

# บทที่ 1

## การวิเคราะห์สายงาน (Network Analysis)

การวางแผนจัดตั้งวัตถุประสงค์ในระยะยาวเป็นหน้าที่ซึ่งองค์การส่วนมากต้องพบเสมอๆ ไม่ว่าจะเป็นองค์การทางอุตสาหกรรม องค์การพาณิชย์ องค์การรัฐบาล องค์การของพลเรือน ฯลฯ แต่เดิมการวางแผนเหล่านี้ส่วนใหญ่จะใช้การประเมินค่าและวิเคราะห์ตามความรู้สึกนึกคิดของตนเอง เช่น ต้องใช้วิจารณ์ญาณ ใช้สัญชาตญาณ และใช้ประสบการณ์ที่ได้เคยพบเห็นมาถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกัน

ในปัจจุบันนี้กิจกรรมทางการวางแผนระยะยาวไม่ได้จำกัดอยู่แต่เพียงทางด้านความรู้สึกนึกคิดเท่านั้น แต่ได้มีการนำเอาการประเมินผลทางก้านวิเคราะห์ด้วยตัวเลขมาใช้ในกิจกรรมทางการวางแผนระยะยาว ฉะนั้นในบทนี้จะได้เสนอกรรมวิธีด้านการวางแผนการตีความเพื่อที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ระยะยาวขององค์การ

เครื่องมือของฝ่ายบริหารที่ใช้สำหรับการวางแผนและควบคุมงานที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว ไม่เป็นกิจวัตรก็คือ การใช้วิธีวิเคราะห์สายงาน (Network Analysis) การวิเคราะห์สายงานได้ถูกสร้างขึ้นมาเป็นแบบฉบับสำหรับโครงการที่รัดกุม ตัวอย่างของโครงการเหล่านี้ก็เช่น โครงการค้นคว้าและพัฒนา โครงการสร้างถนน โครงการสร้างอาคาร โครงการสร้างเขื่อน การซ่อมแซมและบำรุงรักษาโรงงานตามตารางที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ฯลฯ

การวิเคราะห์สายงานเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการวิเคราะห์การวางแผนและการควบคุมโครงการที่ซับซ้อน การวิเคราะห์สายงานจึงเปรียบเสมือนโครงสร้างขององค์การและมีบทบาทต่อโครงการดังต่อไปนี้

- ก. ช่วยทางการวิเคราะห์ส่วนที่ขึ้นอยู่กับกันและเกี่ยวข้องกันของโครงการ
- ข. บอกถึงลำดับก่อนหลังของงานต่างๆ นั่นก็คือ งานใดทำก่อน ทำพร้อมกันกับงานอื่น หรือทำตามงานอื่น เป็นต้น
- ค. มุ่งความสนใจสู่บริเวณที่เป็นปัญหาใหญ่ๆ โดยการบอกถึงงานที่อยู่ในสายงานหลัก (Critical Path)
- ง. พัฒนาแผนการที่มีประสิทธิภาพเพื่อที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ

- จ. อำนวยความสะดวกทางด้านการจัดสรรทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ
- ฉ. บอกถึงความเจริญรุดหน้าของโครงการว่าเสร็จก่อนหรือหลังที่กำหนดไว้ และ  
เสร็จไปเท่าไรแล้วในแต่ละขั้นตอน
- ช. มีการแก้ไขข้อผิดพลาดได้ทันทีตั้งแต่ระยะแรกๆ (เช่น เมื่องานบางชิ้น  
เสร็จช้ากว่าที่กำหนดไว้ หรือเมื่อสายงานหลักเปลี่ยนไป แทนที่จะเป็นว่า  
เมื่อโครงการใกล้จะสำเร็จทำให้การแก้ไขสายเกินไป)
- ญ. ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการโดยเสียต้นทุนรวมต่ำสุด

### การวิวัฒนาการของการวิเคราะห์สายงาน

หลักพื้นฐานของการวิเคราะห์สายงานได้ถูกคิดขึ้นมาโดยห้างร้านที่รับให้คำแนะนำ  
 นำปรึกษาคำแนะนำการบริหารของ Booz, Allen, and Hamilton และได้รับการพัฒนายิ่งขึ้น  
 เพื่อใช้ในบริษัท Lockheed Aircraft Corporation ควบคู่ไปกับโครงการจรวดเรือใต้น้ำ  
 ไปลาวิสของทัพเรือสหรัฐ การประสานงานและเรียงลำดับของงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและ  
 ขึ้นอยู่แก่กันและกันของโครงการที่ซับซ้อนจำเป็นต้องมีวิธีการที่จะวางแผนและควบคุม-  
 งานเหล่านั้นถ้าต้องการให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการที่วันก็คือ PERT—Program  
 Evaluation and Review Technique องค์การหลายแห่งที่ประสบความสำเร็จในการนำเอา  
 หลักของการวิเคราะห์สายงานมาใช้ประโยชน์ ต่างก็บัญญัติศัพท์ของตนเองขึ้นมาเพื่อตั้ง  
 เป็นชื่อของหลักการนี้ ฉะนั้น เทคนิคนี้จึงมีชื่อเรียกต่างๆ กันไปมากกว่าสิบชื่อ อย่างไรก็ตามมีเพียงสองชื่อที่รู้จักกันแพร่หลายทั่วไปอันเกี่ยวพันกันกับเทคนิคเช่นนี้ คือ PERT  
 และ CPM (Critical Path Method) CPM นี้ต่อมาได้รับการพัฒนาอย่างอิสระโดยบริษัท  
 ดูพ็อนท์ (Du Pont Company)

ผู้คิดค้นสร้าง CPM และ PERT ได้เริ่มงานค้นคว้าโดยมีวัตถุประสงค์แตกต่างกัน  
 แต่ก็ลงท้ายด้วยหลักวิเคราะห์สายงานอย่างเดียวกัน โดยเฉพาะในปี 1957 ผู้เชี่ยวชาญด้าน  
 Operations Research จาก E.I. Du Pont de Nemours กับผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์  
 จากแผนก Remington Rand แห่ง Sperry Rand ได้ร่วมมือกันสร้างวิธีการใหม่เพื่อการ  
 วางแผนก่อสร้างโรงงานเคมีภัณฑ์ ซึ่งผลงานออกมาก็คือ Critical Path Method (CPM)  
 ผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการคิดค้นชื่อ James E. Kelly, Jr. ซึ่งทำงานให้แก่ Remington

Rand เกสส์ ไม่เพียงแต่พัฒนาหลัก CPM เท่านั้น แต่ยังได้แนะนำวิธีการลดเวลาของสายงานลงซึ่งเรียกว่า "Crashing a Project" ทำให้ประหยัดต้นทุนลงไปได้

วิธีการควบคุมและวางแผนตามหลักดังกล่าวข้างต้นได้ถูกนำมาใช้ทันทีทั่วไป และแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมการก่อสร้างโรงงาน และในงานควบคุมรักษาอุปกรณ์ แต่เดิมในสายงานผลิตส่วนมากต้องหยุดชะงักการผลิตเพื่อตรวจตราและซ่อมแซมเปลี่ยนแปลงต่างๆ แต่เมื่อนำเอาหลักวิเคราะห์สายงานนี้เข้ามาใช้ ขั้นตอนของการควบคุมรักษาต่างๆ ก็เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ CPM ทำให้ประหยัดเวลาในการดำเนินงาน ทำให้ประหยัดเงินได้มาก ซึ่งแต่ก่อนสูญเสียไปกับการเสียเวลาในสายงานโดยไม่จำเป็น ในแต่ละปีมีปัญหาใหญ่ต่างๆ ที่พบในอุตสาหกรรมของเอกชนนั้นก็คือ การวางแผน การวิเคราะห์ และการควบคุมในงานที่กระจายออกไปมากมายซึ่งงานเหล่านี้จะรวมเป็นโครงการที่ต้องทำให้สำเร็จ วิธีการ CPM ช่วยลดเวลาตั้งแต่ระยะเริ่มแรก เช่น ระยะพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จนกระทั่งถึงระยะสุดท้าย คือผลิตเป็นผลผลิตขั้นสุดท้าย

ในการประมาณค่าของเวลาที่ทำโครงการให้สำเร็จ ในระยะแรกก็ไม่มีวิธีการอื่นใด นอกจากประมาณเวลาอย่างระมัดระวังของงานแต่ละขั้นในโครงการ ฉะนั้นจึงจำเป็นที่ผู้ประมาณเวลาต้องรู้งานต่างๆ เป็นอย่างดี จึงเป็นการยากมากที่จะหาผู้ประมาณเวลาได้ เพราะต้องรู้งานอย่างดีมากก่อน และงานนั้นส่วนมากก็เป็นงานใหม่และไม่เหมือนกับงานที่เคยทำมา เพื่อที่จะแก้ปัญหาคือเกี่ยวกับการประมาณค่าของเวลาให้ถูกต้อง Willard Fazar ได้จัดสร้าง PERT ขึ้น กำหนดให้การประมาณค่าในแต่ละสายงานรวมเอาความไม่แน่นอนของการประมาณเวลาในแต่ละสายงาน Fazar ได้ประมาณเวลาไว้ 3 อย่างคือ เวลาที่ทำงานให้สำเร็จมองในค่านี ในค่านปกติที่ควรจะเป็น และในค่านเร็ว การประมาณเวลา 3 อย่างนี้จึงทำให้เกิด Variance ในค่านเวลา

