

บทที่ 16

การบริหารโครงการด้วย PERT และ CPM

ในบทนี้ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- วัตถุประสงค์ในการบริหารโครงการด้วย PERT และ CPM
- การบริหารโครงการด้วย Gantt Chart
- ขั้นตอนของ PERT และ CPM
- การวิเคราะห์ข่ายงานแบบ PERT
- การเปรียบเทียบการเขียนข่ายงานและการวิเคราะห์ข่ายงานแบบ AOA และ AON

การบริหารโครงการด้วย PERT และ CPM

โครงการ (Project) หมายถึง กลุ่มของงานหรือกิจกรรมย่อย ๆ ที่มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด
การบริหารโครงการ ในที่นี้หมายถึง การวางแผนและการควบคุมการดำเนินงานของ
โครงการ

ในการบริหารโครงการ เดิมใช้ Gantt Chart ต่อมาได้นำ PERT และ CPM มาใช้ใน
การบริหารโครงการ

PERT ย่อมาจากคำว่า Program Evaluation and Review Technique

CPM ย่อมาจากคำว่า Critical Path Method

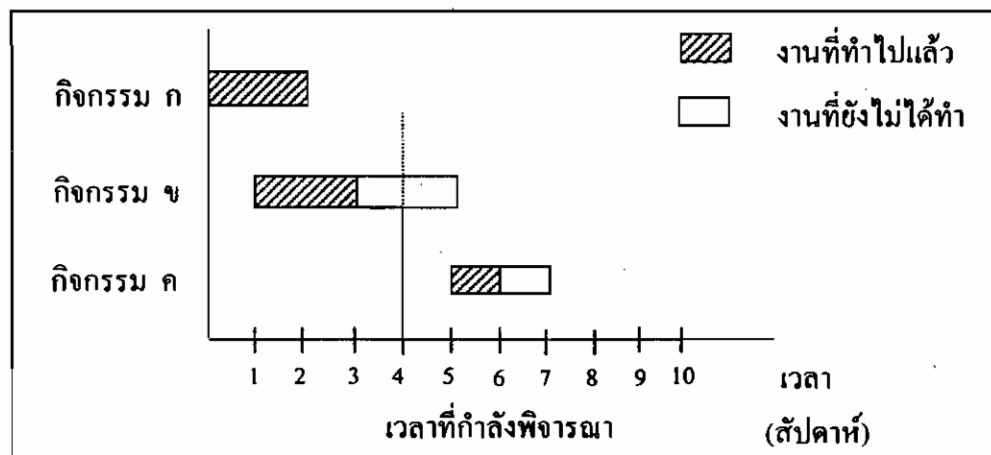
วัตถุประสงค์ในการบริหารโครงการด้วย PERT และ CPM

PERT ใช้กับโครงการใหม่ ส่วน CPM ใช้กับโครงการเก่า

ในการบริหารโครงการด้วย PERT และ CPM มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ

1. ให้โครงการเสร็จทันตามกำหนดเวลา
2. ภายใต้งบประมาณที่กำหนด

การบริหารโครงการด้วย Gantt Chart



รูป 1 แสดงแผนภูมิแกนต์ และการรายงานความก้าวหน้าของโครงการ

จาก Gantt Chart ข้างต้น พบว่า โครงการนี้ใช้เวลา 7 สัปดาห์ กิจกรรม ก. ทำได้ทันเวลา กิจกรรม ข. ทำได้ช้ากว่ากำหนด จึงต้องเร่งให้เร็วขึ้น ส่วนกิจกรรม ค. ทำได้เร็วกว่ากำหนด ดังนั้นจึงต้องชะลอให้ช้าลง

จุดอ่อนของ Gantt Chart คือ ไม่สามารถบอกได้ว่ากิจกรรมหรืองานที่ล่าช้ากว่ากำหนด นั้นจะมีผลทำให้โครงการล่าช้าไปด้วยหรือไม่

ขั้นตอนของ PERT และ CPM

ในการบริหารโครงการด้วย PERT และ CPM ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษารายละเอียดของโครงการ
2. การสร้างข่ายงาน
3. การวิเคราะห์ข่ายงาน

1. การศึกษารายละเอียดของโครงการ

มีงานหลัก ๆ ที่ต้องดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

- 1.1 กระจายกิจกรรม
- 1.2 กำหนดลำดับการทำงานของกิจกรรม
- 1.3 ประมาณเวลาดำเนินงานของกิจกรรม

PERT และ CPM ต่างกันที่ประเด็นนี้ กล่าวคือ

- CPM เวลาของกิจกรรมจะแน่นอนมีค่าเดียว
- PERT เวลาของกิจกรรมจะไม่แน่นอน แต่ละกิจกรรมจะระบุเวลา 3 อย่าง คือ
 - a คือ เวลาที่ทำกิจกรรมเสร็จเร็วที่สุด
 - b คือ เวลาที่ทำกิจกรรมเสร็จช้าที่สุด
 - m คือ เวลาที่ทำกิจกรรมเสร็จเป็นส่วนมาก

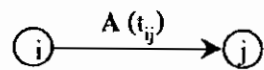
เวลาของ PERT มีสมมติฐานว่ามีการแจกแจงแบบเบต้า

2. การสร้างข่ายงาน

การสร้างข่ายงานทำได้ 2 แบบ คือ

- 2.1 กิจกรรมอยู่บนเส้นเชื่อม Activity on Arc (AOA)
- 2.2 กิจกรรมอยู่บนจุดเชื่อม Activity on Node (AON)

2.1 การสร้างข่ายงานแบบกิจกรรมอยู่บนเส้นเชื่อม (AOA)



กิจกรรมอยู่บนเส้นเชื่อม

กิจกรรมนี้คือ กิจกรรม A หรือกิจกรรม $i-j$

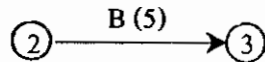
มีเวลาในการทำกิจกรรมเป็น t_{ij}

○ คือ node หรือ จุดเชื่อม

i เลขประจำ node ต้น (แรก)

j เลขประจำ node ปลายหรือหัวลูกศร (หลัง)

เช่น

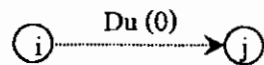


กิจกรรมนี้คือ กิจกรรม B หรือกิจกรรม 2-3

มีเวลาในการทำกิจกรรม = 5 หน่วยเวลา

มี i คือ node 2

j คือ node 3



กิจกรรมนี้คือ กิจกรรมสมมติ (Dummy Activity)

