

บทที่ ๘
การประเมินวิเคราะห์โครงการ
(PERT)

บทที่ ๖

การประยุกต์วิเคราะห์โครงการ (PERT)

หัวเรื่อง:

1. ความหมาย
2. วิวัฒนาการ
3. การสร้าง PERT
4. การสร้าง CPM
5. การประมาณการเวลาทำการที่ไม่แน่นอน
6. PERT/CPM
7. สรุป

วัสดุประสงค์:

เมื่อผู้ศึกษาได้ศึกษานักที่ ๖ นี้แล้ว สามารถ:

1. อธิบายความหมายของการวิเคราะห์โครงการได้
2. อธิบายวิวัฒนาการความเป็นมาของการประยุกต์วิเคราะห์โครงการซึ่งมีรูปแบบลักษณะ และชื่อเรียกที่มีแตกต่างกันได้
3. สร้างและประยุกต์วิเคราะห์โครงการโดยลำดับขั้นตอนในรูปแบบของ PERT และ CPM ได้
4. วิเคราะห์และประยุกต์วิเคราะห์โครงการโดยรูปแบบของ PERT ในการศึกษาเวลาทำการของกิจกรรมมิต่อไปนี้ได้
5. อธิบาย วิเคราะห์และประยุกต์วิเคราะห์โครงการ ในลักษณะของกระบวนการเร่งรีบได้อย่างถูกต้องชัดเจน
6. ประยุกต์ PERT เข้ากับปัญหาปัจจุบันได้อย่างถูกต้อง

บทที่ ๖

การประเมินวิเคราะห์โครงการ (PERT)

1. ความหมาย :

การประเมินวิเคราะห์โครงการ ที่เรียกกันเป็นสากลว่า "PERT" แต่ละอักษรเป็นคำย่อของ :

P คือ Program หรือ Project หรือ Performance

E คือ Evaluation

R คือ Review

T คือ Technique

เมื่อรวมความแล้ว คือ Program Evaluation and Review Technique

PERT คือ วิธีการที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ และการควบคุมโครงการ เพื่อลดความผุ่งยาก ความล่าช้า และการยังรักภัยของโครงการ การประเมินวิเคราะห์โครงการต้องกล่าวว่า อาจจะกระทบโดยการวิเคราะห์งานในโครงการเสียก่อน แล้วมีจงประสานงานโดยอาศัยใบข่ายงาน (net work) เป็นตัวเชื่อมและแสดงความสัมพันธ์ของลำดับการทำงาน การประเมินวิเคราะห์โครงการนี้ จะทำให้ทราบถึงลักษณะการทำงานตลอดโครงการ ตลอดจนคุณคุณภาพ ต่าง ๆ ที่อาจจะก่อให้เกิดความผุ่งยาก ล่าช้า และยังรักภัย ก่อนที่สิ่งเหล่านั้นจะเกิดขึ้นในโครงการ

2. วิธีมานาการ

ในสมัยก่อน การประเมินวิเคราะห์โครงการ กระทำโดยอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ของผู้ควบคุมงาน ซึ่งริบการนี้ก่อให้เกิดปัญหาในการปฏิบัติงานและการติดตามควบคุมงานหมายความว่า ทั้งนี้ ด้วยเหตุที่ผู้ควบคุมงานและผู้ควบคุมโครงการ อาจเข้าใจในลักษณะสำคัญแตกต่างกันไป ต่อมาจึงได้นำวิธีการเขียนรายการกิจกรรมการทำงานที่เรียกว่า "checklist" มาใช้แล้วดังรายการการทำงานเพื่อแยกแยะงานหรือกิจกรรม (activity) ที่ประกอบอยู่ในโครงการนั้น ๆ ทำให้สังὼชในการทำงานและยศดับข้อหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้

ภายหลังเมื่อโครงการต่าง ๆ ในญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกาญี่ปุ่น การแล้วดูรายการกิจกรรม การทำงานเริ่มไม่สามารถถ่ายทอดแผนงานในโครงการได้ด้วยเดือนเดียว ต่อมา Henry L. Gantt จึงได้นำแผนภูมิแท่ง (bar chart) ที่เรียกันต่อมาว่า "Gantt Chart" มาใช้แทนแล้วดูงานหรือกิจกรรมแทน checklist

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่า Gantt chart จะแล้วดูกิจกรรมต่าง ๆ ในโครงการได้ด้วยเดือนมากขึ้น แต่ก็ไม่สามารถแล้วดูการประกอบและความสัมพันธ์ของงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ ในโครงการได้ด้วยเดือนเดียวพอ ที่จะทำให้การประเมินวิเคราะห์โครงการนั้น ๆ สามารถแยกแยะรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับ กิจกรรม เวลาการทำงานของกิจกรรมและของโครงการ

ต่อมาในราศี ก.ค. 1950 บริษัทไฟฟ้าในประเทศอังกฤษ ได้ศึกษาไว้เรียกว่า "Longest Irreducible Sequence of Event" เพื่อใช้วางแผนลดเวลาการซ่อมบำรุง โรงงานไฟฟ้า ซึ่งในระยะเวลาใกล้เสียงกันนั้น ในสหราชอาณาจักร มีกลุ่มบริษัท E.I.Du Pont de Nemours และ Remington Rand ได้พัฒนาไว้เรียกว่า Critical Path Method : CPM เพื่อใช้ในการลดเวลาและค่าใช้จ่ายของการดำเนินงานในโครงการซ่อมบำรุงโรงงาน

ในขณะเดียวกันนั้น ในปี 1958 หน่วยโครงการพิเศษของกองทัพเรือสหราชอาณาจักร ที่เรียกว่า Navy Special Projects Office ได้ร่วมกับ Lockheed Aircraft Corporation โดยความร่วมมือของ Booz, Allen & Hamilton ได้ร่วมกันดำเนินงาน

พัฒนาวิธีการประเมินโครงการที่เรียกว่า "PERT" เพื่อใช้ในโครงการ United States Navy's Polaris project จนเป็นผลสำเร็จทำให้โครงการสร้างกล้องส่องเรือกว่าก้าวหน้าดึง 18 เดือน จากนั้นมา ก็มีการนำ PERT ไปใช้อย่างกว้างขวาง ทั้งในกิจการทางทหารและพลเรือน

ความจริงแล้ว PERT และ CPM คือหลักการทำงานเดียวกันนี้เองในรูปแบบ ๆ นี้ จึงได้รับการพัฒนาจนกลายเป็นวิธีการเดียวกันในที่สุด แต่ก็ยังมีการปรับเปลี่ยนในหลายส่วนเพื่อให้ล้อคล้อกับโครงการที่นำไปใช้ เช่น PERT/CPM, CPS (Critical Path Scheduling), LES (Least-cost Estimation and Scheduling), Micro-PERT, 1-time-PERT/cost และ PEP เป็นต้น

3. การล่ารัง PERT

PERT ต้องการข้อมูลเกี่ยวกับงานหรือกิจกรรม (activity) ในโครงการ ทั้งหมด ซึ่งงานหรือกิจกรรมนี้อาจจะแสดงในรูปของรายการกำหนดการทำงาน (checklist) หรือแผนภูมิแท่งแบบ Gantt chart ทั้งนี้เพื่อจะแสดงให้เห็นว่าในโครงการนั้น ๆ ประกอบไปด้วยงานต่าง ๆ อะไรบ้าง และงานเหล่านั้นต้องใช้เวลาหรือข้อมูลอย่างยืดหยุ่นที่เกี่ยวข้องอย่างไรบ้าง นอกจากนี้ PERT ยังต้องอาศัยการเขียนไวยากรณ์ (net work) เพื่อการแสดงถึงลำดับและความล้มเหลวของงานอยู่ต่อไป ในการตัดสินใจจะแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่างานใดจะต้องทำให้เสร็จก่อนหรือหลังงานใดบ้าง

ไวยากรณ์ (net work) จะแสดงลำดับและความล้มเหลว ของงานต่าง ๆ โดยอาศัยการเขียนลูกศร (arrows) เพื่อแสดงจัวางงานต่าง ๆ งานใดจะเริ่มต้นได้เมื่อไหร่ และงานใดจะใช้เวลาดำเนินการเท่าไร เสร็จลั้นเมื่อไหร่ โดยมีตำแหน่งเริ่มงานและตำแหน่งเสร็จงานกากับให้เห็นเด่นชัดด้วย ชื่อตำแหน่งงานนี้ เรียกว่า node หรือ event หรือ milestone และเพื่อให้เกิดความลับเฉพาะ และชัดเจนยิ่งขึ้น ตำแหน่งงานนี้จะได้รับการลำดับเลขประจัญตำแหน่งที่เรียกว่า "node numbering"

เมื่อได้แล็คดงงานต่าง ๆ จาก checklist หรือ Gantt chart ด้วยลูกค้า และข่ายงานแล้ว ก็จะสามารถหาล่าຍงานวิกฤต (critical path) ได้ ซึ่งล่าຍงานวิกฤตนี้จะแล็คดีง ระยะเวลางานที่สั้นที่สุดที่โครงการนี้จะเสร็จสิ้นลงได้ ซึ่งก็คือระยะเวลางานที่ยาวที่สุด เมื่อศึกษา น้ำใจจากภัยข่ายงานนี้เอง

กล่าวโดยสรุปรวมแล้ว ในการสร้าง PERT จะต้องอาศัยข้อมูลจาก checklist หรือ Gantt chart และลำดับงานโดยใช้ข่ายงาน (net work) ซึ่งการดำเนินการข้างต้นนี้ ก็จะต้องเริ่มจากการวิเคราะห์งาน (activity analysis) เมื่อวิเคราะห์งานแล้วก็นำข้อมูลซึ่ง แล็คดงงานต่าง ๆ ในโครงการ ไปเขียนในสังกะสะโดยข่ายงานด้วยลูกค้า (arrow diagramming) และถ้าเขียนโดยข่ายงานด้วยลูกค้านี้มีปัญหาในการแล็คดงความสัมพันธ์ของงาน ก็อาจจะอาศัยงานจำเพาะ (dummy activities) เข้ามายังให้เกิดความถูกต้องได้ เมื่อแล็คดงงานต่าง ๆ ด้วยลูกค้าในสังกะสะ ใบข่ายงานแล้ว ก็จะหาระยะเวลาการดำเนินการของโครงการได้โดยการพิจารณาล่าຍงานวิกฤต (critical path)

เมื่อได้ดำเนินการตั้งขึ้นตอนข้างต้นแล้ว ก็เป็นหน้าที่การสร้าง PERT เป็นต้นได้ เล็ร์จสิ้นลง ต่อแต่นี้ก็จะต้องการทราบรายละเอียดใด ๆ วิถี ก็สามารถที่จะพิจารณาหรือคำนวณเพิ่มเติมจาก PERT เป็นต้นมีต่อไป อย่างไรก็ตามหลักการในการสร้าง PERT ข้างต้นนี้ อาจแยกพิจารณาในรายละเอียดมากขึ้น เพื่อความเข้าใจที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ด้วยการลำดับขั้นตอนการสร้าง PERT ตั้งกล่าว ไปพร้อมกันกับตัวอย่างประกอบกัน ตั้งที่จะได้แล็คดงเป็นลำดับสังต่อไปนี้

หลักการและขั้นตอนในการสร้าง PERT

หลักการและขั้นตอนซึ่งแล็คดีงจะระเบียบไว้ในการสร้าง PERT อาจจำแนกเป็นข้อ ๆ ได้ดังต่อไปนี้ คือ

3.1 การวิเคราะห์งาน (activity analysis)

การวิเคราะห์งาน เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับงานหรือ กิจกรรมต่าง ๆ ที่ประกอบอยู่ในโครงที่กำลังพิจารณาอยู่ ข้อมูลเบื้องต้นตั้งกล่าว เป็นข้อมูลที่จะตอบ ในสิ่งที่ต้องการรู้ต่อไปนี้

- ก. โครงการประกอบไปด้วยงานย่อย ๆ อะไรบ้าง
- ข. งานย่อย ๆ แต่ละงานในโครงการนั้น จะต้องใช้เวลาดำเนินการนานเท่าไร
เช่นแล้วเสร็จ
- ค. งานใดจะต้องแล้วเสร็จก่อนงานอื่นจะเริ่มดำเนินการต่อไป
- ง. งานอะไรที่สามารถดำเนินการได้พร้อมกัน
- ม. งานใดจะเริ่มดำเนินการได้ ต่อเมื่องานอื่นบ้างได้แล้วเสร็จแล้ว

การวิเคราะห์งานนี้ อาจจะแล้วดังในส่วนของรายกรากำหนดการทำงาน
(checklist) สรุปได้แสดงต่ออย่าง การวิเคราะห์งานโครงการก่อสร้างบ้าน สรุปเป็น

พื้นที่ 6 - 1 โครงการ "การสร้างบ้าน"

ตาราง 6 - 1 รายการกิจกรรมการก่อสร้างของโครงการสร้างบ้าน

สัญลักษณ์งาน	สกุลเดือน	งานที่ต้องเลือกก่อน	ระยะเวลาดำเนินการ (วัน)
a	เริ่มงาน	-	0
b	ปรับหน้าศิน	a	4
c	ลงเริ่ม	b	2
d	ตั้งเสา	c	4
e	ก่ออิฐถือบ้าน	d	6
f	วางหิน้ำ	c	1
g	ก่อตัว	f	2
h	ตั้งเครื่องลิ้งน้ำ	f	3
i	วางลิปไฟฟ้า	d	2
j	ทาด้วยกระดาษอะการ์	d,g	4
k	ก่อหนาความร้อน	i,j,h	10
l	ปรับแต่งพื้น	k	3
m	ก่อห้องครัว	l	1
n	ปรับแต่งระบบประปา	l	2
o	ท้างานตกแต่งภายใน	l	3
p	ก่อสังคาก	e	2
q	ก่อฐานน้ำ	p	1
r	ติดตั้งรางน้ำ	c	1
s	ลงพื้นชั้นเงา	a,t	2
t	แต่งสีบ้าน	m,n	3
u	แต่งระบบไฟฟ้า	t	1
v	แต่งห้องน้ำ	q,x	2
w	แต่งบrix เว็บบ้าน	v	5
x	เลือกงาน	s,u,w	0

อธิบดีในการเขียนรายการภารกิจหน้าที่งานนี้ ควรเรียบง่ายโดยอย่างง่ายๆ
ที่จะต้องทำก่อนมาก่อน และงานที่ทำให้ได้พร้อมกันก็ให้อยู่ในลำดับเรียงกันไป

3.2 แลดูแผนงานโดยใช้ข้อความภาษาคุ้มครอง (arrow diagramming)

เมื่อได้รับทราบหัวข้อแล้ว ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะงานและความสัมพันธ์ของ
งานต่าง ๆ ซึ่งเมื่อแลดูความสัมพันธ์ของงานโดยใช้ข้อความภาษาคุ้มครองแล้ว จะทำให้การแลดูแผนงานใน
โครงการเห็นได้เด่นชัดขึ้น

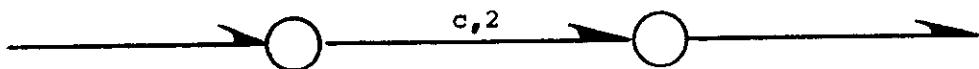
วิธีการเขียนโดยใช้ข้อความภาษาคุ้มครองทำได้ดังนี้ 1. โดยการเขียนเล้นลูกค้าแต่ละเล้นແນ
งานแต่ละงาน หัวใจงานใดที่จะทำให้แล้ว เสร็จก่อนก็เขียนก่อน งานใดที่ทำได้พร้อมกันก็เขียนพร้อมกัน ซึ่ง
วิธีการเขียนโดยใช้ข้อความภาษาคุ้มครองแต่ละเล้นนั้น ควรจะเขียนเรียงเป็นลำดับจากรายการภารกิจหน้าที่
ได้แล้วไปในกรณีที่จะทำให้แล้ว เช่น หัวใจงาน a,b,c และงานอื่น ๆ เรียงลำดับ
กันไปตามลักษณะความสัมพันธ์ของงานที่รับทราบหัวข้อแล้วนั้นเอง

นอกจากนี้ เพื่อให้การเขียนโดยใช้ข้อความภาษาคุ้มครองและไม่สับสน ให้ข่าย
งานลูกค้าที่จะเขียนขึ้นนี้ จะต้องมีลักษณะตามเงื่อนไขต่อไปนี้ 1. ต้องเป็นด้วย ศอ

ก. ให้ข่ายงานต้องต่อเนื่องกันโดยตลอดจากจุดเริ่มต้นไปจนถึงสุดท้าย โดยไม่มี
การขาดตอน และไม่มีการย้อนกลับ

ข. งานแต่ละงานจะต้องเขียนແນด้วยเล้นลูกค้าเพียงเล้นเดียว และบนเล้นลูกค้า
นั้นให้เขียนลัญญาลักษณะและระบุเวลาดำเนินการทำกับไว้ด้วย สำหรับระยะความยาวของเล้นลูกค้า
และกิจกรรมของลูกค้านั้นไม่ถือเป็นสาระสำคัญแต่อย่างใด เช่น

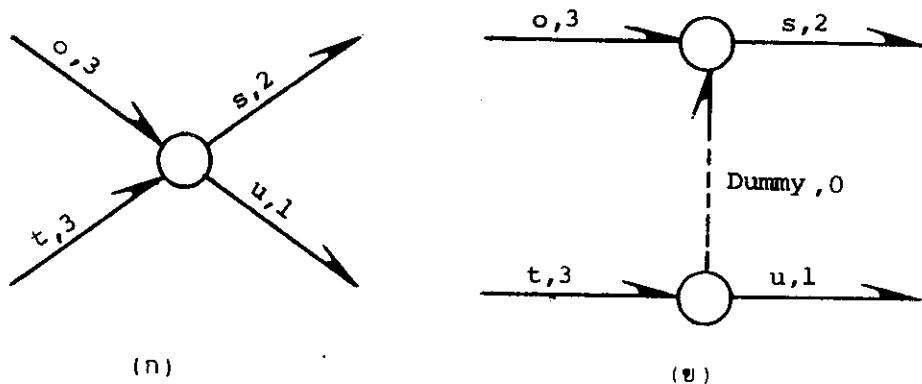
ค. ระหว่างอุกศรแต่ละเล็บ ให้มีวงกลมอยู่ที่โคนและปลายอุกศรนั้น ๆ เพื่อแสดงตัวหน่วยงานด้วย ทั้งนี้ วงกลมที่โคนอุกศรหมายถึง อุดหนอดตามแห่งเริ่มงานของอุกศรนั้น ส่วนบน วงกลมที่ปลายอุกศร หมายถึง ตัวหน่วยงาน เย็น



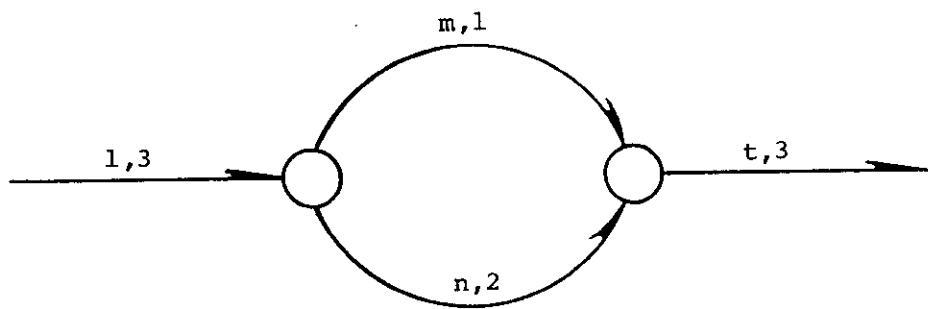
4. ในกรณีที่เกิดปัญหาในการเขียนอุกศร เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของงานใด ๆ อาจต้องการแก้ไขให้ถูกต้องได้โดยการเสิร์ฟงานจำแจง (dummy activity) เข้าไปในข่ายงานนั้น ๆ ได้ ทั้งนี้ งานจำแจงหมายถึง งานซึ่งสร้างขึ้นมาโดย ฯ และไม่ใช้เวลาในการดำเนินการ ฯ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ เพราะงานจำแจงเป็นเพียงงานที่สร้างเพื่อช่วยในการเขียนสัมพันธ์ของงานต่าง ๆ ในอุกต้องเท่านั้น ภัยงานในโครงสร้างแต่อย่างใด และในการเขียนอุกศรของงานจำแจงก็มิ ylim ก่อ เขียนด้วยเส้นปункต (dotted line) เพื่อให้แตกต่างจากงานที่แท้จริง

ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในการเขียนข่ายงานโดยอุกศรซึ่งต้องอาศัยการเขียนงานจำแจง เข้าข่ายนี้ โดยทั่วไปแล้วมักพบเห็นมาก 2 กรณีต่อไปนี้ คือ

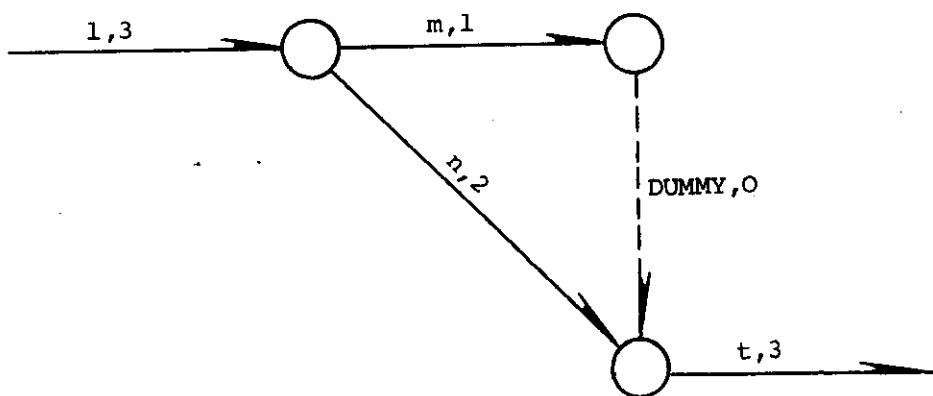
กรณี 1. เมื่อมีงานหลายงานต้องทำหลังจากงานบางงานของอีกกลุ่มงานหนึ่งได้เสร็จสิ้นลงแล้ว เช่น มีงานหนึ่ง (s) จะเริ่มทำได้ต่อเมื่องานอีกกลุ่มหนึ่ง (o, t) ได้เสร็จสิ้นลงแล้ว แต่ก็ มีงานอีกงานหนึ่ง (p) ที่จะเริ่มทำงานได้ต่อเมื่องานบางงาน (t) ของกลุ่มงานข้างต้นได้เสร็จสิ้นลงเท่านั้น เช่นนี้แล้ว ถ้าหากเขียนข่ายงานในลักษณะของรูป (ก) ก็จะไม่เป็นการถูกต้อง ซึ่งที่ถูกต้องนั้นจะต้องอาศัยการเสิร์ฟงานจำแจง ดังรูป (ข) จึงจะถูกต้อง ดังนี้



กรณีที่ 2 เมื่อมีกิจกรรมงานตั้งแต่ล่องงานชั้นไปข้อนกับอยู่ระหว่างดำเนินงาน เช่นมีงานกลุ่มงานหนึ่ง (m,n) จะเริ่มทำได้ก็ต่อเมื่องานหนึ่ง (l) ได้เสร็จสิ้นลงแล้ว และมีงานอีกงานหนึ่ง (t) จะเริ่มได้ก็ต่อเมื่องานกลุ่มข้างต้น (m,n) ได้เสร็จสิ้นลงแล้วเท่านั้น เช่นนี้แล้ว ถ้าหากเรียนในข่ายงานในส่วนของรูป (k) ก็จะไม่เป็นการถูกต้อง เพราะทำให้เกิดความสับสนเกี่ยวกับการกำหนดเวลา ทั้งนี้ ด้วยเหตุที่งานแต่ละงานในกลุ่ม (m,n) ใช้เวลาต่างกัน หากใช้ตัวหนึ่งงานร่วมกันจะทำให้สับสนและเกิดความผิดพลาดในการกำหนดเวลาของตัวหนึ่งนั้น ๆ ดังนั้น ทางที่จะหลีกเลี่ยงความสับสนได้ ก็คือ ให้แต่ละงานในกลุ่มมีตัวหนึ่งงานเฉพาะของตน เองต่างหาก ซึ่งธีรกรกิจศิลป์ อาศัยการเสริมงานคู่ลงเข้าไปในการเรียนในข่ายงาน ดังรูป (x) ข้างล่างนี้เอง



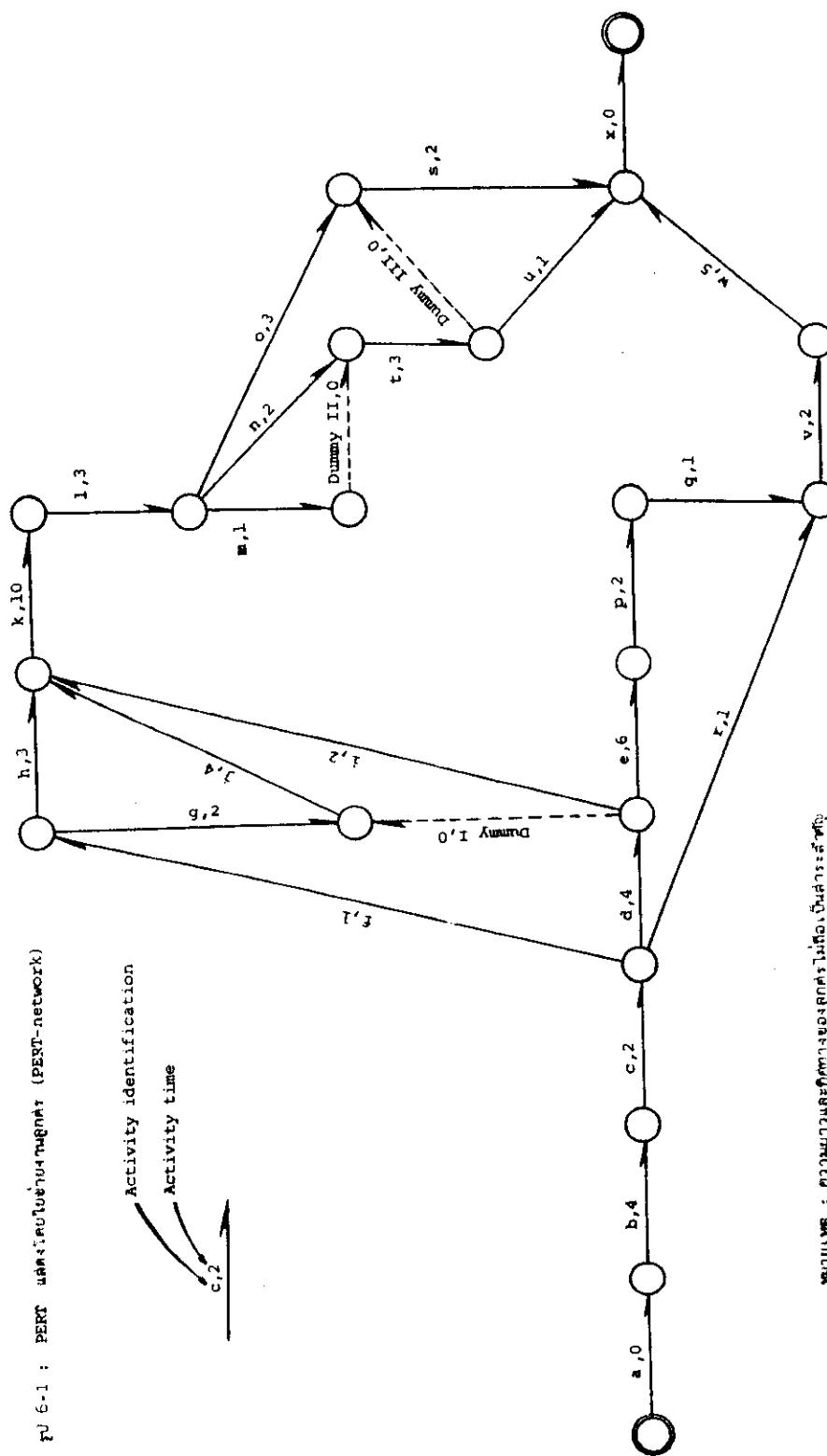
(n)



(m)

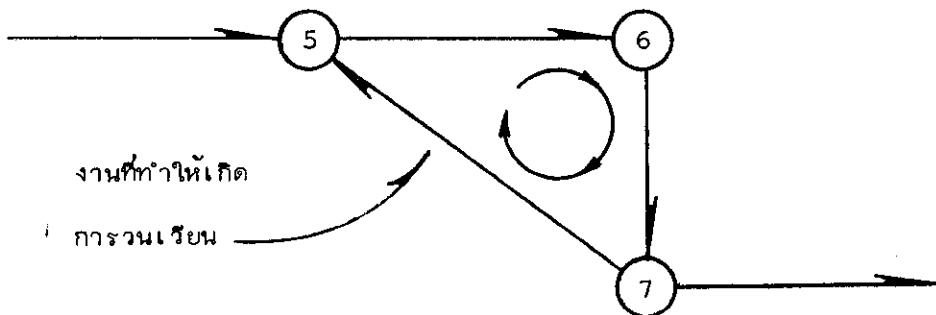
หมายเหตุ : กรณีที่ 2 นี้ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มงานที่ร่วมกันดำเนินการเดียวกัน จะเลือกสิ้นงานในลำดับนั้นร่วมกันไม่ได้

จากตัวอย่าง 6 - 1 เมื่อนำข้อมูลที่ริบเครายหัวแล้วตามตาราง 6-1 มาเขียนลำดับแผนงานโดยใช้ข่ายงานลูกค์ร ตามวิธีการและเงื่อนไขที่ได้กล่าวไว้แล้วนี้ ก็จะได้ข่ายงานลูกค์ร ตัวอย่าง 6-1 ต่อไปนี้



3.3 ลำดับตำแหน่งงาน (node numbering)

เมื่อได้สร้าง PERT โดยใช้ย่างงานถูกต้องแล้ว แต่ผลงานหรือกิจกรรมก็จะมีตำแหน่งเริ่มงานซึ่งอยู่ที่โคนถูกต้อง และมีตำแหน่งสิ้นสุดที่ปลายถูกต้อง ตำแหน่งงานเหล่านี้ทำให้งานหักกลุ่มงานต่าง ๆ แยกกันอย่างเดียวได้เด่นชัด ซึ่งจะสะดวกต่อการพิจารณาในเรื่องราบท่าง ๆ ที่จะพิจารณาต่อไปภายหลัง อย่างไรก็ตามหากว่าตำแหน่งงานเหล่านี้ได้รับการสัดส่วนโดยหมายเลขอีกตัวและซึ่ดได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งการให้ลำดับโดยหมายเลขอื่นแต่ละตำแหน่งงานนี้ ควรจะให้เรียบง่ายจากน้อยไปมาก และจะต้องไม่ทำให้เกิดการย้อนหลังกับเป็นวงจรปิด หรือเกิดการวนเวียน (closed loops or cycling) ซึ่งเป็นรูปการวนเวียนต่อไปนี้



การเรียบลำดับหมายเลขอ้างน้อยไปมากกว่า จะต้องให้หมายเลขอื่นแต่ละตำแหน่งงานตามความสัมพันธ์ของงานต่าง ๆ ในโครงการนั้นด้วย ก็ล้วนเช่น งานใดที่ต้องทำก่อนจะต้องอยู่ในลำดับตำแหน่งงานเลขแรก ๆ หรือเลขตัว ๆ น้อย ๆ ส่วนร่องงานใดที่ต้องทำหลัง ๆ จะต้องอยู่ในลำดับตำแหน่งงานเลขหลัง ๆ หรือเลขสูง ๆ มาก ๆ เช่น ถ้างานที่จะต้องทำก่อน เริ่มงานในตำแหน่งงานที่ "i" ซึ่งเป็นตำแหน่งโคนถูกต้อง และงานมีเส้นสันที่ปลายถูกต้องในตำแหน่งงานที่ "j" เป็นแล้ว ตำแหน่งงานที่ j จะต้องเป็นเลขลำดับที่สูงกว่า ตำแหน่งงานที่ i หรือ $i < j$ นั่นเอง และถ้ามีงานที่จะต้องทำหลังจากการมีต่อไปนี้ ก็เริ่มงานจากตำแหน่งงานที่ "j" โดยเส้นสันงานในตำแหน่งงานที่ "k" และจะกี ลำดับตำแหน่งงานที่ k ก็จะต้องเป็นเลขหมายที่สูงกว่าลำดับตำแหน่งที่ j หรือ $j < k$ เช่นกัน และเรียงลำดับไปเรื่อย ๆ ต่อไป

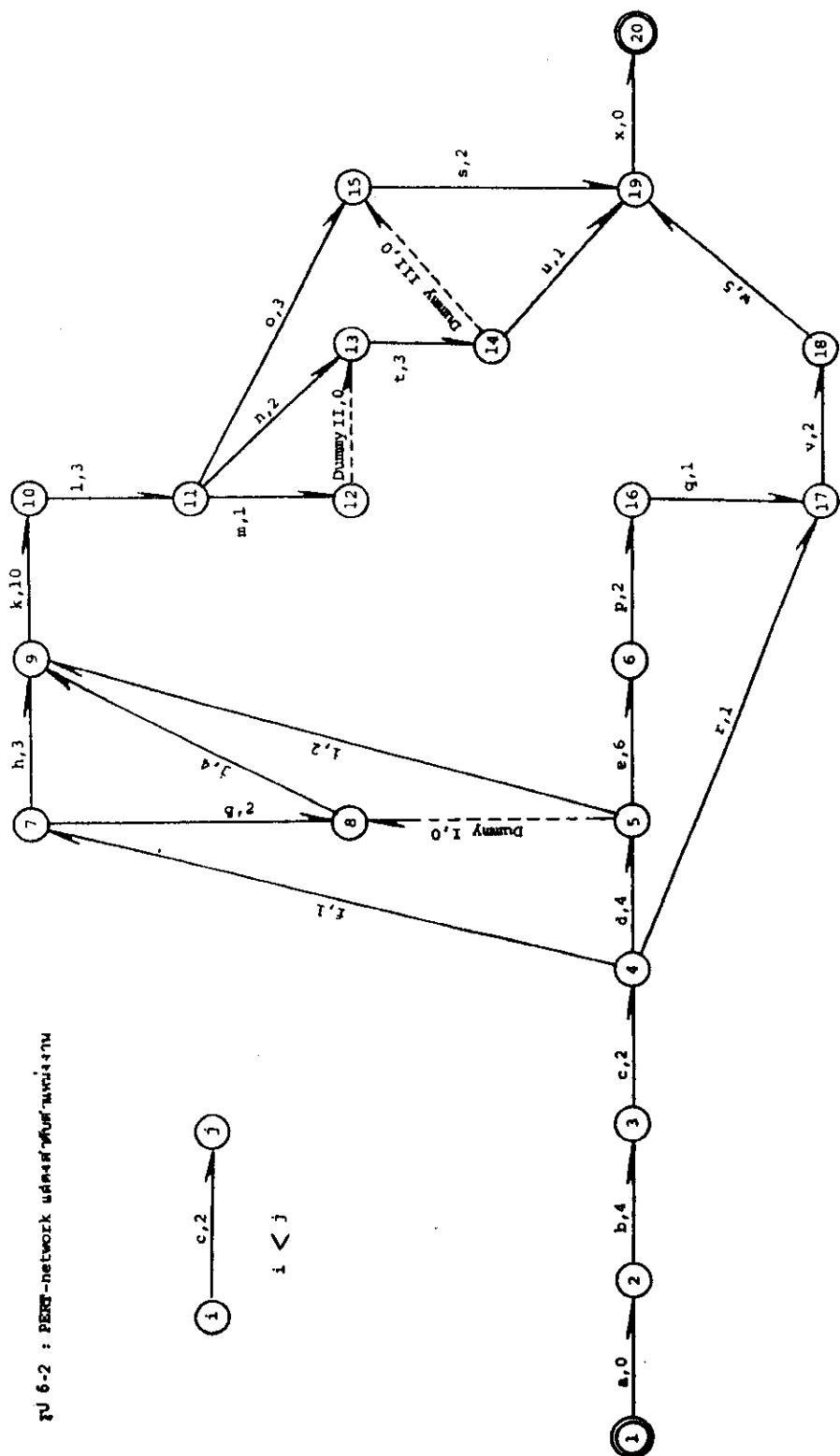


FIG 6-2 : PERT-network ສາທິພະນິກາດທີ່ມີການສໍາເລັດ

3.4 ล่ายงานวิกฤต (critical path scheduling)

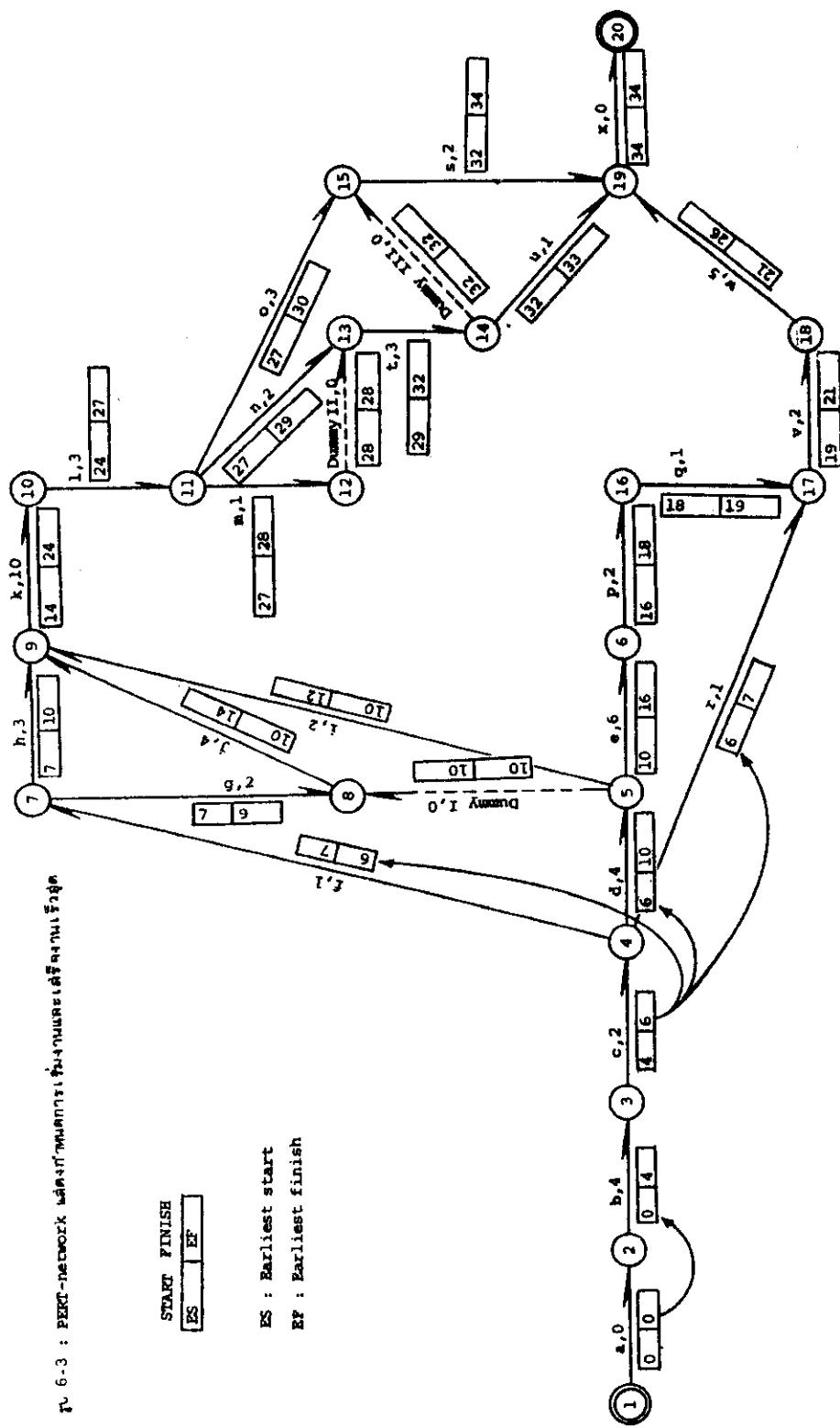
เมื่อได้สร้างแผนงานโดยใช้ข่ายงานลูกค์ พร้อมทั้งให้ลำดับงานเหล่านี้ต่อไปก็เป็นการจำเป็นที่จะพิจารณาในรายละเอียดเกี่ยวกับลำดับเวลาทำงานของงานย่อย ๆ รวมตลอดถึงระยะเวลาของแผนงานในโครงการโดยส่วนรวมทั้งหมด ซึ่งรายละเอียดที่เกี่ยวกับลำดับการทำงานทั้งกล่าวที่ควรจะพิจารณา เนื่องจากได้แก่ กำหนดการเริ่มงานและเสร็จงานของงานย่อย ๆ และของโครงการนั่นเอง ซึ่งกำหนดการเริ่มงานและเสร็จงานนี้ยังอาจที่จะพิจารณาแยกกันออกเป็นสองกรณีด้วยกัน ศึกษาการกำหนดการเริ่มงานและเสร็จงานเร็วสุด และ การกำหนดการเริ่มงานและเสร็จงานล่าสุด

