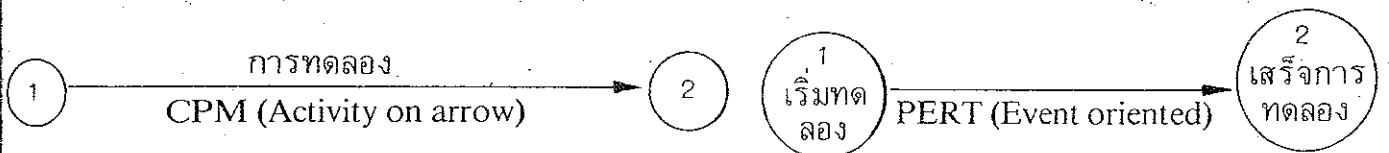
ขั้นตอนการวางแผนและกำหนดระยะเวลาของ CPM สามารถสรุปได้ดังนี้

1. วิเคราะห์โครงการหางานย่อยต่าง ๆ ที่ประกอบโครงการ
2. หาความสัมพันธ์ของงาน
3. เขียนผังลูกศร
4. ประมาณระยะเวลาของงานแต่ละงาน
5. คำนวณหาค่า ESD และ EFD
6. คำนวณหาค่า LFD และ LSD
7. คำนวณหาค่า TF และ FF
8. หาข่ายงานวิกฤติ
9. เขียนตารางเวลาทำงาน (CPM-Bar Chart)

การประเมินผลงานและปรับปรุงแก้ไข (Program Evaluation and Review Technique)

การประเมินผลงานและปรับปรุงแก้ไขหรือ PERT เป็นระบบหรือวิธีการวางแผนอีกวิธีหนึ่งที่ใช้หลักการของ NETWORK โดยที่วิธีการของ PERT เหมาะที่จะใช้กับโครงการใหม่ ๆ ที่ไม่เคยทำกันมาก่อน ฉะนั้น เรื่องของค่าใช้จ่ายและเวลาที่จะดำเนินโครงการจึงคาดคะเนได้ยาก จำเป็นต้องนำเอาหลักเกณฑ์ทางด้านสถิติมาประกอบในการพิจารณาความอาจเป็นไปได้ หลักการของ PERT ที่แตกต่างจาก CPM ที่สำคัญมี 2 ประการ คือ การเขียนผังลูกศร (Arrow Diagram) และการกำหนดระยะเวลาของงาน

PERT เขียนผังลูกศรโดยใช้เครื่องหมายที่เรียกว่า event-oriented ดังแสดงในรูป คือ node จะแทนงานแบบนี้ไม่ต้องใช้ dummy ช่วย



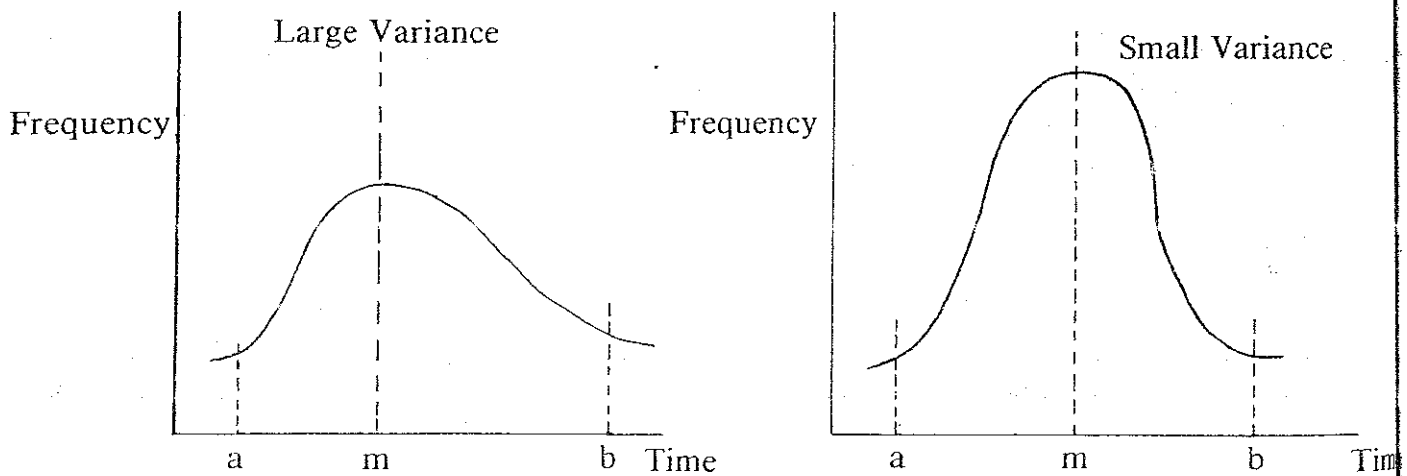
สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานนั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

1. งานที่สามารถกำหนดระยะเวลาการทำงานได้ค่อนข้างแน่นอน (DETERMINISTIC TYPE ACTIVITY) ส่วนใหญ่เป็นงานที่เคยทำมาก่อนหรือรู้ปริมาณงานและวิธีการทำงาน เช่น งานก่อสร้างทั่วไป งานซ่อม งานปรับปรุง ฯลฯ งานประเภทนี้ระยะเวลาที่ใช้ทำงานมีการเปลี่ยนแปลงน้อย
2. งานที่ไม่เคยทำมาก่อน งานประเภทนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงของเวลาสูง เช่น งานวิจัย และพัฒนาอาวุธใหม่ ๆ งานดินที่ไม่มีการสำรวจมาก่อน งานฐานรากที่ไม่มีข้อมูลเพียงพอหรือการทำงานในหน้าฝน

ถ้าเราคิดว่าเวลาที่จะต้องใช้ในแต่ละงานเป็นตัวแปร (VARIABLE) และโดยเฉพาะในเวลาทำงานจริง ๆ แล้ว มักจะเป็น RANDOM VARIABLE เพราะฉะนั้น PERT จึงได้กำหนดระยะเวลาในการทำงานของแต่ละงานไว้เป็น 3 ค่าระยะเวลาคือ

1. เวลาที่คาดว่าจะทำงานนั้น ๆ เสร็จเร็วที่สุด (OPTIMISTIC TIME)
2. เวลาที่คาดว่าจะทำงานนั้นเสร็จช้าที่สุด (PESSIMISTIC TIME)
3. เวลาที่คาดว่าจะทำงานนั้น ๆ เสร็จในเกณฑ์ปกติ (MOST LIKELY TIME) คือเวลาที่ใช้ในการวางแผนด้วย CPM

โดยให้สัญลักษณ์ของ 3 ค่าระยะเวลาคือ a , b และ m ซึ่งค่าทั้ง 3 ดังกล่าวนี้นี้ได้มาจากสถิติในการทำงานลักษณะเดียวกัน ซึ่งในแต่ละงานการกระจายของค่า a , b และ m อาจแตกต่างกันออกไป ดังรูป



การกำหนดค่า a , b และ m นั้น กำหนดจากสถิติของงานในลักษณะเดียวกับที่เคยกระทำมาแล้ว ถ้าเป็นงานที่มีเหตุทำให้เกิดการแปรผันมาก เราก็จะให้ความสัมพันธ์ระหว่าง FREQUENCY และเวลากระจายมาก ถ้าเป็นงานที่มีการแปรผันของเวลาน้อย ก็จะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง FREQUENCY และเวลากระจายน้อย

PERT กำหนดให้มีการประมาณระยะเวลาในการเสร็จงานไว้ 3 ค่าของทุกงานในโครงการ เพื่อนำไปสู่การคาดคะเนเวลาที่จะเสร็จสิ้นงานทั้งโครงการ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถกำหนดเวลาการเสร็จงานของแต่ละงานได้แน่นอน เนื่องจากเวลาการเสร็จงานของแต่ละงานเป็น RANDOM VARIABLE โดยวิธีการของ PERT นี้ เราสามารถคาดคะเนเวลาที่จะเสร็จงานทั้งโครงการได้ว่าจะเสร็จภายในระยะเวลาเท่าไร และเปอร์เซ็นต์ที่จะเสร็จมีกี่เปอร์เซ็นต์

กฎเกณฑ์ทั่วไปในการประมาณระยะเวลางานตามวิธีการของ PERT

การประมาณระยะเวลาของ PERT ไม่แตกต่างจากการประมาณระยะเวลาของ CPM เพียงแต่ PERT มิได้กำหนดเวลาเป็นตัวเลขเดียว ๆ แต่ PERT นำทฤษฎีความน่าจะเป็นไปได้มาใช้ในการคำนวณและกำหนดระยะเวลางาน โดยอาศัยกฎเกณฑ์ดังนี้

1. การประมาณระยะเวลาในการทำงานแต่ละส่วนนั้น จะต้องไม่ขึ้นกับเวลาที่มีอยู่ในการทำงานของทั้งโครงการ
2. การประมาณระยะเวลาในการทำงาน ให้พิจารณาเฉพาะงานอย่างอิสระ โดยไม่คำนึงถึงผลที่จะทำให้เกิดการล่าช้า เนื่องจากงานอื่น ๆ ที่งานก่อนหน้าและงานตามหลังงานนั้น
3. ระยะเวลาในการทำงานควรจะกำหนดขึ้นให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง โดยพิจารณาจากปริมาณงานและกำลังทรัพยากรที่มีอยู่ นอกจากนี้ควรได้จากประสบการณ์ของผู้ควบคุมงาน
4. การประมาณระยะเวลาในการทำงานนี้ ไม่ต้องคำนึงถึงสิ่งที่อาจเกิดโดยไม่คาดฝันมาก่อน เช่น กรณีแผ่นดินไหว ไฟไหม้ ดินถล่ม สไตรค์ น้ำท่วม ฯลฯ

ค่าระยะเวลาที่ใช้ในการคำนวณตามวิธีการของ PERT

ค่าระยะเวลาที่คาดว่าจะน่าจะเป็น (Expected Time) ของแต่ละงาน หาได้จากสูตรดังนี้ (สมมติว่าการกระจายเป็นแบบ Beta-Distribution)

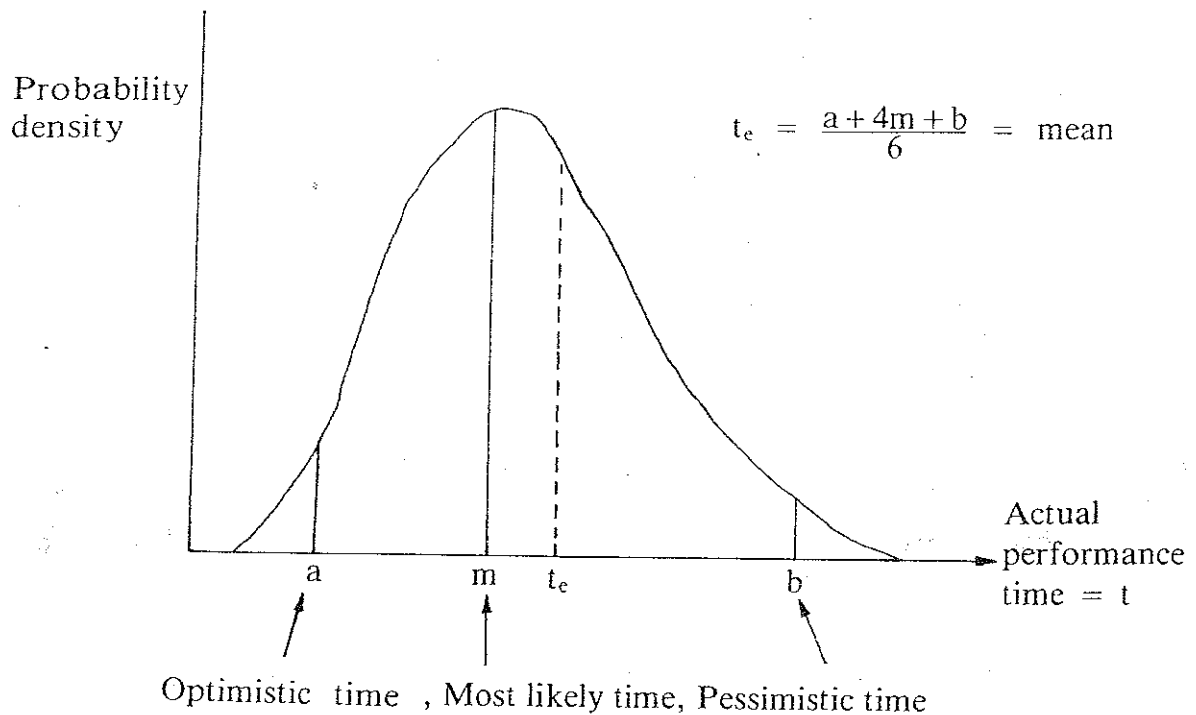
$$\text{Expected Time } t_e = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (7.1)$$

ค่า STANDARD DEVIATION และค่า VARIANCE ของงานต่าง ๆ หาได้จากสูตรดังนี้

$$\text{STANDARD DEVIATION } \Delta t_e = \frac{b-a}{6} \quad (7.2)$$

$$\text{VARIANCE } V = \Delta^2 t_e = \left(\frac{b-a}{6} \right)^2 \quad (7.3)$$

จากการวิเคราะห์ค่าระยะเวลาที่ใช้ของงานต่าง ๆ โดยเฉพาะงานก่อสร้างพบว่า การกระจายของค่าระยะเวลามักจะออกมาในรูปของ Beta-Distribution โดยทั่วไปแล้ว FREQUENCY DISTRIBUTION CURVE ของงานต่าง ๆ จะมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันออกไป แต่เมื่อนำงานจำนวนมากมารวมกันแล้วจะได้ CURVE ของงานทั้งโครงการเป็นรูป Bell distribution หรือที่เรียกกันว่า NORMAL DISTRIBUTION นั้นเอง



รูปที่ 4 PERT-BETA DISTRIBUTION

ถึงแม้ว่าระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานเป็น Random Distributions แต่ในการคำนวณค่าของเวลาต่าง ๆ ของผังลูกศรจะใช้วิธีการที่สามารถกำหนดระยะเวลาการทำงานได้ค่อนข้างแน่นอน โดยค่าระยะเวลาที่เกี่ยวข้องจะมีอยู่ 3 ค่า คือ เวลาที่แต่ละงานจะทำได้เร็วที่สุด (TE) เวลาที่ทำช้าที่สุด (TL) และเวลาอิสระ (Slack Time)

ให้ TE_o เป็นเวลาที่เริ่มต้นโครงการ

ให้ TS เป็นเวลาที่สิ้นสุดโครงการ

$$\text{ดังนั้น } TE_j = \text{Max}(TE_i + (t_e)_{ij}) \quad (7.4)$$

$$TL_j = TS$$

$$TL_i = \text{Min}(TL_j - (t_e)_{ij}) \quad (7.5)$$

ซึ่งจะเห็นได้ว่าการคำนวณเวลาที่เร็วที่สุดใช้กฎของการไปข้างหน้า และการคำนวณเวลาที่ช้าที่สุดใช้กฎของการไปข้างหลังคล้าย ๆ กับการคำนวณของ CPM สิ่งที่แตกต่างกัน ก็คือ เวลาที่สิ้นสุดโครงการอาจจะมีโอกาสที่จะถูกกำหนดขึ้นโดยเจ้าของหรือผู้บริหารโครงการได้ ซึ่งทำให้เวลาที่สิ้นสุดโครงการอาจจะไม่ใช่ว่าเวลาที่โครงการเสร็จได้เร็วที่สุด ดังนั้น จึงได้กำหนดให้ $TL_j = TS$

ส่วน Slack time นั้น คือระยะเวลาที่แต่ละงานสามารถจะทำให้ช้าได้โดยที่ไม่มีผลกระทบการทำงานทั้งโครงการซึ่งคล้าย ๆ กับ Float ใน CPM โดยคำนวณได้จากค่าของ TL และ TE ของแต่ละ Node

$$ES_i = TL_i - TE_i \quad (7.6)$$

ES = Event Slack

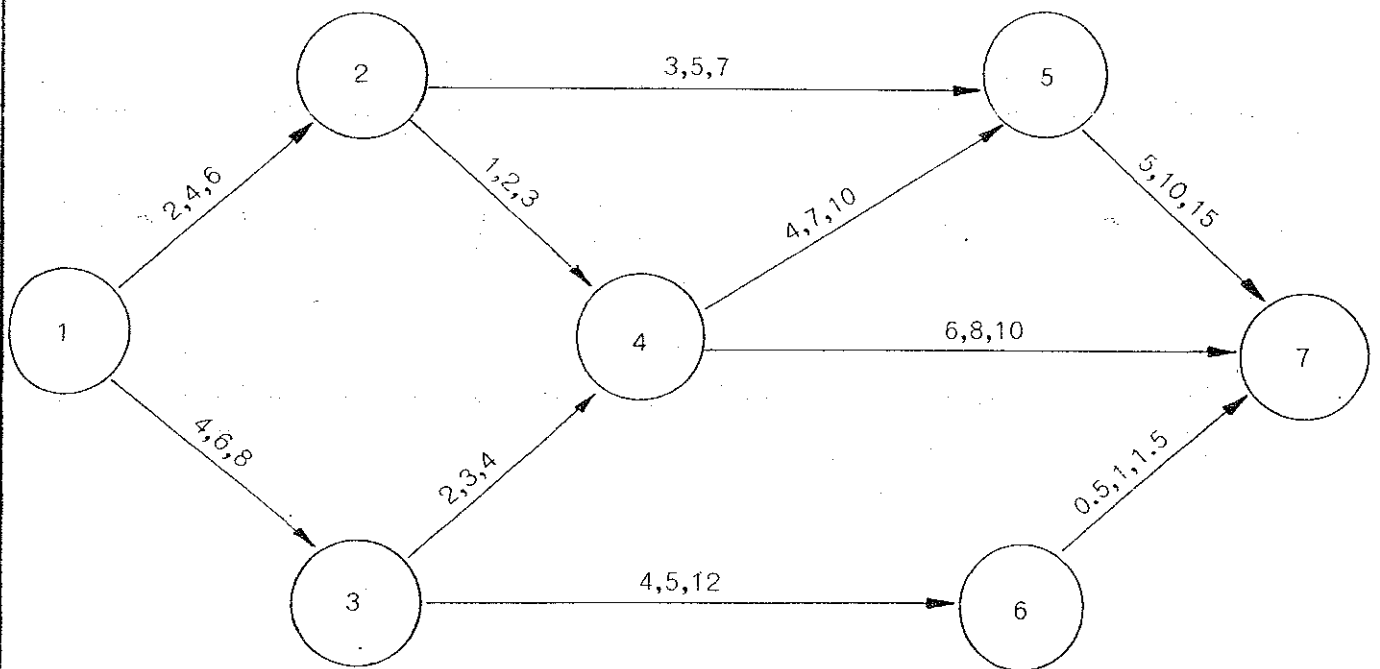
ข่ายงานวิกฤติหาได้โดยเปรียบเทียบ activity total slack (ATS) กับ Event Slack ของ Node สุดท้าย

$$ES_i = TS - TE_i \quad (7.7)$$

$$ATS_{ij} = TL_j - TE_i - (t_e)_{ij} \quad (7.8)$$

ดังนั้น งานซึ่งอยู่ในข่ายงานวิกฤติจะมีค่า $ATS_{ij} = ES_i$

ตัวอย่าง จงคำนวณหาค่าระยะเวลาต่าง ๆ จากผังลูกศรที่กำหนด โดยให้วันที่สิ้นสุดโครงการเป็นวันที่ 25



การคำนวณสามารถทำออกมาในรูปของตารางได้ดังนี้

งาน		ระยะเวลา			t_e	TE_i	$TE_i + t_e$	TL_j	$TL_j - t_e$	ATS	หมายเหตุ
i	j	a	m	b							
1	2	2	4	6	4	0	4	6	2	2	CP
1	3	4	6	8	6	0	6	5	-1	-1	
2	4	1	2	3	2	4	6	8	6	2	
2	5	3	5	7	5	4	9	15	10	6	CP
3	4	2	3	4	3	6	9	8	5	-1	
3	6	4	5	12	6	6	12	24	18	12	CP
4	5	4	7	10	7	9	16	15	8	-1	
4	7	6	8	10	8	9	17	25	17	8	CP
5	7	5	10	15	10	16	26	25	15	-1	
6	7	0.5	1	1.5	1	12	13	25	24	12	

หมายเหตุ CP = Critical Path

เนื่องจาก $TE_7 = 26$ วัน

แต่วันสิ้นสุดโครงการ TS = 25 วัน

ดังนั้น $ES_i = TS - TE_i$

$$= 25 - 26 = -1$$

งานวิกฤติจึงเป็นงานที่มีค่า ATS = -1

ความน่าจะเป็นไปได้เพื่อให้งานแล้วเสร็จทันตามกำหนด

ตามปกติโครงการจะสำเร็จตามกำหนดเวลาก็ต่อเมื่อมีการควบคุมการทำงานให้เสร็จสิ้นตามเวลาของงานวิกฤติรวมกัน แต่เวลาของ PERT นั้น เป็นค่าเฉลี่ย ดังนั้น โอกาสที่จะให้งานเสร็จภายในกำหนดจึงมีเพียง 50% เท่านั้น การที่จะทราบว่าการทำโครงการใหม่ ๆ จะมีโอกาสทำให้โครงการสำเร็จตามเป้าหมายที่เวลามากน้อยเพียงใดสามารถหาได้จากสูตร

$$Z = \frac{TS - TE}{\Delta TE}$$

(7.9)

โดยที่ TS เป็นค่าเวลาที่กำหนดขึ้นตามความต้องการ อาจจะมากหรือน้อยกว่าเวลารวมของ
สายทางวิกฤติก็ได้

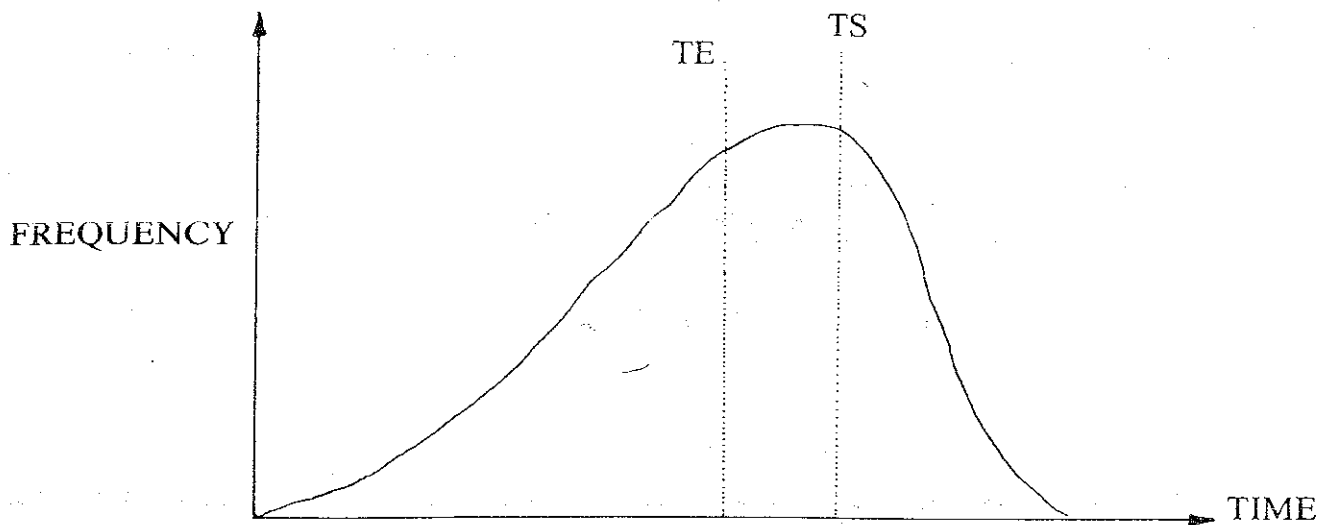
TE คือค่าระยะเวลาที่คาดว่าจะทำงานเสร็จตามเวลาบนสายทางวิกฤติ

ΔTE คือค่าของผลบวกการกระจาย (Standard Deviation) ของงานบนสายทางวิกฤติ

$$\Delta TE = \sqrt{\sum V_i}$$

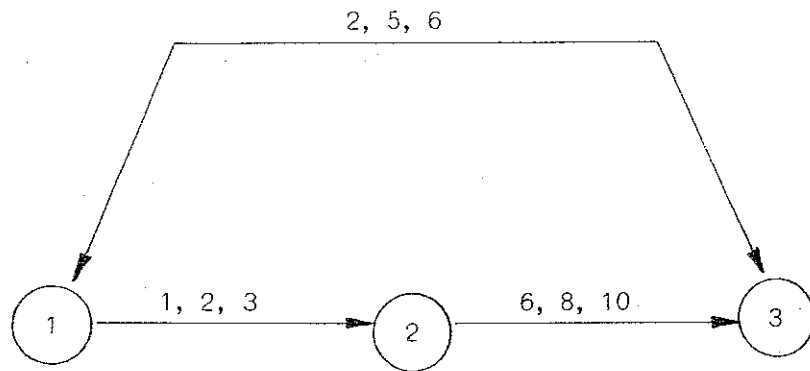
จาก curve รูปข้างล่างนี้ถ้าให้พื้นที่ใต้ curve เท่ากับ 100% หรือในเทอมของความเป็นไปได้เท่ากับ
1 โอกาสที่งานจะเสร็จได้ในวันที่ TS คือพื้นที่ใต้ curve ด้านซ้ายมือ ซึ่งจะหาได้จากความสัมพันธ์

$$Z = \frac{TS - TE}{\Delta TE}$$



จากค่า Z จะหาความเป็นไปได้จากตารางที่ 1

- ตัวอย่าง จากรูป Network ที่ประมาณระยะเวลาการทำงาน a, m และ b ไว้บน Network จงคำนวณหา
- หาโอกาสที่จะทำงานเสร็จ 9 วัน
 - หาจำนวนวันที่จะทำให้งานเสร็จโดยที่มีโอกาสทำงานเสร็จ 90%



ตารางที่ 1

TS-TE ΔTE	Prob. of completing by TS	TS-TE ΔTE	Prob. of completing by TS
-3.0	0	0.1	.54
-2.5	.01	0.2	.58
-2.0	.03	0.3	.62
-1.5	.07	0.4	.66
-1.4	.08	0.5	.69
-1.3	.09	0.6	.73
-1.2	.11	0.7	.76
-1.1	.14	0.8	.79
-1.0	.16	0.9	.82
-0.9	.18	1.0	.84
-0.8	.21	1.1	.86
-0.7	.24	1.2	.88
-0.6	.27	1.3	.90
-0.5	.31	1.4	.92
-0.4	.35	1.5	.93
-0.3	.38	2.0	.98
-0.2	.42	2.5	.99
-0.1	.46	3.0	1.00
0	.50		

วิธีทำ

งาน	a	m	b	$t_e = \frac{a+4m+b}{6}$	Standard deviation = $\frac{b-a}{6}$	VARIANCE
1 - 2	1	2	3	2	1/3	$(1/3)^2$
1 - 3	2	5	8	5	-	-
2 - 3	6	8	10	8	2/3	$(2/3)^2$

งาน Critical activity

1. คำนวณหา t_e ตามตาราง
2. คำนวณหา Standard deviation เฉพาะงานตาม critical path 1-2 และ 2-3 แสดงในตาราง
3. คำนวณหา variance ของแต่ละ activity ตามตาราง
4. คำนวณหา Standard deviation ของทั้งโครงการ

$$= \sqrt{\left(\frac{1}{3}\right)^2 + \left(\frac{2}{3}\right)^2}$$

$$= 0.8$$

5. คำนวณหาเวลาที่คาดว่าจะเสร็จทั้งโครงการ

$$= 2 + 8 = 10 \text{ วัน}$$

6. หาโอกาสที่จะทำงานเสร็จ 9 วัน

$$Z = \frac{T_S - T_E}{\sigma T_E}$$

$$Z = \frac{9-10}{0.8} = -1.25$$

จากตาราง $Z = -1.25$ โอกาสทำงานเสร็จ 9 วัน = 10%

7. จำนวนวันที่จะทำงานให้งานเสร็จ โดยมีโอกาส 90%

$$Z = \frac{T_S - T_E}{\sigma T_E}$$

$$\text{จากตาราง โอกาสเสร็จงาน 90\%}$$

$$1.3 = \frac{T_S - 10}{0.8}$$

$$Z = 1.3$$

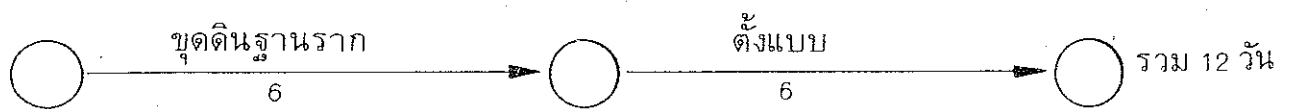
$$T_S = 11.04 \text{ วัน}$$

บทที่ 8

วงจรกำหนดก่อน (PRECEDENCE NETWORK)

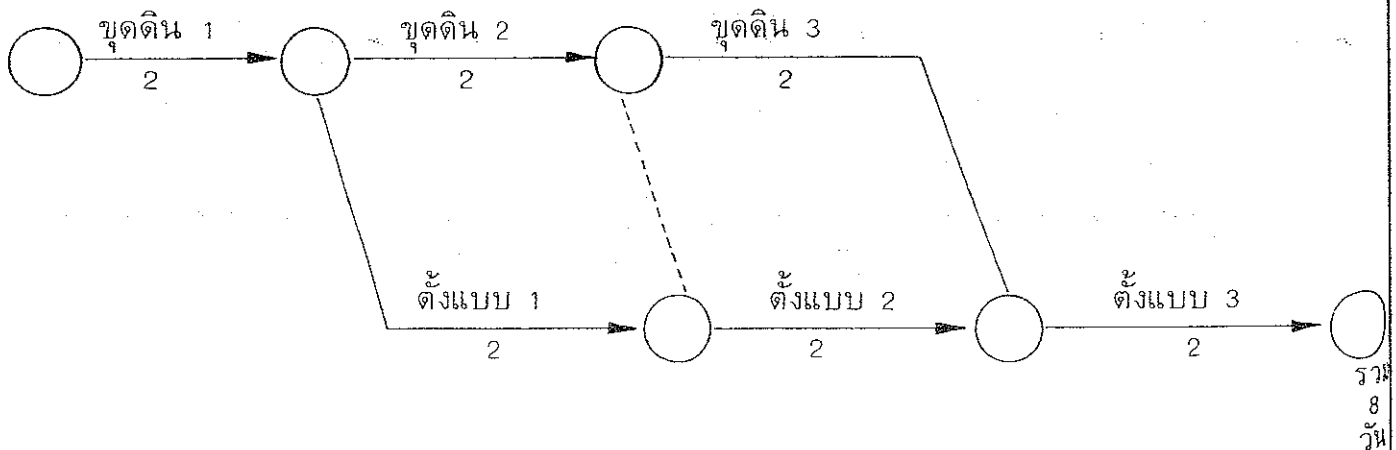
วงจรกำหนดก่อน (Precedence Network) ใช้หลักการเช่นเดียวกับ PERT และ CPM แต่แสดงความสัมพันธ์ละเอียดกว่า โดยเพิ่มความสัมพันธ์ LAGS และ DELAYS มาใช้กับการเริ่มงานและการเสร็จสิ้นของงานต่าง ๆ กราฟที่แสดงใช้วิธีการแบบ Activity-on-Node โดยบรรยาย Activity หรืองานย่อยไว้ในตารางสี่เหลี่ยมและการจัดอันดับก่อนหลังของงาน แสดงโดยเส้นเชื่อมระหว่างตารางสี่เหลี่ยมที่มีลูกศรกำกับ

จากตัวอย่างง่าย ๆ ข้างล่างนี้ จะแสดงให้เห็นถึงวิธีการเขียนผัง ลูกศรแบบต่าง ๆ ของการทำงาน ขุดดินและงานตบแบบเพื่อทำฐานราก

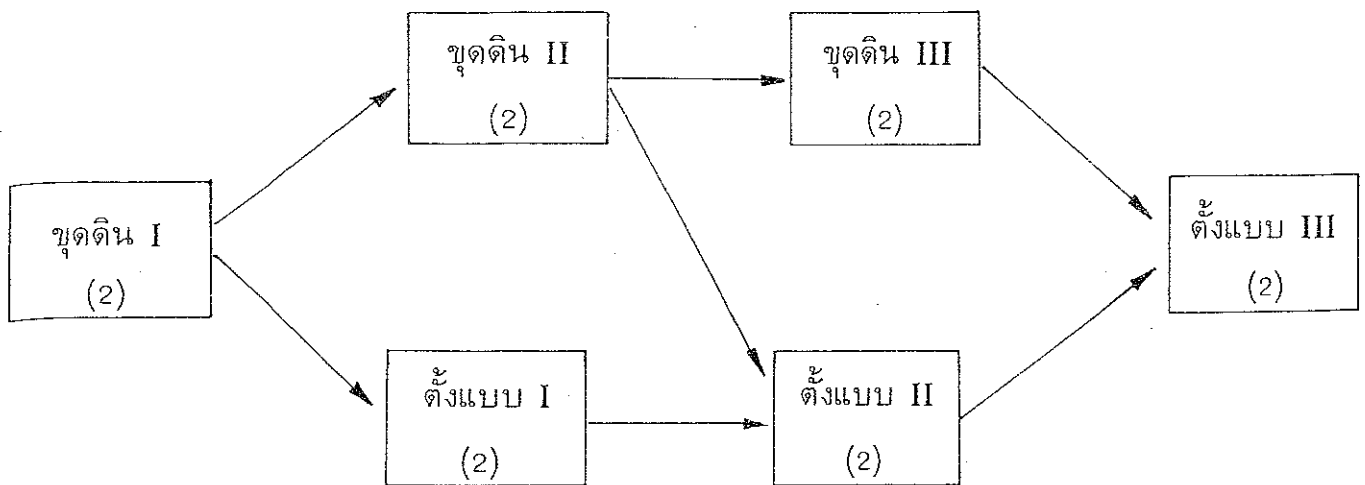


ผังลูกศรงานขุดดิน และตบแบบฐานราก

หรืออาจแบ่งงานฐานรากออกมาเป็นส่วน ๆ ซึ่งสามารถทำให้เวลาการทำงานของทั้งโครงการสั้นลง

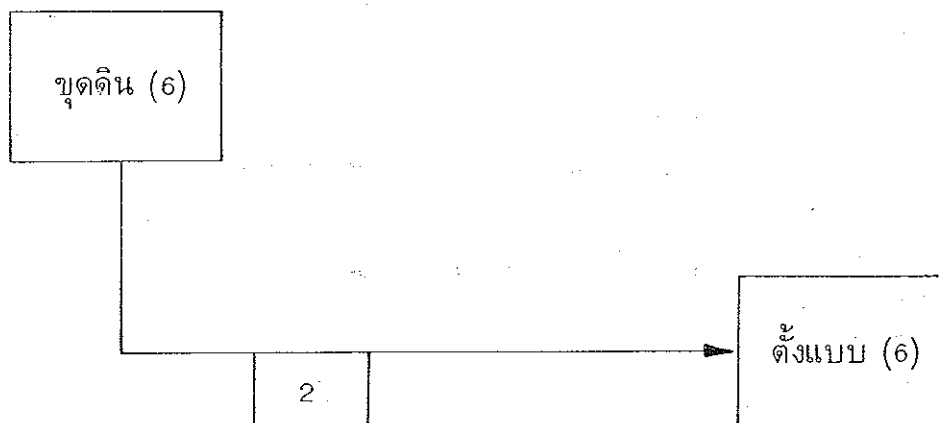


หรืออาจแสดงแผนงานเดียวกันนี้ออกมาในรูปแบบของ Activity-on-Node หรือบางที่เรียกว่า Event Oriented ได้



