บทที่ 11
การบริหารโครงการด้วย PERT และ CPM

ในบทนี้ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- การบริหารโครงการ
- การบริหารโครงการด้วยแผนภูมิแกนต์
- การบริหารโครงการด้วย PERT/CPM
- ขั้นตอนของ PERT/CPM
- การคำนวณข่ายงานแบบ PERT
- การเร่งโครงการ
- PERT/COST
- แบบฝึกหัด

การบริหารโครงการด้วย PERT และ CPM

ในการบริหารงานผลิตสินค้าหรือบริการ จะพบว่ามีโครงการดำเนินงานหลายอย่างที่จะต้องทำ เช่น การวิจัยผลิตภัณฑ์ใหม่ การขยายตลาด การก่อสร้างโรงงานและติดตั้งเครื่องจักร เป็นต้น โครงการเหล่านี้อาจจะมีความสลับซับซ้อนซึ่งต้องใช้ทรัพยากรจำนวนมาก ฉะนั้นเพื่อให้บรรลุถึงจุดประสงค์ที่ตั้งไว้อย่างดีที่สุดจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวางแผนอย่างดีพร้อมทั้งการควบคุม หรือนั่นคือต้องมีการบริหารโครงการเพื่อให้งานดำเนินไปตามแผนที่กำหนด

การบริหารโครงการ

โครงการ (project) มีลักษณะแตกต่างจากงานประจำในแง่ของเวลาและการดำเนินการ โครงการจะต้องมีเวลาหรือจุดเริ่มต้นและสิ้นสุด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งโครงการ คืองานที่มีเวลาแล้วเสร็จ แตกต่างจากงานประจำซึ่งไม่มีเวลาสิ้นสุดของการทำงาน

ในแต่ละโครงการจะประกอบด้วยกิจกรรมหรืองานหลายชนิด กิจกรรมหรืองานเหล่านี้หลายอย่างอาจจะดำเนินไปได้พร้อมๆ กัน เช่น ในระหว่างสร้างโรงงานเราอาจจะดำเนินการสั่งซื้อเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ แต่งานบางอย่างจะเริ่มได้ก็ต่อเมื่องานบางชนิดได้เสร็จสิ้นแล้ว เช่น การติดตั้งเครื่องจักรต้องรอให้สร้างโรงงานเสร็จเรียบร้อยก่อน

การวางแผนโครงการมีขั้นตอนเช่นเดียวกับการวางแผนงานอื่นๆ กล่าวคือเริ่มจากการกำหนดเป้าหมายของโครงการ ซึ่งประกอบด้วยทรัพยากรที่ต้องการ เวลาแล้วเสร็จของโครงการและผลลัพธ์ที่จะได้ การกำหนดและมอบหมายงานให้แก่ผู้มีส่วนร่วมในโครงการ การประมาณการเวลาที่ต้องใช้และทรัพยากรที่ต้องการในการทำกิจกรรมต่างๆ ในโครงการ โดยอาศัย**วิธีการพยากรณ์** การวางแผนการใช้เงินตลอดจนการควบคุม**งบประมาณ**ให้อยู่ภายในปริมาณที่กำหนด และประการสุดท้ายผู้บริหารโครงการจะต้องกำหนดนโยบายเพื่อการทำกิจกรรมว่า กิจกรรมจะมีผลกระทบต่อการดำเนินโครงการมากที่สุดในแง่ของเวลาแล้วเสร็จของโครงการ และในกรณีที่ต้องเร่งโครงการให้เสร็จเร็วขึ้นกว่าที่วางแผนไว้ ผู้บริหารโครงการจะต้องกำหนดว่า ควรจะใช้ทรัพยากรในกิจกรรมใดเพื่อเร่งรัดให้โครงการเสร็จเร็วขึ้นได้ตามที่ต้องการ นอกจากนี้ผู้

บริหารโครงการยังจะต้องกำหนดลำดับการทำงานก่อนหลังของกิจกรรมต่างๆ ในโครงการว่าจะต้องทำกิจกรรมใดก่อนหลังกันอย่างไร

ในด้านของการควบคุมและติดตามผลของโครงการ ผู้บริหารโครงการจะต้องติดตามผลของโครงการโดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการดำเนินงานกับสิ่งที่ได้วางแผนไว้ สิ่งที่จำเป็นจะต้องควบคุมและติดตามผลคือ ค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรม ระยะเวลาของการทำกิจกรรม และผลงานที่ได้ การควบคุมโครงการจำเป็นต้องอาศัยการวางแผนอย่างละเอียดและถูกต้อง การกำหนดมาตรฐานเพื่อใช้ในการควบคุมอย่างรัดกุม และการมีข้อมูลและสารสนเทศอย่างเพียงพอ

กล่าวโดยสรุปสำหรับผู้บริหารโครงการ สิ่งซึ่งจำเป็นจะต้องรู้เพื่อการวางแผนและควบคุมโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ

1. ในโครงการมีกิจกรรมหรืองานย่อยอะไรบ้างที่จะต้องทำ แต่ละกิจกรรมมีความสัมพันธ์กันอย่างไร กิจกรรมใดต้องทำก่อน กิจกรรมใดต้องทำหลังจากกิจกรรมใด และเวลาที่ต้องใช้ในการทำแต่ละกิจกรรมเป็นเท่าใด

2. โครงการที่จะทำมีเวลาแล้วเสร็จเป็นเท่าใด

3. ในบรรดากิจกรรมต่าง ๆ มีกิจกรรมใดบ้างที่ถือว่าเป็นกิจกรรมวิกฤต (critical activity) ซึ่งหมายถึงกิจกรรมที่เมื่อเกิดล่าช้าไปกว่าที่กำหนด จะมีผลกระทบต่อเวลาแล้วเสร็จทั้งหมดของโครงการ

4. ในบรรดากิจกรรมต่างๆ มีกิจกรรมใดบ้างที่เมื่อเกิดการล่าช้า จะไม่มีผลกระทบต่อเวลาแล้วเสร็จของโครงการ และกิจกรรมเหล่านี้อาจล่าช้าได้นานมากที่สุดเท่าใด จึงจะไม่มีผลต่อเวลาแล้วเสร็จของโครงการ

5. ในกรณีที่ต้องการเร่งให้โครงการเสร็จเร็วขึ้นกว่าที่กำหนด จะต้องทำการเร่งรัดกิจกรรมใดบ้าง และจะทำอย่างไรจึงทำให้ต้นทุนการเร่งรัดกิจกรรมถูกที่สุด

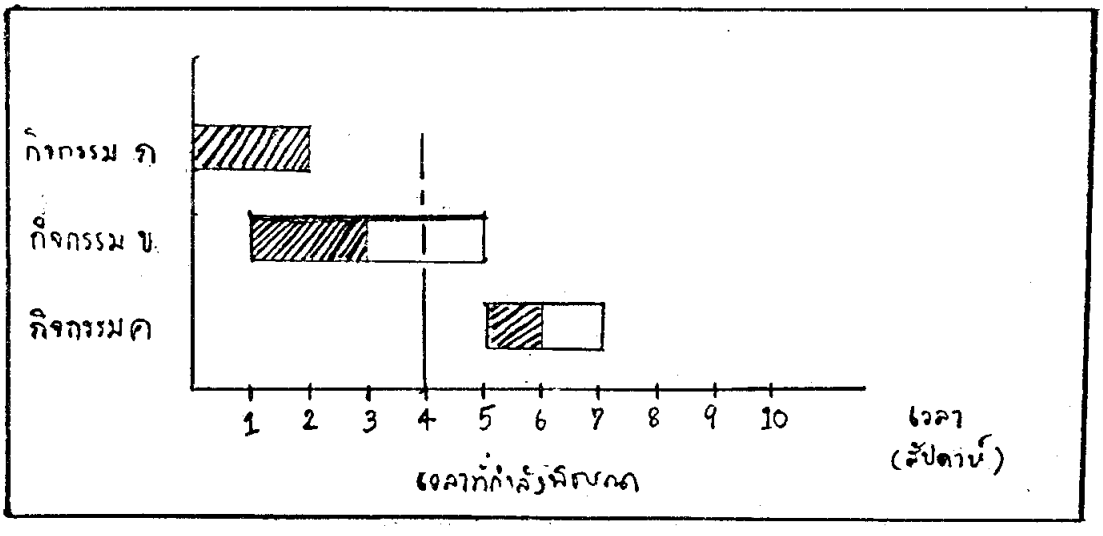
เทคนิคที่นำมาใช้ช่วยในการบริหารโครงการมีหลายเทคนิค เทคนิคที่พัฒนาในระยะแรกเริ่มคือ แผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) ต่อมาได้มีการพัฒนา Critical Path Method (CPM) และ Program Evaluation and Review Technique (PERT) ซึ่งเป็นเทคนิคที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมาจนปัจจุบัน

ก่อนที่จะอธิบายเทคนิค PERT และ CPM จะอธิบายแผนภูมิแกนต์ให้เข้าใจก่อน

การบริหารโครงการด้วยแผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart)

แผนภูมิแกนต์หรือที่เรียกว่า Gantt Chart อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Bar Chart เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นโดย Henry L. Gantt ในปี พ.ศ. 2460 แผนภูมิแกนต์นำมาใช้ในการบริหารการผลิตได้ใน 2 กรณี คือ การจัดลำดับการผลิต และการบริหารโครงการ การนำแผนภูมิแกนต์ไปใช้ในการจัดลำดับการผลิตจะกล่าวถึงในบทที่เกี่ยวข้อง สำหรับการนำแผนภูมิแกนต์มาใช้ในการบริหารโครงการจะกล่าวถึงในที่นี้

แผนภูมิแกนต์เป็นเทคนิคที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมและเวลาในการทำงาน เป็นวิธีที่ง่าย และสามารถแสดงให้เห็นภาพอย่างชัดเจนด้วยการเขียนกราฟโดยให้แกนตั้งแสดงถึงกิจกรรม ส่วนแกนนอนแสดงถึงเวลาที่ใช้และระยะเวลาการทำงานของแต่ละกิจกรรมแสดงโดยกราฟแท่งด้วยความยาวที่สอดคล้องกับระยะเวลาการทำงานของกิจกรรมนั้นๆ ซึ่งกราฟแท่งนี้จะบอกให้ทราบถึงเวลาเริ่มต้นในการทำงานและเวลาที่แล้วเสร็จของแต่ละกิจกรรม กิจกรรมใดที่ทำเสร็จแล้วหรือทำไปบางส่วนสามารถแสดงได้โดยการแลเงากราฟแท่งของกิจกรรมนั้นๆ จะทำให้ผู้บริหารโครงการทราบว่ากิจกรามใดที่ทำได้เสร็จตามกำหนดและกิจกรรมใดที่ล่าช้า แผนภูมิแกนต์จึงเป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้บริหารโครงการสามารถติดตามความก้าวหน้าของโครงการได้ดังแผนภูมิแกนต์ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงแผนภูมิแกนต์ และการรายงานความก้าวหน้าของโครงการ

ตามแผนภูมิแกนต์จะเห็นว่ากิจกรรม ก เริ่มกระทำที่จุดเริ่มต้นของโครงการ และสิ้นสุดที่ปลายสัปดาห์ที่ 2 หรือต้นสัปดาห์ที่ 3 ดังนั้นใช้เวลาทำกิจกรรม ก. ทั้งสิ้น 2 สัปดาห์ การแรเงากิจกรรม ก ทั้งหมดแสดงว่ากิจกรรม ก ได้ทำเสร็จตามแผนที่วางไว้ กิจกรรม ข เริ่มต้นที่ปลายสัปดาห์ที่ 1 หรือต้นสัปดาห์ที่ 2 และสิ้นสุด ณ ปลายสัปดาห์ที่ 5 หรือต้นสัปดาห์ที่ 6 ใช้เวลาทั้งหมด 4 สัปดาห์ ณ จุดที่กำลังพิจารณา คือ ปลายสัปดาห์ที่ 4 หรือต้นสัปดาห์ที่ 5 กิจกรรม ข ยังไม่เสร็จตามแผนที่วางไว้ ล่าช้าไปหนึ่งสัปดาห์ จะเห็นว่าเส้นแสเงายังอยู่ด้านซ้ายของเส้นเวลาที่กำลังพิจารณาอยู่ ส่วนกิจกรรม ก เริ่มต้นที่ปลายสัปดาห์ที่ 5 หรือต้นสัปดาห์ที่ 6 และสิ้นสุดที่ปลายสัปดาห์ที่ 7 หรือต้นสัปดาห์ที่ 8 ใช้เวลา 2 สัปดาห์ กิจกรรม ก สามารถทำได้เร็วกว่าที่แผนกำหนดไว้จะเห็นว่าเส้นแสเงาอยู่ด้านขวามือของเส้นเวลาที่กำลังพิจารณาอยู่

ดังนั้นในการตรวจสอบความก้าวหน้าของงานจะพบว่า ถ้าผลงานที่ทำได้จริงล่าช้ากว่าแผนที่วางไว้ เส้นแรเงาผลงานจะอยู่ด้านซ้ายของเส้นเวลาที่กำลังพิจารณา แต่ถ้าผลงานที่ทำได้จริงก้าวหน้ากว่าแผนที่วางไว้ เส้นแรเงาผลงานจะอยู่ด้านขวาของเส้นเวลาที่กำลังพิจารณา

อย่างไรก็ตามแผนภูมิแกนต์ ยังมีข้อบกพร่องที่ไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างชัดเจน ดังนั้นจึงไม่สามารถบอกได้ว่ากิจกรรมหรืองานที่ล่าช้ากว่ากำหนดนั้นจะมีผลทำให้โครงการนี้ล่าช้าไปด้วยหรือไม่ นอกจากนั้น ยังไม่สามารถแยกได้ว่างานใดเป็นงานที่สำคัญที่ควรควบคุมดูแลเป็นพิเศษด้วย

จุดอ่อนของแผนภูมิแกนต์เหล่านี้ทำให้การนำไปใช้ในการบริหารโครงการไม่ให้ประโยชน์อย่างเต็มที่ ดังนั้นโครงการใหญ่ๆ หรือโครงการที่ใช้เงินทุนสูง หรือต้องการความแน่นอนในเรื่องของการกำหนดงานและการควบคุมจึงมักนิยมนำเทคนิค PERT/CPM เข้ามาช่วยในการบริหารโครงการ แม้ว่าจะมีความยุ่งยากในการรวบรวมข้อมูล การคำนวณ และเสียค่าใช้จ่ายในการจัดทำสูงกว่าแผนภูมิแกนต์ก็ตาม แต่ประโยชน์ที่ได้รับนั้นนับว่าคุ้มค่ากับเวลาและค่าใช้จ่ายที่เสียไป

การบริหารโครงการด้วย PERT/CPM (เกศินี วิฑูรชาติ, 2538 : 350-352)

PERT และ CPM เป็นเทคนิคที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ ของโครงการในลักษณะของข่ายงาน (Network) สามารถนำมาใช้ช่วยในการตัดสินใจ และเป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์และบริหารโครงการที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน โครงการที่ควรจะเอาเทคนิคเหล่านี้มาวิเคราะห์ควรจะเป็นโครงการที่ประกอบด้วยกิจกรรมอิสระหลายอย่าง ซึ่งจะต้องดำเนินให้สำเร็จทุกกิจกรรมโดยที่แต่ละกิจกรรมมีความผูกพันกัน มีลำดับขั้นตอนของงาน ความล่าช้าของกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งจะมีผลกระทบต่อความสำเร็จของโครงการ ด้วยเหตุนี้การวางแผนและควบคุมโครงการจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและมีความสำคัญต่อการปฏิบัติงานตามโครงการ

PERT ย่อมาจาก Program Evaluation and Review Technique เป็นเทคนิคที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์วางแผน ประสานงานและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการ เป็นวิธีที่ได้พัฒนาขึ้น โดยคณะกรรมการโครงการพิเศษของกองทัพเรือสหรัฐอเมริการ่วมกับบริษัท BOOZ-ALLEN AND HAMILTON เมื่อปี พ.ศ. 2501 เทคนิคนี้ถูกนำมาใช้ในการวางแผนและควบคุมโครงการผลิตขีปนาวุธของสหรัฐฯ ชื่อว่า โครงการ Navy's Polaris Missile ผลจากการนำเอาเทคนิคนี้มาใช้ สามารถประหยัดเวลาในการทำงานให้สำเร็จตามโครงการได้ถึง 2 ปี ทำให้สามารถประหยัดเงินงบประมาณได้เป็นจำนวนมาก เทคนิคนี้จึงได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในเวลาต่อมา และยังเป็นเครื่องมือทางการบริหารที่สำคัญอีกด้วย

CPM ย่อมาจาก Critical Path Method เป็นวิธีที่พัฒนาขึ้นโดย J. E. Kelly ของบริษัท Remington Rand และ M. R. Walker ของบริษัท Du Pont เมื่อปี พ.ศ. 2500 โดยบุคคลทั้งสองได้ร่วมกันพัฒนาเทคนิคนี้ เพื่อนำไปใช้ช่วยในการวางแผนและควบคุมโครงการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลของโรงงาน ผลิตภัณฑ์เคมีของบริษัทดูปองค์ซึ่งช่วยให้บริษัทสามารถลดต้นทุนไปได้เป็นจำนวนหนึ่งล้านเหรียญสหรัฐฯ

PERT และ CPM เป็นเทคนิคที่เกิดขึ้นเกือบพร้อมๆ กัน มีเทคนิคและวิธีการที่คำนวณที่เหมือนกัน เป็นเทคนิคที่นำไปใช้ในการวางแผนและควบคุมโครงการ เป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้บริหารต้องกำหนดเวลา ต้นทุนและทรัพยากรที่จะนำมาใช้ในการทำงาน มีการทำงานที่เป็นระบบ มีการประสานงานระหว่างฝ่ายต่างๆ PERT เหมาะสำหรับนำมาใช้ในการวิเคราะห์โครงการใหม่ โครงการที่ไม่เคยทำมาก่อน เช่น โครงการวิจัยและพัฒนาสิ่งใหม่ๆ ด้วยเหตุนี้

โครงการประเภทนี้จึงมักจะไม่มีข้อมูลในอดีตเพื่อนำมาใช้ในการพยากรณ์ด้านเวลาได้ มักจะพยากรณ์เวลาโดยอาศัยข้อมูลใหม่ หรือการประมาณการของผู้บริหารเอง จึงต้องกำหนดเวลาโดยใช้ความน่าจะเป็นของเวลาต่างๆ ส่วน CPM มักจะนำไปใช้โครงการที่เคยเกิดขึ้น จึงมีข้อมูลในอดีตทั้งทางด้านเวลาและต้นทุน เวลาที่ใช้ในการทำงานตามโครงการจึงค่อนข้างแน่นอน วิธี CPM เน้นในเรื่องของต้นทุน การพยายามคำนวณด้านการเร่งโครงการจะมีผลกระทบต่อต้นทุนอย่างไร

PERT และ CPM ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในหลายด้านด้วยกัน เช่น การพัฒนาและการจำหน่ายสินค้าชนิดใหม่ การก่อสร้างอาคาร ศูนย์การค้า คอนโดมิเนียม การสร้างถนน การติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ การติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ ฯลฯ

PERT และ CPM ช่วยให้ผู้บริหารได้รับข้อมูลดังนี้ คือ

1. เมื่อใดโครงการจึงจะแล้วเสร็จ
2. เมื่อใดกิจกรรมแต่ละอย่างซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการจึงจะเริ่มต้นและเมื่อใดจึงจะแล้วเสร็จ
3. ในแต่ละกิจกรรมของโครงการกิจกรรมใดจะต้องทำให้เสร็จทันเวลาโดยไม่มีการล่าช้า และกิจกรรมใดบ้างที่ล่าช้าได้โดยไม่มีผลกระทบต่อเวลาแล้วเสร็จของโครงการ
4. เป็นไปได้หรือไม่ที่จะโยกย้ายทรัพยากรจากกิจกรรมที่ไม่วิกฤต (งานที่สามารถช้าได้ไม่จำเป็นต้องเสร็จตามกำหนด) ไปยังกิจกรรมที่วิกฤต (งานที่จะต้องทำให้เสร็จตามกำหนด) โดยไม่มีผลกระทบต่อเวลาความสำเร็จของโครงการทั้งหมด
5. กิจกรรมใดที่ผู้บริหารควรจะให้ความสนใจเป็นพิเศษ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง
6. ต้นทุนของโครงการมีค่าเท่าใด ต้นทุนในการเร่งโครงการมีค่าเท่าใด

PERT และ CPM จึงมีข้อแตกต่างกันในเรื่องเวลาในการทำกิจกรรม ส่วนหลักการที่สำคัญจะเหมือนกัน คือ หลักการคำนวณเพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นทั้ง 6 ประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลเกี่ยวกับเวลาแล้วเสร็จของโครงการหรือการหาเส้นทางวิกฤต (Critical Path) ซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

ขั้นตอนของ PERT/CPM

จากที่กล่าวไว้ในตอนต้นๆ พอสรุปได้ว่า คำว่า โครงการ หมายถึงกลุ่มของงานหรือกิจกรรมย่อยๆ ที่มีการเริ่มต้นและสิ้นสุดตลอดจนมีขั้นตอนการทำงานที่แน่นอน แต่ละกิจกรรมต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน การนำ PERT/CPM มาช่วยในการบริหารโครงการประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญๆ 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษารายละเอียดของโครงการ
2. การสร้างข่ายงาน
3. การวิเคราะห์ข่ายงาน

การศึกษารายละเอียดของโครงการ

ขั้นตอนของการศึกษาโครงการเพื่อรวบรวมข้อมูลและรายละเอียดต่างๆ ของโครงการมีงานหลักๆ ที่ต้องดำเนินการตามลำดับดังนี้ (สุทธิมา ชำนาญเวช, 2538 : 254 - 256)

1) กระจายกิจกรรม

2) กำหนดลำดับการทำงานของกิจกรรม

3) ประมาณเวลาดำเนินงานของกิจกรรม

1) การกระจายกิจกรรม

การกระจายกิจกรรม ได้แก่การแจกแจงกิจกรรมย่อยทั้งหมดที่ต้องทำในโครงการ เช่น โครงการสร้างชั้นวางของ อาจแจกแจงกิจกรรมที่ต้องทำได้ดังนี้

→ จัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้

→ เลื่อยไม้

→ ไสไม้ให้เรียบ

→ ประกอบโครงเหล็ก

→ ประกอบชั้นไม้เข้ากับโครงเล็ก

→ ขัดผิวให้เรียบและทาสี

อนึ่ง ในการกระจายกิจกรรมนั้นในบางครั้งจะพบวาโครงการลักษณะเดียวกันมีการกระจายกิจกรรมไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวิธีการทำงานของผู้บริหารโครงการแต่ละคน ตลอดจนเงื่อนไขอื่นๆ ของโครงการที่แตกต่างกันด้วย เมื่อแจกแจงกิจกรรมที่ต้องทำในโครงการแล้วควรกำหนดผู้รับผิดชอบกิจกรรมเหล่านั้น เพื่อสะดวกในการสั่งการ การติดตามงาน การเร่งงาน และการควบคุม