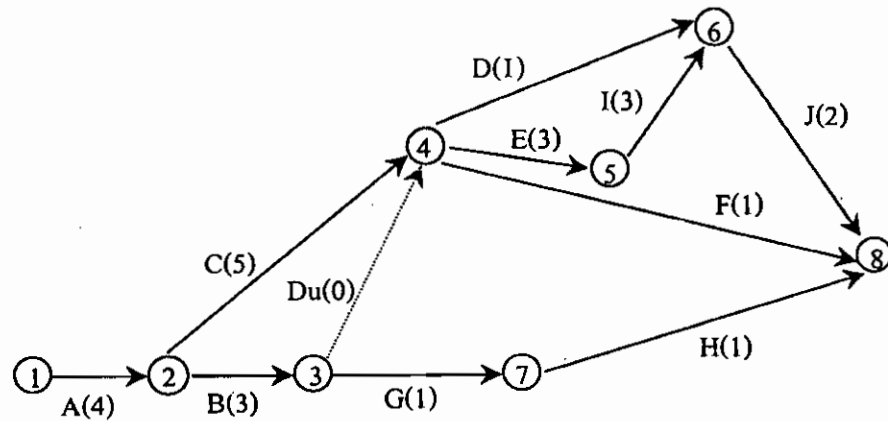
กำหนดให้มีเวลาในการทำกิจกรรมเป็น 0 หน่วยเวลา

สร้างขึ้นเพื่อช่วยในการเขียนข่ายงาน

ตัวอย่าง 1. รายละเอียดของโครงการหนึ่ง เป็นดังนี้

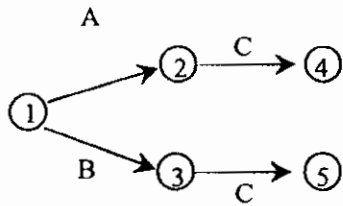
กิจกรรม	กิจกรรม ที่ต้องทำเสร็จก่อน	ระยะเวลา ในการดำเนินงาน (สัปดาห์)
A	-	4
B	A	3
C	A	5
D	C,B	1
E	C,B	3
F	C,B	1
G	B	1
H	G	1
I	E	3
J	D,I	2

จงเขียนข่ายงานของโครงการนี้
วิธีทำ



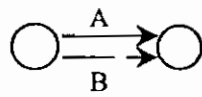
หลักการเขียนข่ายงานแบบ AOA

- จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของโครงการต้องมียังละจุด
- แต่ละกิจกรรมจะต้องมีลูกศรเพียงเส้นเดียว

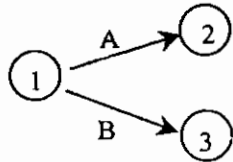


การเขียนข่ายงานในลักษณะนี้ผิดเพราะว่า
กิจกรรม C มีเส้นลูกศร 2 เส้น

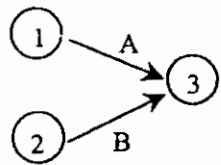
- กิจกรรม 2 กิจกรรม จะมี node ร่วมกัน ทั้ง 2 node ไม่ได้ แต่อาจมี node ร่วมกัน node เดียวกันได้



การเขียนในลักษณะนี้ผิด เพราะกิจกรรม A และ
กิจกรรม B node ร่วมกันทั้ง 2 node

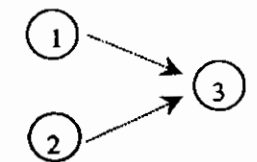
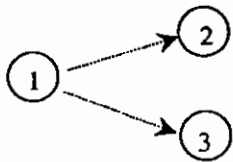
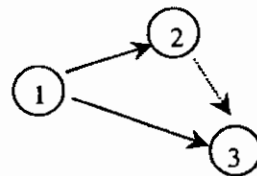
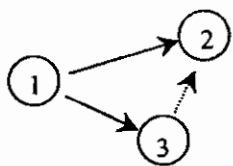


node 1 เรียกว่า node กระจาย

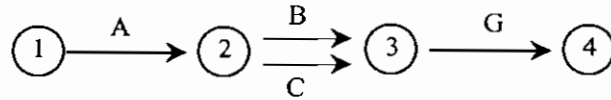


node 3 เรียกว่า node รวม

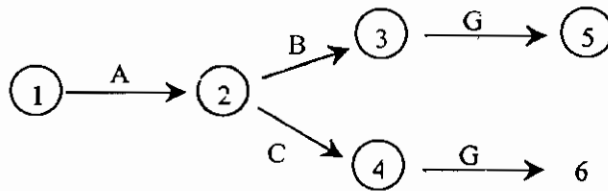
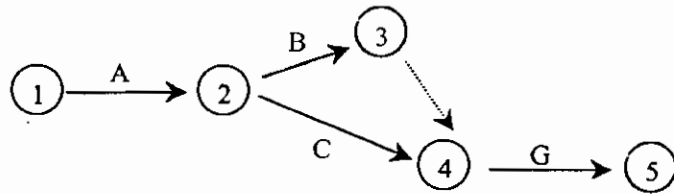
- บางครั้งอาจจะต้องใช้กิจกรรมสมมติเข้าช่วยในการเขียนข่ายงาน และต้องใช้กิจกรรมสมมติเท่าที่จำเป็นเท่านั้น การใช้กิจกรรมสมมติ อาจจะออกมาลักษณะใด ลักษณะหนึ่งดังต่อไปนี้



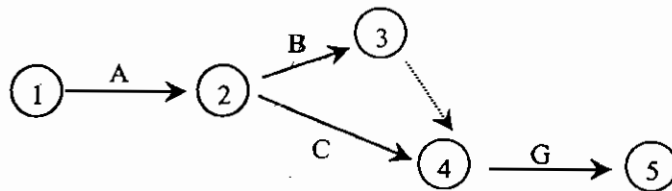
ตัวอย่างการใช้กิจกรรมสมมติ



การเขียนข่ายงานลักษณะข้างต้นไม่ถูกต้อง ดังนั้นจึงต้องใช้กิจกรรมสมมติเข้าช่วยใน การเขียนข่ายงาน เช่นเขียนได้ดังนี้



การเขียนข่ายงานลักษณะข้างต้นไม่ถูกต้อง ดังนั้นจึงต้องใช้กิจกรรมสมมติเข้าช่วยใน การเขียนข่ายงาน เช่นเขียนได้ดังนี้