ก. การเริ่มงานและเสร็จงานเร็วสุด (earliest start and finish times)

กำหนดการเริ่มงานและเสร็จงานเร็วสุด หมายถึง กำหนดเวลาที่งานแต่ละงานจะสามารถเริ่มดำเนินการได้เร็วที่สุด (earliest start : ES) เมื่อใด และเมื่อดำเนินการแล้วจะเสร็จได้เร็วที่สุด (earliest finish : EF) เวลาใดนั่นเอง ซึ่งในการพิจารณาหากำหนดเวลาเริ่มงานเร็วสุด (ES) และกำหนดเวลาเสร็จงานเร็วสุด (EF) นี้ อาจจะกระทำได้โดยง่าย โดยการกำหนดเพื่อความลับตามว่า เวลาเริ่มแรกของงานแรกในโครงการนี้เป็นเวลาศูนย์ "0" เมื่องานแรกนี้ใช้เวลาดำเนินการเท่าไรก็คำนวณเวลาเสร็จงานได้โดยการรวมจำนวนเวลาที่ใช้ใน การดำเนินการนั้นเข้าไป ก็จะได้กำหนดเวลาเสร็จงานเร็วที่สุด สำหรับงานต่อ ๆ ไปก็คำนวณเวลาต่อไปเมื่องานลุตต้ายของโครงการก็เป็นเช่นเดียวกับการดำเนินการขั้นนี้

ตามตัวอย่าง 6-1 โครงการการสร้างบ้านผู้ชราภัยของโครงการ ศึกษางาน - a (เริ่มงาน) ถ้ากำหนดให้ งาน - a นี้ เริ่มงานเร็วที่สุดในวันที่ 0 ก็จะเสร็จเร็วที่สุดในวันที่ 0 นั่นก็คือวันที่นี้พราะงาน - a ไม่ใช้เวลาหรือใช้เวลา "0" วันนี้เอง จานนี้งานที่จะดำเนินการต่อไปก็คืองาน - b ซึ่งงาน - b นี้จะเริ่มดำเนินการได้ต่อเมื่องาน - a ได้เสร็จสิ้นลงแล้ว แต่เมื่องาน - a เสร็จสิ้นเร็วที่สุดวันที่ 0 งาน - b ก็จะเริ่มได้เร็วที่สุดวันที่ 0 และดำเนินงานต่อไปอีก 4 วัน ก็จะเสร็จงานในวันที่ 4 ($4 = 0 + 4$) และถ้าพิจารณาต่อไป ก็จะพบว่างานที่จะต้องทำล่วงจากงาน - b ศึกษางาน - b นี้ก็จะลากมาถึงวันที่ 6 (6 = 2 + 4) สำหรับงาน - c และงานอื่น ๆ ในลำดับต่อ ๆ ไป ก็ดำเนินการในลักษณะต่อเนื่องกัน เช่นนี้จนสุดโครงการ

องค์ ในการแล้วต่างก็กำหนดการเริ่มงานและเสร็จงานเร็วสุด (ES , EF) ของงานแต่ละงานในโครงการนั้น นิยมที่จะแสดงไว้ให้เห็นเด่นชัดในกรอบส์เหลี่ยมบริเวณลูกศรที่แสดงงานนั้น ๆ ทั้งนี้ โดยแบ่งกรอบส์เหลี่ยมที่กล่าวว่าออกเป็นสองช่องใหญ่ ให้ข่องด้านซ้ายส์หารบกําหนดการเริ่มงาน และช่องด้านขวาลําหารบกําหนดการเสร็จงาน สําหรับค่า ES ให้ขัด้านซ้ายสุดของช่องด้านซ้าย และ EF ใช้ด้านซ้ายสุดของช่องด้านขวา เมื่อคำนวณการได้ครบถ้วนงานตลอดโครงการแล้ว ก็จะได้ PERT - network ที่แล้วต่างก็กำหนดการเริ่มงาน และเสร็จงานเร็วสุด (ES ,EF) ดังรูป 6-3 ต่อไปนี้



รูป 6-3 : PERT-network แสดงภาระงานโครงการที่มาในรูปเดลต้างานชั้นต่ำ

ข. การเริ่มงานและเสร็จงานล่าสุด (latest start and finish times)

ในการดำเนินการทำงานของโครงการนั้น งานบางงานอาจจะไม่จำเป็นที่จะต้องเริ่มงานในวันที่จะเริ่มงานได้เร็วที่สุดก็ได้ ทั้งนี้ หมายความว่า งานนั้น ๆ อาจจะเริ่มล่าช้ากว่ากำหนดการเริ่มต้นได้รับหนึ่ง ชั่วระยะเวลาที่ถูกกำหนดไว้ไม่มีผลทำให้ การดำเนินโครงการหรือการเสร็จงานของโครงการเปลี่ยนแปลงไปแต่อย่างใด แต่อย่างไรก็ตามการเริ่มงานและเสร็จงานที่ล่าช้ามีค่าต้องภารกิจงานและงานจะต้องดำเนินการและเสร็จงานโดยไม่มีผลกระทบต่อระยะเวลาที่กำหนดเวลาสำหรับการเริ่มงานและเสร็จงานล่าช้ากว่ากำหนดการเริ่มต้นนี้ ที่จะมีผลทำให้ระยะเวลาดำเนินการของโครงการซึ่งถ้าหากงานได้เริ่มงานและเสร็จงานล่าช้ากว่ากำหนดการเริ่มต้นนี้ ก็จะมีผลกระทบต่อระยะเวลาดำเนินการของโครงการล่าช้าอีกด้วย

การคำนวณกำหนดการเริ่มงานและเสร็จงานล่าสุด สามารถกระทำได้ เมื่อได้ทราบแล้วว่า ระยะเวลาดำเนินการของโครงการเป็นเท่าไร จากนั้นก็คำนวณโดยหดสั้นเพื่อให้ทราบว่า งานแต่ละงานจะต้องแล้วเสร็จเมื่อใด เมื่อทราบว่างานแต่ละงานจะแล้วเสร็จได้ล่าช้าที่สุดเมื่อใด ก็คำนวณโดยหดสั้นว่างานนั้นจะต้องเริ่มได้ล่าช้าที่สุดเวลาใดนั้นเอง

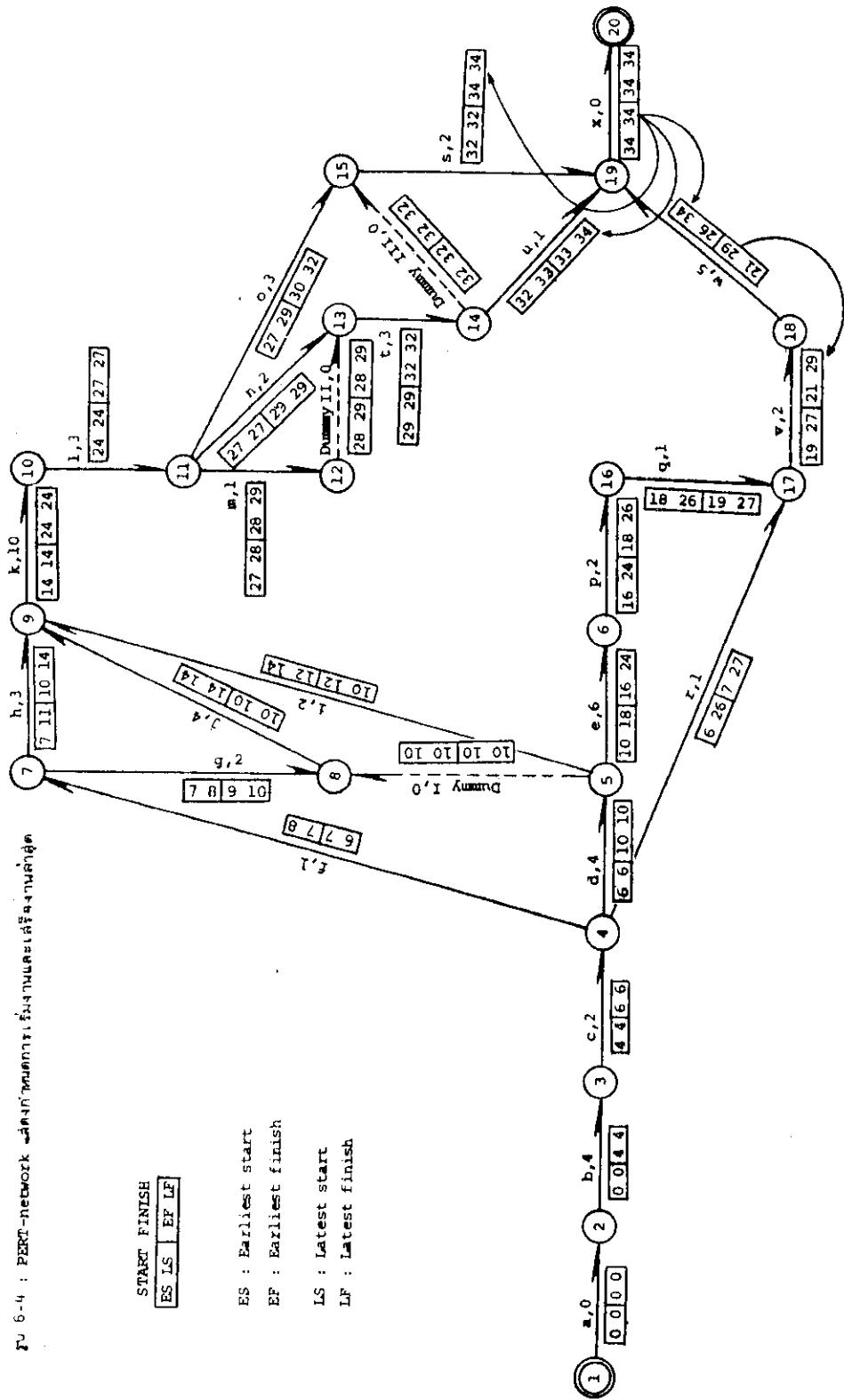
ตามท้าย 6.1 ช่องแล็ปท็อป PERT-network รูป 6-3 จะพบว่างาน- x ช่อง เป็นงานลุคท้ายของโครงการ มีกำหนดการเสร็จเร็วที่สุดหดสั้นจากที่เริ่มโครงการมาแล้ว 34 วัน นั่นบ่งบอกหมายความว่า โครงการสร้างบ้านนี้จะใช้เวลาดำเนินการทั้งสิ้น 34 วัน นั่นเอง จากนี้ถ้าหากต้องการรู้ ว่างานแต่ละงานในโครงการนี้จะสามารถเริ่มงานและเสร็จงานได้ล่าช้าที่สุดนี้ได้ ก็สามารถพิจารณาได้โดยง่าย กล่าวก็คือ เมื่อโครงการสร้างบ้านนี้ จะต้องเสร็จสิ้นในวันที่ 34 หดสั้น ลากก์ได้เริ่มดำเนินการ ลงนั้นงาน- x ช่อง เป็นงานลุคท้ายของโครงการ ก็จะต้องเสร็จงานอย่างช้าที่สุด วันที่ 34 เย็นกัน แต่งาน- x ช่องแล็ปท์การเสร็จงานไม่จำเป็นจะต้องใช้เวลา เย็นนี้แล้วงาน-x ที่จะต้องเริ่มงานอย่างช้าที่สุดวันที่ 34 ($34 = 34 - 0$) นั่นเอง ต่อไปศึกษารายละเอียด หดสั้นไปด้วยการหากำหนดการทำงานของงานช่องที่ต้องเสร็จก่อนงาน- x นี้ ช่องงานช่องก่อนงาน-x นั้น ช่องงานช่องก่อนงาน-x น แล้งงาน-x แต่เมื่องาน-x จะต้องเริ่มงานล่าช้าที่สุดวันที่ 34 ลงนั้นงานทั้งสามนี้

ก็จะต้องแลร์จลำดับที่ล่าสุด วันที่ 34 เข่นกัน ตั้งนั้น งาน- s ก็จะต้องเริ่มลำดับที่สุดวันที่ 32
 $(32 = 34 - 2)$ เพื่อว่าเมื่อใช้เวลาดำเนินการอีก 2 วัน ก็จะแลร์จงานวันที่ 34 พอดี ๆ ล่าหรับ
 งาน- n และ งาน- w ก็จะต้องเริ่มลำดับที่สุด วันที่ 33 ($33 = 34 - 1$) และวันที่ 29
 $(29 = 34 - 5)$ ตามลำดับ จากนี้ก็พิจารณาคำนวนผลอยหสัมบ้อนหสังไปหาภำพดการ เลร์จงานและ
 เริ่มงานลำดูกของงานต่าง ๆ ก็จะต้องแลร์จก่อน งาน- s , งาน- b และงาน- w ต่อไป
 เรื่อย ๆ จนถึงงานเริ่มแรกศึกษา- a ก็เป็นวันแลร์จสัมภารพิจารณาในขั้นนี้

อีนการแลดงภำพดการเริ่มงานลำดูด (latest start : LS) และภำพดการ
 เลร์จงานลำดูด (latest finish : LF) ของงานแต่ละงานในโครงกรากนั้น ในทางปฏิบัติ
 นิยมที่จะแลดงให้เห็นเด่นชัดก่อนจะเติยรากกับการแลดงภำพดการเริ่มงานและเลร์จงานเร็วสุด
 (ES, EF) เข่นกัน กล่าวศิว นิยมที่จะแลดงค่า LS และ LF ไว้ในกรอบสี่เหลี่ยมร่วมกับ
 ES และ EF ชึ่งกรอบสี่เหลี่ยมสังกกล่าวแบ่งออกเป็นล่องช่องใหญ่ ช่องด้านซ้ายแลดงภำพดการ
 เริ่มงาน ช่องด้านขวาแลดงภำพดการเลร์จงาน ล่าหรับค่า LS ให้ไว้ด้านขวาของช่องด้านซ้าย
 (ด้านซ้ายของช่องซ้ายแลดง ES ไว้แล้ว) และ LF ให้ด้านขวาของช่องด้านขวา (ด้านซ้ายของ
 ช่องขวาแลดง EF ไว้แล้ว) ตั้งนี้ : **[ES LS | EF LF]**

PERT-network ชึ่งแลดงภำพดการเริ่มงานและเลร์จงานลำดูด สามารถแลดงได้
 ด้วย ขป 6-4 ต่อไปนี้

รู 6-4 : PERT-network ภารกิจภารกิจ ที่จะดำเนินการเพื่อส่งเสริมงานสำคัญ



ณ กำหนดการเริ่มงานและเสร็จงานเร็วสุด (ES,EF) และกำหนดการเริ่มงานและเสร็จงานล่าสุด อาจจะแล้วต่างในรูปของตารางประกอบด้วย ศักราช 6-2 ต่อไปนี้

ลำดับช่วงงาน		สัญลักษณ์งาน	ระยะเวลาดำเนินการ	เริ่มงาน		เสร็จงาน	
i	j			(ES)	(LS)	(EF)	(LF)
1	2	a	0	0	0	0	0
2	3	b	4	0	0	4	4
3	4	c	2	4	4	6	6
4	5	d	4	6	6	10	10
5	6	e	6	10	18	16	24
4	7	f	1	6	7	7	8
7	8	g	2	7	8	9	10
7	9	h	3	7	11	10	14
5	9	i	2	10	12	12	14
5	8	Dummy I	0	10	10	10	10
8	9	j	4	10	10	14	14
9	10	k	10	14	14	24	24
10	11	l	3	24	24	27	27
11	12	m	1	27	28	28	29
12	13	Dummy II	0	28	29	28	29
11	13	n	2	27	27	29	29
11	15	o	3	27	29	30	32
6	16	p	2	16	24	18	26
16	17	q	1	18	26	19	27
4	17	r	1	6	26	7	27
14	15	Dummy III	0	32	32	32	32
15	19	s	2	32	32	34	34
13	14	t	3	29	29	32	32
14	19	u	1	32	33	33	34
17	18	v	2	19	27	21	29
18	19	w	5	21	29	26	34
19	20	x	0	34	34	34	34

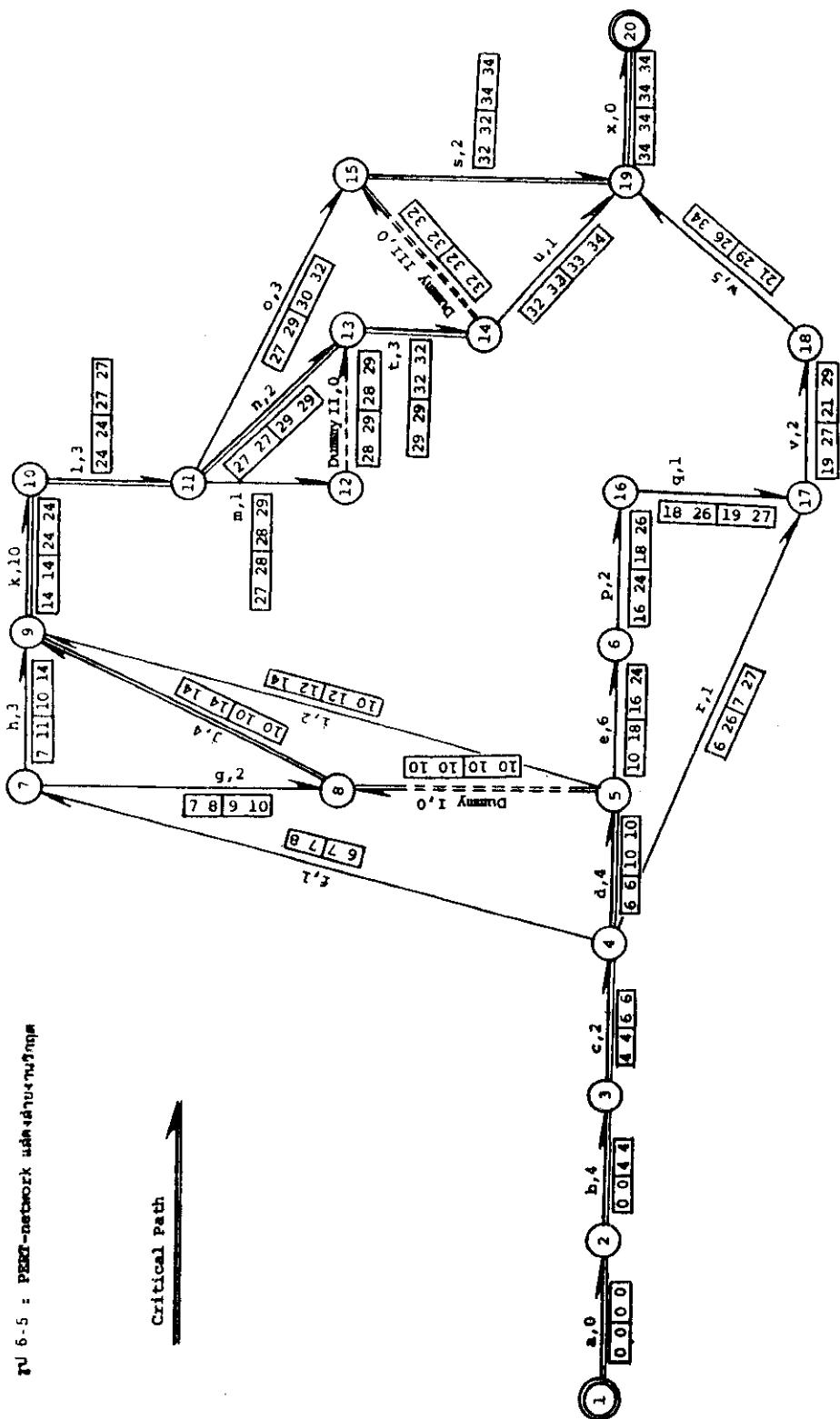
จากรูป 6-4 และตาราง 6-2 จะเห็นได้ว่างานบางงานในஇயலாம் สามารถเริ่มงานและเลือกงานล่าช้าได้ เช่น งาน- ๒ เริ่มงานได้เร็วที่สุดรุ่นที่ 6 และจะเริ่มงานล่ากว่าผู้ใด แต่ต้องไม่ล่าช้ากว่ารุ่นที่ 26 ระหว่างรุ่นที่ 6 และ 26 นี้ จะเริ่มงานชนิดเดียวกันในวันที่ 26 นี้ ไม่ใช่งานวิกฤตที่จะกำหนดระยะเวลาของโครงการแต่อย่างใด ในทางตรงกันข้าม งานบางงานในஇயலாம் ไม่สามารถเริ่มงานหรือเลือกงานล่าช้าได้เลย นั่นคือจะต้องเริ่มงานตามกำหนดเวลาเร็วสุดเดือน กันยายน ตามที่กำหนดไว้ แต่หากว่างานวิกฤตงานใดเริ่มงานล่าช้ากว่ากำหนดการเร็วสุดแล้ว ผลที่เกิดขึ้นก็จะทำให้โครงการทั้งโครงการล่าช้ากว่ากำหนดไปด้วย ตัวอย่างเช่นงาน- ๔ จะต้องเริ่มงานในรุ่นที่ 6 และเลือกงานในรุ่นที่ 10 เท่านั้น การสร้างบ้านสังกะสีใน 34 วัน แต่ถ้าหากงาน- ๔ เริ่มงานล่าช้ากว่ารุ่นที่ 6 โครงการนี้จะล่าช้ากว่า 34 วัน ที่เป็นต้นที่สี่ เพราะงาน- ๔ เป็นงานวิกฤตที่จะกำหนดระยะเวลาของโครงการ เป็นงานที่จะเริ่มล่าช้าไม่ได้ เป็นงานที่มีกำหนดเริ่มงาน และเลือกงานเร็วสุดเป็นเวลาเดียวกัน กับกำหนดการเริ่มงานและเลือกงานล่าสุด ($ES = LS$ และ $EF = LF$) นั่นเอง