2) การกำหนดลำดับการทำงานของกิจกรรม

การกำหนดลำดับการทำงานของกิจกรรมได้แก่การระบุความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ ช่น จากตัวอย่างโครงการสร้างชั้นวางของข้างต้น จะต้องจัดหาอุปกรณ์ให้ครบก่อน เมื่อครบแล้วจึงเลื่อยไม้และประกอบโครงเหล็กได้ เมื่อเลื่อยไม้เสร็จแล้วจึงจะทำการไสให้เรียบ และเมื่อจะประกอบชั้นไม้เข้ากับโครงเหล็กนั้น โครงเหล็กจะต้องประกอบสร็จก่อน และชั้นไม้ต้องไสเสร็จเรียบร้อยแล้ว เมื่อประกอบเสร็จเรียบร้อยจึงขัดและทาสีเป็นงานสุดท้าย เป็นต้น

3) การประมาณเวลาในการดำเนินงานของแต่ละกิจกรรม

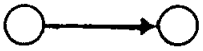
การประมาณเวลาในการดำเนินงานของแต่ละกิจกรรมโดยการใช้ประสบการณ์ ข้อมูลในอดีต ประกอบกับแนวโน้มในอนาคต ประมาณเวลาที่จะใช้ในการดำเนินงานกิจกรรมต่างๆ ที่แจกแจงไว้ในขั้นต้น ทั้งนี้ PERT และ CPM จะมีวิธีการประมาณเวลาของกิจกรรมแตกต่างกัน กล่าวคือ CPM จะมีตัวเลขในการประมาณระยะเวลาทำงานเป็นค่าเดียว เช่น การจัดหาอุปกรณ์ใช้เวลา 3 ชั่วโมง การเลื่อยไม้ใช้เวลา 1 ชั่วโมง เป็นต้น ในขณะที่ PERT มักจะใช้กับโครงการใหม่ๆ ซึ่งไม่ค่อยมีตัวเลขข้อมูลในอดีต จึงใช้วิธีการประมาณระยะเวลาทำงานที่เรียกว่า Three Time Estimate of PERT โดยแสดงค่าประมาณระยะเวลาทำงานของแต่ละกิจกรรมเป็น 3 ค่า คือ ระยะเวลาอย่างเร็วที่สุด ระยะเวลาอย่างช้าที่สุด และระยะเวลาโดยส่วนมากที่คาดว่าจะใช้ในการทำงานกิจกรรมนั้นๆ ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดการคำนวณในภายหลัง

การสร้างข่ายงาน

เมื่อผู้บริหารโครงการได้ทำการศึกษารายละเอียดของโครงการแล้ว ขั้นต่อไปจะเป็นการนำกิจกรรม หรืองานต่างๆ ที่ได้แบ่งแยกออกมาเรียบร้อยแล้วขึ้นมาทำการสร้างข่ายงาน เพื่อดูความสัมพันธ์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรม ตามกฎเกณฑ์ในการสร้างดังนี้คือ (จีราภรณ์ รักษาแก้ว, 2538 : 482-486)

1. ใช้ลูกศร ⟶ แทนกิจกรรม 1 กิจกรรม หางของลูกศรแสดงถึงส่วนเริ่มต้นของกิจกรรม หัวของลูกศรแสดงถึงส่วนสิ้นสุดของกิจกรรม ความยาวของลูกศรจะไม่ได้เกี่ยวข้องกับเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมแต่อย่างใด และแต่ละกิจกรรมจะใช้แทนด้วนเส้นลูกศรเพียงเส้นเดียวในข่ายงาน

2. วงกลม ◯ หรือเรียกว่า จุดเชื่อม (node) ใช้แทนจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของกิจกรรม ดังนี้



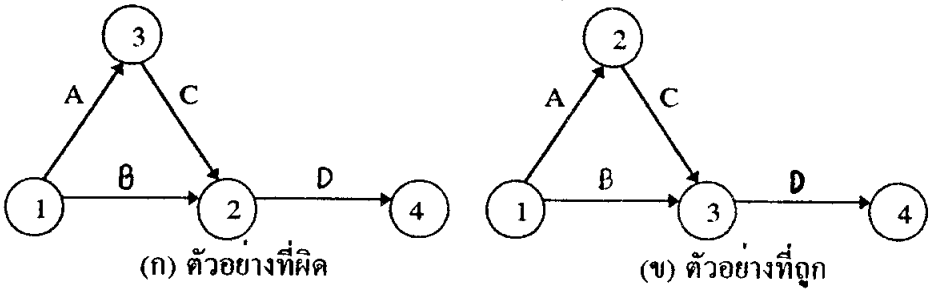
จุดเริ่มต้นกิจกรรม จุดสิ้นสุดกิจกรรม

3. จุดเริ่มต้นของโครงการมีจุดเดียว อยู่ด้านซ้ายของข่ายงาน

4. จุดสิ้นสุดของโครงการมีจุดเดียว อยู่ด้านขวาของข่ายงาน

5. การกำหนดหมายเลขจุดเชื่อมในข่ายงาน นิยมให้จุดเริ่มต้นของกิจกรรมมีตัวเลขต่ำกว่าจุดสิ้นสุดของกิจกรรม

6. หมายเลขกำกับในวงกลม เช่น (1) ⟶ (2) เป็นหมายเลขของเหตุการณ์ซึ่งแสดงจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของกิจกรรมแต่ละกิจกรรม หมายเลขในวงกลมที่อยู่ตอนปลายของลูกศรและตอนเริ่มต้นของลูกศรนั้น ใช้เป็นหมายเลขประจำกิจกรรมได้ เช่น กิจกรรม A หรือ (1) —A→ (2) เราอาจเรียกกิจกรรม A เป็นกิจกรรม 1-2 ได้ เป็นต้น การกำหนดหมายเลขในกิจกรรมจะต้องเริ่มจากตัวเลขจำนวนน้อยให้อยู่ตอนปลายของลูกศรไปยังตัวเลขจำนวนมากกว่าให้อยู่ตอนหัวของลูกศร ดังตัวอย่างในรูปที่ 2

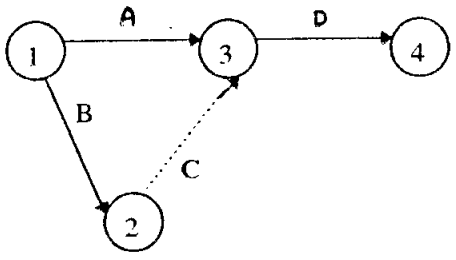


รูปที่ 2 แสดงการใช้ตัวเลขกำกับกิจกรรมแต่ละกิจกรรม

ตัวอย่างข่ายงานในรูปที่ 2 (ก) เป็นตัวอย่างที่ผิด เนื่องจากตัวเลขกำกับของกิจกรรม C ไม่ได้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ได้กล่าวไว้ ตัวอย่างที่ถูกควรจะเป็นดังรูปที่ 2 (ข)

7. ลูกศรเส้นประ ---------> แทนกิจกรรมจำลองซึ่งมีเวลาในการทำกิจกรรมเป็นศูนย์ การใช้กิจกรรมจำลองมีเหตุผลดังต่อไปนี้คือ

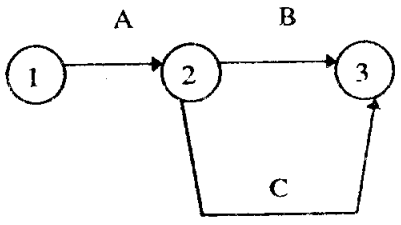
7.1 ใช้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของกิจกรรมให้ถูกต้องและครบถ้วน ว่ากิจกรรมใดบ้างต้องทำเสร็จ และกิจกรรมใดบ้างที่จะต้องทำต่อไป ดังตัวอย่างรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการใช้กิจกรรมจำลอง C เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรม A และกิจกรรม B กับกิจกรรม D

จากข่ายงานในรูปที่ 3 เป็นการใช้กิจกรรมจำลอง C เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของกิจกรรม A และกิจกรรม B กับกิจกรรม D ว่า กิจกรรม D จะเริ่มต้นทำได้ต่อเมื่อกิจกรรม A และกิจกรรม B เสร็จสิ้นไปแล้ว

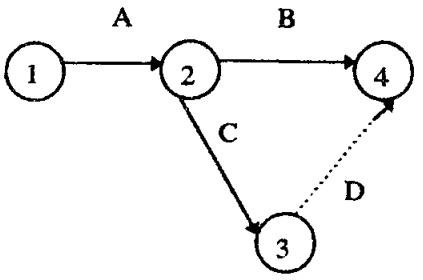
7.2 เพื่อไม่ให้กิจกรรมแต่ละกิจกรรมมีหมายเลขกำกับซ้ำกัน หรือ เพื่อไม่ให้กิจกรรมมากกว่า 1 กิจกรรม มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่จุดเดียวกัน ดังตัวอย่างในรูปที่ 4



กิจกรรม	หมายเลขกำกับกิจกรรม
A	1-2
B	2-3
C	2-3

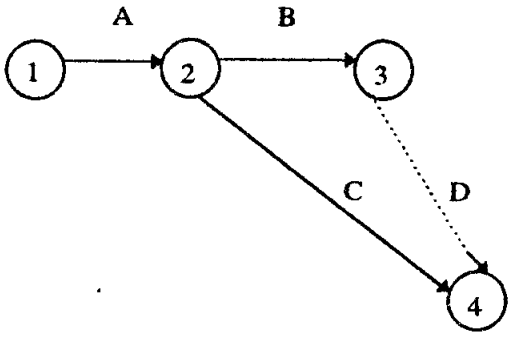
รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างของข่ายงานที่มีหมายเลขกำกับกิจกรรมซ้ำกัน

จากตัวอย่างของข่ายงานในรูปที่ 4 จะเห็นว่ากิจกรรม B และกิจกรรม C เริ่มต้นพร้อมกันที่วงกลมหมายเลข 2 ภายหลังจากที่กิจกรรม A ได้เสร็จสิ้นไปแล้ว นอกจากนั้นกิจกรรมทั้งสองนี้ยังสิ้นสุดที่จุดเดียวกันด้วยคือที่วงกลมหมายเลข 3 ซึ่งกิจกรรมทั้งสองนี้อาจจะใช้เวลาในการทำกิจกรรมเท่ากันหรือไม่ก็ได้ แต่การที่เริ่มต้นและสิ้นสุดที่จุดเดียวกันนี้ย่อมทำให้หมายเลขกำกับกิจกรรมเป็นหมายเลขเดียวกัน ถ้าใช้กิจกรรมจำลองช่วยแล้ว จะทำให้ได้หมายเลขกำกับกิจกรรมไม่ซ้ำกัน ซึ่งทำได้หลายแบบดังในรูปที่ 5



กิจกรรม	หมายเลขกำกับกิจกรรม
A	1-2
B	2-4
C	2-3
D (กิจกรรมจำลอง)	3-4

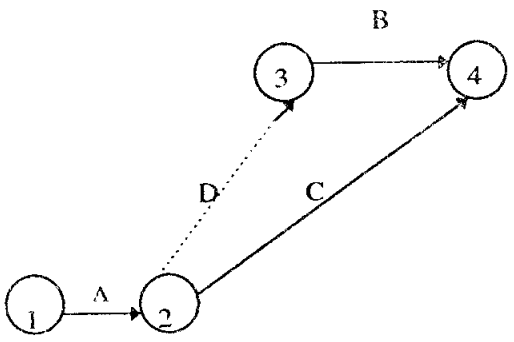
(ก) แบบที่ 1



กิจกรรม	หมายเลขกำกับกิจกรรม
A	1-2
B	2-3
C	2-4
D (กิจกรรมจำลอง)	3-4

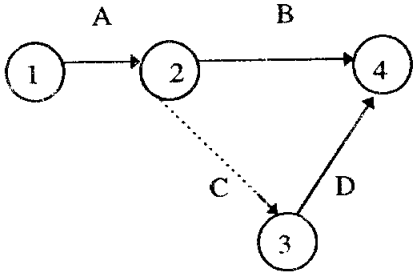
(ข) แบบที่ 2

รูปที่ 5 แสดงการใช้กิจกรรมจำลองเพื่อไม่ให้กิจกรรมต่างๆ มีหมายเลขกำกับกิจกรรมซ้ำกัน



กิจกรรม	หมายเลขกำกับกิจกรรม
A	1-2
B	3-4
C	2-4
D (กิจกรรมจำลอง)	2-3

(ค) แบบที่ 3



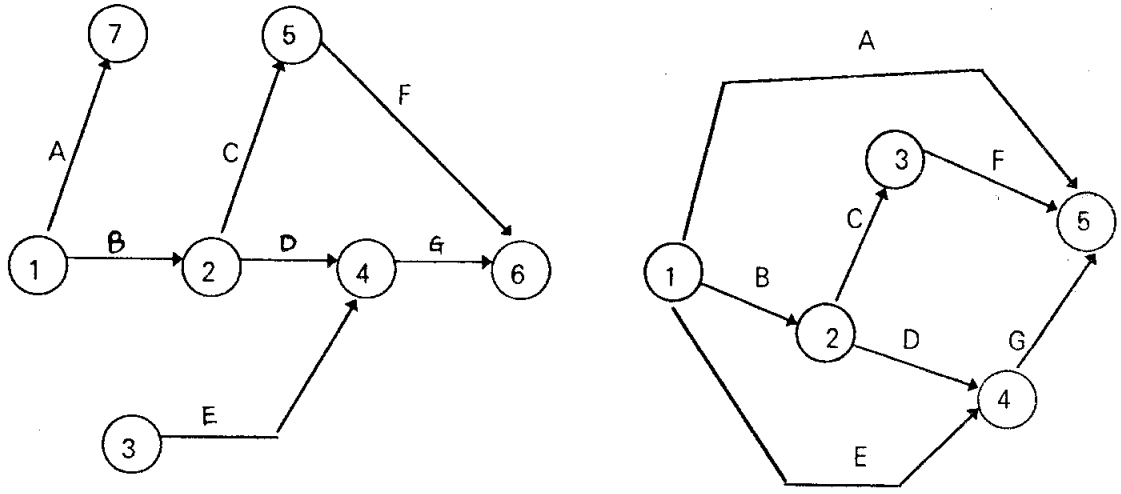
กิจกรรม	หมายเลขกำกับกิจกรรม
A	1-2
B	2-4
C	3-4
D (กิจกรรมจำลอง)	2-3

(ง) แบบที่ 4

รูปที่ 5 (ต่อ) แสดงการใช้กิจกรรมจำลองเพื่อไม่ให้กิจกรรมต่างๆ มีหมายเลขกำกับกิจกรรมซ้ำกัน

จากรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่า เมื่อใช้กิจกรรมจำลองช่วยแล้ว (กิจกรรม D) ทำให้กิจกรรม B และกิจกรรม C มีหมายเลขกำกับกิจกรรมไม่ซ้ำกัน แต่ความหมายของกิจกรรมยังคงเดิม

8. การเขียนข่ายงานจะต้องเขียนให้ข่ายงานต่อเนื่องกันตลอด ตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย โดยจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายต้องมีอย่างละเพียงจุดเดียวเท่านั้น ดังตัวอย่างในรูปที่ 6



(ก) ตัวอย่างข่ายงานที่ผิด (ข) ตัวอย่างข่ายงานที่ถูก

รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างข่ายงานที่ไม่ต้อเนื่องและข่ายงานที่ต่อเนื่อง

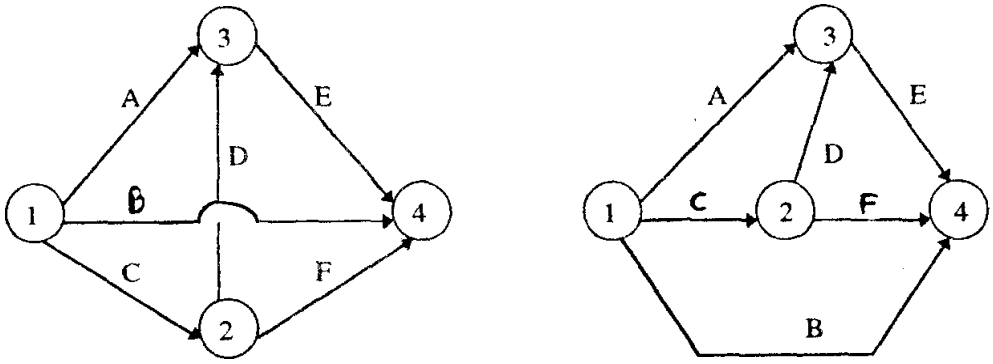
จากรูปที่ 6 (ก) เป็นตัวอย่างของข่ายงานที่ไม่ต่อเนื่อง ยังคงมีกิจกรรมบางกิจกรรมที่แยกออกไปได้คือ กิจกรรม A และกิจกรรม E ดังนั้นถ้าพิจารณากิจกรรมทั้งสองนี้จะเห็นได้ว่าเราสามารถปรับกิจกรรมทั้งสองต่อเนื่องกับกิจกรรมอื่นได้ดังนี้

พิจารณากิจกรรม A จะเห็นได้ว่ากิจกรรม A เริ่มทำเมื่อเริ่มข่ายงาน และไม่มีกิจกรรมอื่นต้องรอ ดังนั้นเราจึงตัดวงกลมที่ 7 ออกไปได้ และให้กิจกรรม A มาสิ้นสุดเมื่อเสร็จสิ้นโครงการ ส่วนกิจกรรม E นั้นเริ่มต้นเมื่อใดก็ได้ แต่ต้องเสร็จสิ้นก่อนที่กิจกรรม G จะเริ่มทำ ดังนั้นเราสามารถตัดวงกลมหมายเลข 3 ทิ้งได้ และให้กิจกรรม E ไปเริ่มต้นที่จุดเริ่มต้นของโครงการ

เมื่อทำการปรับกิจกรรมทั้งสองนี้ หมายเลขในวงกลมต่างๆ นี้จะเปลี่ยนไปด้วยเพื่อที่จะได้เรียงตามลำดับจากน้อยไปหามาก ตามลำดับการทำกิจกรรมดังได้กล่าวมาแล้วในข้อ 5 และ 6 และข่ายงานใหม่ที่ได้จะเป็นดังรูปที่ 6 (ข)

นอกจากนี้แล้วในการสร้างข่ายงาน PERT/CPM ยังควรที่จะคำนึงถึงความสวยงามของข่ายงาน และการสร้างข่ายงานที่สามารถทำความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ ได้ง่าย ซึ่งในที่นี้จะได้กล่าวถึงหลักเกณฑ์ในการสร้างข่ายงาน PERT/CPM ให้สวยงามและสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย โดยแสดงตัวอย่างที่ผิดและตัวอย่างที่ควรจะเป็นประกอบด้วยดังนี้

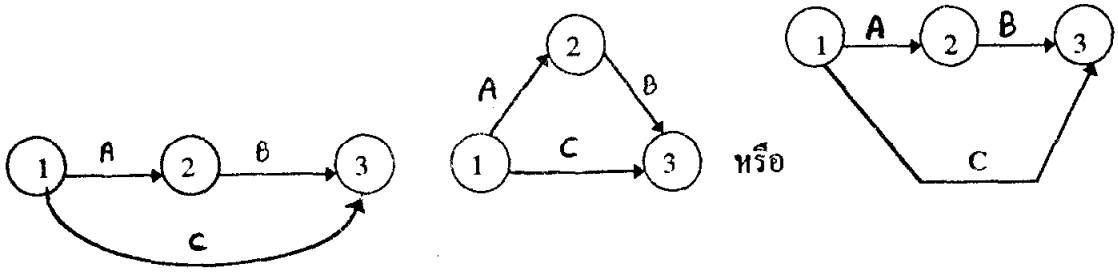
1. พยายามหลีกเลี่ยงการเขียนลูกศรทับกัน เนื่องจากจะทำให้ข่ายงานดูซับซ้อน ดังตัวอย่างข่ายงานที่ซับซ้อนและตัวอย่างข่ายงานที่ควรจะเป็นในรูปที่ 7



(ก) ตัวอย่างข่ายงานที่ซับซ้อน (ข) ตัวอย่างข่ายงานที่ควรจะเป็น

รูปที่ 7 แสดงข่ายงานที่ซับซ้อนและข่ายงานที่ควรจะเป็น

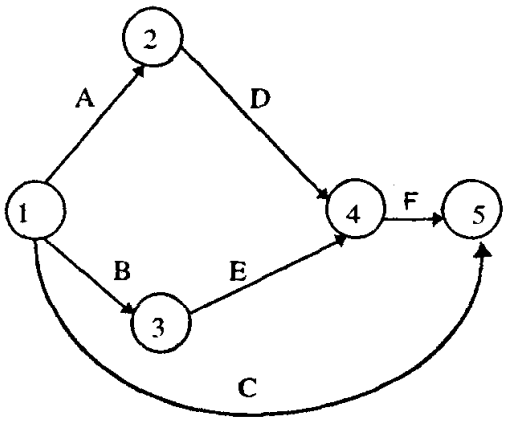
2. พยายามใช้ลูกศรเป็นเส้นตรง ดังแสดงในรูปที่ 8



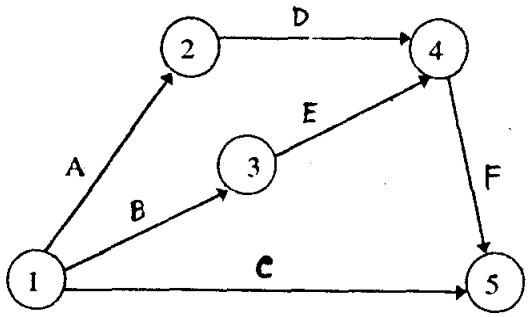
(ก) ตัวอย่างข่ายงานที่ผิด (ข) ตัวอย่างข่ายงานที่ควรจะเป็น

