บทที่ 3

ทฤษฎีพื้นฐาน

การดำเนินงานก่อสร้างนั้น มีวิธีในการวางแผนงานได้หลายวิธี จุดประสงค์เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และสามารถตรวจสอบความก้าวหน้าของการทำงานว่าช้าหรือเร็วกว่าแผนงานเท่าไหร่ งานส่วนไหนที่ต้องเร่งหรือระมัดระวังเป็นพิเศษ

วิธีในการวางแผนงานในรูปของแผนงานโครงข่าย (Schematic network) โดยกำหนดขั้นตอนการทำงานด้วยผังลูกศร ที่ใช้กันมากในงานก่อสร้างวิธีหนึ่ง คือ CPM (Critical Path Method) ซึ่งประกอบขึ้นจากงานย่อยต่างๆในโครงการ ที่แสดงให้เห็นความต่อเนื่องของลำดับขั้นการทำงาน และความสัมพันธ์ของงานอย่างละเอียด

การวางแผนงานในหัวข้อต่อไปนี้ ใช้วิธี CPM โดยอยู่ในรูปของงานบนลูกศร (Activity on arrow) ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวก และสามารถวิเคราะห์แผนงานได้ดีในเรื่องของค่าใช้จ่าย เวลา และการใช้ทรัพยากร

3.1 การปรับแผนงานระหว่างค่าใช้จ่ายและเวลา

ในการดำเนินงานก่อสร้างแต่ละงานนั้น มีวิธีในการดำเนินงานได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีใช้ประเภทและจำนวนของเครื่องจักร คนงานที่แตกต่างกัน ดังนั้น ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานแต่ละงานจึงอาจมีได้หลายค่า

ค่าใช้จ่ายต่างๆมักจะแปรผันกับเวลา คือ ค่าใช้จ่ายทางตรงมีแนวโน้มที่จะลดลง ถ้ามีระยะเวลามากขึ้นในการทำงาน แต่ค่าใช้จ่ายทางอ้อมหรือ ค่าดำเนินการต่างๆ จะเพิ่มขึ้นพร้อมกับระยะเวลาที่เพิ่มเช่นกัน ซึ่งในการวางแผนที่เหมาะสมจะต้องเลือกพิจารณาให้สมดุลย์ระหว่างเวลาและค่าใช้จ่าย

ปัญหาของค่าใช้จ่ายและระยะเวลานี้มีทางแก้ได้หลายทาง ในกรณีที่ไม่คำนึงถึงระยะเวลาของโครงการ แต่ละงานสามารถเลือก วิธีดำเนินงานที่ให้ค่าใช้จ่ายทางตรงน้อยที่สุด แต่ถ้าไม่คำนึงถึงค่าใช้จ่าย แต่ละงานสามารถที่จะเร่งระยะเวลาแล้วเสร็จของงานให้เร็วที่สุด ในกรณีที่พิจารณาถึงค่าใช้จ่าย และระยะเวลาเป็นตัวที่สำคัญพอๆกันแล้ว .การเลือกวิธีดำเนินงานที่ดีที่สุดจึงอยู่ในระหว่างทั้งสองกรณี

ในการที่จะเร่งระยะเวลาแล้วเสร็จของงานหนึ่ง จะต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งเพื่อให้ระยะเวลาลดลง แต่อาจไม่ได้ลดระยะเวลาของทั้งโครงการลงได้ ถ้าไม่ใช่งานที่อยู่ในเส้นวิกฤติ

3.1.1 Utility Data

ข้อมูลในการพิจารณาปัญหาของค่าใช้จ่าย และเวลานี้ จะต้องแสดงถึงค่าใช้จ่ายทางตรง และระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน ตามแต่ละวิธีของงานที่จะทำได้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เรียกว่า Utility data เป็นสิ่งที่จำเป็น ในการพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายโครงการและระยะเวลาโครงการที่เหมาะสม โดยที่ค่าที่เหมาะสมเหล่านี้ จะต้องอยู่ระหว่างจุดของค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด (Least-cost) และเวลาน้อยที่สุด (Least-time)

จุดที่ให้ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด (Least-cost) หรือเรียกว่า All-normal เป็นแผนงานที่มีระยะเวลาโครงการปรกติ โดยมีค่าใช้จ่ายทางตรงน้อยที่สุด