การนำเอา PERT มาใช้ในครั้งแรกนั้นปรากฏว่าได้ผลดีต่อฝ่ายบริหารหัวหน้าโครงการจรวคโปลาไรส์ ชื่อ Vice Admiral W.F. Raborn, Jr. ได้รายงานว่าวิธีการเช่นนี้รับผิดชอบส่วนใหญ่ต่อความสำเร็จของโครงการจรวคโปลาไรส์ซึ่งทำได้สำเร็จใน 2 ปี เร็วกว่าเวลาที่ประมาณไว้แต่แรกเริ่ม

เป็นที่แน่ชัดว่าการควบคุมและรวบรวมโครงการจรวคโปลาไรส์ซึ่งประสบความสำเร็จด้วยดีนั้น จำเป็นต้องใช้วิธีการที่คัดเลือกสำหรับการวางแผน การประสานงาน และ

การประเมินค่าการใช้ PERT จัดเป็นวิธีการที่ดึงดูดความสนใจของฝ่ายบริหารทั่วโลกว่าเป็นวิธีการที่ใช้ควบคุมอย่างมีระเบียบแบบแผน ทำให้ประหยัดเวลาและเงิน ทั้ง CPM และ PERT ต่างก็ต้องใช้สายงานที่เป็นกราฟ หลักการของทั้ง 2 วิธีก็คล้าย ๆ กัน ลักษณะที่เด่นของ CPM ก็คือการหาต้นทุนรวมของโครงการที่ต่ำสุดในขณะที่ระยะเวลาของโครงการได้ถูกลดลงโดยการเร่งการทำงานในแต่ละสายงานของโครงการ ฉะนั้น CPM จึงมุ่งไปที่การหาซื้อที่เหมาะสมที่สุดของต้นทุนรวม (เช่น ต้นทุนโรงงาน รวมกับต้นทุนค่าการทำงานโดยตรง) พร้อมทั้งเร่งให้โครงการสำเร็จภายในกำหนดเวลาที่เป็นไปได้ วิธีการเช่นนี้จึงนิยมใช้กันมากในวงการอุตสาหกรรม รวมทั้งการนำเอาไปใช้บ่อยครั้งในด้านการประมวลราคาค่าก่อสร้างเพื่อให้เสร็จในเวลาที่กำหนดกันตามสัญญา อีกตัวอย่างหนึ่งของการนำเอาวิธีการวิเคราะห์สายงานมาใช้ทางภาครัฐก็คือ การก่อสร้างภายในงานแสดงสินค้าระหว่างประเทศ ชื่อ Expo 67 ซึ่งจัดขึ้นที่ Montreal ประเทศแคนาดาในปี 1967 ปัญหาของการประสานงานกันในโครงการที่ซับซ้อน และการกำหนดเวลาให้เสร็จตามเวลาที่ระบุไว้ในตารางก็ทำได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยการใช้ระบบการวิเคราะห์สายงานเข้าช่วย จึงทำให้การก่อสร้างต่าง ๆ เสร็จภายในเวลาและงบประมาณที่กำหนดไว้ ทั้ง PERT และ CPM จึงต่างก็ช่วยฝ่ายบริหารในด้านการควบคุมเวลาและงบประมาณให้รัดกุมขึ้น ช่วยในการตัดสินใจอย่างอัตโนมัติ และทั้ง 2 วิธีต่างก็เป็นวิธีการง่าย ๆ ไม่ใช่คณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนหรือมีรายละเอียดมาก ง่ายต่อการนำเอาไปใช้ในทางปฏิบัติและง่ายต่อการตีความ แต่ทั้ง 2 วิธีนี้จะแตกต่างกันบ้างที่ตรงรายละเอียดต่าง ๆ เช่น CPM กำหนดให้ค่าของเวลาแน่นอนในแต่ละสายงาน ส่วน PERT นั้นค่าของเวลามีความเบี่ยงเบน (Variance) หรือมีความไม่แน่นอนเข้ามาเกี่ยวข้องเป็นต้น

### การเขียนสายงานของโครงการ

การเขียนสายงานของโครงการโดยวิธี PERT—CPM ประกอบด้วยลักษณะพื้นฐาน 3 ประการคือ การวางแผน การกำหนดตารางเวลา และการควบคุม

การวางแผนนั้นเริ่มด้วยการแบ่งโครงการออกเป็นงานต่าง ๆ มีการประมาณเวลาของการทำงานเหล่านี้ โดยสร้างสายงานที่ใช้ลูกศรแทนงาน ลูกศรเหล่านี้จะแสดงให้เห็นถึงลำดับของงานต่าง ๆ ที่ต้องพึ่งซึ่งกันและกัน การสร้างสายงานโดยใช้ลูกศรนี้เปรียบเสมือนการวางแผน มีประโยชน์ต่อการศึกษางานแต่ละชนิดอย่างละเอียด ซึ่งอาจมีการ

แก้ไข ปรับปรุง ก่อนที่โครงการจะสำเร็จ และที่สำคัญก็คือใช้สำหรับการพัฒนาตารางเวลาของโครงการ

ตารางเวลาวัดคู่ประสงค์อันสำคัญของการกำหนดตารางเวลา ก็คือการสร้างตารางเวลาแสดง เวลาการเริ่มต้นทำงานและเวลาที่ทำงานเสร็จของแต่ละงานรวมทั้งแสดงความสัมพันธ์ต่างๆ ของงานในโครงการ ยิ่งกว่านั้นตารางเวลานี้จะพุ่งความสนใจไปทำงานต่างๆ ในสายงานหลักซึ่งจะต้องให้ความเอาใจใส่เป็นพิเศษถ้าต้องการให้โครงการเสร็จตามเวลาสำหรับงานต่างๆ ที่มีใช้สายงานหลักตารางเวลาต้องแสดงช่วงว่างของเวลา (Slack) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่องานต่างๆ ที่ทำล่าช้า หรือเมื่อต้องการใช้ทรัพยากรที่มีจำนวนจำกัดนี้ อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

ลักษณะอันสุดท้ายในการบริหารโครงการก็คือการควบคุมโครงการ ซึ่งได้รวมเอาการใช้ลูกศรสายงานและตารางเวลาสำหรับการทำรายงานความก้าวหน้าเป็นงวดๆ สายงานนี้จะต้องทำให้ทันสมัย และถ้าจำเป็นตารางเวลาอันใหม่อาจถูกกำหนดขึ้นมาสำหรับส่วนที่เหลือของโครงการได้

### ความหมายของคำที่ใช้ในการวิเคราะห์สายงาน

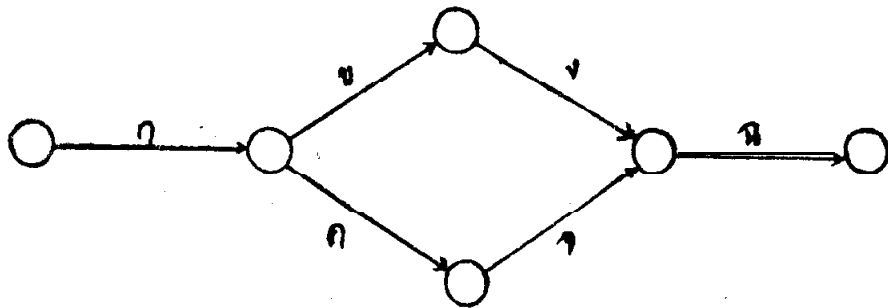
PERT เป็นเทคนิคที่ใช้ทางด้านการวางแผนและควบคุม จัดสร้างขึ้นมาเพื่อช่วยฝ่ายบริหารในการประมาณค่า การทำงานประมาณ และควบคุมสายงาน ต้นทุนรวมทั้งการปฏิบัติงานทางเทคนิค ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ มีปัจจัยอยู่ 3 อย่างที่มีผลต่อความก้าวหน้าในการบริหารโครงการโดยใช้ PERT คือ (1) เวลา (Time) (2) ทรัพยากร (Resources) และ (3) การปฏิบัติงานโดยใช้เทคนิค (Technical Performance)

สายงาน (PERT Network) เป็นการบรรยายแผนการด้วยกราฟ แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนเรียงลำดับก่อนหลังของงานต่างๆ ทั้งหมดซึ่งรวมกันแล้วเป็นโครงการ และแสดงให้เห็นจุดต่างๆ (Events) ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนต่างๆ ของการทำโครงการให้สำเร็จ อีกทั้งยังแสดงถึงความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานทั้งหลายและจุดต่างๆ จุดเริ่มแรกคือการเริ่มต้นของโครงการ จุดสุดท้ายคือความสำเร็จสิ้นของโครงการ จุดต่างๆ ที่อยู่ตรงกลางแทนความสำเร็จสิ้นของงานส่วนต่างๆ ของโครงการ