รูปที่ 8 แสดงข่ายงานที่ผิดและข่ายงานที่ควรจะเป็น

3. พยายามให้ความยาวของลูกศรมีขนาดใกล้เคียงกัน ดังแสดงในรูปที่ 9



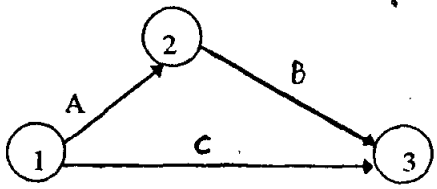
(ก) ตัวอย่างข่ายงานที่ผิด



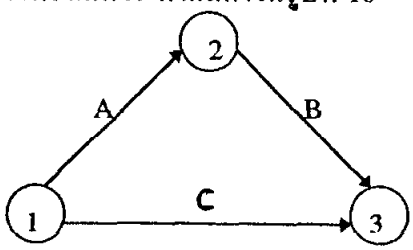
(ข) ตัวอย่างข่ายงานที่ควรจะเป็น

รูปที่ 9 แสดงข่ายงานที่ผิดและข่ายงานที่ควรจะเป็น

4. พยายามสร้างข่ายงานให้มุมระหว่างกิจกรรมกว้างพอสมควร ดังแสดงในรูปที่ 10



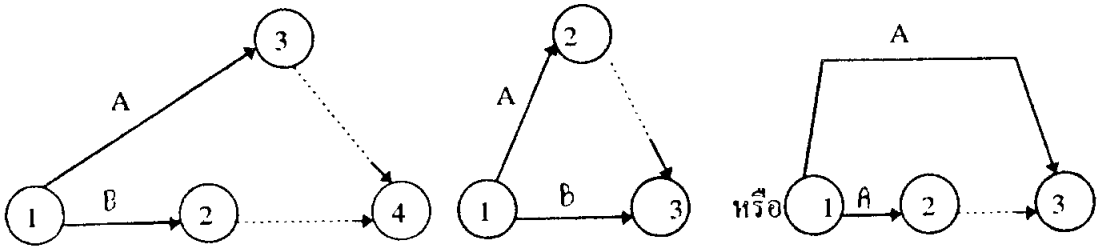
(ก) ตัวอย่างข่ายงานที่ผิด



(ข) ตัวอย่างง่ายขานที่ควรจะเป็น

รูปที่ 10 แสดงข่ายงานที่ผิดและข่ายงานที่ควรจะเป็น

5. หลีกเลี่ยงการใช้เส้นประโดยไม่จำเป็น ดังแสดงในรูปที่ 11

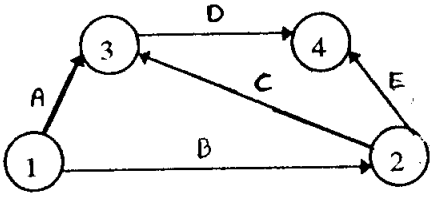


(ก) ตัวอย่างข่ายงานที่ผิด (ข) ตัวอย่างข่ายงานที่ควรจะเป็น

รูปที่ 11 แสดงข่ายงานที่ผิดและข่ายงานที่ควรจะเป็น

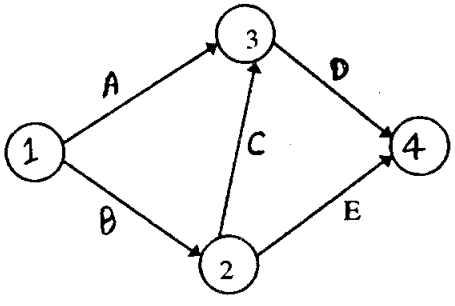
6. จุดที่แสดงเหตุการณ์สิ้นสุดของกิจกรรมควรเขียนเยื้องมาทางขวา

กิจกรรม C และ E มีจุดสิ้นสุดของกิจกรรมอยู่ทางซ้ายมือ



(ก) ตัวอย่างข่ายงานที่ผิด

เขียนใหม่ได้ดังนี้



(ข) ตัวอย่างที่ควรจะเป็น

รูปที่ 12 แสดงข่ายงานที่ผิดและข่ายงานที่ควรจะเป็น

เพื่อเป็นการฝึกฝนให้ทำการสร้างข่ายงานได้ถูกต้อง ให้ทำการศึกษาจากตัวอย่างต่อไปนี้

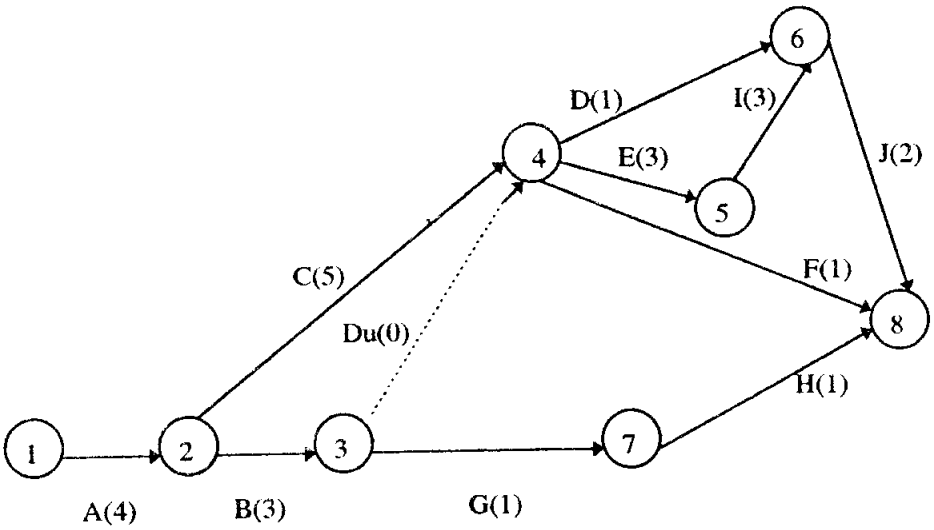
ตัวอย่างที่ 1

สมมตินายเก่งกาจต้องการเปิดกิจการให้บริการถ่ายเอกสารจึงได้ทำการศึกษารายละเอียดของโครงการ นั่นคือพิจารณาว่ามีกิจกรรมใดบ้างที่จะต้องทำ และกำหนดว่ากิจกรรมใดจะต้องทำก่อนกิจกรรมอื่นจึงจะสามารถทำได้ และกิจกรรมใดที่สามารถทำได้พร้อมกัน พร้อมทั้งประมาณเวลาดำเนินงานของแต่ละกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังสรุปได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของโครงการเปิดกิจการให้บริการถ่ายเอกสาร

กิจกรรม	รายละเอียด	กิจกรรมที่ต้องทำเสร็จก่อน	ระยะเวลาดำเนินงาน (สัปดาห์)
A	ปรึกษาด้านภาษี		4
B	ปรึกษาด้านบัญชี	A	3
C	ติดต่อเช่าร้าน	A	5
D	ซื้ออุปกรณ์สำนักงาน	C, B	1
E	เช่าเครื่องถ่ายเอกสาร	C, B	3
F	ต่อไฟฟ้า	C, B	1
G	รับเลขประจำตัวผู้เสียภาษี	B	1
H	รับใบอนุญาต	G	1
I	ติดตั้ง ทดลองเครื่องถ่ายเอกสาร	E	3
J	ตรวจสอบความเรียบร้อยและความปลอดภัย	D. I	2

จากข้อมูลข้างต้น นำมาสร้างข่ายงานโครงการเปิดกิจการให้บริการถ่ายเอกสารได้ดังรูปที่ 13 ข้างล่างนี้



รูปที่ 13 ข่ายงานโครงการเปิดกิจการให้บริการถ่ายเอกสาร

ตัวอย่างที่ 2

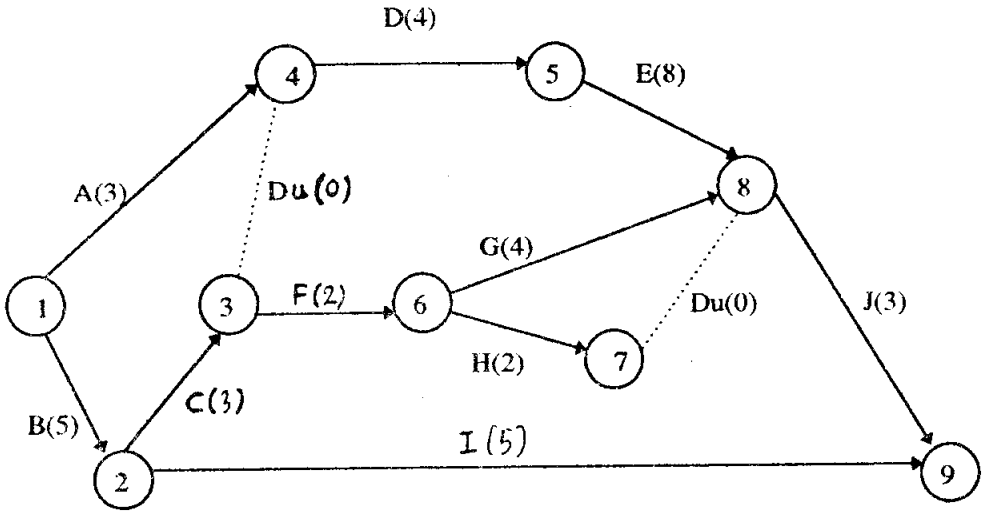
บริษัทพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด มีโครงการเปิดสำนักงานสาขาภาคเหนือที่จังหวัดเชียงใหม่ ในการนี้มีงานที่ต้องทำแยกเป็นงานย่อยๆ 10 งาน โดยมีการประมาณเวลาที่ใช้ดำเนินงานและเงื่อนไขความสัมพันธ์ของงานต่างๆ แสดงในตารางที่ 2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 รายละเอียดของโครงการเปิดสำนักงานสาขาภาคเหนือที่จังหวัดเชียงใหม่ของบริษัทพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด

งาน	รายละเอียด	เงื่อนไข	เวลาดำเนินงาน (สัปดาห์)
A	เลือกทำเลที่ตั้ง	เริ่มทำได้ทันที	3
B	วางแผนการจัดองค์การและวางแผนด้านการเงิน	เริ่มทำได้ทันที	5
C	กำหนดความต้องการด้านบุคลากร	ต้องให้งาน B เสร็จก่อน	3
D	ออกแบบการจัดสำนักงาน	ต้องให้งาน A และ C เสร็จก่อน	4
E	ตกแต่งภายใน	จะทำเมื่องาน D เสร็จ	8
F	คัดเลือกพนักงานเก่าจากสำหนักงานใหญ่	จะทำเมื่องาน C เสร็จ	2
G	รับพนักงานใหม่	ต้องให้งาน F เสร็จก่อน	4
H	ย้ายเอกสารเครื่องใช้จากสำหนักงานใหญ่	ต้องให้งาน F เสร็จก่อน	2
I	ติดต่อธนาคารในท้องถิ่น	จะทำเมื่องาน B เสร็จ	5
J	ฝึกอบรมพนักงานใหม่	จะทำเมื่องาน E, G, H เสร็จ	3

จงสร้างข่ายงานของโครงการนี้

จากรายละเอียดของโครงการข้างต้น นำมาสร้างข่ายงานของโครงการนี้ ได้ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 ข่ายงานโครงการเปิดสำนักงานสาขาภาคเหนือที่จังหวัดเชียงใหม่ ของบริษัท พัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด

3. การวิเคราะห์ข่ายงาน

ข่ายงานที่ได้ทำการสร้างในขั้นที่ 2 จะแสดงให้เห็นว่าโครงการดังกล่าวประกอบด้วยกิจกรรมอะไรบ้าง แต่ละกิจกรรมใช้เวลาดำเนินงานเท่าไร แสดงลำดับการทำงาน ตลอดจนความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ ได้ชัดเจน อย่างไรก็ตามข่ายงานที่ได้สร้างไว้นั้น จะไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ถ้าไม่มีการนำไปวิเคราะห์หาข้อมูลและรายละเอียดต่างๆ ในเชิงตัวเลขเพื่อที่จะนำไปใช้ในการวางแผน การควบคุม และใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหารโครงการ

การวิเคราะห์ข่ายงานเป็นการคำนวณเพื่อหากำหนดเวลาการทำงานโดยละเอียดของกิจกรรมต่างๆ รวมทั้งเพื่อหาว่าในบรรดากิจกรรมทั้งหลายในโครงการมีกิจกรรมใดบ้างเป็นกิจกรรมที่สำคัญหรือที่เรียกว่า **กิจกรรมวิกฤต (critical activity)** ที่ควรควบคุมดูแลให้เป็นไปตามแผนงานที่กำหนด เนื่องจากถ้ากิจกรรมเหล่านี้ล่าช้าไปจะทำให้โครงการเสร็จช้าไปด้วย และกิจกรรมใดบ้างเป็น**กิจกรรมที่ไม่วิกฤต (noncritical activity)** ซึ่งหมายถึงกิจกรรมที่อาจล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้ได้ในช่วงเวลาหนึ่งโดยไม่กระทบกระเทือนเวลาเสร็จสิ้นของโครงการ

สัญลักษณ์หรือคำที่ใช้ในการคำนวณเพื่อกำหนดงาน มีดังต่อไปนี้

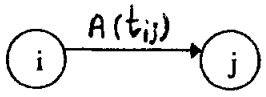
1) ESC (Earliest Start Time) คือ กำหนดเวลาเร็วที่สุดในการเริ่มต้นทำกิจกรรม หรือ กำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด

2) LS (Latest Start Time) คือ กำหนดเวลาช้าที่สุดในการเริ่มต้นทำกิจกรรม โดยไม่ทำให้เวลาของโครง การเปลี่ยนแปลงไป

3) EF (Ealiest Finish Time) คือ กำหนดเวลาเร็วที่สุดที่จะทำให้กิจกรรมเสร็จสิ้น หรือ กำหนดเวลาเสร็จเร็วที่สุด โดยกิจกรรมนั้นต้องเริ่มต้นทำตามกำหนด ES ด้วย

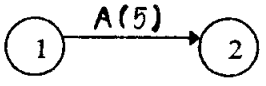
4) LF (Latest Finish Time) คือ กำหนดเวลาช้าที่สุดที่จะทำกิจกรรมให้เสร็จสิ้นโดยไม่ทำให้เวลาของโครงการเปลี่ยนแปลงไป

5) t_{ij} คือ ระยะเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมให้เสร็จสิ้นซึ่ง t_{ij} จะต้องเขียนวงเล็บไว้หลังชื่อกิจกรรม บนหรือใต้จุดเชื่อมของกิจกรรมนั้นๆ โดย i เป็นเลขจุดเชื่อม (node) เริ่มต้น และ j เป็นเลขจุดเชื่อม (node) สิ้นสุด ดังตัวอย่างต่อไปนี้



หมายความว่ากิจกรรม A หรือ กิจกรรม i - j มีเวลาในการทำกิจกรรมเป็น t_{ij}

หรือถ้าจะแสดงตัวอย่างให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยการแทน i, j, และ t_{ij} เป็นตัวเลข เช่น



หมายความว่ากิจกรรม A หรือ กิจกรรม 1 - 2 มีเวลาในการทำกิจกรรมเป็น 5 หน่วยเวลา

6) เวลาสำรองเหลือ (ใน PERT ใช้ว่า Slack Time ส่วนใน CPM ใช้ว่า Float Time) หมายถึงจำนวนเวลาที่กิจกรรมหนึ่งๆ จะเลื่อนกำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด (ES) ออกไปได้ โดยจะไม่มีผลกระทบที่จะทำให้โครงสร้างต้องเสร็จช้ากว่ากำหนด เวลาสำรองเหลือ ยังแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

6.1) FS (Free Slack Time) หรือ FF (Free Float Time) คือ จำนวนเวลาที่กิจกรรมหนึ่งๆ จะเลื่อนกำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดออกไปได้ โดยไม่มีผลกระทบที่ต้องทำให้โครงการเสร็จช้ากว่ากำหนดและไม่มีผลทำให้กำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดของกิจกรรมที่อยู่ต่อเนื่องต้องเลื่อนตามไปด้วย

6.2) TS (Total Slack Time) หรือ TF (Total Float Time) คือจำนวนเวลาที่กิจกรรมหนึ่งๆ จะเลื่อนกำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดออกไปได้ โดยไม่มีผลกระทบที่ต้องทำให้โครงการเสร็จช้ากว่ากำหนด แต่อาจจะมีผลให้กำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดของกิจกรรมที่อยู่ต่อเนื่องต้องเลื่อนตามไปด้วย

จากความหมายของ FS หรือ FF และ TS หรือ TF จะเห็นได้ว่า FS หรือ FF ก็คือส่วนหนึ่งของ TS หรือ TF กล่าวคือ ถ้า TS หรือ TF ไม่ทำให้กำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด (ES) ของกิจกรรมที่อยู่ต่อเนื่อง ต้องเลื่อนตามไปด้วยแล้ว TS หรือ TF ก็คือ FS หรือ FF นั่นเอง

7) จุดรวม หมายถึงจุดเชื่อมที่เป็นจุดสิ้นสุดของกิจกรรมมากกว่าหนึ่งกิจกรรม

8) จุดกระจาย หมายถึงจุดเชื่อมที่เป็นจุดเริ่มต้นของกิจกรรมมากกว่าหนึ่งกิจกรรม

การคำนวณเพื่อการกำหนดเวลาการทำงานประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1) คำนวณเวลาเริ่มต้นทำกิจกร่รมอย่างเร็วที่สุด (ES)

2) คำนวณเวลาเสร็จสิ้นอย่างช้าที่สุดของกิจกรรม (LF)

3) ระบุเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานของโครงการ

4) กำหนดกิจกรรมวิกฤต

5) สร้างตารางแสดงกำหนดเวลาของโครงการ

ซึ่งต่อไปนี้จะอธิบายแต่ละขั้นตอนดังกล่าวให้เข้าใจ โดยจะใช้รายละเอียดของโครงการตามตัวอย่างที่ 1 มาอธิบาย

3.1) **คำนวณเวลาเริ่มต้นทำกิจกรรมอย่างเร็วที่สุด** (Earliest Start Time, ES)

เป็นการคำนวณหาว่าแต่ละกิจกรรมในโครงการจะเริ่มต้นทำงานได้อย่างเร็วที่สุดเมื่อใด โดยจะคำนวณค่าเวลาเริ่มเร็วสุดของทุกจุดเชื่อม เพื่อแสดงกำหนดเริ่มต้นของงานอย่างเร็วที่สุดของทุกกิจกรรมที่เริ่มต้นที่จุดเชื่อมนั้น ทั้งนี้การคำนวณจะเริ่มตั้งแต่จุดเริ่มต้นโครงการ จนถึงจุดสิ้นสุดโครงการ โดยใช้สูตร

$$ES_j = Max\{ES_i + T_{ij}\}$$

โดยกำหนดให้ค่า ES ที่จุดเริ่มต้นโครงการ = 0

จากข่ายงานในตัวอย่างที่ 1 โครงการเปิดกิจการให้บริการถ่ายเอกสาร นำมาคำนวณค่าเวลาเริ่มเร็วสุดได้ดังนี้

ให้ $ES_1 = 0$

$ES_2 = ES_1 + T_{12} = 0 + 4 = 4$

$ES_3 = ES_2 + T_{23} = 4 + 3 = 7$

$ES_4^{*} = \text{Max}\{ES_2 + T_{24}, ES_3 + T_{34}\}$

$= \text{Max}\{4 + 5, 7 + 0\}$

$= \text{Max}\{9, 7\} = 9$

$ES_5 = ES_4 + T_{45} = 9 + 3 = 12$

$ES_6^{*} = \text{Max}\{ES_4 + T_{46}, ES_5 + T_{56}\}$

$= \text{Max}\{9 + 1, 12 + 3\}$

$= \text{Max}\{10, 15\} = 15$

$ES_5 = ES_3 + T_{37} = 7 + 1 = 8$

$ES_6^{**} = \text{Max}\{ES_4 + T_{48}, ES_6 + T_{68}, ES_7 + T_{78}\}$

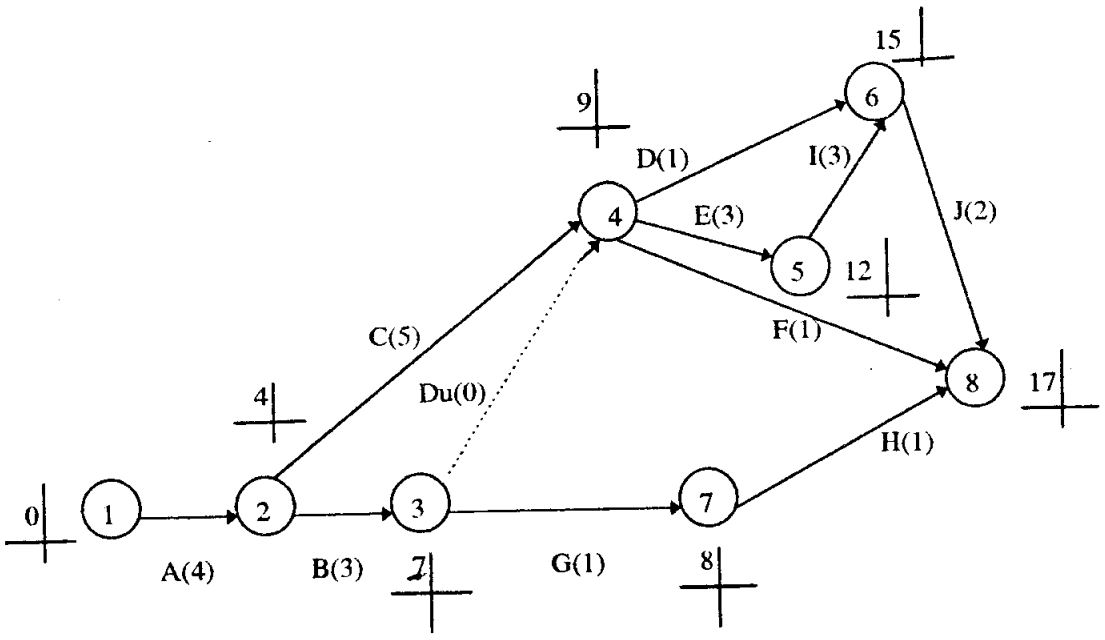
$= \text{Max}\{9 + 1, 15+ 2, 8 + 1\}$

$= \text{Max}\{10, 17, 9\} = 17$

* จุดเชื่อม (node) ที่ 4 และที่ 6 เป็นจุดรวม คือเป็นจุดสิ้นสุดของกิจกรรม 2 กิจกรรม จึงคำนวณค่าเวลาเริ่มเร็วสุดได้ 2 ค่า

** จุดเชื่อม (node) ที่ 8 เป็นจุดรวมเช่นเดียวกัน โดยเป็นจุดสิ้นสุดของกิจกรรม 3 กิจกรรม จึงคำนวณค่าเวลาเริ่มเร็วสุดได้ 3 ค่า

แสดงค่าเวลาเริ่มเร็วที่สุดที่คำนวณได้ในข่ายงานโดยใส่ไว้ด้านซ้ายมือของกากบาท (+) ที่กำกับอยู่ที่จุดเชื่อมต่างๆ



รูปที่ 15 การคำนวณค่าเวลาเริ่มเร็วสุด

3.2 **คำนวณเวลาเสร็จสิ้นอย่างช้าที่สุดของกิจกรรม** (Latest Finish Time, LF)