จุดที่เวลาน้อยที่สุด (Least-time) เป็นแผนงานที่ใช้ระยะเวลาโครงการสั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยที่มีค่าใช้จ่ายทางตรงน้อยที่สุดด้วย ในการที่จะลดระยะเวลาโครงการนั้น จะต้องลดระยะเวลาการทำงานของงานหลายๆงาน แต่ไม่จำเป็นที่จะต้องลดระยะเวลาของทุกๆงานในโครงการ · เพื่อให้ถึงจุดที่เวลาน้อยที่สุด ถ้าทุกงานถูกลดระยะเวลาลง · ผลลัพธ์ที่ได้เรียกว่า All-crash ซึ่งจะเป็นจุดที่มีค่าใช้จ่ายมากกว่าจุดที่เวลาน้อยที่สุด (Least-time) และยังเป็นการไม่ประหยัดค่าใช้จ่าย ดังนั้นจุดประสงค์ของแผนงานที่จุดที่

เวลาน้อยที่สุด เป็นการเลือกงานบางงานที่สามารถจะลดเวลาทำงานลงได้ เพื่อให้เป็นแผนงานที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

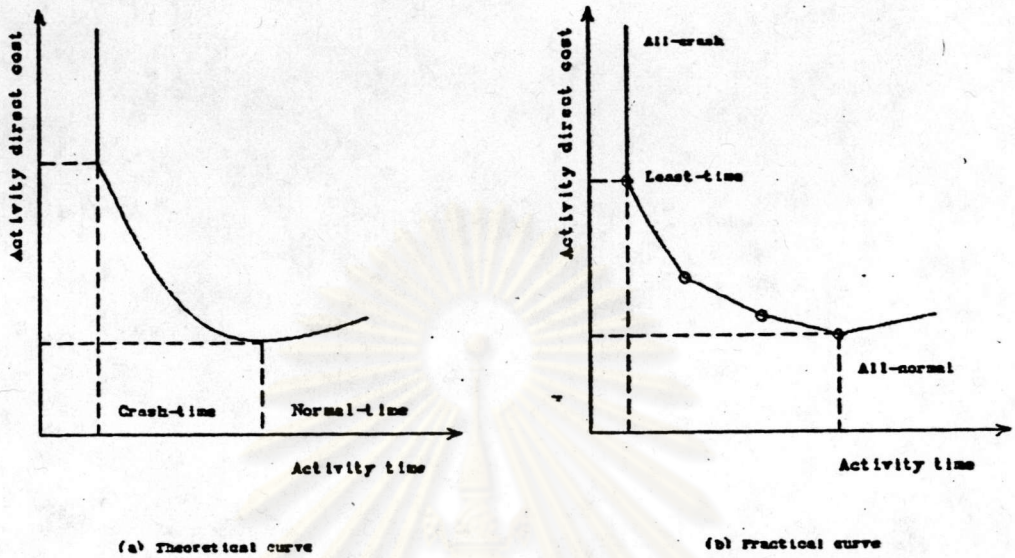
ในการจัดเตรียมข้อมูลเหล่านี้ แสดงในรูปของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายและเวลา โดยพลอตระหว่างค่าใช้จ่ายทางตรง และระยะเวลาของวิธีการดำเนินงาน Antill & Woodhead (24) ได้เสนอกราฟทางทฤษฎี (Theoreticalcurve) ดังรูป 3.1a ซึ่งเป็นเส้นโค้ง Concave ที่ต่อเนื่องกัน จุดทุกจุดของเส้นกราฟ แสดงถึงวิธีในการดำเนินงานของงานหนึ่ง ที่ระยะเวลาต่างๆกัน ในทางปฏิบัติได้กำหนดเป็นเส้นตรงในแต่ละช่วงเวลา ดังแสดงในรูป 3.1b