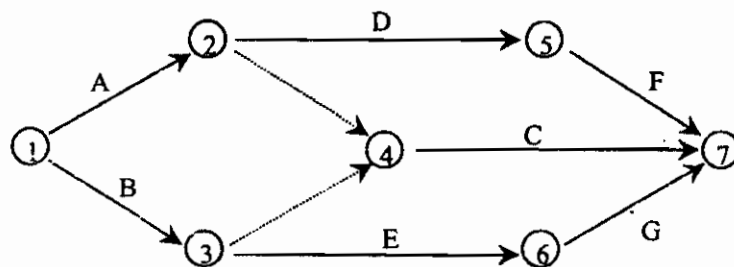


5. หัวลูกศรของกิจกรรมจะต้องเฉียงไปด้านหน้าเสมอ
6. ความยาวของเส้นลูกศรไม่เกี่ยวข้องกับระยะเวลาในการทำกิจกรรม
7. เลขประจำ node หัวลูกศรจะต้องมากกว่าเลขประจำ node แรก

ตัวอย่าง 2 จงสร้างข่ายงานของโครงการ ตามรายละเอียดต่อไปนี้

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำเสร็จก่อน
A	-
B	-
C	A,B
D	A
E	B
F	D
G	E

วิธีทำ

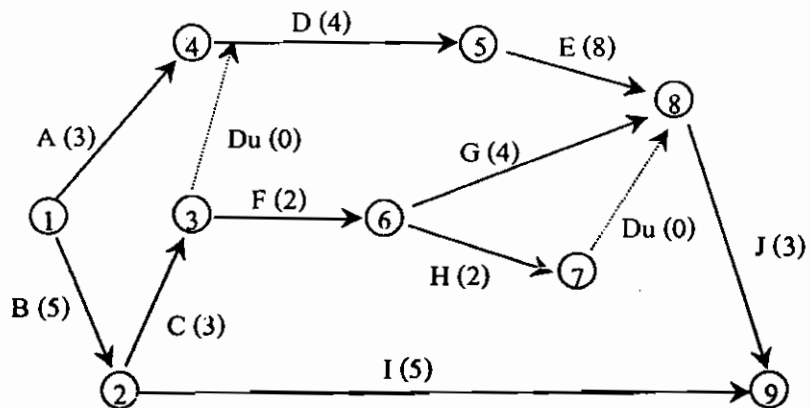


ตัวอย่าง 3 รายละเอียดของโครงการ เป็นดังนี้

กิจกรรม	เงื่อนไข	เวลาดำเนินงาน (วัน)
A	เริ่มทำได้ทันที	3
B	เริ่มทำได้ทันที	5
C	ให้ B เสร็จก่อน	3
D	ให้ A และ C เสร็จก่อน	4
E	ให้ D เสร็จก่อน	8
F	ให้ C เสร็จก่อน	2
G	ให้ F เสร็จก่อน	4
H	ให้ F เสร็จก่อน	2
I	ให้ B เสร็จก่อน	5
J	ให้ E, G, H เสร็จก่อน	3

จงสร้างข่ายงานของโครงการนี้

วิธีทำ



2.2 การสร้างข่ายงานแบบกิจกรรมอยู่บนจุดเชื่อม (AON)

Ⓐ

กิจกรรมอยู่บนจุดเชื่อม

กิจกรรมนี้คือ กิจกรรม A

Ⓐ → Ⓑ เส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดเชื่อม แสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรมหรือลำดับการทำงาน

อาจจะใช้ □ แทน ○

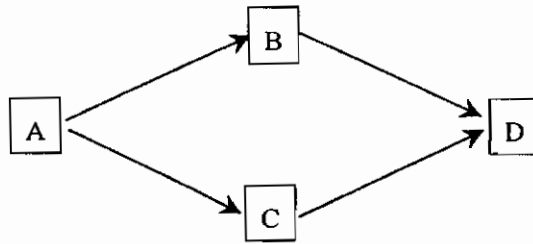
หลักการสร้างข่ายงานแบบ AON

1. จุดเริ่มต้นของโครงการจะมีจุดเดียว และอยู่ด้านซ้ายสุดของข่ายงาน

ตัวอย่าง 4 จงเขียนข่ายงานของโครงการต่อไปนี้ แบบ AON

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำเสร็จก่อน
A	-
B	A
C	A
D	B, C

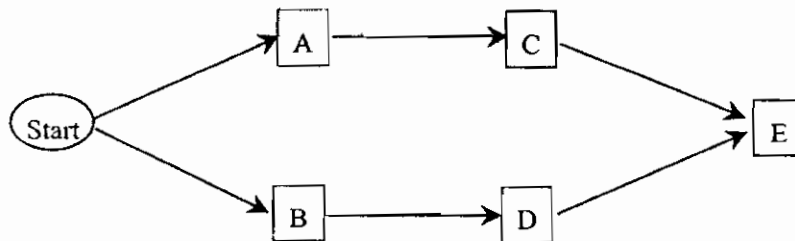
วิธีทำ



ตัวอย่าง 5 จงเขียนข่ายงานของโครงการต่อไปนี้ แบบ AON

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำเสร็จก่อน
A	-
B	-
C	A
D	B
E	C, D

วิธีทำ

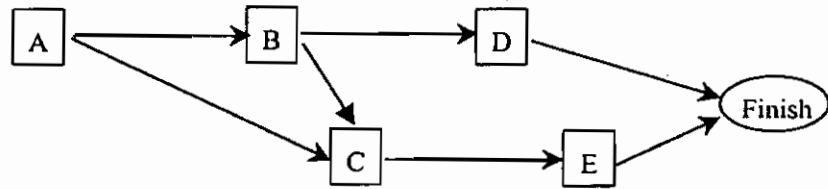


2. จุดสิ้นสุดของโครงการมีจุดเดียว และอยู่ด้านขวาสุดของข่ายงาน.