ในโครงการใด ๆ ก็ตาม ย่อมต้องมีกลุ่มงานวิกฤตอย่างน้อยหนึ่งกลุ่ม เป็นกลุ่มงานที่จะกำหนดระยะเวลาของโครงการ กลุ่มงานนี้จะประกอบด้วยงานวิกฤตที่ยอมรับโดยทั่วไปในஇயலாம் งาน จากตำแหน่งเริ่มงานจนถึงตำแหน่งเลือกงานโดยไม่ขาดสาย สายงานที่ยอมรับก็จะกล่าวว่า สายงานวิกฤต (critical path) สายงานวิกฤตนี้ สังประกอบไปด้วยงานวิกฤตหลักงานที่เชื่อมโยงกันตั้งแต่ตำแหน่งเริ่มงานจนถึงตำแหน่งเลือกงานนั่นเอง

ด้วยเหตุที่สายงานวิกฤต ศือสายงานที่ประกอบไปด้วยงานวิกฤตที่จะกำหนดระยะเวลา ตำแหน่งการของโครงการ ตั้นน้ำสายงานวิกฤตสิงเป็นสายงานที่มีระยะเวลาที่สุดในஇயலாம் แต่ความจริงระยะเวลาตั้งกล่าวศือระยะเวลาที่ลั้นที่สุดที่โครงการนั้นจะเลือกสั้นลงโดยล้มบูรณาี้นเอง

สายงานวิกฤต ของ PERT – network ตามตัวอย่าง 6-1 ได้แสดงไว้แล้วโดยໃใช้இயலாம் งานลูกศรเล้นส์ ตั้นรูป 6-5 ต่อไปนี้ :

รูป 6-5 : PERT-network สำหรับงานก่อสร้าง



ในการพิจารณาหาตัวแหน่งงานวิกฤตนี้ สามารถกระทำได้ทันท่วงที่ยกันกับการหาตัวแหน่งของ ก่อสร้าง ให้หากกำหนดการเริ่มต้นแห่งงานเร็วสุด (earliest expected time : T_E) และกำหนดการเริ่มต้นแห่งงานล่าสุด (latest allowable time : T_L) ตัวแหน่งงานซึ่งเป็นตัวแหน่งวิกฤตจะเป็นอุตสาหกรรมการเริ่มต้นแห่งงานเร็วสุดและล่าสุดเป็นเวลาเดียวกัน ($T_E = T_L$) นั่นเอง

สำหรับการพิจารณาหากำหนด เริ่มต้นให้เป็นงานเริ่มต้นและสิ้นสุดของแต่ละตัวแหน่ง งานนั้น ก็จะทำให้เกิดกระบวนการทางหากำหนดการ เริ่มงาน เริ่มต้น และสิ้นสุดนั่นเอง กล่าวคือ การ หากำหนดการ เริ่มต้นให้เป็นงานเริ่มต้น อาจเริ่มจากการกำหนดเวลา เริ่มแรกของตัวแหน่งงานแรก (ตัวแหน่งที่หนึ่ง) เป็นเวลาสุ่ม "0" และเมื่องานเสร็จสิ้นระหว่างตัวแหน่งงานแรก (ตัวแหน่งที่หนึ่ง) และตัวแหน่งงานต่อไป (ตัวแหน่งที่สอง) เป็นเท่าไร ก็สามารถหาเวลาเลือกงานของงานนั้น ซึ่งเวลาเลือกงานของงานต่อไปก็คือ กำหนดการ เริ่มต้นให้เป็นงานเริ่มต้นของตัวแหน่งต่อไป (ตัวแหน่งที่สอง) นั่นเอง ดำเนินการพิจารณาในลักษณะ เช่นนี้กับตัวแหน่งงานที่ ๑ ต่อไป จนถึงตัวแหน่งงานสุดท้ายของโครงการ ก็จะได้กำหนดการ เริ่มต้นให้เป็นงานเริ่มต้นของทุกตัวแหน่งงานในโครงการตั้งต่อ กัน นั่น กำหนดการ เริ่มต้นให้เป็นงานเริ่มต้นนี้ แท้ที่จริงก็คือ กำหนดการ เริ่มงานเริ่มต้นของกิจกรรมงานที่อยู่หลังตัวแหน่งงานนั้นๆ เอง

จากตัวอย่าง 6-1 ที่แสดงโดย PERT-network รูป 6-5 ตามหน้างานแรกของโครงการศึกษา ตามหน้างาน- 1 ถ้ากำหนดให้ดำเนินงาน- 1 เริ่มเร็วสุดในวันที่ 0 ดำเนินงาน- 2 ก็จะเริ่มเร็วสุดวันที่ 0 เช่นกัน ทั้งนี้เพราะงานซึ่งอยู่ระหว่างดำเนินงาน- 1 และดำเนินงาน- 2 หรืองาน- 2 นั้นไม่ได้เวลาหรือใช้เวลา "0" วันนั่นเอง จานนี้ก็จะพิจารณาได้ว่าดำเนินงาน- 3 จะเริ่มได้เร็วสุดวันที่ 4 ศือหส์จากดำเนินงาน- 2 วัน 4 วัน ทั้งนี้เพราะงานซึ่งอยู่ระหว่างดำเนินงาน- 2 และดำเนินงาน- 3 ศือหส์ บ ใช้เวลาดำเนินการ 4 วัน ดำเนินการพิจารณาทำภาระเดียวกันนี้ล้ำรับดำเนินงานที่นั่น ๆ ต่อไปก็จะได้ค่า T_E ของทุกดำเนินงานในโครงการที่ต้องการ

ล้ำรับ การหากำหนดการเริ่มดำเนินงานล่าสุด ก็กระทำได้ตามองเดียวกันกับการหากำหนดการเริ่มงานล่าสุด กล่าวคือ ในพิจารณาถอยหลังจากดำเนินงานล่าสุดท้ายของโครงการ จนถึงดำเนินงานแรกของโครงการนั้นเอง ดังเช่นตัวอย่าง 6-1 ที่แสดงโดย PERT-network รูป 6-5 นั้น ดำเนินงานล่าสุดท้าย ศือหส์ดำเนินงานนี้จะต้องมีค่า T_L กำหนดการเริ่มดำเนินงานล่าสุด เป็นวันที่ 34 เพราะโครงการนี้เสร็จในวันที่ 34 เมื่อทราบว่ากำหนดการเริ่มดำเนินงาน- 20 ศือหส์ วันที่ 34 ($T_L = 34$) ก็คำนวณถอยหลังมาสู่ดำเนินงาน- 19 ซึ่งดำเนินงาน- 19 นี้ จะต้องเริ่มดำเนินงานล่าสุดวันที่ 34 เช่นกัน ทั้งนี้เพราะงาน- x ซึ่งอยู่ระหว่างดำเนินงานทั้งสองไม่ได้เวลาหรือใช้เวลา 0 วันนั่นเอง จานนี้ ก็ย้อนถอยหลังไปดำเนินงาน- 18 จากการพิจารณา ก็จะพบว่าดำเนินงาน- w ซึ่งอยู่ระหว่างดำเนินงาน- 18 และดำเนินงาน- 19 ใช้เวลาดำเนินการ 5 วัน ดังนั้นดำเนินงาน- 18 จะต้องเริ่มอย่างข้าที่สุดวันที่ 29 ($T_L = 29 = 34 - 5$) นั่นเอง เมื่อคำนวณถอยหลังเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนถึงดำเนินงาน- 1 ก็จะได้ค่า T_L ของทุกดำเนินงานที่ต้องการ อนึ่งกำหนดการเริ่มดำเนินงานล่าสุดนี้ แท้ที่จริง ก็ศือกกำหนดการเริ่มงานล่าสุดของกลุ่มงานนั้นเอง

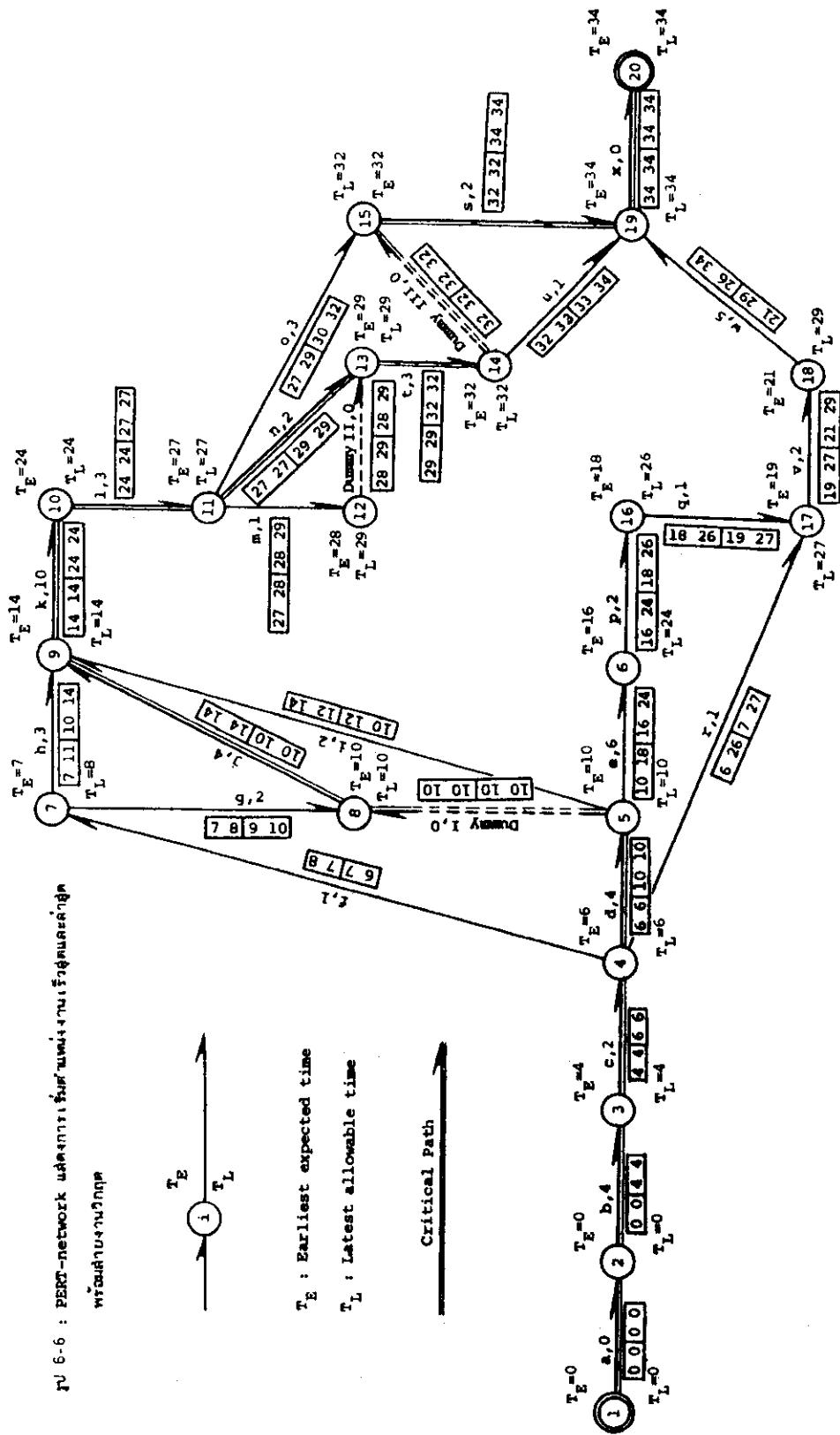
เมื่อได้ค่า T_E และ T_L ของทุกดำเนินงานแล้ว ก็จะทราบได้ว่าดำเนินงานใดมีค่า $T_E = T_L$ ดำเนินงานนั้นก็ศือดำเนินงานปกติ และเมื่อเขียนดำเนินงานไว้กุตเหล่า นั้นเข้าด้วยกัน ก็จะได้ล้ายงานวิถีกุตตามที่ต้องการ

รูป ๖-๖ : PERZ-network และการตั้งค่าของช่องทางที่ต้องการ

T_E : Earliest expected time

T_L : Latest allowable time

Critical Path



๔. การลั่ง CPM

สังไถกถ่วงในเบื้องต้นแล้วว่า ความคริวแล้ว PERT (Program Evaluation and Review Technique) และ CPM (Critical Path Method) ก็เป็นการทั่วไปที่ใช้กันมาน่องในระบบห้อง เช่นได้ข้อมูลนักกายเป็นวิธีการเดียวกันในที่สุด แต่จะอย่างไรก็ตามแล้วที่ใช้ให้เกิดความเข้าใจในเรื่องของ PERT และ CPM นี้ให้แต่ละอย่างขึ้น สงขอแสดงวิธีการลั่ง CPM โดยเปรียบเทียบกับวิธีการลั่ง PERT เพื่อให้เห็นข้อแตกต่างยั่งยืนฟังมี อันจะเป็นข้อพิจารณาต่อไป

การลั่ง CPM แท้จริงแล้วก็เป็นไปทั่วไปทั่วไปกับการลั่ง PERT นั่นเอง กล่าวคือ อาศัยใบข่ายงาน (network) และความสัมพันธ์ของงานต่าง ๆ ในโครงการโดยมี ตัวแหน่งงาน (node or event or milestone) เป็นจุดรวมและจุดแยกของกลุ่มงานต่าง ๆ เช่นเดียวกัน แต่ CPM และ PERT นี้จะมีข้อแตกต่างกันในรายละเอียดที่ว่า CPM และงานและระยะเวลาทำงาน ใช้ตัวแหน่งงาน ในขณะที่ PERT และงานและระยะเวลาการทำงานของงานไว้ที่ลูกค้า ตั้งนี้ CPM จึงถือว่า ตัวแหน่งงาน เป็นจุดรวมลักษณะลักษณะของงาน โดยมีใบข่ายงานลูกค้าเพียงเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของงานเท่านั้น ตรงกันข้าม PERT ถือว่า ลูกค้าในใบข่ายงานเป็นลักษณะแหน่งงานที่เป็นเพียงจุดรวมหรือจุดแยกของงานต่าง ๆ เท่านั้น

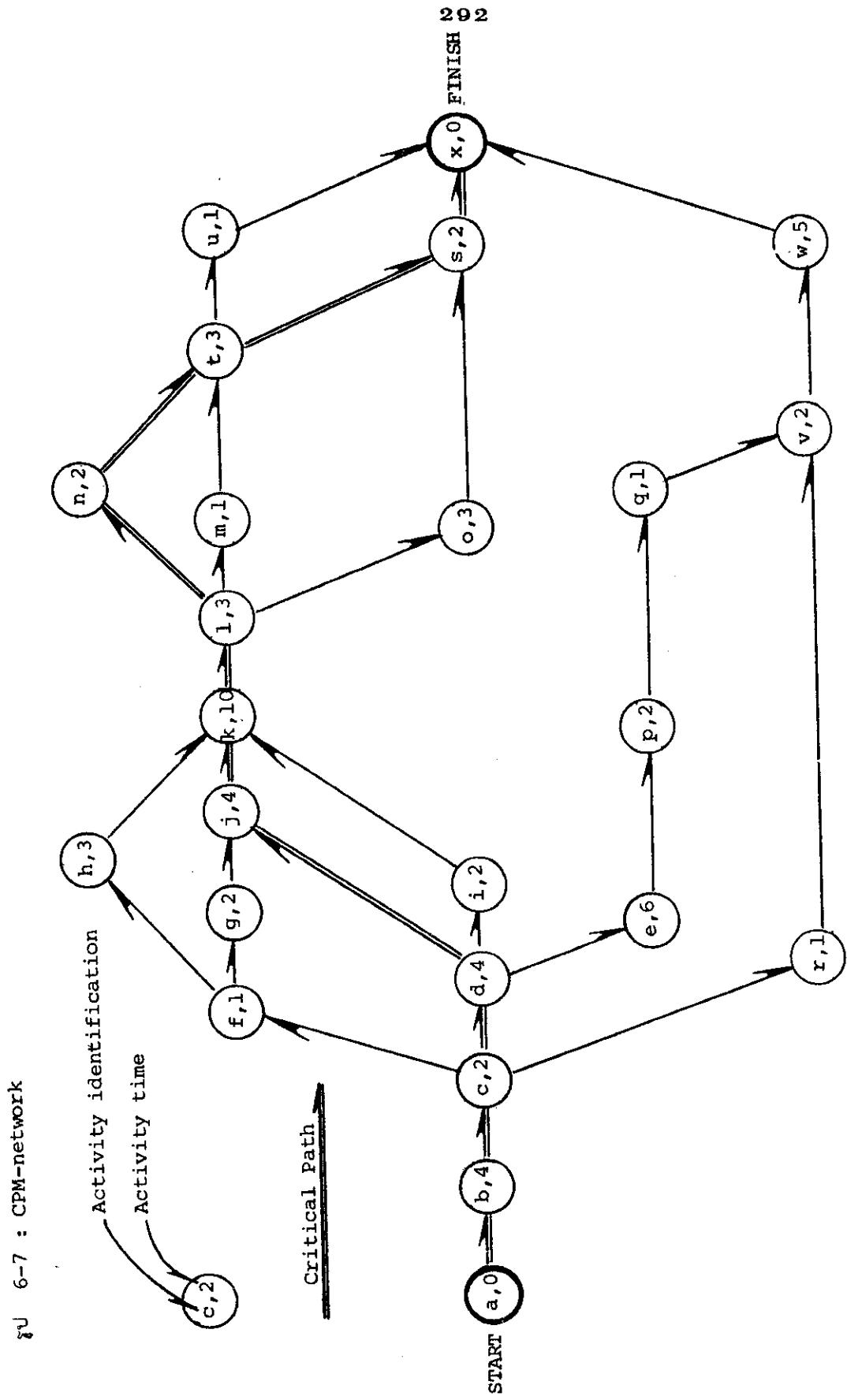
ด้วยเหตุที่ CPM ถือว่า ตัวแหน่งงานเป็นจุดรวมลักษณะลักษณะของงาน ตั้งนี้ CPM สงต้องการจุดหรือตัวแหน่งเริ่มต้น (start) และจุดหรือตัวแหน่งปลาย (finish) ของใบข่ายงาน เพื่อแสดงความสัมพันธ์เริ่มต้นและจุดปลายของโครงการ แต่ในใบข่ายงานนั้น CPM ต้องการลูกค้าเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของงานต่าง ๆ เท่านั้น ฉะนั้นในการลั่งในใบข่ายงานลูกค้าของ CPM จึงไม่มีความบุ่งมาก หรือความลับสนได้ ๆ จนต้องอาศัยงานจำลอง (dummy activity) หรือ ลูกค้าร่วม (dummy arrow) ได้ ๆ เลย