ผังลูกศรแบบ Activity-on-Arrow

สำหรับวิธีการเขียนแผนงานดังกล่าวข้างต้นโดยวิธีการของ Precedence Network สามารถแสดงได้ดังนี้



ผังงานแบบ Precedence Network

จากรูปที่แสดงเปรียบเทียบไว้ทั้ง 4 รูปจะเห็นว่า หลักของการเขียนแผนงานของ Precedence ไม่ได้แตกต่างไปจาก CPM และ PERT

ความสัมพันธ์ระหว่างงานย่อยในระบบวงจรกำหนดก่อน

วิธีการของ Precedence เป็นวิธีการที่ง่าย แสดงความสัมพันธ์ในระหว่างงานได้เด่นชัด จำนวน activity หรืองานย่อยสามารถลดลงได้ เมื่อจำนวนงานย่อยลดการวิเคราะห์คำนวณการนำเอาไปใช้งานการติดตามและการแก้ไขก็กระทำได้เร็วขึ้น วิธีการนี้เราสามารถเริ่มจากงานหนึ่งไปยังอีกงานหนึ่งโดยตรง ไม่ต้องมาแยกเป็นงานย่อย เพื่อแสดงความสัมพันธ์ต่าง ๆ

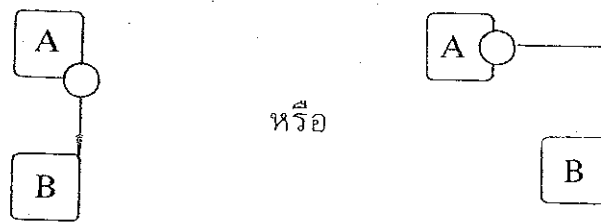
ความสัมพันธ์ที่ใช้กันทั่วไปในระบบ PRECEDENCE NETWORK อาจแบ่งออกได้ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ S-S (Start to Start) ซึ่งแสดงดังนี้



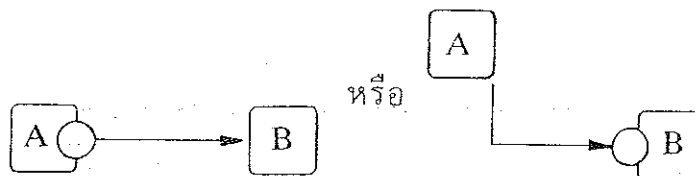
โดยที่การเริ่มของงาน B ขึ้นกับการเริ่มของงาน A กล่าวคือ งาน A และงาน B เริ่มต้นทำพร้อมกัน

2. ความสัมพันธ์ F-F (Finish to Finish) ซึ่งแสดงดังนี้



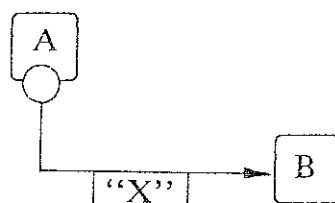
โดยที่การเสร็จสิ้นของงาน B ขึ้นอยู่กับการเสร็จสิ้นของงาน A พุดง่าย ๆ คืองาน A และ B เสร็จพร้อมกัน

3. ความสัมพันธ์ F-S (Finish to Start) ซึ่งแสดงดังนี้



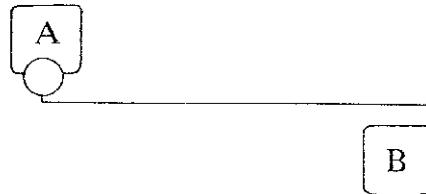
ความสัมพันธ์นี้เป็นความสัมพันธ์ทั่ว ๆ ไปที่ใช้กันอยู่ในระบบ PERT CPM และ Network อื่น ๆ กล่าวคืองาน B จะเริ่มได้ก็ต่อเมื่องาน A จะต้องทำเสร็จเสียก่อน

4. ความสัมพันธ์ "LAG" ซึ่งแสดงดังนี้



ซึ่งแสดงให้เห็นว่างาน B จะเริ่มทำได้ก็ต่อเมื่องาน A ได้กระทำไปแล้วเป็นจำนวน “X” วัน ความสัมพันธ์อันนี้เป็นความสัมพันธ์ที่สำคัญที่ใช้กันค่อนข้างมากในระบบ PRECEDENCE NETWORK

5. ความสัมพันธ์ S-F (Start of Finish) ซึ่งแสดงดังนี้



โดยที่การเริ่มต้นของงาน A จะพร้อมกับการเสร็จสิ้นของงาน B ความสัมพันธ์นี้ใช้กันน้อย เพราะเราสามารถนำเอาความสัมพันธ์ F-S มาใช้แทนความสัมพันธ์อันนี้ได้

หลักเกณฑ์ในการคำนวณเวลาการทำงาน

1. การคำนวณค่า EARLIEST START TIME ของงานต่าง ๆ หาได้ดังนี้
 - a) สมมติค่า EST ของงานอันดับแรกที่ต้องทำใน NETWORK เท่ากับ 0
 - b) สำหรับค่า EST ของงานอื่น ๆ ใน NETWORK ให้ใช้ค่าที่มากที่สุดจากการคำนวณ ดังนี้
 - (1) ให้ใช้ค่า EST ของงานก่อนหน้างานที่กำลังพิจารณาอยู่ (ในกรณีที่เป็น START TO START RELATION)
 - (2) ให้ใช้ค่า EFT ของงานก่อนหน้างานที่กำลังพิจารณาอยู่ (ในกรณีที่เป็น FINISH TO START RELATION)
 - (3) ให้ใช้ค่า EFT ของงานก่อนหน้างานที่กำลังพิจารณาอยู่ ลบออกด้วยระยะเวลาที่ต้องใช้ของงานนั้น ๆ (ในกรณีที่เป็น FINISH TO FINISH RELATION)
 - (4) ให้ใช้ค่า EST ของงานก่อนหน้างานที่กำลังพิจารณาอยู่ บวกกับค่าระยะเวลาของ LAG (ในกรณีที่เป็น LAG RELATION)
2. การคำนวณค่า EARLIEST FINISH TIME
 - a) สำหรับงานอันดับแรก ค่า EFT = EST + ระยะเวลาของงานนั้น
 - b) สำหรับค่า EFT ของงานอื่น ๆ ให้ใช้ค่าที่คำนวณได้มากที่สุดของเวลาดังนี้
 - (1) ให้ใช้ค่า EST ของงานนั้น ๆ บวกกับระยะเวลาของงานนั้น ๆ
 - (2) ให้ใช้ค่า EFT ของงานก่อนหน้างานที่กำลังพิจารณาอยู่ (ในกรณีที่เป็น FINISH TO FINISH RELATION)

3. การคำนวณค่า LATEST FINISH TIME

- สำหรับงานอันดับสุดท้าย กำหนดให้ค่า LFT เท่ากับค่า EFT ของงานอันดับสุดท้ายนั้น
- สำหรับค่า LFT งานอื่น ๆ ให้ใช้ค่าที่คำนวณได้น้อยที่สุดจากการคำนวณดังนี้
 - ให้ใช้ค่า LST ของงานถัดไป (ในกรณีที่ เป็น FINISH TO START RELATION)
 - ให้ใช้ค่า LFT ของงานถัดไป (ในกรณีที่ เป็น FINISH TO FINISH RELATION)
 - ให้ใช้ค่า LST ของงานถัดไปบวกกับค่าระยะเวลาที่ต้องใช้ของงานนั้น ๆ (ในกรณีที่ เป็น START TO START RELATION)
 - ให้ใช้ค่า LST ของงานถัดไปลบออกด้วยค่า LAG แล้วบวกกับค่าระยะเวลาที่ต้องใช้ของงานนั้น ๆ (ในกรณีที่ เป็น LAG RELATION)

4. การคำนวณค่า LATEST START TIME

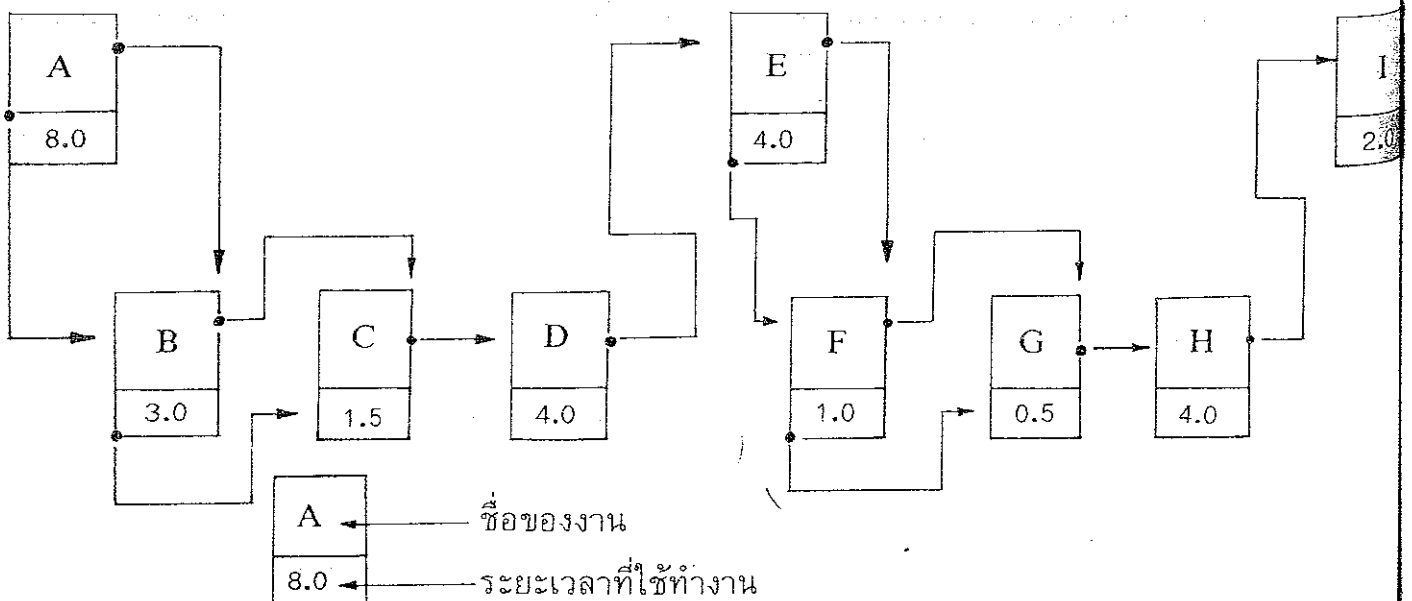
- สำหรับงานอันดับแรก ค่า LST เท่ากับค่า LFT ลบด้วยระยะเวลาของงานนั้น ๆ
- สำหรับค่า LST งานอื่น ๆ ให้ใช้ค่าที่คำนวณได้น้อยที่สุดจากการคำนวณดังนี้
 - ให้ใช้ค่า LFT ของงานนั้นลบออกด้วยระยะเวลาของงานนั้น
 - ให้ใช้ค่า LST ของงานถัดไป (ในกรณีที่ เป็น START TO START RELATION)
 - ให้ใช้ค่า LST ของงานถัดไป ลบออกด้วยค่า LAG (ในกรณีที่ เป็น LAG RELATION)

5. การคำนวณค่า FLOAT TIME

TOTAL FLOAT ของ Precedence Network สามารถคำนวณได้เช่นเดียวกับวิธีการของ CPM

$$TF_i = LFT_i - EST_i - T_i$$

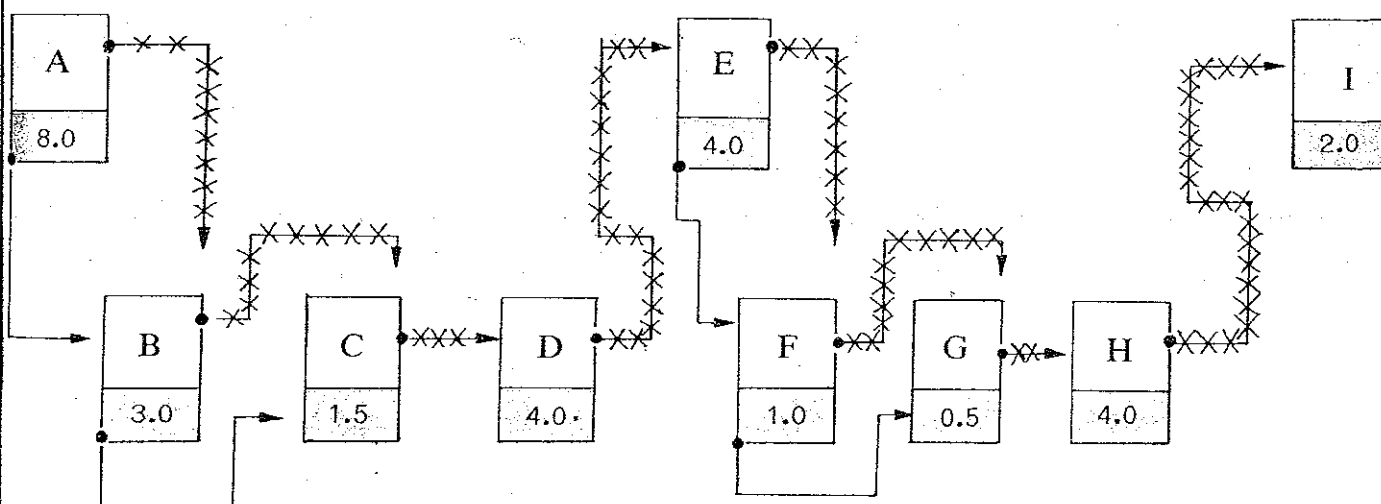
ตัวอย่าง จากผังลูกศรข้างล่างจงคำนวณเวลาต่าง ๆ และหาเส้นวิกฤติ



สามารถคำนวณหาค่าระยะเวลาต่าง ๆ ได้ดังที่แสดงไว้ในตาราง

งาน	ระยะ เวลา	EST	EFT	LST	LFT	Float	หมายเหตุ
A	8.0	0	8.0	0	8.0	0	งานวิกฤติ
B	3.0	0	8.0	5.0	8.0	5.0	
C	1.5	0	8.0	6.5	8.0	6.5	
D	4.0	8.0	12.0	8.0	12.0	0	งานวิกฤติ
E	4.0	12.0	16.0	12.0	16.0	0	งานวิกฤติ
F	1.0	12.0	16.0	15.0	16.0	3.0	
G	0.5	12.0	16.0	15.5	16.0	3.5	
H	4.0	16.0	20.0	16.0	20.0	0	งานวิกฤติ
I	2.0	20.0	22.0	20.0	22.0	0	งานวิกฤติ

ข่ายงานวิกฤติสามารถแสดงได้ดังรูปข้างล่างนี้



xxxxxxxxxx → คือข่ายงานวิกฤติ

บทที่ 9

การจัดการก่อสร้างแบบสมดุล (LINE OF BALANCE)

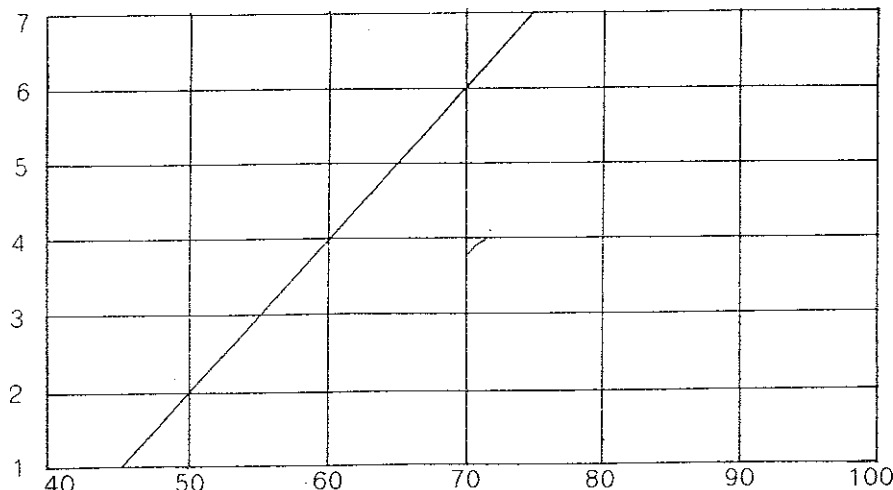
การจัดการก่อสร้างแบบสมดุล หรือ LOB เป็นวิธีการวางแผนแบบเส้นกราฟเพื่อแสดงเป้าหมายหรือการกำหนดระยะเวลาการผลิตหรือการดำเนินโครงการ แผนงานแบบ LOB สามารถแสดงได้โดยกลุ่มของกราฟเส้นตรง แตกต่างจาก Bar Chart ก็คือ มี Slope ของเส้นตรงซึ่งจะแสดงอัตราการทำงานของคนในงานต่าง ๆ

วิธีการของ LOB ในตอนแรกถูกคิดขึ้นสำหรับการวางแผนและควบคุมการผลิตในโรงงาน เพื่อให้การผลิตมีประสิทธิภาพ สำหรับงานก่อสร้างวิธีการของ LOB นี้นิยมใช้กับงานที่มีขั้นตอนของงานไม่มาก แต่มีปริมาณงานซ้ำ ๆ กันมาก อาทิ งานก่อสร้างถนน การจัดทำโครงการบ้านจัดสรร เป็นต้น LOB เป็นวิธีการวางแผนที่ผู้วางแผนตั้งเป้าหมายในการทำงานไว้แล้ว พยายามจัดทรัพยากรมาทำงานให้ได้ผลงานตามที่ต้องการ

หลักการของ LOB

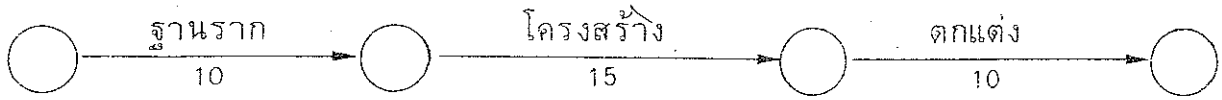
1. หลักการของ LOB เริ่มต้นจากการกำหนดเวลาที่สามารถจะก่อสร้างงานและส่งงานในแต่ละชุดหรือแต่ละหน่วย กล่าวคือ ถ้าหากว่าเป็นโครงการสร้างบ้านก็ต้องกำหนดว่าสามารถจะส่งงานได้ (Hand-over schedule) อย่างไร เช่น 1 หลังทุก ๆ 5 วัน หรือ 4 หลังต่อสัปดาห์ เป็นต้น สมมติว่ามีโครงการสร้างบ้าน 7 หลัง และมีกำหนดส่งงานดังแสดง กล่าวคือ บ้านหลังที่ 1 จะต้องส่งในวันที่ 45 และส่งหลังต่อไปทุก ๆ 5 วัน

จำนวนบ้าน



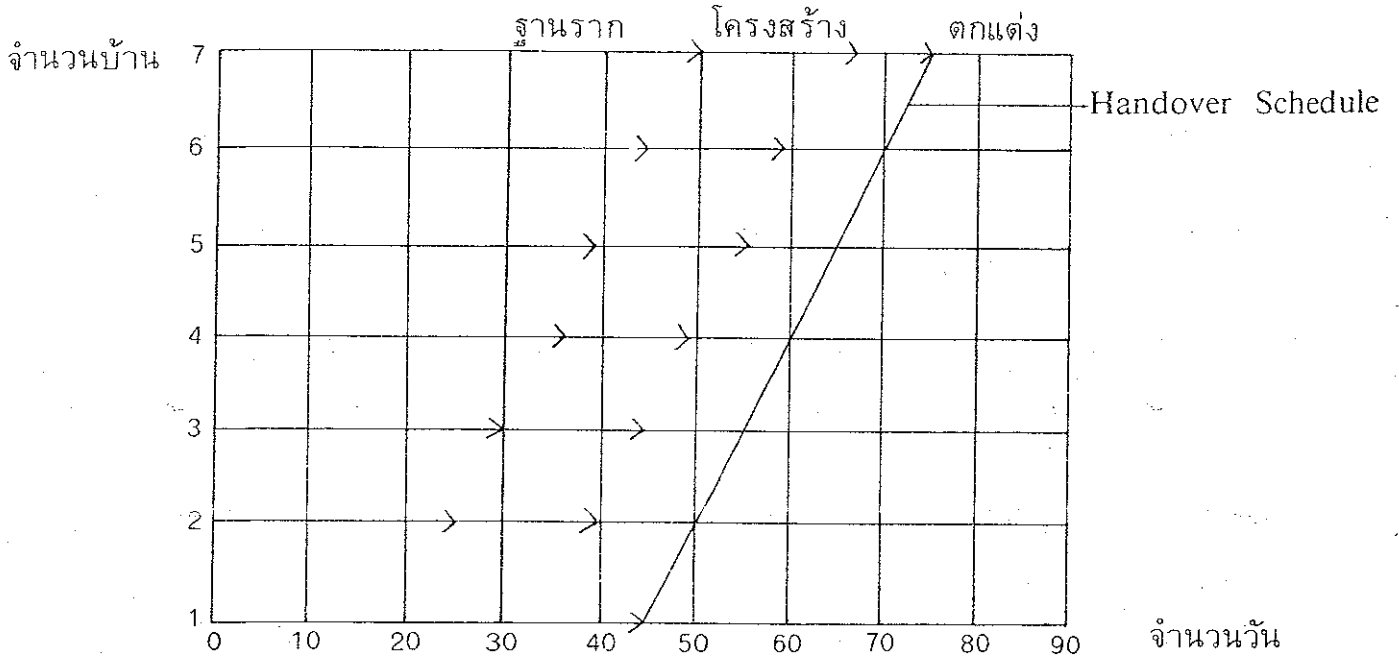
จำนวนวัน

2. จัดทำลำดับงานก่อสร้างว่าขั้นตอนของการทำงานของงานแต่ละหน่วยเป็นอย่างไร

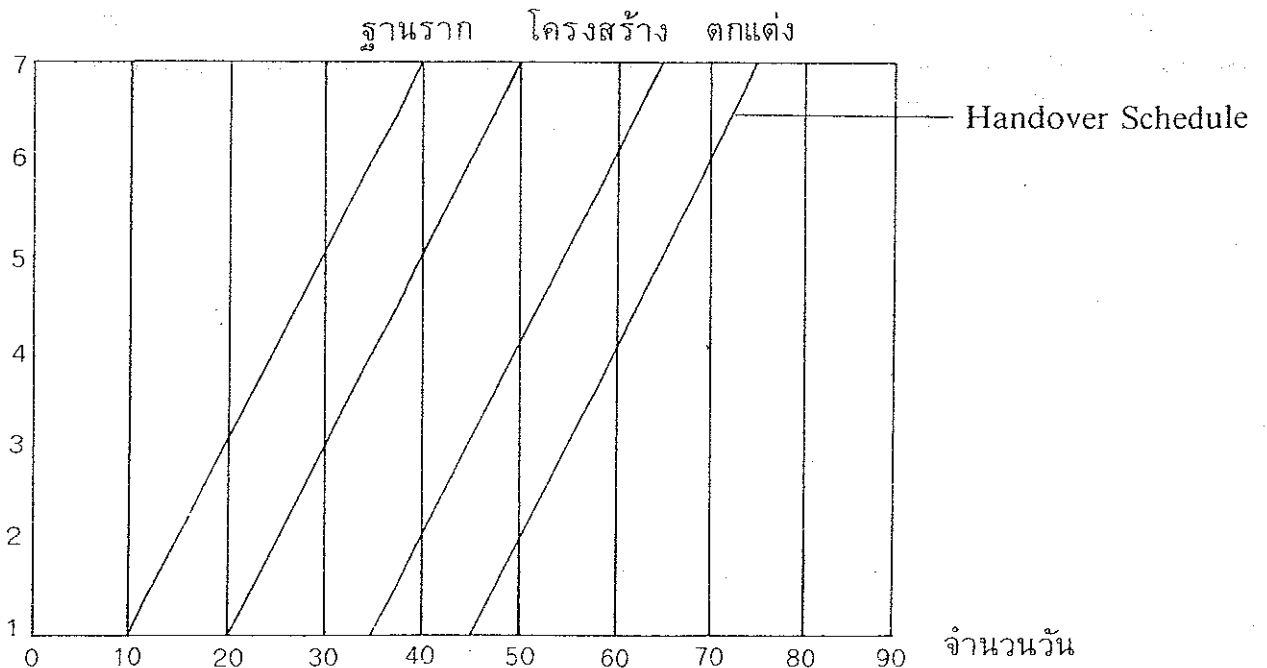


E)

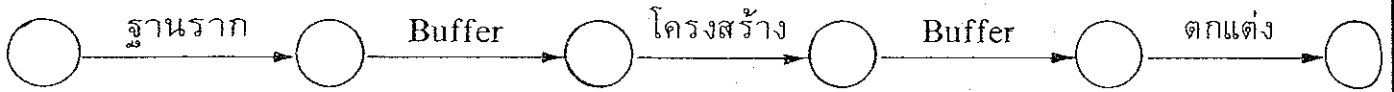
3. นำกำหนดส่งงานและลำดับการทำงานมาเขียนเป็นแผนภูมิ



4. จุดเริ่มต้นการทำงานฐานรากของบ้านแต่ละหลังสามารถเชื่อมโยงกันได้ โดยเส้นตรงซึ่งมีความเอียง (sloping line) งานอื่น ๆ ก็เช่นกัน ซึ่งจะทำให้เกิดกลุ่มของแท่งหรือเส้นตรงซึ่งมีความเอียง นั่นคือขั้นตอนการทำงานแบบ LOB

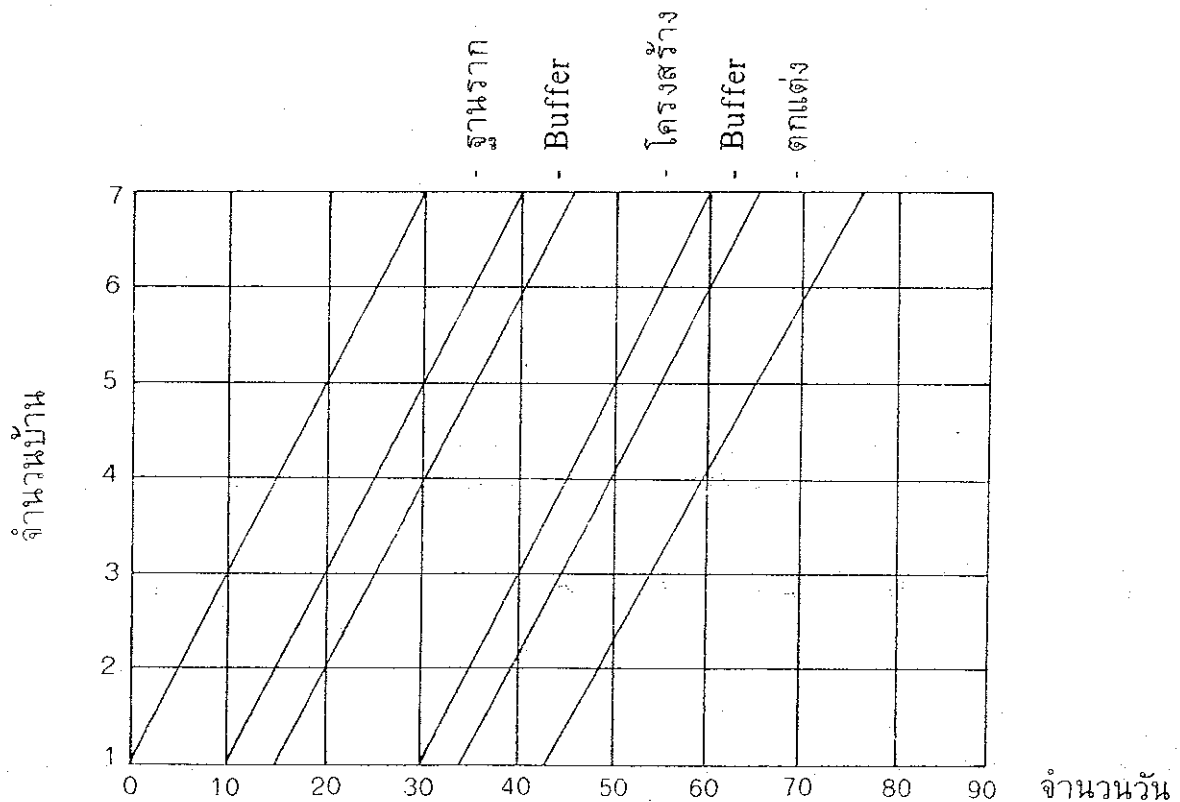


5. เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดหรือโอกาสที่งานแต่ละงานจะทำให้เกิดความสับสนหรือซ้ำซ้อนในการทำงาน จึงต้องกำหนดช่องว่าง (Buffer) ขึ้นในแต่ละขั้นตอนของงาน



การกำหนด Buffer นั้น จะอาศัยประสบการณ์ในการทำงานเป็นตัวกำหนดว่าควรจะมีค่าเท่าไรบ้าง

6. เขียนแผนงานแบบ LOB ใหม่ ให้มีช่วงว่างในแต่ละขั้นตอนของงาน

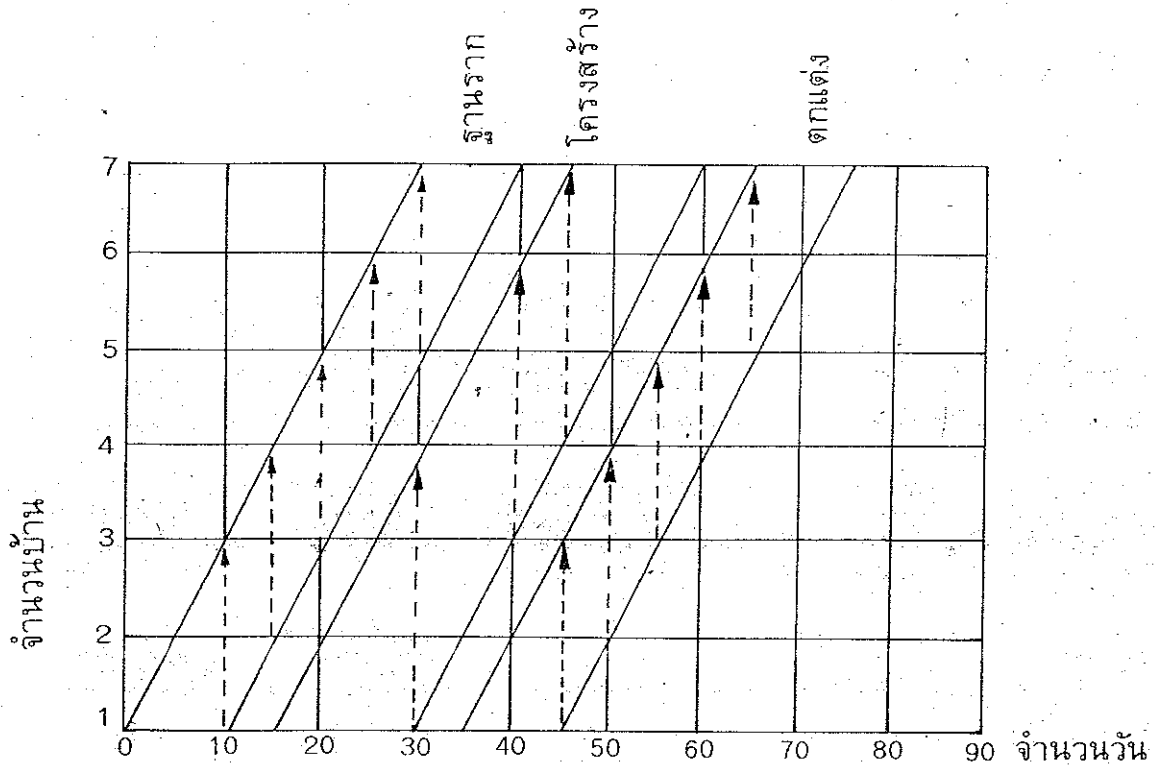


7. เมื่อเขียนผังงานเสร็จแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การกำหนดแรงงานที่จะใช้ในการทำงานแต่ละงาน จากตัวอย่างสมมติว่า

- งานฐานราก ใช้แรงงาน 4 คน
- งานโครงสร้าง ใช้แรงงาน 6 คน
- งานตกแต่ง ใช้แรงงาน 4 คน

8. กำหนดทีมงานที่จะใช้โดยพิจารณาจากแผนงานและจำนวนแรงงาน จากแผนงานที่ได้กำหนดเอาไว้ในข้อ 6 จะพบว่าจะต้องใช้แรงงานทำงานฐานราก 2 ชุด คือชุดที่ทำบ้านหลังที่ 1 เมื่อเสร็จจะย้ายไป

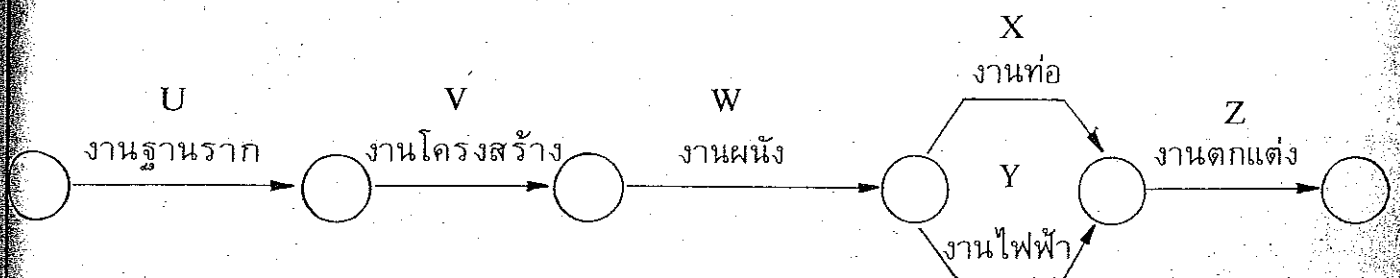
ในทำหลังที่ 3 5 และ 7 ตามลำดับ ส่วนอีกชุดหนึ่งจะทำหลังที่ 2 4 และ 6 ต้องใช้แรงงานทำงานโครงสร้าง 3 ชุด และแรงงานทำงานตกแต่ง 2 ชุด เพื่อจะได้ส่งงานได้ทันตามกำหนด



9. จากทีมงานที่กำหนดและแผนงานที่ได้จัดทำขึ้น อาจจะพบว่าแผนงานนี้ไม่สามารถปฏิบัติได้เนื่องจากต้องใช้แรงงานมากเกินไปหรือจากการวิเคราะห์อย่างละเอียดพบว่า ระยะเวลาที่กำหนดในการทำงานแต่ละงานสามารถลดลงได้อีกถ้าได้มีการวางแผนอย่างดี เป็นต้น ก็จำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงแผนงานใหม่ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น สิ่งเหล่านี้ผู้วางแผนจะต้องยอมรับและดำเนินการเพื่อความเหมาะสมต่อไป