จากรูป 3.1 จุด All-normal เป็นจุดที่ใช้ระยะเวลาทำงานของงานหนึ่งเสร็จโดยที่มีค่าใช้จ่ายทางตรงน้อยที่สุดที่เป็นไปได้ ระยะเวลาที่สั้นกว่านี้ จะต้องมีค่าใช้จ่ายที่มากขึ้น เพราะต้องใช้ชั่วโมงการทำงานมากขึ้นในแต่ละวัน และใช้จำนวนคนงาน เครื่องจักรมากขึ้นเป็นต้น ส่วนระยะเวลาที่มากกว่าจุดนี้ จะมีค่าใช้จ่ายที่มากขึ้น จุด least time แสดงถึงค่าใช้จ่ายทางตรงที่น้อยที่สุด โดยใช้ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดที่เป็นไปได้ ส่วนที่อยู่ระหว่างสองจุดนี้ แสดงถึงค่าใช้จ่ายตามวิธีในการดำเนินงาน ที่ระยะเวลาต่างๆ

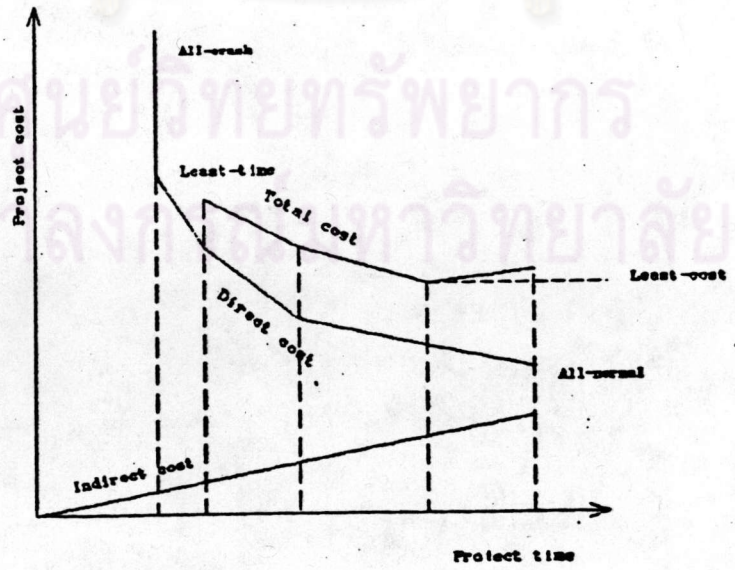
3.1.2 การคำนวณ Compression และ Decompression

จากข้อมูลของค่าใช้จ่ายและเวลาของแต่ละงานนี้ สามารถที่จะคำนวณหาค่าความลาดของค่าใช้จ่าย (Cost slope) ของแต่ละงานได้ ซึ่งค่าความลาดของค่าใช้จ่ายนี้หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการลดระยะเวลาการทำงานลง 1 หน่วยเวลา คำนวณได้จากผลต่างของค่าใช้จ่าย หารด้วยผลต่างของระยะเวลา ที่สอดคล้องกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

Antill & Woodhead (24) ได้อธิบายการลดระยะเวลาโครงการ (Network compression) โดย พิจารณาจากจุด All-normal และลดระยะเวลาของงานที่อยู่บนเส้นวิกฤติ ซึ่งเลือกงานที่จะลดระยะเวลา จากการพิจารณาค่าความลาดของค่าใช้



รูป 3.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายและเวลาของงานหนึ่ง



รูป 3.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายและเวลาต่างๆของโครงการ

จ่ายที่น้อยที่สุดก่อน ส่วนการขยายระยะเวลาโครงการ (Network decompression) พิจารณาจากจุด Least-time โดยเพิ่มระยะเวลาของงานที่อยู่บนเส้นวิกฤติ ที่มีค่าความลาดของค่าใช้จ่ายมากที่สุดตามลำดับ

ขั้นตอนในการปรับแผนงานเพื่อลดระยะเวลาโครงการ ในแต่ละครั้งมีดังนี้

1. ระบุงานที่อยู่บนเส้นวิกฤติ
2. ตัดงานที่ไม่สามารถจะลดเวลาได้ออกไป
3. เลือกงานที่มีค่าความลาดของค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด
4. หาระยะเวลาที่สามารถลดได้และค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง
5. หาข้อจำกัดในการลดระยะเวลา ระยะเวลาที่ลดได้จริง
6. คำนวณระยะเวลาของโครงการและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