ในทางตรงกันข้าม PERT ถือว่า ลูกค้าในใบข่ายงาน เป็นลักษณะลักษณะและ ระยะเวลาทำงานของงาน ตั้งนี้หากเกิดปัญหาใด ๆ ในการแสดงข่ายงานลูกค้า ก็จะต้องอาศัยงานจำลองและลูกค้าร่วม เพื่อย้ายแล้วคงความสัมพันธ์ของงานให้ถูกต้อง แต่ลักษณะของงานในใบ

ข่ายงานของ PERT นั้น ตัวແນ່ງງານເປັນເພີ້ງຄຸດຮາມແລະຈຸດແບກຂອງງານເກົ່ານັ້ນ ຕັ້ງນັ້ນ PERT ສັງໄມ່ຈຳເປັນຕົ້ນມີຄຸດເຮັມຕົ້ນ ແລະຄຸດປລາຍຂອງໃຫຍ່ງານເລຍກີໄດ້

ນອກຈາກຂ້ອແຕກຕ່າງຂອງ CPM ແລະ PERT ໃນການສ່ວນໃຫຍ່ງານລູກຄ່າຮັກ
ປົກດີ CPM ມີກະໃຫ້ກັບໂຄຮງການສື່ງງານຍ່ອຍ ຈຸ່ງໃນໂຄຮງການນັ້ນ ສໍາມາລັກການດະຍະເວລາກໍາກາຮ
ໄດ້ແນ່ນອນຕາຍຕ້ວ ອົງທາບຮະຍະເວລາກໍາກາຮທີ່ແນ່ນອນຂອງງານຍ່ອຍ ເຊິ່ງເຫັນແລ້ວ ແຕ່ລໍາຫັນແລ້ວ
PERT ນັ້ນ ສ່ວນມາເພື່ອໃຫ້ກັບຂໍ້ມູນສົ່ງມະຍະເວລາກໍາກາຮທີ່ໄມ່ແນ່ນອນ ຮະຍະເວລາກໍາກາຮຂອງງານ
ຍ່ອຍ ຈຸ່ງໃນໂຄຮງການຕ້ອງອາສີກາຮປະມາດກາຮທີ່ອາການຫາຄໍາ ເຊີ່ມີໂດຍອາສີກາຮທາງຄົນຫຼາສົຕ່ຽວ
ຕ່າງ ຈຸ່ງເຂົ້າຢ່ວຍ ແຕ່ອໜ່າງໃຈກີຕາມ ໂດຍກ່າວໄປແລ້ວຂ້ອແຕກຕ່າງນີ້ໄມ່ສື່ອເປັນສໍາຮັກສູງຢືນຕໍ່ໄປ ເພຣະ
ປົກລູບນັ້ນຕ້ອງ CPM ແລະ PERT ຕ່າງກີໃຫ້ຂໍ້ມູນເກີຍວັກປະຍະເວລາກໍາກາຮຂອງງານໃນສັກເະນະຂອງຄໍາ
ທີ່ກ່ອນຂ້າງແນ່ນອນຕາຍຕ້ວ ແນວດອນ ຈຶ່ງແລ້ວ

ໃນກີນີ້ ເພື່ອໃຫ້ເຂົ້າໃຈສັກເະນະກາຮສ່ວນ CPM ໄດ້ຕີ້ນ ສັງຂອນຂໍ້ມູນໃນຕ້າວຍ່າງ
6-1 : "ໂຄຮງການກາຮສ່ວນ" ຜົ່ງໄດ້ແລ້ດງໂດຍກາຮສ່ວນ PERT ມາແລ້ວ ມາສ່ວນໃຫຍ່ງານ
ລູກຄ່າໃນສັກເະນະຂອງ CPM ຕັ້ງຮູບ 6-7 ຕໍ່ໄປນີ້ :



หมายเหตุ : คำนวณเวลาและค่ากิจกรรมของงานต้องคำนึงถึงเวลาเริ่มต้นของกิจกรรม

รูป 6-7 : CPM-network

อีสิ่ง ในการหาล่าຍงานวิกฤต (critical path) ของ CPM-network นี้ สามารถที่จะกรายทำได้ในสักษณะ เช่นเดียวกันกับ การหาล่าຍงานวิกฤตของ PERT-network นี่เอง ก็ว่าด้วย อาจจะต้องการหาจาก ล่ายไปยี่ห้องานลูกค้าที่มีลักษณะระยะเวลาบาร์ที่สุดก็ได้ หรือ อาจจะหาจากภาระค่า ES,EF และ LS,LF ก็ได้ หรือ อาจจะหาจากภาระค่า TE และ TL ก็ได้ ซึ่งทุก ๆ วิธีการนั้น ดำเนินการ เช่นเดียวกับวิธีการซึ่งได้แล้วดังไว้แล้ว ในกรณีของ PERT ตั้งนั้นผลที่ได้จากการพิจารณาในสักษณะต่าง ๆ ตั้งกล่าวก็จะเหมือนกับผลที่ได้ใน การนี้ของ PERT เช่นกัน ส่วนรับล่าຍงานวิกฤตของ CPM-network นี้ ได้แล้วดังโดยลูกค่าเร้นคู่ไว้แล้ว ในรูป 6-7 ข้างต้นนั้น

5. การประมาณการเวลาทำการที่ไม่แน่นอน

PERT และ CPM ที่ได้กล่าวมาโดยตลอดจนปัจจุบัน เป็นการศึกษาวิธีการเกี่ยวกับการสร้างไปยี่ห้องานตลอดจนภาระที่เรื่องราวต่าง ๆ ในกรณีที่เวลาทำการของงานยื่อย ในการนี้ที่เวลาทำการของงานยื่อย ในโครงการล่ามารถทราบได้แม่นอนตามตัว ซึ่งความจริงแล้วกรณีนี้มีอยู่มาก ส่วนใหญ่ข้อมูลเกี่ยวกับเวลาทำการของงานแต่ละงานยื่อย ๆ นั้นมักจะไม่ทราบค่าที่แน่นอนมาก่อน แต่เพื่อให้การพิจารณาการประเมินภาระที่โครงการล่ามารถคำนวณการไปได้ สิ่งสำคัญเป็นต้องประมาณการเวลาทำการของงานยื่อย ๆ เหล่านั้นให้ได้ใกล้เคียงความจริงที่สุด ซึ่งวิธีการประมาณการตั้งกล่าว อาจจะกระทำได้ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าทางสัญชาติ โดยอาศัยหลักของความน่าจะเป็นและวิธีพิจารณาการแจกแจงของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเวลาทำการของงานแต่ละงานเหล่านั้น

วิธีการประมาณการนี้ กระทำการโดยถือว่าการแจกแจงเวลาทำการของงานต่าง ๆ มีสักษณะแบบเบต้า (beta distribution) และเวลาทำการต่าง ๆ ของงานเหล่านั้นมีระดับของความน่าจะเป็นตามที่กำหนด โดยสักษณะของการประมาณการ เช่นนี้ เวลาประมาณการ (expected time : t_e) จะได้จากค่าเฉลี่ย ของเวลาทำการ 3 สักษณะ ตามแบบของการแจกแจงเบต้า ซึ่งเวลาทำการต่าง ๆ 3 สักษณะที่กล่าวได้แก่ เวลาอย่างต่ำ (optimistic time : a) เวลาปานกลาง (most likely time : m) และเวลาอย่างสูง (pessimistic time : b) ซึ่งเวลาทำการแต่ละสักษณะมีความหมายดังนี้

ก) เวลาอย่างต่ำ (optimistic time : a) หมายถึงเวลาที่ลื้นที่สูตรทำงานหนึ่ง ๆ จะเล็งจับนั่งได้ เมื่อทุกสิ่งทุกอย่างในการดำเนินการเป็นไปโดยราบรื่น ไม่มีอุปสรรคใด ๆ โดยมีสมมุติฐานว่า จะมีงานเพียงหนึ่งในร้อยที่จะเล็งจับเร็วกว่าระยะเวลา "a" นี้ หรือ โอกาสที่งานนี้จะเล็งจับเร็วกว่าเวลา "a" มีความน่าจะเป็นเพียง 0.01 เท่านั้น

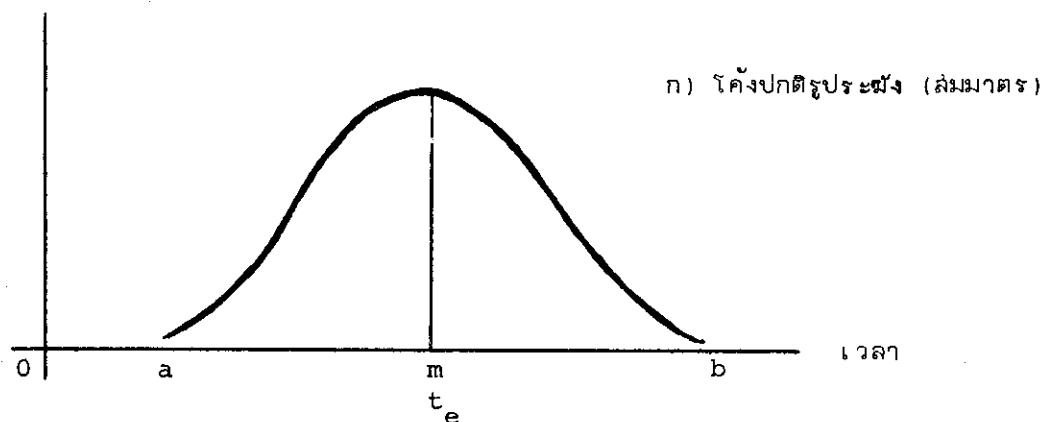
ข) เวลาปานกลาง (most likely time : m) หมายถึง เวลาที่เกิดบ่อยที่สุดเป็นปกติรีสบ์ในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ระหว่างเวลาที่มาก "m" นี้เป็นการทำงานในสักษณะที่เป็นไปโดยราบรื่นและพบอุปสรรคเป็นครั้งคราวคละกันไป โดยมีสมมุติฐานว่า "ในการทำงานนี้ 100 ครั้ง จะมีอยู่สิ่ง 98 ครั้งที่งานนี้จะเล็งจับในเวลา "m" หรือ โอกาสที่งานนี้จะเล็งจับในเวลา m มีความน่าจะเป็น 0.98 และโอกาสที่งานจะเล็งจับเร็วหรือช้ากว่าเวลา m มีความน่าจะเป็นเพียง 0.02 เท่านั้น"

ค) เวลาสูงสุด (pessimistic time : b) หมายถึง เวลาที่ยาวนานที่สุดที่งานหนึ่ง ๆ ได้เล็งจับนั่ง เมื่อทุกสิ่งทุกอย่างในการดำเนินการมีแต่อุปสรรค ไม่ราบรื่น โดยมีสมมุติฐานว่า จะมีงานเพียงหนึ่งในร้อยเท่านั้น ที่เล็งจับช้ากว่าระยะเวลา "b" นี้ หรือ โอกาสที่งานนี้จะเล็งจับช้ากว่าเวลา "b" มีความน่าจะเป็นเพียง 0.01 เท่านั้น

เมื่อนำเวลาที่มากที่สุด 3 สักษณะมาเขียนแล้วดังความสัมพันธ์ ในรูปแบบของการแยกแยะทางลักษณะ ก็จะได้รูปเส้นโค้งในสักษณะการแยกแยะแบบเบต้า ที่เป็นเส้นโค้งแบบสัมมูลต์ และไม่แบบล้มมาตรฐานแล้วแต่กรณี ดังนี้

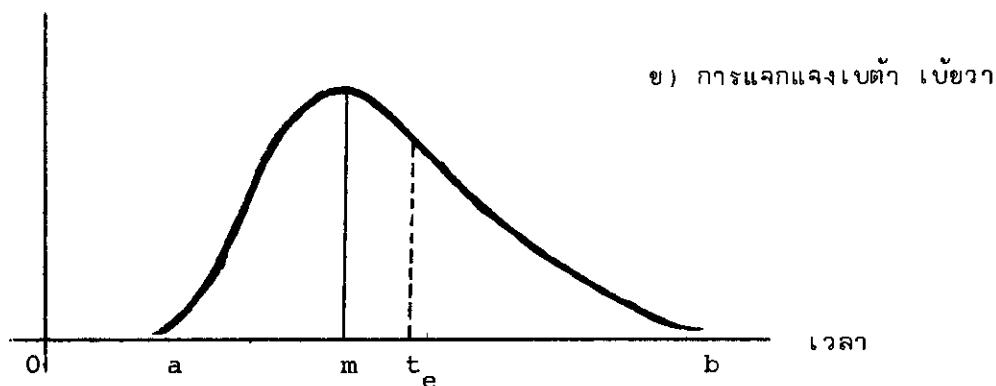
รูป 6-8 : การแจกแจงแบบเบต้า (β -distribution)

ความน่าจะเป็น



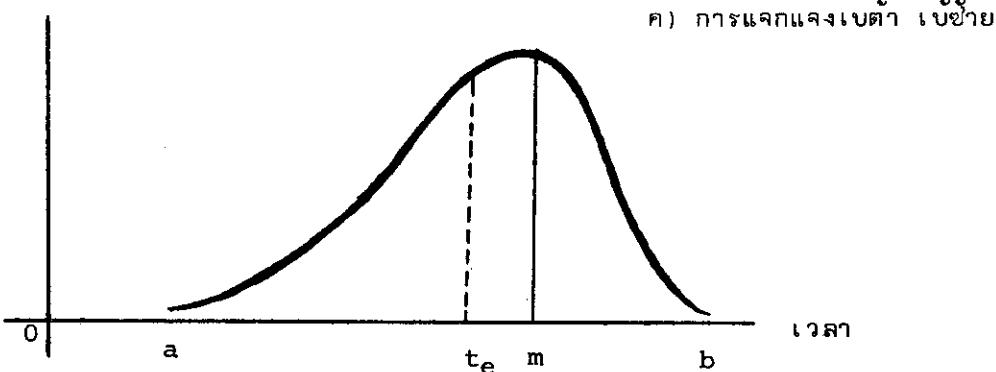
ก) โค้งปกติสูตรชี้มั่น (สมมาตร)

ความน่าจะเป็น



ข) การแจกแจงเบต้า เบี้ยวๆ

ความน่าจะเป็น



ค) การแจกแจงเบต้า เบี้ยวๆ

เวลาประมาณการ (expected time : t_e) ซึ่งได้จากการคำนวณของเวลาทั่วไป
แบบเวลาอย่างต่อ (a) เวลาปานกลาง (m) และเวลาสูงสุด (b) โดยการแจกแจงแบบเบต้า
ลามาร์กค่าประมาณหาได้จากรูปแบบคณิตศาสตร์^{1/} ดังนี้

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เป็น

$$\sigma_{t_e} = \frac{b - a}{6}$$

ข้อสังเกต : เวลาประมาณการ (t_e) โดยค่าเฉลี่ยนถ่วงน้ำหนักเวลาปานกลาง (m) เป็น
4 เท่าของเวลาอย่างต่อ (a) และเวลาสูงสุด (b)

ในการใช้เวลาทั่วไปเพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับการสร้าง PERT ในการถือเวลาทั่วไปไม่แน่นอน
จึงขอยกตัวอย่าง การประเมินวิเคราะห์โครงการ ซึ่งมีรายการกำหนดการทำงาน (checklist)
ดังต่อไปนี้

^{1/} Samuel B.Richmond, Operations Research for Management Decisions (New York : The Ronald Press Company, 1968), p.491.

ตัวอย่าง 6-2 :

ตาราง 6-3 : รายการกิจกรรมด้วยเวลาทำงาน

ลักษณะของงาน	งานที่ต้องเสร็จก่อน	เวลาทำงาน		
		a	m	b
a	-	1	2	15
b	-	3	5	13
c	a	2	5	14
d	b	6	7	8
e	b	2	4	12
f	c,d	5	9	13
g	c,d	4	6	8
h	e,f	1	4	7
i	g	1	2	3

จากตาราง 6-3 รายการกิจกรรมด้วยเวลาทำงาน ซึ่งมีเวลาทำงานไม่แน่นอนจะคำนวณเวลาเฉลี่ยวเวลาประมาณการ (t_e) ของงานแต่ละงานได้จากสูตร :

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

และเมื่อคำนวณแล้วจะได้เวลาประมาณการ (t_e) ศักราช 6-4 ต่อไปนี้

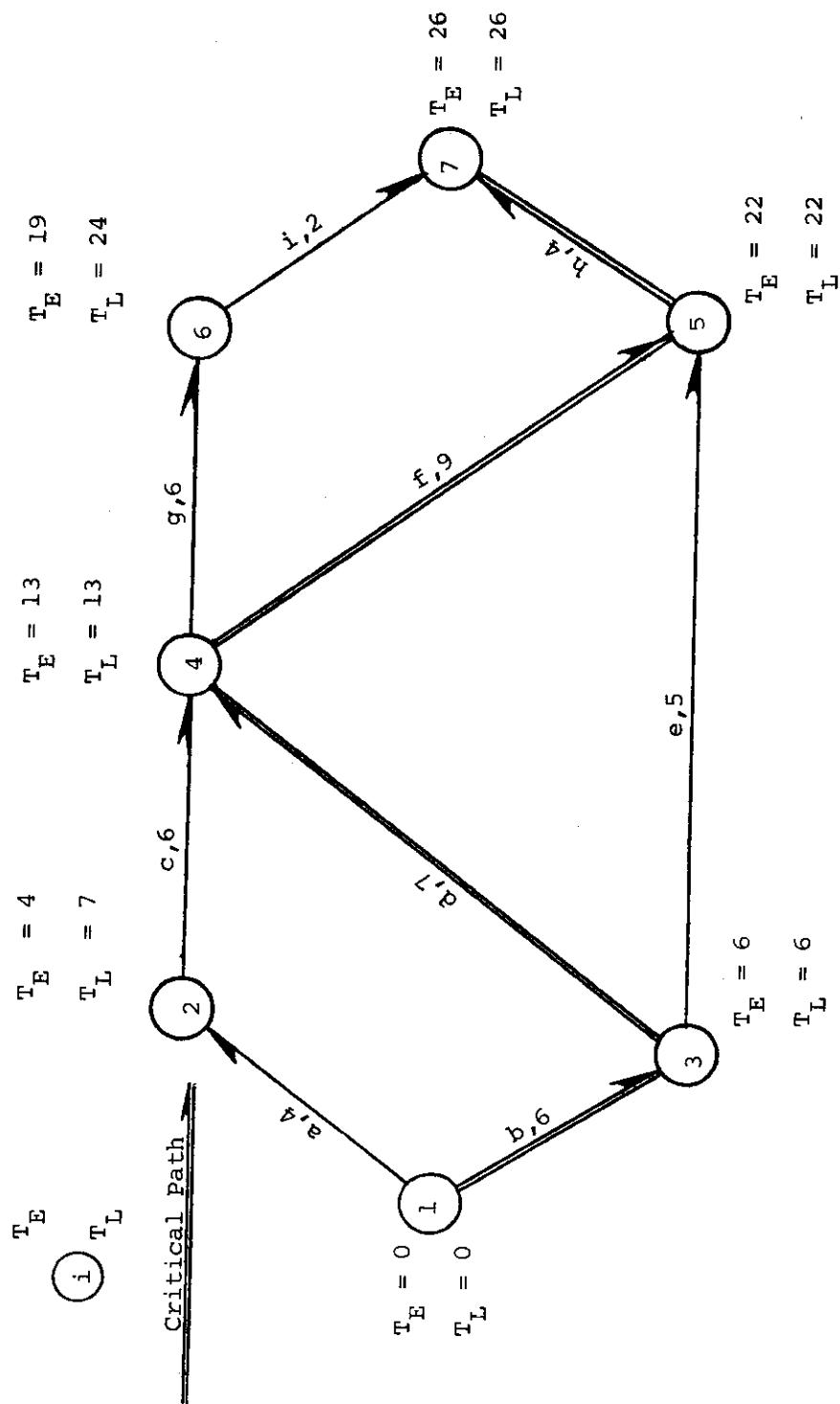
ตาราง 6-4 : แล็ตดิวเวล่าประมาณการ (t_e)