ตัวอย่าง จงวางแผนงานก่อสร้างบ้าน 30 หลัง ด้วยวิธีการวางแผนแบบ LOB โดยมีเป้าหมายการส่งงาน 4 หลัง ทุก ๆ 1 อาทิตย์ ช่องว่างของงานแต่ละงานต้องไม่น้อยกว่า 5 วัน และทำงานอาทิตย์ละ 5 วัน ๆ ละ 8 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทำงานก่อสร้างบ้านแต่ละหลังสามารถเขียนเป็นผังลูกศรได้ ดังนี้



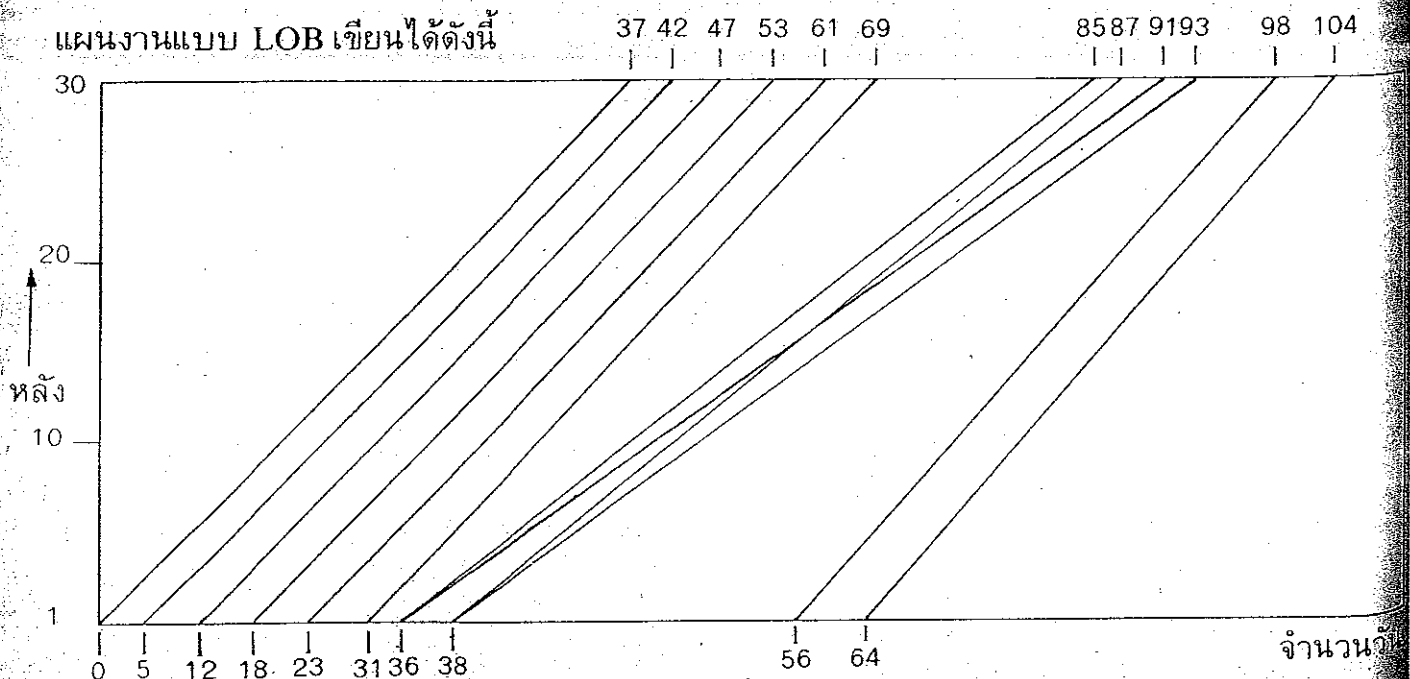
จำนวนแรงงานที่ใช้ทำงานแต่ละงานและทีมงานในแต่ละชุดมีดังนี้

งาน	U	V	W	X	Y	Z
จำนวนแรงงาน (ช.ม./หลัง)	120	290	250	40	30	220
คนงานในแต่ละทีม (คน)	3	6	4	3	2	5

ก่อนที่จะเขียนเส้นกราฟแสดงแผนการทำงานได้จะต้องคำนวณหาจำนวนทีมงานที่จะใช้ในการทำงานแต่ละงาน เวลาที่จะใช้สร้างบ้านแต่ละหลังและความเอียงของเส้นกราฟแต่ละเส้น ซึ่งหาได้จากการลากเส้นเชื่อมเวลาที่เริ่มต้นงานแต่ละงานของบ้านหลังแรกและบ้านหลังสุดท้าย การคำนวณทั้งหมดเขียนออกมาเป็นตารางการคำนวณได้

งาน	แรงงาน (ช.ม./หลัง) M	ทีมงาน ตามทฤษฎี $G = \frac{4 \times M}{40}$	คนงาน ใน 1 ทีม Q	ทีมงาน ควรจะเป็น g	กำหนดตั้งงานใน 1 อาทิตย์ (หลัง) $H = \frac{g}{G} \times 4$	เวลาทำงาน ต่อ 1 หลัง (วัน) $T = \frac{M}{8 \times Q}$	เวลาแตกต่าง ของการเริ่มหลังแรก และหลังสุดท้าย $S = \frac{(n-1) \times T}{H}$
U	120	12	3	12	4	5.0	36.25
V	290	29	6	30	4.14	6.04	35.02
W	250	25	4	24	3.84	7.81	37.76
X	40	4	3	3	3	1.67	48.33
Y	30	3	2	2	2.67	1.87	54.31
Z	220	22	5	20	2.64	5.5	39.84

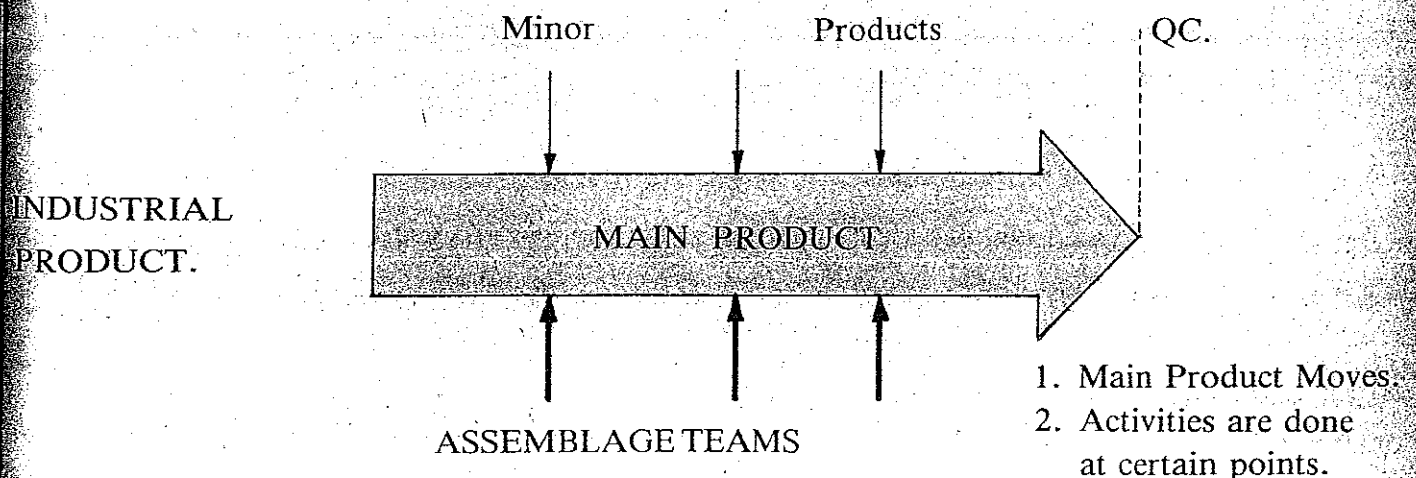
แผนงานแบบ LOB เขียนได้ดังนี้

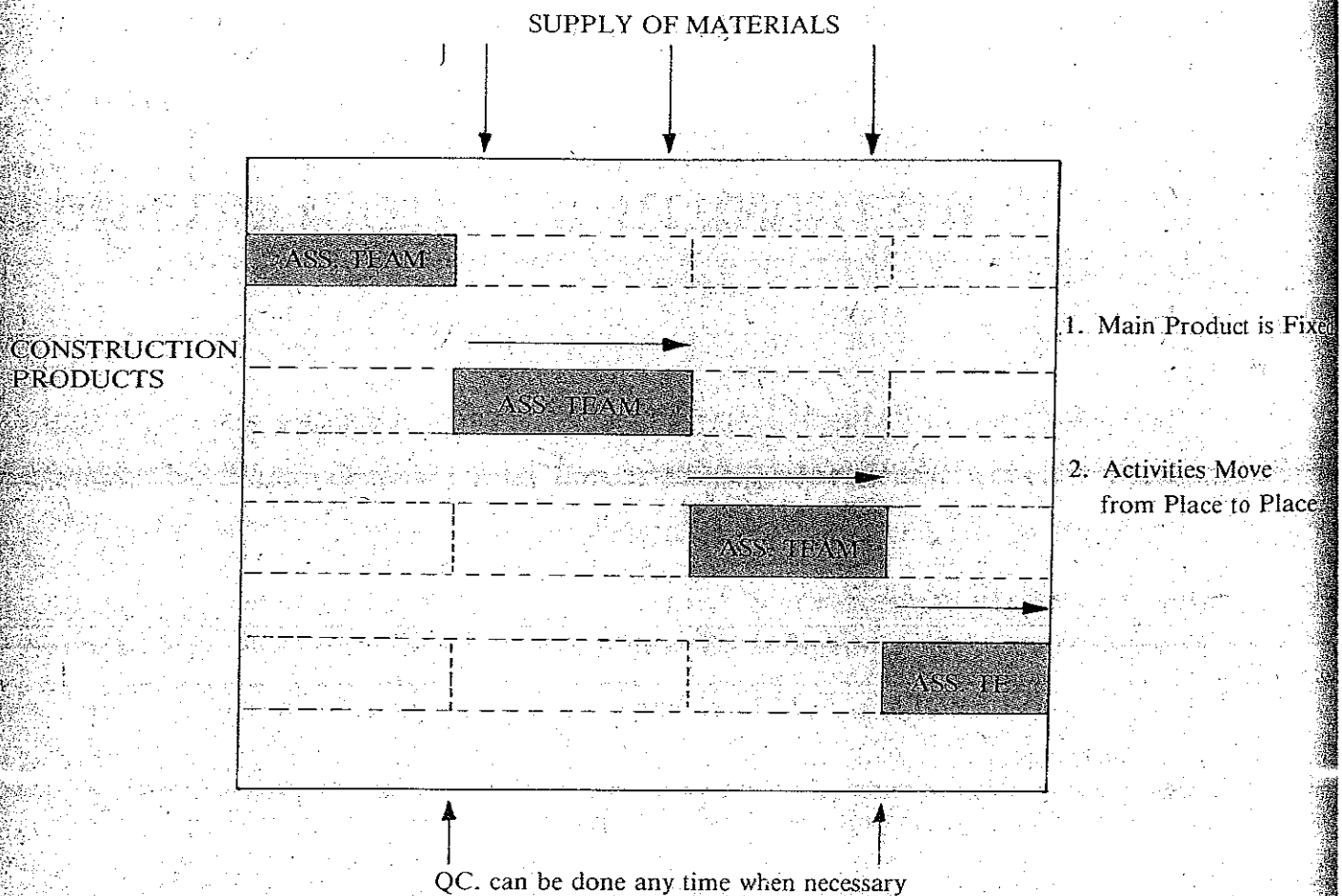


การวางแผนงานโครงการหน่วยต่อเนื่อง

หน่วยงานต่อเนื่องหมายถึง งานอะไรก็ตามที่มีลักษณะที่ต้องก่อสร้างงานย่อยแต่ละชนิดที่ซ้ำ ๆ กันเป็นจำนวนมาก ในวงการก่อสร้างงานที่สามารถจัดเข้าอยู่ในประเภทนี้ ได้แก่ งานก่อสร้างถนน ซึ่งมีการก่อสร้างถนนชั้นต่าง ๆ ของถนน เป็นปริมาณมาก ๆ และต่อเนื่องกันไป งานอีกประเภทหนึ่งที่สามารถจัดอยู่ได้ในประเภทนี้ คือ งานก่อสร้างบ้านจัดสรร

การทำงานประเภทหน่วยงานต่อเนื่อง หรืองานที่จะต้องมีผลงานซ้ำ ๆ กันมาก ๆ เช่นนี้ สามารถเปรียบเทียบได้กับการผลิตผลงานประเภทโรงงานอุตสาหกรรม (Mass Production) มีข้อแตกต่างกันก็คือ ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผล (Product) จะเกิดขึ้นโดยการเคลื่อนตัวของสิ่งที่จะเป็นผลิตผล ผ่านขั้นตอนการผลิตและผู้ประกอบการซึ่งอยู่กับที่ แต่กระบวนการผลิตของงานก่อสร้าง ผลิตผล (Product) จะอยู่กับที่ ในขณะที่ขั้นตอนหรือผู้ประกอบการจะเคลื่อนที่ไปตามส่วนต่าง ๆ ของผลิตผล ดังนั้น ในการที่จะนำการบริหารงานในแนวของโรงงานอุตสาหกรรมมาประยุกต์ใช้กับการก่อสร้างจึงจำเป็นต้องมีเทคนิคหรือข้อจำกัดบางอย่างเข้ามาเกี่ยวข้องเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นด้านการวางแผน การจัดองค์กร การสั่งการ การประสานงาน และการควบคุมคุณภาพ





วิธีการของ NETWORKS ที่มีอยู่ เช่น PERT, CPM, PRECEDENT DIAGRAM ต่างก็เป็นวิธีการในการกำหนดเวลาในการทำงานของงานต่าง ๆ (activity duration, start and finish time, floats etc.) ซึ่งปกติมักจะเป็นการควบคุมโครงการที่เป็นงานก่อสร้างหลังเดียว เช่น ตึกอาคาร โรงงาน โรงไฟฟ้า ท่าเรือ เป็นต้น ประโยชน์ที่เห็นชัดในวิธีการของ NETWORK ที่ใช้กับ project ที่เป็นงานก่อสร้างหลังเดียวก็คือทำให้เรารู้กำหนดเวลาในการทำงานต่าง ๆ รู้ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของงาน การจัดหาวัสดุ ก่อสร้างแรงงานและทุนทรัพย์ในการสนับสนุนให้โครงการสำเร็จลุล่วงทันตามกำหนด

สำหรับโครงการหน่วยต่อเนื่องนั้น งานแต่ละงานที่ประกอบกันขึ้นเป็นโครงการจะมีการทำต่อเนื่องกันไปซ้ำแล้วซ้ำอีกในลักษณะเดียวกันโดยไม่มีการหยุดจนกว่าจะถึงงานหน่วยสุดท้ายของโครงการ (Repetition Effect) นอกจากนี้งานส่วนใหญ่จะกระทำขนานควบคู่กันไป (Parallel Effect)

ข้อควรคำนึงในการวางแผนโครงการหน่วยต่อเนื่อง

ในการวางแผนงานโครงการหน่วยต่อเนื่องนั้น พอจะสรุปเป็นข้อควรคำนึงสำหรับผู้ที่มีหน้าที่จัดการโครงการดังกล่าว ได้ 4 หัวข้อใหญ่ ๆ (Law of four "S") ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ได้ตั้งแตงานถนนสายยาว ๆ จนถึงงานก่อสร้างบ้านจัดสรรจำนวนมาก ๆ ดังนี้ คือ

1. System (ระบบ) ต้องเข้าใจถึงระบบและขั้นตอนของการทำกิจกรรมต่าง ๆ ว่ากิจกรรมไหนต้องทำก่อนหลัง เวลาที่จะต้องใช้ในการทำกิจกรรมนั้น ๆ (ขึ้นอยู่กับจำนวนหรือความสามารถในการทำงานของกลุ่มผู้ทำงาน) เวลาคาบเกี่ยวกันระหว่างกิจกรรมหนึ่งที่แล้วเสร็จและความสามารถที่จะเข้ามาทำกิจกรรมอันต่อไป

2. Spaces (ความกว้างของบริเวณ) คือความสัมพันธ์ระหว่างบริเวณที่จะทำกิจกรรมกับจำนวนคนหรือเครื่องมือที่จะเข้าไปทำกิจกรรมในบริเวณนั้น ๆ

3. Speeds (ความเร็ว) คือ ความสัมพันธ์ของการใช้เวลาในการทำกิจกรรมหนึ่งกับการใช้เวลาในการทำกิจกรรมต่อ ๆ ไป โดยมีให้กิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งต้องรอกันและกัน หรือไปซ้ำซ้อนในที่ที่เดียวกัน

4. Supply (การป้อนทรัพยากร) คือ การจัดหาวัสดุอุปกรณ์และแรงงานให้สัมพันธ์กับอัตราการผลิตของแต่ละกิจกรรม การขาดแคลนวัสดุที่จะทำให้งานชะงัก แต่การเตรียมวัสดุไว้ใน Stock มากเกินไป ก็ไม่ประหยัดเช่นเดียวกัน

จะเห็นได้ว่าปัจจัยที่จะอำนวยให้เกิดระบบการจัดการเพื่อให้ได้มาซึ่งความต้องการทั้ง 4 ข้อข้างบนนี้ต้องประกอบด้วย การวางแผน การจัดองค์กร การควบคุมการติดตาม การประสานงาน และการประเมินผลจากรายงาน เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ต่อไป

การวางแผนงานโครงการหน่วยต่อเนื่อง

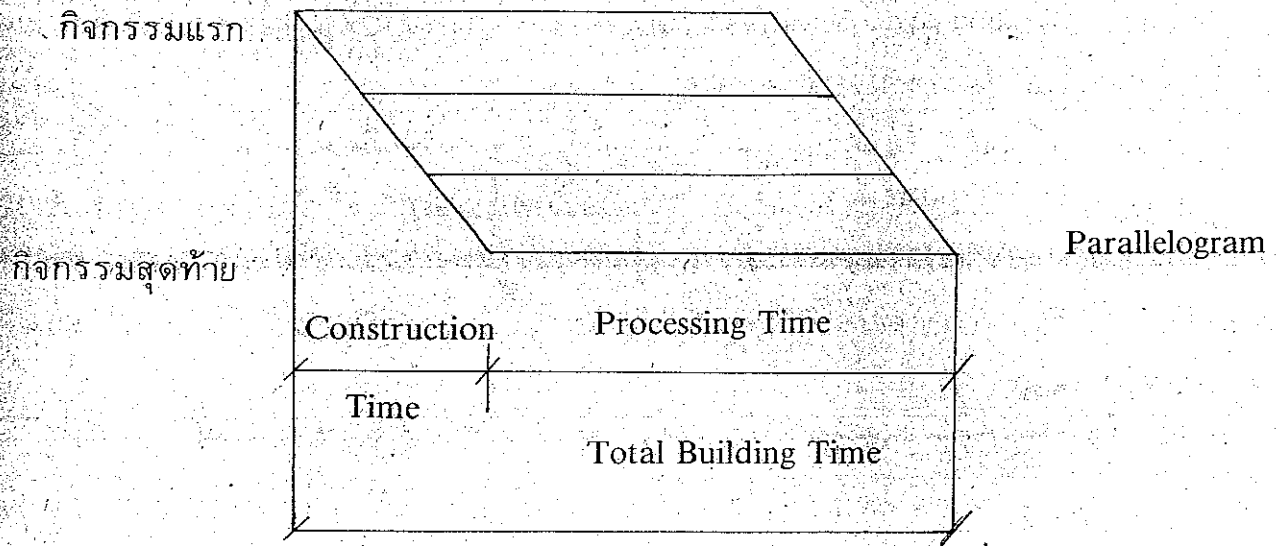
สำหรับงานถนน ซึ่งถือว่าเป็นโครงการหน่วยต่อเนื่องประเภทหนึ่งนั้น ไม่ค่อยเป็นการยากเท่าไร เพราะสถานที่กว้างขวาง และระบบ (System) ไม่ยุ่งยากและซับซ้อนมากนัก การคำนวณหาอัตราการผลิต (Production rate) ก็สามารถทำได้ใกล้เคียงเพราะส่วนใหญ่ใช้เครื่องมือหนัก (Equipments) ดังนั้นในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะงานประเภทบ้านจัดสรรจำนวนมาก (Mass Housing Construction) เท่านั้น

ขั้นตอนในการวางแผนงานโครงการหน่วยต่อเนื่องแบบบ้านจัดสรร

1. กำหนดแผนการรวม ว่าจะต้องเริ่มงานเมื่อไหร่ และเสร็จเมื่อไหร่ (Total Building Time)
2. แยกแยะส่วนต่าง ๆ ของอาคารให้เป็นไปตามลักษณะด้านสถาปัตยกรรม เป็นต้นว่า ฐานราก โครงสร้าง หลังคา ผนัง และอื่น ๆ
3. กำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องกระทำเพื่อให้การก่อสร้างส่วนต่าง ๆ ของอาคารได้สำเร็จ เช่น งานฐานรากก็มีกิจกรรมต่าง ๆ กัน คือ งานขุดดิน งานคอนกรีตหยาบ งานตั้งแบบผูกเหล็ก งานเทคอนกรีต และอื่น ๆ
4. พิจารณาระยะเวลาคาบเกี่ยวระหว่างกิจกรรมที่ต่อเนื่องกันทั้งหมด เพื่อที่จะได้ระยะเวลาก่อสร้างส่วนของอาคารนั้นสำเร็จ 1 หน่วย (Construction time)

5. จัดกลุ่มทำงานในแต่ละกิจกรรม เพื่อให้กิจกรรมทุก ๆ อย่างใช้เวลาในการก่อสร้างให้แล้วเสร็จทั้งหมดเท่า ๆ กัน ตามเวลาดำเนินการที่มีอยู่ (Processing Time)

6. เขียนแผนงานของแต่ละกิจกรรมเป็น Bar Chart ในแนวนานบนตารางเวลาตามลำดับการทำงานต่อไป ซึ่งเส้นแผนงานขนานกันหลาย ๆ เส้น ของกิจกรรมต่าง ๆ นี้ เราจะเรียกว่า "Parallelogram"



เพื่อให้่ายต่อการเข้าใจ จะขอยกตัวอย่างการก่อสร้างบ้านจัดสรรขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยงานเรือนแถว 2 ชั้น แถวละ 14 ห้อง จำนวน 25 แถว (รวมเป็น 350 ห้อง) ซึ่งกำหนดให้งานอาคารทั้งหมดนี้แล้วเสร็จภายใน 1 ปี

- ระยะเวลาการดำเนินการทั้งหมดจะเท่ากับ 12 เดือน แต่เนื่องจากในรอบหนึ่งปีนี้ ต้องพบกับฤดูฝนประมาณ 3-4 เดือน ซึ่งทำงานได้ไม่เต็มที่ คาดว่าอาจจะต้องเสียเวลาทั้งหมดประมาณ 2 เดือน ดังนั้น เวลาที่สามารถทำงานได้จริง (Total Building Time) จะเท่ากับ 10 เดือน หรือ 40 สัปดาห์

- จัดแยกแยะหมวดหมู่ของงานต่าง ๆ เช่น ฐานราก โครงสร้างต่าง ๆ หลังคา ผนัง และอื่น ๆ พร้อมกับกำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องกระทำเพื่อให้การก่อสร้างเหล่านั้นสำเร็จ

- ขั้นต่อไปคือ พิจารณาดูว่ากิจกรรมต่าง ๆ เหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร โดยกำหนดงานก่อนหลังตามลำดับ ตลอดจนต้องตรวจสอบจากเทคนิคการก่อสร้างและรายละเอียดควบคุมการก่อสร้าง (Specification) ว่า การที่จะทำกิจกรรมลำดับต่อไปได้นั้น ต้องใช้เวลานานเท่าไรหลังจากกิจกรรมก่อนหน้านี้แล้วเสร็จ เช่น การจะเริ่มงานคานคอนกรีตชั้น 2 ได้นั้น อาจจะต้องรอให้คอนกรีตในคานชั้น 1 สามารถรับน้ำหนักได้ก่อน เพื่อสะดวกในการตั้งแบบค้ำยัน นอกเสียจากว่าเรามีเทคนิคอื่นในการตั้งแบบก็อาจจะลดเวลาลงได้อีกถ้าจำเป็น จากระยะเวลาคาบเกี่ยวของกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งหมดนี้ เราจะได้ระยะเวลาที่จะต้องทำงานให้เสร็จ 1 หน่วย (Construction Time) สำหรับตัวอย่างนี้ Construction Time เท่ากับ 15 สัปดาห์

- จึง - ดังนั้น ระยะเวลาสำหรับทำงานให้แล้วเสร็จทุกหน่วย (Processing Time) คือ $40-15 = 25$ สัปดาห์ อันนี้หมายถึงว่าเวลาสำหรับประกอบกิจกรรมทุกกิจกรรมให้ครบทุกหน่วยแต่ละกิจกรรมจะเท่ากับ 25 สัปดาห์ แสดงว่าจะต้องจัดอัตรากำลังที่จะทำงานแต่ละกิจกรรมได้ในอัตราสัปดาห์ละ 1 แถว
- บ - จากการคำนวณปริมาณงานในกิจกรรมต่าง ๆ ประกอบกับสถิติการทำงานของคนทำงาน ในกิจกรรมนั้น เราก็จะสามารถทราบแรงงาน (คน-วัน) ที่ต้องใช้ในการทำงานนั้นให้แล้วเสร็จ ก็จะกำหนด ได้ว่าจะต้องใช้จำนวนคนทำงานแต่ละอย่างเท่าไรได้ เพื่อประกอบความเข้าใจจะขอยกตัวอย่างงานทำคาน คอนกรีตคอดิน (Ground beam) ของงานอาคารดังกล่าว

ตัวอย่าง งานคานคอดิน (Ground beam) สำหรับเรือนแถว 2 ชั้น แถวละ 14 ห้อง

ตามแบบคำนวณได้ว่า ประกอบด้วย

งานไม้แบบ 370 $\text{ม}^2/\text{แถว}$

เหล็กเสริม 2,180 ก.ก./แถว

คอนกรีต 24 $\text{ม}^3/\text{แถว}$

สถิติการทำงานใน 1 วัน (Expected Output of Labour)

ช่างไม้ 8 $\text{ม}^2/\text{คน}$

ช่างเหล็ก 45 ก.ก./คน

ช่างปูน 0.4 $\text{ม}^3/\text{คน}$ (10 คน เทคอนกรีตโครงสร้างได้วันละประมาณ 4 ม^3)

ดังนั้น แรงงานที่จะต้องใช้เพื่อทำงานคานคอดินให้เสร็จ 1 แถว

$$\left. \begin{array}{l} \text{ช่างไม้} = \frac{370}{8} = 48 \text{ คน-วัน} \\ \text{ช่างเหล็ก} = \frac{2,180}{45} = 48 \text{ คน-วัน} \\ \text{ช่างปูน} = \frac{24}{0.4} = 60 \text{ คน-วัน} \end{array} \right\} = 156 \text{ คน-วัน}$$

ตามข้อกำหนดเราจะต้องทำงานคานคอดินตามปริมาณข้างต้น (1 แถว) นี้ ให้เสร็จภายใน 1 สัปดาห์ หรือ 6 วัน

จึงมีความจำเป็นต้องใช้

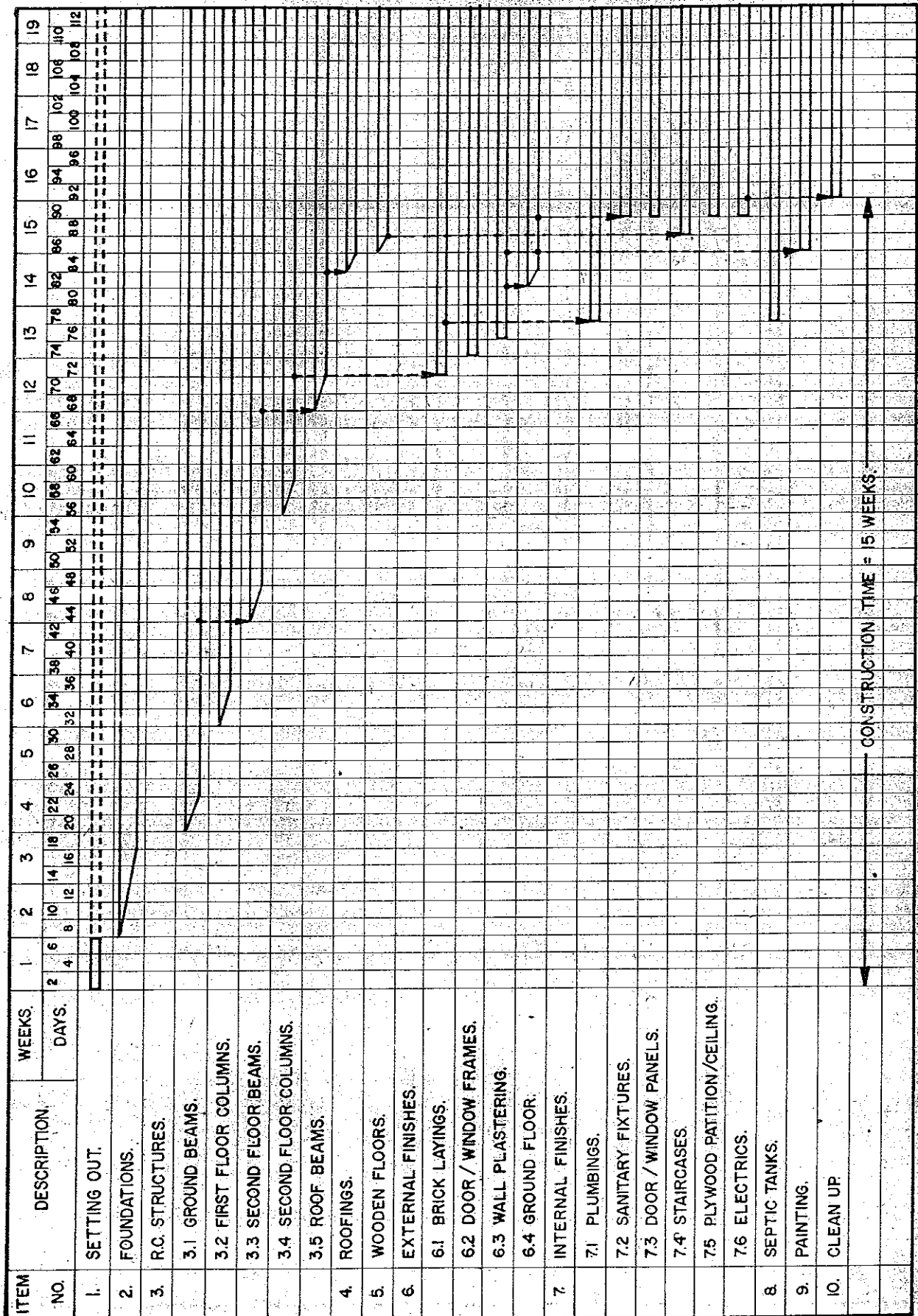
$$\left. \begin{array}{l} \text{ช่างไม้} = 8 \\ \text{ช่างเหล็ก} = 8 \\ \text{ช่างปูน} = 10 \end{array} \right\} = 26 \text{ คน}$$

Item No.	Descriptions	Man - day Req'd Per Row*	Total Man-day Required (25 Rows)	No. of Men Req'd to finish within available time (25 Wks)	Remarks
1.	Setting Out	5	—	5	
2.	Foundations	360	9,000	60	
3.	Concrete Structures				
	3.1 Ground Beams	156	3,900	26	
	3.2 1 st Floor Columns	78	1,950	13	
	3.3 2 nd Floor Beams	156	3,900	26	
	3.4 2 nd Floor Columns	78	1,950	13	
	3.5 Roof Beams	156	3,900	26	
4.	Roofings	300	7,500	50	
5.	Wooden Floor	220	5,500	37	
6.	External Finish				
	6.1 Brick Laying	280	7,000	47	
	6.2 Door/Window Frames	100	2,500	17	
	6.3 Wall Plastering	800	20,000	134	
	6.4 Ground Floor	160	4,000	27	
7.	Internal Finish				
	7.1 Plumbings	80	2,000	14	
	7.2 Sanitary Fixtures	40	1,000	7	
	7.3 Door/Window Panels	100	2,500	17	
	7.4 Staircases	85	2,125	14	
	7.5 Plywood Partition/Ceiling	145	3,625	24	
	7.6 Electricity	75	1,875	13	
8.	Septic Tank	80	2,000	14	
9.	Painting	800	20,000	134	
10.	Clean up	10	250	2	
			106,475	720	

* Man-day Req's Row = $\frac{\text{Estimated Quantity}}{\text{Expected Out Put of Labour.}}$

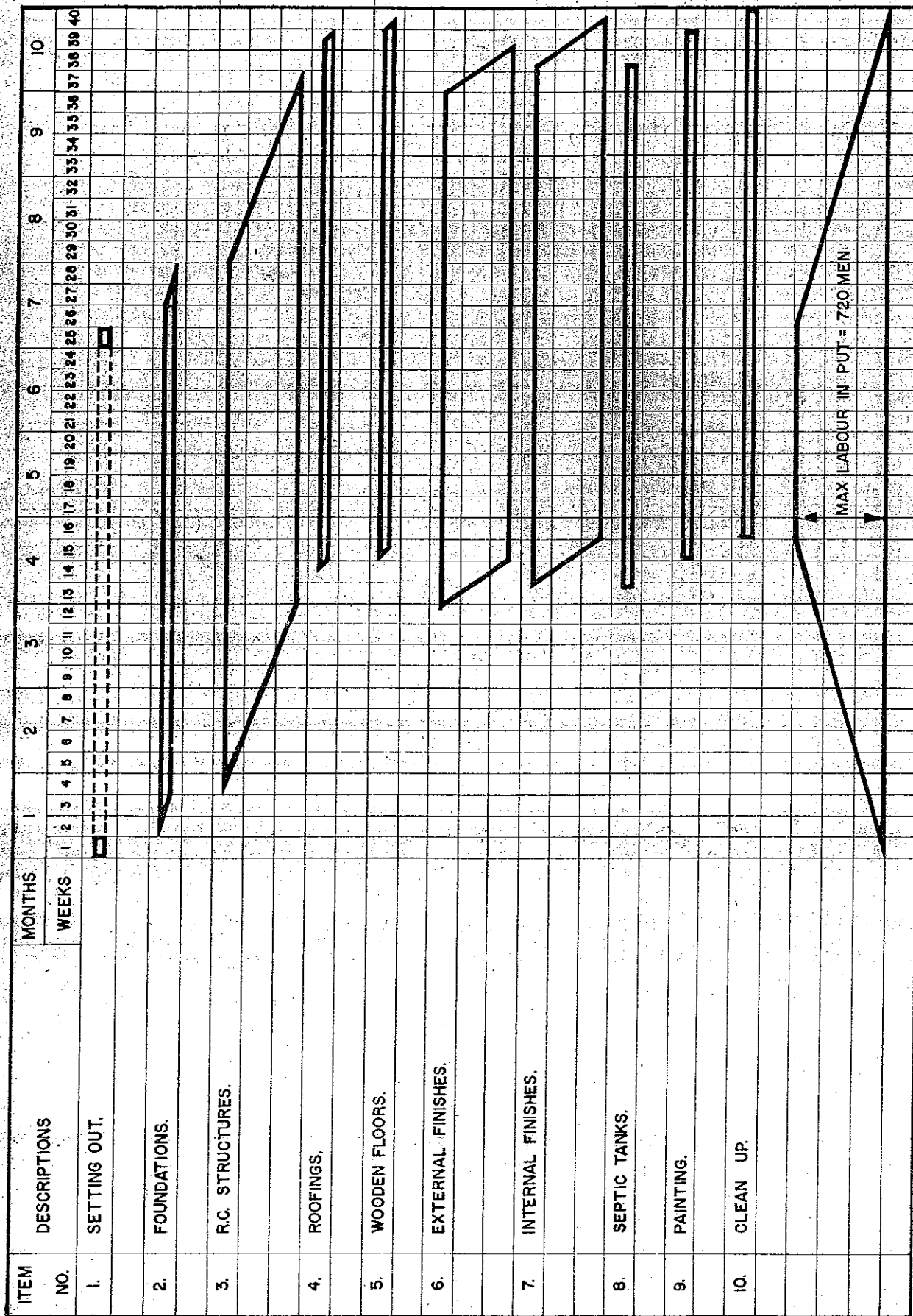
ห้องสมุด
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