งาน (Activity) คืองานชิ้นหนึ่งจากบรรดางานทั้งหลายที่ประกอบกันเป็นโครงการทั้งหมด ในบางครั้งงานชิ้นหนึ่งจะเริ่มทำได้โดยอิสระโดยไม่ต้องขึ้นอยู่กับงานอื่น

นั่นคือสามารถลงมือทำเวลาใดก็ได้ในช่วงอายุของโครงการ แต่โดยปกติแล้วงานชิ้นหนึ่ง จะเริ่มทำได้ก็ต่อเมื่อเสร็จงานอื่นชิ้นหนึ่งหรือหลายชิ้น งานที่ต้องทำให้เสร็จก่อนนี้เรา เรียกว่า งานที่นำมาก่อน (Predecessors) งานที่ตามหลังมาเรียกว่า งานที่ตามหลัง (Successors) งานชิ้นหนึ่งจะถูกแทนด้วยลูกศรอันหนึ่งดังตัวอย่าง

กราฟแสดงสายงานสำหรับโครงการของผลิตภัณฑ์ใหม่



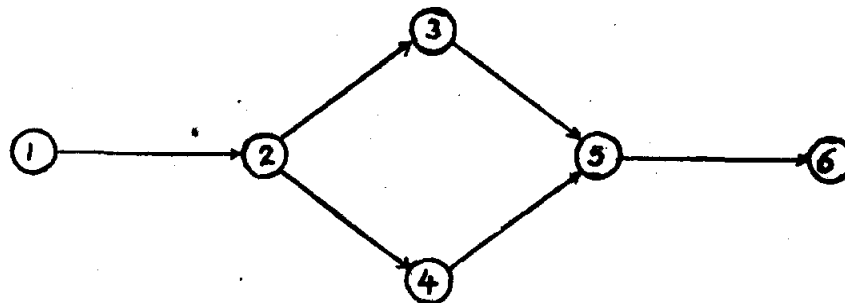
ตาราง 1

โครงการผลิตภัณฑ์ใหม่

<u>งาน</u>	<u>ลักษณะของงาน</u>	<u>ความสัมพันธ์ที่นำมาก่อน</u>
n.	การออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์ใหม่	—
ข.	การวางแผนด้านการตลาด	ก.
ง.	การวางแผนระบบการผลิต	ก.
จ.	การเลือกใช้สื่อโฆษณา	ข.
ฉ.	การเริ่มทำการผลิต	ค.
ฉ.	การนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาด	ง., จ.

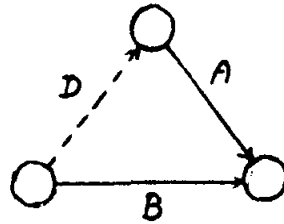
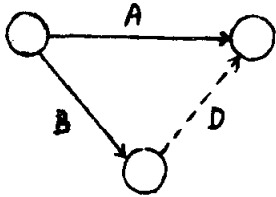
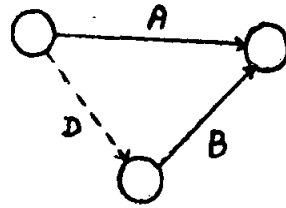
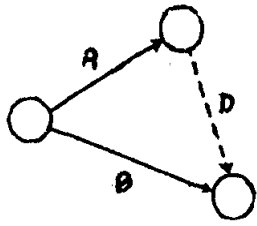
จากข้างบนนี้จะเห็นว่าการวางแผนด้านการตลาดและการวางแผนด้านการผลิตจะ เริ่มได้ก็ต่อเมื่อเสร็จงานที่นำมาก่อนแล้วเท่านั้นคือ งานออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์ใหม่ การเลือกใช้สื่อโฆษณาตามหลังงานด้านการวางแผนการตลาดซึ่งเป็นงานที่นำมาก่อน การเริ่มทำการผลิตก็เช่นกันจะทำตามหลังงานวางแผนระบบการผลิต และสุดท้ายการนำ ผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาดจะเริ่มงานได้ก็ต่อเมื่อเสร็จงานที่นำมาก่อนสองชิ้น คือ งานเลือก สื่อโฆษณาและงานเริ่มทำการผลิต

หรือบางครั้งคำว่างานนี้ยังแสดงถึงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างวงกลม 2 วงในสายงาน ลูกศรแทนงานแสดงให้เห็นถึงการไหลของงานตามเวลาก่อนหลัง ความยาวของลูกศรไม่ได้แสดงถึงระยะเวลาของเวลา นั่นก็คือลูกศรไม่ได้เป็นส่วนที่ต้องคำนึงถึง งานทุกชั้นถูกแบ่งให้เห็นได้ชัดโดยวงกลมที่นำมาก่อน และวงกลมที่ตามมาทีหลังเช่นงานถูกนำหน้าด้วยวงกลม 2 และตามหลังด้วยวงกลม 4 งานนี้จะถูกระบุให้เป็นงาน 2-4 ปกติแล้วจะระบุวงกลมที่นำหน้าด้วยตัวเลขที่มีค่าน้อยและวงกลมที่ตามหลังด้วยตัวเลขที่มีค่ามากกว่า ซึ่งการกระทำเช่นนี้ถือว่ามีเฉพาะ การวิเคราะห์สายการดำเนินงานโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ดังกราฟ

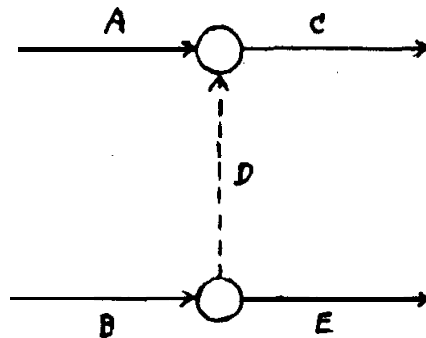
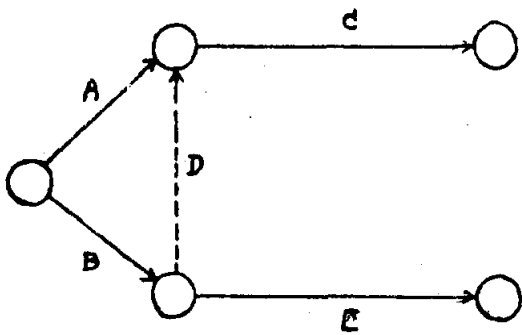


งานทั้งหลายที่จะกระทำได้นั้น ต้องใช้ความพยายามของคน ใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ ใช้เวลา ใช้เทคนิค ซึ่งฝ่ายบริหารจะต้องเข้าควบคุมด้วย

**งานสมมติ (A Dummy Activity)** จากหลักที่ว่างาน 2 ชั้นขึ้นไปไม่สามารถเริ่มต้นที่จุดเดียวกัน และไม่สามารถสิ้นสุดที่จุดเดียวกันได้ เส้นลูกศรจะต้องเป็นเส้นเดี่ยวเท่านั้น แต่ในงาน 2 ชั้น มีจุดเสร็จสิ้นที่จุดเดียวกันหรือมีจุดเริ่มต้นพร้อมกัน เช่นนี้จำเป็นต้องใช้งานสมมติเข้าแก้ปัญหา เมื่อมีการใช้งานสมมติแล้ว งานทั้งสองชั้นก็สามารถมีจุดเสร็จสิ้นที่จุดเดียวกันได้ งานสมมตินี้ไม่ต้องใช้ความพยายาม ไม่ต้องใช้เวลา และไม่ต้องใช้ทรัพยากรใด ๆ ทั้งสิ้น งานสมมติจะถูกแทนด้วยเครื่องหมายเส้นประของลูกศร → ทั้งนี้เพื่อแบ่งแยกให้เห็นว่าแตกต่างจากงานจริงและหลีกเลี่ยงความหมายที่คลุมเครือ



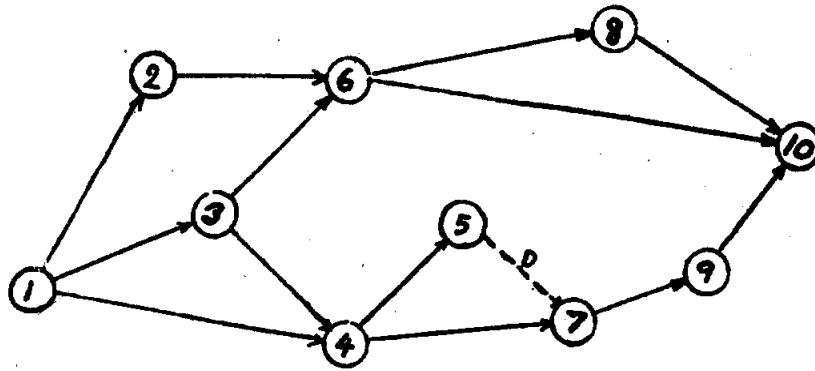
งานสมมตินี้จำเป็นและมีประโยชน์มากต่อการแสดงความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานทั้งรูป