ตัวอย่าง 6 จงเขียนข่ายงานของโครงการต่อไปนี้ แบบ AON

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำเสร็จก่อน
A	-
B	A
C	A, B
D	B
E	C

วิธีทำ

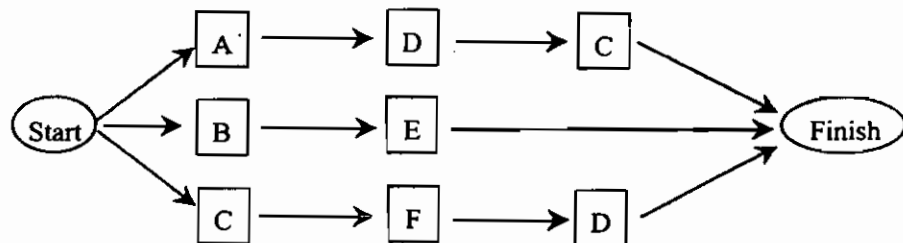


3. แต่ละกิจกรรมใช้แทนด้วยจุดเชื่อมเพียงจุดเดียวในข่ายงาน

ตัวอย่าง 7 จงเขียนข่ายงานของโครงการต่อไปนี้ แบบ AON

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำเสร็จก่อน	ระยะเวลาดำเนินงาน (วัน)
A	-	2
B	-	1
C	-	1
D	A	3
E	B	3
F	C	2
G	D	3
H	F	2

วิธีทำ

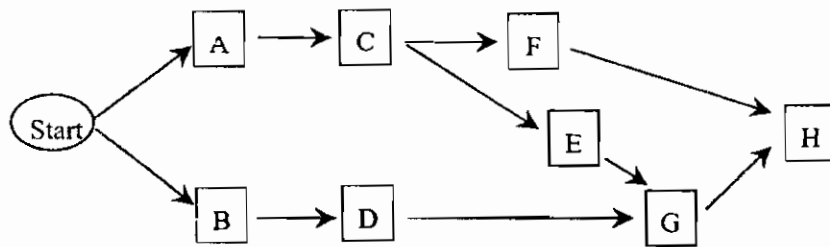


4. พยายามเขียนให้เส้นที่เชื่อมระหว่างจุดไม่ทับกัน หรือไม่คร่อมกัน

ตัวอย่าง 8 จงเขียนข่ายงานของโครงการต่อไปนี้ แบบ AON

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำเสร็จก่อน
A	-
B	-
C	A
D	B
E	C
F	C
G	D, E
H	F, G

วิธีทำ



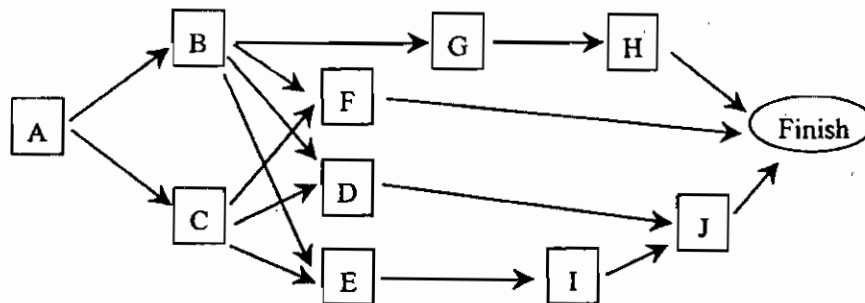
ต่อไปนี้จะแสดงตัวอย่างของการเขียนขำงานแบบ AON

ตัวอย่าง 9 รายละเอียดของโครงการหนึ่ง เป็นดังนี้ (โจทย์เดียวกับตัวอย่าง 1)

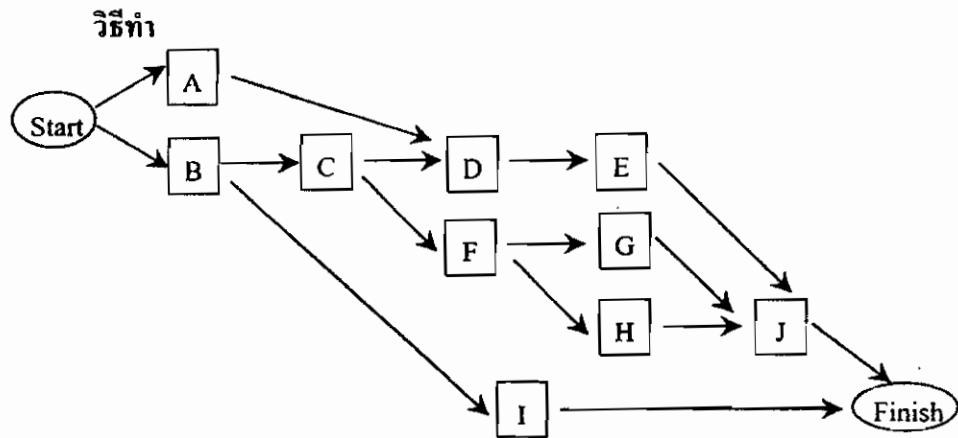
กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำเสร็จก่อน	ระยะเวลาดำเนินงาน (วัน)
A	-	4
B	A	3
C	A	5
D	C, B	1
E	C, B	3
F	C, B	1
G	B	1
H	G	1
I	E	3
J	D, I	2

จงเขียนขำงานของโครงการนี้ แบบ AON

วิธีทำ



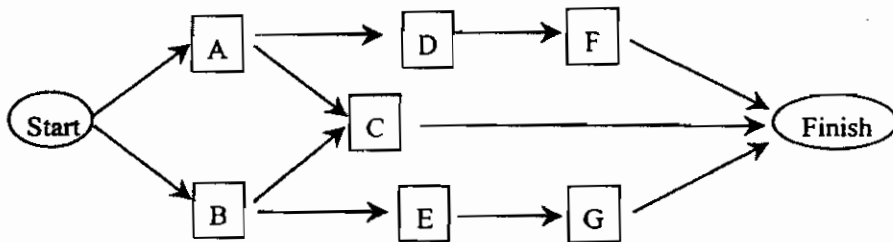
ตัวอย่าง 10 จากรายละเอียดของโครงการตามตัวอย่าง 3 จงเขียนข่ายงานของโครงการนี้แบบ AON



ตัวอย่าง 11 จากรายละเอียดของโครงการต่อไปนี้ (รายละเอียดของโครงการตามตัวอย่าง 2) จงเขียนข่ายงานของโครงการนี้ แบบ AON

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำเสร็จก่อน
A	-
B	-
C	A, B
D	A
E	B
F	D
G	E

วิธีทำ



3. การวิเคราะห์ข่ายงาน

การวิเคราะห์ข่ายงานทำได้ 2 แบบ คือ

3.1 การวิเคราะห์ข่ายงานแบบ Activity on Arc (AOA)

3.2 การวิเคราะห์ข่ายงานแบบ Activity on Node (AON)

3.1 การวิเคราะห์ข่ายงานแบบ Activity on Arc (AOA)