101



DETAILED PROGRAMME

หนังสือเล่มนี้เป็นสมบัติของห้องสมุด วทอ. หักต้องให้
บุคลากรแก่ท่านทุกคน ขออย่าได้ทำ



ในการทำงานจริง จำนวนคน 26 คน เข้าไปทำงานในบริเวณเดียวกันอาจจะไม่สะดวกนัก ดังนั้น เราจึงสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยที่คิดว่าสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามตัวอย่างนี้ อาจจะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 13 คน คือ

ประเภทงาน	ช่างฝีมือ	ผู้ช่วย	รวมทั้งหมด
ช่างไม้ (ตั้งแบบ)	2	2	4
ช่างเหล็ก (ตัดและผูกเหล็ก)	2	2	4
ช่างปูน (เฉพาะหน้างาน)	1	4	5
รวม	5	8	13

งานอื่น ๆ ก็สามารถทำได้ในลักษณะเดียวกันนี้

การจัดการในสนาม (On-Site Management)

จากการวางแผนงานตามประเภทงานต่าง ๆ และจำนวนคนงานแต่ละกลุ่ม (Gang) ทางสนามก็ต้องจัดให้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งทำงานตามที่ได้มอบหมายตามความสามารถที่จะทำงานนั้นไปโดยตลอดตั้งแต่หน่วยแรกไปจนถึงหน่วยสุดท้าย อย่างไรก็ตาม ภายในขอบเขตของการวางแผนงานรวมแล้ว กลุ่มผู้ทำงานในประเภทหนึ่งของส่วนหนึ่งของอาคาร ก็สามารถจัดให้ทำงานประเภทเดียวกันในส่วนอื่นของอาคารได้

ตามตัวอย่างที่ยกมาประกอบการอธิบายนี้ จะขอแสดงรายละเอียดให้เห็นเฉพาะงาน “คอนกรีตเสริมเหล็กโครงสร้าง” ซึ่งประกอบด้วยคนงาน 8 กลุ่ม (แต่ละกลุ่มประกอบด้วยช่างไม้ ช่างเหล็ก และช่างปูน) ทำงานต่อไปนี้ คือ คานคอดิน เสาชั้นที่ 1 คานชั้นที่ 2 เสาชั้นที่ 2 และคานรับหลังคา

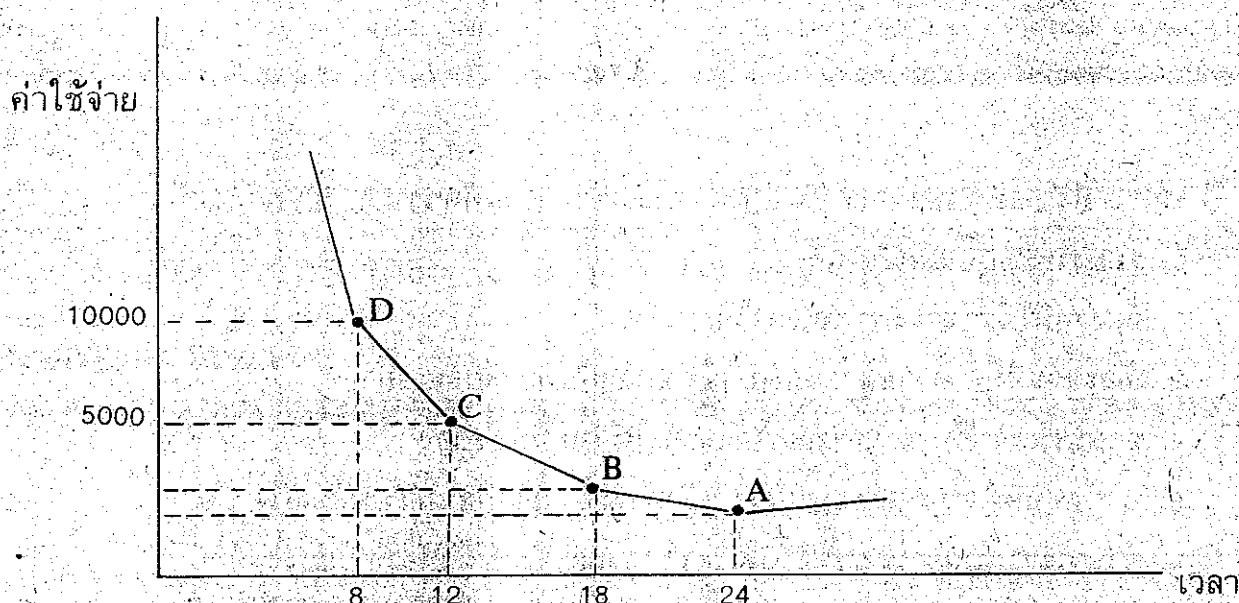
การจัดการในสนามทำได้ 2 วิธี คือ

วิธีที่ 1 : แต่ละกลุ่มจะทำงานเพียงกิจกรรมเดียวในอาคารที่กำหนดให้ชุดหนึ่งเท่านั้น เช่น กลุ่มที่ 1 ก็จะทำงานเฉพาะ “คานคอดิน” ที่อาคารแถวที่ 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 ไปเรื่อย ๆ ในขณะที่กลุ่มที่ 2 ก็จะทำงานเฉพาะ “คานคอดิน” เหมือนกันแต่ที่อาคารแถวที่ 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 ไปเรื่อย ๆ ส่วนกลุ่มอื่น ๆ ก็จะทำงานเฉพาะอย่างเช่นเดียวกัน

วิธีที่ 2 : หากมีการวางแผนที่ดี และมีผู้ควบคุมงานที่ติดตามงานอย่างใกล้ชิดก็สามารถจัดกลุ่มทำงานให้ทำงานผสมกันได้ โดยทำงานในอาคารที่กำหนดให้ไม่มากจำนวนนัก เช่น ตามตัวอย่างนี้ : กลุ่มที่ 1 จะทำงานเฉพาะอาคารหมายเลข 1, 3, 13 และ 15 เท่านั้น โดยทำงานคานคอดิน คานชั้นที่ 2 และหลังคา กลุ่มที่ 3 จะทำงานเฉพาะอาคารหมายเลข 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 19 และ 20 เท่านั้น โดยทำงานเสาชั้นที่ 1 และเสาชั้นที่ 2 กลุ่มอื่น ๆ ก็เช่นเดียวกัน จะสามารถจัดให้ทำงานคล้าย ๆ กันในจำนวนอาคารไม่กี่หลังเท่านั้น

การปรับแผนงาน

ในการทำงานแต่ละงาน บางครั้งสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การขุดดิน สามารถจะกระทำได้โดยใช้แค่คนขุดหรือใช้คนทำงานร่วมกับเครื่องจักร ดังนั้น ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานแต่ละงานก็อาจมีได้หลายค่า เพื่อให้การวางแผนงานมีประสิทธิภาพสูง จึงจำเป็นที่จะต้องข้อมูลของงานแต่ละงานอย่างละเอียดโดยเฉพาะในเรื่องของระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงานนั้น ๆ กล่าวคือ เราจะต้องรู้ว่างานแต่ละงานมีวิธีการทำงานอย่างไร และมีระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่จะทำงานให้เสร็จอย่างไร ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงานแต่ละงานให้เสร็จสามารถจะเขียนออกมาเป็นกราฟได้ ดังแสดงในรูปซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการก่อสร้างเขื่อนดินโดยวิธีการต่าง ๆ กัน



จากกราฟนี้มีความสัมพันธ์ของระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่น่าสนใจอยู่ 2 จุด คือ จุด A และ D จุด A แสดงความสัมพันธ์ของเวลาและค่าใช้จ่ายปกติ (normal) กล่าวคือเป็นระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงานเพื่อให้เสร็จโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด จุด D แสดงความสัมพันธ์ของระยะเวลาและค่าใช้จ่ายเร่งงาน (crash) คือ ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายซึ่งใช้ในการทำงาน เพื่อให้เสร็จโดยการเพิ่มทรัพยากรพิเศษเข้าไปทำให้เสียเวลาน้อยที่สุด เส้นตรงที่แสดงความสัมพันธ์ของระยะเวลาและค่าใช้จ่ายตามจุด

ต่าง ๆ ของกราฟ คือ ค่าความลาดของค่าใช้จ่าย (cost slope) ซึ่งหมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการลดระยะเวลาการทำงานลง 1 หน่วยเวลาซึ่งหาได้ดังนี้

$$CS_{ij} = \frac{Cost_j - Cost_i}{Time_i - Time_j}$$

CS_{ij} = ค่าความลาดของค่าใช้จ่ายระหว่างจุด i และ j โดยจุด i คือจุดที่ใช้ระยะเวลาในการทำงานมากกว่าจุด j แต่เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า

การปรับแผนงาน

ระยะเวลาในการทำโครงการซึ่งเราหาได้จากผังลูกศร จะเป็นระยะเวลาที่ได้จากการทำงานปกติ (normal time) ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทำโครงการ จึงเป็นค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุด ซึ่งค่าใช้จ่ายนี้หาได้จากการรวมค่าใช้จ่ายปกติของงานย่อยทั้งหมดในโครงการนั้น ๆ เข้าด้วยกัน ระยะเวลาที่หาค่าได้นี้อาจจะไม่ใช่วะระยะเวลาที่จะใช้ในการดำเนินโครงการที่ต้องการ กล่าวคือ มีระยะเวลาในการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในสัญญา น้อยกว่าที่คำนวณไว้ เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องมีการปรับแผนงานเพื่อให้ได้ระยะเวลาที่ต้องการ หลักการในการปรับแผนงานนี้ก็คือ การที่จะให้งานเสร็จเร็วขึ้นนั้น จะต้องลดเวลาในการทำงานของงานที่อยู่บนเส้นทางวิกฤติโดยเลือกลดเวลาของงานซึ่งมีค่าความลาดของค่าใช้จ่าย (cost slope) น้อยที่สุดก่อน

ในการปรับแผนงานแต่ละครั้ง มีขั้นตอนในการทำงานที่ควรจะต้องปฏิบัติตามดังนี้

1. ระบุงานที่อยู่บนเส้นทางวิกฤติ
 2. ตัดงานที่ไม่สามารถจะลดเวลาได้ออกไป
 3. เลือกงานที่มีค่าความลาดของค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด เพื่อลดเวลา
 4. หาระยะเวลาที่จะสามารถลดได้และค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง
 5. หาข้อจำกัดในการลดระยะเวลา แล้วหาระยะเวลาที่สามารถลดลงได้จริง
 6. คำนวณระยะเวลาในการดำเนินโครงการและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องใหม่
- ข้อจำกัดในการลดระยะเวลาการทำงานของงานแต่ละงานนั้น มีอยู่ด้วยกัน 3 ประการ คือ
1. ความสามารถที่จะลดระยะเวลาการทำงาน
 2. ค่า float ของงานที่มีความเกี่ยวข้องกับงานที่จะลดเวลา
 3. การมีเส้นทางวิกฤติอื่นขนานกับเส้นทางวิกฤติของงานที่กำลังจะลดเวลา

เพื่อให้เข้าใจถึงวิธีการปรับแผนงานดังกล่าวข้างต้น จึงขอนำฟังก์ชันกราฟตัวอย่างที่ใช้ในการหา
ระยะเวลาของโครงการในตอนแรกมาศึกษาอีกครั้งหนึ่ง โดยสมมติว่างานแต่ละงานมีความสัมพันธ์ระหว่าง
เวลาและค่าใช้จ่ายตามตารางข้างล่างนี้

งาน	เวลาปกติ	ค่าใช้จ่ายปกติ	เวลาเร่ง	ค่าใช้จ่ายเร่ง	cost slope
A	10	200	10	200	-
B	20	200	20	200	-
C	40	1,800	40	1,800	-
D	28	500	20	580	10
E	8	150	8	150	-
F	10	100	6	260	40
G	30	3,000	10	1,600	180
H	20	2,800	8	3,400	50
I	24	1,000	14	1,650	65
J	10	200	6	520	80
K	12	400	8	520	30

จากการคำนวณหาระยะเวลาของโครงการและจากตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน
จะได้ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายปกติดังนี้

ระยะเวลาปกติ = 104

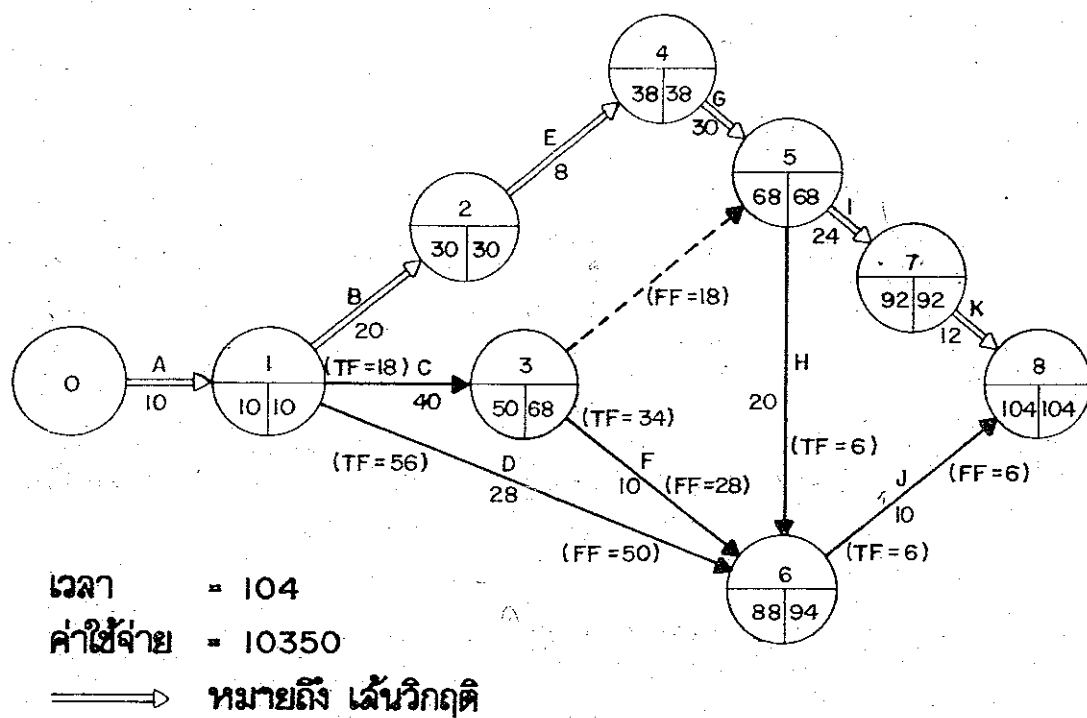
ค่าใช้จ่ายปกติ = 10,350

1. การปรับแผนงานครั้งที่ 1

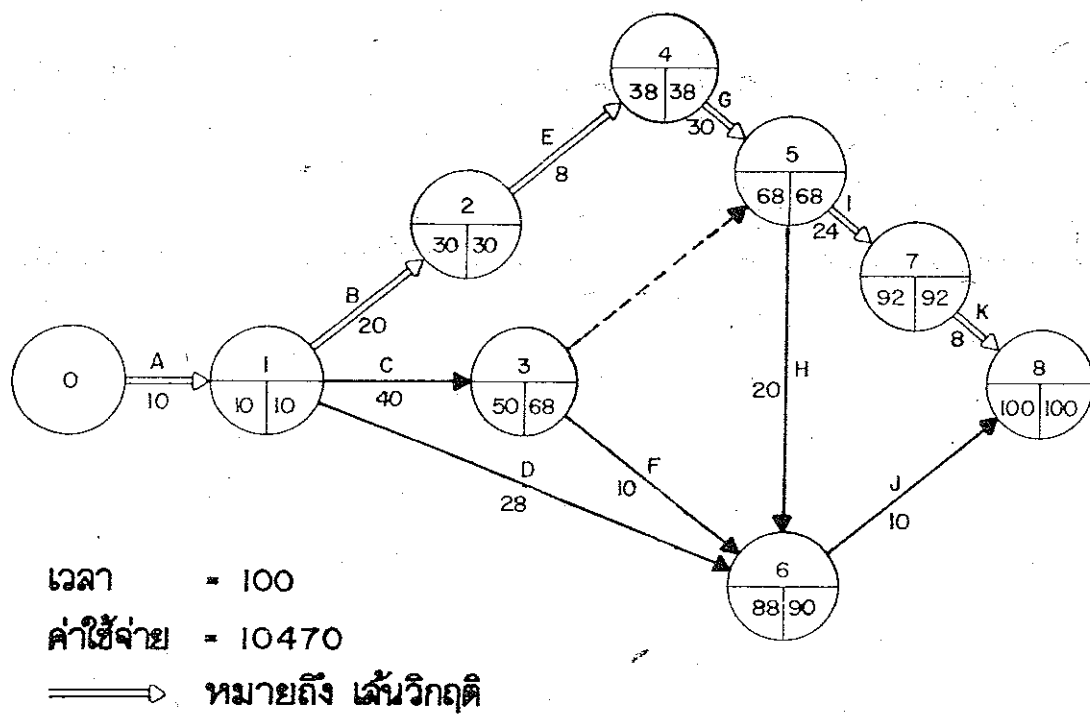
- งานบนเส้นวิกฤติคือ A-B-E-G-I-K
- งานที่ไม่สามารถลดเวลาได้ (cost slope = 0) คืองาน A, B, E
- งานที่ cost slope ต่ำที่สุดคือ งาน K cost slope = 30
- สามารถลดเวลาได้ 4 หน่วย และไม่มีข้อจำกัด
- ดังนั้น ลดเวลาของงาน K ลง 4 หน่วย มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 120 หน่วย

ระยะเวลาของโครงการ = $104 - 4$ = 100

ค่าใช้จ่าย = $10,350 + 120$ = 10,470



รูปที่ 5



รูปที่ 6 แผนงานหลังการปรับครั้งที่ 1

2. การปรับแผนงานครั้งที่ 2

- งานที่ cost slope ต่ำที่สุดคือ งาน I (cost slope = 65)
- สามารถลดเวลาได้ 10 หน่วย แต่มีข้อจำกัดคือ งานที่อยู่ระหว่างข้อ 5-6-8 มี free float เหลือ

อยู่เพียง 2

- ดังนั้น ลดเวลาของงาน I ลง 2 หน่วย มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 130 หน่วย

$$\text{ระยะเวลา} = 100 - 2 = 98$$

$$\text{ค่าใช้จ่าย} = 10,470 + 130 = 10,600$$

3. การปรับแผนงานครั้งที่ 3

- งานที่อยู่ระหว่างข้อ 5-6-8 เป็นเส้นวิกฤติเพิ่มขึ้น
- งานที่สามารถลดเวลาได้ คือ

A. งาน G มี cost slope 180

B. งาน I และ H มี cost slope 115

C. งาน I และ J มี cost slope 145

ดังนั้น ลดเวลาของงาน I และ H มี cost slope ต่ำที่สุด

- งาน H สามารถลดเวลาได้ 12 หน่วย แต่งาน I สามารถลดได้เพียง 8 หน่วย
- ดังนั้นลดเวลาของงาน I และ H ลงงานละ 8 หน่วย มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นทั้งหมด 920 หน่วย

$$\text{ระยะเวลา} = 98 - 8 = 90$$

$$\text{ค่าใช้จ่าย} = 10,600 + 920 = 11,520$$

4. การปรับแผนงาน ครั้งที่ 4

- งานที่ cost slope ต่ำสุดคืองาน G (cost slope = 180)
- สามารถลดเวลาได้ 20 หน่วย แต่มีข้อจำกัด คือ งานที่อยู่ระหว่างข้อ 1-3-5 มี free float เหลืออยู่

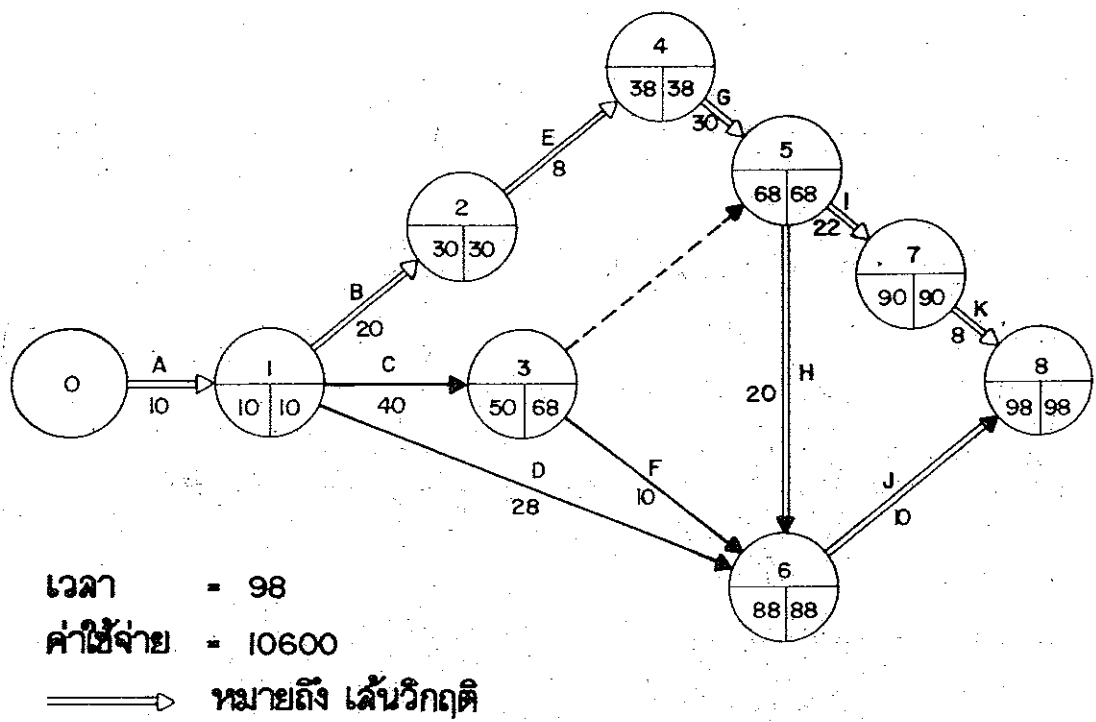
เพียง 18

- ดังนั้น ลดเวลาของงาน G ลง 18 หน่วย มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 3,240 หน่วย

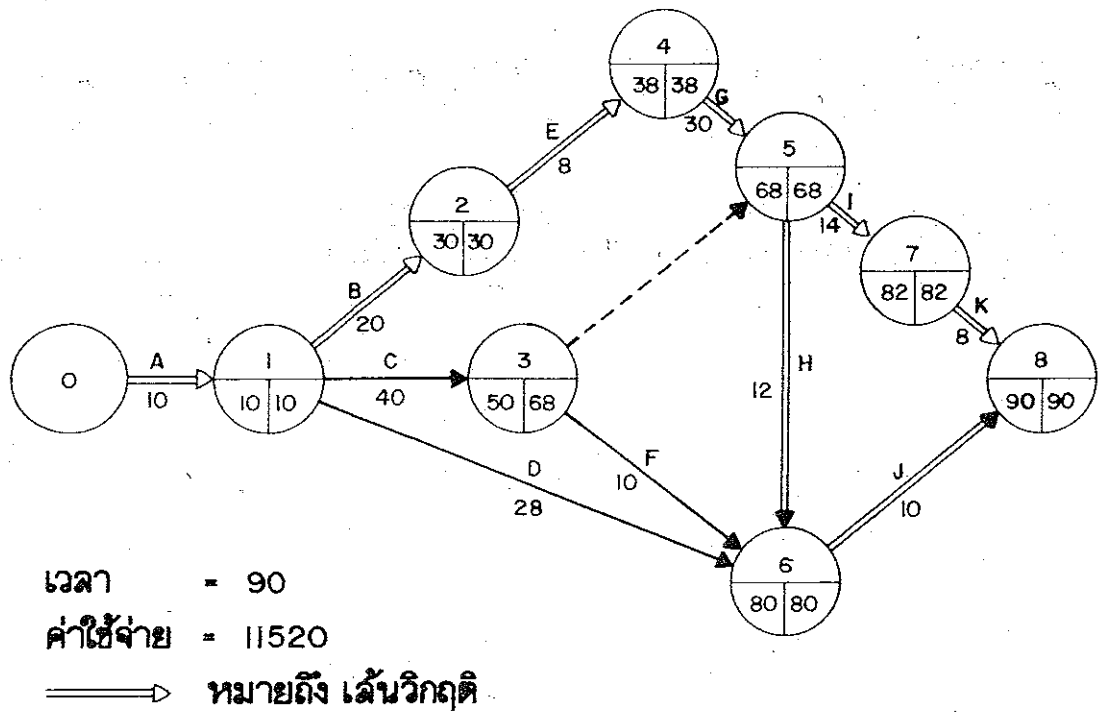
$$\text{ระยะเวลา} = 90 - 18 = 72$$

$$\text{ค่าใช้จ่าย} = 11,520 + 3,240 = 14,760$$

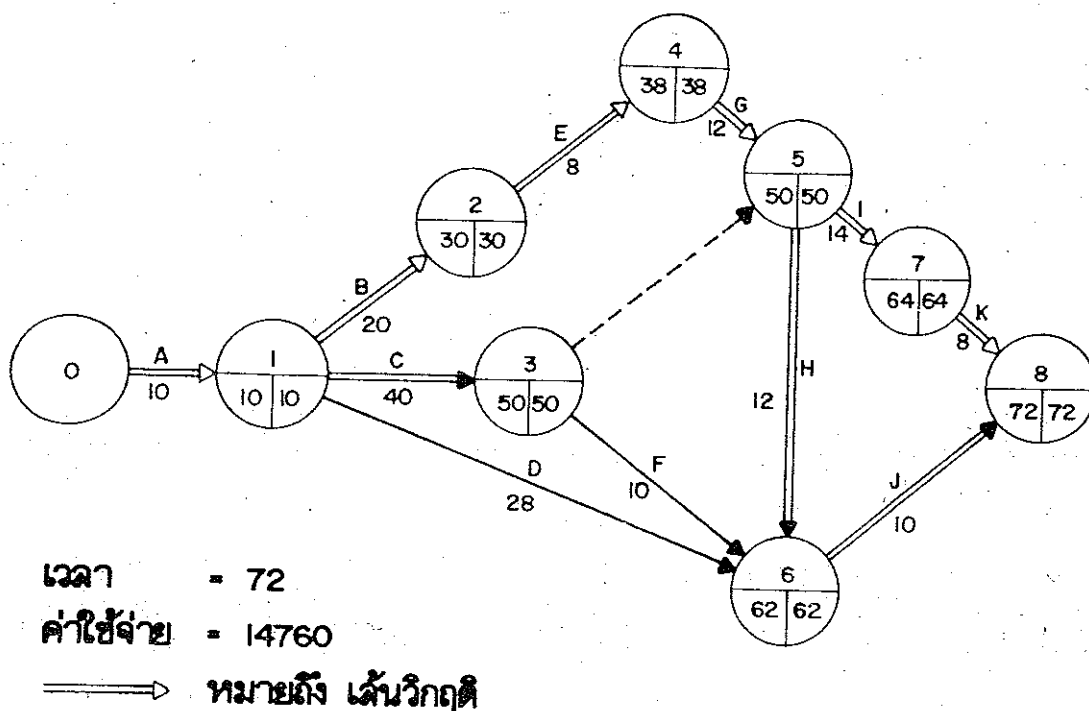
หลังจากการปรับแผนงานครั้งที่ 4 แล้ว จะเห็นว่าไม่สามารถปรับแผนงานต่อไปได้อีกแล้ว ทั้งนี้เนื่องจากว่างานที่อยู่บนเส้นวิกฤติมีข้อจำกัดในการลดระยะเวลาการทำงานทุกงาน



รูปที่ 7 แผนงานหลังการปรับครั้งที่ 2



รูปที่ 8 แผนงานหลังการปรับครั้งที่ 3



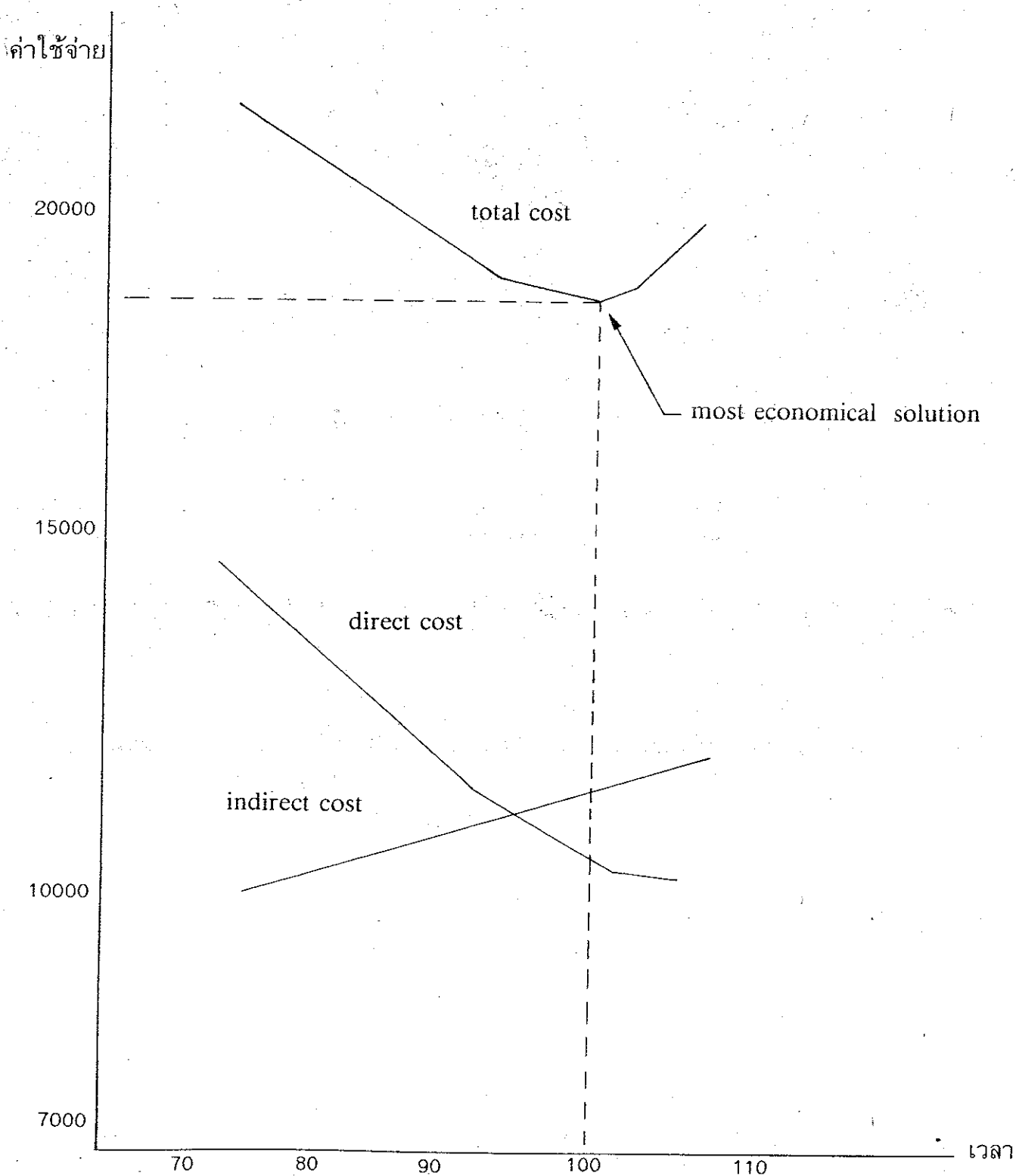
รูปที่ 9 แผนงานหลังการปรับครั้งที่ 4

การปรับแผนงานที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดเป็นการปรับแผนงาน เพื่อหาค่าใช้จ่ายในการลดระยะเวลาการทำงาน of โครงการซึ่งโดยวิธีการเดียวกันนี้ เราสามารถปรับแผนงานเพื่อเพิ่มระยะเวลาการทำงาน of โครงการได้เช่นกัน ซึ่งในกรณีหลังนี้ หลักการในการปรับแผนงานมีอยู่ว่า การที่จะให้งานเสร็จช้าลงนั้นจะต้องเพิ่มเวลาในการทำงานของงานที่อยู่บนเส้นวิกฤติโดยเลือกเพิ่มเวลาของงานซึ่งมีค่าความลาดของค่าใช้จ่ายมากที่สุดก่อน ขั้นตอนและข้อจำกัดในการปรับแผนงานเพื่อเพิ่มระยะเวลานั้นเหมือนกับการปรับแผนงานเพื่อลดระยะเวลาดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

การจัดเวลาทำงานให้ค่าใช้จ่ายต่ำสุด (Least-cost scheduling)

ค่าใช้จ่ายของโครงการที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมด เป็นค่าใช้จ่ายซึ่งใช้ในการทำงานแต่ละงานโดยตรง (direct cost) กล่าวคือ เป็นค่าใช้จ่ายของแรงงาน วัสดุและเครื่องจักรที่ใช้ในการทำงานนั้น ๆ แต่ในการทำงานโดยทั่วไปแล้ว ยังมีค่าใช้จ่ายอีกส่วนหนึ่ง ซึ่งไม่ได้เกี่ยวข้องกับการทำงานแต่ละงานโดยตรง (indirect cost) ค่าใช้จ่ายส่วนนี้คือค่าใช้จ่ายที่ใช้เพื่อให้การดำเนินโครงการเสร็จสิ้นตามที่ได้อ้างอิงเอาไว้หรือที่เราเรียกว่า ค่าดำเนินการนั่นเอง