รูปทั้งสองนี้จัดอยู่ในกรณีเดียวกัน คือ งาน B นำหน้างาน E และงาน C งาน C จะตามหลังงาน B และงาน A หรืองาน A และงาน B ต้องนำหน้างาน C งาน E จะตามหลังงาน B งานเดียวเท่านั้น งาน A นำหน้างาน C งานเดียวเท่านั้น การใช้งานสมมติ D จึงมีผลต่อการแสดงความสัมพันธ์ก่อนหลังตามที่เรากำลังต้องการ



กราฟของโครงการที่แสดงงานจริงและงานสมมติ

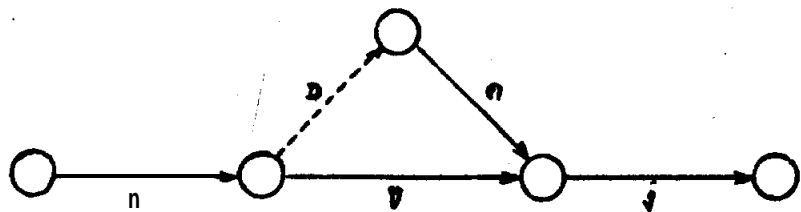


ตัวอย่าง งานเขียนรายงานของโครงการซึ่งประกอบด้วยงานดังต่อไปนี้

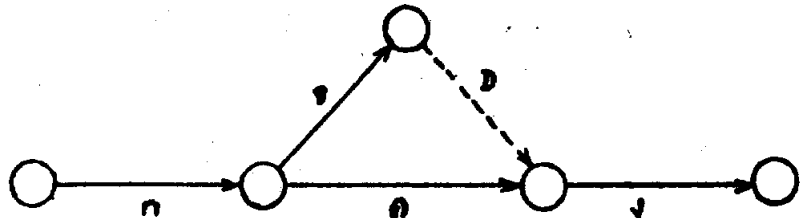
- ก. เดินไปนั่งเก้าอี้ตักผม
- ข. รับการตัดผม
- ค. รับการแต่งเล็บ
- ง. ลุกไปจากเก้าอี้ตักผม

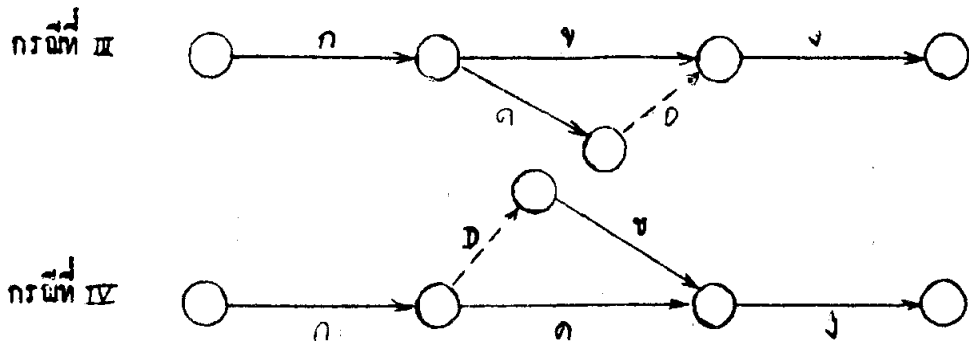
วิธีทำ

กรณีที่ ข



กรณีที่ ค





**อีเวนต์ (Event)** แสดงถึงความสำเร็จหรือจุดหมายปลายทาง กังนั้น จึงแสดงถึงการเสร็จสิ้นของงานที่นำหน้ามาก่อนและการเริ่มต้นของงานที่จะตามมาทีหลัง วงกลมที่นำหน้าเรียกว่า Preceding Event เป็นอีเวนต์ที่จะต้องเกิดขึ้นก่อนงานที่จะตามมา วงกลมที่ตามหลังลูกศรเรียกว่า Succeeding Event เป็นอีเวนต์ที่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้จนกว่างานที่นำหน้ามาก่อนทั้งหมดได้ถูกกระทำให้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ที่ Event นั้นไม่ต้องใช้ระยะเวลาไม่ต้องการรับส่วนแบ่งของทรัพยากรที่จัดสรรมาให้ และไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้ความพยายามใด ๆ ทั้งสิ้น

ถ้า Event กับคำ Node นั้นเหมือนกัน ซึ่งจะเขียนไว้ในกราฟของสายงานด้วยสัญลักษณ์ต่าง ๆ กัน เช่น วงกลม สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงรี แต่สัญลักษณ์ที่ใช้กันทั่วไปเป็นรูปวงกลม

สายงานหลัก (Critical Path) มีสายงานอยู่หลายสายที่ต้องทำให้สำเร็จก่อนที่โครงการทั้งหมดจะบรรลุวัตถุประสงค์ ถึงแม้ว่าสายงานทุกสายต่างก็มีความสำคัญ แต่ก็จะมีเพียงสายงานเดียวที่เราให้ความสนใจมากที่สุดเป็นอันดับแรกนั้นก็คือสายงานที่เริ่มจากจุดเริ่มต้นจนกระทั่งถึงจุดที่เสร็จโครงการอันจะต้องใช้เวลามากที่สุดที่จะทำให้โครงการนั้นสำเร็จได้ ถ้างานส่วนใดก็ตามในสายงานนี้เกิดความล่าช้าจะมีผลทำให้โครงการทั้งหมดสำเร็จช้าลง สายงานนี้เรียกว่า สายงานหลัก (Critical Path) ในโครงการหนึ่งจะมีสายงานหลักมากกว่าหนึ่งสายก็ได้ ปกติแล้วจะแสดงสายงานหลักด้วยลูกศรที่ลากเป็นเส้นหนาๆ

หรือซิก ๒ ซิกกร่วมลูกศร ผู้จัดการโครงการจะต้องสอดคล้องอย่างใกล้ชิดเพื่อคว่างานทุกส่วนทุกตอนในแต่ละสายงานสำเร็จตามเวลาที่กำหนดไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานต่าง ๆ ในสายงานหลัก

ในขณะเดียวกันอาจเป็นไปได้ที่งานของสายงานอื่น ๆ ที่มีใช้สายงานหลัก (Noncritical Paths) อาจล่าช้าได้บ้างโดยไม่มีผลสะท้อนต่อจำนวนเวลาที่จะทำให้โครงการสำเร็จจึงทำให้มีการเคลื่อนย้ายทรัพยากรจากสายงานอื่น ๆ ไปสู่งานในสายงานหลักซึ่งถ้าไม่ทำให้สำเร็จตามกำหนดแล้วจะเกิดผลเสียหายแก่โครงการ

การล่าช้าของงานในสายงานอื่น ที่มีใช้สายงานหลักนั้นย่อมมีขึ้นได้โดยไม่มีผลสะท้อนต่อโครงการทั้งหมด แต่การล่าช้านี้ย่อมมีซิกจำกัดก็จะต้องไม่เกินกว่า ช่วงว่างของเวลา (Slack) ของงานในสายงานนั้น ๆ

ช่วงว่างเวลา (Slack) บางครั้งเราเรียกว่า Float Slack แทนเวลาที่มีค่าสูงสุดซึ่งงานใดงานหนึ่งที่มีช่วงว่างเวลาสามารถทำงานล่าช้าได้ โดยไม่มีผลสะท้อนต่อหรือทำให้เวลาของการทำโครงการให้สำเร็จต้องล่าช้าลงแต่ประการใด