เป็นการคำนวณหาว่าอย่างช้าที่สุดกิจกรรมต่างๆ ควรจะเสร็จเรียบร้อยเมื่อไร ในขั้นตอนนี้จะคำนวณค่าเวลาเสร็จล่าสุดของทุกจุดเชื่อม เพื่อแสดงกำหนดเวลาแล้วเสร็จอย่างช้าที่สุดของทุกกิจกรรมที่สิ้นสุดที่จุดเชื่อมนั้น การคำนวณจะเริ่มจากจุดสุดท้ายของโครงการไปยังจุดเริ่มต้นของโครงการ โดยใช้สูตร

$$LF_i = \text{Min}\{LF_j - T_{ij}\}$$

โดยกำหนดให้ค่า LF ที่สุดสิ้นสุดของโครงการ = ES ที่จุดสิ้นสุดของโครงการ

จากข่ายงานในรูปที่ 15 ทำการคำนวณค่าเวลาเสร็จล่าสุดได้ดังนี้

ให้ $LF_8 = ES_8 = 17$

$LF_7 = LF_8 - t_{78} = 17 - 1 = 16$

$LF_6 = LF_8 - t_{68} = 17 - 2 = 15$

$LF_5 = LF_6 - t_{56} = 15 - 3 = 12$

$LF_4 = Min\{LF_5 - t_{45}, LF_6 - t_{46}\}$

$= Min\{12 - 3, 15 - 1\}$

$= Min\{9, 14\} = 9$

$LF_3 = LF_7 - t_{37} = 16 - 1 = 15$

$LF_2 = Min\{LF_3 - t_{23}, LF_4 - t_{24}\}$

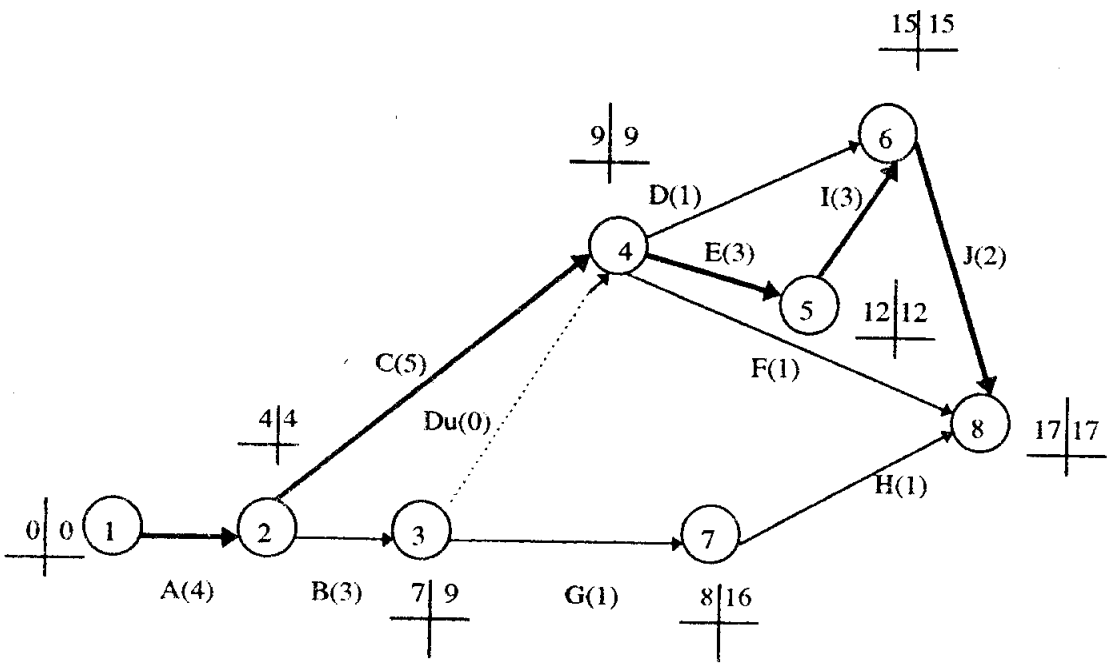
$= Min\{15 - 3, 9 - 5\}$

$= Min\{12, 4\} = 4$

$LF_1 = LF_2 - t_{12} = 4 - 4 = 0$

* จุดเชื่อม (node) ที่ 2 และ 4 เป็นจุดกระจาย คือ เป็นจุดเริ่มต้นของกิจกรรม 2 กิจกรรม จึงคำนวณค่าเวลาเสร็จล่าสุดได้ 2 ค่า

แสดงค่าเวลาเวลาเสร็จล่าสุดที่คำนวณได้กำกับไว้ที่จุดเชื่อมต่างๆ โดยใส่ไว้ด้านขวามือของ



รูปที่ 16 การคำนวณค่าเวลาเสร็จล่าสุด

3.3 **ระบุเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานของโครงการ**

ค่า ES และ LF ที่จุดเชื่อมสุดท้ายของข่ายงานแสดงถึงกำหนดแล้วเสร็จของโครงการ เช่น ตามตัวอย่างข้างต้น แสดงว่าโครงการเปิดกิจการให้บริการถ่ายเอกสาร จะใช้เวลาทั้งสิ้น 17 สัปดาห์

3.4 **กำหนดกิจกรรมวิกฤต**

กิจกรรมวิกฤต หมายถึงกิจกรรมที่มีความสำคัญ ถ้ากิจกรรมนั้นล่าช้าจะมีผลทำให้เวลาทั้งหมดของโครงการช้ากว่ากำหนด นำค่าเวลาแสร็จเร็วสุดและเวลาเสร็จช้าสุดที่คำนวณได้มาใช้ในการพิจารณากิจกรรมต่างๆ ของโครงการเพื่อหาว่ากิจกรรมใดเป็นกิจกรรมวิกฤต โดยใช้หลักว่ากิจกรรมวิกฤตคือกิจกรรมที่มี

ค่า $ES_i = LF_i$

และค่า $ES_j = LF_j$

และค่า $ES_j - ES_i = LF_j - LF_i = t_{ij}$

จากตัวเลขในข่ายงานรูปที่ 16 นำมาพิจารณาโดยใช้หลักการข้างต้น ปรากฏว่ากิจกรรมที่เป็นกิจกรรมวิกฤต ได้แก่ กิจกรรม A(1-2), C(2-4), E(4-5), I(5,6) และกิจกรรม J(6,8) เส้นที่เชื่อมต่อกิจกรรมวิกฤตดังกล่าว เรียกว่า วิถีวิกฤต หรือ เส้นทางวิกฤต (critical path) นั่นคือ เส้นทาง 1-2-4-5-6-8 ซึ่งมีระยะเวลาดำเนินงานของกิจกรรมบนเส้นทางนี้รวมกันแล้วเท่ากับ 17 สัปดาห์ หรือเท่ากับระยะเวลาดำเนินงานของโครงการ

3.5 **การสร้างตารางแสดงกำหนดเวลาของโครงการ**

การสร้างตารางแสดงกำหนดเวลาของโครงการเป็นการแสดงกำหนดเวลาการทำงานอย่างละเอียดของกิจกรรมต่างๆ ในโครงการ นับตั้งแต่เวลาในการทำงานของแต่ละกิจกรรม กำหนดเวลาอย่างเร็วที่สุด กำหนดเวลาอย่างช้าที่สุด ตลอดจนเวลาที่เกิดกิจกรรมต่างๆ จะล่าช้าจากกำหนดโดยไม่ทำให้กำหนดเสร็จสิ้นโครงการเปลี่ยนแปลง และวลาที่กิจกรรมต่างๆ จะล่าช้าโดยไม่กระทบกระเทือนเวลาเริ่มเร็วสุดของกิจกรรมถัดไป นั่นก็คือจะทำการแสดงค่าของ t, ES, LS, EF, LF, FS และ TS ไว้ในตารางเดียวกัน ซึ่งบางค่าดังกล่าวสามารถอ่านได้จากรายละเอียดของโครงการ อันได้แก่ ค่า t บางค่าสามารถคำนวณได้ทันทีจากข่ายงาน อันได้แก่ค่า ES และ LF และบางค่าจะต้องทำการคำนวณเพิ่มเติมอีกได้แก่ค่า LS, EF, FS และ TS โดยใช้สูตรดังนี้

$$LS = LF - t$$

$$EF = ES + t$$

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

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

ต่อไปนี้จะแสดงตัวอย่างการกำหนดหรือคำนวณกำหนดเวลาของโครงการสำหรับกิจกรรม G พร้อมทั้งการแปลความหมาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

- กิจกรรม G มีจุดเชื่อม (node) โดยการอ่านจากข่ายงานที่ได้เขียนไว้ในรูปที่ 16 ได้คือมีจุดเชื่อมต้น คือ 3 มีจุดเชื่อมปลายคือ 7 ดังนั้น (i-j) สำหรับกิจกรรม G คือ (3-7)

- กิจกรรม G มีเวลาในการดำเนินงานเป็น 1 สัปดาห์ ซึ่งอ่านได้จากรายละเอียดของโครงการจากตารางที่ 1 ดังนั้นกิจกรรม G จึงมี t = 1

- ES ของกิจกรรม G คือเวลาเริ่มเร็วที่สุดในการทำกิจกรรม G เราจะหาค่าได้โดยการอ่านค่า ES ณ จุดเชื่อมต้นของ G คือ จุดเชื่อมที่ 3 (เนื่องจากเป็นจุดเชื่อมที่แสดงถึงการเริ่มต้นทำกิจกรรม) ซึ่ง ณ จุดเชื่อมที่ 3 มีค่า ES เป็น 7 ตามที่เราเคยได้คำนวณไว้แล้วในรูปที่ 16 ดังนั้นค่า ES ของกิจกรรม G คือ 7 นั่นคือกิจกรรม G เริ่มต้นอย่างเร็วที่สุดในสัปดาห์ที่ 7 ของโครงการ

- LF ของกิจกรรม G คือเวลาในการทำกิจกรรม G เสร็จได้ช้าที่สุด ราสามารถหาค่าได้จากการอ่านค่า LF ณ จุดเชื่อมปลายของกิจกรรม G ซึ่งในที่นี้คือจุดเชื่อมที่ 7 (เนื่องจากเป็นจุดเชื่อมที่แสดงถึงการทำกิจกรรมเสร็จสิ้น) ซึ่ง ณ จุดเชื่อมที่ 7 มีค่า LF เป็น 16 ตามที่เราเคยได้คำนวณไว้แล้วในรูปที่ 16 ดังนั้นค่า LF ของกิจกรรม G คือ 16 นั่นคือการทำกิจกรรม G จะเสร็จได้อย่างช้าที่สุดในสัปดาห์ที่ 16 ของโครงการ

- LS ของกิจกรรม G คือเวลาอย่างช้าที่สุดในการเริ่มต้นทำกิจกรรม G ซึ่งหาได้จากสูตร LS = LF - t ค่า LF ของกิจกรรม G คือ 16 และกิจกรรม G มีค่า t เท่ากับ 1 ดังนั้น LS ของกิจกรรม G = 16 - 1 = 15 นั่นคือกิจกรรม G จะเริ่มต้นอย่างช้าที่สุดได้ในสัปดาห์ที่ 15

- EF ของกิจกรรม G คือเวลาในการทำกิจกรรม G เสร็จได้อย่างเร็วที่สุด ซึ่งหาได้จากสูตร EF = ES + t ค่า ES ของกิจกรรม G คือ 7 และกิจกรรม G มีค่า t เท่ากับ 1 ดังนั้น EF ของกิจกรรม G = 7 + 1 = 8 นั่นคือในการทำกิจกรรม G จะเสร็จได้อย่างเร็วที่สุดในสัปดาห์ที่ 8

● FS ของกิจกรรม G คือจำนวนวันในการทำกิจกรรม G ที่อาจล่าช้าได้แล้วไม่ทำให้กิจกรรมที่อยู่ในลำดับถัดไป ซึ่งในที่นี้คือกิจกรรม H (พิจารณาได้จากข่ายงานในรูปที่ 16) ต้องเลื่อนเวลาเริ่มต้นทำกิจกรรมอย่างเร็วที่สุด (ES) ออกไป ซึ่ง FS หาได้จากสูตรดังนี้ $FS = ES_j - ES_i - t_{ij}$ จากที่กล่าวในตอนต้น เราพบแล้วว่า กิจกรรม G มีจุดเชื่อมเริ่มต้น (จุดเชื่อม i) อยู่ที่จุดเชื่อมที่ 3 และจุดเชื่อมปลาย (จุดเชื่อม j) อยู่ที่จุดเชื่อมที่ 7 เมื่อเราดูค่าจากข่ายงานในรูปที่ 16 พบว่า ES ณ จุดเชื่อมที่ 7 มีค่าเป็น 8 และ ES ณ จุดเชื่อมที่ 3 มีค่าเป็น 7 สำหรับค่า t_{ij} สามารถอ่านได้จากข่ายงานในรูปที่ 16 พบว่า t_{37} ซึ่งในที่นี้คือ t ของกิจกรรม G นั่นเอง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 ดังนั้น FS ของกิจกรรม G เท่ากับ 8 - 7 - 1 = 0 นั่นคือแสดงว่ากิจกรรม G ไม่อาจล่าช้าได้เลย หรือเราไม่สามารถทำกิจกรรม G ได้นานกว่า 1 สัปดาห์ เพราะว่าถ้าทำกิจกรรม G นานเกิน 1 สัปดาห์ จะทำให้กิจกรรมในลำดับถัดไป ในที่นี้คือกิจกรรม H จะต้องเลื่อนกำหนดเวลาเริ่มต้น (ES) ช้าออกไปอีก

● TS ของกิจกรรม G คือจำนวนวันในการทำกิจกรรม G ที่อาจล่าช้าได้แล้วไม่ทำให้กำหนดเวลาเสร็จสิ้นโครงการต้องเปลี่ยนแปลงล่าช้าออกไป ค่า TS สามารถหาได้จากสูตร TS = LS - ES โดยกิจกรรม G มีค่า LS = 15 และมีค่า ES = 7 ดังนั้น TS ของกิจกรรม G = 15 - 7 = 8 วัน นอกจากนั้นเราอาจจะหาค่า TS จากสูตร TS = LF - EF ซึ่งจะให้ค่าที่เท่ากันเหมือนกับใช้สูตรแรก โดย LF ของกิจกรรม G มีค่าเท่ากับ 16 และ EF ของกิจกรรม G มีค่าเท่ากับ 8 ดังนั้นถ้าใช้สูตรนี้จะหาค่า TS ดังนี้ TS = 16 - 8 = 8 สัปดาห์ ค่า TS ของกิจกรรม G = 8 สัปดาห์ หมายความว่าการทำกิจกรรม G สามารถล่าช้าออกไปได้ 8 สัปดาห์ แล้วไม่ทำให้กำหนดเวลาเสร็จสิ้นของโครงการต้องนานเกินกว่า 17 สัปดาห์ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าการทำกิจกรรม G จะทำนานที่สุดได้ 9 สัปดาห์ (1 + 8) จึงไม่ทำให้เวลาเสร็จสิ้นของโครงการต้องนานเกินกว่า 17 สัปดาห์

สำหรับการกำหนดหรือคำนวณกำหนดเวลาของโครงการสำหรับกิจกรรมอื่นๆ และการแปลความหมาย ก็สามารถทำได้โดยวิธีเดียวกับกิจกรรม G ซึ่งได้อธิบายรายละเอียดไว้ข้างต้นแล้ว เมื่อคำนวณทุกกิจกรรมเสร็จสามารถนำกำหนดเวลาต่างๆมาแสดงไว้ในตารางที่ 3 ได้ดังนี้

ตารางที่ 3 ตารางกำหนดเวลาของโครงการเปิดกิจการให้บริการถ่ายเอกสาร

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

[1] LS = LF - t [2] EF = ES + t

[3] FS = ES, - ES, - t_{ij} [4] TS = LS - ES หรือ TS = LF - EF

√ แสดงว่าเป็นกิจกรรมวิกฤต

หมายเหตุ การระบุว่ากิจกรรมใดคือกิจกรรมวิกฤต นอกจากจะพิจารณาได้ตามหัวข้อ 3.4 ที่ได้อธิบายข้างต้นแล้ว อาจจะพิจารณาได้จากค่า TS ก็ได้ กิจกรรมวิกฤตคือกิจกรรมที่มีค่า TS = 0 และเมื่อมีค่า TS = 0 แล้วก็จะต้องมีค่า FS = 0 ด้วยเสมอ

จากข่ายงานและการคำนวณที่แสดงในตัวอย่างข้างต้น สามารถที่จะให้ข้อมูลแก่ผู้บริหารโครงการได้ คือ โครงการนี้จะใช้เวลาดำเนินงานรวม 17 สัปดาห์ตามรายละเอียดการกำหนดงานแต่ละกิจกรรมดังแสดงในตารางเวลาคือตารางที่ 3 กิจกรรมสำคัญที่ต้องดูแลไม่ให้ช้าไปกว่ากำหนดมี 5 กิจกรรม คือ กิจกรรม A, C, E, I, และ J สำหรับกิจกรรม G และ H ล่าช้าได้กิจกรรมละ 8 สัปดาห์

การคำนวณข่ายงานแบบ PERT

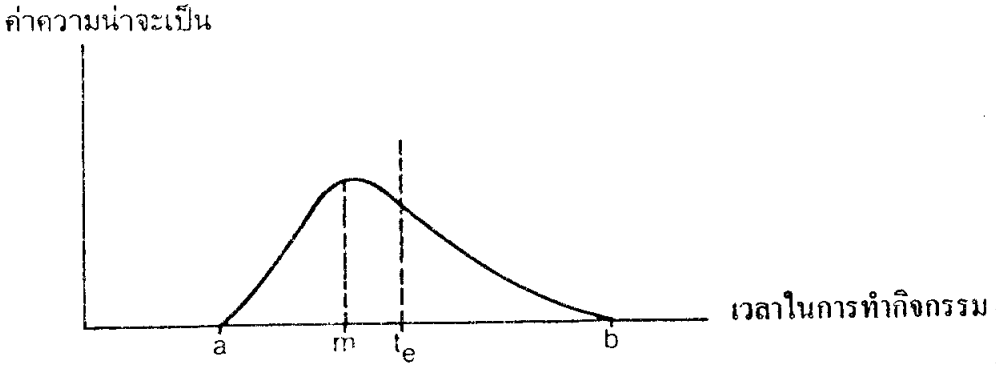
ในตัวอย่างที่ผ่านมา สามารถกำหนดระยะเวลาดำเนินงานของแต่ละกิจกรรมได้แน่นอน เช่น กิจกรรม A ใช้เวลา 4 สัปดาห์ กิจกรรม B ใช้เวลา 3 สัปดาห์ เป็นต้น ทั้งนี้ ต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้รับผิดชอบกิจกรรมนั้นๆ ในการประมาณเวลาดำเนินงานต่างๆ แต่ในกรณีที่เป็นงานโครงการใหม่ๆ ที่ไม่เคยทำมาก่อน ผู้บริหารหรือผู้รับผิดชอบกิจกรรมนั้นๆ จะไม่สามารถประเมินเวลาที่ใช้ทำกิจกรรมต่างๆ ให้แน่ชัดลงไปได้ เนื่องจากมีความไม่แน่นอนเกี่ยวกับเวลาดำเนินงานของกิจกรรม จึงประมาณเวลาของแต่ละกิจกรรมเป็น 3 ค่า ดังนี้

1) จำนวนเวลาที่ทำกิจกรรมเสร็จได้เร็วที่สุด (optimistic time) ใช้สัญลักษณ์ a

2) จำนวนเวลาที่ทำกิจกรรมเสร็จได้ช้าที่สุด (pessimistic time) ใช้สัญลักษณ์ b

3) จำนวนเวลาที่ทำกิจกรรมเสร็จได้เป็นส่วนมาก (most likely time) ใช้สัญลักษณ์ m

การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาดำเนินงานของกิจกรรมต่างๆ ถูกสมมติว่าเป็นแบบเบต้า (beta distribution) ซึ่งมีรูปร่างของการแจกแจงดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 แสดงการแจกแจงแบบเบต้าของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

และจากทฤษฎีของการแจกแจงแบบเบต้า เราสามารถที่จะประมาณเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมได้จากสูตร ดังนี้

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

t_e คือ ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

เมื่อคำนวณหาค่า t_e ของแต่ละกิจกรรมได้แล้ว จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์เพื่อทำการหาเส้นทางวิกฤตของข่ายงานต่อไปโดยใช้ค่า t_e ตามขั้นตอนของ PERT/CPM ข่ายงานที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น ซึ่งจะทำให้ทราบถึงเวลาที่คาดหวังว่าโครงการจะเสร็จสิ้น (expected time)

เนื่องจากเวลาที่คาดหมายของโครงการได้มาจากผลรวมของค่าเฉลี่ยของเวลาในการทำกิจกรรมที่อยู่บนเส้นวิกฤต ซึ่งเป็นเวลาที่ได้มาจากการประมาณทั้งสิ้น ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าเวลาที่โครงการจะเสร็จสิ้นมีโอกาสที่จะคลาดเคลื่อนไปจากกำหนดได้ จึงต้องมีการคำนวณหาความน่าจะเป็นที่โครงการจะเสร็จสิ้นตามกำหนดเวลาว่าเป็นเท่าใด โดยอาศัยค่าความแปรปรวน (variance)ของแต่ละกิจกรรมบนเส้นวิกฤต ซึ่งค่าความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมสามารถหาได้จากการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบเบต้าได้จากสูตรต่อไปนี้

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

σ^2 คือ ความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม

เมื่อเราสามารถกำหนดสายงานวิกฤต พร้อมทั้งคำนวณหาความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมได้แล้ว ต่อไปจะคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงการ (project standard deviation) ได้จากสูตรดังนี้

$$\text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของโครงการ} = \sqrt{\text{ผลรวมค่าความแปรปรวนของกิจกรรมวิกฤต}}$$

ข้อมูลค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงการจะช่วยในการตัดสินใจปัญหาเกี่ยวกับโอกาสที่จะบริหารโครงการให้แล้วเสร็จภายในเวลาที่กำหนด นั่นก็คือสามารถนำมาหาค่าความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จภายในเวลาที่กำหนด โดยมีสมมติฐานที่สำคัญ ได้แก่ เวลาแล้วเสร็จของโครงการมีการกระจายแบบปกติ และเวลาทำงานของกิจกรรมต่างๆ เป็นอิสระต่อกัน

ในการที่จะคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จภายในเวลาที่กำหนดก่อนอื่นนั้นเราจะต้องคำนวณหาค่าคะแนนมาตรฐาน (standard score) เสียก่อน ซึ่งสูตรในการคำนวณหาค่าคะแนนมาตรฐานเป็นดังนี้

$$Z = \frac{(ST - ET)}{\text{S.D. ของโครงการ}}$$

Z คือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน (normal distribution)

ST คือ เวลาของโครงการที่กำหนดขึ้น (schedule time)

ET คือ เวลาที่คาดหมายว่าโครงการจะเสร็จสิ้น (expected time)

SD หาได้จาก $\sqrt{\text{ผลรวมค่าความแปรปรวนของกิจกรรมวิกฤต}}$

เมื่อคำนวณค่า Z ได้แล้ว เราสามารถนำไปหาค่าความน่าจะเป็นจากตารางของการแจกแจงแบบปกติได้

ในตัวอย่างต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นถึงการใช้สูตรต่างๆ ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้นในการวิเคราะห์ข่ายงานแบบ PERT

ตัวอย่างที่ 3

ถ้าโครงการผลิตหนึ่งประกอบด้วยกิจกรรมย่อย A, B, C, ..., F โดยมีรายละเอียดของโครงการดังนี้

ตารางที่ 4 รายละเอียดกิจกรรมของโครงการผลิต

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำก่อน	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

- การแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาดำเนินงานของกิจกรรมต่างๆ เป็นแบบเบต้า โดยที่

a คือ ระยะเวลาที่ทำกิจกรรมเสร็จได้เร็วที่สุด

b คือ ระยะเวลาที่ทำกิจกรรมเสร็จได้ช้าที่สุด

m คือ ระยะเวลาที่ทำกิจกรรมเสร็จได้เป็นส่วนมาก

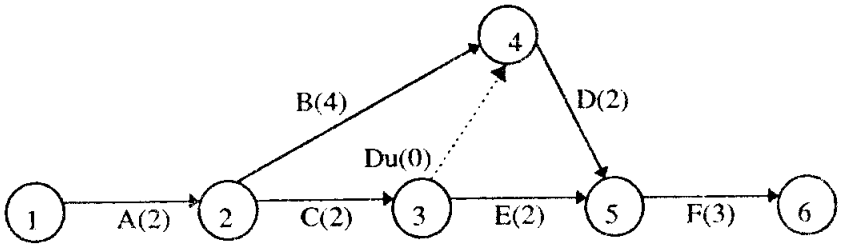
ให้ใช้ขั้นตอนของ PERT/CPM ช่วยในการบริหารโครงการนี้

ในขั้นตอนแรกนั้น เราจะต้องทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมเสียก่อน ซึ่งสามารถคำนวณหาได้โดยใช้สูตรจากที่ได้อธิบายไว้แล้วในตอนต้น ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 5 การคำนวรหาค่า t_e และ σ^2 ของกิจกรรม

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

เมื่อทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมแล้ว ขั้นต่อไปก็ทำการสร้างข่ายงาน ซึ่งข่ายงานของโครงการนี้สามารถเขียนได้ดังรูปที่ 18

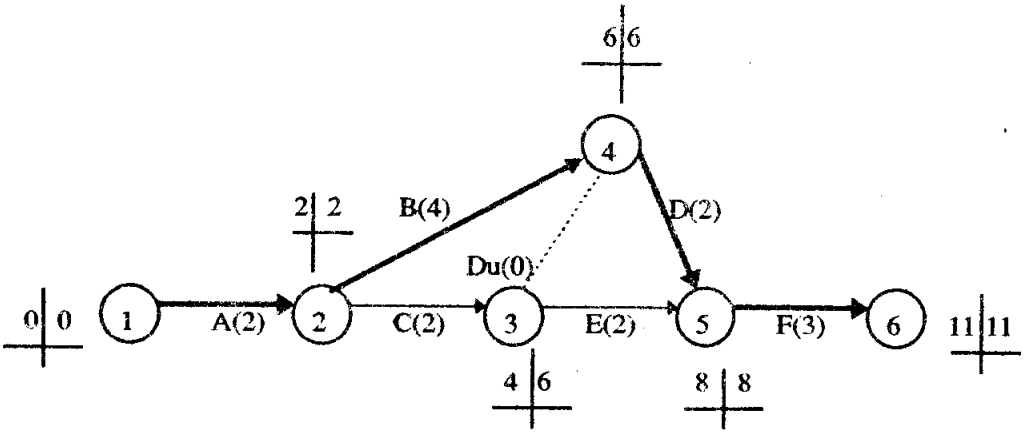


รูปที่ 18 ข่ายงานของโครงการผลิตอย่างหนึ่ง

เมื่อได้เขียนข่ายงานของโครงการแล้ว ขั้นต่อมาก็ทำการวิเคราะห์ข่ายงานดังกล่าวของโครงการ ซึ่งจากที่เคยกล่าวในตอนต้นแล้วว่าในการวิเคราะห์ข่ายงาน จะต้องกระทำตามขั้นตอนดังนี้

1) คำนวณเวลาเริ่มต้นทำกิจกรรมอย่างเร็วที่สุด (ES)
2) คำนวณเวลาเสร็จสิ้นอย่างช้าที่สุดของกิจกรรม (LF)
3) ระบุเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานโครงการ
4) กำหนดกิจกรรมวิกฤต
5) สร้างตารางแสดงกำหนดเวลาของโครงการ

เราสามารถทำการคำนวณหาเวลา ES และ LF ได้ดังนี้



รูปที่ 19 การคำนวณหาเวลา ES และ LF

จากรูปที่ 19 แสดงให้เห็นว่าโครงการนี้จะใช้เวลาดำเนินการโดยเฉลี่ย 11 สัปดาห์ โดยมีกิจกรรมวิกฤตคือกิจกรรม A, B, D, และ F และสายงานวิกฤตคือ 1-2-4-5-6

ต่อมาเราก็ทำการสร้างตารางแสดงกำหนดเวลาของโครงการได้ดังนี้

ตารางที่ 6 ตารางกำหนดเวลาโครงการผลิต

กิจกรรม	t_e	σ^2	ES	LS	EF	LF	FS	TS	
A	2	$(^1/_3)^2$	0	0	2	2	0	0	√
B	4	$(^2/_3)^2$	2	2	6	6	0	0	√
C	2	$(^1/_3)^2$	2	4	4	6	0	2	
D	2	$(^1/_3)^2$	6	6	8	8	0	0	√
E	2	$(^1/_3)^2$	4	6	6	8	2	2	
F	3	$(^4/_3)^2$	8	8	11	11	0	0	√

√ แสดงว่าเป็นกิจกรรมวิกฤต

เมื่อสร้างตารางกำหนดเวลาโครงการผลิตเสร็จแล้ว ต่อมาเราก็จะทำการคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงการ (project standard deviation) จากสูตรที่ได้เคยกล่าวไว้แล้วในตอนต้นคือ

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของโครงการ $= \sqrt{\text{ผลรวมค่าความแปรปรวนของกิจกรรมวิกฤต}}$

$$= \sqrt{^1/_9 + ^4/_9 + ^1/_9 + ^{16}/_9}$$

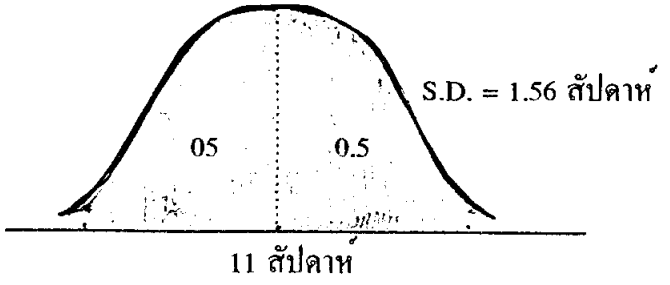
$$= \sqrt{^{22}/_9}$$

$$= \sqrt{2.444}$$

$$= 1.56 \text{ สัปดาห์}$$

สาเหตุที่ต้องมีการคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของโครงการจากสูตรดังกล่าวข้างต้น เนื่องจากถึงแม้การคำนวณจะแสดงกำหนดแล้วเสร็จของโครงการดังกล่าวว่าจะใช้เวลาดำเนินงาน 11 สัปดาห์ แต่เนื่องจากมีความไม่แน่นอนเกี่ยวกับเวลาทำงานของกิจกรรมต่างๆ ดังนั้นถ้าการดำเนินงานของกิจกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมวิกฤตเสร็จช้ากว่าเวลาเฉลี่ย (t_e) ก็จะทำให้กำหนดแล้วเสร็จของโครงการเปลี่ยนแปลงไปด้วย หรือ กล่าวโดยทั่วไปว่าความเบี่ยงเบนของกิจกรรมวิกฤต จะมีผลต่อกำหนดแล้วเสร็จของโครงการ

จากที่กล่าวมาในตอนต้นแล้วว่าสมมติฐานที่สำคัญของการคำนวณข่ายงานแบบ PERT ได้แก่ เวลาแล้วเสร็จของโครงการมีการกระจายแบบปกติ และเวลาทำงานของกิจกรรมต่างๆ เป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นจะแสดงกำหนดแล้วเสร็จของโครงการผลิต ได้ดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 กำหนดแล้วเสร็จของโครงการ

จากรูปที่ 20 แสดงว่ามีโอกาส 50% ที่จะทำโครงการนี้เสร็จภายใน 11 สัปดาห์ และมีโอกาส 50% เช่นเดียวกันที่จะทำโครงการนี้เสร็จโดยใช้เวลาเกิน 15 สัปดาห์

จากตัวอย่างที่ 3 นี้ ถ้าต้องการทราบต่อไปว่าโอกาสที่โครงการจะแล้วเสร็จภายใน 15 สัปดาห์ (15 สัปดาห์ หรือเร็วกว่า 15 สัปดาห์) มีเท่าไหร่ เราสามารถหาคำตอบได้ดังนี้

เริ่มด้วยการคำนวณหาค่า Z

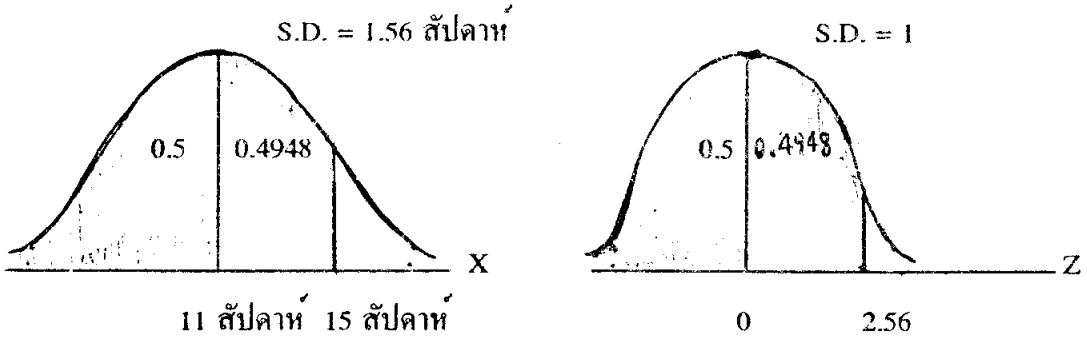
$$Z = \frac{(ST - ET)}{\text{S.D.ของโครงการ}}$$

$$= \frac{15 - 11}{1.56}$$

$$= 2.56$$

นำค่า Z = 2.56 ไปเปิดตารางการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน ได้ค่าความน่าจะเป็นที่ Z = 0.48 เท่ากับ 0.5 + 0.4948 = 0.9948 กล่าวได้ว่ามีโอกาสประมาณ 99.48 เปอร์เซ็นต์ที่จะทำโครงการนี้แล้วเสร็จภายใน 15 สัปดาห์

ซึ่งสามารถแสดงการคำนวณให้เข้าใจยิ่งขึ้นโดยใช้รูปต่อไปนี้



รูปที่ 21 การคำนวณหาโอกาสที่โครงการจะแล้วเสร็จภายใน 15 สัปดาห์

จากตัวอย่างที่ 3 นี้ ถ้าต้องการทราบต่อว่า ถ้ากำหนดโอกาสความน่าจะเป็นที่โครงการจะดำเนินงานแล้วเสร็จเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ ให้ทำการหาว่าเวลาดำเนินการแล้วเสร็จของโครงการจะเป็นภายในกี่วัน

เราสามารถหาคำตอบนี้ได้โดยการเปิดตาราง Z โดยดูที่โอกาสความน่าจะเป็นเท่ากับ 80% ซึ่งจากตารางโอกาสความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.7995 หรือประมาณ 0.8 ได้ค่า Z = 0.84 แล้วนำมาแทนค่าในสูตร

$$Z = \frac{ST - ET}{\text{S.D. ของโครงการ}}$$

$$0.84 = \frac{ST - 11}{1.56}$$

$$ST = (0.84)(1.56) + 11$$

$$= 1.3104 + 11$$

$$= 12.31 \text{ สัปดาห์}$$

นั่นคือแสดงว่าโอกาสที่โครงการจะดำเนินงานแล้วเสร็จ 80% อยู่ที่เวลาดำเนินงานของโครงการแล้วเสร็จภายในเวลา 12.31 สัปดาห์

จากตัวอย่างที่ 3 ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ สามารถสรุปข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข่ายงานและการคำนวณเพิ่มเติมต่างๆ ดังนี้

1) โครงการนี้จะใช้เวลาดำเนินงานโดยเฉลี่ย 11 สัปดาห์
2) โกาสที่โครงการจะแล้วเสร็จภายในกำหนดเวลา 15 สัปดาห์ มี 99.48%
3) โอกาสที่โครงการจะดำเนินงานแล้วเสร็จ 80% อยู่ที่เวลาดำเนินงานของโครงการแล้วเสร็จภายในเวลา 12.31 สัปดาห์
4) กิจกรรมวิกฤตคือ กิจกรรม A, B, D, F ซึ่งถ้ามีเหตุให้กิจกรรมเหล่านี้เสร็จช้ากว่ากำหนดจะทำให้โครงการเสร็จช้าตามไปด้วย
5) กิจกรรมไม่วิกฤต คือ กิจกรรม C, E โดยแต่ละกิจกรรมมีเวลาที่จะล่าช้าได้เป็น 2 วัน ดังนั้นในบางสถานการณ์สามารถดึงทรัพยากรจากกิจกรรมไม่วิกฤตเหล่านี้ไปใช้ในกิจกรรมวิกฤตได้
6) ให้การกำหนดแผนงานในการทำกิจกรรมต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 6

การเร่งโครงการ (ดัดแปลงจาก สุทธิมา ชำนาญเวช, 2538 : 269 - 283)

ดังที่ทราบแล้วว่ากิจกรรมวิกฤตคือกิจกรรมที่สำคัญ ถ้ากิจกรรมวิกฤตเสร็จช้ากว่าที่กำหนดไว้โครงการก็จะเสร็จช้าไปด้วย การควบคุมโครงการให้แล้วเสร็จตามกำหนดจึงจำเป็นต้องควบคุมกิจกรรมวิกฤตให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ จากการที่กิจกรรมวิกฤตมีผลกระทบโดยตรงต่อกำหนดแล้วเสร็จของโครงการเช่นนี้ ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องเร่งโครงการให้เสร็จเร็วขึ้นสามารถทำได้โดยการเร่งกิจกรรมวิกฤตให้เสร็จเร็วกว่ากำหนด ทั้งนี้ มีสมมติฐานว่ากิจกรรมจะเสร็จเร็วขึ้นถ้าเพิ่มทรัพยากรในการดำเนินงาน เช่น คนงาน เวลา เครื่องมือเครื่องใช้ ฯลฯ ซึ่งหมายถึงค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมนั้นๆ จะเพิ่มสูงขึ้นกว่าการทำงานตามปกติ โดยให้เวลาและค่าใช้จ่ายดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง อนึ่ง ในโครงการหนึ่งๆ มีกิจกรรมวิกฤตมากกว่าหนึ่งกิจกรรม แต่ละกิจกรรมมีการดำเนินงานที่ต่างกัน ทรัพยากรที่ใช้ต่างกัน เป็นเหตุให้ค่าใช้จ่ายในการทำงานแตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อมีความจำเป็นต้องเร่งโครงการให้เสร็จเร็วกว่ากำหนด

ผู้บริหารโครงการต้องสามารถวิเคราะห์ได้ว่าควรเร่งกิจกรรมใดจึงจะมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล กล่าวคือ เสียค่าใช้จ่ายในการเร่งโครงการต่ำที่สุดและโครงการเสร็จเร็วขึ้นตามที่ต้องการ

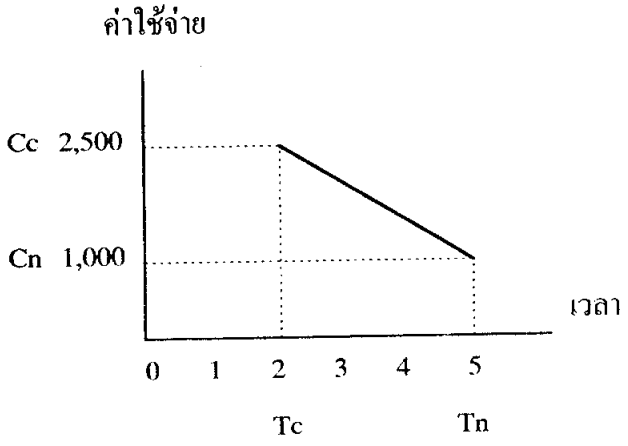
การเร่งโครงการเป็นการวิเคราะห์ที่เน้นความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าใช้จ่าย (time-cost tradeoffs) จึงจำเป็นต้องมีข้อมูลดังต่อไปนี้

1) เวลาดำเนินงานตามปกติ (normal time, Tn) คือเวลาดำเนินงานที่ประมาณไว้ในขั้นตอนการวางแผน

2) เวลาดำเนินงานอย่างเร่งรัด (crash time, Tc) คือระยะเวลาสั้นที่สุดที่จะเร่งกิจกรรมนั้นๆ ได้ เช่น กิจกรรม A โดยปกติใช้เวลาดำเนินงาน 5 วัน แต่สามารถเร่งรัดให้เสร็จได้โดยใช้เวลา 2 วัน เป็นต้น

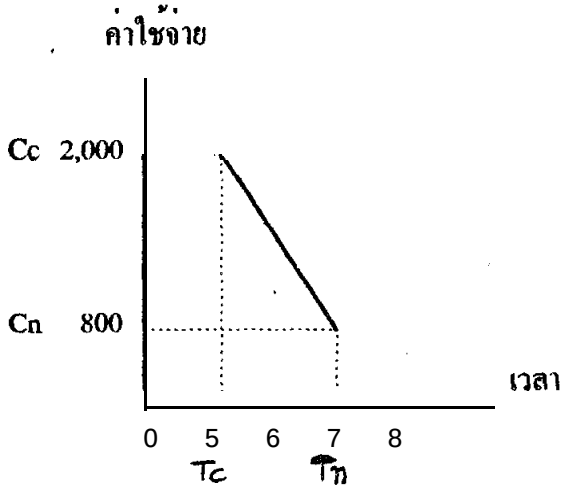
3) ค่าใช้จ่ายปกติ (normal cost, Cn) คือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อกิจกรรมมีการดำเนินงานตามปกติ

4) ค่าใช้จ่ายเร่งรัด (crash cost, Cc) คือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อเร่งกิจกรรมนั้นๆ ให้เสร็จโดยเร็วที่สุด เช่น ถ้าทำกิจกรรม A ตามปกติจะใช้เวลา 5 วัน และมีค่าใช้จ่าย 1,000 บาท แต่ถ้าเร่งให้เสร็จใน 2 วัน จะต้องจ้างคนงานเพิ่ม ต้องจัดหาเครื่องมือเครื่องใช้เพิ่มขึ้นเป็น 2,500 บาท



รูปที่ 22 เวลาและค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรม A

จากตัวอย่างงข้อมูลเวลาและค่าใช้จ่ายของกิจกรรม A เพียงกิจกรรมเดียว ไม่สามารถสรุปได้ว่ากิจกรรม A มีค่าใช้จ่ายในการเร่งงานสูงหรือต่ำ จำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบกับกิจกรรมอื่น เช่น กิจกรรม B มีเวลาดำเนินงานตามปกติ 7 วันโดยมีค่าใช้จ่ายตามปกติ 800 บาท โดยมีค่าใช้จ่ายตามปกติ 800 บาท สามารถเร่งกิจกรรม B ให้เสร็จโดยใช้เวลาเพียง 5 วัน โดยที่ค่าใช้จ่ายจะเพิ่มขึ้นเป็น 2,000 บาท



รูปที่ 23 เวลาและค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรม B

ในการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเร่งงาน จะทำการคำนวณค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่อหนึ่งหน่วยเวลา (crash cost per time period) ของทั้งสองกิจกรรมเปรียบเทียบกันดังนี้

$$\text{ค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่อหนึ่งหน่วยเวลา} = \frac{Cc - Cn}{Tn - Tc}$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายในการเร่งงาน 1 วัน (A)} = \frac{2,500 - 1,000}{5 - 2}$$

$$= 500 \text{ บาท}$$

ค่าใช้จ่ายในการเร่งงาน 1 วัน (B) $= \frac{2,000 - 800}{7 - 5}$

$= 600$ บาท

การคำนวณข้างต้นสามารถสรุปได้ว่ากิจกรรม A มีค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่ำกว่ากิจกรรม B ดังนั้นในการเร่งโครงการจะต้องทำการคำนวรค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่อหน่วยเวลาของทุกกิจกรรมในโครงการก่อน เมื่อเรียบร้อยแล้วจึงทำการคำนวณตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ในการเร่งโครงการ เช่น ต้องการให้โครงการแล้วเสร็จโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรือต้องการทำโครงการซ่อมบำรุงโรงงานและเครื่องจักรให้เสร็จใน 24วัน หรือต้องการเร่งโครงการโดยให้เกิดค่าใช้จ่ายทางตรงและทางอ้อมรวมแล้วต่ำที่สุด เป็นต้น

ขั้นที่ 2 คำนวณเวลาแล้วเสร็จตามปกติของโครงการ ระบุเส้นทางวิกฤตและกิจกรรมวิกฤต

ขั้นที่ 3 เร่งกิจกรรมวิกฤตที่มีค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่อหน่วยเวลาต่ำที่สุด ในกรณีที่มีเส้นทางวิกฤตมากกว่า 1 เส้นทาง ให้เลือกกิจกรรมวิกฤตที่มีค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่ำที่สุดในแต่ละเส้นทาง และเร่งกิจกรรมเหล่านั้นให้เสร็จเร็วขึ้นเท่าๆ กัน เช่น เร่งกิจกรรม A และ B ให้เสร็จเร็วขึ้นกิจกรรมละ 4 วัน กล่าวคือ ถ้าปกติ A ใช้เวลา 10 วัน จะเร่งให้เสร็จใน 6 วัน และตามปกติ ใช้เวลา 14 วัน จะเร่งให้เสร็จใน 10 วัน เป็นต้น

ขั้นที่ 4 คำนวณเวลาแล้วเสร็จของโครงการ ถ้าโครงการยังไม่เสร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ กลับไปทำขั้นตอนที่ 3 ถ้าเป็นไปตามเป้นหมายทำขั้นที่ 5

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบแผนงานการเร่งโครงการเพื่อปรับปรุงการกำหนงาน ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นลงไปได้บางส่วน

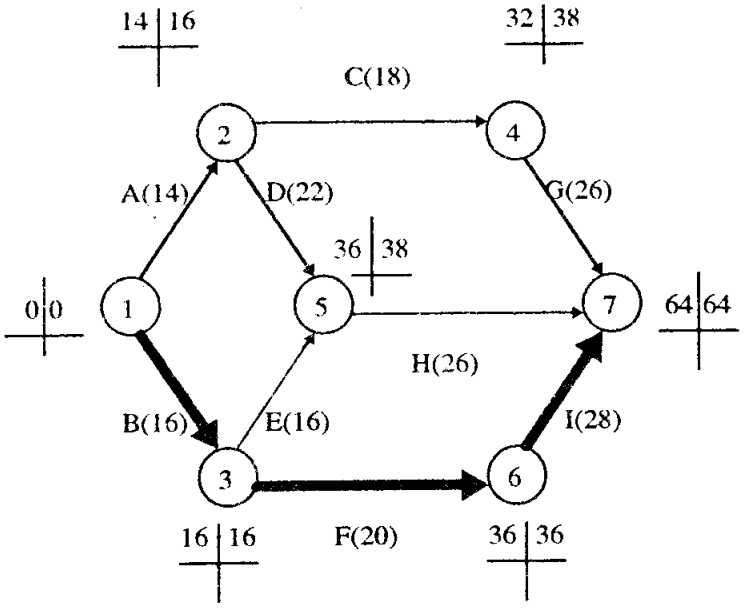
ตัวอย่างที่ 4

โครงการหนึ่งประกอบด้วยกิจกรรมจำนวน 9 กิจกรรม A, B, C, ...I ซึ่งมีรายละเอียดตามเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงานดังแสดงในตารางที่ 7 ต่อไปนี้