ดังนั้น ในการหาค่าใช้จ่ายที่แท้จริงของโครงการจะต้องนำค่าใช้จ่ายทั้งสอง คือ ค่าใช้จ่ายโดยตรง และค่าดำเนินการมารวมกัน ซึ่งจะทำให้สามารถหาค่าใช้จ่ายต่ำสุดของโครงการได้ โดยการเขียนกราฟของค่าใช้จ่ายโดยตรง และค่าดำเนินการ ดังแสดงในรูป (ซึ่งเป็นกราฟของฟังก์ชันที่ใช้เป็นตัวอย่างมาก่อนหน้านี้) จะสามารถหาจุดซึ่งมีค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุดได้ จุดนี้จะเป็นจุดที่แสดงระยะเวลาการทำงานของโครงการที่จะเสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด



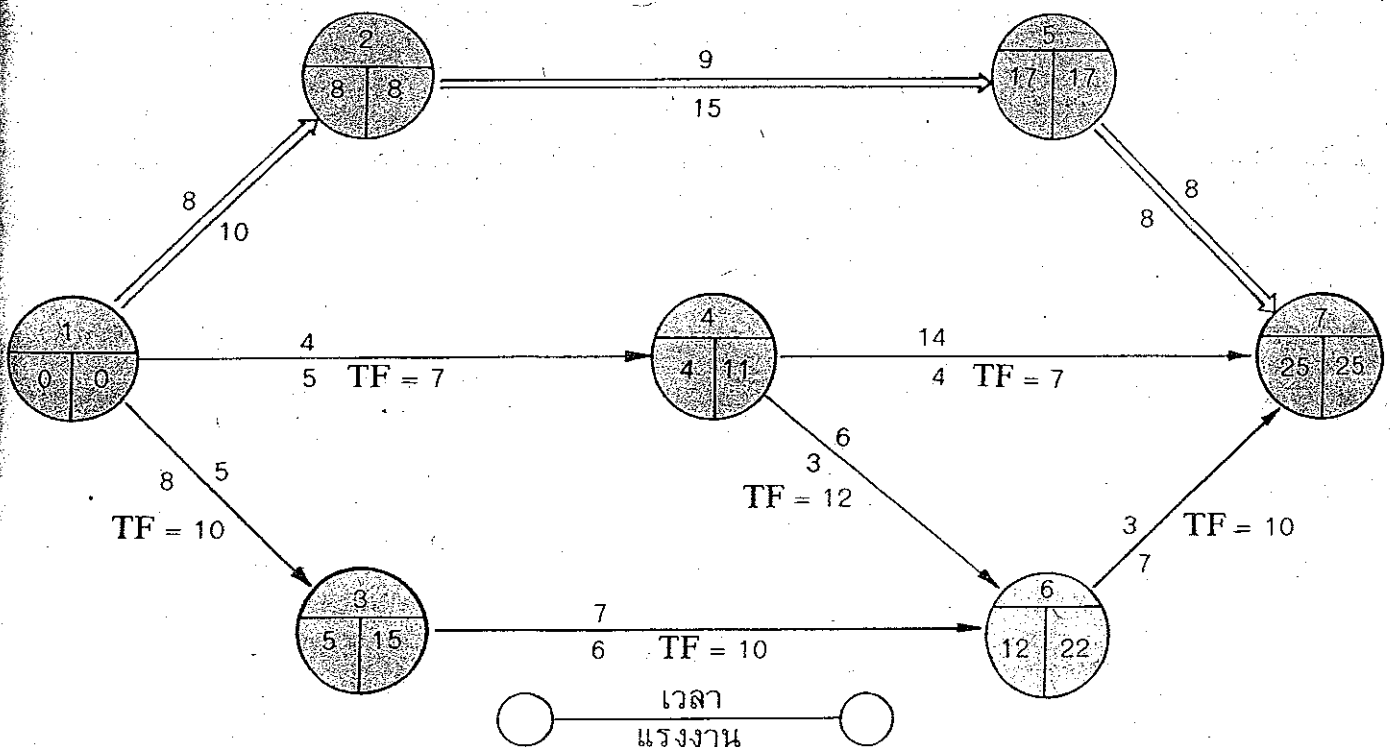
การจัดทรัพยากร

ในการเขียนผังลูกศรและคำนวณหาระยะเวลาต่าง ๆ ของแผนงานตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เรามีสมมติฐานอยู่ว่าเราจะทำโครงการให้เสร็จภายในระยะเวลาที่สั้นที่สุด โดยไม่คำนึงถึงการจัดทรัพยากร เช่น แรงงานและเครื่องมือเครื่องจักร กล่าวคือมีทรัพยากรจำนวนไม่จำกัดและสามารถจัดหามาได้ตลอดเวลาตามที่ต้องการ แต่ในการนำผังลูกศรที่ได้วางแผนเอาไว้ไปใช้งานจริง เราจะต้องพยายามจัดการใช้ทรัพยากรให้เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งในบางครั้งอาจจะต้องมีการปรับปรุงแผนงานเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามปริมาณของทรัพยากรที่มีอยู่

การจัดทรัพยากร (Resource Allocation) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ

1. Resource Leveling คือ การจัดทรัพยากรให้มีปริมาณการใช้งานเป็นไปอย่างสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาของโครงการให้มากที่สุด เท่าที่จะทำได้ โดยไม่มีข้อจำกัดของปริมาณทรัพยากรนั้น

ตัวอย่าง สมมติว่าผังลูกศรของโครงการเล็ก ๆ โครงการหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยงานย่อย 9 งาน สามารถแสดงได้ดังในรูป



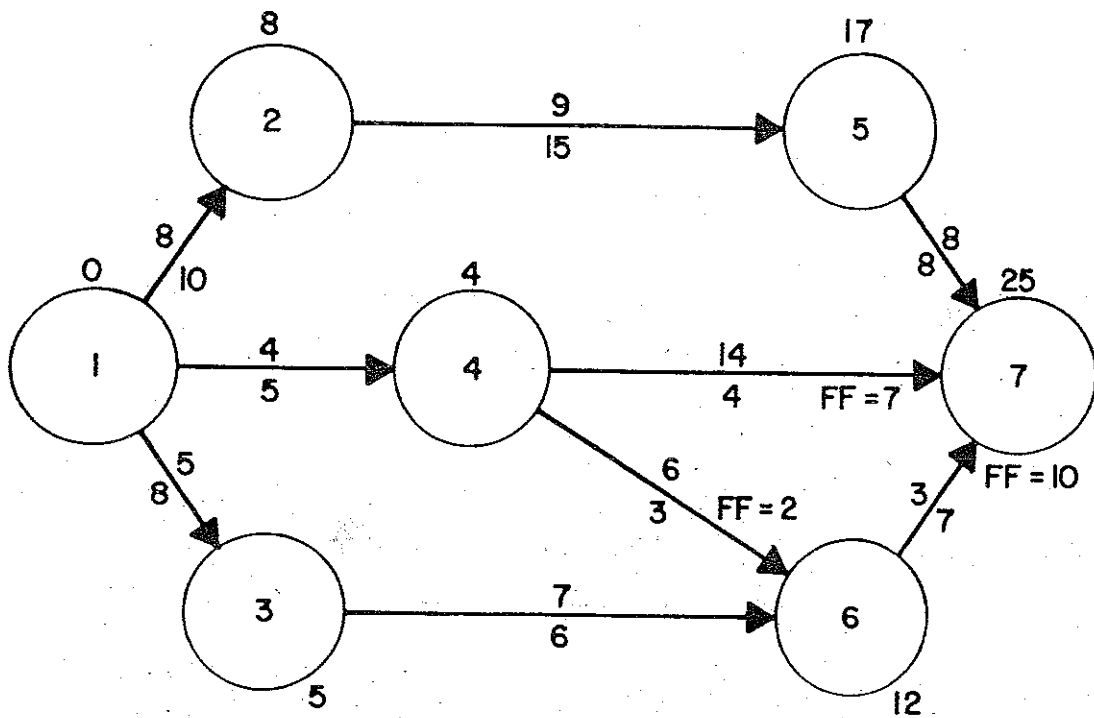
ผังลูกศรในรูปจะแสดงระยะเวลาต่าง ๆ ของงานย่อยและของโครงการเส้นวิกฤติและระยะเวลา รวมทั้งแรงงานที่ใช้ในการทำงานแต่ละงาน

วิธีการจัดให้มีการใช้แรงงานอย่างสม่ำเสมอตลอดโครงการเริ่มต้นโดยการเขียน CPM-Bar Chart ของโครงการนั้น ๆ ก่อน CPM-Bar Chart นี้ จะมีลักษณะเหมือนกับ Bar Chart โดยทั่วไปสิ่งที่แตกต่างกันก็คือ CPM-Bar Chart จะแสดงให้เห็นว่างานใดบ้างที่เป็นงานวิกฤติ (critical activities) และความสัมพันธ์ของงานต่าง ๆ เป็นอย่างไร เราจะเขียน CPM-Bar Chart ของแต่ละแผนงาน 2 ครั้ง ครั้งแรกจะเขียนโดยให้งานทุกงานเริ่มต้นทำงานเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ (earliest start schedule) ดังแสดงในรูปที่ 10 ซึ่งสามารถเขียนออกมาเป็น CPM-Bar Chart ได้ดังแสดงในรูปที่ 11 จาก Bar Chart นี้ จะเห็นได้ว่าการให้งานทุกงานเริ่มต้นเร็วที่สุดทำให้ข่ายงานที่ไม่ได้อยู่ในเส้นวิกฤติ เกิด Float ขึ้นในช่วงสุดท้ายของข่ายงานนั้น ๆ และจากกราฟแสดงแรงงานที่ใช้ในแต่ละวัน ปรากฏว่าในช่วงต้นโครงการจะต้องการแรงงานมากกว่าในช่วงท้ายโครงการที่มี Float เผื่อเอาไว้ จำนวนแรงงานที่ต้องการมากที่สุดคือ 28 และน้อยที่สุดคือ 8 โดยมีค่าเฉลี่ยของแรงงานที่ต้องการเท่ากับ 19

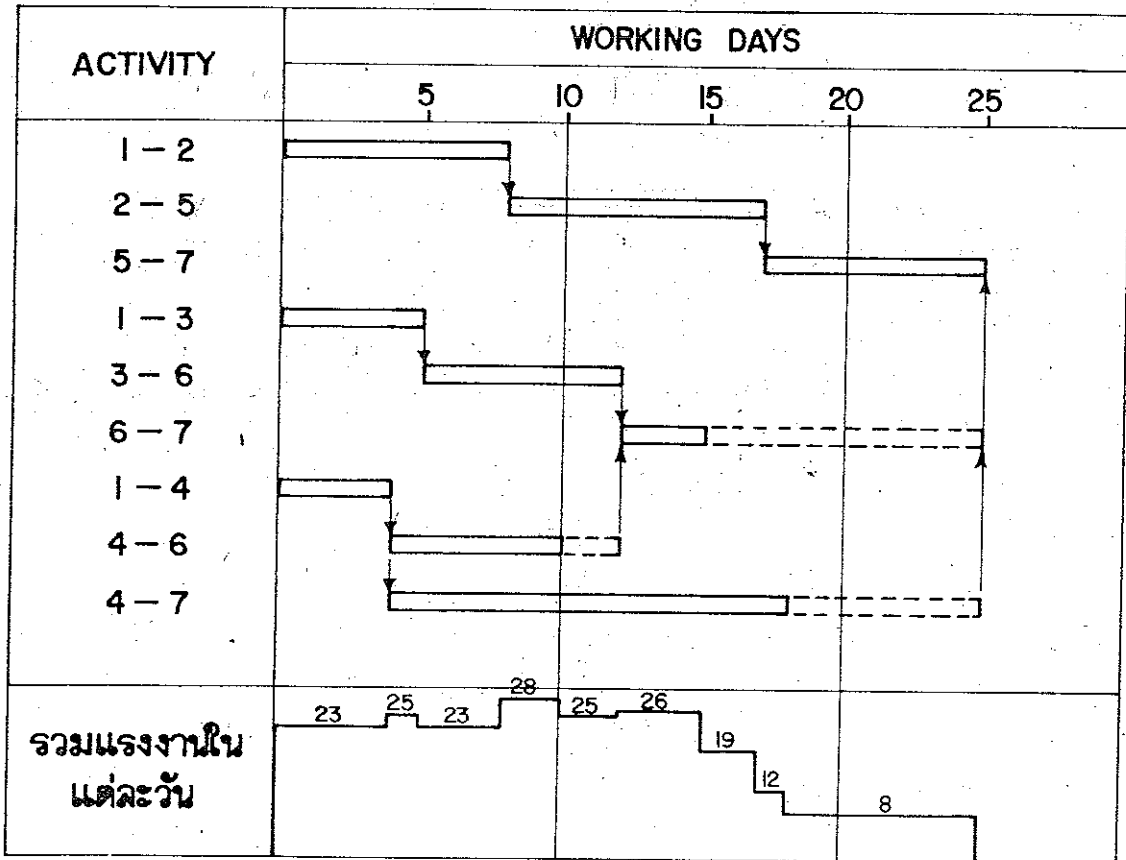
ครั้งที่ 2 จะเขียน CPM-Bar Chart โดยให้งานทุกงานเริ่มต้นช้าที่สุดเท่าที่จะทำได้ (latest start schedule) ดังแสดงในรูปที่ 12 ซึ่งสามารถเขียนออกมาเป็น CPM-Bar Chart ได้ดังรูปที่ 13 จาก Bar Chart นี้ จะเห็นได้ว่าการเริ่มงานทุกงานช้าที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทำให้งานทุกงานกลายเป็นงานวิกฤติ กล่าวคือไม่สามารถยอมให้เกิดการล่าช้าขึ้นในงานใดงานหนึ่งได้ เพราะจะทำให้โครงการเกิดความล่าช้าขึ้นได้ จำนวนแรงงานที่ต้องการมากที่สุดของ latest start schedule คือ 28 และน้อยที่สุด คือ 10 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19 เช่นเดียวกัน

ถ้าเปรียบเทียบแผนงานทั้ง 2 แบบดูจะเห็นได้ว่า การวางแผนโดยให้งานทุกงานเริ่มต้นเร็วที่สุด จะต้องการแรงงานเป็นจำนวนมาก ในระยะเริ่มต้นโครงการ และจะน้อยที่สุดในช่วงปลายโครงการ ในขณะที่การวางแผนโดยให้งานทุกงานเริ่มต้นช้าที่สุดจะต้องการแรงงานในช่วงต้นน้อยและจะเพิ่มมากในช่วงหลังของโครงการ จากข้อเปรียบเทียบนี้ ทำให้เกิดการจัดทำ resource leveling ขึ้น เพื่อให้การใช้แรงงานเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ วิธีการจัดทำ resource leveling ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปก็คือ การพยายามเลื่อนงานซึ่งมี float ภายในช่วง float ที่มีอยู่ให้ได้แรงงานที่สม่ำเสมอมากที่สุด จากตัวอย่างที่แสดงพบว่า ถ้าจัดทำแผนที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 14 ซึ่งสามารถเขียนออกมาเป็น CPM-Bar Chart ได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 15 แล้วจะทำให้จำนวนที่ต้องการมากที่สุดจะลดเหลือ 25 เท่านั้น

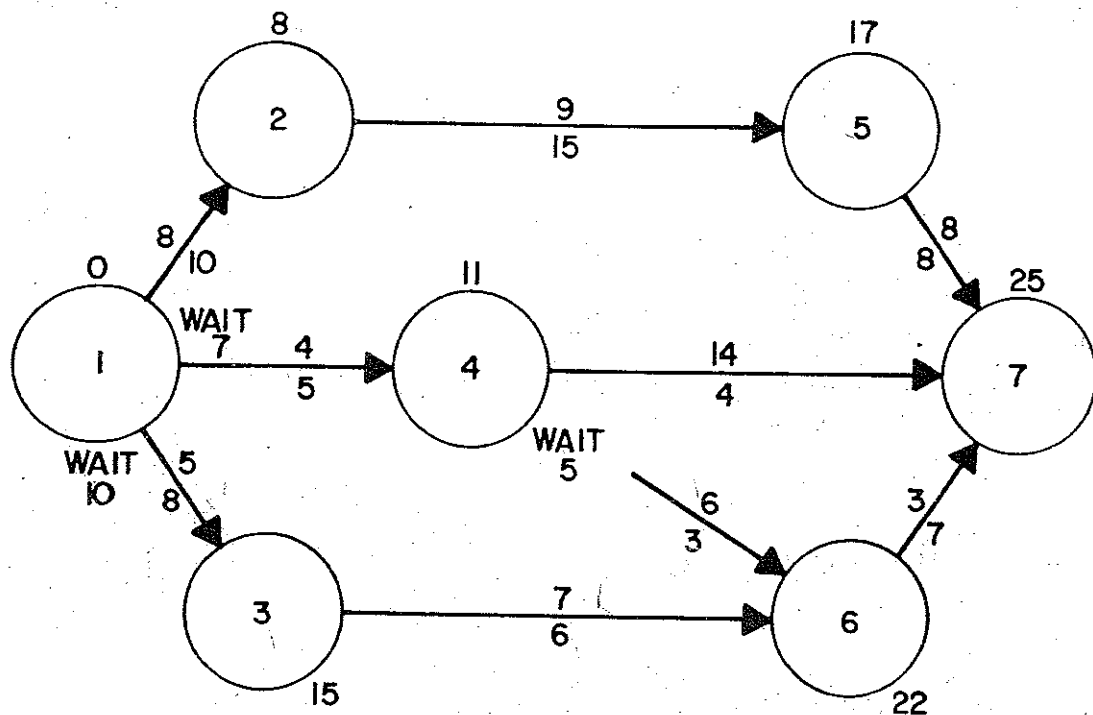
2. Resource Scheduling คือการจัดแผนงานเพื่อใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยการจัดแผนงานนี้อาจจะทำให้ระยะเวลาของโครงการต้องเพิ่มขึ้นบ้าง แต่พยายามให้เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด หลักการเบื้องต้นของการทำ resource scheduling ก็คือ การเลื่อนงานซึ่งไม่ได้อยู่ในเส้นวิกฤติจนกระทั่งได้ปริมาณ



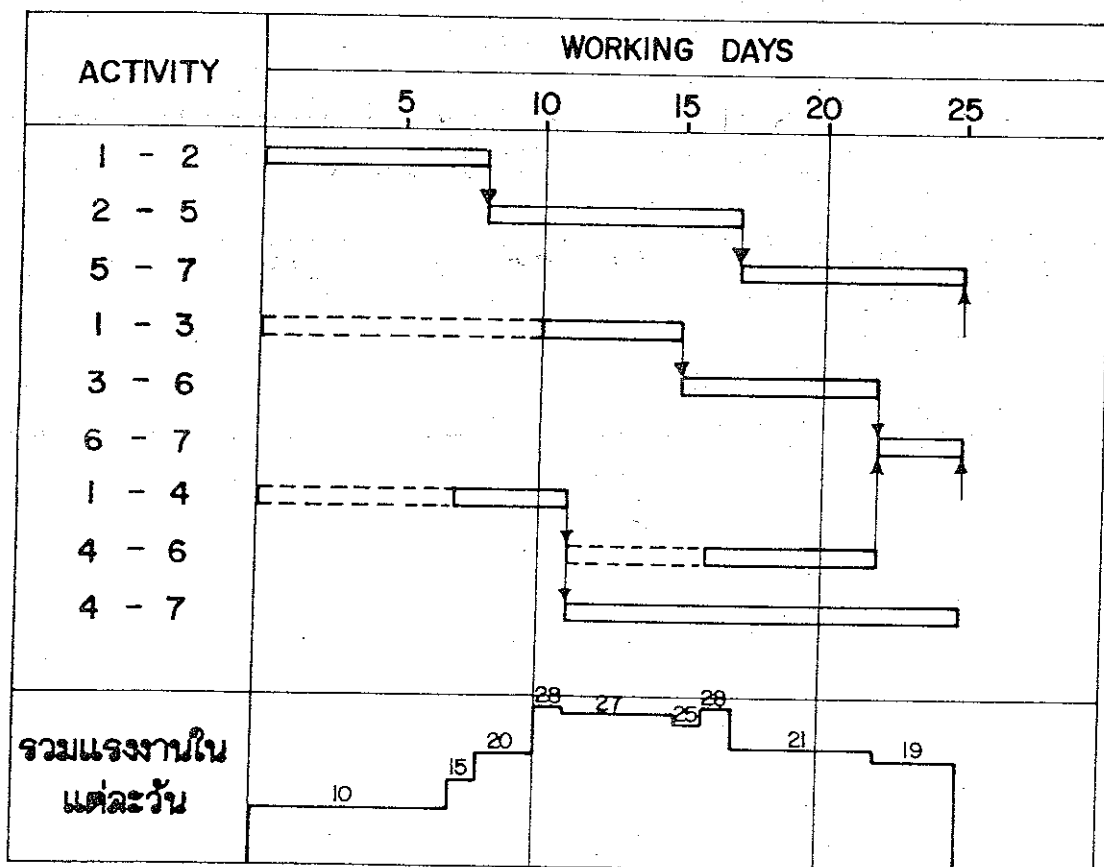
รูปที่ 10 แผนผังของ EARLIEST START



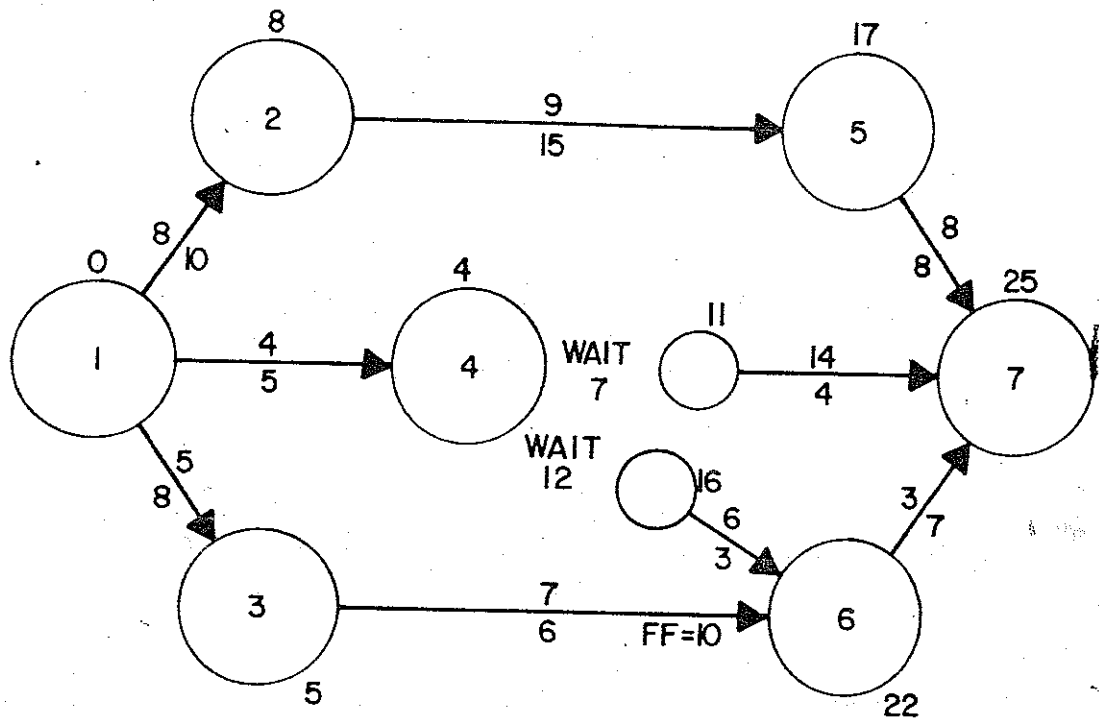
รูปที่ 11 CPM-BAR CHART EARLIEST START



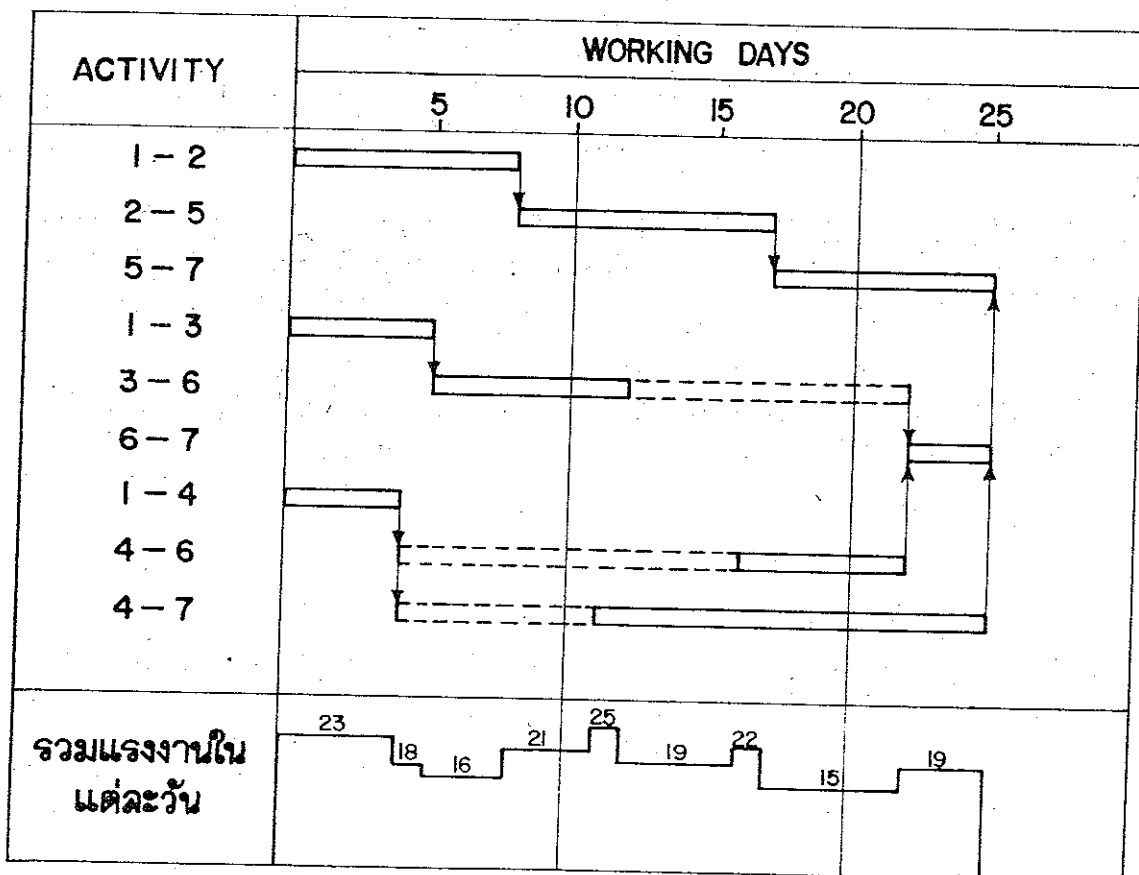
รูปที่ 12 แผนผังของ LATEST START



รูปที่ 13 CPM-BAR CHART ของ LATEST START



รูปที่ 14 พังลูกศรของ RESOURCE LEVELING



รูปที่ 15 CPM-BAR CHART ของ RESOURCE LEVELING

การใช้ทรัพยากรตามที่ต้องการโดยการเลื่อนงานนี้จะเลื่อนงานที่มี total float มากที่สุดก่อน ในการพิจารณาจัดทำ resource scheduling นี้ จะทำการเลื่อนงานในแต่ละช่วงของเวลาไปเรื่อย ๆ ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดโครงการ โดยในบางครั้งอาจจะต้องมีการหาระยะเวลาด่าง ๆ ของแผนงานใหม่ เพื่อหาค่า total float ที่อาจจะมีการเปลี่ยนแปลง

หลักการในการเลื่อนงานนั้นมียุ่ว่าให้เริ่มต้นงานที่มี total float น้อยให้เร็วที่สุด แล้วเริ่มต้นงานที่มี total float มากทันทีที่งานซึ่งมี total float น้อยได้เสร็จสิ้นลง เมื่อการพิจารณาเลื่อนงานในแต่ละช่วงเวลาลิ้นสุดลงให้พิจารณาปรับปรุง total float ของงานที่เหลือใหม่ทุกครั้งก่อนจะเริ่มต้นพิจารณาเลื่อนงานในช่วงเวลาต่อไป

ตัวอย่าง จากผังลูกศรของตัวอย่างแรก สมมติว่าเรามีแรงงานจำกัดเพียง 20 คน ดังนั้น เราจะต้องจัดแผนงานเพื่อไม่ให้การใช้แรงงานในเวลาใดเวลาหนึ่งเกิน 20 คน

ครั้งที่ 1 เริ่มต้นจาก	$T = 0$		
ที่ $T = 0$	งาน 1-2 มี $TF = 0$	ใช้แรงงาน = 10	
	1-3 $TF = 10$	8	
	1-4 $TF = 7$	5	
	รวมแรงงาน	= 23	

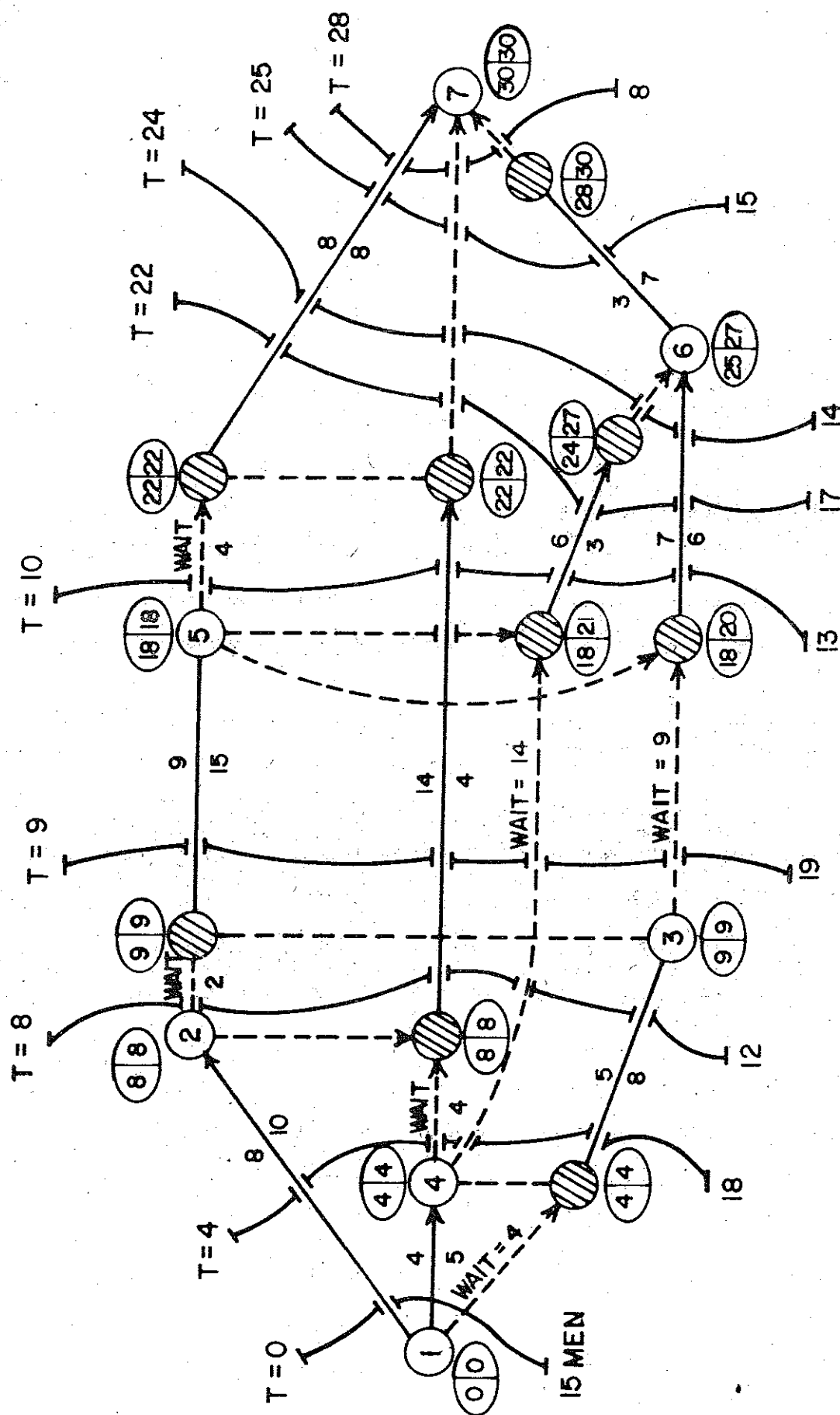
ดังนั้น เราจะเริ่มทำงาน 1-2 และ 1-4 ก่อน (ใช้แรงงาน = 15) และเลื่อนการเริ่มทำงาน 1-3 ไปจนกระทั่งงาน 1-2 หรือ 1-4 เสร็จใน 4 วัน ซึ่งทำให้ Total float ของงาน 1-3, 3-6 และ 6-7 ลดลงเหลือเพียง 6 วัน

ครั้งที่ 2 ที่ $T = 4$			
งาน 1 - 2 มี $TF = 0$	ใช้แรงงาน = 10		
1 - 3 $TF = 6$	8		
4 - 6 $TF = 12$	3		
4 - 7 $TF = 7$	4		
รวมแรงงาน	= 25		

พิจารณาจากงานทั้ง 4 งาน พบว่าจะต้องเลื่อนงาน 4-6 และ 4-7 ไปก่อน เพราะงาน 1-2 และ 1-3 ใช้แรงงานรวมกันไปแล้ว 18 คน ซึ่งงาน 1-2 จะเสร็จก่อนในวันที่ 8 ดังนั้นจะเลื่อนงาน 4-6 และ 4-7 ไป 4 วัน ซึ่งทำให้ total float ของงาน 4-7 เหลือ 3 วัน และของงาน 4-6 เหลือ 8 วันตามลำดับ

ขั้นตอนต่อไปนั้น เราจะพิจารณาเลื่อนงานที่ $T = 8, 9, 18, 22, 24, 25$ และ 28 ตามลำดับ ซึ่งจะได้ผังลูกศรใหม่ดังแสดงในรูปที่ 16 จากผังลูกศรใหม่นี้จะเห็นได้ว่าเราต้องเพิ่มระยะเวลาการทำงานเป็น 30 วัน

ในการปฏิบัติงานจริง ผู้วางแผนจะต้องพิจารณาตัดสินใจว่าการเพิ่มทรัพยากรหรือการเพิ่มระยะเวลาอันไหนจะเกิดประโยชน์กับโครงการมากที่สุดโดยเฉพาะในเรื่องของการเงิน