สัญลักษณ์งาน	งานที่ต้องเสียก่อน	เวลาทำงาน			เวลาประมาณการ (t_e)
		a	m	b	
a	-	1	2	15	4
b	-	3	5	13	6
c	a	2	5	14	6
d	b	6	7	8	7
e	b	2	4	12	5
f	c,d	5	0	13	9
g	c,d	4	6	8	6
h	e,f	1	4	7	4
i	g	1	2	3	2

เมื่อนำรายการกำหนดภาระงาน และเวลาประมาณการของแต่ละงานมา
ตาราง 6-4 ลงเขียนแล็ตดิวโดยใช้ข้อมูลที่ได้ จะได้ PERT-network พร้อมด้วย T_E , T_L
และล้ายงานวิกฤต ดังรูป 6-9 ต่อไปนี้

Ex 6-9 : PERT-network

Activity identification
 $c, 6$



6. PERT/Cost

การประเมินวิเคราะห์โครงการที่ได้พิจารณาตั้งแต่ต้นจนขณะนี้นั้น เป็นการวิเคราะห์ในสักษณะของเรื่องที่เกี่ยวกับ "เวลา" ที่เรียกว่า PERT/time แต่ในความเป็นจริงแล้ว การประเมินวิเคราะห์โครงการใด ๆ ก็ตาม จะมีการณาลเพาท์เรื่องที่เกี่ยวกับเวลาอย่างเต็มที่ไม่ล่มบูรณา ทั้งนี้ เพราะว่าในโครงการเหล่านี้ย่อมต้องเกี่ยวกับเรื่องราวด้วย ที่เห็นได้ชัด เช่นที่สุดเห็นจะได้แก่ต้นทุนของภารกิจต่าง ๆ ในโครงการนั้นเอง ดังนั้นในการประเมินวิเคราะห์โครงการซึ่งต้องประกอบไปด้วยเวลาและต้นทุนเกี่ยวข้องประกอบกัน ซึ่งการวิเคราะห์ในสักษณะนี้เรียกว่า PERT/Cost

PERT/Cost หมายถึง การประเมินวิเคราะห์โครงการที่เกี่ยวข้องกับเวลาและต้นทุนภารกิจของงานแต่ละงานประกอบกัน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า PERT/Cost ก็คือ PERT/Time ที่คิดต้นทุนภารกิจงานประกอบด้วยนั้นเอง ดังนั้นในการสร้าง PERT/Cost จึงจำเป็นที่จะต้องสร้าง PERT/Time เสียก่อน จากนั้นจึงนำต้นทุนภารกิจงานของงานแต่ละงานมาคิดคำนวณประกอบหากครั้งหนึ่ง ก็จะทำให้ได้ PERT/Cost ที่แสดงถึงเวลาทำงานและต้นทุนของโครงการนั้น ๆ ประกอบกัน

6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและต้นทุน

ในการทำงานใด ๆ ก็ตาม ปกติแล้วก็จะต้องเสียค่าใช้จ่าย หรือต้นทุนในการทำงานนั้น ๆ ซึ่งถ้าการทำงานนั้นเป็นการทำงานตามปกติ และใช้เวลาดำเนินการปกติ จะเป็นเวลาที่ทราบแน่นอน หรือเป็นเวลาประมาณการที่ได้จากการเฉลี่ยเวลาที่ไม่แน่นอนก็ตาม PERT/Cost คือส่วนที่เป็นแบบที่เรียกว่า "กระบวนการปกติ" (Normal Program) คือได้สร้างขึ้นในสักษณะนี้ เป็นแบบที่เรียกว่า "กระบวนการปกติ"

อย่างไรก็ตามในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งนั้น บางครั้งงานนั้น ๆ ก็อาจที่จะรับรองค่าเดินทางให้เสร็จเร็วกว่าปกติได้ การรับรองเพื่อลดระยะเวลาดำเนินการลงกล้า อาจกระท่าให้โดยการเพิ่มจำนวนคนทำงาน หรือทำงานล่วงเวลา หรืออาจใช้เครื่องจักรทุนแรงที่สามารถทำงาน

ได้เรื่องต่อเนื่องกันต่อไป ซึ่งรักการลดทอนเวลาทำภารกิจจากเวลาปกติลงกล่าว ไม่ว่าจะเป็นรัก
ได ๆ ก็ตาม ย่อมทำให้คำว่า “จัดการด้วยหัวใจ” ในการทำงานนั้นเพิ่มมากขึ้นด้วย ผู้ที่ต้องใช้เวลา
เวลาลงมากเท่าใด ต้นทุนยังต้องเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น เพราะเวลาและต้นทุนมีความสัมพันธ์กันผิดๆ
กันนี้เอง ส่วนรับ PERT/Cost ของโครงการที่รับเร่งนี้ เป็นแบบที่อ้างจะเรียกว่า “กระบวนการ
การเร่งรับ” (Crash Program)

จากรูปแบบกระบวนการของ PERT ซึ่งได้นำเวลาและต้นทุนมาเกี่ยวข้องสัมพันธ์
กันนี้ ทำให้สามารถแบ่งประเภทของ PERT ได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ 2 ประเภท คือ กระบวนการ
ปกติ และกระบวนการเร่งรับ แต่ในแต่ละประเภทยังแบ่งย่อยออกเป็น กรณีที่รับเฉพาะเวลาทำการ
และกรณีที่รับเวลาทำการและต้นทุนประกอบกัน ซึ่งรูปแบบดังกล่าวนี้ พอก็จะล้วนเป็นรูปแบบเพื่อสังคมแก่
การเข้าใจ ดังนี้ :

รูปแบบของ PERT :

1) กระบวนการปกติ (Normal Program)

ก. เวลาปกติ (normal time)

ข. ต้นทุนปกติ (normal cost)

2) กระบวนการเร่งรับ (Crash Program)

ก. เวลาเร่งรับ (crash time)

ข. ต้นทุนเร่งรับ (crash cost)

ทั้งนี้ กระบวนการเวลาปกติ (Normal Time Program) หมายถึงกระบวนการของ PERT
ที่พิจารณาเฉพาะเรื่องเกี่ยวกับเวลา และเวลาต่อเนื่องกันนั้น คิดคำนวณจากการดำเนิน
การปกติ

กระบวนการต้นทุนปกติ (Normal Cost Program) หมายถึง กระบวนการของ PERT

ที่พิจารณาเวลาและต้นทุนคำนวณการประกอบกัน ซึ่งเวลาและต้นทุนดังกล่าวคิด
คำนวณจากการเวลาปกติและต้นทุนปกติ

กระบวนการเวลาเร่งรับ (Crash Time Program) หมายถึงกระบวนการของ PERT
ที่ศึกษาเฉพาะเรื่องเกี่ยวกับเวลา และเวลาดำเนินการที่รับเร่งหรือลดก่อนลง
จากเวลาดำเนินการปกติ

กระบวนการต้นทุนเร่งรับ (Crash Cost Program) หมายถึงกระบวนการของ PERT
ที่ศึกษาเวลาและต้นทุนดำเนินการประกอบกัน ซึ่งเวลาดำเนินการศึกคำนวณจาก
เวลาดำเนินการที่รับเร่ง โดยลดก่อนจากเวลาปกติ ส่วนต้นทุน คิดคำนวณจากต้น
ทุนเร่งรับ ซึ่งได้จากการรวมต้นทุนปกติไปส่วนเดิม หรือส่วนที่ต้นทุนเพิ่มขึ้น ยังเกิด
จากการรับเร่งการทำงานโดยลดก่อนเวลาดำเนินการจากเวลาปกติเพิ่มเอง

6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการปกติและการเร่งรับ

ในการสร้าง PERT ขับแบบต่าง ๆ นั้น จะเป็นที่จะต้องดำเนินการเป็นลำดับกันไป
กล่าวคือ จะต้องเริ่มสร้างจากการประกอบก่อน แล้วจึงจะดำเนินการลดก่อนให้ได้กระบวนการ
เร่งรับต่อไป ส่วนการสร้างกระบวนการปกตินั้น จะต้องเริ่มสร้างจากการลดก่อน เวลาปกติ
ก่อน และเมื่อต้นทุนร่วมศึกษาด้วย ก็จะได้กระบวนการต้นทุนปกติ จึงมีถ้าลามารถนำ
กระบวนการเวลาปกติมาดำเนินการลดก่อนเวลาทำการลง ก็จะได้กระบวนการเวลาเร่งรับและเมื่อ
ศึกคำนวณต้นทุนเร่งรับประกอบเข้าไปด้วย ก็จะได้กระบวนการต้นทุนเร่งรับตามต้องการ

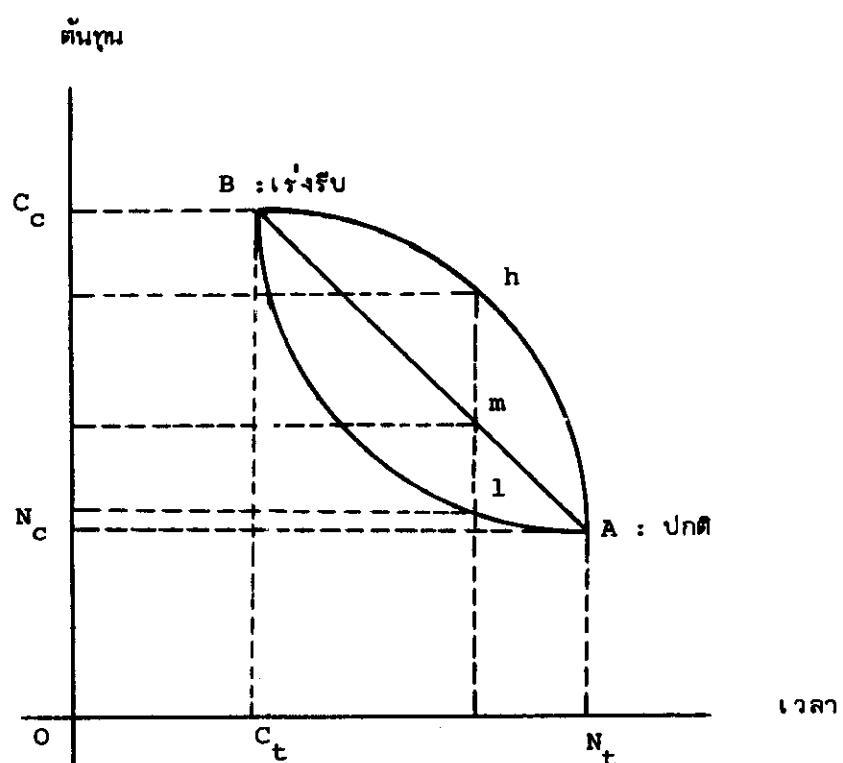
นี่ ในการดำเนินโครงการเพื่อให้ลุล่วงไปบัน្ត ถ้าโครงการนั้นไม่รับเร่ง การ
ดำเนินการก็อาจทำได้ในสักษณะของกระบวนการปกติ โดยใช้เวลาและต้นทุนปกติ แต่ถ้าการดำเนิน
โครงการนั้นต้องการความเร่งรับ เพื่อให้กับกำหนดเวลาซึ่งอาจจะกำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว การ
ดำเนินการในสักษณะปกติก็อาจจะไม่ทันกาง ถังนั้นสิ่งจำเป็นที่จะต้องดำเนินการในสักษณะของกรา
ฟิกการเร่งรับ โดยลดก่อนระยะเวลากำหนดการทำงานของงานต่าง ๆ ลงให้กับกำหนดการนั้น ๆ

ในการดำเนินโครงการในสักษณะของกระบวนการเร่งรับนี้ จะเป็นที่จะต้องทราบ
ล่วงหน้าว่า งานใดบ้างที่ลามารถลดก่อนเวลาทำการลงได้ และเมื่อลดก่อนเวลาทำการลงแล้วจะใช้

เวลาที่เราเร่งรีบเท่าใด นอกจากมีปัจจัยที่กระทบด้วยว่าการเร่งรีบทำงานทั้งกล่าว จะมีผลทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นในสภาวะและจำนวนอย่างไรด้วย ทั้งนี้เพื่อนำเป็นข้อคิดเห็นในการศึกษาในภาระต้นทุนจากการเร่งรีบที่เหมาะสมต่อไป ยังคงการเร่งรีบที่เหมาะสม จะต้องเป็นระดับการเร่งรีบที่ ความเสียหายยังเกิดจากความล่าช้าจากการดำเนินโครงการโดยปกติ มีค่ามากกว่าต้นทุนเพิ่มขึ้นเกิดจากกระบวนการเร่งรีบทัน ๆ

สภาวะการเพิ่มขึ้นของต้นทุน ยังเกิดจากการรับเร่งโดยการลดทอนเวลาทำการของงาน ให้กานหนึ่ง อาจแสดงได้ด้วยเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและต้นทุน ดังรูป 6-10 ต่อไปนี้

รูป 6-10 : ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและต้นทุน



โดยที่ :

N_t หมายถึง เวลาทำงานปกติ (normal time)

N_c หมายถึง ต้นทุนทำการปกติ (normal cost)

C_t หมายถึง เวลาทำงานเร่งรีบ (crash time)

C_c หมายถึง ต้นทุนทำการเร่งรีบ (crash cost)

จากข้อ 6-10 :

จุด A ศือ ตำแหน่งของภาระงานปกติ ซึ่งใช้เวลาทำการปกติ N_t หน่วยเวลา และทำให้เสียต้นทุนภาระงานปกติ N_c หน่วยเงินตรา

จุด B ศือ ตำแหน่งของภาระงานแบบเร่งรีบที่สุด ซึ่งใช้เวลาทำการเร่งรีบ C_t หน่วยเวลา และทำให้เสียต้นทุนภาระเร่งรีบ C_c หน่วยเงินตรา

อย่างไรก็ตาม ถ้าต้องการหางานนี้ให้แล้วเสร็จเร็วกว่าปกติ แต่ก็ไม่จำเป็นจะต้องเร็วที่สุด ศือ ต้องการให้เวลาทำการอยู่ระหว่าง N_t และ C_t เช่นนี้แล้วต้นทุนทำการก็จะต้องอยู่ระหว่าง C_c และ N_c สิ่งที่จะต้องพิจารณาศือ เมื่อลดถอนเวลาทำการลงจาก N_t มาันั้น ต้นทุนทำการก็จะต้องเพิ่มขึ้นจาก N_c ขึ้นไป ซึ่งต้นทุนทำการนี้อาจจะเพิ่มขึ้นตามแนวโน้มลงเล็กน้อย เช่น AIB หรือ AhB หรือ AmB ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะและความสัมพันธ์ของเวลาและต้นทุนของงานนั้น ๆ กล่าวศือ

ก) ถ้าต้นทุนเพิ่มขึ้นตามแนวโน้มลงเล็กน้อย เช่น AIB ก็หมายความว่า การลดถอนเวลาทำการลงแต่ละหน่วยเวลานั้น จะทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นในอัตราที่ต่ำลง หรือเพิ่มขึ้นในอัตราเพิ่ม (*increasing rates*) นั่นศือ การลดถอนเวลาหน่วยหลัง ๆ จะเสียต้นทุนเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับไป

ข) ถ้าต้นทุนเพิ่มขึ้นตามแนวเส้น直線 เส้น AHB ก็หมายความว่า การลดทอนเวลาทำการลงแต่ละหน่วยเวลาหนึ่ง จะทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นในอัตราคงที่ หรือเพิ่มขึ้นในอัตราลดน้อยถอยลง (decreasing rates) นั่นคือ การลดทอนเวลาหน่วยหนึ่ง ๆ จะเสียต้นทุนเพิ่มน้อยลงเป็นลำดับ

ค) ถ้าต้นทุนเพิ่มขึ้นตามแนวเส้น直線 AMB ก็หมายความว่า การลดทอนเวลาทำการลงแต่ละหน่วยเวลาหนึ่ง จะทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นในอัตราคงที่ (constant rates) นั่นคือ การลดทอนเวลาทุก ๆ หน่วยเสียต้นทุนเพิ่มเท่ากันหมด

อัตราการเพิ่มของต้นทุน คือเกิดจากการลดทอนเวลาทำการข้างต้นนี้ สามารถพิจารณาได้จากค่าความชัน (slope) ของเส้นต้นทุนในแต่ละหน่วยเวลาหนึ่ง เอามาหารากำลังสอง อย่างไรก็ตามในการพิจารณาอัตราเพิ่มของต้นทุนในทางปฏิบัตินั้น ปกติมีอัตราคงที่สูงอัตราคงที่ต่ำเป็นส่วนค่าอัตราปานกลาง เช่นสีของอัตราภาระหน้าและอัตราถอยหลังนั้นเอง เนื่องจากการนิยมเลือกใช้อัตราคงที่โดยไม่พิจารณาความสัมพันธ์ที่แท้จริงของเวลาและต้นทุนของงานแต่ละงานข้างต้นนี้ ก็ เพราะการพิจารณาหาอัตราการเพิ่มของต้นทุนของงานแต่ละงานนั้น เป็นการสัมประสิทธิ์เวลาและค่าใช้จ่ายอย่างมาก ทั้งนี้เพราะการหาอัตราคงที่ต้องคำนึงถึงตัวตั้งก่อมา จะต้องพิจารณางานแต่ละงานแยกต่างหากหากกัน ซึ่งแต่ละงานก็อาจมีอัตราคงที่แตกต่างกัน และในกรณีพิจารณาอัตราคงที่ต้องคำนึงถึงตัวตั้งก่อมา ที่ต้องใช้เวลาในรายละเอียดด้วยว่า ในกรณีลดทอนเวลาทำการแต่ละหน่วยเวลาหนึ่งจะทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นเท่าไร เป็นลำดับกันไป ซึ่งการกระทำทั้งนี้ ก่อให้เกิดความบุ่งบาก และสัมประสิทธิ์กับเวลาและค่าใช้จ่ายสูงมาก ตั้งนั้นสังนิยมที่จะใช้อัตราคงที่ในการหาอัตราเพิ่มของต้นทุน

อัตราเพิ่มของต้นทุน ซึ่งเป็นอัตราคงที่ อาจจะพิจารณาในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$I_C = \frac{C_C - N_C}{N_t - C_t}$$

โดยที่ :

I_C หมายถึง อัตราเพิ่มของต้นทุน (incremental cost)

๖.๓ การสร้าง PERT/Cost และกระบวนการเร่งรีบ

สังค์ไถกกล่าวไว้แล้วในเบื้องต้นว่า การที่จะสร้าง PERT/Cost นั้น จะต้องสร้าง PERT/Time เสียก่อน เมื่อได้ PERT/Time แล้วจึงนำข้อมูลที่เกี่ยวกับต้นทุนของงานแต่ละงานเข้าไปประกอบการพิจารณา ที่จะได้ PERT/cost ตามต้องการ ในขณะเดียวกัน ถ้างานบางงานสามารถลดทอนเวลาทำการได้ โครงการนั้นก็จะสามารถลดเวลาในการให้แล้วเสร็จเร็วกว่าการทำงานตามปกติได้ ซึ่งการรับเรื่องดำเนินการโดยการลดทอนเวลาทำการของงานบางงานสังกัด ก็อาจจะมีผลทำให้ต้นทุนของงานและโครงการเพิ่ยิ่งกว่าปกติ อย่างไรก็ตาม การรับเรื่องโครงการโดยการลดทอนหรือรับเรื่องการทำงานบางงานนั้น งานที่จะทำให้โครงการสามารถเร่งรีบได้อย่างแท้จริง จะต้องเป็นงานวิกฤตซึ่งอยู่ในลิสต์งานวิกฤตเท่านั้น ส่วนร่องงานอื่น ๆ ซึ่งไม่ใช่งานวิกฤต การลดทอนหรือรับเรื่องการทำงานสังกัดอาจจะไม่มีผลต่อระยะเวลาดำเนินการของโครงการแต่อย่างใด