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข่ายงาน มีดังนี้

ES (Earliest start Time) คือ เวลาเร็วที่สุดที่จะเริ่มทำกิจกรรม

LS (Latest Start Time) คือ เวลาช้าที่สุดที่จะเริ่มทำกิจกรรม โดยไม่ทำให้
เวลาของโครงการล่าช้า

EF (Earliest Finish Time) คือ เวลาเสร็จสิ้นอย่างเร็วที่สุดในการทำกิจกรรม

LF (Latest Finish Time) คือ เวลาเสร็จสิ้นอย่างช้าที่สุดในการทำกิจกรรม
โดยไม่ทำให้เวลาของโครงการล่าช้า

TS (Total Slack) คือ ระยะเวลารวมที่กิจกรรมจะล่าช้าได้โดยไม่มีผล

หรือ TF (Total Float) กระทบต่อโครงการ นั่นคือ ไม่ทำให้เวลา
ดำเนินงานของโครงการต้องล่าช้าออกไปด้วย

FS (Free Slack) คือ ระยะเวลาที่กิจกรรมจะล่าช้าได้ โดยไม่มีผลกระทบ

หรือ FF (Free Float) ต่อกำหนดงานของกิจกรรมที่อยู่ลำดับถัดไป

t_{ij} คือ ระยะเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรม

จุดรวม คือ node ที่เป็นจุดสิ้นสุดของกิจกรรมมากกว่า 1 กิจกรรม

จุดกระจาย คือ node ที่เป็นจุดเริ่มต้นของกิจกรรมมากกว่า 1 กิจกรรม

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข่ายงาน มีดังนี้

1) หา ES ของแต่ละ node โดยการคำนวณไปข้างหน้า

$$ES_j = \text{Max} \{ES_i + t_{ij}\} \text{ โดย } ES \text{ ที่จุดเริ่มต้นโครงการเป็น } 0$$

2) หา LF ของแต่ละ node โดยการคำนวณย้อนหลัง

$$LF_i = \text{Min} \{LF_j - t_{ij}\} \text{ โดยกำหนดให้ } LF \text{ ตัวสุดท้ายเท่ากับ } ES \text{ ตัวสุดท้าย}$$

3) ระบุเวลาดำเนินงานของโครงการ

4) กำหนดกิจกรรมวิกฤต

กิจกรรมวิกฤต คือ กิจกรรมที่ล่าช้าไม่ได้ ถ้าล่าช้าแล้วจะทำให้โครงการเสร็จช้าออกไปด้วย

คุณสมบัติของกิจกรรมวิกฤต คือ $ES_i = LF_i$ และ $ES_j = LF_j$ และ $ES_j - ES_i = LF_j - LF_i = t_{ij}$

5) สร้างตารางแสดงกำหนดเวลาของโครงการ โดยแสดงค่าต่าง ๆ ดังนี้

5.1) ES ซึ่งอ่านค่าได้จากข้างงาน

5.2) LF ซึ่งอ่านค่าได้จากข้างงาน

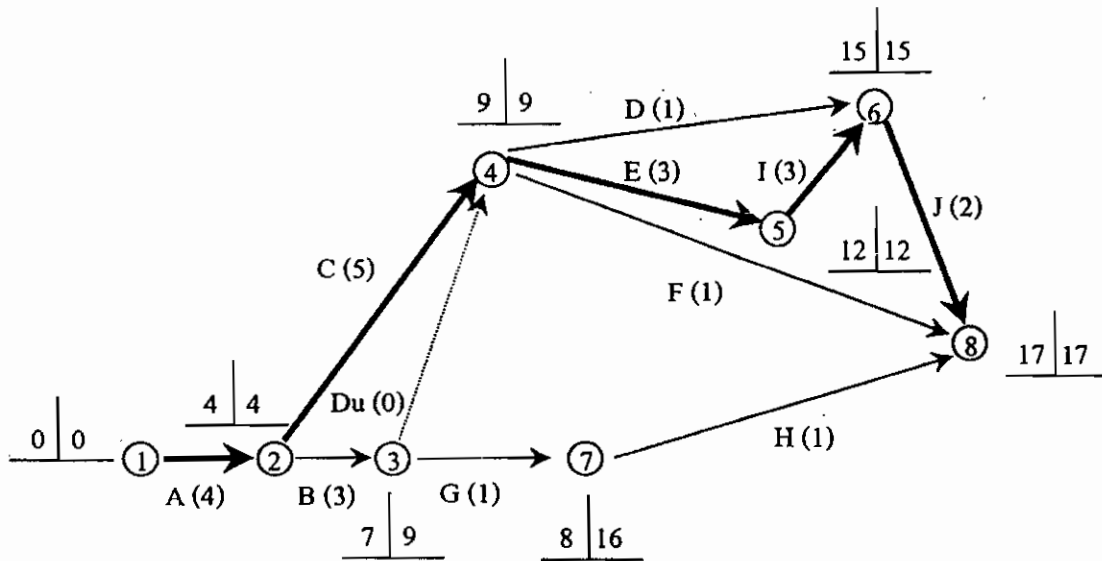
5.3) EF ซึ่ง $EF = ES + t$

5.4) LS ซึ่ง $LS = LF - t$

5.5) FS ซึ่ง $FS = ES_j - ES_i - t_{ij}$

5.6) TS = $ES_j - ES_i$ หรือ $TS = LF - ES$

จากตัวอย่าง 1 สามารถทำการวิเคราะห์ข้างงาน แบบ Activity on Arc ได้ดังนี้



โครงการนี้ใช้เวลาทั้งสิ้น 17 สัปดาห์

กิจกรรมวิกฤตได้แก่ กิจกรรม A, C, E, I, J

สายงานวิกฤต ได้แก่ 1-2-4-5-6-8

สามารถแสดงตารางแสดงกำหนดเวลาของโครงการ ได้ดังนี้

ตารางแสดงกำหนดเวลาของโครงการ

กิจกรรม	(i-j)	T	ES	LF	LS ¹	EF ²	FS ³	TS ⁴
A	(1-2)	4	0	4	0	4	0	0*
B	(2-3)	3	4	9	6	7	0	2
C	(2-4)	5	4	9	4	9	0	0*
D	(4-6)	1	9	15	14	10	5	5
E	(4-5)	3	9	12	9	12	0	0*
F	(4-8)	1	9	17	16	10	7	7
G	(3-7)	1	7	16	15	8	0	8
H	(7-8)	1	8	17	16	9	8	8
I	(5-6)	3	12	15	12	15	0	0
J	(6-8)	2	15	17	15	17	0	0

$${}^1LS = LF - t$$

$${}^2EF = ES + t$$

$${}^3FS = ES_j - ES_i - t_{ij}$$

$${}^4TS = LS - ES \text{ หรือ } TS = LF - EF$$

3.2 การวิเคราะห์ข่ายงานแบบ Activity on Node (AON)