ในการเลือกลดระยะเวลาของงานต่างๆนั้น Antill & Woodhead (24) ได้กำหนดข้อจำกัดคือ

1. ไม่สามารถที่จะลดระยะเวลาของงานที่ได้ลดไปเต็มที่แล้ว
2. ในกรณีที่มีงานหลายงานขนานกัน ในแนวเส้นวิกฤต จะต้องลดระยะเวลาของงานทั้งสองแนวนั้น จึงจะลดระยะเวลาโครงการได้
3. ไม่สามารถที่จะลดระยะเวลาของงานอื่น เมื่องานในแนวเส้นวิกฤติได้ลดไปเต็มที่ทุกงานแล้ว ถึงแม้จะมีงานในแนวเส้นวิกฤตอื่น ที่สามารถจะลดเวลาลงได้

ขั้นตอนและข้อจำกัด ในการปรับแผนงาน เพื่อเพิ่มระยะเวลานั้น เหมือนกับการปรับแผนงานเพื่อลดระยะเวลา ต่างกันที่ การเลือกค่าความลาดของค่าใช้จ่าย โดยเลือกค่าที่มากที่สุดก่อนตามลำดับ

จากกราฟในรูป 3.1 แสดงว่าค่าความลาดของค่าใช้จ่ายสามารถเปลี่ยนไปตามระยะเวลาที่ลดลง ดังนั้นในการพิจารณาลดระยะเวลาให้ได้แผนงานที่เหมาะสม จึงจำเป็นที่ต้องคำนวณค่าความลาดของค่าใช้จ่ายหลายๆค่าของงานหนึ่ง ที่สอดคล้องกับช่วงเวลาที่ลดลง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของค่าใช้จ่ายที่ใกล้เคียงความจริงมากขึ้น

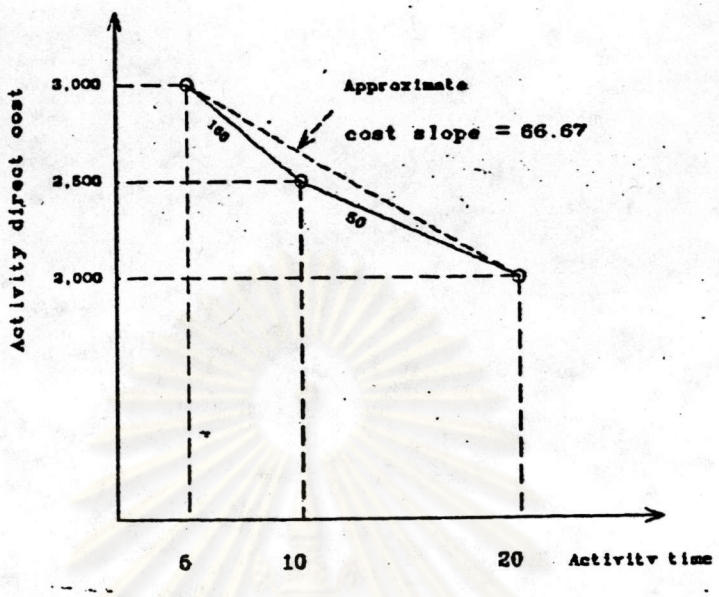
3.1.3 ค่าใช้จ่ายรวมน้อยที่สุด

ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทำงานแต่ละงานโดยตรง (Direct cost) เป็นค่าใช้จ่ายของแรงงาน วัสดุ และเครื่องจักรที่ใช้ในการทำงานนั้นๆ ส่วนค่าใช้จ่ายที่ไม่เกี่ยวกับการทำงานแต่ละงานโดยตรง หรือค่าใช้จ่ายทางอ้อม (Indirect cost) คือค่าใช้จ่ายที่ใช้เพื่อให้การดำเนินโครงการเสร็จตามที่ได้วางแผนเอาไว้ (25) เช่น ค่าเช่าสำนักงานชั่วคราว เงินเดือนพนักงานประจำ ค่าน้ำ ค่าไฟ เป็นต้น