สังเขปและวิธีการสร้าง PERT/Cost และกระบวนการลดทอนอาชลามารถเข้าใจได้ด้วยชื่นโดยการพิจารณา ด้วยวิธีดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง ๖-๓ : การสร้าง PERT/Cost และกระบวนการเร่งรีบ

ล้มมุติว่า โครงการหนึ่งประกอบด้วยงานย่อย ๆ และข้อมูลเกี่ยวกับเวลาและต้นทุนทั้งหมด ที่เป็นปกติ และเร่งรีบดังต่อไปนี้

ตาราง 6-5 รายการกำหนดภาระทำงาน

สัญลักษณ์	งานที่ต้อง ^{ผลิตภัณฑ์} ของงาน	(วัน)	(วัน)	(บาท)	(บาท)
		เวลาทำงาน	เวลาทำงาน	ต้นทุนทำงาน	ต้นทุนทำงาน
	เลือริจก่อน	ปกติ	เร่งรีบ	ปกติ	เร่งรีบ
		(N _t)	(C _t)	(N _c)	(C _c)
a	-	1	1	50	50
b	a	3	2	50	120
c	a	7	6	110	130
d	b	5	3	100	120
e	b	8	6	85	125
f	c,d	4	4	85	85
g	e,f	1	1	50	50

หมายเหตุ : เวลาทำงานปกติ (N_t) นี้ คือเวลาประมาณการ (t_e) ซึ่งได้จากการเฉลี่ย
เวลาทำงาน 3 สัญชาติ ตามแบบการแยกแยะเบ็ดเตล็ด นี่คือ

$$N_t = t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

จากตารางรายการกำหนดภาระทำงานข้างต้นนี้ จะเห็นว่างานบางงาน คือ งาน b,c,d และ e สามารถถ่ายทอดการทำงานในสัญชาติ 4 ได้ ซึ่งการรับเร่งสังกัด ภาระที่ได้โดยการลดตอนเวลาทำงานปกติลง ในขณะเดียวกันการรับเร่งมีตัวชี้วัดมีผลทำให้ต้นทุนภาระทำงานเพิ่มขึ้นเป็นการชัดเจนกว่า ซึ่งอัตราการเพิ่มของต้นทุนภาระนี้ สามารถคำนวณในสัญชาติ 4 ต่อไปนี้
ในรูปแบบคณิตศาสตร์ ต่อไปนี้

รูปแบบคณิตศาสตร์:

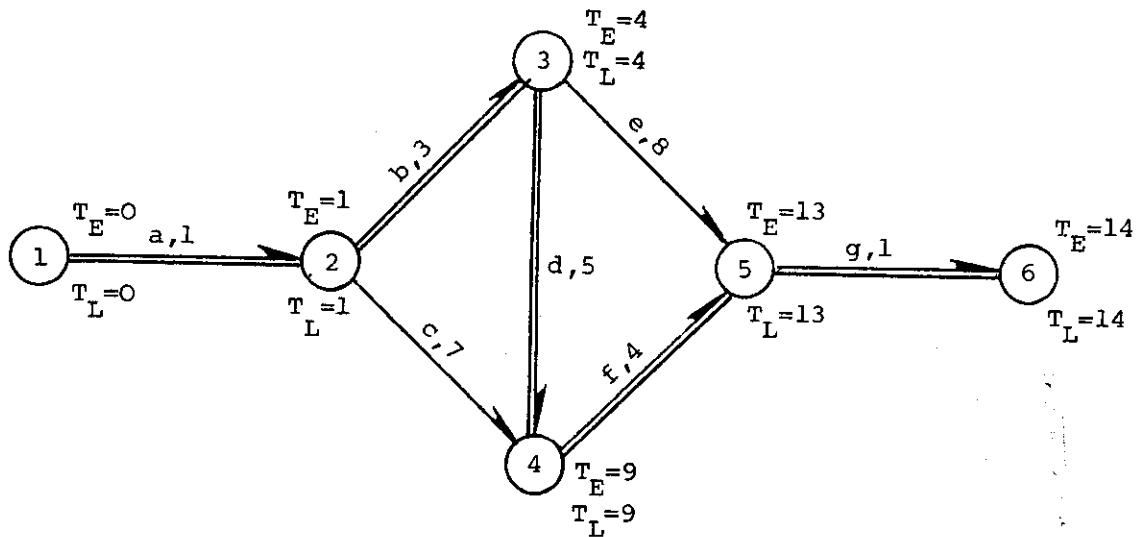
$$I_C = \frac{C_C - N_C}{N_t - C_t}$$

อัตราเพิ่มของต้นทุนทำกำไร ซึ่งคำนวณโดยรูปแบบข้างต้นนี้ ได้แสดงไว้แล้วในตาราง 6-6 ต่อไปนี้

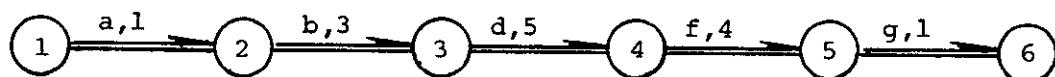
ลัญญาณ ของงาน	งานที่ต้อง เลือกก่อน	(วัน)	(วัน)	(บาท)	(บาท)	(บาท/วัน)
		เวลาทำกำไร	เวลาทำกำไร	ต้นทุนทำกำไร	ต้นทุนทำกำไร	อัตราเพิ่ม
		ปกติ	เร่งรีบ	ปกติ	เร่งรีบ	ของต้นทุน
		(N _t)	(C _t)	(N _C)	(C _C)	(I _C)
a	-	1	1	50	50	-
b	a	3	2	50	120	70
c	a	7	6	110	130	20
d	b	5	3	100	120	10
e	b	8	6	85	125	20
f	c,d	4	4	85	85	-
g	e,f	1	1	50	50	-

เมื่อนำรายการกำหนดการทำงาน ตามตาราง 6-6 มาเขียนและโดยใช้ข้อมูล
ลูกค้าจะได้ PERT-network กระบวนการปกติ พร้อมด้วย T_E, T_L และลักษณะวิกฤต
รูป 6-11 ต่อไปนี้ :

รูป 6 - 11 ; PERT - network กระบวนการปกติ



ลักษณะงานวิกฤติ :



เมื่อพิจารณาลักษณะงานวิกฤต จากชุด 6-11 จะพบว่า โครงการนี้จะต้องใช้เวลาดำเนินการตามกระบวนการเวลากปกติ 14 วัน และเมื่อนำต้นทุนของงานทั้งหมดในโครงการมาคิดคำนวณประกอบด้วย จะได้ PERT/cost ที่เป็นกระบวนการต้นทุนปกติ 530 บาท นั่นคือ ถ้าโครงการนี้ดำเนินการโดยปกติ จะใช้เวลาดำเนินการ 14 วัน ด้วยต้นทุน 530 บาท

จากการกระบวนการปกติ (normal program) ขึ้นอยู่กับตัวต้องการที่จะรับเร่งการดำเนินโครงการให้แล้วเสร็จเร็วกว่า 14 วัน ศักดิ์ดำเนินโครงการในสักษณะกระบวนการเร่งรีบ (crash program) ก็จะต้องมาพิจารณาเสียก่อนว่างานวิกฤตซึ่งอยู่ในลักษณะวิกฤต (critical path) นั้น สามารถที่จะรับเร่งหรือลดทอนเวลาทำการได้หรือไม่ ถ้างานวิกฤตในลักษณะวิกฤตสามารถรับเร่งดำเนินการจนทำให้ลักษณะวิกฤตของโครงการมีระยะเวลาสั้นลงได้กระบวนการเร่งรีบก็สามารถกระทำได้ แต่ถ้างานวิกฤตต่าง ๆ ในลักษณะวิกฤตนั้น ไม่สามารถรับเร่งให้แล้วเสร็จเร็วกว่าปกติ หรือแม้ว่างานบางงานในลักษณะวิกฤตจะรับเร่งได้ แต่การรับเร่งนั้นไม่มีผลทำให้ลักษณะวิกฤตลดเวลาทำการลง กระบวนการเร่งรีบก็จะไม่สามารถที่จะกระทำได้ เช่นกัน

ในการปฏิบัติ การดำเนินโครงการในสักษณะกระบวนการเร่งรีบนี้ จะพิจารณาปรับเร่งงานในลักษณะวิกฤตเพียงคราวละหนึ่งหน่วยเวลาทำการเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความลับเสียดลองและเสียต้นทุนเพิ่มน้อยที่สุดเป็นลำดับกันไปนั่นเอง ที่เป็นส่วนนี้ เพราะ ในการรับเร่งทำงานหรือลดทอนเวลาทำการของงานแต่ละงานนั้น จะเป็นที่จะต้องเสียต้นทุนเพิ่ล่วงหนึ่งด้วย ซึ่งโดยสังเขปที่นำไปงานที่จะเสียกให้รับเร่งนั้นควรจะเป็นงานที่ก่อให้เกิดต้นทุนเพิ่มต่ำสุดนั่นเอง

ในที่นี้ งานซึ่งอยู่ในลักษณะวิกฤตได้แก่ a,b,d,f และ g แต่เมื่อพิจารณาเวลาทำการปกติและเวลาทำการเร่งรีบในรายการกิจกรรมการทำงาน ตาราง 6-6 แล้ว จะพบว่า งาน a,f และ g ไม่สามารถที่จะรับเร่งได้ จะมีเฉพาะงาน b และงาน d เท่านั้นที่รับเร่งได้ ทั้งนี้ การที่จะรับเร่งระยะเวลาในลักษณะวิกฤต ซึ่งสามารถกระทำได้โดยการรับเร่งงาน b หรืองาน d เพียงงานใดงานหนึ่งเท่านั้น ซึ่งการที่จะเสียกรับเร่งงานใดนั้น จะกระทำได้โดยการพิจารณาเปรียบเทียบต่อการเพิ่มของต้นทุนทำการนั่นเอง

จากการพิจารณาช่วงเวลาเพิ่มของต้นทุนในตาราง 6-6 จะพบว่า ถ้ารีบเร่งหรือลดเวลาทำงานของงาน b ลงแต่ละครั้ง จะทำให้เกิดต้นทุนเพิ่ม 70 บาทต่อวัน แต่ถ้ารีบเร่งงาน d จะทำให้เกิดต้นทุนเพิ่มเพียง 10 บาทต่อวันเท่านั้น ดังนั้นสิ่งควรที่จะเสียกู้บเร่งงาน d มาก่อน เนื่องจากต้นทุนเพิ่มต่อวันที่สูงกว่า

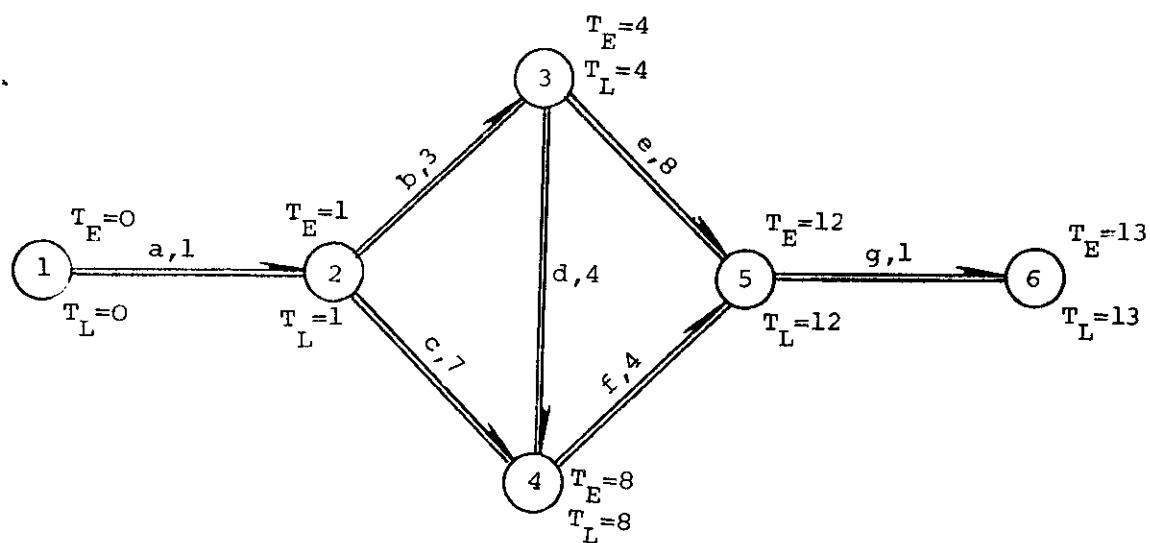
การพิจารณาปรับเร่งงานในลักษณะวิกฤตข้างต้นนี้ อาจแสดงให้เห็นได้โดยง่ายด้วย การเปรียบเทียบต้นทุนเพิ่มของงานที่อาจรีบเร่งได้ ดังนี้

	งานที่อาจรีบเร่งได้ (crash possibility)	ต้นทุนเพิ่ม (incremental cost)
1)		70
2)		10 //

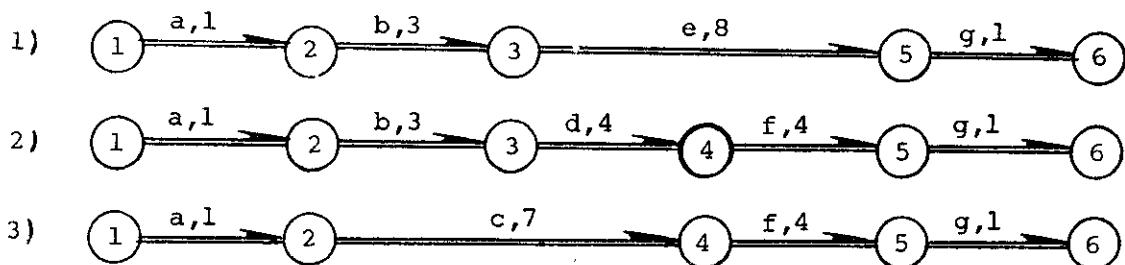
จากการพิจารณาข้างต้นได้ผลสรุปว่าในการรีบเร่งโครงการจาก 14 วันทำการ ให้ลดเวลาทำการลงอีก 1 วัน โดยเหลือเวลาทำการเพียง 13 วันนั้น ควรจะดำเนินการด้วยการรีบเร่งเวลาทำการของงาน "d" จาก 5 วันให้เหลือเพียง 4 วันเท่านั้น ทั้งนี้จะต้องเสียต้นทุนเพิ่มจากเดิมอีก 10 บาท ก็จะให้ต้นทุนของโครงการเพิ่มจากเดิม 530 บาท เป็น 540 บาท นั่นเอง

PERT/network กระบวนการเร่งรีบสำหรับโครงการ 13 วัน ซึ่งใช้ต้นทุนดำเนินการ 540 บาท สามารถแสดงได้ดังรูป 6-12 ดังนี้ :

รูป 6-12 : PERT-network กระบวนการเร่งรีบสำหรับโครงการ 13 วัน/540 บำท



ล้ายงานวิกฤต :



พิจารณาจากรูป 6-12 ซึ่งแสดง PERT โครงการ 13 วัน จะเห็นว่า PERT สำหรับโครงการ 13 วัน มีล้ายงานวิกฤตอยู่ 3 ล้ายด้วยกัน ดังนั้น ถ้าหากว่าต้องการจะพิจารณาสร้าง PERT สำหรับโครงการ 12 วัน จะต้องรับเร่งงาน ในล้ายงานวิกฤตแต่ละล้ายให้เหลือเวลาทำงานรวม 12 วัน ทุก ๆ ล้ายพร้อม ๆ กัน ในกรณีเช่นนี้ งานที่จะสามารถรับเร่งเพื่อลดเวลาทำงานของ ล้ายงานวิกฤตให้ได้พร้อม ๆ กันนั้น มากจะอยู่ในรูปของกลุ่มงานเป็นล้วนใหญ่ แต่บางกรณีเมื่องาน ไม่สามารถเข้ามาในลักษณะเดียวกันได้ เช่น ต้องการรับเร่งงานที่ต้องใช้เวลาทำงานที่ต้องรอต่อเนื่องกัน เช่น การผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ที่ต้องใช้เวลาในการติดต่อและจัดการห้องแม่พิมพ์ ฯลฯ จึงต้องมีการวางแผนและจัดการให้เหมาะสม ดังนั้น ผู้บริหารโครงการต้องมีความตระหนักรู้ถึงความต้องการของแต่ละลักษณะงาน และสามารถจัดการให้เหมาะสมกับสถานะของโครงการ

ในกรณี ถ้าสังเกตสายงานวิกฤตทั้ง 3 สำหรับแต่ละงานไว้แล้วในชุด 6-12 ข้างต้นจะเห็นว่า งานทุกงานในโครงการจะอยู่ในสายงานวิกฤตทั้งสิ้น แต่อย่างไรก็ตามงานบางงานยังได้แก่งาน a, f และ g เป็นงานที่ซึ่งไม่สามารถดำเนินการอย่างรับเร่งได้ ดังนั้นจะเหลือเพียงงาน b, c, d และ e เท่านั้น ที่จะ pragmatically ในกลุ่มของงานที่อาจจะรับเร่งได้

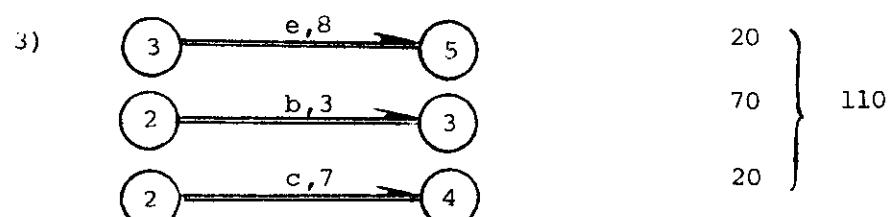
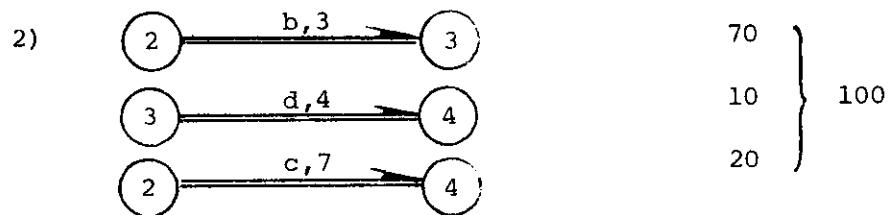
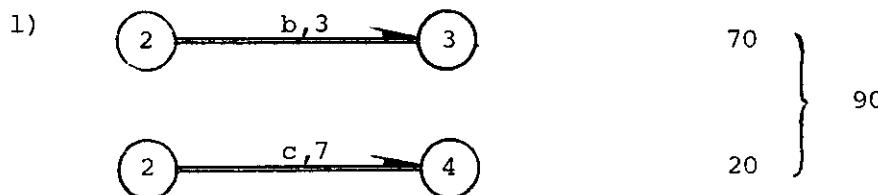
กลุ่มงานที่อาจจะรับเร่งได้ ยังเป็นกลุ่มงานที่จะทำให้สายงานวิกฤตทั้ง 3 ราย สามารถลดระยะเวลาดำเนินโครงการให้เหลือเพียง 12 วัน ประกอบด้วยกลุ่มงานต่าง ๆ 4 กลุ่ม ดังที่จะได้แสดงกลุ่มงานต่าง ๆ ดังกล่าว พร้อมด้วยต้นทุนเพิ่มในการรับเร่งของงานแต่ละงาน และ กลุ่มแต่ละกลุ่ม ต่อไปนี้