สัญลักษณ์ที่ใช้การวิเคราะห์

ES = Earliest Start Time

LS = Latest Start Time

EF = Earliest Finish Time

LF = Latest Finish Time

TS = Total Slack

FS = Free Slack

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ มีดังนี้

1) กำหนดกำหนดเวลาอย่างรวดเร็วที่สุด โดยการคำนวณไปข้างหน้า

- ES โดยกำหนดให้ ES ของกิจกรรมเริ่มต้นเป็น 0
- EF ซึ่ง $EF = ES + T$

2) ระบุระยะเวลาดำเนินงานของโครงการ

3) กำหนดเวลาอย่างช้าที่สุด โดยการคำนวณย้อนหลัง

- LF ซึ่ง $LF =$ ระยะเวลาดำเนินงานของโครงการ
- LS ซึ่ง $LS = LF - t$

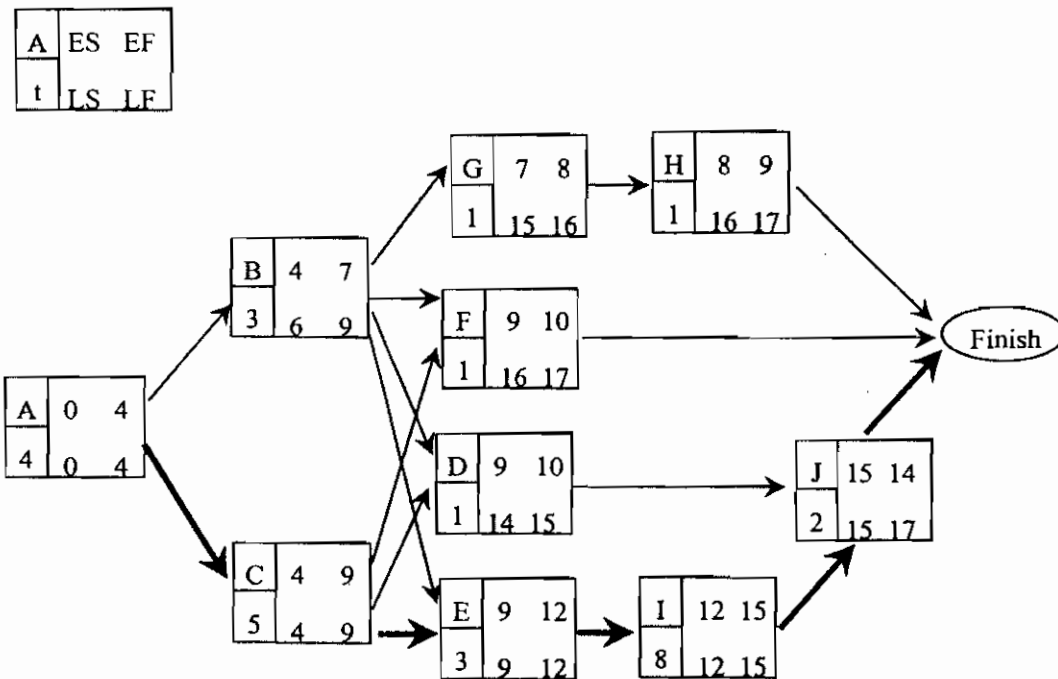
4) กำหนดกิจกรรมวิกฤต

กิจกรรมวิกฤต คือ กิจกรรมที่ช้าไม่ได้ ถ้าช้าแล้วทำให้โครงการช้าออกไปด้วย
โดยกิจกรรมวิกฤต มีคุณสมบัติ คือ $ES = LS$ หรือ $LF = EF$

5) สร้างตารางแสดงกำหนดเวลาของโครงการ โดยแสดง

- ชื่อกิจกรรม
- :
- ES
- $EF = ES + t$
- $LS = LF - t$
- LF
- $TS = LS - ES$ หรือ $= LF - EF$

จากตัวอย่าง 1 ทำการวิเคราะห์ข่ายงานแบบ Activity on Node (AON) ได้ดังนี้



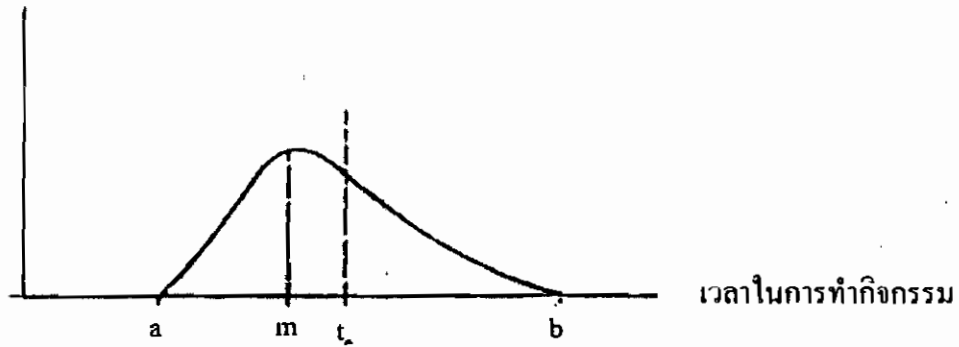
ระยะเวลาดำเนินงานของโครงการคือ 17 สัปดาห์
 กิจกรรมวิกฤต ได้แก่ A, C, E, I, J
 สามารถแสดงตารางกำหนดเวลาของโครงการ ได้ดังนี้
 ตารางแสดงกำหนดเวลาของโครงการ

กิจกรรม	t	ES	EF	LS	LF	TS
A	4	0	4	0	4	0
B	3	4	7	6	9	2
C	5	4	9	4	9	0
D	1	9	10	14	15	5
E	3	9	12	9	12	0
F	1	9	10	16	1	7
G	1	7	8	15	16	8
H	1	8	9	16	17	8
I	3	12	15	12	15	0
J	2	15	17	15	17	0