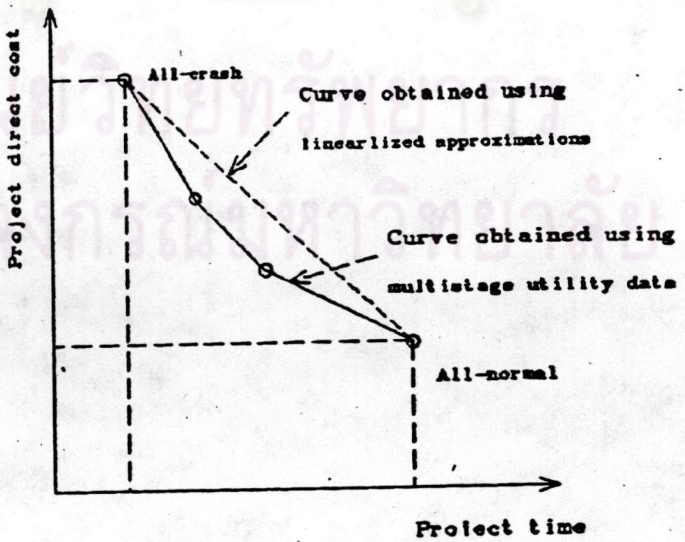
ดังนั้น ในการหาค่าใช้จ่ายที่แท้จริงของโครงการ จะต้องนำค่าใช้จ่ายทั้งสอง คือ ค่าใช้จ่ายทางตรง และค่าใช้จ่ายทางอ้อมมารวมกัน ซึ่งจะทำให้สามารถหาค่าใช้จ่ายต่ำสุดของโครงการได้ โดยการเขียนกราฟของค่าใช้จ่ายทางตรง และค่าใช้จ่ายทางอ้อม ดังแสดงในรูป 3.2 โดยค่าใช้จ่ายทางตรงจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการทำงานลดลง ส่วนค่าใช้จ่ายทางอ้อมจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการทำงานเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถที่จะหาจุดที่มีค่าใช้จ่ายรวมน้อยที่สุดได้ จุดนี้จะเป็นจุดที่แสดงระยะเวลาการทำงานของโครงการ ที่จะเสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด

3.1.4 Multistage Utitliy Curves

Antill & Woodhead (24) ได้เสนอว่า ในทางปฏิบัติข้อมูลของค่าใช้จ่ายทางตรง และระยะเวลา เมื่อพลอตกราฟ จะเป็นเส้นตรงที่ต่อเนื่องกันเป็นลักษณะ Concave ที่มีค่าความลาดของค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ในแต่ละช่วงเวลาที่ลดลงตามลำดับ ดังรูป 3.3 ซึ่งเรียกว่า Multistage utility curve



รูปที่ 3.3 กราฟแสดง Multistage utility data



รูปที่ 3.4 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายทางตรงของโครงการจากการใช้ข้อมูลของ Multistage และ Approximate

016512

Multistage curve นี้มีผลต่อการเลือกงาน สำหรับการลดระยะเวลา เนื่องจาก เมื่อการลดระยะเวลาของงานหนึ่ง ลงในช่วงของความลาดของค่าใช้จ่ายค่าหนึ่ง ได้ผ่านไปแล้ว จะถึงจุดที่พิจารณาจากค่าความลาด ของค่าใช้จ่ายค่าใหม่ของงานนี้แทนค่าเดิม ซึ่งจะทำให้ได้ค่าของค่าใช้จ่ายทางตรงของงานนั้น ได้ถูกต้องใกล้เคียงความจริงมากขึ้น

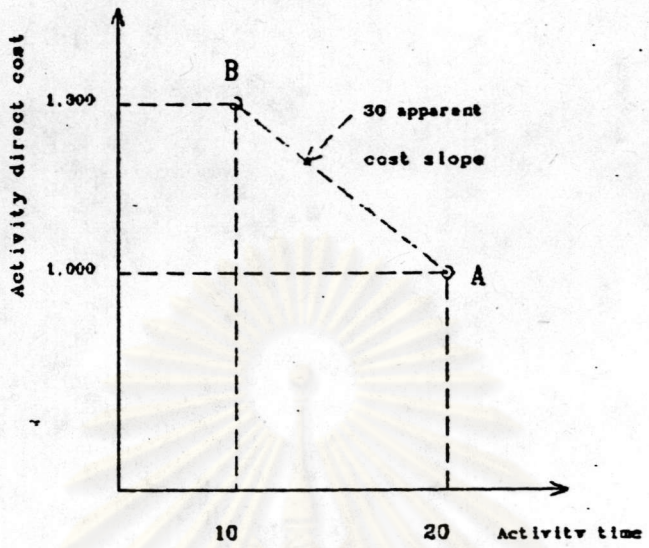
จากผลการพิจารณา การลดระยะเวลาโครงการ ที่มีข้อมูลเป็น Multistage curve เมื่อเปรียบเทียบกับ การประมาณค่าความลาดจากจุดปลายทั้งสอง ของ Utility data Antill & Woodhead (24) ได้สรุปว่า ค่าใช้จ่ายของ โครงการ เมื่อพิจารณาจากการประมาณค่าของความลาด จะมีค่ามากกว่าผลจากการใช้ค่า Multistage utility data แต่ที่จุด All-crash และ All-normal จะมีค่าใช้จ่าย ของโครงการเท่ากัน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบจากค่าโดยประมาณ และค่าจริง ดังรูป 3.4