รูปที่ 16

บทที่ 13

การควบคุมค่าใช้จ่ายของโครงการ

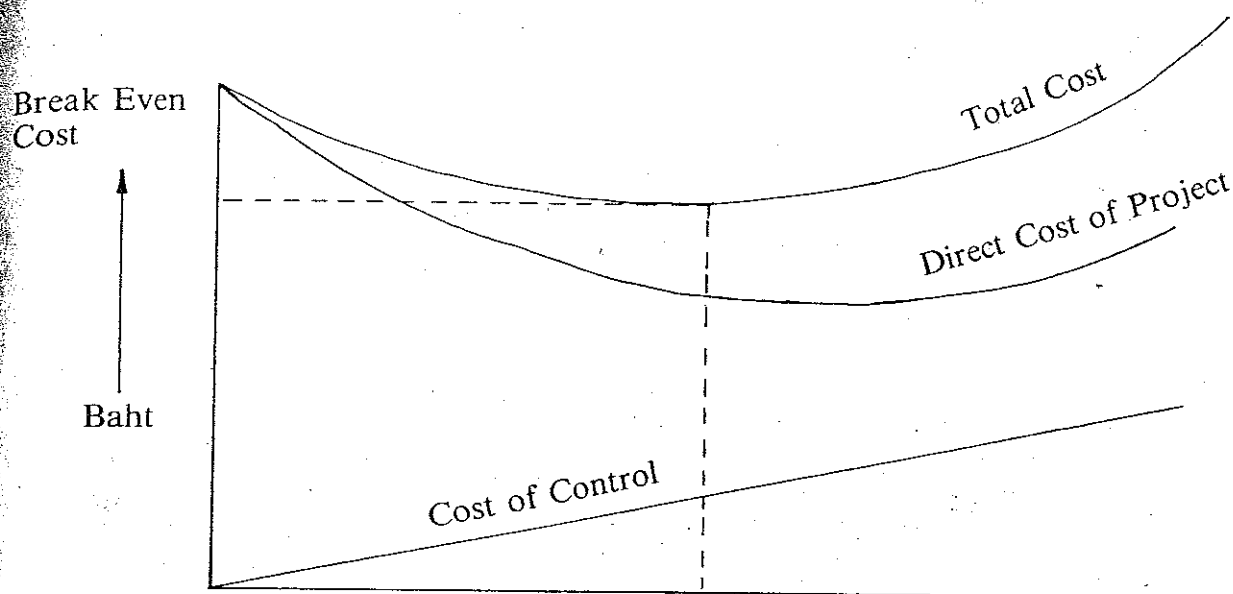
ระบบการบริหารงานก่อสร้างที่ดีต้องประกอบด้วยการจัดระบบการควบคุมความก้าวหน้า และค่าใช้จ่ายของโครงการที่ดีด้วย นักบริหารงานก่อสร้างจะต้องเป็นผู้จัดระบบดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพที่สุด องค์ประกอบขั้นพื้นฐานของระบบควบคุมเวลาและค่าใช้จ่ายที่ดี จะประกอบด้วย

- การวางแผนขั้นตอนการทำงานที่ดี
- การประมาณระยะเวลาการทำงาน ค่าใช้จ่าย แรงงานของแต่ละกิจกรรมให้ถูกต้อง
- การติดตามผลงานความก้าวหน้าและค่าใช้จ่ายเป็นระยะ ๆ ตลอดจนการดำเนินงานของโครงการ
- ต้องมีการปรับปรุงแผนงานและปรับระยะเวลาการทำงานอยู่เสมอตลอดระยะเวลาของการทำโครงการ
- ต้องมีการเปรียบเทียบแผนการทำงานและผลงานที่ทำได้จริงอยู่เสมอ

หลักการในการเลือกระบบการควบคุมความก้าวหน้า และค่าใช้จ่ายนั้น ถือว่าสำคัญมาก เพราะระบบการควบคุมนั้นทุกระบบต้องมีค่าใช้จ่าย ยิ่งทำอย่างรัดกุมมากก็ยังมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้น นักบริหารงานโครงการต้องใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจเลือกระบบดังกล่าว รูปกราฟข้างล่างนี้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายในการจัดระบบการควบคุมความก้าวหน้าและค่าใช้จ่ายของโครงการ กับ Direct Cost ของโครงการอย่างง่าย เพื่อแสดงให้เห็นว่านักบริหารโครงการก่อสร้างควรพิจารณาหาจุด Break-even point ของค่าใช้จ่ายดังกล่าว

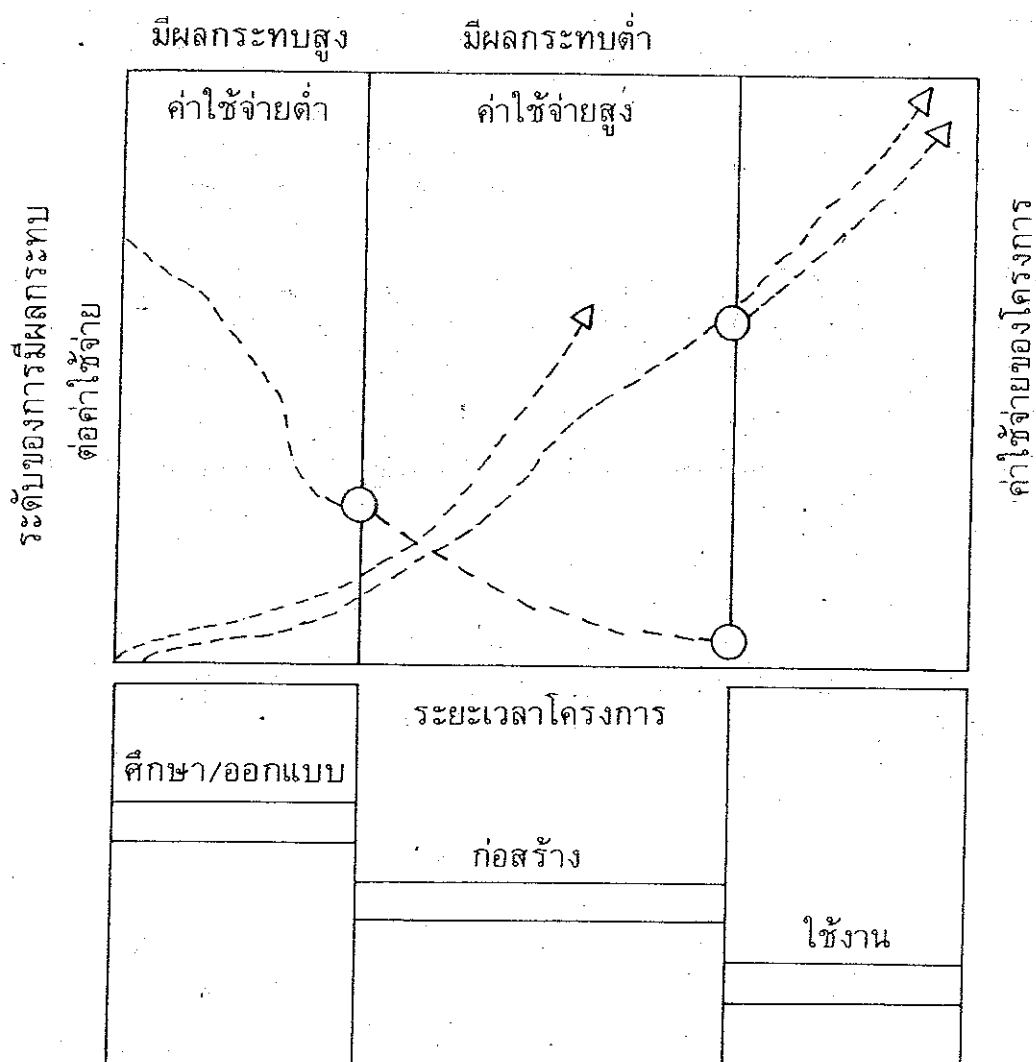
การจัดทำระบบการควบคุมราคาดังนั้น มักจะซับซ้อนและเป็นงานที่ต้องมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง อีกทั้งยากที่จะทำให้สมบูรณ์ ถูกต้องกับสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้นด้วย ดังนั้น นักบริหารงานก่อสร้างจำเป็นต้องมีประสบการณ์เป็นพิเศษ และต้องให้ความสนใจกับข้อมูลที่ได้รับจากระบบการควบคุมดังกล่าว พร้อมทั้งต้องมีมาตรการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นโดยฉับพลันที่สุดด้วย

ก่อนอื่นต้องทำความเข้าใจกับความแตกต่างของค่าใช้จ่ายโครงการ และค่าใช้จ่ายของการก่อสร้างเสียก่อน กล่าวคือ ค่าใช้จ่ายโครงการนั้นคือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ ช่วงจัดหาผู้รับเหมาก่อสร้าง ช่วงก่อสร้างและช่วงบำรุงรักษาส่งมอบก่อสร้างนั้น ๆ ส่วนค่าใช้จ่ายของการก่อสร้างคือ ค่าใช้จ่ายรวมในการก่อสร้างเท่านั้น

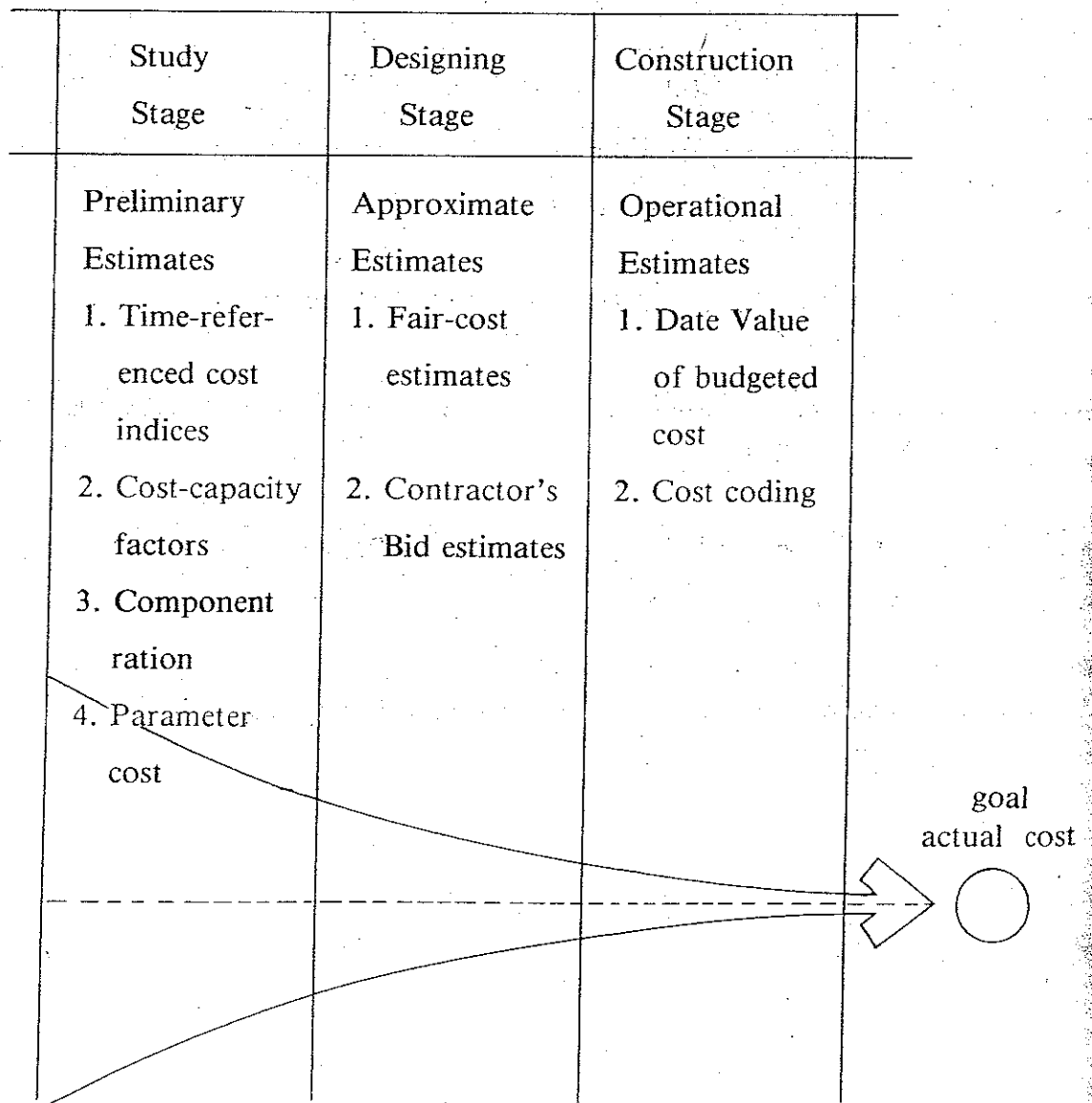


Expenditure on control as % of direct cost of project

ในแต่ละช่วงตอนของการทำโครงการนั้น มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายโครงการ (level of Influence) ที่แตกต่างกันออกไปดังแสดงไว้ในรูปข้างล่าง



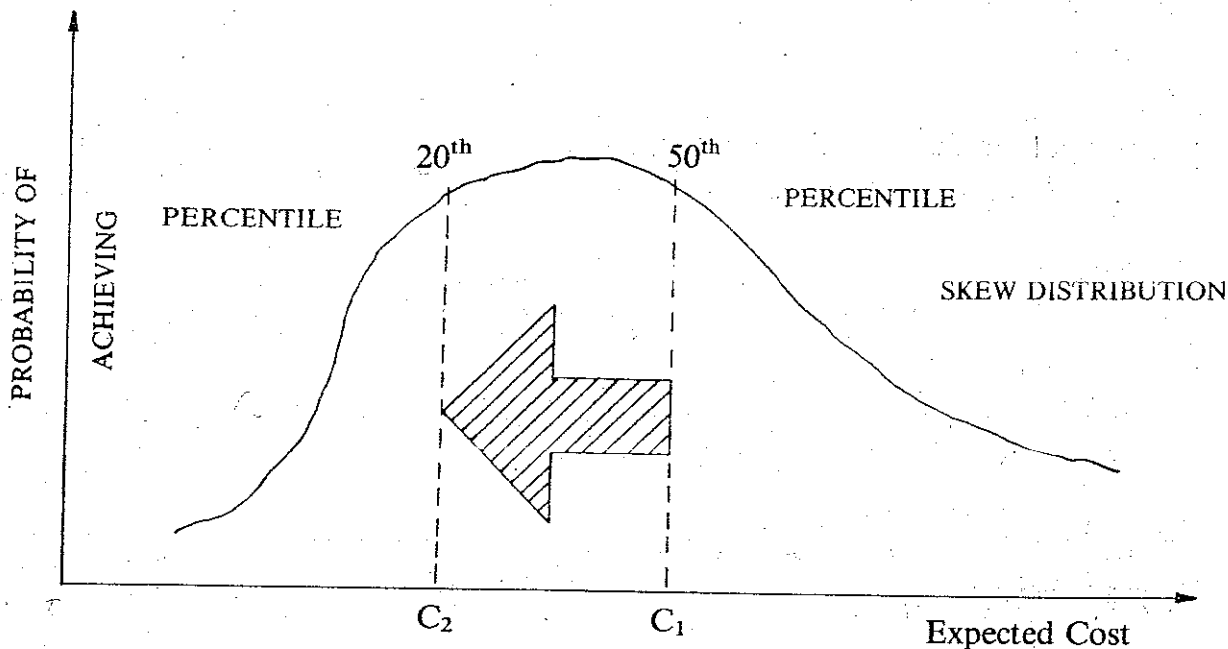
ในการทำงานประมาณการก่อสร้างของโครงการก่อสร้างนั้น ส่วนใหญ่จะเอาข้อมูลมาจากช่วงการประมาณราคา (Estimating) ดังนั้น ก่อนจะเข้าถึงรายละเอียดต่อไปในการทำงานประมาณ จำเป็นต้องเข้าใจกระบวนการในการประมาณราคาเสียก่อน การประมาณราคาตามที่ได้ศึกษามาแล้วนั้น เราพอจะสรุปในแต่ละขั้นตอนว่าความละเอียด และความคลาดเคลื่อนจากราคาก่อสร้างสุดท้าย (Final Actual Cost) ของการประมาณราคานั้นแตกต่างกันไป



estimating accuracy increases
while deviation from "goal" decreases

ในการทำ Budget ของโครงการก่อสร้างในช่วง Construction Stage ก็คือ การทำการประมาณราคาของการก่อสร้าง โดยการยืดแผนงานก่อสร้าง ซึ่งต้องพิจารณาควบคู่กันไปกับการทำ Budget การปรับแผนงานก่อสร้างกับแผนการใช้เงิน เพื่อให้รู้ถึงปริมาณการใช้เงินในระหว่างการก่อสร้าง เราเรียกว่า “CASH FLOW”

จากช่วง Designing Stage นั้น เราจะมี Bid Estimate อยู่พร้อมกับ Schedule of work การที่เราจะทำ Operational estimate นั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือ ค่าใช้จ่ายที่ประมาณไว้ใน Bid Estimate นั้น จะต้องนำมาปรับเสียใหม่ เพื่อใช้ในช่วง Construction ลองพิจารณาสถิติการทำงานกิจกรรม ซึ่งเท่าที่ผ่านมา นั้น มีการกระจายของค่าใช้จ่ายเป็นรูปของ SKEW DISTRIBUTION ดังภาพ

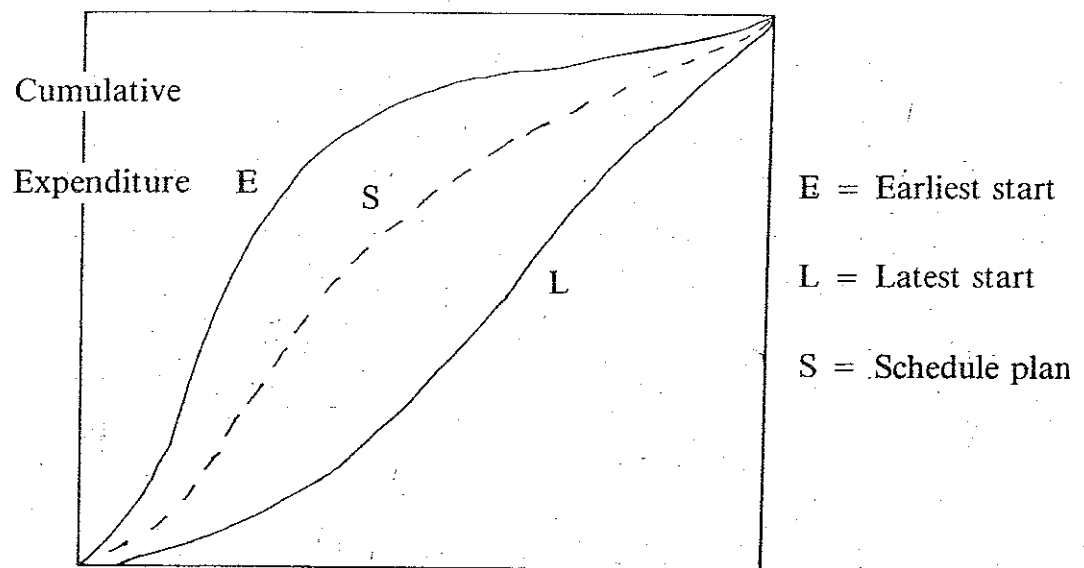


ค่า C_2 = ค่าใช้จ่ายที่ใช้ใน BID ESTIMATE

C_1 = ค่าใช้จ่ายที่ใช้ใน OPERATIONAL ESTIMATE

เพราะฉะนั้น ในการวางงบประมาณในช่วงก่อสร้างเราใช้ค่า C_1 ซึ่งมีโอกาสที่จะทำให้สำเร็จ 1 ใน 5 ค่าใช้จ่ายนี้ เราได้จากสถิติที่เคยทำกิจกรรมนี้ มาจากโครงการก่อนหน้านี้ ดังนั้น จะเห็นได้ว่า เหตุผลที่เราต้องปรับค่า estimate นั้น เพราะเราต้องการให้เกิด incentive ขึ้นในช่วงงานก่อสร้าง เพื่อบรรลุเป้าหมายของราคาที่ตั้งเอาไว้ในช่วง Bid Estimate นั้นเอง

ความสัมพันธ์ของเวลาและค่าใช้จ่าย



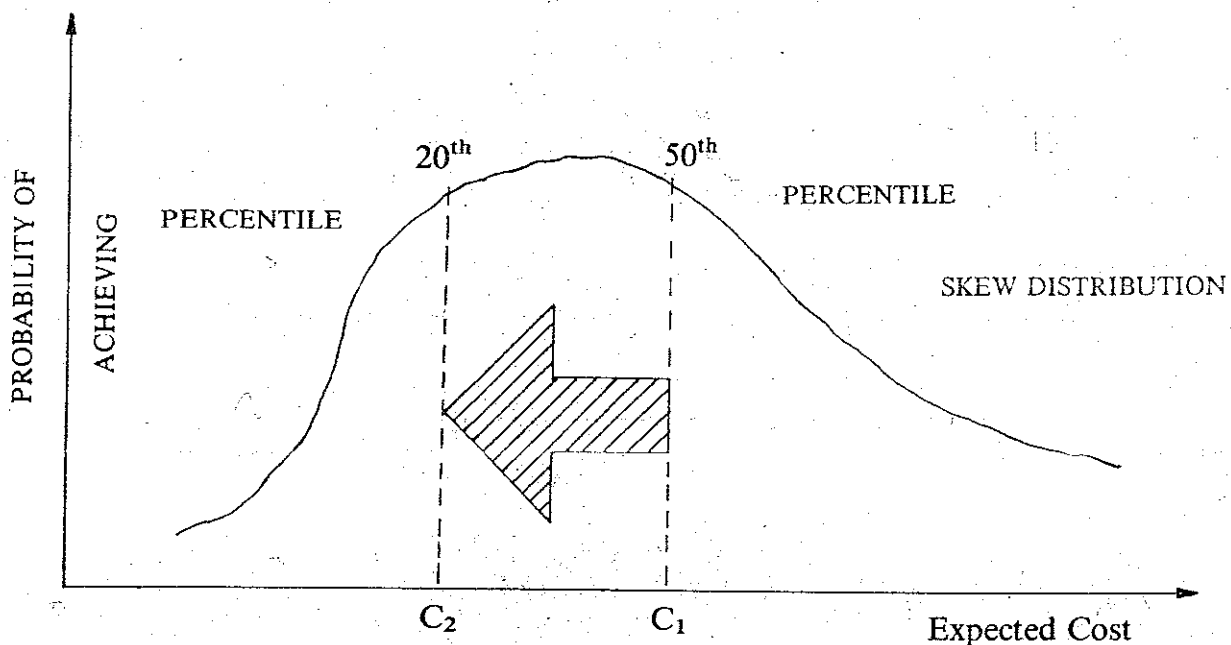
ในงานก่อสร้างความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่าย และเวลานั้นจะไม่มีความสัมพันธ์กันในลักษณะเชิงเส้น (Nonlinear Relationships) ดังในรูป จะแสดงความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายสะสมกับเวลาโดยทั่ว ๆ ไป จะมีในลักษณะเป็น S-Curve ตามรูปที่แสดงนั้น E-Curve และ L-Curve นั้น คือความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายสะสมและเวลา โดยใช้ Earliest Start และ Latest Start Scheduling

การทำงานประมาณก่อสร้างโดย Date Value Method

หลังจากที่เรามีแผนงานก่อสร้างแล้วนั้น การประมาณค่าใช้จ่ายโดยวิธี Date Value Method นี้ เราจำเป็นต้องตั้งสมมติฐานให้ความสัมพันธ์ของเวลาและค่าใช้จ่ายสะสมเป็นความสัมพันธ์ชนิดเชิงเส้น (Linear Relationship between Time and Cost) ทั้งนี้ เพื่อความสะดวกในการคำนวณปริมาณเงินที่ต้องใช้ในแต่ละช่วงเวลา

ในการทำ Budget ของโครงการก่อสร้างในช่วง Construction Stage ก็คือ การทำการประมาณราคาของการก่อสร้าง โดยการยึดแผนงานก่อสร้าง ซึ่งต้องพิจารณาควบคู่กันไปกับการทำ Budget การปรับแผนงานก่อสร้างกับแผนการใช้เงิน เพื่อให้รู้ถึงปริมาณการใช้เงินในระหว่างการก่อสร้าง เราเรียกว่า "CASH FLOW"

จากช่วง Designing Stage นั้น เราจะมี Bid Estimate อยู่พร้อมกับ Schedule of work การที่เราจะทำ Operational estimate นั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือ ค่าใช้จ่ายที่ประมาณไว้ใน Bid Estimate นั้น จะต้องนำมาปรับเสียใหม่ เพื่อใช้ในช่วง Construction ลองพิจารณาสถิติการทำงานกิจกรรม ซึ่งเท่าที่ผ่านมา นั้น มีการกระจายของค่าใช้จ่ายเป็นรูปของ SKEW DISTRIBUTION ดังภาพ

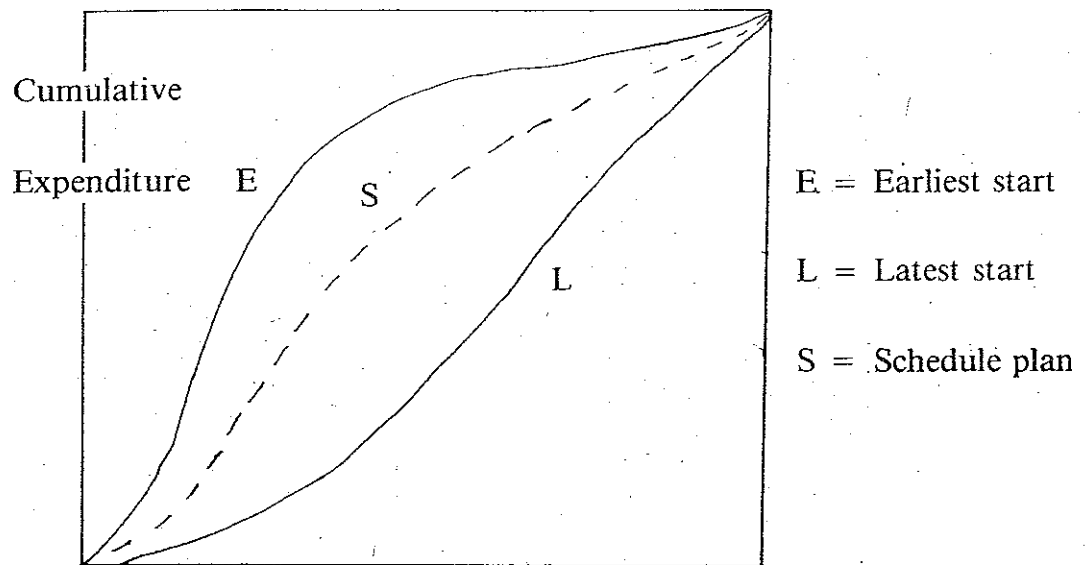


ค่า C_2 = ค่าใช้จ่ายที่ใช้ใน BID ESTIMATE

C_1 = ค่าใช้จ่ายที่ใช้ใน OPERATIONAL ESTIMATE

เพราะฉะนั้น ในการวางงบประมาณในช่วงก่อสร้างเราใช้ค่า C_1 ซึ่งมีโอกาสที่จะทำให้สำเร็จใน 5 ค่าใช้จ่ายนี้ เราได้จากสถิติที่เคยทำกิจกรรมนี้ มาจากโครงการก่อนหน้านี้ ดังนั้น จะเห็นได้ว่า เหตุผลที่เราต้องปรับค่า estimate นั้น เพราะเราต้องการให้เกิด incentive ขึ้นในช่วงงานก่อสร้าง เพื่อบรรลุเป้าหมายของราคาที่ตั้งเอาไว้ในช่วง Bid Estimate นั้นเอง

ความสัมพันธ์ของเวลาและค่าใช้จ่าย



ในงานก่อสร้างความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่าย และเวลานั้นจะไม่มีความสัมพันธ์กันในลักษณะเชิงเส้น (Nonlinear Relationships) ดังในรูป จะแสดงความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายสะสมกับเวลาโดยทั่ว ๆ ไป จะมีในลักษณะเป็น S-Curve ตามรูปที่แสดงนั้น E-Curve และ L-Curve นั้น คือความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายสะสมและเวลา โดยใช้ Earliest Start และ Latest Start Scheduling

การทำงานประมาณก่อสร้างโดย Date Value Method

หลังจากที่เรามีแผนงานก่อสร้างแล้วนั้น การประมาณค่าใช้จ่ายโดยวิธี Date Value Method นี้ เราจำเป็นต้องตั้งสมมติฐานให้ความสัมพันธ์ของเวลาและค่าใช้จ่ายสะสมเป็นความสัมพันธ์ชนิดเชิงเส้น (Linear Relationship between Time and Cost) ทั้งนี้ เพื่อความสะดวกในการคำนวณปริมาณเงินที่ต้องใช้ในแต่ละช่วงเวลา

ตัวอย่างที่ 1 กิจกรรมมีระยะเวลาการทำงาน 5 วัน และค่าใช้จ่ายเป็นทั้งหมด 1,500 บาท หาค่าใช้จ่ายเฉลี่ย

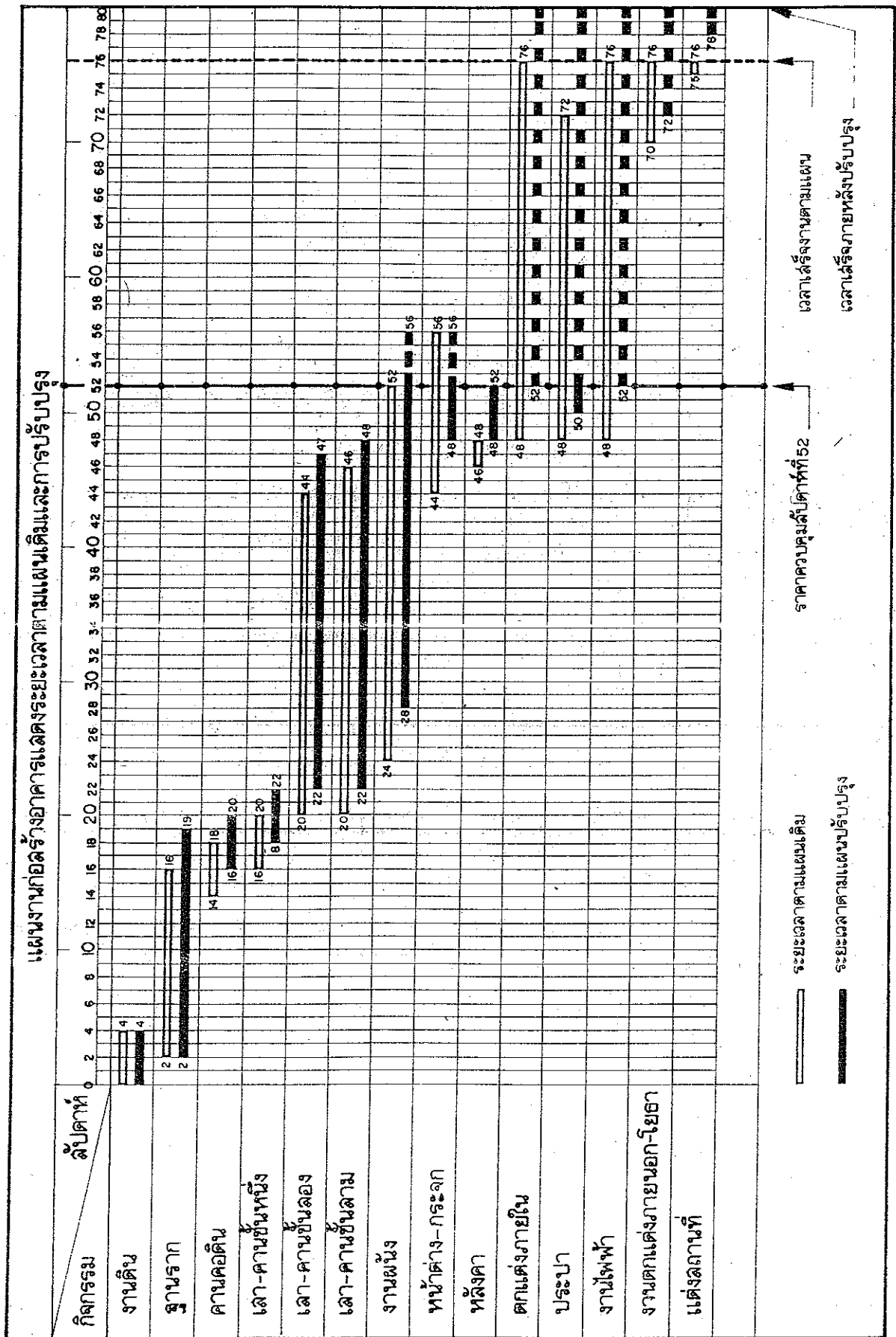
ต่อวัน = 300 บาท/วัน

การหาค่าใช้จ่ายในแต่ละช่วงเวลาต่าง ๆ ก็สามารถทำได้โดยใช้ค่าเฉลี่ยต่อวันที่หามาได้แล้วนั้นต่อไป

กิจกรรม	ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาท)	ค่าใช้จ่ายต่อช่วงเวลา (บาท)				
		วัน 1	2	3	4	5
A	1,500	300	300	300	300	300
หรือ						
A	1,500	← 600		*	900 →	

ตัวอย่างที่ 2 งานโครงการก่อสร้างอาคารหลังหนึ่งสามารถแยกกิจกรรมและระยะเวลาพร้อมทั้งประมาณการค่าใช้จ่ายในช่วงเวลาต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้ (หมายเหตุ ในตัวอย่างนี้สมมติให้ค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรมได้มาจากค่าแรง ค่าเครื่องมือและค่าอุปกรณ์ และ site overheads เท่านั้น)

กิจกรรม	เวลา	ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาท)	Cost Slope ค่าใช้จ่ายต่ออาทิตย์ (บาท)
1. งานดิน	4	2,000	500
2. ฐานราก	14	40,000	2,857.14
3. งานคานคอดิน	4	10,000	2,500
4. งานเสา คาน พื้นชั้นหนึ่ง	4	2,000	500
5. งานเสา คาน พื้นชั้นสอง	24	160,000	6,666.67
6. งานเสา คานพื้นชั้นสาม	26	20,000	769.23
7. งานผนัง	28	32,000	1,142.96
8. วงกบ หน้าต่าง กระฉก	12	8,000	666.67
9. หลังคา (Roofing)	2	900	450
10. ตกแต่งภายใน	28	9,000	321.43
11. งานท้อประปา	24	13,000	541.67
12. งานไฟฟ้า	28	8,000	285.71
13. ตกแต่งภายนอกและงานโยธา	6	4,000	666.67
14. ปรับแต่งสถานที่	1	2,000	2,000



พิจารณางานดิน Earthwork

งบประมาณ 2,000 บาท

ระยะเวลา 4 อาทิตย์

$$\begin{aligned} \text{cost slope per work} &= \frac{1}{4} (2,000) && \text{บาท/อาทิตย์} \\ &= 500 && \text{บาท/อาทิตย์} \end{aligned}$$

พิจารณางานฐานราก Foundation

งบประมาณ 40,000 บาท

ระยะเวลา 14 อาทิตย์

$$\begin{aligned} \text{cost slope per week} &= \frac{1}{14} (40,000) && \text{บาท/อาทิตย์} \\ &= 2,857.14 && \text{บาท/อาทิตย์} \end{aligned}$$

ช่วงเวลาจากเริ่มงานจนถึงอาทิตย์ที่ 2 (DURATION = 2 WEEKS)

งานดิน 2 อาทิตย์ เป็นเงิน = $2 \times 500 = 1,000$ บาท

ช่วงเวลาจากอาทิตย์ที่ 2-4 (DURATION = 2 WEEKS)