### หลักการเขียนสายงาน

หลักของการเขียนสายงานด้วยลูกศรนั้นพอสรุปได้ดังนี้

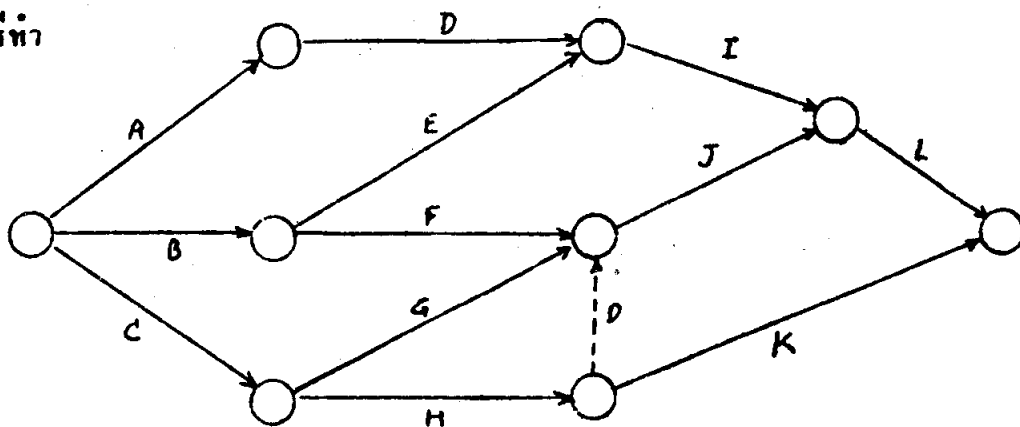
1. งานแต่ละชั้นถูกแทนด้วยลูกศรเพียงเส้นเดียวเท่านั้น
2. งาน 2 ชั้นจะต้องไม่มีจุดตั้งต้น (The preceding event) และจุดเสร็จงาน (The succeeding event) เดียวกัน
3. เพื่อที่จะให้แน่ใจว่าความสัมพันธ์ที่นำมาก่อนในสายงานที่เป็นลูกศรนี้ถูกต้องให้ตอบคำถามดังต่อไปนี้ทุกครั้งทั้งงานแต่ละชั้นได้ถูกเพิ่มเข้าไปในสายงาน
  - (ก) มีงานอื่นใดบ้างที่ต้องทำให้สำเร็จทันทีก่อนที่จะเริ่มงานชั้นนี้
  - (ข) มีงานอื่นใดบ้างที่จะทำตามหลังงานชั้นนี้
  - (ค) มีงานอื่นใดบ้างที่จะเกิดขึ้นพร้อมกับงานชั้นนี้

ตัวอย่างที่ 1 จงเขียนสายงานของโครงการซึ่งประกอบด้วย A,B,C,... และ L ตามความสัมพันธ์ซึ่งกำหนดให้ดังนี้

1. A, B และ C เป็นงานแรกเริ่มของโครงการซึ่งเริ่มทำพร้อมกันไป
2. A นำหน้า D

3. B นำหน้า E และ F
4. C นำหน้า G และ H
5. D และ E นำหน้า I
6. F และ G นำหน้า J
7. H นำหน้า J และ K
8. I และ J นำหน้า L
9. I และ K เป็นงานขั้นสุดท้ายของโครงการ

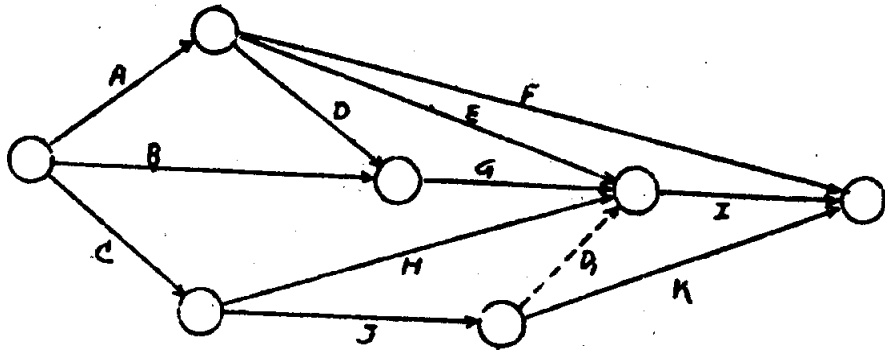
วิธีทำ



ตัวอย่างที่ 2 จงเขียนสายงานของโครงการ ซึ่งมีงานต่างๆ จาก A ถึง K ตามความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

1. A, B และ C เป็นงานแรกเริ่มของโครงการซึ่งเริ่มทำพร้อมกันไป
2. D, E และ F เริ่มทำพร้อมกันเมื่อเสร็จงาน A แล้ว
3. B และ D นำหน้า G
4. C นำหน้า H และ J
5. H, G และ E นำหน้า I
6. J นำหน้า I และ K
7. F, I และ K เป็นงานขั้นสุดท้ายของโครงการ

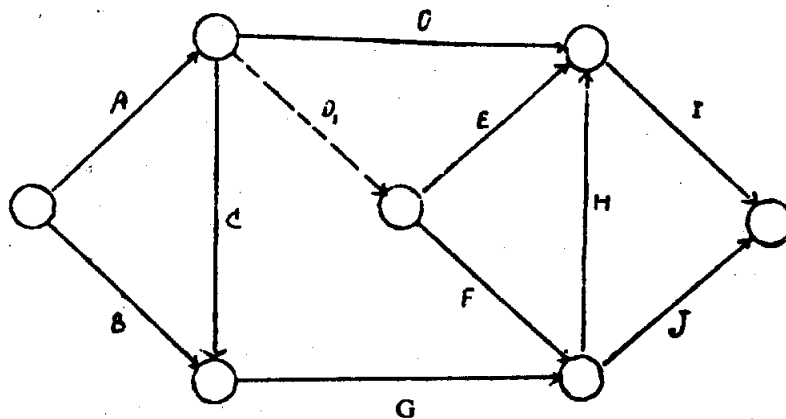
วิธีทำ



ตัวอย่างที่ 3 จงเขียนสายงานของโครงการซึ่งประกอบด้วยงาน A, B, C,... และ J ตามความสัมพันธ์ซึ่งกำหนดให้ดังต่อไปนี้

1. A และ B เป็นงานแรกเริ่มของโครงการซึ่งเริ่มทำพร้อมกันไป
2. A นำหน้า C, D, E และ F
3. B และ C นำหน้า G
4. E และ F เริ่มทำพร้อมกัน
5. F และ G นำหน้า H และ J
6. D, E และ H นำหน้า I
7. I และ J เป็นงานขั้นสุดท้ายของโครงการ

วิธีทำ



### การคำนวณเวลาในการทำงาน (Time Estimation)

การคำนวณหาระยะเวลาที่ใช้ทำงานแต่ละตอนนั้นย่อมไม่เป็นที่แน่นอน คือไม่อาจกำหนดเวลาตายตัวลงไปได้นั่นเอง เช่น การหาระยะเวลาทำงานของโครงการพัฒนา

และค้นคว้า (Research and Development Projects) เมื่อเป็นเช่นนี้เราจึงใช้วิธีการประมาณเวลาที่จะทำงานแต่ละตอนให้เสร็จ การประมาณเวลาของการทำงานแต่ละขั้นตอนอยู่บนรากฐานของการประมาณดังนี้

1. การประมาณเวลาของการทำงานถ้าทุกอย่างของการทำงานดำเนินไปอย่างดีเยี่ยม เราเรียกว่า ภาวะกาลในทางที่ดี (An Optimistic Time) ใช้แทนด้วย  $t_o$

2. การประมาณเวลาของการทำงานถ้าทุกอย่างของการทำงานดำเนินไปอย่างปกติ เราเรียกว่า ภาวะกาลในทางที่น่าจะเป็นมากที่สุด (The Most Likely Time) ใช้แทนด้วย  $t_m$

3. การประมาณเวลาของการทำงานที่มีความยุ่งยาก มีปัญหา มีอุปสรรค และมีความล่าช้าในการทำงานแต่ละขั้นตอน เราเรียกว่า ภาวะกาลในทางที่เลว (Pessimistic Time) ใช้แทนด้วย  $t_p$

ดังนั้นเวลาโดยเฉลี่ยที่คาดว่าจะทำงานแต่ละขั้นตอนให้สำเร็จ (Expected Time) แทนด้วยสัญลักษณ์  $t_e$  จึงเป็นเวลาโดยเฉลี่ยในการทำงานให้สำเร็จภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เป็นกลาง ๆ หรือเป็นค่ากลางของการกระจาย หรือเป็นค่าที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งที่สุดถ้าจะทำงานนั้นซ้ำกันหลายครั้งภายใต้สภาวะแวดล้อมที่คล้าย ๆ กัน ค่า  $t_e$  จะเป็นดังนี้

$$t_e = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6}$$

ในการคำนวณหาเวลาที่จะทำให้โครงการสำเร็จนั้นทำได้โดยการหา  $t_e$  ของแต่ละงาน ในสายงานหลัก ผลรวมของ  $t_e$  ในสายงานหลักก็คือจำนวนวันซึ่งจะทำให้โครงการสำเร็จ สมมติว่าจำนวนวันซึ่งจะทำให้โครงการสำเร็จเป็น 60 วัน จำนวน 60 วันนั้นเป็นเพียงการประมาณค่าเท่านั้น ยังไม่เป็นที่แน่นอนตายตัว เพราะว่าเวลาของการทำงานแต่ละตอนนั้นเรากำหนดจาก 3 อย่าง คือ  $t_o$ ,  $t_m$  และ  $t_p$  ดังนั้นการคำนวณออกมาเป็นตัวเลข 60 วันนั้น จึงไม่ควรระบุตายตัวลงไป คือตัวเลขนั้นอาจจะมีมากหรือน้อยกว่า 60 วันก็ได้ เมื่อเป็นเช่นนี้จึงเกิดช่วงของเวลาขึ้นที่เรียกว่า ความเสี่ยง (Risk) ความเสี่ยงในที่นี้หมายถึงค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน Standard Deviation (S)

$$\begin{aligned} \text{ความเสี่ยงของงานแต่ละตอน} &= S = \frac{t_p - t_o}{6} \\ S^2 &= \left(\frac{t_p - t_o}{6}\right)^2 \end{aligned}$$