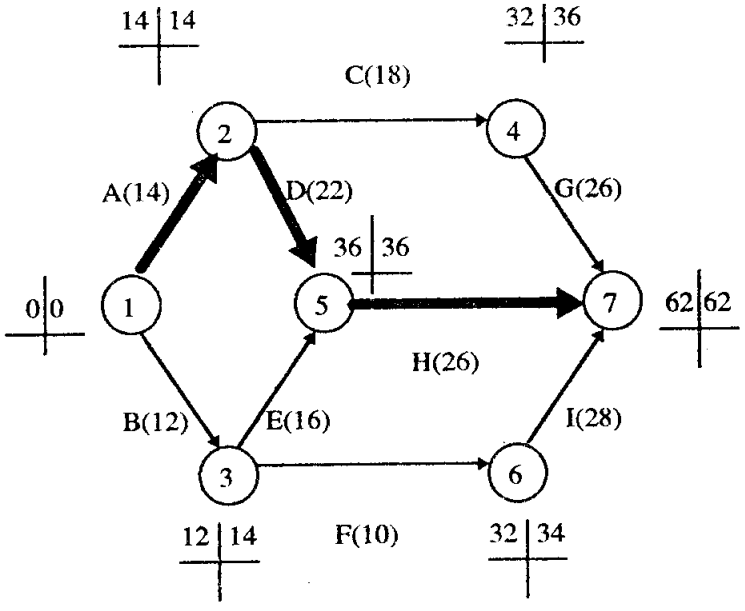
ตารางที่ 7 รายละเอียดเวลาและค่าใช้จ่ายโครงการ

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำก่อน	ระยะเวลา (วัน) ปกติ	เร่ง	ค่าใช้จ่าย (บาท) ปกติ	เร่ง	ค่าใช้จ่ายในการเร่งงาน 1 วัน (บาท)
A	-	14	12	1,200	1,500	150
B	-	16	12	1,500	1,800	75
C	A	18	14	1,800	1,500	200
D	A	22	18	2,200	1,500	125
E	B	16	10	1,700	1,500	116.67
F	B	20	14	2,000	1,500	100
G	C	26	22	2,600	1,500	200
H	D, E	26	24	2,800	1,500	100
I	F	28	20	3,000	1,500	125
		รวม		18,800	24,000	

จากการคำนวณในรูปที่ 24 โครงการนี้ใช้เวลาดำเนินงานตามปกติ รวม 64 วัน โดยมีเส้นทางวิกฤต 1-3-6-7 และมีกิจกรรมวิกฤต คือ กิจกรรม A, F และ I ถ้าต้องการเร่งโครงการนี้ให้แล้วเสร็จในเวลา 56 วัน ควรมีการกำหนดงานอย่างไร จึงจะทำโครงการนี้ได้เสร็จตามเป้าหมายและเสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด จากการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่อวันของกิจกรรมวิกฤต ปรากฏว่ากิจกรรม B มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด คือวันละ 75 บาท ในขั้นนี้จึงทำการคำนวณหาเวลาแล้วเสร็จของโครงการถ้ามีการเร่งกิจกรรม B ให้เสร็จเร็วที่สุด คือ 12 วัน ดังแสดงในรูปที่ 25



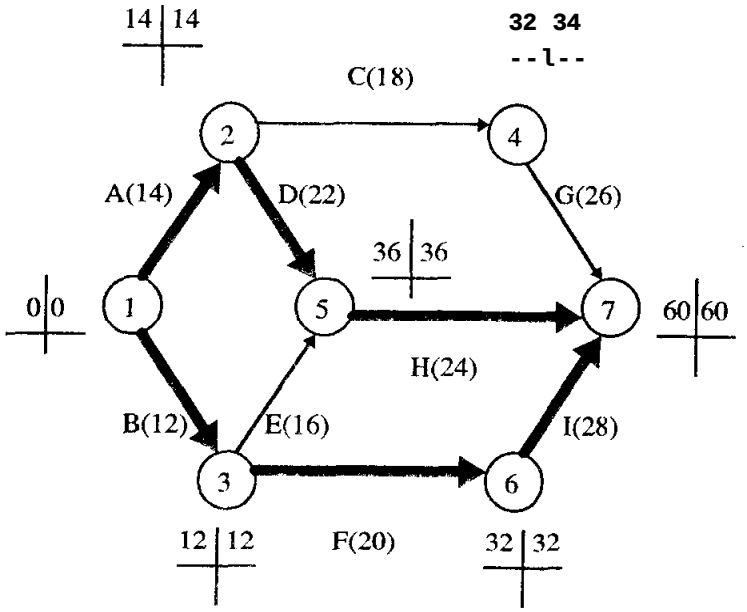
รูปที่ 24 ข่ายงานแสดงการคำนวณเวลาและระบุกิจกรรมวิกฤต



* กิจกรรมที่เร่งให้เสร็จเร็วกว่ากำหนดปกติ

รูปที่ 25 กำหนดเวลาของโครงการเมื่อมีการเร่งงานกิจกรรม B

จากรูปที่ 25 ถ้ามีการกำหนดงานโดยเร่งกิจกรรม B เพียงกิจกรรมเดียวจะทำให้กำหนดแล้วเสร็จของโครงการเร็วขึ้นเป็น 62 วัน โดยมีกิจกรรม A, D และ H เป็นกิจกรรมวิกฤต แต่การเร่งกิจกรรม B เพียงกิจกรรมเดียวไม่สามารถทำให้โครงการเสร็จตามกำหนดที่วางไว้คือ 56 วันได้ จึงต้องทำการเร่งกิจกรรมอื่นด้วย โดยพิจารณากิจกรรมวิกฤต A, D, H ปรากฏว่ากิจกรรม H มีค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่อวันต่ำที่สุดคือ 100 บาท จึงเลือกเร่งกิจกรรม H เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งกิจกรรมโดยเร่งให้เสร็จเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ นั่นคือ ให้ใช้เวลาทำงานเพียง 24 วัน แสดงการคำนวณเวลาของโครงการได้ดังนี้



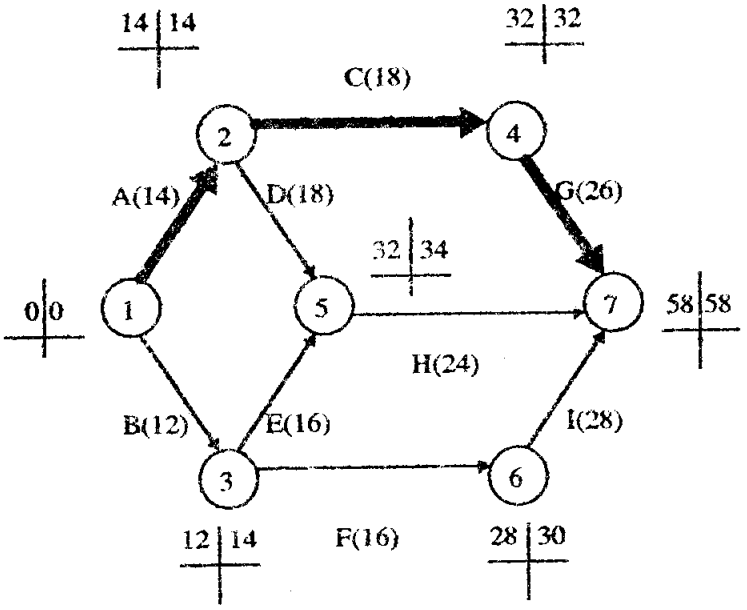
รูปที่ 26 กำหนดเวลาของโครงการเมื่อมีการเร่งกิจกรรม B และ H

จากข่ายงานข้างต้นแสดงให้เห็นว่าถ้ามีการเร่งกิจกรรม B และ H จะทำให้โครงการนี้เสร็จเร็วขึ้นเป็น 60 วัน โดยมีกิจกรรม A, B, D, F, H และ I เป็นกิจกรรมวิกฤต อย่างไรก็ตามกำหนดเวลาของโครงการยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ แสดงว่าการเร่งกิจกรรมเพียงสองกิจกรรมคือ B และ H ไม่เพียงพอที่จะทำให้โครงการแล้วเสร็จตามต้องการ จึงต้องพิจารณาเร่งกิจกรรมอื่นอีก ในกรณีนี้มีเส้นทางวิกฤตเกิดขึ้น 2 เส้นทางคือ เส้นทางที่ผ่านจุดเชื่อม 1-2-5-7 ซึ่ง

ประกอบด้วยกิจกรรม A, D และ H และเส้นทางที่ผ่านจุดเชื่อม 1-3-6-7 ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม B , F และ I

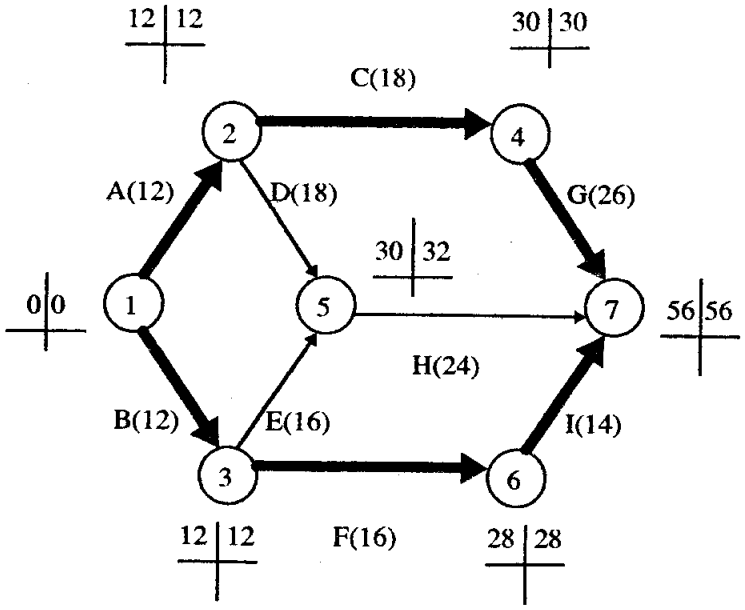
เส้นทาง 1-2-5-7	เส้นทาง 1-3-6-7
กิจกรรม A ค่าใช้จ่าย 500	กิจกรรม B ค่าใช้จ่าย XXXXX
กิจกรรม D ค่าใช้จ่าย 125	กิจกรรม F ค่าใช้จ่าย 100
กิจกรรม H ค่าใช้จ่าย XXXXX	กิจกรรม I ค่าใช้จ่าย 125

จากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการเร่งงานของกิจกรรมวิกฤตในแต่ละเส้นทางแล้ว พบว่าในเส้นทาง 1-2-5-7 กิจกรรมที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดคือกิจกรรม D ซึ่งจะเร่งให้เสร็จเร็วขึ้นได้ 4 วัน และในเส้นทาง 1-3-6-7 กิจกรรม F มีค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่ำที่สุด และสามารถเร่งให้เสร็จเร็วขึ้นได้ 6 วัน ดังนั้นในการปรับปรุงแผนงานการเร่งโครงการในขั้นนี้ จะเร่งกิจกรรม D และ F ให้เสร็จเร็วขึ้นกิจกรรมละ 4 วัน ดังแสดงในรูปที่ 27



รูปที่ 27 กำหนดเวลาของโครงการเมื่อมีการเร่งกิจกรรม B, D, F และ H

การกำหนดแผนงานการเร่งโครงการในรูปที่ 27 สามารถทำโครงการได้เสร็จในเวลา 58 วัน ซึ่งยังไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์คือแล้วเสร็จใน 56 วัน จึงต้องพิจารณาเร่งงานเพิ่มเติมอีก จากการพิจารณากิจกรรมวิกฤต A, C และ G เปรียบเทียบกัน พบว่าควรเร่งกิจกรรม A ให้เสร็จภายใน 12 วัน จะได้แผนงานใหม่ตามรูปที่ 28

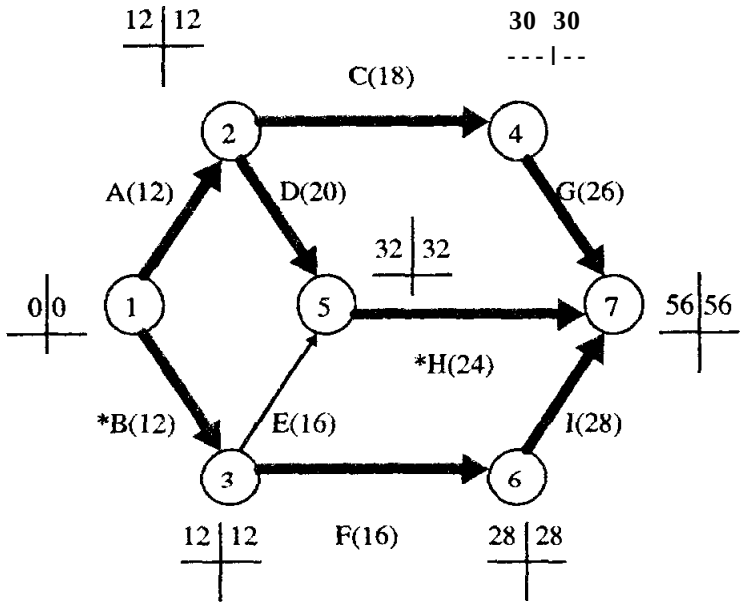


รูปที่ 28 กำหนดเวลาของโครงการเมื่อมีการเร่งกิจกรรม A, B, D, F, H

จะเห็นว่าการกำหนดแผนงานตามรูปที่ 28 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือทำโครงการได้เสร็จภายใน 56 วัน และจะเสียค่าใช้จ่ายในการเร่งงานดังนี้

เร่งกิจกรรม A เป็นเวลา 2 วัน ค่าใช้จ่าย 2 x 150 = 300 บาท
เร่งกิจกรรม B เป็นเวลา 4 วัน ค่าใช้จ่าย 4 x 75 = 300 บาท
เร่งกิจกรรม D เป็นเวลา 4 วัน ค่าใช้จ่าย 4 x 125 = 500 บาท
เร่งกิจกรรม F เป็นเวลา 4 วัน ค่าใช้จ่าย 4 x 100 = 400 บาท
เร่งกิจกรรม H เป็นเวลา 2 วัน ค่าใช้จ่าย 2 x 100 = 200 บาท
รวมค่าใช้จ่ายในการเร่งโครงการ 1,700 บาท

เมื่อแผนงานการเร่งโครงการบรรลุเป้าหมายแล้วจึงทำขั้นตอนที่ 5 คือ การตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแผนงานให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยพิจารณาจากรูปที่ 28 ถ้าทุกกิจกรรมที่ต้องทำการเร่งงาน (กิจกรรมที่มีเครื่องหมาย *) มีสภาพเป็นกิจกรรมวิกฤตทั้งหมด แสดงว่าแผนงานการเร่งโครงการนั้นเหมาะสมแล้ว แต่ถ้ายังมีบางกิจกรรมที่อยู่ในแผนว่าจะต้องเร่งให้เสร็จเร็วขึ้นแต่ไม่ได้อยู่บนเส้นทางวิกฤต แสดงว่าแผนงานการเร่งโครงการนั้นควรต้องปรับปรุงเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นอันจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นลงในขณะที่เวลาแล้วเสร็จของโครงการยังคงเดิม ตามตัวอย่างข้างต้น ในแผนงานการเร่งโครงการในรูปที่ 28 กิจกรรมที่ต้องเร่งให้เสร็จเร็วกว่าปกติ คือ กิจกรรม A, B, D, F และ H มีกิจกรรม D และ H ที่ไม่เป็นกิจกรรมวิกฤต แสดงว่าแผนงานขั้งต้นนั้นยังมีค่าใช้จ่ายในการเร่งงานเกินจำเป็นจึงต้งทำการปรับปรุงแผนการเร่งงานกิจกรรม D และ H โดยจะปรับปรุงทีละกิจกรรม เลือกกิจกรรมที่มีค่าใช้จ่ายในการเร่งงานสูงที่สุด ในที่นี้คือกิจกรรม D จากการพิจารณากำหนดการทำงานของกิจกรรม D ในรูปที่ 28 พบว่ากิจกรรม D จะเริ่มต้นอย่างเร็วที่สุดได้ในวันที่ 12 และควรเสร็จอย่างช้าที่สุดไม่เกินวันที่ 32 แสดงว่ามีเวลาที่จะทำกิจกรรม D ได้ถึง 32 - 12 = 20 วัน ดังนั้นการที่วางแผนให้เร่งกิจกรรม D ให้เสร็จใน 18 วันนั้น เป็นการเร่งรัดงานมากเกินไป ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากเกินจำเป็น



รูปที่ 29 กำหนดเวลาของโครงการเมื่อมีการปรับปรุงกิจกรรม D

จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการปรับปรุงกำหนดการเร่งงานของกิจกรรม D จาก 18 วันเป็น 20 วัน โครงการก็ยังสามารถเสร็จได้ใน 56 วัน แต่จะลดค่าใช้จ่ายในการเร่งงานลงได้ 250 บาท และจากการพิจารณากิจกรรมวิกฤตในรูปที่ 29 ปรากฏว่าทุกกิจกรรมที่ต้องมีการเร่งงาน คือกิจกรรม A, B, D, F และ H มีสภาพเป็นกิจกรรมวิกฤต แสดงว่าแผนงานการเร่งโครงการตามรูปที่ 29 เป็นแผนงานที่เหมาะสมแล้ว กล่าวโดยสรุปคือ ถ้าต้องการให้โครงการนี้ใช้เวลาดำเนินงานเพียง 56 วันจะทำได้โดยเร่งกิจกรรม A ให้เสร็จเร็วขึ้น 2 วัน เร่งกิจกรรม B ให้เสร็จเร็วขึ้น 4 วัน เร่งกิจกรรม D ให้เสร็จเร็วขึ้น 2 วัน เร่งกิจกรรม H ให้เสร็จเร็วขึ้น 2 วัน ในการนี้จะก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเป็น 1,450 บาท รวมเป็นค่าใช้จ่ายของโครงการเท่ากับ 18,800 + 1,450 = 20,252 บาท

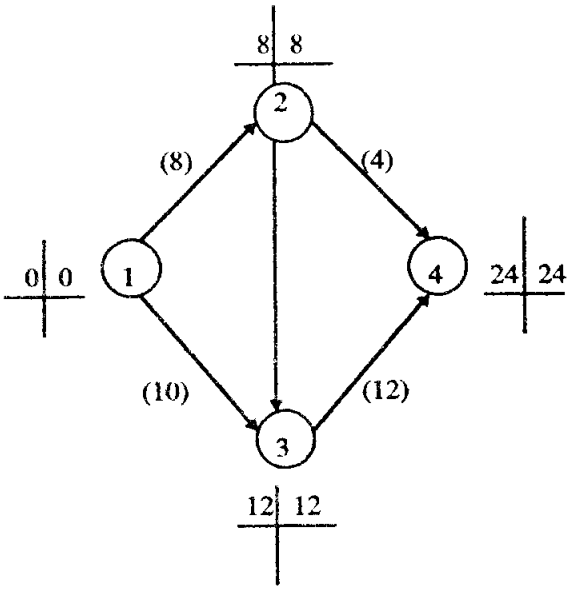
ตัวอย่างที่ 5

โครงการหนึ่งรายละเอียดของกิจกรรมต่างๆ แสดงในตารางที่ 8 เจ้าของโครงการต้องการเร่งโครงการนี้ให้เสร็จที่สุดเท่าที่จะทำได้

ตารางที่ 8 รายละเอียดเวลาและค่าใช้จ่ายของโครงการ

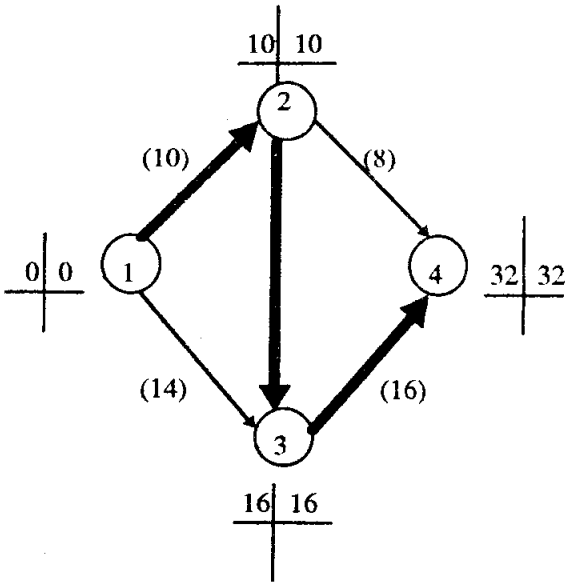
กิจกรรม (i - j)	เวลทำงาน (วัน)		ค่าใช้จ่าย (บาท)		ค่าใช้จ่ายในการเร่งงาน 1 วัน (บาท)
	ปกติ	เร่ง	ปกติ	เร่ง	
(1 - 2)	10	8	10,000	12,000	1,000
(1 - 3)	14	10	16,000	17,600	400
(2 - 3)	6	4	8,000	8,400	200
(2 - 4)	8	4	12,000	20,000	2,000
(3 - 4)	16	12	24,000	26,000	500
		รวม	70,000	84,000	

ขั้นที่ 1 เนื่องจากเป้าหมายในการเร่งโครงการอยู่ในลักษณะต้องการให้โครงการเสร็จ *เร็วที่สุด* จึงต้องหากำหนดแล้วเสร็จอย่างเร็วที่สุดของโครงการเพื่อแสดงวัตถุประสงค์ในการเร่งโครงการให้ชัดเจนว่าต้องการเร่งโครงการให้เสร็จในกี่วัน โดยการสร้างข่ายงานแล้วคำนวณกำหนดเวลาของโครงการโดยใช้เวลาเร็วที่สุดเท่าที่จะทำกิจกรรมต่างๆ ให้เสร็จได้ตามรูปที่ 30 จะเห็นว่าเป้าหมายที่ต้องการเร่งโครงการนี้ให้เสร็จเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้นั้นคือให้เสร็จใน 24 วัน



รูปที่ 30 กำหนดเวลาแล้วเสร็จอย่างเร็วที่สุดของโครงการ

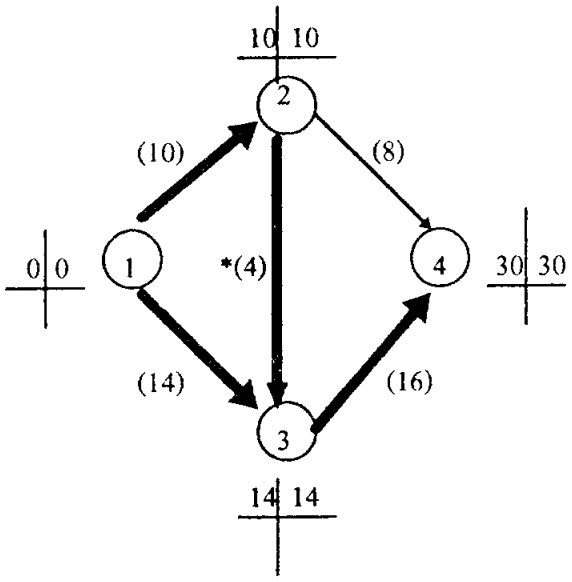
ขั้นที่ 2 คำนวณเวลาตามปกติของโครงการและแสดงกิจกรรมวิกฤต