งานดิน 2 อาทิตย์ เป็นเงิน = $2 \times 500 = 1,000$ บาท

งานฐานราก 2 อาทิตย์ เป็นเงิน = $2 \times 2,857.14 = 5,714.28$ บาท
6,714.28 บาท

∴ ช่วงเวลาจากเริ่มงานจนถึงอาทิตย์ที่ 4 ค่าใช้จ่ายสะสม = $1,000 + 6,714.28$
= 7,714.28

การวิเคราะห์ความเบี่ยงเบน (Variance Analysis)

ความเบี่ยงเบน ในระหว่างการควบคุมโครงการสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดด้วยกันคือ

1. ความเบี่ยงเบนทางเวลาการก่อสร้าง
2. ความเบี่ยงเบนทางราคาการก่อสร้าง
3. ความเบี่ยงเบนทางคุณภาพ

ความเบี่ยงเบนดังกล่าว หมายถึงส่วนที่คลาดเคลื่อนไปจากที่เราได้วางแผนเอาไว้ก่อนที่จะกล่าวถึงการวิเคราะห์ค่าความเบี่ยงเบนนี้ จำเป็นต้องเข้าใจนิยามของตัวแปรที่ใช้เสียก่อน

- Budgeted Cost for work scheduled (BCWS) คือ ค่าใช้จ่าย ที่ตั้งเอาไว้สำหรับกิจกรรมใด ๆ ตามระยะเวลาแผนงานที่วางไว้
- Budgeted Cost for work performed (BCWP) คือ ค่าใช้จ่ายที่คิดตามงานที่ทำได้จริง โดยใช้อัตราค่าใช้จ่ายตามงบประมาณที่วางไว้

- Actual Cost for Work performed (ACWP) คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลาหนึ่ง ตามข้อมูลรายงานในงานก่อสร้าง

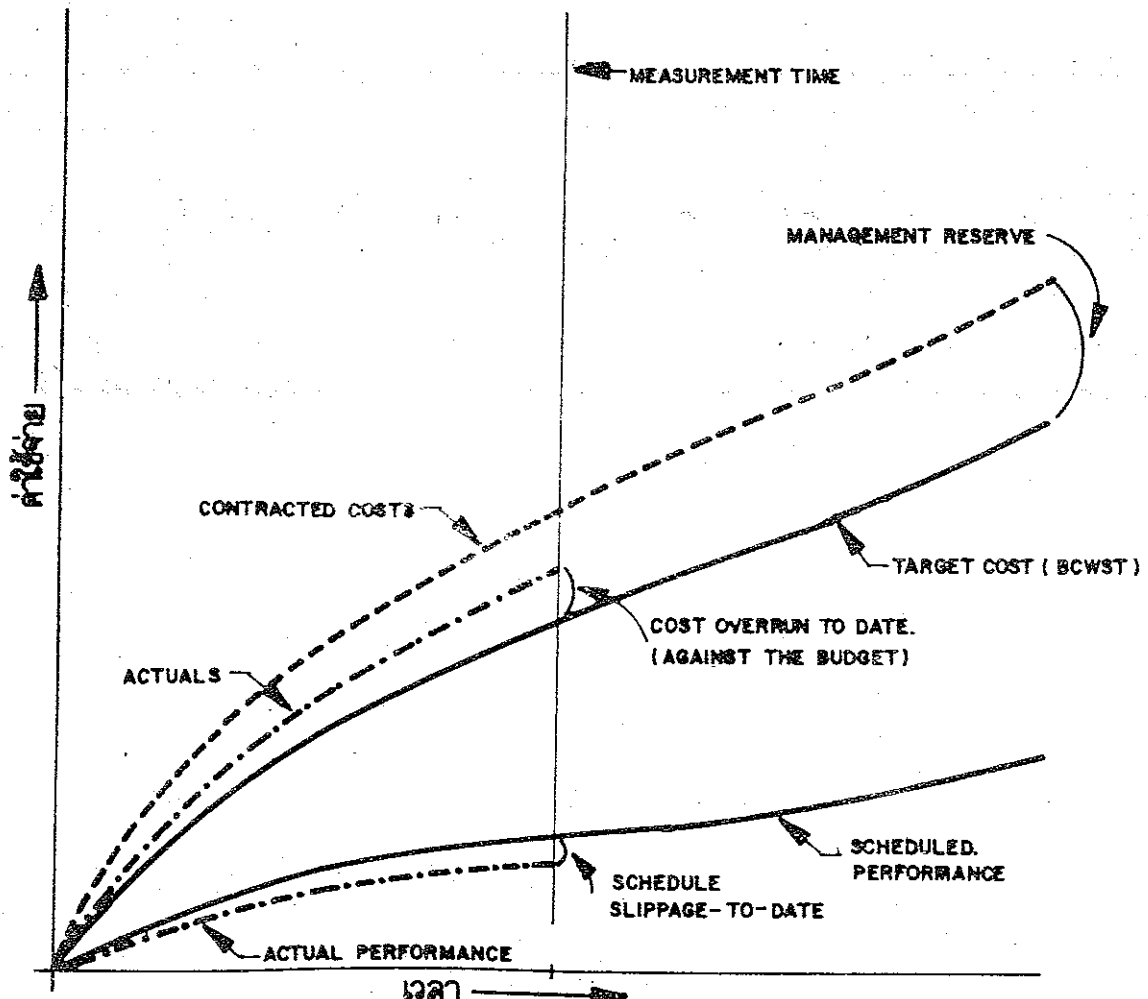
จากนิยามที่เรากำหนดให้ดังกล่าวเราจะได้

$$\text{COST VARIANCE} = \text{BCWP} - \text{ACWP}$$

$$\text{SCHEDULE/PERFORMANCE VARIANCE} = \text{BCWP} - \text{BCWS}$$

ซึ่ง Schedule Variance อาจจะอยู่ในรูปของบาท ชั่วโมง วัน หรืออาทิตย์ ก็ได้

ในรูปข้างล่างแสดงถึงตัวอย่างความสัมพันธ์ของระบบการควบคุมเวลาและค่าใช้จ่าย จะเห็นว่าในช่วงเวลาที่ทำการตรวจสอบความก้าวหน้าและค่าใช้จ่ายนั้น เกิดความล่าช้าในปริมาณเนื่องจากแผนที่เราวางเอาไว้ หมายถึงเนื้องานได้น้อยกว่า schedule ส่วนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นนั้น เราสามารถเปรียบเทียบกับ TARGET COST (BCWS) ถ้าปรากฏว่า เกิด OVERRUN ขึ้น แสดงว่าผู้บริหารโครงการต้องมีมาตรการในการแก้ไขสถานการณ์ดังกล่าวโดยเร่งด่วน ตามรูปดังกล่าวจะเห็นว่า MANAGEMENT RESERVE ซึ่งหมายถึงค่าแตกต่างระหว่าง CONTRACTED COST กับ BUDGETED COST เปรียบเสมือนงบประมาณที่เผื่อเอาไว้เป็น CONTINGENCY FUNDS ในการแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดความล่าช้าหรือการใช้จ่ายที่เกินกว่างบประมาณที่ประมาณการเอาไว้



รหัสการควบคุมราคา COST CODE SYSTEM

ระบบรหัสควบคุมราคาเป็นการควบคุมค่าใช้จ่ายของโครงการในระหว่างที่การก่อสร้างดำเนินไป โดยที่ค่าใช้จ่ายของโครงการนั้นแบ่งหมวดตามลักษณะการทำงานก่อสร้างนั้น ๆ เช่น ในการก่อสร้างอาคารหลังหนึ่ง อาจจะแบ่งหมวดของค่าใช้จ่ายและให้รหัสได้ดังนี้ คือ

รหัส	ค่าใช้จ่ายในงาน
COST CODE 10	งานคอนกรีต
COST CODE 20	งานไม้แบบ
COST CODE 30	งานเหล็ก
COST CODE 40	งานก่ออิฐ
COST CODE 50	งานปั้นจั่นยกของ
COST CODE 60	งานขุดดิน
COST CODE 70	งานถนน
COST CODE 80	ค่าโสฬย์

งานก่อสร้างของอาคารหลังนี้ เมื่อแยกออกเป็นกิจกรรมย่อย ๆ แล้ว ในแต่ละกิจกรรมย่อยนั้น จะมีค่าใช้จ่ายที่เกิดจากรวมรหัสต่าง ๆ กัน เช่น ค่าใช้จ่ายฐานรากจะประกอบด้วย COST CODE 10, COST CODE 20 และ COST CODE 30 ดังนั้น ในช่วงวางแผนการก่อสร้างเราสามารถตั้งงบประมาณในแต่ละกิจกรรมย่อยตาม COST CODE ต่าง ๆ ได้ดังแสดงให้เห็นตาม Spread sheet หน้า 135

ตัวอย่างที่ 1 สมมติท่านเป็นผู้รับเหมาโครงการก่อสร้างแห่งหนึ่ง ต้องการทำระบบข้อมูลการควบคุมค่าใช้จ่ายของการก่อสร้างแพลตฟอร์มจำนวนหนึ่งหลัง ระบบนี้ควบคุมเฉพาะค่าแรงงานและค่าใช้จ่ายภายในสถานที่ก่อสร้าง ไม่รวมวัสดุก่อสร้าง ทั้งนี้ระบบควบคุมค่าใช้จ่ายของวัสดุแยกไว้ต่างหาก

ระบบการควบคุมค่าใช้จ่ายกำหนดให้ผู้จัดการโครงการบันทึกค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ตามรหัสงาน (COST CODES) ดังต่อไปนี้

CODE 10	งานดิน	
CODE 20	งานผูกเหล็ก	กลุ่มที่ 1
CODE 30	งานผูกเหล็ก	กลุ่มที่ 2
CODE 40	งานช่างไม้	กลุ่มที่ 1

CODE 50	งานช่างไม้	กลุ่มที่ 2
CODE 60	งานคอนกรีต	กลุ่มที่ 1
CODE 70	งานคอนกรีต	กลุ่มที่ 2
CODE 80	ค่าโสหุ้ยโครงการ	

ผู้จัดการโครงการได้วางแผนการทำงานของโครงการออกเป็นกิจกรรมต่าง ๆ ได้ทั้งหมด 7 กิจกรรม มีระดับขั้นตอน และช่วงระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมดังนี้

ตารางที่ 1

แผนงานการก่อสร้าง

กิจกรรม	เริ่มทำงานได้อาทิตย์ที่	ระยะเวลา (อาทิตย์)
A	1	15
B	4	15
C	15	18
D	19	22
E	19	23
F	9	25
G	9	33

ตารางที่ 2

แผนค่าใช้จ่ายตามรหัสงาน (× 1,000 บาท)

กิจกรรม	รหัส (COST CODES)								รวม (× 1,000 บาท)
	10	20	30	40	50	60	70	80	
A	112	-	-	-	-	-	-	29	141
B	-	30	-	72	-	34	-	35	171
C	-	48	-	79	-	28	-	40	195
D	-	20	-	42	-	30	-	6	98
E	-	30	-	54	-	43	-	34	161
F	30	-	32	-	20	-	20	20	122
G	10								
รวม (× 1,000 บาท)	152	128	42	247	40	135	36	174	954

ตารางที่ 3
รายงานความก้าวหน้าของการทำงานเมื่ออาทิตย์ที่ 37

กิจกรรม	เริ่มทำจริงได้ อาทิตย์ที่	งานเสร็จ อาทิตย์ที่	งานคาดว่าจะ จะเสร็จอาทิตย์ที่
A	1	15	-
B	4	22	-
C	15	36	-
D	22	-	46
E	23	-	48
F	12	36	-
G	12	-	-

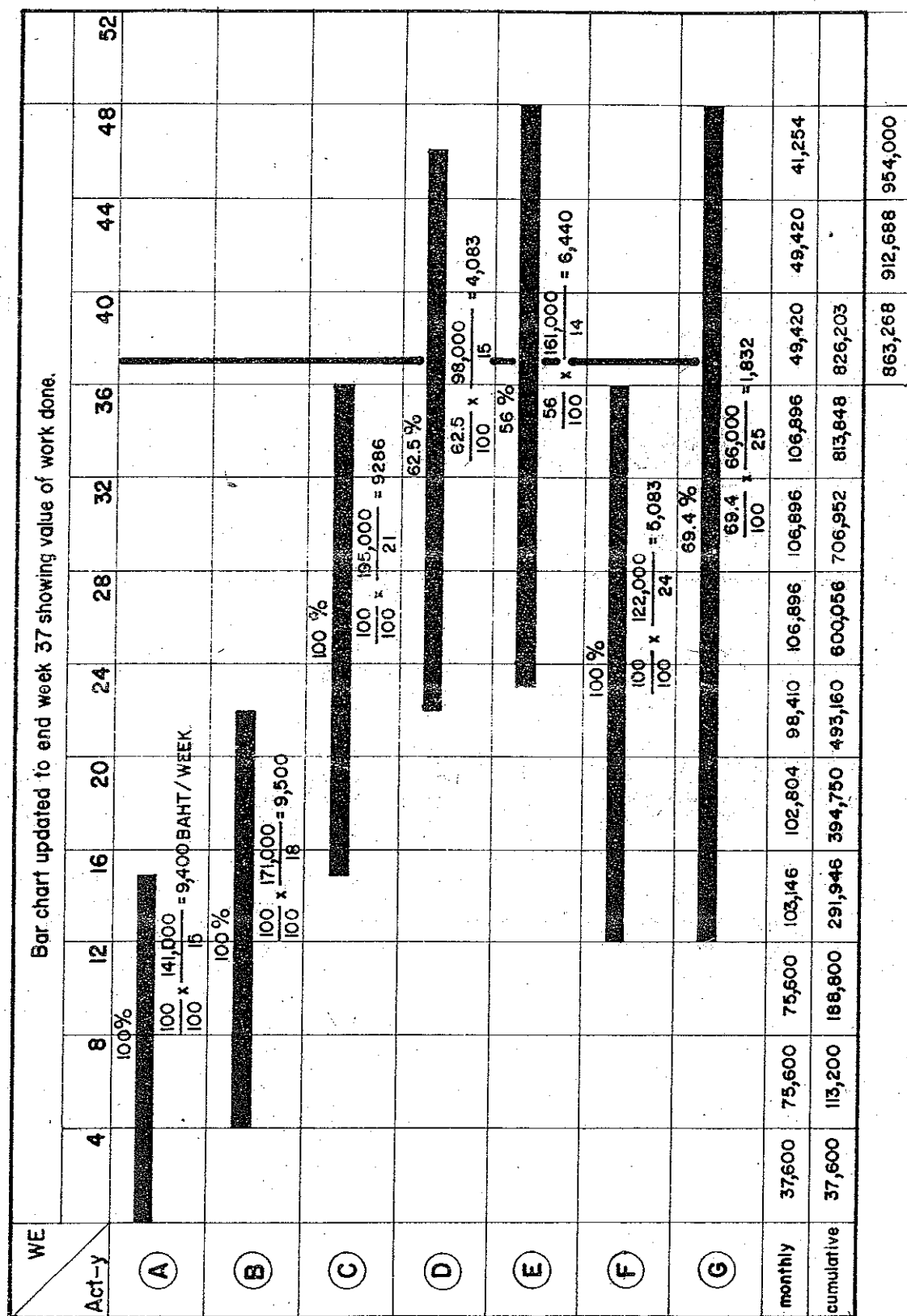
ตารางที่ 4
รายงานค่าใช้จ่ายเมื่ออาทิตย์ที่ 37

อาทิตย์	ค่าใช้จ่ายช่วงนี้ (× 1,000 บาท)
0 - 10	114
11 - 20	266
21 - 30	300
31 - 37	150
รวม	830

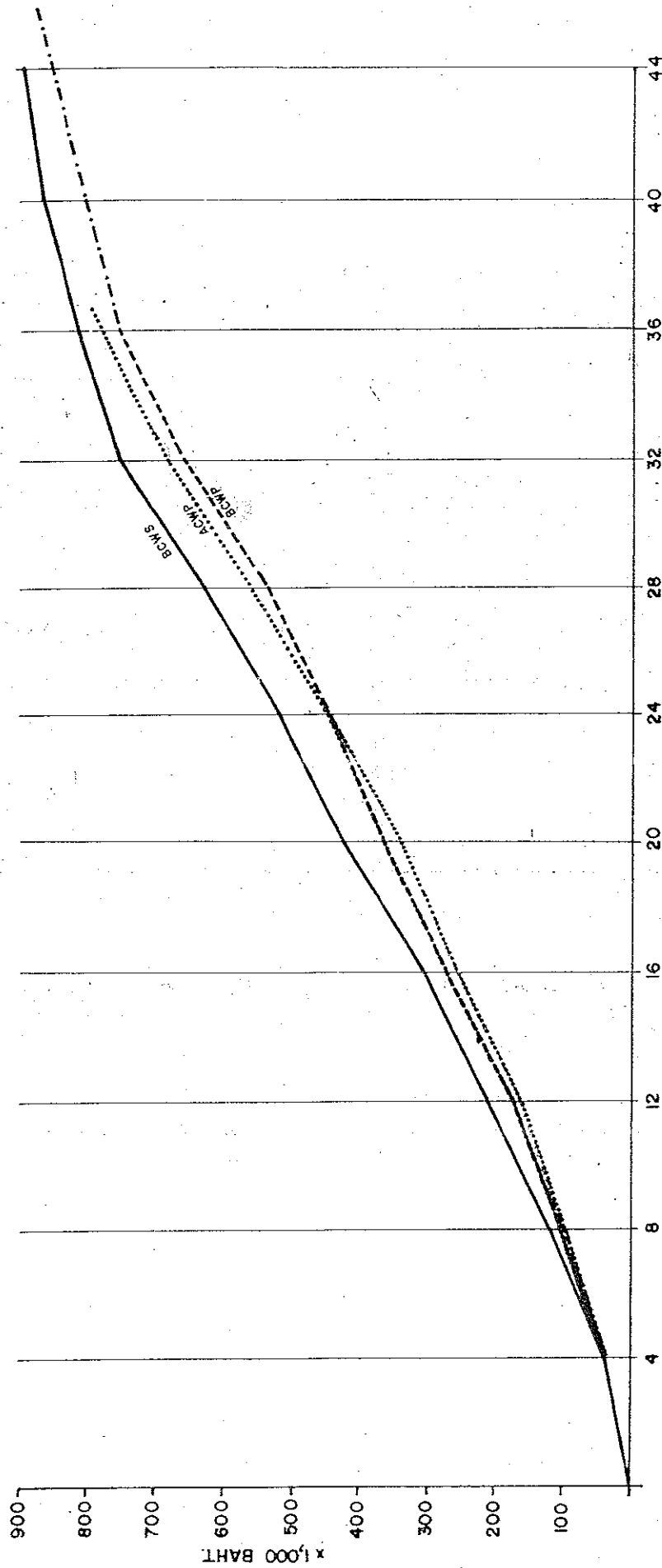
ตารางที่ 5
รายงานค่าใช้จ่ายจริงตามรหัสงาน (COST CODES) เมื่ออาทิตย์ที่ 37

รหัสงาน (COST CODES)								รวม (× 1,000 บาท)
10	20	30	40	50	60	70	80	
155	100	40	210	31	104	33	157	

ลำดับ กิจกรรม	แผนงานและค่าใช้จ่าย												
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52
A				15	9400 บาท/สัปดาห์								
B				19	11,400 บาท/สัปดาห์								
C				15				33	10,833 บาท/สัปดาห์				
D				19						41	4,454 บาท/สัปดาห์		
E				19						42	7,000 บาท/สัปดาห์		
F			9					34	4,880 บาท/สัปดาห์				
G			9							42	2,000 บาท/สัปดาห์		
รวมต่อเนื่อง	37,600	83,200	103,840	112,153	116,506	116,668	116,668	116,668	74,409	53,816	22,454		
รวมสะสม	37,600	120,800	224,640	336,793	453,299	569,976	686,635	803,303	877,712	931,528	953,982		



BAR CHART : แสดงผลการทำงานหลังจากเวลาหมดไปแล้ว 37 อาทิตย์



กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบของค่าใช้จ่ายจากแผนที่กำหนดไว้

BCWS : BUDGETED COST FOR WORK SCHEDULED.

BCWP : BUDGETED COST FOR WORK PERFORMED.

ACWP : ACTUAL COST FOR WORK PERFORMED.

จากการพิจารณารูป COST CURVE ของโครงการนี้ สามารถสรุปได้ว่า การดำเนินงานก่อสร้าง ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ จนถึงอาทิตย์ที่ 24 นั้น สามารถทำได้ดีกว่าแผนงานที่วางเอาไว้ แต่หลังจากนั้น ค่าใช้จ่ายก็เริ่มสูงกว่าที่ควรจะเป็น จากการพิจารณตารางค่าเบี่ยงเบนของค่าใช้จ่าย COST CODE 10 คือ งานขุดดิน ต้องการความสนใจเป็นพิเศษ เพราะมีค่า COST VARIANCE สูงสุด ($-6.06 \times 1,000$ บาท) แต่งานนี้ กำลังจะสิ้นสุดลงพอดีในขณะที่เราทำการตรวจสอบค่าใช้จ่าย แต่สำหรับ COST CODE 40 ซึ่งมี COST VARIANCE สูงเช่นเดียวกัน ยังมีปริมาณงานที่เหลืออีกมากพอสมควรที่จะต้องได้รับความสนใจที่จะแก้ไขจากผู้บริหารโครงการ สำหรับ COST CODE 80 คือค่าโสหุ้ยโครงการซึ่งมีค่า COST VARIANCE $-3.27 \times 1,000$ บาท นั้นอาจเป็นเพราะความล่าช้าของกิจกรรมต่าง ๆ ดังนั้น ถ้าเราสามารถลดเวลาการทำงานให้น้อยลงจะเป็นวิธีทางอันหนึ่ง ซึ่งอาจทำให้ลดค่าโสหุ้ยลงไปได้

ตัวอย่างที่ 2 จากตัวอย่างแผนงานและค่าใช้จ่ายของงานก่อสร้างหน้า 131 เมื่อเราทำการตรวจสอบความก้าวหน้าและค่าใช้จ่ายเมื่อเวลาผ่านไปแล้ว 52 อาทิตย์ เราพบว่าเกิดความคลาดเคลื่อนจากแผนงานและค่าใช้จ่ายขึ้น ตามรายงานดังต่อไปนี้

1. ความก้าวหน้าของงาน ดูรูป BAR CHART ข้างล่าง
2. แผนค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรม (BCWS)
3. รายงานค่าใช้จ่ายจริงของแต่ละกิจกรรม (ACWP)
4. แผนค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรมในลักษณะ COST CODE (BCWS)
5. รายงานค่าใช้จ่ายจริงของแต่ละกิจกรรมในลักษณะ COST CODE (ACWP)

จากรายงานความก้าวหน้าและค่าใช้จ่ายดังกล่าวในฐานะผู้บริหารโครงการ ท่านจะดำเนินการอย่างไรต่อไปกับโครงการดังกล่าว

142

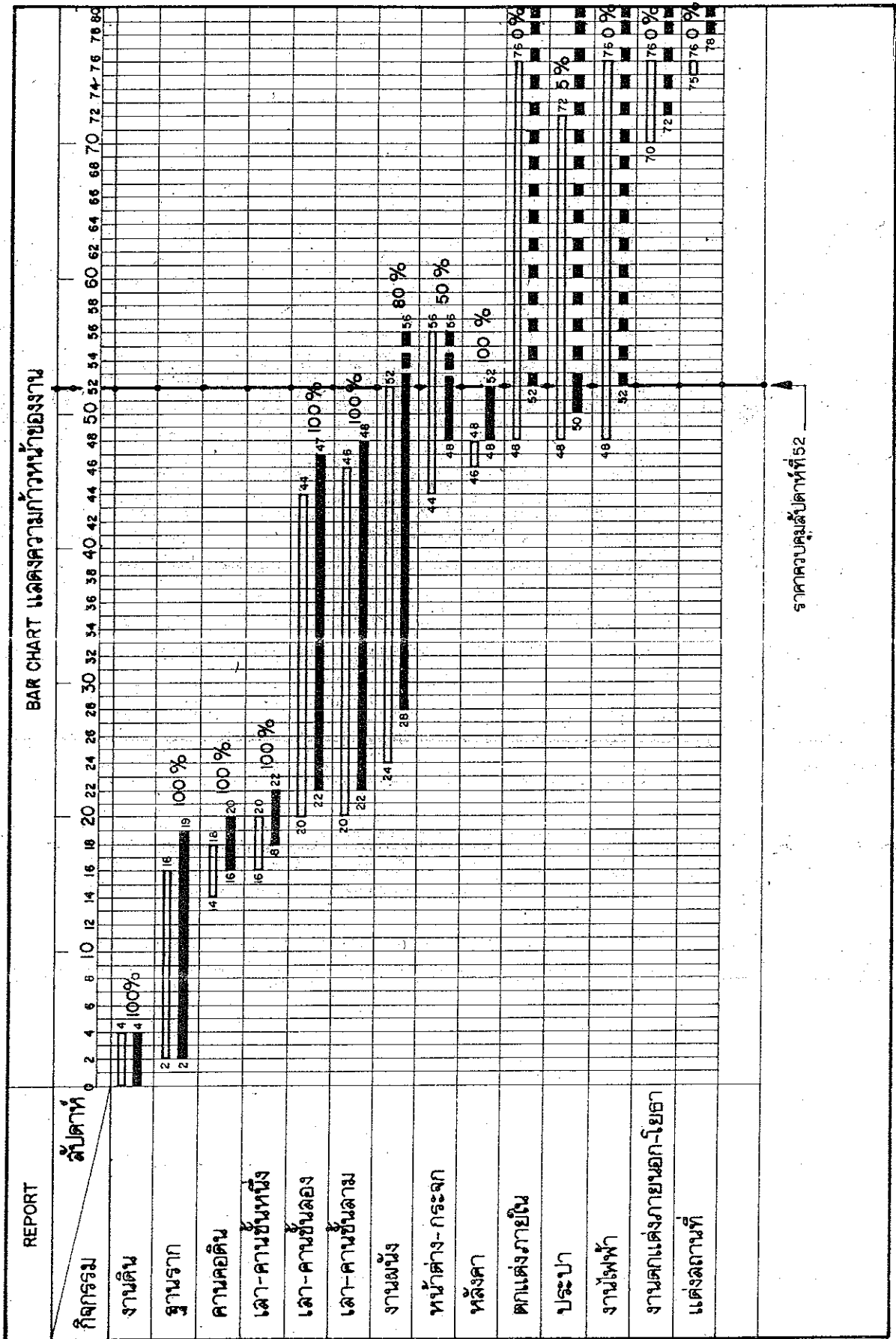
สรุป

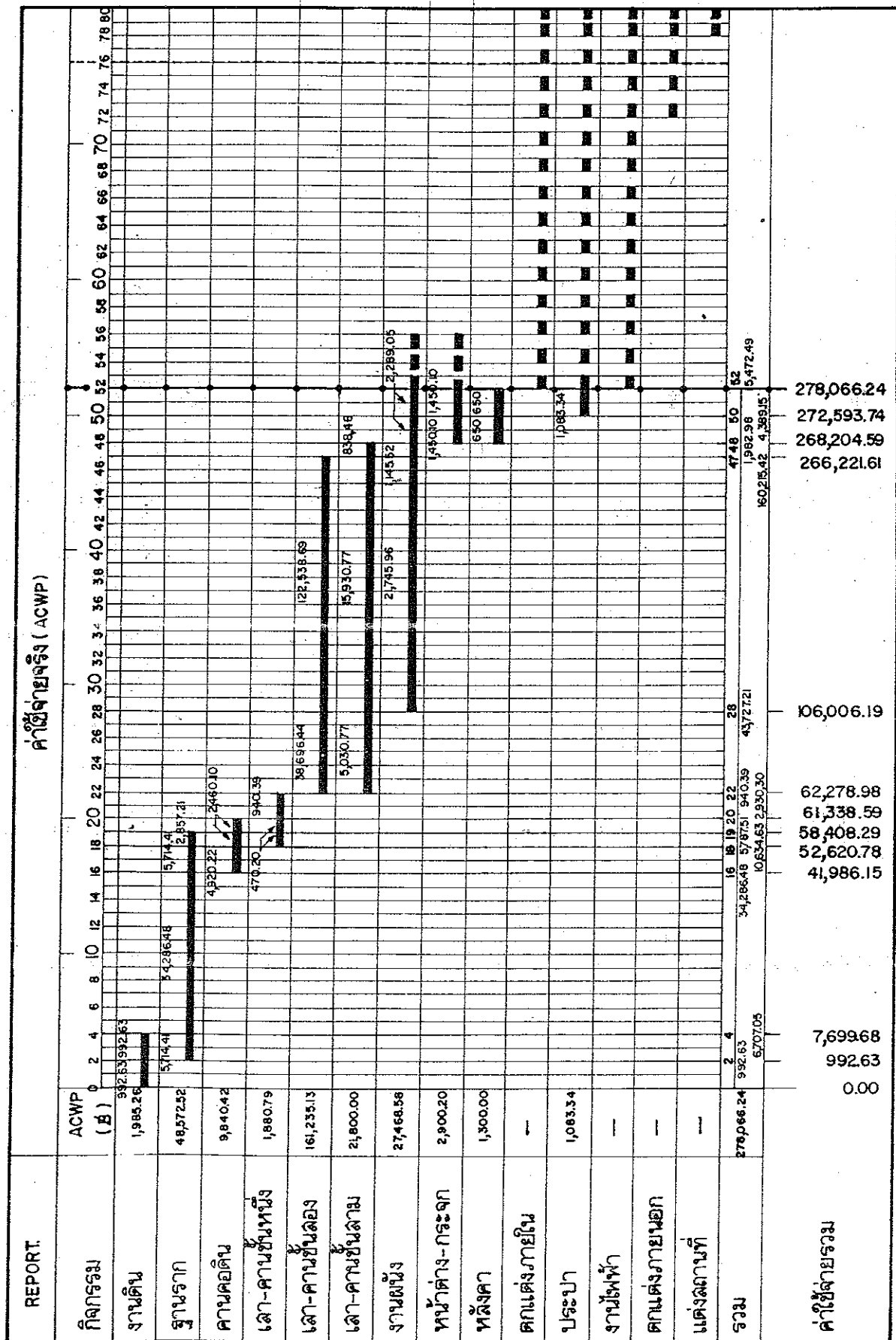
จากการพิจารณาค่า Cost Variance ที่เกิดขึ้น จะพบว่า ใน Cost Code ที่ 30, 40 มีค่า Variance ก่อนข้างมาก ซึ่งได้แก่งานหลัก, งานก่ออิฐ แต่เนื่องจากงานในรหัสดังกล่าว อยู่ในกิจกรรมที่ทำเสร็จแล้วไปแล้ว ดังนั้น จึงไม่สามารถแก้ไขอะไรได้ เมื่อมาพิจารณา Cost Code 50 ซึ่งก็มีค่า NEGATIVE VARIANCE สูงเช่นเดียวกัน คือ -672 บาท และยังมีกิจกรรมที่ยังดำเนินการอยู่ คือ กิจกรรมที่ 8, 9, 10, 11 ดังนั้น เราต้องปรับปรุงการทำงานของการใช้บันจันยกของในงานประปาและงานตกแต่งภายในเป็นพิเศษ เพื่อเป็นการป้องกันการเกิด COST OVERRUN ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้นได้

กิจกรรม	แผนค่าใช้จ่ายตาม Cost Code ต่าง ๆ (BCWS)								ราคาทั้งหมด
	CODE 10	CODE 20	CODE 30	CODE 40	CODE 50	CODE 60	CODE 70	CODE 80	
1. งานดิน			-	-	-	1,800	-	200	2,000
2. ฐานราก	10,000	12,000	14,000	-	-	-	-	4,000	40,000
3. งานคานคอดิน	2,000	2,000	5,000	-	-	-	-	1,000	10,000
4. งานเสา คาน พื้นชั้นหนึ่ง	400	600	600	-	-	-	-	400	2,000
5. งานเสา คาน พื้นชั้นสอง	30,000	34,000	36,000	-	20,000	-	-	40,000	160,000
6. งานเสา คาน พื้นชั้นสาม	4,000	6,000	8,000	-	-	-	-	2,000	20,000
7. งานผนัง	-	-	-	26,000	-	-	-	6,000	32,000
8. มุขกบ หน้าต่าง กระงก	-	-	-	4,000	2,000	-	-	2,000	8,000
9. หลังคา	200	200	200	-	200	-	-	2,000	8,000
10. ตกแต่งภายใน	-	-	-	2,000	1,000	-	-	6,000	9,000
11. ประปา การระบายอากาศ	-	-	-	1,000	2,000	-	-	10,000	13,000
12. งานไฟฟ้า	-	-	-	-	-	-	-	8,000	8,000
13. ตกแต่งภายนอกและงานโยธา	-	-	-	-	-	-	3,600	400	4,000
14. ปรับแต่งสถานที่	-	-	-	-	-	-	1,800	200	2,000
BCWS	6,600	54,800	63,800	33,000	25,200	1,800	5,400	80,300	310,900

กิจกรรม	ค่าใช้จ่ายจริงตาม COST CODE ต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไป 52 อาทิตย์ (ACWP)										Total Cost
	CODE 10	CODE 20	CODE 30	CODE 40	CODE 50	CODE 60	CODE 70	CODE 80			
1. งานดิน						1,795.26	-	190.00		1,985.26	
2. งานราก	12,320.00	13,820.12	17,580.00					4,852.00		48,572.52	
3. งานคานคอดิน	1,980.000	2,305.60	4,567.82					980.000		9,840.42	
4. งานเสา คาน พื้นชั้นหนึ่ง	512.75	610.20	381.84					376.00		1,880.79	
5. งานเสา คาน พื้นชั้นสอง	28,280.00	33,815.30	35,540.20		20,389.63			43,210.00		161,275.13	
6. งานเสา คาน พื้นชั้นสาม	3,815.20	5,789.20	10,215.60					1,980.00		21,800.00	
7. งานผนัง				22,998.58				4,470.00		27,468.58	
8. วงกบ หน้าต่าง กระฉก				1,823.10	716.30			360.80		2,900.20	
9. หลังคา	215.00	199.60	202.34		562.46			120.60		1,300.00	
10. ตกแต่งภายใน											
11. ประปา การระบายอากาศ				65.00	303.34			715.00		1,083.34	
12. งานไฟฟ้า											
13. ตกแต่งภายนอกและงานโยธา											
14. ปรับแต่งสถานที่											
ACWP	47,122.95	56,540.02	68,488.29	24,886.68	21,971.73	1,795.26	-	57,261.40		278,066.24	