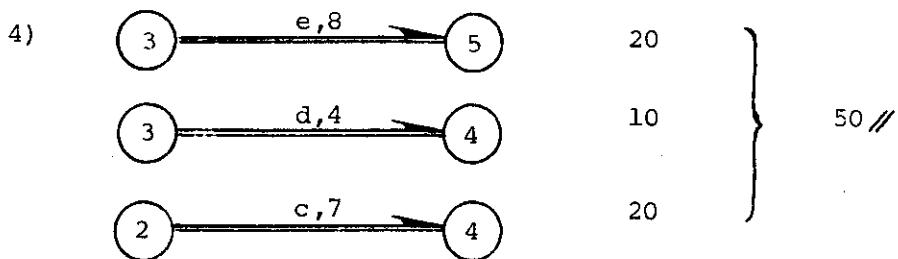
กลุ่มงานที่อาจรับเร่งได้

ต้นทุนเพิ่ม

(crash possibility)

(incremental cost)

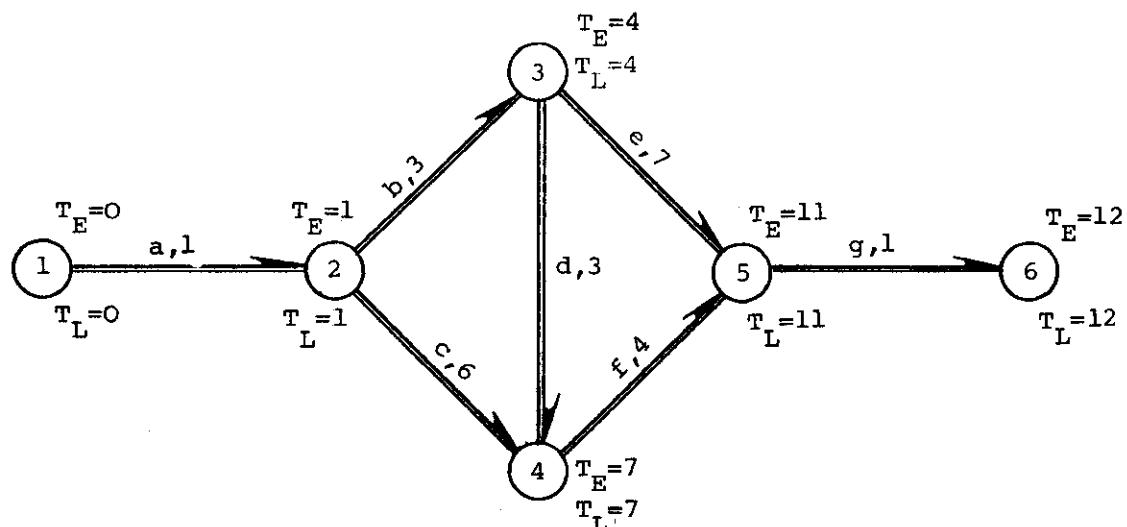


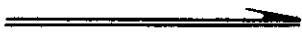


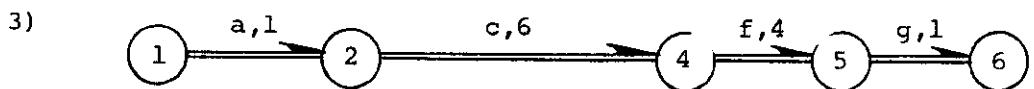
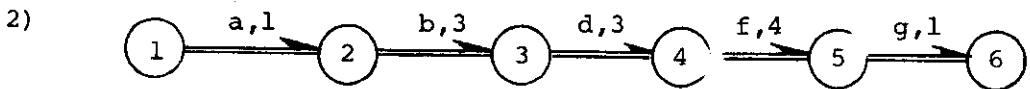
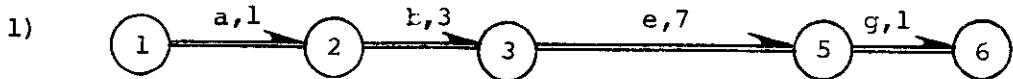
กลุ่มงานที่จะทำให้การรับเรื่องโครงการจาก 13 วัน เหลือเพียง 12 วัน และเสียต้นทุนเพิ่มต่อสัปดาห์ ได้แก่ กลุ่มงานที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยงาน e,d และ c ตั้งนี้นั้น ถ้าลดถอนเวลาที่ทำการของงานทั้งสามข้างต้นนี้ลงมาละ 1 วัน โดยเสียต้นทุนเพิ่มขึ้นอีก $20 + 10 + 20 = 50$ บาท โครงการนี้ก็จะแล้วเสร็จใน 12 วัน และเสียต้นทุนในโครงการรวม $540 + 50 = 590$ บาท

PERT-network กระบวนการเร่งรับ ส่วนรับโครงการ 12 วัน ซึ่งใช้ต้นทุนดำเนินการ 590 บาท สามารถแสดงได้ดังรูป 6-13 ต่อไปนี้

รูป 6-13 : PERT-network กระบวนการเร่งรับ ส่วนรับโครงการ 12 วัน / 590 บาท



ส่ายงานวิกฤต : 



พิจารณาจากรูป 6-13 ซึ่งแสดง PERT โครงการ 12 วัน จะเห็นว่า PERT
ตั้งกล่าว มีส่ายงานวิกฤตอยู่ 3 ส่าย ดังนั้นถ้าหากต้องการจะสร้าง PERT ส์ทรับโครงการ
11 วัน ก็จะต้องรับเร่งงานซึ่งอยู่ในส่ายงานวิกฤต แต่ละส่ายให้เหลือเวลาทำการรวม 11 วัน
ทุก ๆ ส่ายพร้อมกัน ในกรณี จะเห็นได้ว่าส่ายงานวิกฤตส่ายที่ 3) นั้น ไม่สามารถจะรับเร่งการ
ทำงานของงานใด ๆ ได้อีกแล้ว เพราะงาน a,e,f, และ g แต่ละงานนั้น ใช้เวลาทำการ
เร่งรับที่สุดแล้ว ดังนั้น การที่จะเร่งรับโครงการนี้ให้ใช้เวลาเที่ยง 11 วัน จึงไม่สามารถกระทำ
ได้ นั่นคือ ระยะเวลาที่ต้องลุกที่โครงการนี้จะแล้วเสร็จได้ จะต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 12 วัน
นั่นเอง

โดยลรูปแล้ว กระบวนการเร่งรับของโครงการนี้ สามารถแยกແຈราชยะเวลา
ดำเนินการและต้นทุนในการดำเนินการในแต่ละระยะตืบกราเร่งรับให้เห็นเด่นชัดได้ดังต่อไปนี้

การแก้ไขและกระบวนการการร่างรีบ (Modified Crash Program)

ระยะเวลาดำเนินการ (วัน)	ต้นทุนทั่วไป (บาท)
14	530
13	540
12	590

7. ଶକ୍ତି :

การประเมินวิเคราะห์โครงการ ที่เรียกว่าเป็นสากลว่า "PERT" ซึ่งย่อมาจาก "Program Evaluation and Review Technique" นั้น เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ประสานงานและควบคุมโครงการ เพื่อลดความผุ่งยาก ความล่าช้าและการชักชั้นของโครงการ PERT = สร้างขึ้นโดยอาศัยการเรียงไวยาจาน (network) เพื่อแลกเปลี่ยนความสัมพันธ์ของงานในโครงการให้เห็นได้ชัดเจนและลະดูกาต่อการพิจารณาวิเคราะห์ในการวางแผนดำเนินงาน ตลอดจนเพื่อการควบคุมโครงการในที่สุด

เมื่อได้ PERT ซึ่งคิดคำนวณเวลาทำงานซึ่งเรียกว่า PERT/Time แล้ว ถ้าหากต้องการจะคิดคำนวณต้นทุนของโครงการหรือน้ำหนักมูลส์ที่เกี่ยวกับต้นทุนพิจารณาประกอบด้วย ก็จะได้ PERT ซึ่งเกี่ยวข้องกับเวลาและต้นทุนทำงานประกอบกัน ที่เรียกว่า PERT/Cost จากนี้ ถ้าต้องการจะประเมินวิเคราะห์โครงการศักยภาพนี้ ให้ได้รายละเอียดต่อไปอีกว่า โครงการศักยภาพนี้จะสามารถเร่งรับดำเนินการให้แล้วเสร็จเร็วกว่าปกติได้หรือไม่ และการเร่งรับโครงการนี้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนคำนวณการอย่างไร ในกรณีที่มีการพิจารณาอาจกระทำได้โดยการวิเคราะห์งานซึ่งอยู่ในสายงานวิภาคย์ของโครงการนั้น ๆ ว่า งานซึ่งเป็นหัวใจของเวลาของโครงการซึ่งอยู่ในสายงานวิภาคย์ศักยภาพนี้ จะสามารถเร่งรับหรือลดทดแทนเวลาทำงานได้หรือไม่ และการเร่งรับหรือลดทดแทนเวลาทำงานนั้นจะมีผลให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นอย่างไร ซึ่งถ้างานที่อยู่ในสายงานวิภาคย์ลามาร์ลดทดแทนเวลาทำงานเป็นผลให้โครงการลามาร์เร่งรับได้ การดำเนินการเร่งรับโครงการที่เรียกว่า กระบวนการเร่งรับ (Crash Program) ก็จะสามารถกระทำได้ ซึ่งกระบวนการเร่งรับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพิจารณาตัดสินใจในการเสียระยะเวลาดำเนินการและต้นทุนของโครงการที่เหมาะสมสูงต่อไปในที่สุด

ปัจจุบันนี้ PERT ได้รับการยอมรับและพัฒนาอย่างกว้างขวางในการนำไปใช้เพื่อการวางแผนและควบคุมโครงการ ของโครงการเกือบทุกประเภท ทั้งนี้ไม่ว่าโครงการนั้นจะประกอบไปด้วยงานย่อย ๆ มากสักเท่าไหร่ หรืองานย่อยเหล่านี้จะสัมภาระกันในส่วนใดส่วนหนึ่ง อย่างไรก็ตาม มองจากนี้ PERT ยังไม่สามารถใช้ต้องมาไปใช้กับเรื่องราวที่เกี่ยวกับเวลาและต้นทุนงานเด่นนั้น แต่ยังสามารถนำมาใช้กับเรื่องราวอื่น ๆ ที่เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานและโครงการนั้น ๆ ได้ด้วย และเมื่อมาไปใช้เกี่ยวข้องกับข้อมูลใดก็มีนัยมีความเชิงคือแมกซ์ต์ ที่มีผลกับไปบ้าง เสียบ้าง เพื่อให้เข้าใจได้ยิ่งขึ้นว่า ได้นำ PERT ไปเกี่ยวข้องกับเรื่องราวด้วยชื่อย่างเด่น เมื่อมา PERT นี้ นำไปใช้กับโครงการที่มีข้อมูลเกี่ยวกับเวลาทำงานและต้นทุน ก็เรียกว่า PERT/Cost และถ้านำไปเกี่ยวข้องกับเวลาและก้าวไปสู่การกำหนดงานในโครงการ ก็เรียก (PERT/Frofit) เป็นต้น ซึ่งการจะเรียกชื่อคืออะไร มือ การวางแผนและควบคุมโครงการนี้ว่าอย่างไรก็ตาม ที่สุดคงมีแต่คนที่รู้ PERT เป็นเต็มที่นั่นเอง

ในระยะหลัง ๆ นี้ PERT ไม่เพียงแต่ใช้เพื่อการวางแผนและควบคุมโครงการเท่านั้น แต่ยังนำไปใช้ในการคาดการณ์ของเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้น จนเป็นเหตุให้เกิดความยากลำบากและชีวะรุนแรง นอกเหนือไปจากเครื่องคำนวณที่เรียกว่า เครื่องคอมพิวเตอร์ (computer) ได้รับการพัฒนาขึ้น PERT ที่ประกอบไปด้วยงานอย่างจำนวนมาก ๆ และสับซ้อนกัน ลักษณะการทำงานจะมีความซับซ้อนและแน่นอนมากขึ้น จนเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปในปัจจุบัน

ឧប្បជ្ជកម្ម

Ackoff, R.L., and Sasieni, M.W. Fundamentals of Operations Research.

New York : John Wiley & Sons, Inc., 1968.

Baker, B., and Eris, R.L. An Introduction to PERT/CPM. Homewood ILL :

Richard D. Irwin, 1964.

Evorts, H.F. Introduction to PERT. Boston : Allyn and Bacon, Inc.,

1964.

Eck, Roger D. Operations Research for Business. Belmont, California :

Wadsworth Publishing Company, Inc., 1976.

Hansen, B.J. Practical PERT. Washington D.C. : American Aviation

Publication, 1964.

Iannone, A. Management Program Planning and Control with PERT, MOST &

LOB. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1971.

Levin, Richard I., and Kirkpatrick, Charles A. Planning and Control

with PERT/CPM. New York : Mc Graw-Hill Book Company, 1966.

. Quantitative Approach to

Management. 4 th.ed. New York : Mc Graw-Hill Book Company, 1978.

Lockyer, K.G., An Introduction to Critical Path Analysis. New York :

Pitman Publishing Company, 1966.

Mac Crimmon, K.K., and Ryavec, C.A., "An Analytic Study of the PERT Assumptions," Operations Research. Vol. 12, No.1 (January - February, 1964).

Miller, R., Schedule, Cost and Profit Control with PERT : A Comprehensive Guide for Program Management. New York : Mc Graw-Hill Book Company, 1963.

Moder, J.J., and Phillips, C.R., Project Management with CPM and PERT. New York : Reinhold Publishing Corporation, 1964.

Richmond, Samuel B., Operations Research for Management Decisions. New York : The Ronald Press Company, 1968.

Riggs, James L., and Inoue, Michael S. Introduction to Operations Research and Management Science : A General System Approach. New York : Mc Graw-Hill Book Company, 1975.

Shaffer, L.R.; Ritter, J.B.; and Meyer, W.L. Critical Path Method. New York : Mc Graw-Hill Book Company, 1965.

Shore, Barry. Quantitative Methods for Business Decision : Text and Cases. New York : Mc Graw-Hill Book Company, 1978.

Thierauf, Robert J., and Klekamp, Robert C. Decision Making Through Operations Research. 2 nd ed. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1975.

Thompson, Gerald E. Management Science : An Introduction to Modern
Quantitative Analysis and Decision Making. New York : Mc Graw-
Hill Book Company, 1976.

แบบฝึกหัด

1. จากตารางแลตชี้มูลข้างล่างนี้ ลงแลตช์ PERT/Time และ CPM พร้อมทั้งตอบปัญหาต่อไปนี้

- 1.1) กำหนดการเริ่มงานและเสร็จงานเร็วสุด (ES , EF) และกำหนดการเริ่มงานและเสร็จงานล่าสุด (LS , LF)
- 1.2) กำหนดการเริ่มงานหนึ่งงานเร็วสุดและล่าสุด (T_E , T_L)
- 1.3) แลตช์สายงานวิกฤต (critical path) และระยะเวลาดำเนินการของโครงการ

สัญลักษณ์งาน	งานที่ต้องเสร็จก่อน	ระยะเวลาดำเนินการ ("วัน")
A	-	10
B	-	28
C	A	2
D	C	1
E	D	2
F	D	30
G	D	45
H	B,D	1
I	E,H	6
J	F	5
K	E,G,H	1
L	I,J	6
M	L	2
N	K,M	1
O	K,M	4
P	N	1
Q	N,O	1
R	P,Q	1

A	-	10
B	-	28
C	A	2
D	C	1
E	D	2
F	D	30
G	D	45
H	B,D	1
I	E,H	6
J	F	5
K	E,G,H	1
L	I,J	6
M	L	2
N	K,M	1
O	K,M	4
P	N	1
Q	N,O	1
R	P,Q	1

2. วิภาคตรารายละเอียดของขั้นตอนที่ 2 คือ PERT/Time และตอบปัญหาต่อไปนี้

- 2.1 กำหนดการเริ่มงานและเสร็จงานเร็วสุด (ES, EF) และกำหนดการเริ่มงานและเสร็จงานล่าช้าสุด (LS, LF)
- 2.2 กำหนดการเริ่มดำเนินงานเร็วสุดและล่าช้าสุด (T_E , T_L)
- 2.3 ผลิตภัณฑ์ทางงานวิศวกรรม (critical path) และระยะเวลาดำเนินการของโครงการ

(วัน)

ลำดับขั้นตอน	งานที่ต้องเสร็จก่อน	เวลาทำงาน		
		a	m	b
a	-	1	2	3
b	-	2	3	4
c	a	3	4	5
d	b	1	3	5
e	c,b	2	4	6
f	d	1	5	9
g	c,b	3	6	9
h	e	2	5	8
i	g,f	1	4	7

3. ชงແລດ PERT/Time, PERT/Cost และการແຈກແຊງກະບວນກາຮເຮັງຮັບ (Modified Crash Program) ຈາກຂໍ້ມູນຕ່ວໄປດີ

ສັນຍຸສັກຍິນ ຂອງການ	ຈານກີ່ຕ້ອງ ເສີຣີຈົກກົອນ	ເວລາກໍາກາຮ		ຕັນຖຸນກໍາກາຮ	
		ປົກຕິ (N_t)	ເຮັງຮັບ (C_t)	ປົກຕິ (N_c)	ເຮັງຮັບ (C_c)
		-	2	2	80
a	-	2	2	80	80
b	-	8	8	20	20
c	-	2	1	10	30
d	a	3	2	70	90
e	c	2	2	40	40
f	d	3	2	50	80
g	e	5	4	30	70

ໜໍາຍເຫຼືອ : ເວລາກໍາກາຮ ແມ່ວຍເປັນ "ວິນ"

ຕັນຖຸນກໍາກາຮ ແມ່ວຍເປັນ "ບາກ"

4. ผลกระทบของตัวแปรต่างๆ คือ PERT/Time, PERT/Cost และแผนการรบกวน⁴
การรีชิป (Modified Crash Program)

ลำดับของ หัวหน้างาน	(วัน)	(วัน)	(บาท)	(บาท)
	N_t	C_t	N_c	C_c
1-2	6	5	6,000	7,000
1-3	7	6	7,000	9,000
2-4	4	3	5,000	6,500
2-5	5	5	7,500	7,500
3-6	9	7	9,000	14,000
4-6	2	2	25,000	25,000
4-7	7	4	10,000	16,000
5-7	8	6	8,500	15,500
6-8	4	3	5,000	8,000
7-8	3	2	3,000	5,500

หมายเหตุ : เวลาทำงาน หน่วยเป็น "เดือน"

ตั้งทุนทำงาน หน่วยเป็น "บาท"

5. ឧបតម្យ PERT/Cost និងការផ្តល់គម្រោងក្នុងការប្រើប្រាស់វឌ្ឍន៍ (Modified Crash Program) តាមខ្លួនតែប៉ូបីជី

សំណូលសេរីយ៍ ទិន្នន័យ	ការងារដែលត្រូវ	វេលាពេលវេលា			ព័ត៌មានការងារ		
		សេចក្តីកំណើន	មធ្យុតិ	ត្រូវប្រើប្រាស់	សេចក្តីកំណើន	មធ្យុតិ	ត្រូវប្រើប្រាស់
		a	m	b	(C_t)	(N_c)	(C_c)
a	-	1	2	3	1	200	500
b	-	1	5	9	5	800	800
c	a	2	3	4	1	300	600
d	b	1	4	7	2	200	400
e	c,d	2	4	6	3	300	400
f	d	1	1	1	1	100	100

អ្នកម្រើន : វេលាពេលវេលា អង្គភាព "ច"

ព័ត៌មានពេលវេលា អង្គភាព "តាមបាត់"

6. ชีวแล็ปด้วย PERT/Cost และการแก้ไขและปรับกระบวนการเร่งรีบ (Modified Crash Program) จากข้อมูลต่อไปนี้

ลำดับของ งานหน้างาน	เวลาที่ใช้			ต้นทุนที่ใช้		
	ปกติ			เร่งรีบ		
	a	m	b	(C _t)	(N _c)	(C _c)
1-2	3	3½	4½	2¾	80	100
1-3	4	5	6	3	150	200
1-4	3½	4½	6	3½	250	325
2-5	2	2½	3½	1½	40	60
3-5	3	3½	4½	2¾	60	75
4-6	8	9	12½	8½	450	600
5-7	7½	8½	11½	6¾	350	500
3-6	6	7½	12	6	300	400
6-7	7½	9	12½	7½	350	425

หมายเหตุ : เวลาที่ใช้ หน่วยเป็น "ชั่วโมง"

ต้นทุนที่ใช้ หน่วยเป็น "บาท"