ความเสี่ยงของโครงการก็คือผลรวมของ  $S^2$  ของงานแต่ละทอนในสายงานหลัก

$$S^2_{\text{project}} = \Sigma S^2_{\text{critical path}}$$
$$S_{\text{project}} = \sqrt{\Sigma S^2_{\text{critical path}}}$$

### การคำนวณหาสายงานหลัก

การคำนวณหาสายงานหลักทำได้ 2 วิธี วิธีแรกเรียกว่า สายงานข้างหน้า (Forward Pass) การคำนวณนั้นจะเริ่มจากจุดเริ่มต้น (The start node) และเคลื่อนไปข้างหน้าจนกระทั่งถึงจุดสุดท้าย (The end node) ในแต่ละงานจะมีการคำนวณเวลาเริ่มต้นทำงาน ก่อน-หลัง ส่วนวิธีที่สองเรียกว่า สายงานย้อนหลัง (Backward pass) การคำนวณจะเริ่มต้นจากจุดสุดท้ายหรือจุดที่เสร็จสิ้นงาน (The end node) และเคลื่อนย้อนกลับไปยังหน้า จนกระทั่งถึงจุดเริ่มต้นในแต่ละงานก็มีการคำนวณเช่นเดียวกับวิธีแรก

ก่อนที่จะเริ่มการคำนวณจะต้องรู้ความหมายของคำบางคำเช่น

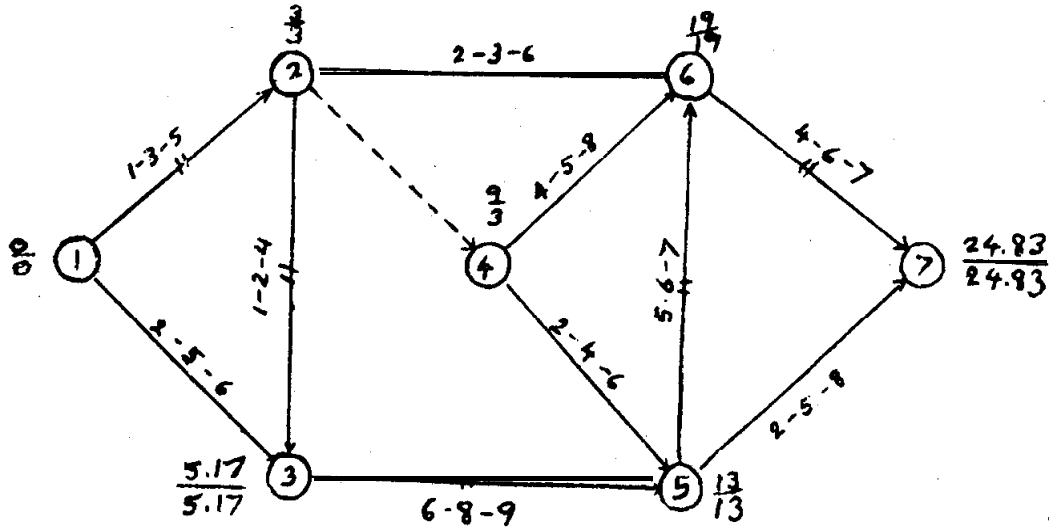
**เวลาเริ่มต้นงานก่อน (Earliest Start Time) แทนด้วย ES** เป็นเวลาที่งานเริ่มลงมือทำภายใต้สภาวะแวดล้อมปกติ (Normal Circumstances) เวลาเริ่มต้นก่อนในครั้งแรกเริ่มนั้นจะมีค่าเป็นศูนย์เพราะว่าเพิ่งจะเริ่มลงมือทำงาน เวลาเริ่มต้นครั้งที่ต่อไป ของงานซึ่งขึ้นแก่กันที่จะทำตามมาเท่ากับศูนย์รวมกับเวลาที่คาดว่าจะทำงานนั้นสำเร็จก็จะเท่ากับเวลาเริ่มต้นก่อนของงานที่จะทำตามมาที่หลัง

**เวลาเสร็จงานก่อน (Earliest Completion Time) แทนด้วย EC** เป็นเวลาเสร็จงานก่อนอย่างรวดเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ภายใต้สภาวะการปกติ เวลาที่เสร็จงานก่อนของงานใด เท่ากับเวลาเริ่มต้นก่อนของงานนั้นรวมกับเวลาที่คาดว่าจะทำงานนั้นสำเร็จ  $EC = ES + te$

**เวลาเริ่มต้นงานหลัง (Latest Start Time) แทนด้วย LS** เป็นเวลาที่เริ่มต้นทำงานอย่างช้าที่สุด ถ้าหากช้ากว่านี้ไปแล้วจะทำให้วันที่จะทำโครงการให้สำเร็จต้องล่าช้าไปเท่ากับจำนวนวันที่ช้ากว่านี้ไป การคำนวณหา LS จะได้แสดงให้ดูในตัวอย่างต่อไป

**เวลาเสร็จงานหลัง (Latest Completion Time) แทนด้วย LC** เป็นเวลาที่เสร็จงานอย่างช้าที่สุด ถ้าหากเสร็จงานช้ากว่านี้จะทำให้วันที่ทำโครงการสำเร็จต้องช้าไปอีกเท่ากับจำนวนวันที่เสร็จงานช้ากว่านี้ เวลาที่เสร็จงานหลังของงานใดงานหนึ่งจะประกอบด้วยเวลาที่เริ่มต้นงานหลังรวมกับเวลาที่คาดว่าจะทำงานนั้นสำเร็จ  $LC = LS + te$

ตัวอย่างที่ 1 กราฟแสดงสายงานของโครงการซึ่งมีการประมาณเวลาเป็น  $t_0-t_m-t_p$   
จงคำนวณหาสายงานหลัก



วิธีทำ	งาน	$t_0$	$t_m$	$t_p$	$t_e$
	1-2	1	3	5	3
	1-3	2	5	6	4.67
	2-3	1	2	4	2.17
	2-6	2	3	6	3.33
	3-5	6	8	9	7.83
	4-5	2	4	6	4
	4-6	4	5	8	5.33
	5-6	5	6	7	6
	5-7	2	5	8	5
	6-7	4	6	7	5.83

ให้  $i$  = เป็นจุดเริ่มต้น (starting event)  
 $j$  = เป็นจุดเสร็จงาน (ending event)  
 $d_{ij}$  = เป็นเวลาทำงานของงาน ( $i, j$ )



**วิธีที่ 1**  $E_i$  = เป็นเวลาเริ่มต้นทำงานก่อน (earliest start time) ของงาน (i, j)  
 ดังนั้น  $E_j = \max(E_i + d_{ij})$

$$E_1 = 0$$

$$E_2 = \max(E_1 + d_{12}) = \max(0+3) = 3$$

$$E_3 = \max(E_1 + d_{13}, E_2 + d_{23}) = \max(0 + 4.67, 3 + 2.17) = 6.17$$

$$E_4 = \max(E_2 + d_{24}) = \max(3 + 0) = 3$$

$$E_5 = \max(E_4 + d_{45}, E_3 + d_{35}) = \max(3 + 4, 6.17 + 7.83) = 13$$

$$E_6 = \max(E_2 + d_{26}, E_4 + d_{46}, E_5 + d_{56}) = \max(3+3.33, 3+5.33, 13+6) = 19$$

$$E_7 = \max(E_5 + d_{57}, E_6 + d_{67}) = \max(13 + 5, 19 + 5.83) = 24.83$$

... ค่าสายงานหลัก 25 วัน ทอบ

**วิธีที่ 2** ให้  $L_j$  เป็นเวลาเสร็จงานหลัง (Latest Completion time) ของงาน (i, j)  
 ดังนั้น  $L_i = \min(L_j - d_{ij})$

$$L_7 = E_7 = 24.83$$

$$L_6 = \min(L_7 - d_{67}) = \min(24.83 - 5.83) = 19$$

$$L_5 = \min(L_7 - d_{57}, L_6 - d_{56}) = \min(24.83 - 5, 19 - 6) = 13$$

$$L_4 = \min(L_6 - d_{46}, L_5 - d_{45}) = \min(19 - 5.33, 13 - 4) = 9$$

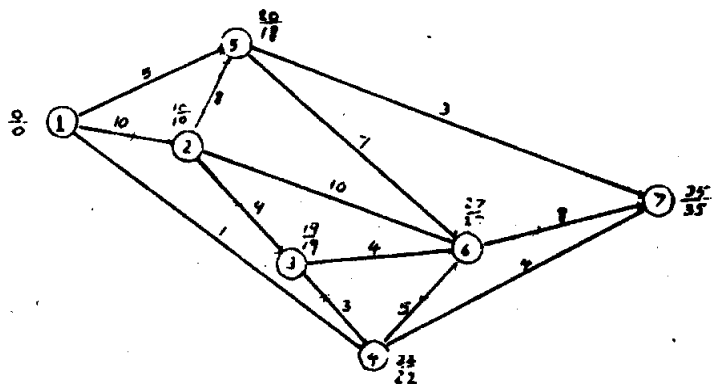
$$L_3 = \min(L_5 - d_{35}) = \min(13 - 7.83) = 5.17$$