*) 0.5% of assumed completion state as projected at bar chart





กิจกรรม	แผนค่าใช้จ่ายจริงตามปริมาณงานที่ได้รับอนุมัติที่ 52 (BCWP)								ราคาทั้งหมด (บาท)	ปริมาณงานที่ได้รับ เมื่ออาทิตย์ที่ 52
	CODE 10	CODE 20	CODE 30	CODE 40	CODE 50	CODE 60	CODE 70	CODE 80		
1. งานดิน	-	-	-	-	-	1,800	-	200	2,000	100%
2. งานราก	10,000	12,000	14,000	-	-	-	-	4,000	40,000	100%
3. งานคานคอดิน	2,000	2,000	5,000	-	-	-	-	1,000	10,000	100%
4. งานเสา คาน พื้นชั้นหนึ่ง	400	600	600	-	-	-	-	400	2,000	100%
5. งานเสา คาน พื้นชั้นสอง	30,000	34,000	36,000	-	20,000	-	-	40,000	160,000	100%
6. งานเสา คาน พื้นชั้นสาม	4,000	6,000	8,000	-	-	-	-	2,000	20,000	100%
7. งานผนัง	-	-	-	20,800	-	-	-	6,000	26,800	80%
8. วงกบ หน้าต่าง กระงก	-	-	-	2,000	1,000	-	-	1,600	4,600	50%
9. หลังคา	200	200	200	-	200	-	-	100	900	100%
10. ตกแต่งภายใน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
11. ประปา การระบายอากาศ	-	-	-	50	100	-	-	500	650	5%
12. งานไฟฟ้า	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
13. ตกแต่งภายนอกและงานโยธา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
14. ปรับแต่งสถานที่	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
BCWP	46,600	54,800	63,050	22,850	21,300	1,800	-	61,800	275,950	
ACWP	47,123	56,540	68,488	24,887	21,972	1,795	-	57,261	278,066	
COST VARIANCE	-523	-1,740	-4,688	-2,037	-672	+5	-	+4,539	-2,116	

หมายเหตุ COST VARIANCE = BCWP - ACWP

สรุป

จากการพิจารณาค่า Cost Variance ที่เกิดขึ้น จะพบว่า ใน Cost Code ที่ 30, 40 มีค่า Variance ค่อนข้างมาก ซึ่งได้แก่ งานหลัก, งานก่ออิฐ แต่เนื่องจากงานในรหัสดังกล่าว อยู่ในกิจกรรมที่ทำเสร็จถูกล่วงไปแล้ว ดังนั้น จึงไม่สามารถแก้ไขอะไรได้ เมื่อมาพิจารณา Cost Code 50 ซึ่งก็มีค่า NEGATIVE VARIANCE สูงเช่นเดียวกัน คือ -672 บาท และยังมีกิจกรรมที่ยังดำเนินการอยู่ คือ กิจกรรมที่ 8, 9, 10, 11 ดังนั้น เราต้องปรับปรุงการทำงานของ การใช้บันจั่นยกของในงานประปาและงานตกแต่งภายในเป็นพิเศษ เพื่อเป็นการป้องกันการเกิด COST OVERRUN ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้นได้

การควบคุมและติดตามผลความก้าวหน้า

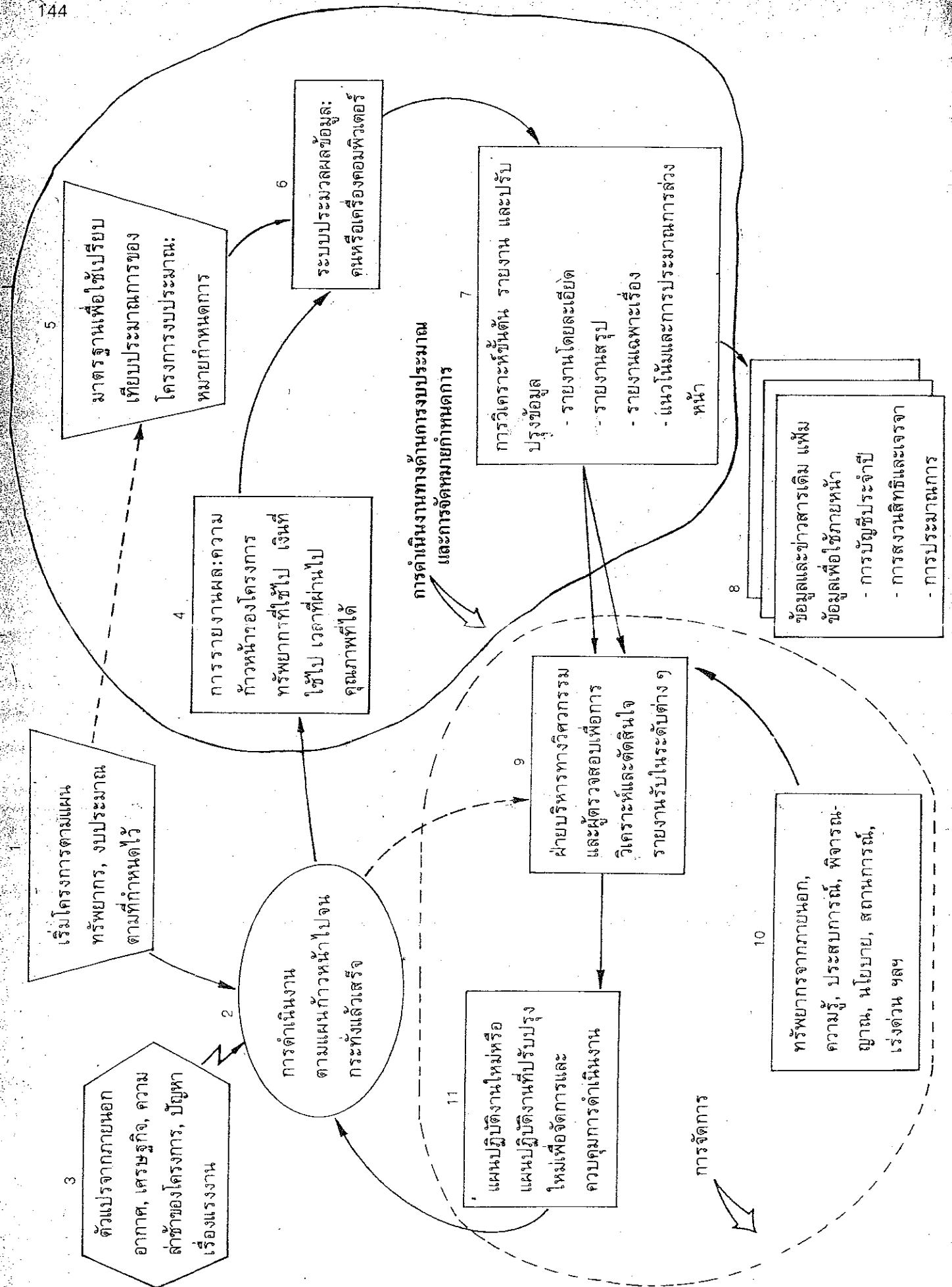
การควบคุมและติดตามผลความก้าวหน้าของงานเป็นขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการดำเนินงานของการจัดการ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เพราะเป็นช่วงที่จะแปลงรูปแบบจากแบบพิมพ์เขียวให้เป็นสิ่งก่อสร้างหรือถาวรวัตถุจริง การควบคุมงานให้เป็นไปตามแผนงานและเป้าหมายที่ได้กำหนดเอาไว้และการปรับเปลี่ยนให้สมจริงกับสภาวะและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจึงเป็นสิ่งที่ผู้จัดการโครงการหรือผู้มีหน้าที่ควบคุมงานและติดตามผลงานจะต้องระมัดระวังและติดตามโดยใกล้ชิด เครื่องมือสำคัญที่จะต้องนำมาใช้ คือ รายงานผลงานที่กระจำและชัดเจนสามารถชี้ให้เห็นสภาพของงานและโครงการ รวมทั้งสิ่งแวดล้อมหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อการทำงาน รายงานผลงานที่จะเป็นระบบจะช่วยให้การควบคุมการดำเนินงานสามารถกระทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบการควบคุมและติดตามผลงาน

แผนภูมิดังต่อไปนี้แสดงรูปแบบของระบบการป้อนข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งเป็นระบบการควบคุมติดตามผลงานที่เหมาะสมสำหรับโครงการก่อสร้างขนาดกลางและขนาดใหญ่ซึ่งมีการดำเนินงานทั้งหลายเป็นระบบ กล่าวคือมีการกำหนดโครงการ การออกแบบ การจัดทรัพยากร และการดำเนินการก่อสร้าง ที่เกี่ยวเนื่องกันทั้งระบบ

ระบบการป้อนข้อมูลย้อนกลับนี้ เป็นวิธีธรรมดา ๆ ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปโดยผู้ซึ่งเกี่ยวข้องกับการออกแบบและการดำเนินงานก่อสร้างจะต้องทำงานร่วมกันตลอดเวลา เพื่อให้โครงการประสบผลสำเร็จสูงสุด

ในแผนภูมิ โครงการจะเริ่มต้นจากแผนขั้นแรกที่กำหนดไว้ (หมายเลข 1) และการดำเนินงานก็ดำเนินไป (หมายเลข 2) - แผนก็จะกลายเป็นหลักที่ใช้ในการอ้างอิงและดำเนินตามไป เพื่อจุดประสงค์ในการควบคุมการดำเนินงาน (หมายเลข 5) ในขณะที่การดำเนินงานกำลังดำเนินไปอยู่นั้น ผลกระทบจากภายนอก (หมายเลข 3) อาทิ มาตรฐานใหม่ ๆ หรือวัตถุที่จะนำไปใช้แบบใหม่ ๆ หรืออากาศที่เลวลง การหยุดงานของกรรมกร การจัดส่งวัสดุ ที่ต้องล่าช้าออกไป อุปสรรคในการขุดฐานรากของอาคาร หรือแม้แต่สถานการณ์ที่ดีที่เกิดขึ้นในโครงการมีผลทำให้แนวทางปฏิบัติงานเปลี่ยนแปลงไปจากแผนเดิม หรืออาจจะให้มีการปรับปรุงแผนนั้น ๆ การดำเนินงานที่ผ่านไปจะทำให้เห็นข้อมูลต่าง ๆ หรือเห็นความก้าวหน้าของ



โครงการ (งานที่ทำได้ เวลาที่ผ่านไป เงินที่ใช้จ่ายและทรัพยากรที่ใช้ไป) ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการวัดและเปรียบเทียบ (หมายเลข 4) และนำไปป้อนเป็นข้อมูลเข้าสู่ระบบข่าวสาร (หมายเลข 6) เพื่อกลั่นออกมาเป็นข่าวสารสำหรับฝ่ายบริหาร ในระบบประมวลข่าวสาร ก็จะมีการอ้างอิงถึงมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้แล้ว (หมายเลข 5) เช่น หมายกำหนดการ หรือการเงิน เพื่อชี้ให้เห็นถึงข้อแตกต่าง ความแปรปรวนและแนวโน้มในอนาคต ข่าวสารนี้จะได้รับการวิเคราะห์และแจกจ่ายไปในรูปรายงาน (หมายเลข 7) และจะได้รับการแยกแยะออกเป็นพวก ๆ เพื่อการนำไปใช้ในเวลาข้างหน้า (หมายเลข 8) หรือจัดส่งไปยังฝ่ายบริหารและผู้ตรวจสอบทางวิศวกรรมเพื่อการวิเคราะห์เพิ่มเติม เพื่อการตัดสินใจดำเนินงานต่อไป (หมายเลข 9) ฝ่ายบริหารจะปะติดปะต่อ และเปรียบเทียบข่าวสารนี้เข้ากับความรู้ ความชำนาญ นโยบาย รวมทั้งกับข่าวสารทางด้านคุณภาพและปริมาณที่ได้จากแหล่งข่าวอื่น และจะพิจารณาตัดสินใจ (หมายเลข 10) เพื่อที่จะก่อให้เกิดแผนดำเนินงานใหม่ ๆ หรือปรับปรุงแผนงานเดิม ที่จะใช้ในการดำเนินงานและควบคุมโครงการต่อไป (หมายเลข 11)

นี่คือ ระบบควบคุมด้วยการป้อนข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งจะดำเนินไปตลอดระยะเวลาของโครงการ สิ่งที่มาพร้อม ๆ กับระบบควบคุมนี้ก็คือ ระยะเวลาในการป้อนข้อมูลกลับ ตามแนวคิดแล้ว ระยะเวลาตามหมายเลข 4, 6 และ 7 ควรจะน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อที่ฝ่ายวิศวกรรมและฝ่ายตรวจสอบจะได้รับข่าวสารที่ถูกต้องและทันต่อเหตุการณ์ ในอันที่จะตัดสินใจและวางแผนในการปฏิบัติงาน ซึ่งจะก่อให้เกิดผลสูงสุดในการควบคุมการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นต้นตอแรกของข้อมูลและข่าวสารนั้น ในโครงการเล็ก ๆ อาจจะตัดทอนกระบวนการลงเป็นจากหมายเลข 2 ไปยังหมายเลข 9 เลยทีเดียว ซึ่งจะทำให้เกิดการป้อนข้อมูลย้อนกลับโดยตรง

การรายงาน

การรายงานอาจเป็นได้หลายรูปแบบ ตั้งแต่การพูดจาสนทนา การติดต่อทางโทรศัพท์ จนกระทั่งถึงการเสนอในรูปของตารางของข้อมูลเกี่ยวกับการใช้จ่าย การเสนอรายงานในรูปกราฟของเส้นตรง ในรูปความก้าวหน้าสะสมของโค้งรูปตัว S และการรายงานแบบทันทีทันใด โดยอาศัยคอมพิวเตอร์ที่ต่อเข้ากับเครื่องรับในสนาม อย่างไรก็ตาม หลักการพื้นฐานบางอย่างจะช่วยในการรายงาน เพื่อที่จะทำให้การควบคุมดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ก. **การจัดทำรายงานย่อย** - เนื่องจากเวลาเป็นตัวจำกัด ฝ่ายบริหารและฝ่ายตรวจสอบไม่มีเวลามากพอที่จะให้กับข้อมูลมากมายมหาศาลเพียงเพื่อที่จะหาหาข้อมูลที่ตนเองต้องการ ดังนั้น รายงานข้อมูลที่จำเป็นและถูกต้องในรูปแบบที่ฝ่ายบริหารสามารถตีความได้ และรายละเอียดที่รายงานก็ให้เหมาะสมกับฝ่ายบริหารแต่ละคนที่จะใช้ข้อมูลและข่าวสารต่าง ๆ จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

ข. **ความแปรปรวน** - รายงานที่ใช้สำหรับการควบคุมการดำเนินงาน ควรจะนำเสนอค่าความแปรปรวนที่แสดงถึง การดำเนินงานบางจุดที่จำเป็นต้องให้ความสนใจมากกว่าการดำเนินงานอื่น ๆ “ความ

ปรวนแปร” ที่กล่าวในที่นี้มีความหมายถึงความแตกต่างที่เบี่ยงเบนเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับแผนหรืองบประมาณที่ตั้งเอาไว้ ความปรวนแปรนั้นควรจะแสดงในรูปของค่าความสัมพันธ์ (เปอร์เซ็นต์) และค่าสมบูรณ์ (จำนวน บาท ฯลฯ) ตัวอย่างเช่น น่าจะเป็นที่สนใจของฝ่ายบริหารมากขึ้นหรือไม่ที่จะ “เฟื่องเล้ง” ในกิจกรรมที่มีค่าใช้จ่าย 100,000 บาท ซึ่งมีค่าเบี่ยงเบน + 2,000 บาท (ค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม) ซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนสัมพันธ์ + 2% หรือกิจกรรมที่มีค่าใช้จ่าย 10,000 บาท ซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนสัมพันธ์ + 15% และค่าเบี่ยงเบนสมบูรณ์ 1,500 บาทด้วย ค่าเบี่ยงเบนสัมพันธ์ทั้งสองที่รับจากการรายงาน ฝ่ายบริหารก็อาจจะใช้ในการตัดสินใจที่ดีที่สุดได้

ค. การบริหารงานเฉพาะกรณี - โดยการชี้ให้เห็นเฉพาะกิจกรรมที่มีค่าเบี่ยงเบนหรือค่าบางอย่างที่เกินไปจากขีดที่กำหนดไว้ รายงานเฉพาะอย่างจะเน้นให้ฝ่ายบริหารทราบและสนใจ เฉพาะกิจกรรมที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการควบคุมการดำเนินงาน หลักการก็คือพิจารณาแยกแยะข่าวสารที่สำคัญและอยู่ในสถานการณ์วิกฤตออกมา สำหรับแต่ละเหตุการณ์เพื่อที่จะส่งให้กับบุคคลที่ต้องรับทราบให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อการพิจารณาตัดสินใจและลงมือดำเนินการ

ง. การประมาณการล่วงหน้าและแนวโน้มในอนาคต - ถ้าฝ่ายบริหารจำเป็นต้องรู้อย่างชัดเจนถึงเหตุการณ์ข้างหน้าและสามารถที่จะคาดการณ์ล่วงหน้าถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้น การรายงานก็ควรจะชี้ให้เห็นเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น ในอนาคต เช่นเดียวกับชี้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้ว การประมาณการล่วงหน้าและการหาแนวโน้มในอนาคตเป็นวิธีที่จะบอกเหตุการณ์ในอนาคตได้ การควบคุมการดำเนินงานและทรัพยากรโดยอาศัยข่ายนั่น ตัวข่ายนเองจะเป็นเครื่องมือที่จะใช้พิจารณาว่ามีผลกระทบอย่างไรเกิดขึ้นบ้างกับโครงการโดยส่วนรวม ถ้าหากมีกิจกรรมหนึ่งต้องเปลี่ยนแปลงไป ระบบจัดหาและควบคุมติดตามวัสดุก็จะมีลักษณะคล้าย ๆ กัน ทั้งนี้ เพื่อมิให้ฝ่ายบริหารต้องไปที่ห้วงงานในตอนเช้าแล้วพบว่า เครื่องมือเครื่องจักรที่ควรจะเข้ามาตั้งแต่ 6 เดือนที่แล้ว เพื่อจะมาติดตั้งในวันนี้ ยังไม่ได้สั่งซื้อไปเลย หลักการแบบเดียวกันนี้สามารถใช้ได้กับระบบอื่น ๆ ด้วย

สถานภาพและความก้าวหน้าของโครงการ

การวัดผลโดยการเปรียบเทียบกับค่าตัวเลข อาจจะใช้เพื่อพิจารณาให้เห็นความก้าวหน้าหรือสถานการณ์ของการดำเนินงานของโครงการ จำนวนหรือปริมาณงานที่ได้ในการก่อสร้าง อาจจะตรวจสอบดูได้จริง ๆ และนำไปเปรียบเทียบกับที่แสดงไว้ในแผนการก่อสร้าง เวลาที่ใช้ไปในการดำเนินงานจริงสามารถนำไปเปรียบเทียบกับที่ประมาณการเอาไว้ จำนวนเงินผูกพันหรือที่ใช้จ่ายไป ก็อาจจะเปรียบเทียบได้กับประมาณการของงบลงทุน การใช้ทรัพยากรก็อาจจะเปรียบเทียบกับที่ทำประมาณการในการใช้แรงงาน วัสดุ และเครื่องจักร เครื่องมือ ในท้ายสุด ฝ่ายบริหารงานก่อสร้างที่มีประสบการณ์ ก็สามารถให้การพิจารณาตัดสินใจในการประมาณการจำนวนเปอร์เซ็นต์งาน แล้วเสร็จได้อย่างง่ายดายสำหรับแต่ละส่วนของงาน หรือทั้งโครงการเลยทีเดียว

ความสัมพันธ์เชิงเส้น - ในการประยุกต์ใช้วิธีการวัดผลเช่นที่ว่านี้ นับว่ามีความสำคัญอยู่ที่จะต้องตระหนักถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปร 2 ตัว ดังตัวอย่างแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้น ระหว่างปริมาณงานที่ได้กับเวลาที่ใช้ไปแล้วในการดำเนินงานในรูป (ก) งานส่วนใหญ่จะถูกกำหนดให้เสร็จในช่วงต้น ๆ ของการดำเนินงาน โดยเมื่อเวลาผ่านไปแล้วครึ่งหนึ่งงานจะเสร็จสิ้นไป 60% รูป (ข) แสดงให้เห็นว่า งานส่วนใหญ่จะเสร็จสิ้นลงในระยะปลาย ๆ ของการดำเนินงาน รูป (ค) แสดงให้เห็นถึงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นในรูปโค้งตัว S แบบเดียวกับที่แสดงไว้ในรูป (ก) และ (ข) ความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรอื่น ๆ ก็อาจแสดงให้เห็นได้ในลักษณะเดียวกัน

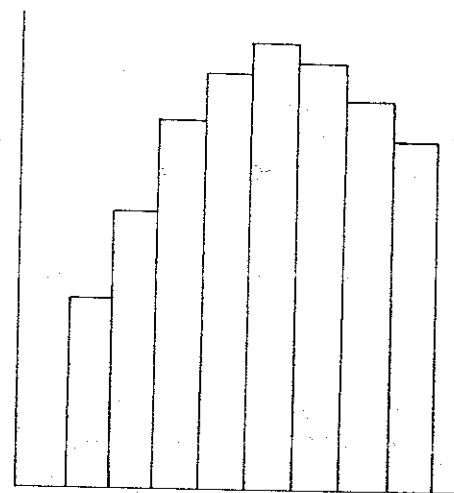
(ก) งานแล้วเสร็จส่วนใหญ่ในช่วงครึ่งแรกของโครงการ



เม.ย. พ.ค.

เวลา

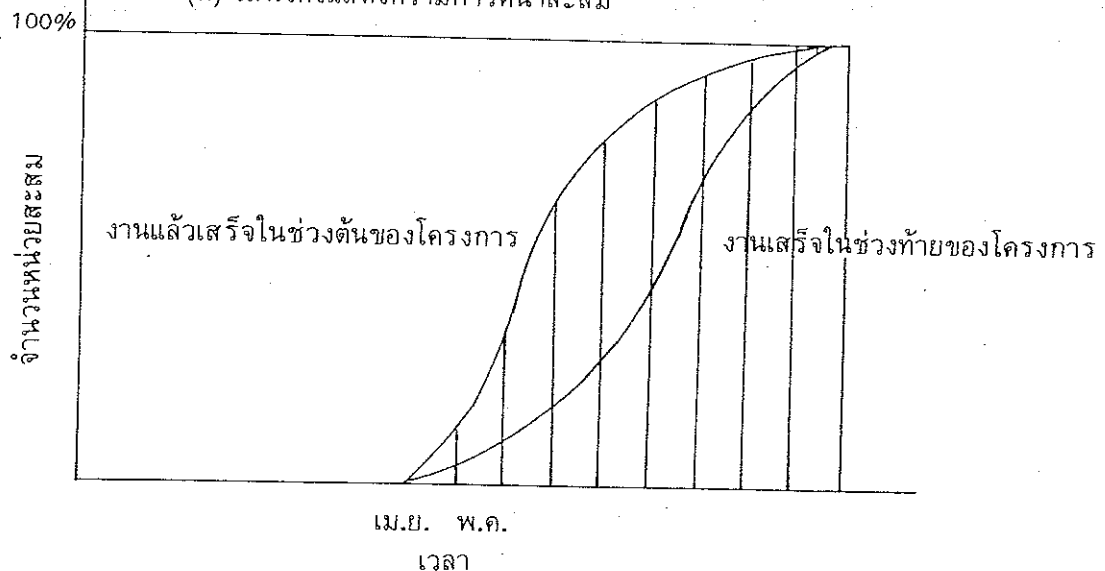
(ข) งานแล้วเสร็จส่วนใหญ่ในช่วงครึ่งหลังของโครงการ



เม.ย. พ.ค.

เวลา

(ค) เส้นโค้งแสดงความก้าวหน้าสะสม



เม.ย. พ.ค.

เวลา

รูปแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นเพื่อวัดผลความก้าวหน้าโครงการ

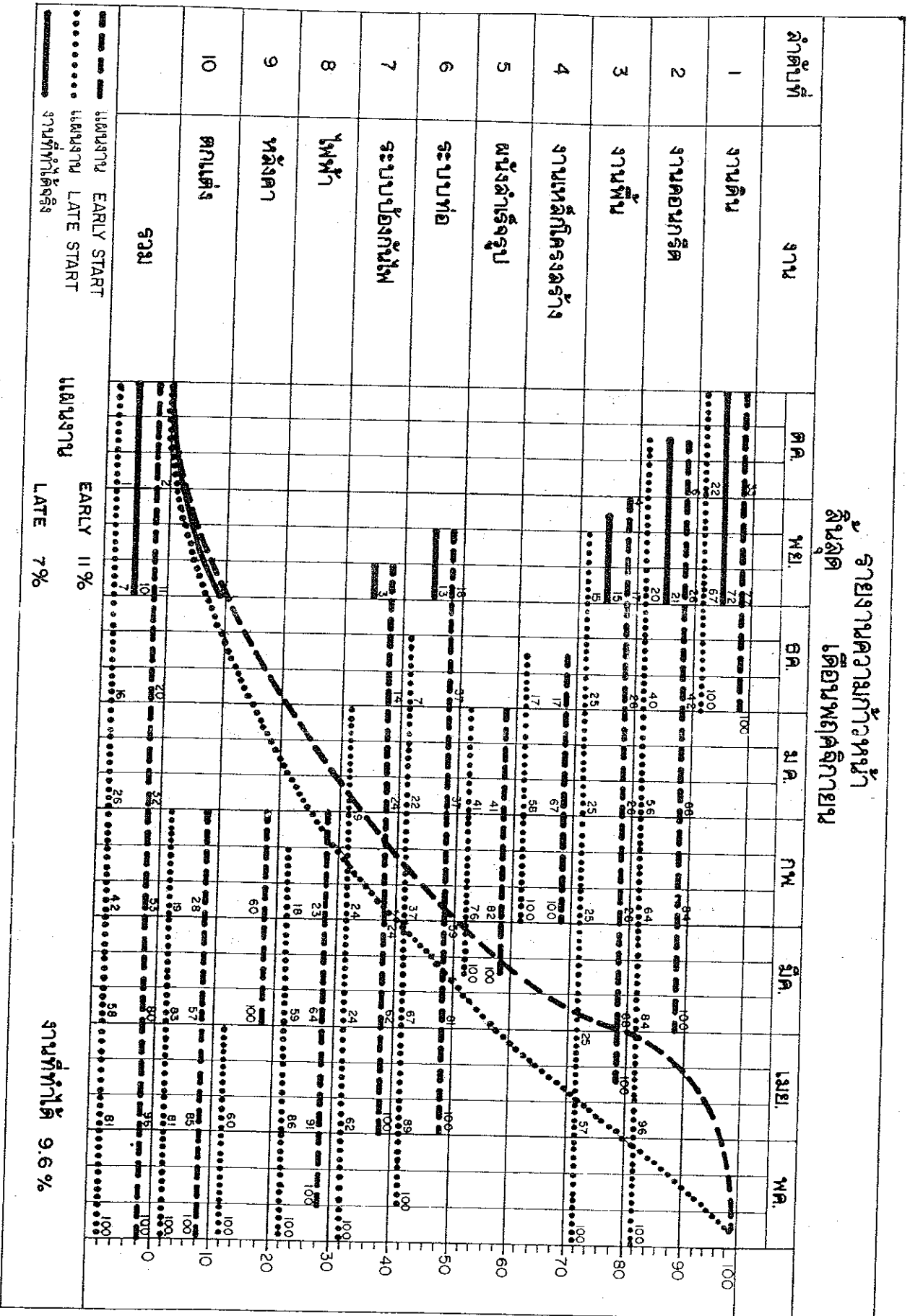
การแสดงสถานภาพและความก้าวหน้าของงานถูกทำขึ้นเพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการทุกฝ่าย ได้ทราบความก้าวหน้าของการดำเนินงาน ดังนั้น แผนภูมิที่เขียนแสดงไม่ควรจะให้อยู่ง่ายมากนัก ควรจะเป็นที่เข้าใจโดยทั่วไปกับผู้ที่เกี่ยวข้อง แผนภูมิต่อไปนี้จะแสดงการวัดผลโดยการเปรียบเทียบกับค่าตัวเลขและการวัดผลด้วยความสัมพันธ์เชิงเส้นเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถทราบความก้าวหน้าของทั้งโครงการ และสถานภาพของแต่ละงานได้ในเวลาเดียวกัน

การปฏิบัติการเพื่อแก้ไข

เมื่อรายงานเกี่ยวกับการควบคุมโครงการได้ชี้ให้เห็นว่ามีบางอย่างที่ผิดปกติไปในการดำเนินงาน นั่นคือ จากการวัดผลจะพบว่า มีค่าเบี่ยงเบนไปอย่างมีนัยสำคัญจากแผนที่กำหนดไว้ในตอนต้น ก่อนอื่นฝ่ายบริหารจะต้องสอบถามข้อผิดพลาดและทำความเข้าใจถึงสาเหตุเบื้องหลังสถานการณ์ผิดพลาดที่ได้รับรายงานนั้น สมมติว่าได้สอบพบจุดที่เป็นปัญหาแล้ว แนวทางในการปฏิบัติ ซึ่งเป็นแนวทางที่ดีที่สุด ยังไม่ทำอะไรทั้งสิ้น เพียงแต่ปรับปรุงข่าวสารข้อมูลให้เป็นไปตามนั้น เพื่อสะท้อนให้เห็นความจริงที่ปรากฏอยู่ในการดำเนินงาน และเนื่องจากการดำเนินงานยังคงดำเนินไปไม่หยุดยั้ง สถานการณ์ที่บังเกิดขึ้นอาจจะดีขึ้นไปกว่าที่กำหนดไว้ในแผน จากวันที่เริ่มลงมือดำเนินงาน ฝ่ายบริหารของโครงการก็จะมีข้อมูลใหม่ ๆ เพิ่มเติมขึ้นจากเดิมที่นักวางแผนได้กำหนดไว้ จุดสำคัญตรงนี้ก็คือ ไม่ควรที่จะลงมือปรับปรุงแก้ไขเพียงเพื่อที่จะทำให้ผลงานเป็นไปตามแผนเดิม นั่นก็คือ ฝ่ายบริหารจะต้องใช้ทั้งงบประมาณ หมายกำหนดการ มาตรฐานที่กำหนดไว้ในปรับปรุงแก้ไขวิธีการดำเนินงาน ฝ่ายบริหารควรจะใช้ระบบควบคุมเป็นแนวยึด แต่ก็ยังยอมให้มีความยืดหยุ่นและควรจะเตรียมพร้อมในการที่จะฉวยโอกาสและปรับปรุงวิธีการให้เข้ากับสถานการณ์ที่กำลังเป็นอยู่

สมมติว่าจากการตรวจสอบพบว่า ควรจะได้ลงมือปฏิบัติการเพื่อปรับปรุงแก้ไขสถานการณ์ ก็มีวิธีการปรับปรุงอยู่หลายวิธีที่จะใช้ เช่น ในกรณีที่การดำเนินงานของโครงการค่อนข้างจะล่าช้าไปจากหมายกำหนดการ วิธีการหนึ่งที่จะทำได้ก็คือ เร่งรัดการดำเนินงานทุกกิจกรรมในโครงการ โดยการเพิ่มทรัพยากร เพิ่มแรงงานให้มากขึ้น หรือใช้การทำงานล่วงเวลา วิธีการที่นับว่ามีเหตุผลยิ่งกว่าก็คือ การตรวจสอบให้รู้ว่า กิจกรรมใด เมื่อเร่งรัดการดำเนินงานแล้วจะมีผลกระทบโดยตรงต่อกำหนดการปฏิบัติการของโครงการ และจะลดระยะเวลาในการดำเนินการของกิจกรรมที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด และนี่คือแนวปรัชญาหลักของการหาจุดต่ำสุดของการลงทุนในการก่อสร้าง (TIME-COST OPTIMIZATION)

รายงานความก้าวหน้า
สิ้นสุด เดือนพฤศจิกายน



เปอร์เซ็นต์งานแล้วเสร็จ

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

การเคหะแห่งชาติ “มาตรฐานที่อยู่อาศัยและสิ่งแวดล้อมของการเคหะแห่งชาติ” 2519. (เอกสารอัดสำเนา)
ต่อตระกูล ยมนาค **CPM & PERT** ระบบการควบคุมงานและเวลาในการก่อสร้างด้วยเทคนิคคำนวณสมัย

ใหม่. กรุงเทพฯ : นานาอักษรการพิมพ์, 2523.

ปิง คุณะวิมลสถิตย์ “เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตรการบริหารงานพัฒนาที่อยู่อาศัย รุ่นที่ 4
การเคหะแห่งชาติ”. (เอกสารอัดสำเนา)

สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย. “เอกสารการสอนวิชาการวางแผนงานก่อสร้าง”. กรุงเทพมหานคร:
หจก.วิคตอรีการพิมพ์, 2524.

ภาษาอังกฤษ

Anil, James M. and Woodhead, Ronald W. **Critical Path Methods in Construction Practice**.
2nd.ed. New York : John Wiley & Sons, 1970.

Asian Development Loans. “Guidelines for Procurement”. MIM.

Atman, Rudolf. Lecture Notes on “Cost Control.” Rotterdam, BIE, no date, MIM.

Barrie, Donald S. and Paulson, Boyd C. Jr., **Professional Construction Management**. New York:
McGraw-Hill, Inc., 1978.

Halpin, Daniel W. and Woodhead, Ronald. **Construction Management**. New York : John Wiley
& Sons, 1980.

Harris, Frank and McCaffer, Ronald. **Modern Construction Management**. London: Crosley
Lockwood Staples, 1977.

Harris, Robert B. **Precedence and Arrow Networking Techniques for Construction**. New York:
John Wiley & Sons, 1978.

Netherland, BIE. “Working Guide to Housing Project Planning”. Workshop 3 Exercise, 39th
ICHPB Course. Rotterdam: BIE, no date. MIM.

Pilcher, Roy. **Principles of Construction Management**. 2nd., ed. London: McGraw-Hill, 1976.

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

การเคหะแห่งชาติ “มาตรฐานที่อยู่อาศัยและสิ่งแวดล้อมของการเคหะแห่งชาติ” 2519. (เอกสารอัดสำเนา)
ต่อตระกูล ยมนาค **CPM & PERT** ระบบการควบคุมงานและเวลาในการก่อสร้างด้วยเทคนิคคำนวณสมัย
ใหม่. กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์, 2523.

ปิง คุณะวิมลสถิตย์ “เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตรการบริหารงานพัฒนาที่อยู่อาศัย รุ่นที่ 4
การเคหะแห่งชาติ”. (เอกสารอัดสำเนา)

สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย. “เอกสารการสอนวิชาการวางแผนงานก่อสร้าง”. กรุงเทพมหานคร:
หจก.วิคตอรีการพิมพ์, 2524.

ภาษาอังกฤษ

Antil, James M. and Woodhead, Ronald W. **Critical Path Methods in Construction Practice**.
2nd.ed. New York : John Wiley & Sons, 1970.

Asian Development Loans. “Guidelines for Procurement”. MIM.

Atman, Rudolf. Lecture Notes on “Cost Control.” Rotterdam, BIE, no date, MIM.

Barrie, Donald S. and Paulson, Boyd C. Jr., **Professional Construction Management**. New York:
McGraw-Hill, Inc., 1978.

Halpin, Daniel W. and Woodhead, Ronald. **Construction Management**. New York : John Wiley
& Sons, 1980.

Harris, Frank and McCaffer, Ronald. **Modern Construction Management**. London: Crosley
Lockwood Staples, 1977.

Harris, Robert B. **Precedence and Arrow Networking Techniques for Construction**. New York:
John Wiley & Sons, 1978.

Netherland, BIE. “Working Guide to Housing Project Planning”. Workshop 3 Exercise, 39th
ICHPB Course. Rotterdam: BIE, no date. MIM.

Pilcher, Roy. P.

London: McGraw-Hill, 1976.

4-05 (6+5)