รูปที่ 31 กำหนดเวลาตามปกติของโครงการ

ขั้นที่ 3, 4 จากการดำเนินการตามปกติของโครงการซึ่งจะใช้เวลาทั้งสิ้น 32 วัน และมีค่าใช้จ่ายรวม 70,000 บาท โดยมีกิจกรรม (1 - 2), (2 - 3) และ (3 - 4) เป็นกิจกรรมวิกฤต จะวางแผนงานเร่งโครงการโดยเร่งกิจกรรมวิกฤตที่มีค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่ำที่สุด ทำขั้นตอนนี้ซ้ำจนกว่าจะได้แผนงานที่มีกำหนดเวลาแล้วเสร็จของโครงการเป็น 24 วัน เริ่มจากการเร่งกิจกรรม (2 - 3) ซึ่งเป็นกิจกรรมวิกฤตที่มีค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่ำที่สุดโดยเร่งให้เสร็จใน 4 วัน

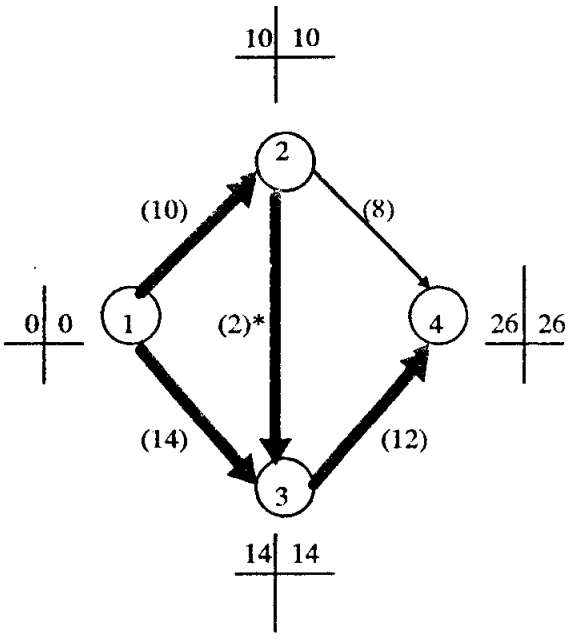
กิจกรรมวิกฤต	ค่าใช้จ่ายในการเร่งงาน (บาท
(1 - 2)	1,000
(2 - 3)	200 * ต่ำสุด
(3 - 4)	500



รูปที่ 32 การกำหนดงานโครงการเมื่อเร่งกิจกรรม (2 - 3)

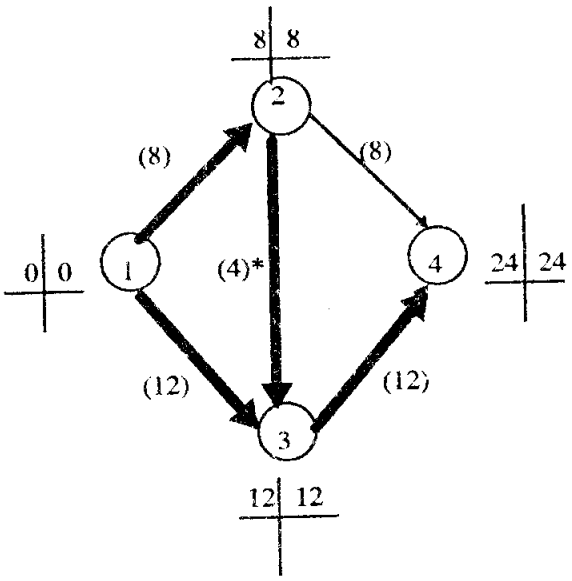
จากรูปที่ 32 เส้นทางวิกฤตมี 2 เส้นทางคือเส้นทาง 1-2-3-4 และ 1-3-4 ถ้าเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการเร่งงานของกิจกรรมในแต่ละเส้นทางจะพบว่าในเส้นทางแรกกิจกรรม (3 - 1) มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด และเส้นทางที่สอง กิจกรรม (1 - 3) มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด แต่เนื่องจากกิจกรรม (3 - 4) เป็นกิจกรรมที่อยู่ในเส้นทางวิกฤตทั้งสองเส้นทาง ไม่จำเป็นต้องเร่งกิจกรรม (1 - 3) ในขั้นตอนนี้จึงเร่งกิจกรรม (3 - 4) เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งกิจกรรม คำนวณการกำหนดงานของโครงการได้ดังนี้

เส้นทาง 1-2-3-4	เส้นทาง 1-3-4
กิจกรรม (1 - 2) ค่าใช้จ่าย 1,000.-	กิจกรรม (1 - 3) ค่าใช้จ่าย 400.-
กิจกรรม (2 - 3) ค่าใช้จ่าย xxxx	กิจกรรม (3 - 4) ค่าใช้จ่าย 00.-
กิจกรรม (3 - 4) ค่าใช้จ่าย 500.-*	



รูปที่ 33 การกำหนดงานของโครงการเมื่อเร่งกิจกรรม (2 - 3) และ (3 - 4)

เวลาแล้วเสร็จของโครงการยังไม่ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ แสดงว่าการเร่งกิจกรรมเพียงสองกิจกรรมดังกล่าวไม่เพียงพอที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ ต้องมีการพิจารณาเร่งกิจกรรมอื่นอีก ในรูปที่ 33 จะเห็นว่าเส้นทางวิกฤตไม่เปลี่ยนแปลง เส้นทางแรกเหลือเพียงกิจกรรม (1 - 2) ที่จะเร่งได้ โดยจะเร่งให้เสร็จเร็วขึ้นได้ 2 วัน ในขณะที่เส้นทางที่สองเหลือเพียงกิจกรรม (1 - 3) ซึ่งเร่งให้เสร็จเร็วขึ้นได้ 4 วัน ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะเร่งกิจกรรม (1 - 2) และ (1 - 3) ให้เสร็จเร็วขึ้นกิจกรรมละ 2 วัน



รูปที่ 34 กำหนดการเร่งโครงการให้เสร็จอย่างเร็วที่สุด 24 วัน

การกำหนดแผนงานตามรูปที่ 34 บรรลุวัตถุประสงค์คือทำโครงการให้เสร็จใน 12 วัน และเนื่องจากกิจกรรมที่มีการเร่งงาน (มีสัญลักษณ์ *) เป็นกิจกรรมวิกฤตทั้งหมด จึงไม่จำเป็นต้องปรับปรุง แผนงานในรูปที่ 34 จึงเป็นแผนงานที่เหมาะสมแล้ว กล่าวคือ เร่งกิจกรรม (1 - 2), (2 - 3) และ (3 - 4) ให้เสร็จอย่างเร็วที่สุด และเร่งกิจกรรม (1 - 3) ให้เสร็จเร็วขึ้นอีก 2 วัน ส่วนกิจกรรม (2 - 4) นั้นดำเนินงานตามปกติ ทั้งนี้ จะมีค่าใช้จ่ายในการทำโครงการให้เสร็จเร็วที่สุดรวมทั้งสิ้น 70,000 + 2(1,000) + 2(400) + 2(200) + 4(500) = 75,200 บาท

ตัวอย่างที่ 6

ถ้าโครงการในตัวอย่างที่ 5 มีค่าใช้จ่ายในการบริหารโครงการวันละ 1,400 บาท ซึ่งนับว่าเป็นค่าใช้จ่ายทางอ้อม กล่าวคือ ไม่มีผลโดยตรงต่อการดำเนินงานของกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง แต่ถ้าโครงการยังไม่เสร็จสิ้นก็จะเกิดค่าใช้จ่ายนี้ทุกวันวันละ 1,400 บาท เมื่อใดที่โครงการเสร็จเรียบร้อยแล้วค่าใช้จ่ายดังกล่าวจะหมดไป โครงการนี้มีค่าใช้จ่ายทางตรงคือค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานกิจกรรมต่างๆ เป็นเงิน 70,000 บาท โดยใช้เวลาในการทำโครงการตามปกติ 32 วัน คิดเป็นค่าใช้จ่ายในการบริหารโครงการ 32 x 1,400 = 44,800 บาท รวมค่าใช้จ่ายของโครงการ 114,800 บาท ถ้าสามารถทำโครงการให้เสร็จเร็วกว่า 32 วันก็จะประหยัดค่าใช้จ่ายทาง

อ้อม แต่ก็จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเร่งงาน เช่น ถ้าทำโครงการให้เสร็จเร็วที่สุดตามแผนงานในรูปที่ 29 จะมีค่าใช้จ่ายทางตรง 75,200 บาท และค่าใช้จ่ายทางอ้อม 24 x 1,400 = 33,000 บาท รวมเป็น 108,800 บาท ถ้าผู้บริหารโครงการต้องการทราบว่าควรจะใช้เวลาในการทำโครงการกี่วันจึงจะมีค่าใช้จ่ายรวมของโครงการต่ำที่สุด จะต้องพิจารณาแผนงานการเร่งโครงการทีละขั้น และคิดค่าใช้จ่ายรวมเปรียบเทียบกันดังนี้

แผนงานที่ 1 ดำเนินงานตามปกติ โครงการใช้เวลา 32 วัน ดังแสดงในรูปที่ 31

ค่าใช้จ่ายรวม = ค่าใช้จ่ายทางตรง + ค่าใช้จ่ายทางอ้อม

= 70,000 + (32 x 1,400)

= 70,000 + 44,800

= 114,800 บาท

แผนงานที่ 2 เร่งกิจกรรม (2 - 3) โครงการใช้เวลา 30 วัน ดังรูปที่ 32

ค่าใช้จ่ายรวม = 70,400 + (30 x 1,400)

= 70,400 + 42,000

= 112,400 บาท

แผนงานที่ 3 เร่งกิจกรรม (2 - 3) และ (3 - 4) โครงการใช้เวลา 26 วัน ดังรูปที่ 33

ค่าใช้จ่ายรวม = 72,400 + (26 x 1,400)

= 72,400 + 36,400

= 108,800 บาท

แผนงานที่ 4 เร่งกิจกรรม (1 - 2), (1, 3), (2 - 3) และ (2 - 3) โครงการใช้เวลา 24 วัน ดังรูปที่ 34

ค่าใช้จ่ายรวม = 75,200 + (24 x 1,400)

= 75,200 + 33,600

= 108,800 บาท

จากการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายข้างต้น จะเห็นว่าควรใช้เวลาในการทำโครงการนี้ให้เสร็จภายใน 26 วัน หรือ 24 วันก็ได้ โดยมีการทำงานตามแผนงานในรูปที่ 33 หรือ 34 แล้วแต่กรณี จะมีค่าใช้จ่ายรวมของโครงการต่ำที่สุด

PERT/COST (คัดแปลงจาก จีราภรณ์ สุธัมมสภา, 2536 : 714 - 721)

ในการบริหารโครการขนาดใหญ่นั้น นอกเหนือจากการควบคุม ดูแลและจัดการในเรื่องเวลาให้เป็นไปตามกำหนดแล้ว การควบคุมเรื่องค่าใช้จ่ายของโครงการให้เป็นไปตามงบประมาณที่วางไว้ก็เป็นเรื่องสำคัญอีกเรื่องหนึ่งที่ผู้บริหารโครงการจะต้องให้ความสนใจ PERT/COST จัดว่าเป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับการบริหารโครงการทั้งในด้านเวลาและค่าใช้จ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องจองค่าใช้จ่ายของแต่ละกิจกรรมของโครงการ ซึ่ง PERT/COST จะให้รายละเอียดออกมาในรูปของรายงานที่แสดงถึงค่าใช้จ่ายของแต่ละกิจกรรมในแต่ละช่วงเวลาว่ากิจกรรมในแต่ละช่วงเวลาว่ามีกิจกรรมใดบ้างที่มีค่าใช้จ่ายเกินกว่างบประมาณที่วางไว้เมื่อเทียบกับผลงานที่ได้ทำไปแล้ว เพื่อที่ผู้บริหารโครงการจะได้ให้ความสนใจกับกิจกรรมเหล่านั้นเป็นพิเศษ

การนำ PERT/COST มาใช้งานจะแบ่งเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ

ส่วนที่หนึ่ง ซึ่งอยู่ในช่วงของการวางแผนโครงการ ในส่วนนี้จะดำเนินการในเรื่องการจัดทำงบประมาณค่าใช้จ่ายของการทำกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของโครงการซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นช่วงหนึ่งเดือน เพราะโครงการขนาดใหญ่มักจะใช้เวลาในการดำเนินโครงการเป็นเวลาหลายเดือนจนกว่าจะเสร็จสิ้นโครงการ การจัดทำงบประมาณค่าใช้จ่ายนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อผู้บริหารโครงการจะได้ควบคุมการดำเนินงานด้านค่าใช้จ่ายของโครงการโดยจะใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงของแต่ละกิจกรรมว่ามีกิจกรรมใดบ้างที่มีค่าใช้จ่ายส่วนเกินที่ผู้บริหารจะต้องดูแลเป็นพิเศษ นอกจากจะจัดทำงบประมาณค่าใช้จ่ายของโครงการแล้วในส่วนนี้ยังจะต้องหาช่วงยืดหยุ่น **(feasible region)** ของการเริ่มต้นทำกิจกรรมต่างๆ ทั้งนี้เพราะกิจกรรมที่ไม่วิกฤตนั้นสามารถที่จะเลื่อนกำหนดเวลาเริ่มต้นทำกิจกรรมออกไปได้จนถึงกำหนดเวลาเริ่มต้นช้าที่สุด ซึ่งการเลื่อนกำหนดเวลาเริ่มต้นในการทำกิจกรรมออกไปนั้นจะมีผลต่อการชลอการใช้จ่ายในช่วงต้นๆ ได้ เพราะการเริ่มต้นทำทุกกิจกรรมที่กำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดย่อมต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดหาทรัพยากรมาใช้ในการทำกิจกรรมเป็นจำนวนมากซึ่งอาจรวมถึงต้นทุนของค่าใช้จ่ายเหล่านั้นด้วย แต่ถ้าหากกิจกรรมที่ไม่วิกฤตบางกิจกรรมเริ่มต้นช้าออกไปอีกตามเวลาสำรองที่มีอยู่หรืออาจถึงเริ่มทำที่กำหนดเวลาเริ่มต้นช้าที่สุด ก็จะมีผลให้เสียค่าใช้จ่ายในช่วงเริ่มโครงการน้อย แม้ว่าจะไม่มีค่าใช้จ่ายมากตอนช่วงเวลาท้ายโครงการแต่เมื่อถึง

ช่วงท้ายโครงการเงินทุนหมุนเวียนที่นำมาใช้ในการดำเนินโครงการอาจมีเพียงพอและมีต้นทุนของเงินทุนค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับช่วงแรกของโครงการ ซึ่งต้องจัดหาเงินทุนมาใช้ในการดำเนินงานมากและมีต้นทุนสูง

ขั้นตอนของการจัดทำงบประมาณค่าใช้จ่ายและหาช่วงยืดหยุ่นของการเริ่มทำกิจกรรมมีดังนี้ คือ

ขั้นที่ 1 ทำการศึกษาและวิเคราะห์โครงการตามหลักการที่ได้ศึกษามาแล้วในตอนต้น เพื่อแตกเป็นกิจกรรมต่างๆ ที่ต้องทำ

ขั้นที่ 2 สร้างข่ายงานและวิเคราะห์ข่ายงานเพื่อหาเส้นวิกฤตและเวลาของโครงการ

ขั้นที่ 3 ประมาณการค่าใช้จ่ายของแต่ละกิจกรรม จากนั้นเฉลี่ยค่าใช้จ่ายของแต่ละกิจกรรมออกตามช่วงเวลาของโครงการ การเฉลี่ยค่าใช้จ่ายโดยทั่วไปนั้นมักจะเฉลี่ยตามหลักการเชิงเส้น (Linear)* ตัวอย่างเช่น โครงการหนึ่งมีเวลาในการดำเนินงาน 15 เดือน และจะจัดทำงบประมาณค่าใช้จ่ายเป็นช่วง 1 เดือนตลอดเวลา 15 เดือน กิจกรรม A ของโครงการนี้มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน 20,000 บาท และมีเวลาในการทำกิจกรรม 2 เดือน เพราะฉะนั้นค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยของกิจกรรม A จะเป็น 10,000 บาทต่อเดือน เป็นต้น

ขั้นที่ 4 ประมาณการค่าใช้จ่ายแต่ละช่วงเวลาของโครงการรวมทั้งค่าใช้จ่ายสะสมของแต่ละช่วงเวลานั้นจนเสร็จสิ้นโครงการ โดยสมมติให้ทุกกิจกรรมของโครงการเริ่มต้นทำที่กำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดครั้งหนึ่ง และสมมติให้ทุกกิจกรรมเริ่มต้นทำที่กำหนดเวลาเริ่มต้นช้าที่สุดครั้งหนึ่ง จากนั้นนำค่าใช้จ่ายสะสมของแต่ละช่วงเวลาตามกำหนดการเริ่มต้นทั้งสองแบบนั้นมาเขียนกราฟ ก็จะได้กราฟที่แสดงให้เห็นถึงช่วงของการยืดหยุ่นที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ส่วนที่สอง ได้แก่ ส่วนของการควบคุม ดูแลในเรื่องของค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมภายหลังจากเริ่มดำเนินโครงการแล้ว ในส่วนนี้จะเป็นการวัดงานเทียบกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงว่ากิจกรรมที่ทำเสร็จสมบูรณ์แล้ว หรือทำเสร็จไปบางส่วนนั้นมีค่าใช้จ่ายเหมาะสม คือเป็นไปตามงบประมาณที่วางไว้หรือไม่ ผู้บริหารโครงการจะทราบได้โดยการนำค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงมาเปรียบเทียบกับงบประมาณที่วางไว้ วัตถุประสงค์ใหญ่เพื่อต้องการดูว่ากิจกรรมใดที่มีค่าใช้จ่ายส่วนเกิน ซึ่งจะเป็นกิจกรรมที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษเพื่อป้องกันไม่ให้งบประมาณของ

---

* ในความเป็นจริงแล้วการเฉลี่ยค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมตามช่วงเวลาของโครงการอาจจะไม่อยู่ในรูปเชิงเส้นได้

โครงการต้องบานปลาย ในส่วนที่สองนี้มักจะจัดนำออกมาในรูปของรายงาน ซึ่งแสดงรายการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจริงของแต่ละกิจกรรมกับงบประมาณค่าใช้จ่ายของแต่ละกิจกรรมนั้น โดยมีข้อมูลแสดงให้เห็นถึงกิจกรรมที่มีค่าใช้จ่ายส่วนเกินให้เห็นเด่นชัดด้วย

การที่จะจัดทำรายงานนี้ได้ จะต้องมีการประเมินกิจกรรมที่ได้ทำไปแล้วว่าเสร็จไปกี่เปอร์เซ็นต์เพื่อจะได้นำมาเทียบกับงบประมาณค่าใช้จ่ายของกิจกรรมนั้นเพื่อดูว่าค่าใช้จ่ายที่ควรจะเป็นตามผลงานที่ทำไปหรืออีกนัยหนึ่งคือ คำนวณหามูลค่า (เป็นตัวเงิน) ของงานในส่วนที่ทำไปแล้วตามสูตรดังนี้

$$V_i = \frac{P_i \quad B_i}{100}$$

โดยที่ V_i คือ มูลค่าของงานในส่วนที่ทำไปแล้ว

P_i คือ อัตราร้อยละของงานในส่วนที่ทำไปแล้วของกิจกรรม

B_i คือ งบประมาณค่าใช้จ่ายของกิจกรรม

เมื่อได้มูลค่าของงานในส่วนที่ทำไปแล้วของแต่ละกิจกรรมก็จะนำมาเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงของงานในส่วนที่ทำเสร็จไปแล้วนั้นของแต่ละกิจกรรม เพื่อจะดูว่าค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงตามส่วนงานที่ทำเสร็จไปแล้วนั้นเกินงบประมาณหรือค่าใช้จ่ายที่ควรจะเป็นหรือไม่ตามสูตรดังนี้

$$D_i = C_i \quad V_i$$

D_i คือ ผลต่างระหว่างค่าใช้จ่ายที่ควรจะเป็นกับค่าใช้จ่ายจริงของกิจกรรม

C_i คือ ค่าใช้จ่ายที่ควรจะเป็นของกิจกรรม

V_i คือ มูลค่าของงานในส่วนที่ทำไปแล้ว

ถ้าค่าของ D_i ออกมาเป็นลบหรือเป็นศูนย์แสดงว่าค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมดังกล่าวในส่วนที่ทำเสร็จไปแล้วนั้นอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม แต่ถ้า D_i ออกมาเป็นบวกแสดงว่ากิจกรรมดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายของงานในส่วนที่ทำเสร็จไปแล้วมากกว่าค่าใช้จ่ายที่ควรจะเป็น ดังนั้น ผู้บริหารโครงการจะต้องค้นหาสาเหตุที่ทำให้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงมากกว่าค่าจ่ายที่ควรจะเป็น จะได้

ดำเนินการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นต่อไป แต่ถ้าผลปรากฏออกมาว่ากิจกรรมส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายเกินงบประมาณที่วางไว้ ก็อาจจะต้องทำการประเมินโครงการในส่วนของงบประมาณค่าใช้จ่ายใหม่ ว่างบประมาณที่กำหนดให้ไว้ในตอนแรกนั้นเหมาะสมหรือเป็นไปได้จริงหรือไม่