3.1.5 Discrete Point Utiltiy Data

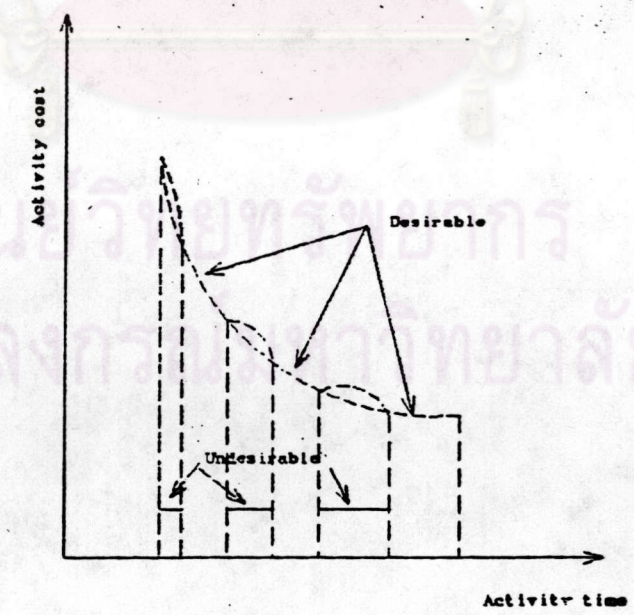
งานบางงาน มีวิธีในการดำเนินงานที่จำกัด ในช่วงระยะเวลาการทำงาน ที่แน่นอน ดังนั้น Utility curve จึงไม่ต่อเนื่องกัน (Discrete point)

จากรูป 3.5 แสดงตัวอย่างของ Discrete point utility data โดยมีวิธีในการดำเนินงาน 2 วิธี คือ A และ B ซึ่งวิธีดำเนินงานแบบ A จะใช้เวลา 20 วัน ถ้าลดระยะเวลาลงเท่ากับ 10 วัน จะเปลี่ยนเป็นวิธีดำเนินงานแบบ B ในช่วงระยะ เวลา 11-19 วัน ไม่มีวิธีดำเนินงานได้

เนื่องจากข้อมูลเป็นแบบ Discrete point ในการพิจารณาลดระยะ เวลาโครงการ Antill & Woodhead (24) จึงสมมุติค่าความลาดระหว่างจุด 2 จุด ค่า ความลาดที่ได้นี้คือ Apparent cost slope ซึ่งเป็นค่าความลาดที่คำนวณจากข้อมูล การเลือก งานที่จะลดระยะเวลาลงนั้น อาจไม่เป็นงานที่มี Apparent cost slope น้อยที่สุดก็ได้ ถ้า ไม่ได้ลดเวลาลงถึงจุดที่งานนั้นจะทำได้



รูปที่ 3.5 กราฟแสดง Apparent cost slope



รูปที่ 3.6 Utility curve แสดงผลการทำงานหมดหวังความสามารถของคนงานต่างวัยในงานหนึ่ง