การวิเคราะห์ข่ายงานแบบ PERT

PERT และ CPM มีข้อแตกต่างคือ เวลาในการทำกิจกรรมของ PERT จะมีค่า 3 ค่า แต่เวลาในการทำกิจกรรมของ CPM จะมีเพียงค่าเดียว หรือนั่นก็คือ PERT จะใช้สำหรับโครงการใหม่ ส่วน CPM จะใช้สำหรับโครงการเก่า เนื่องจาก เวลาในการทำกิจกรรมของ PERT มี 3 ค่า ดังนั้น เราจะต้องหาค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ค่า นั้น โดยมีสมมติฐานว่า การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาในการทำกิจกรรม แต่ละกิจกรรมมีการแจกแจงแบบเบต้า ซึ่งลักษณะของการแจกแจงแบบเบต้า เป็นดังรูปต่อไปนี้

ค่าความน่าจะเป็น



ดังนั้น สูตรในการหาเวลาเฉลี่ยในการทำกิจกรรม (Expected Time = t_e) เป็นดังนี้

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

- โดย a = จำนวนเวลาที่ทำการกิจกรรมเสร็จได้เร็วที่สุด
b = จำนวนเวลาที่ทำการกิจกรรมเสร็จได้ช้าที่สุด
m = จำนวนเวลาที่ทำการกิจกรรมเสร็จได้เป็นส่วนมาก

นอกจากนั้น จะต้องคำนวณหาค่าความแปรปรวนของเวลาในการทำกิจกรรมด้วย ซึ่งมีสูตร ดังนี้

$$\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6} \right)^2$$

เมื่อหาเวลาแล้วเสร็จโดยเฉลี่ยของโครงการได้แล้ว จะต้องหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาแล้วเสร็จของโครงการ โดยเวลาแล้วเสร็จของโครงการ มีสมมติฐานว่า มีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติ ดังนั้น ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเวลาแล้วเสร็จของโครงการ มีสูตรดังนี้

$$\sigma \text{ ของโครงการ} = \sqrt{\text{ผลรวมค่าความแปรปรวนของเวลาของกิจกรรมวิกฤต}}$$

ตัวอย่าง 12 รายละเอียดของโครงการผลิตหนึ่ง เป็นดังนี้

กิจกรรม	กิจกรรม ที่ต้องทำก่อน	เวลาดำเนินงาน (สัปดาห์)		
		a	m	b
A	-	1	2	3
B	A	2	4	6
C	A	1	2	3
D	B,C	1	2	3
E	C	1	2	3
F	D,E	1	2	9

จงวิเคราะห์โครงการนี้ ทั้งในกรณีเขียนข่ายงานแบบ AOA และ AON

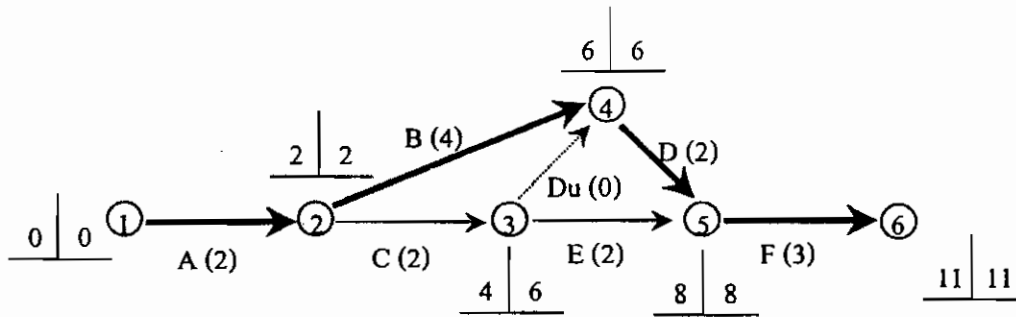
วิธีทำ

ก่อนอื่นต้องคำนวณหาเวลาเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของเวลาในการทำ

กิจกรรม เสียก่อน ซึ่งแสดงการคำนวณได้ดังนี้

กิจกรรม	$t_c = \frac{a + 4m + b}{6}$	$\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2$
A	$t_c = \frac{(1) + (4)(2) + 6}{6} = 2$	$\sigma^2 = \left(\frac{3-1}{6}\right)^2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{9}$
B	$t_c = \frac{(2) + (4)(2) + 6}{6} = 4$	$\sigma^2 = \left(\frac{6-2}{6}\right)^2 = \left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{4}{9}$
C	$t_c = \frac{(1) + (4)(2) + 3}{6} = 2$	$\sigma^2 = \left(\frac{3-1}{6}\right)^2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{9}$
D	$t_c = \frac{(1) + (4)(2) + 3}{6} = 2$	$\sigma^2 = \left(\frac{3-1}{6}\right)^2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{9}$
E	$t_c = \frac{(1) + (4)(2) + 3}{6} = 2$	$\sigma^2 = \left(\frac{3-1}{6}\right)^2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{9}$
F	$t_c = \frac{(1) + (4)(2) + 9}{6} = 3$	$\sigma^2 = \left(\frac{9-1}{6}\right)^2 = \left(\frac{4}{3}\right)^2 = \frac{16}{9}$

เขียนและวิเคราะห์ข่ายงานแบบ AOA ได้ดังนี้



ระยะเวลาดำเนินงานโดยเฉลี่ยของโครงการ คือ 11 สัปดาห์

กิจกรรมวิกฤต ได้แก่ กิจกรรม A, B, D, F

สายงานวิกฤต คือ 1-2-4-5-6

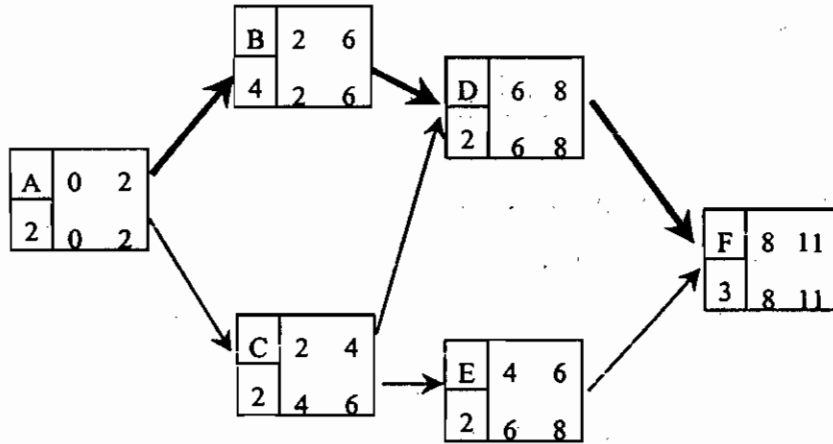
สามารถแสดงตารางแสดงกำหนดเวลาของโครงการ ได้ดังนี้