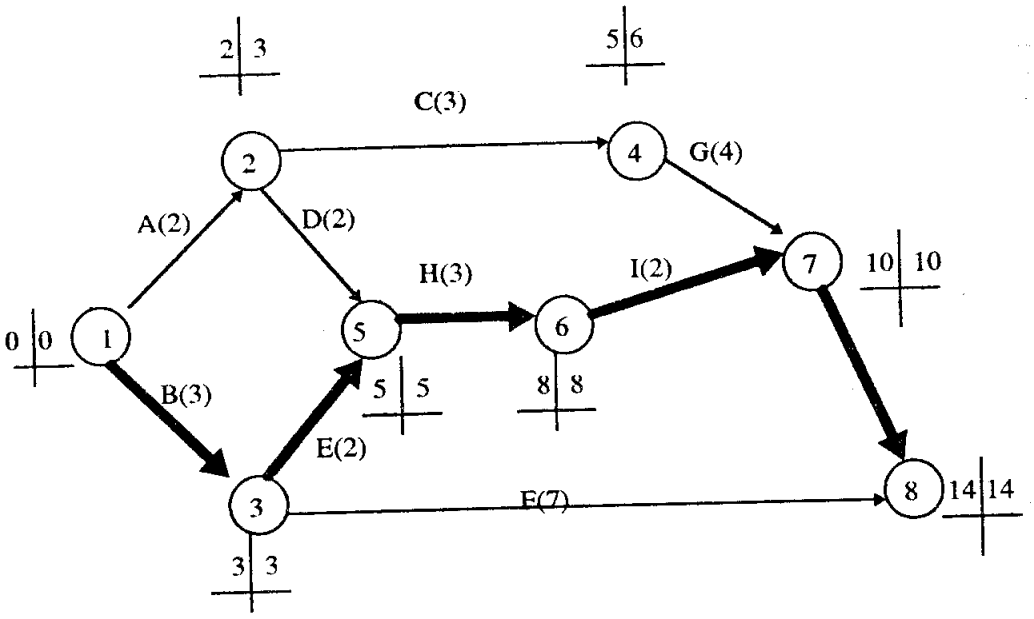
ตัวอย่างที่ 7

ผู้บริหารโครงการขนาดใหญ่โครงการหนึ่ง มีความประสงค์ที่จะใช้ PERT/COST ในการบริหารโครงการ จึงได้ดำเนินการในขั้นของการวางแผนซึ่งเป็นขั้นตอนของการจัดทำงบประมาณค่าใช้จ่าย และหาช่วงยืดหยุ่นของการเริ่มต้นทำกิจกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำการศึกษาและวิเคราะห์โครงการพบว่ามีกิจกรรมที่ต้องทำทั้งสิ้น 10 กิจกรรม โดยแต่ละกิจกรรมมีความสัมพันธ์กัน และมีเวลาในการทำกิจกรรมดังนี้

กิจกรรม	เวลาในการทำกิจกรรม (เดือน)	กิจกรรมที่ต้องทำมาก่อน
A	2	-
B	3	-
C	3	A
D	2	A
E	2	B
F	7	B
G	4	C
H	3	D, E
I	2	H
J	4	G, J

ขั้นที่ 2 เมื่อนำกิจกรรมทั้งหมดมาสร้างเป็นข่ายจะได้ข่ายงานมีลักษณะดังในรูปที่ 35



รูปที่ 35 แสดงข่ายงานของโครงการ

ตารางที่ 9 แสดงค่า ES, EF, LS, LF, TF และกิจกรรรมวิกฤตของข่ายงานในรูปที่ 35

กิจกรรม	เวลาในการทำกิจกรรม (t)	ES	EF	LS	LF	TF	กิจกรรมวิกฤต
A(1 - 2)	2	0	2	1	3	1	-
B(1 - 3)	3	0	3	0	3	0	ใช่
C(2 - 4)	3	2	5	3	6	1	-
D(2 - 5)	2	2	4	3	5	1	-
E(3 - 5)	2	3	5	3	5	0	ใช่
F(3 - 8)	7	3	10	7	14	4	-
G(4 - 7)	4	5	9	6	10	1	-
H(5 - 6)	3	5	8	5	8	0	ใช่
I(6 - 7)	2	8	10	8	10	0	ใช่
J(7 - 8)	4	10	14	10	10	0	ใช่

ขั้นที่ 3 หลังจากที่ได้เส้นวิกฤตและเวลาของโครงการแล้ว ผู้บริหารของโครงการนี้ได้ทำการประมาณค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรม และเฉลี่ยค่าใช้จ่ายของแต่ละกิจกรรมออกเป็นค่าใช้จ่ายรายเดือนดังนี้

กิจกรรม	ค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมทั้งหมด (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมต่อเดือน (บาท)
A	200,000	100,000
B	480,000	160,000
C	600,000	200,000
D	400,000	200,000
E	800,000	400,000
F	2,800,000	400,000
G	3,200,000	800,000
H	1,800,000	600,000
I	2,000,000	1,000,000
J	2,000,000	500,000

ขั้นที่ 4 จากประมาณการค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมต่อเดือนที่ได้สามารถนำมากำหนดเป็นงบประมาณการค่าใช้จ่ายและงบประมาณค่าใช้จ่ายสะสมในแต่ละเดือนจนจบโครงการ ตามการเริ่มต้นทำกิจกรรมที่กำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด และที่กำหนดเวลาเริ่มต้นช้าที่สุดได้ ดังตารางที่ 10, 11 และ 12

ตารางที่ 10 แสดงงบประมาณค่าใช้จ่ายและงบประมาณค่าใช้จ่ายสะสมเมื่อทุกกิจกรรมเริ่มต้นทำที่กำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด

กิจกรรม \ เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	100,000	100,000												
B	160,000	160,000	160,000											
C			200,000	200,000	200,000									
D			200,000	200,000										
E				400,000	400,000									
F				400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000				
G						800,000	800,000	800,000	800,000					
H						600,000	600,000	600,000						
I									1,000,000	1,000,000				
J											500,000	500,000	500,000	500,000
ค่าใช้จ่ายต่อเดือน	260,000	260,000	560,000	1,200,000	1,000,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	2,200,000	1,400,000	500,000	500,000	500,000	500,000
ค่าใช้จ่ายสะสม	260,000	520,000	1,080,000	2,228,000	3,228,000	5,080,000	6,880,000	8,680,000	10,880,000	12,280,000	12,780,000	13,280,000	13,780,000	14,280,000

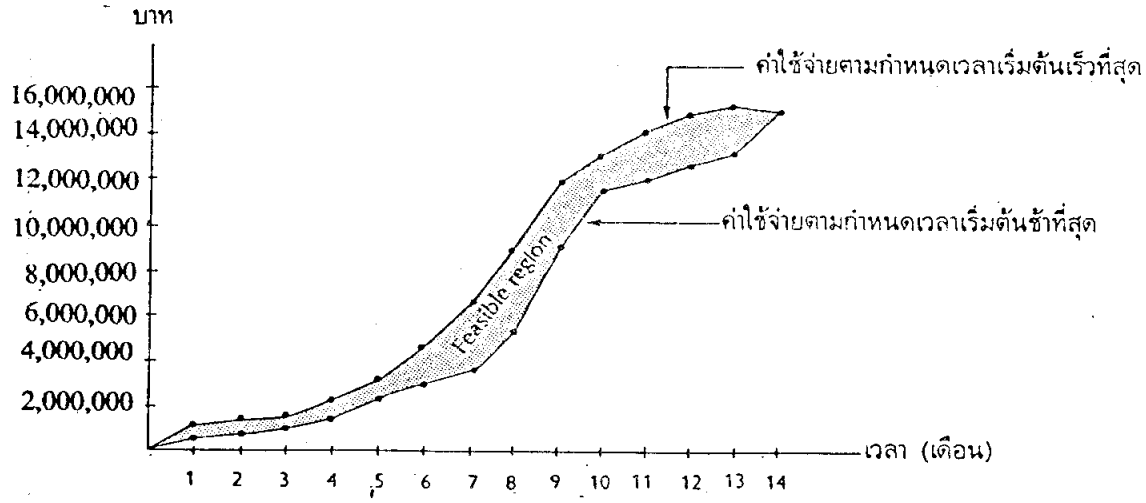
ตารางที่ 11 แสดงงบประมาณค่าใช้จ่ายและงบประมาณค่าใช้จ่ายสะสมเมื่อทุกกิจกรรมเริ่มต้นทำที่กำหนดเวลาเริ่มต้นช้าที่สุด

กิจกรรม \ เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A		100,000	100,000											
B	160,000	160,000	160,000											
C				200,000	200,000	200,000								
D				200,000	200,000									
B				400,000	400,000									
F								400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000
G							800,000	800,000	800,000	800,000				
H						600,000	600,000	600,000						
I									1,000,000	1,000,000				
J											500,000	500,000	500,000	500,000
ค่าใช้จ่ายต่อเดือน	160,000	260,000	260,000	800,000	800,000	800,000	1,400,000	1,800,000	2,200,000	2,200,000	900,000	900,000	900,000	900,000
ค่าใช้จ่ายสะสม	160,000	420,000	680,000	1,480,000	2,280,000	3,080,000	4,480,000	6,280,000	8,480,000	10,680,000	11,580,000	12,480,000	13,380,000	14,280,000

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบงบประมาณค่าใช้จ่ายสะสมเมื่อทุกกิจกรรมเริ่มทำที่กำหนดเวลาต่างกัน

เดือน	งบประมาณค่าใช้จ่ายสะสม ที่กำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด	งบประมาณค่าใช้จ่ายสะสม ที่กำหนดเวลาเริ่มต้นช้าที่สุด
1	260,000	160,000
2	520,000	420,000
3	1,080,000	680,000
4	2,280,000	1,480,000
5	3,280,000	2,280,000
6	5,080,000	3,080,000
7	6,880,000	4,480,000
8	8,680,000	6,280,000
9	10,880,000	8,480,000
10	12,280,000	10,680,000
11	12,780,000	11,580,000
12	13,280,000	12,480,000
13	13,780,000	13,380,000
14	14,280,000	14,280,000

จากงบประมาณค่าใช้จ่ายสะสมในแต่ละเดือนเมื่อนำมาเขียนกราฟเพื่อหาช่วงยืดหยุ่นในการทำกิจกรรม จะได้ดังในรูปที่ 36



รูปที่ 36 แสดงช่วงยืดหยุ่นในการทำกิจกรรม

จากช่วงยืดหยุ่นในการทำกิจกรรมที่ได้จะเห็นว่าถ้าเลื่อนกำหนดเวลาเริ่มต้นทำกิจกรรมไม่วิกฤต บางกิจกรรมออกมาจะทำให้ค่าใช้จ่ายสะสมในการดำเนินโครงการในแต่ละเดือนต่ำกว่าการเริ่มต้นทำที่กำหนดเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด.

ภายหลังจากโครงการดำเนินไปได้ 6 เดือนแล้ว ผู้บริหารโครงการได้ทำการประเมินงานออกมาเพื่อจัดทำรายงาน PERT/COST โดยได้ประเมินงานไว้ ดังนี้

กิจกรรม	ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริง (บาท)	งานในส่วนที่ทำเสร็จไปแล้ว (%)
A	240,000	100
B	480,000	100
C	600,000	80
D	360,000	100
E	900,000	95
F	1,200,000	50
G	800,000	25
H	600,000	25
I	0	0
J	0	0

จากงานในส่วนที่ทำเสร็จไปแล้วของแต่ละกิจกรรมเมื่อเทียบเป็นตัวเงินหรือก็คือ เทียบออกมาเป็นค่าใช้จ่ายที่ควรจะเป็นตามผลงานที่ได้จากสูตร $V_i = (P_i/100)\, B_i$

กิจกรรม	มูลค่าของงานในส่วนที่ทำเสร็จไปแล้ว
A	(100/100) x 200,000 = 200,000 บาท
B	(100/100) x 480,000 = 480,000 บาท
C	(80/100) x 600,000 = 480,000 บาท
D	(100/100) x 400,000 = 400,000 บาท
E	(95/100) x 800,000 = 760,000 บาท
F	(50/100) x 2,800,000 = 1,400,000 บาท
G	(25/100) x 3,200,000 = 800,000 บาท
H	(25/100) x 1,800,000 = 450,000 บาท
I	(0/100) x 2,000,000 = 0 บาท
J	(0/100) x 2,000,000 = 0 บาท

จากมูลค่าของงานที่คำนวณได้นำไปเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงเพื่อแสดงให้เห็นถึงกิจกรรมที่มีค่าใช้จ่ายส่วนเกินดังรายงานในลักษณะต่อไปนี้

กิจกรรม	งบประมาณค่าใช้จ่าย	งานในส่วนที่ทำเสร็จแล้ว (%)	ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริง (C_i)	มูลค่าของงานส่วนที่ทำเสร็จแล้ว (V_i)	ผลต่างของค่าใช้จ่าย (D_i)
A	200,000	100	240,000	200,000	40,000
B	480,000	100	480,000	480,000	0
C	600,000	80	600,000	480,000	120,000
D	400,000	100	360,000	400,000	-40,000
E	800,000	95	900,000	760,000	140,000
F	2,800,000	50	1,200,000	1,400,000	-200,000
G	3,200,000	25	800,000	800,000	0
H	1,800,000	25	600,000	450,000	150,000
I	2,000,000	0	0	0	0
J	2,000,000	0	0	0	0

จากรายงาน PERT/COST ข้างต้นพบว่ามีกิจกรรมที่มีค่าใช้จ่ายเกินกว่าค่าใช้จ่ายที่ควรจะเป็นอยู่ 4 กิจกรรม คือ กิจกรรม A, C, E และ H ซึ่งจะเป็นกิจกรรมที่ผู้บริหารจะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ถึงแม้ว่าจะมีกิจกรรมอื่นๆ ใช้ค่าใช้จ่ายน้อยกว่าค่าใช้จ่ายที่ควรจะเป็นก็ตาม ก็ไม่ควรเอาค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ไปถัวเฉลี่ยกับค่าใช้จ่ายส่วนเกินดังกล่าว เพราะวัตถุประสงค์ใหญ่ของการควบคุมโครงการก็คือ การควบคุมไม่ให้ค่าใช้จ่ายของโครงการเกินงบประมาณที่วางไว้ ส่วนที่ประหยัดได้จึงนับว่าเป็นประโยชน์หรือผลพลอยได้ของโครงการ

แบบฝึกหัด

1. Gantt Chart คืออะไร นำมาใช้ในการบริหารโครงการได้อย่างไร จงอธิบาย
2. จงอธิบายขั้นตอนของ PERT/CPM ให้เข้าใจพอสังเขป
3. จากรายละเอียดของโครงการเปิดสำนักงานสาขาภาคเหนือ ที่จังหวัดเชียงใหม่ ของบริษัท พัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด ตามตัวอย่างที่ 2 ให้ทำการสร้าง Gantt Chart พร้อมทั้งระบุด้วยว่าโครงการนี้มีเวลาดำเนินงานทั้งหมดกี่สัปดาห์
4. จงสร้างข่ายงานของโครงการตามรายละเอียดต่อไปนี้

กิจกรรม	กิจกรมที่ต้องทำเสร็จก่อน
1	-
2	-
3	2
4	1, 3
5	2
6	1, 3, 5
7	1, 3, 5
8	2
9	4, 6
10	4, 6
11	7, 8, 9
12	10, 11

5. โครงการหนึ่งประกอบด้วย 7 กิจกรรม A ถึง G ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำเสร็จก่อน	เวลาดำเนินงาน (วัน)
A	-	5
B	-	3
C	-	2
D	B	4
E	A, D	6
F	C	5
G	E, F	7

ก) สร้างข่ายงานของโครงการข้างต้น

ข) โครงการนี้จะใช้เวลาดำเนินงานกี่วัน

ค) สร้างตารางแสดงกำหนดเวลาของกิจกรรมต่างๆ

ง) แสดงกิจกรรมวิกฤต

6. จากรายละเอียดลำดับการทำงานของโครงการก่อสร้างโครงการหนึ่งมีดังนี้

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำเสร็จก่อน	เวลาดำเนินงาน (สัปดาห์)
A		5
B		6
C	A	2
D	A	4
E	B	8
F	B	11
G	C, E	3
H	D, G	7
I	F, G	10
J	H, I	5
K	I	4

ก) สร้างข่ายงานพร้อมทั้งคำนวณระยะเวลาเสร็จสิ้นโครงการ

ข) แสดงกิจกรรมวิกฤต

7. จงสร้างข่ายงาน คำนวณเวลาเสร็จสิ้นของโครงการ และแสดงกิจกรรมวิกฤตของโครงการต่อไปนี้

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องเสร็จก่อน	เวลา (วัน)
A	-	4
B	A	3
C	B	5
D	B	4
E	A	8
F	D, E	6
G	C, F	5
H	E	9
I	G, H	3

8. จากรายละเอียดของโครงการดังต่อไปนี้

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำเสร็จก่อน	เวลาดำเนินงาน (สัปดาห์)		
		a	m	b
A	-	5	8	17
B	-	3	12	15
C	A	4	7	10
D	A	5	8	23
E	B, C	1	1	1
F	B, C	1	4	13
G	D, E	3	6	9
H	D, E	1	2.5	7
I	H	1	1	1
J	F, G	2	2	2
K	G, I	5	8	11

ก) สร้างข่ายงานของโครงการข้างต้น

ข) โครงการนี้จะใช้เวลาดำเนินงานกี่สัปดาห์

ค) แสดงกิจกรรมวิกฤต

ง) จงหาความน่าจะเป็นที่จะทำโครงการนี้เสร็จภายใน 40 สัปดาห์

9. โครงการหนึ่งมีรายละเอียดดังนี้

กิจกรรม	งานที่ต้องเสร็จก่อน	เวลาดำเนินงาน (เดือน)		
		เร็วที่สุด	โดยส่วนมาก	ช้าที่สุด
A	-	1	2	3
B	A	1	3	5
C	A	2	3	10
D	B	2	5	8
E	D	1	2	3
F	B, C	1	1	1
G	B, C	1	1	1
H	F	1	3	5
I	F, G	2	4	6
J	H, I	1	5	9

ก) สร้างข่ายงานของโครงการข้างต้น

ข) โครงการนี้จะใช้เวลาดำเนินงานนานกี่เดือน

ค) แสดงงานวิกฤต

ง) ถ้ามีเวลาในการทำโครงการนี้ 18 เดือน จงหาความน่าจะเป็นที่โครงการนี้จะแล้วเสร็จภายในกำหนด

10. จากรายละเอียดของโครงการดังต่อไปนี้

กิจกรรม	งานที่ต้องเสร็จก่อน	เวลาดำเนินงาน (สัปดาห์)		
		a	m	b
A	-	1	2	3
B	-	1	2	3
C	-	1	2	3
D	A	1	2	9
E	A	2	3	10
F	B	3	6	15
G	B	2	5	14
H	D, E	1	4	7
I	C	4	9	20
J	G, I	1	2	9
K	F, H, J	4	4	4

ก) ถ้าท่านได้รับมอบหมายให้เป็นผู้บริหารงานโครงการข้างต้นนี้ โดยกำหนดให้แล้วเสร็จภายใน 18 สัปดาห์ จงหาความน่าจะเป็นที่โครงการนี้จะเสร็จตามกำหนด

ข) ถ้าท่านสามารถเจรจาต่อรองเกี่ยวกับกำหนดเวลาในการทำโครงการนี้ได้ และท่านมีเป้าหมายว่าจะรับทำโครงการนี้ก็ต่อเมื่อมีโอกาสไม่ต่ำกว่า 95% ที่จะทำโครงการเสร็จภายในกำหนดเวลา ท่านจะมีข้อเสนอกำหนดเวลาแล้วเสร็จของโครงการอย่างไร

11. โครงการหนึ่งประกอบด้วยกิจกรรม A ถึง G มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำเสร็จก่อน	เวลาดำเนินงาน (วัน)		
		เร็วที่สุด	โดยส่วนมาก	ช้าที่สุด
A	-	7	10	12
B	-	16	18	20
C	-	7	8	9
D	A	9	12	17
E	B	20	24	26
F	C	14	18	20
G	D, E	2	3	7

ถ้าท่านเป็นผู้รับผิดชอบโครงการข้างต้นนี้ ซึ่งกำหนดให้แล้วเสร็จภายใน 47 วัน จง คำนวณหาความน่าจะเป็นที่โครงการนี้จะเสร็จช้ากว่ากำหนด

12. โครงการหนึ่งมีรายละอียดดังต่อไปนี้

งาน	เวลาดำเนินงาน (วัน)		ค่าใช้จ่าย (บาท)	
	ปกติ	เร่งรัด	ปกติ	เร่งรัด
(1 - 2)	10	8	250	270
(1 - 3)	12	8	325	375
(2 - 4)	14	10	400	450
(2 - 5)	18	12	500	600
(3 - 5)	12	6	375	500
(3 - 6)	16	10	450	550
(4 - 7)	20	16	600	650
(5 - 7)	22	18	650	700
(6 - 7)	24	16	700	850

ก) ถ้ามีการดำเนินงานตามปกติ โครงการนี้จะใช้เวลาดำเนินงานเท่าไร คำนวณค่าใช้จ่ายของโครงการ

ข) ถ้าต้องการเร่งโครงการให้เสร็จภายใน 44 วัน ควรมีการกำหนดงานอย่างไร สร้างตารางเวลาและคำนวณค่าใช้จ่ายของโครงการ

13. โครงการติดตั้งเครื่องจักรโรงงานแห่งหนึ่ง มีรายละเอียดดังนี้

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำเสร็จก่อน	เวลาดำเนินงาน (วัน)		ค่าใช้จ่าย (บาท)	
		ปกติ	เร่งรัด	ปกติ	เร่งรัด
ก	-	5	3	2,000	3,000
ข	-	5	1	1,500	2,500
ค	ก	10	5	2,000	3,500
ง	ข	7	2	2,000	3,000
จ	ก	6	2	1,500	2,500
ฉ	ค, ง	11	5	3,000	4,500
ช	ค, ง	6	4	1,500	3,000
ซ	จ, ฉ	5	1	1,000	2,000
ฌ	ช	4	1	1,000	1,750

ก) คำนวณเวลาและค่าใช้จ่ายในกรณีดำเนินงานตามปกติ

ข) คำนวณเวลาและค่าใช้จ่ายของโครงการกรณีเร่งโครงการให้เสร็จเร็วที่สุด

14. โครงการหนึ่งมีรายละเอียดเวลาในการดำเนินงานโครงการและค่าใช้จ่ายทางตรงของงานต่างๆ ของโครงการดังแสดงต่อไปนี้

กิจกรรม	กิจกรรมที่ต้องทำเสร็จก่อน	เวลาดำเนินงาน (วัน)		ค่าใช้จ่าย (บาท)	
		ปกติ	เร่งรัด	ปกติ	เร่งรัด
ก	-	6	4	1,300	2,300
ข	ก	8	4	2,600	3,600
ค	ก	10	4	8,000	9,500
ง	ค	2	2	2,000	2,000
จ	ข, ง	8	4	2,200	3,500

นอกเหนือจากค่าใช้จ่ายทางตรงดังแสดงในตารางข้างต้นแล้ว ยังมีค่าใช้จ่ายทางอ้อมของโครงการคิดเป็น 1,000 บาทต่อวัน

ก) คำนวณเวลาดำเนินงานและค่าใช้จ่ายของโครงการ ในกรณีดำเนินงานตามปกติ

ข) คำนวณเวลาดำเนินงานและค่าใช้จ่ายของโครงการ ในกรณีดำเนินงานอย่างเร็วที่สุด

ค) คำนวณเวลาดำเนินงานของโครงการที่มีค่าใช้จ่ายรวมของโครงการต่ำที่สุด

15. จากรายละเอียดของโครงการดังต่อไปนี้

งาน	เวลา (สัปดาห์)		ค่าใช้จ่ายในการเร่งงานต่อสัปดาห์ (บาท)
	ปกติ	เร่งรัด	
(1 - 2)	8	6	500
(1 - 3)	7	5	600
(2 - 5)	5	4	750
(3 - 4)	4	3	400
(2 - 4)	3	2	300
(4 - 6)	5	3	400
(5 - 6)	4	3	500

ถ้าต้องการทำโครงการนี้ให้เสร็จเร็วที่สุดจะต้องเร่งงานใดบ้าง จะทำโครงการเสร็จในกี่สัปดาห์ คำนวณค่าใช้จ่ายในการเร่งโครงการ