$$L_2 = \min(L_6 - d_{26}, L_4 - d_{24}, L_3 - d_{23}) = \min(19 - 3.33, 9 - 0, 5.17 - 2.17) = -3$$

$$L_1 = \min(L_3 - d_{13}, L_2 - d_{12}) = \min(5.17 - 4.67, -3 - 3) = 0$$

งาน 1-2-3-5-6-7 เป็นงานหลักที่อยู่ในสายงานหลัก 1-2-3-5-6-7 ทอบ

**ตัวอย่างที่ 2** จงคำนวณสายงานหลักจากกราฟแสดงสายงานของโครงการนี้



**วิธีทำ** ให้  $i =$  จุดเริ่มต้น  $j =$  จุดเสร็จงาน

$$d_{ij} = \text{เวลาทำงานของงาน } (i, j)$$

**วิธีที่ 1**  $E_i =$  เวลาเริ่มต้นงานก่อนของงาน  $(i, j)$

$$\text{ดังนั้น } E_j = \max (E_i + d_{ij})$$

$$E_1 = 0$$

$$E_2 = \max (E_1 + d_{12}) = \max (0 + 10) = 10$$

$$E_3 = \max (E_2 + d_{23}) = \max (10 + 9) = 19$$

$$E_4 = \max (E_3 + d_{34}, E_1 + d_{14}) = \max (19 + 3, 0 + 1) = 22$$

$$E_5 = \max (E_1 + d_{15}, E_2 + d_{25}) = \max (0 + 5, 10 + 8) = 18$$

$$E_6 = \max (E_2 + d_{26}, E_3 + d_{36}, E_4 + d_{46}, E_5 + d_{56}) = \max (10 + 10, 19 + 4, 22 + 5, 18 + 7) = 27$$

$$E_7 = \max (E_4 + d_{47}, E_6 + d_{67}, E_5 + d_{57}) = \max (22 + 4, 27 + 8, 18 + 3) = 35$$

**วิธีที่ 2** ให้  $L_j =$  เป็นเวลาเสร็จงานหลัง

$$\text{ดังนั้น } L_i = \min (L_j - d_{ij})$$

$$L_7 = E_7 = 35$$

$$L_6 = \min (L_7 - d_{67}) = \min (35 - 8) = 27$$

$$L_5 = \min (L_6 - d_{56}, L_7 - d_{57}) = \min (27 - 7, 35 - 3) = 20$$

$$L_4 = \min (L_6 - d_{46}, L_7 - d_{47}) = \min (27 - 5, 35 - 4) = 22$$

$$L_3 = \min (L_4 - d_{34}, L_6 - d_{36}) = \min (22 - 3, 27 - 4) = 19$$

$$L_2 = \min (L_3 - d_{23}, L_6 - d_{26}, L_5 - d_{25}) = \min (19 - 9, 27 - 10, 20 - 8) = 10$$

$$L_1 = \min (L_2 - d_{12}, L_5 - d_{15}, L_4 - d_{14}) = \min (10 - 10, 20 - 5, 22 - 1) = 0$$

จากตัวอย่างที่ 1 และที่ 2 จะเห็นว่างานแต่ละขั้นในสายงานหลักจะมีคุณสมบัติดังนี้

$$(1) E_i = L_i$$

$$(2) E_j = L_j$$

$$(3) E_j - E_i = L_j - L_i = d_{ij}$$

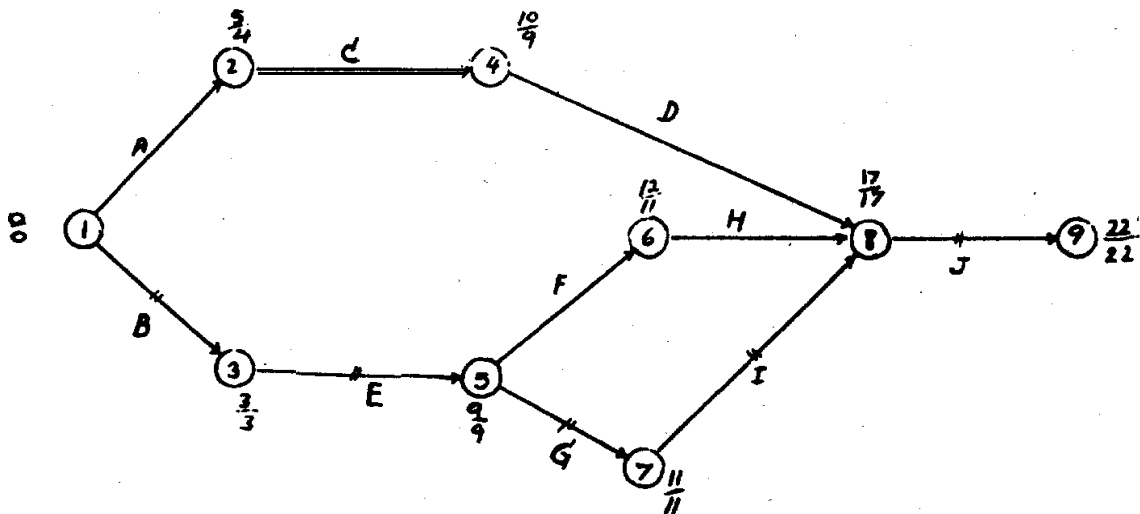
จากคุณสมบัติดังกล่าวนี้จะเห็นว่าไม่มีช่วงว่างเวลา (Float or Slack time) ระหว่างเวลาเริ่มงานก่อน (หรือเวลาเสร็จงานก่อน) และเวลาเริ่มงานหลัง (หรือเวลาเสร็จงานหลัง) ของงานต่างๆ ในสายงานหลัก ฉะนั้นในสายงานหลักช่วงว่างเวลาจะเป็นศูนย์เสมอ งานใดก็ตามที่มีคุณสมบัติดังกล่าวครบทั้ง 3 ข้อ งานนั้นเรียกว่างานหลัก (Critical Activity)

ตัวอย่างที่ 8 งานสายงานหลักของโครงการข้างล่างนี้ และงหาโอกาส (Probability) ที่โครงการนี้จะเสร็จระหว่าง 21-23 วัน จากวันเริ่มกันทำ

การประมาณเวลา—เป็นจำนวนวัน

งาน	ความสัมพันธ์ที่น่ามาก่อน	การประมาณเวลา—เป็นจำนวนวัน		
		<u>to</u>	<u>tm</u>	<u>tp</u>
A	—	2	4	6
B	—	1	3	5
C	A	4	5	6
D	C	4	7	10
E	B	5	6	7
F	E	1	2	3
G	E	2	2	2
H	F	3	5	7
I	G	3	6	9
J	D, H, I	2	4	12

วิธีทำ



งาน	เวลาที่ประมาณขึ้น (จำนวนวัน)				S <sup>2</sup>	S <sup>2</sup> ของ สายงานหลัก
	to	tm	tp	te		
A	2	4	4	4	.44	
B	1	3	5	3	.44	.44
C	4	5	6	5	.11	
D	4	7	10	7	1	
E	5	6	7	6	.11	.11
F	1	a	3	2	.11	
G	2	2	2	2	0	0
H	3	5	7	5	.44	
I	3	6	9	6	1	1
J	2	4	12	5	2.78	2.78 4.33