ตารางแสดงกำหนดเวลาของโครงการ

กิจกรรม	(i-j)	t_c	σ^2	ES	LF	LS	EF	FS	TS
A	(1-2)	2	1/9	0	2	0	2	0	0*
B	(2-4)	4	4/9	6	2	6	0	0	0*
C	(2-3)	2	1/9	2	6	4	4	0	2
D	(4-5)	2	1/9	6	8	6	6	0	0*
E	(3-5)	2	1/9	4	8	6	6	2	2
F	(5-6)	3	16/9	8	11	8	11	0	0*

เขียนและวิเคราะห์ข่ายงานแบบ AON ได้ดังนี้

A	ES	EF
t_e	LS	LF



ระยะเวลาดำเนินงานโดยเฉลี่ยของโครงการคือ 11 สัปดาห์

กิจกรรมวิกฤต ได้แก่ A, B, D, F

สายงานวิกฤต ได้แก่ A-B-D-F

ต่อมาแสดงตารางกำหนดเวลาของโครงการ ได้ดังนี้

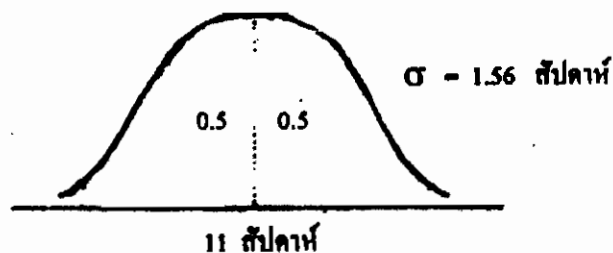
ตารางแสดงตารางกำหนดเวลาของโครงการ

กิจกรรม	t_e	σ^2	ES	EF	LS	LF	TS
A	2	1/9	0	2	0	2	0
B	4	4/9	2	6	2	6	0
C	2	1/9	2	4	4	6	2
D	2	1/9	6	8	6	8	0
E	2	1/9	4	6	6	8	2
F	3	16/9	8	11	8	11	0

เมื่อได้ทำการสร้างตารางแสดงกำหนดเวลาของโครงการเสร็จแล้ว ต่อมาไม่ว่าจะเป็นกรณี AOA หรือ AON เราต้องทำการคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาในการดำเนินงานของโครงการ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \sigma \text{ ของโครงการ} &= \sqrt{\text{ผลรวมค่าความแปรปรวนของกิจกรรมวิกฤต}} \\
 &= \sqrt{1/9 + 4/9 + 1/9 + 16/9} \\
 &= \sqrt{22/9} \\
 &= \sqrt{2.444} \\
 &= 1.56 \text{ สัปดาห์}
 \end{aligned}$$

หลังจากที่เราทราบระยะเวลาโดยเฉลี่ยในการดำเนินงานของโครงการและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาในการดำเนินงานของโครงการแล้ว ซึ่งเรามีสมมติฐานของระยะเวลาแล้วเสร็จในการดำเนินงานของโครงการว่ามีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้นเราจึงสามารถสรุปได้ดังรูปต่อไปนี้



จากรูปข้างต้น หมายความว่า โอกาสที่โครงการจะแล้วเสร็จภายใน 11 สัปดาห์ เป็น 0.50 และโอกาสที่โครงการจะเสร็จหลังหรือนานกว่า 11 สัปดาห์ เป็น 0.50 เช่นเดียวกัน

ต่อมาถ้าต้องการทราบว่า โอกาสที่จะโครงการจะแล้วเสร็จภายใน 15 สัปดาห์ มีกี่เปอร์เซ็นต์เราสามารถทำได้ดังนี้ เราจะต้องเปลี่ยนเวลา 15 สัปดาห์ เป็นค่า Z เพื่อที่จะเปลี่ยนการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติ เป็นแบบปกติมาตรฐานซึ่งเมื่อได้ค่า Z แล้ว เราจะใช้ตารางสถิติเพื่อช่วยในการหา ความน่าจะเป็นซึ่งสูตรในการคำนวณหาค่า Z เป็นดังนี้

$$Z = \frac{ST - ET}{\sigma \text{ ของเวลาในการดำเนินงานของโครงการ}}$$

โดย ST = เวลาที่กำหนดของโครงการ

ET = เวลาคาดหวังของโครงการหรือระยะเวลาดำเนินงานโดยเฉลี่ยของโครงการ

$$\begin{aligned} Z &= \frac{15 - 11}{1.56} \\ &= 2.56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{โอกาสที่โครงการจะแล้วเสร็จภายใน 15 สัปดาห์} &= 0.5 + 0.4948 \\ &= 0.9948 \\ &\text{หรือ} = 99.48\% \end{aligned}$$

ถ้าต้องการทราบว่า โอกาสที่โครงการจะแล้วเสร็จภายใน 10 สัปดาห์ เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ เราสามารถหาคำตอบได้ ดังนี้

$$Z = \frac{ST - ET}{\sigma \text{ ของเวลาในการดำเนินงานของโครงการ}}$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{10 - 11}{1.56} \\ &= -0.6410 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{โอกาสที่โครงการจะแล้วเสร็จภายใน 10 สัปดาห์ เป็น 26.11\% (0.5 - 0.2389)}$$

การเปรียบเทียบการเขียนข่างานและการวิเคราะห์ข่างานระหว่างแบบ AOA และ AON

แบบ AOA

ข้อดี

- 1) การเขียนข่างานสามารถเขียนไม่ให้เส้นลูกศรซ้อนกันได้
- 2) สามารถคำนวณหาค่า FS ได้

ข้อเสีย

- 1) อาจจะต้องใช้กิจกรรมสมมติเข้าช่วยในการเขียนข่าวงาน
- 2) การแปลความหมายในการวิเคราะห์จะยุ่งยาก

แบบ AON

ข้อดี

- 1) ไม่จำเป็นต้องใช้กิจกรรมสมมติในการเขียนข่าวงาน
- 2) การแปลความหมายในการวิเคราะห์ไม่ยุ่งยาก

ข้อเสีย

- 1) ในการเขียนข่าวงาน เส้นลูกศรอาจจะซ้อนกัน หรือคร่อมกัน ทำให้มองดูยุ่งยาก
- 2) ไม่สามารถคำนวณหาค่า FS ได้