การคำนวณหาสายงานหลัก ให้  $i$  = จุดเริ่มงาน  
 $j$  = จุดเสร็จงาน  
 $d_{ij}$  = เวลาทำงานของงาน (i, j)  
 $E_i$  = เวลาเริ่มงานก่อน  
ดังนั้น  $E_j = \max (E_i + d_{ij})$

$$E_1 = 0$$

$$E_2 = \max (E_1 + d_{12}) = \max (0 + 4) = 4$$

$$E_3 = \max (E_1 + d_{13}) = \max (0 + 3) = 3$$

$$E_4 = \max (E_2 + d_{24}) = \max (4 + 5) = 9$$

$$E_5 = \max (E_3 + d_{35}) = \max (3 + 6) = 9$$

$$E_6 = \max (E_5 + d_{56}) = \max (9 + 2) = 11$$

$$E_7 = \max (E_5 + d_{57}) = \max (9 + 2) = 11$$

$$E_8 = \max (E_4 + d_{48}, E_6 + d_{68}, E_7 + d_{78},) = \max (9 + 7, 11 + 5, 11 + 6) = 17$$

$$E_9 = \max (E_8 + d_{89}) = \max (17 + 5) = 22$$

ให้  $L_j$  = เวลาเสร็จงานหลัง

$$\text{ดังนั้น } L_i = \min (L_j - d_{ij})$$

$$L_9 = E_9 = 22$$

$$L_8 = \min (L_9 - d_{89}) = \min (22 - 5) = 17$$

$$L_7 = \min (L_8 - d_{78}) = \min (17 - 6) = 11$$

$$L_6 = \min (L_8 - d_{68}) = \min (17 - 5) = 12$$

$$L_6 = \min (L_6 - d_{56}, L_7 - d_{57}) = \min (12 - 2, 11 - 2) = 9$$

$$L_4 = \min (L_8 - d_{48}) = \min (17 - 7) = 10$$

$$L_3 = \min (L_5 - d_{35}) = \min (9 - 6) = 3$$

$$L_2 = \min (L_4 - d_{24}) = \min (10 - 5) = 5$$

$$L_1 = \min (L_3 - d_{13}, L_2 - d_{12}) = \min (3 - 3, 5 - 4) = 0$$

แสดงให้เห็นว่าจะสามารถทำโครงการให้เสร็จได้ใน 22 วัน และมีค่าของ

$$\text{Variance} = 4.33$$

$$\text{ค่า Standard Deviation} = \sqrt{4.33}$$

$$= \pm 2.08$$

$$\text{จาก } X = \bar{X} \pm 6Z$$

ถ้า confident interval ประมาณ 68.26 %

$$\text{จะได้ } X = 22 \pm 1 (2.08)$$

$$= 20 - 24 \text{ วัน}$$

ดังนั้นจะมีโอกาส 68.26 % ที่โครงการนี้จะเสร็จภายใน 21-23 วัน **ตอบ**

### คำจำกัดความของคำว่าโครงการ

โครงการคืองานขนาดใหญ่ชิ้นหนึ่งที่ต้องใช้ทั้งเวลาและเงินเพื่อทำโครงการให้สำเร็จโครงการแบ่งเป็นลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ คือ ประการแรกจะต้องมีจุดเริ่มต้นและจุดเสร็จสิ้นโครงการ ประการสอง งานบางชิ้นสามารถทำให้สำเร็จได้อย่างอิสระโดยไม่ต้องรองานอื่นใด เช่น ในการสร้างบ้านการติดตั้งสายไฟฟ้าสามารถทำได้อย่างอิสระโดยไม่ต้องรองานติดตั้งท่อประปาอย่างไรก็ตามงานบางชิ้นสามารถเริ่มภายหลังเมื่อเสร็จงานอื่นที่นำมาก่อนแล้ว เช่น งานมุงหลังคาจะเริ่มได้ก็ต่อเมื่องานสร้างโครงบ้านได้สำเร็จแล้ว จึงจัดเป็นงานที่ต้องขึ้นอยู่กับงานอื่น ประการที่สาม งานแต่ละชิ้นต้องการค่าใช้จ่ายทั้งค่าเงินและเวลา

## การบริหารโครงการ (Project Management)

การบริหารโครงการที่ซับซ้อนต้องการขั้นตอนต่าง ๆ หลายอย่างประกอบกัน ไม่ใช่จำกัดอยู่ที่การร่างและการวิเคราะห์สายงานเท่านั้น ขั้นตอนเหล่านี้จะต้องดำเนินไปอย่างง่าย ๆ และมีกฎเกณฑ์ ขั้นแรกการจัดตั้งวัตถุประสงค์ของโครงการ ขั้นสองการร่างสายงาน ขั้นสามการวิเคราะห์ ขั้นสี่การเริ่มโครงการ ขั้นห้าการควบคุมโครงการ และขั้นหกการทำโครงการให้สำเร็จ

### (ก) วัตถุประสงค์ (Objectives)

ความมุ่งหมายของการทำโครงการให้สำเร็จก็เพื่อที่จะบรรลุกลุ่มของวัตถุประสงค์ เช่น วัตถุประสงค์ทั้งหลายของโครงการที่เสนอในตารางที่ 1 คือการปรับปรุงพัฒนา การหาตลาด การนำผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาด ฯลฯ โครงการนี้กินเวลาไม่เกิน 29 อาทิตย์ และต้องลงทุนไม่เกิน 100,000 บาท ทั้งเวลาและเงินจัดเป็นวัตถุประสงค์ 2 อย่าง ซึ่งก็เหมือนกับกับโครงการอื่นทั้งหลาย

### (ข) การร่างสายงาน (Design of the Network)

เมื่อได้จัดตั้งวัตถุประสงค์แล้ว สายงานก็จะถูกร่างขึ้นมาซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ แสดงให้เห็นงานต่าง ๆ ประกอบกันเป็นโครงการ งานที่นำมาก่อน การประมาณเวลา และต้นทุนของงานต่าง ๆ และสุดท้ายการสร้างสายงานโครงการอย่างมีกฎเกณฑ์

การระบุนานต่าง ๆ และงนที่นำมาก่อน โครงการแต่ละอันจะต้องรวมเอางานพื้นฐาน (basic activities) ทั้งหมดเข้าไว้ด้วยกัน อาจจะมีคำถามเกิดขึ้นว่า อะไรคืองานพื้นฐาน สมมติว่าสิ่งที่จะพูดกันนี้เป็นโครงการของการก่อสร้างบ้าน การติดตั้งท่อประปา จัดเป็นงานซึ่งต้องปรากฏในสายงาน งานติดตั้งท่อประปานั้นจะมีงานปลีกย่อยภายในของตนเองมากกว่า 85 รายการย่อมเป็นไปได้ ถ้างานละเอียดปลีกย่อยต่างๆ เหล่านี้นำมาวมคิดเป็นงานหนึ่ง สายงานก็จะกว้างยาว และซับซ้อนยุ่งยากมาก วิธีแก้ไขก็คือ ถ้าต้องการรวมงานละเอียดปลีกย่อยเหล่านี้จำเป็นจะต้องมีสายงานใหญ่ (master network) ซึ่งให้รายละเอียดเพียงเล็กน้อย แต่งานใหญ่ ๆ เหล่านี้จะมีงานย่อยซึ่งให้รายละเอียดทุกอย่าง

การประมาณต้นทุนและเวลา ในการประมาณต้นทุนและเวลา ควรอยู่ในความรับผิดชอบของ บุคคล กลุ่ม หรือ ผู้จัดการที่ทำงานรับผิดชอบในงานนั้น อันจะเป็นประโยชน์ต่อการควบคุมโครงการ ในการประมาณนี้ต้องใช้ความระมัดระวังอยู่มาก แต่

เพื่อป้องกันการดำเนินงานไม่เสร็จตามกำหนด ผู้จัดการส่วนมากจะทำการประมาณไว้สูงกว่าที่ควรเป็น เช่นผู้จัดการรู้สึกว่าเขาสามารถทำงานนี้ให้เสร็จได้ภายใน 4 สัปดาห์ เขาจะประมาณเอาว่างานนี้จะเสร็จใน 5 สัปดาห์ ส่วนเกิน 1 สัปดาห์ เป็นเครื่องประกันความไม่แน่นอน การประมาณที่ลำเอียงนี้จะต้องไม่เกิดขึ้นในขั้นสุดท้ายของสายงาน การเคยผ่านงานมากจะช่วยให้นำไปสู่การปรับปรุงการประมาณนี้

**การสร้างสายงาน** ในการร่างสายงานนั้นจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยก็ได้ ในประเทศที่เจริญแล้วมักใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการร่างสายงาน ลำดับของงานก่อนหลังจะถูกกรอกเข้าไปในเครื่องและผลลัพธ์ที่ออกมาจากเครื่องจะเป็นสายงานที่สำเร็จเรียบร้อย

**(ค) การวิเคราะห์สายงาน (Analysis of the Network)**

การวิเคราะห์สายงานจะเริ่มขึ้นทันทีเมื่อการสร้างสายงานได้สำเร็จเรียบร้อยแล้ว การวิเคราะห์จะรวมเอาขั้นตอนกันนี้ ก็คือการหาสายงานหลัก (Critical Path) และช่องว่างของเวลา ของงานแต่ละชั้น การเคลื่อนย้ายทรัพยากร การเพิ่มทรัพยากร และการลดเวลาการทำงานลง

**สายงานหลัก (Critical Path)** สายงานหลักเป็นจุดศูนย์รวมที่สำคัญในการบริหารโครงการ งานต่าง ๆ ในสายงานหลักอาจจะทำให้เพิ่มหรือลดระยะเวลาของการทำโครงการให้สำเร็จได้

**สายงานและการประมาณเวลาของโครงการผลิตภัณฑ์ใหม่**

งาน	ความสัมพันธ์ที่นำมาก่อน	เวลาที่ประมาณขึ้น (เป็นสัปดาห์)
น	—	6
ข	ก	5
ค	น	8
ง	ข	9
จ	ค	10
ฉ	ง, จ	5