3.1.6 Actual Variations in Utility Curve

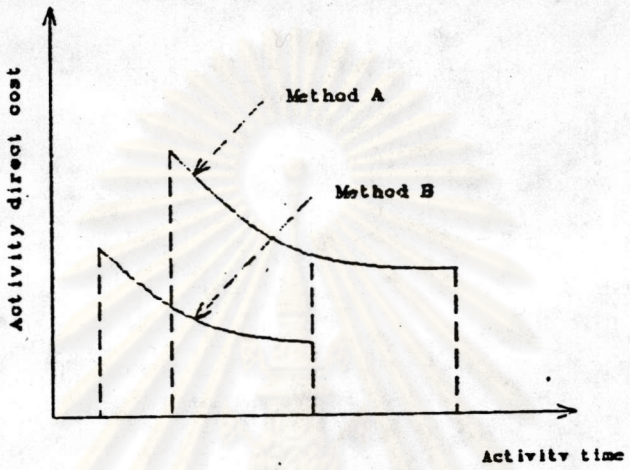
โดยปรกติ ในการดำเนินงานงานหนึ่งให้เสร็จ ต้องใช้ทักษะความสามารถของคนงาน (Labor skill) และเครื่องจักรที่แตกต่างกัน ซึ่งมีอัตราค่าจ้าง จำนวน และประสิทธิภาพการทำงานที่แตกต่างกัน เมื่องานๆหนึ่ง ต้องใช้ทักษะความสามารถที่แตกต่างกันและจำนวนของคนงานมากๆ มารวมกัน จะมีการสูญเสียเวลา ในการทำงาน Antill & Woodhead (24) ได้เสนอ Utility curve ดังรูป 3.6 ซึ่งโดยปรกติเส้นกราฟจะเป็น Concave แต่จะมีบางช่วงเวลาทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ โดยแสดงในส่วนของ Convex ดังนั้น ในการเลือกช่วงการลดระยะเวลาการทำงาน จึงต้องให้อยู่ในช่วงที่มีประสิทธิภาพจากในรูปคือช่วง Desirable ส่วนในช่วงที่ไม่มีประสิทธิภาพในการทำงาน คือช่วง Undesirable

ในงานบางงานนั้น อาจมีวิธีในการดำเนินงานที่แตกต่างกันมาก โดยในช่วงระยะเวลาการทำงานหนึ่ง มีวิธีดำเนินงานได้มากกว่า 1 วิธี และมีค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกันในการดำเนินงานแต่ละวิธี อาจใช้แรงงานหรือเครื่องจักร ซึ่งใช้คนงาน และระยะเวลาที่ต่างกัน ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.7

Antill & Woodhead (24) ได้เสนอการพิจารณาการลดระยะเวลาโครงการ ของงานที่มีวิธีดำเนินงานหลายวิธี โดยการแยกพิจารณาการดำเนินงานแต่ละวิธีที่ทำได้ แล้วเปรียบเทียบผลของค่าใช้จ่ายที่ได้ ซึ่งวิธีที่ดีที่สุด จะให้ค่าใช้จ่ายที่มีค่าน้อยที่สุด

3.1.7 Artificial Cost Slope

ในการคำนวณ การลดระยะเวลาโครงการนั้น งานที่ลดระยะเวลาลงพิจารณาเรียงตามลำดับ จากค่าความลาดของค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุด ซึ่งผลจากการคำนวณนี้จะเป็น Optimal solution คือให้ผลลัพธ์ที่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด เนื่องจากงานที่มีค่าความลาดของค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ได้ลดระยะเวลาลงก่อน แต่ถ้างานที่มีค่าความลาดของค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุด ไม่ได้ลดระยะเวลาลงก่อน ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็น Nonoptimal solution



รูปที่ 3.7 Utility curve แสดงวิธีการคำนวณหาผลกำไร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คือ จะทำให้ค่าใช้จ่ายทางตรงของโครงการมากกว่าแบบ Optimal solution ซึ่งในกรณีที่ไม่เลือกลดระยะเวลาของงาน ที่มีค่าความลาดที่น้อยที่สุดนี้ อาจเป็นเพราะต้องการที่จะเร่งงานอื่นที่สำคัญกว่าให้เสร็จก่อน

ดังนั้น เมื่อมีงานในลักษณะนี้ ในการคำนวณลดระยะเวลาโครงการ Antill & Woodhead (24) จึงได้กำหนดค่า Artificial cost slope ให้กับงานบางงาน ซึ่งค่า Artificial cost slope นี้เป็นการสมมุติ ค่าความลาดของค่าใช้จ่ายให้มากกว่าเดิม เพื่อให้สามารถเลือกงาน ที่มีค่าความลาดของงานอื่นที่มีค่าน้อยกว่านี้ ในการลดระยะเวลาลง เมื่อเลือกลดงานตัวอื่นหมดจนถึงตัวที่กำหนด Artificial cost slope แล้ว ก็ให้ใช้ค่าความลาดของค่าใช้จ่ายเดิม ในการคำนวณค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น

ผลจากการใช้ค่า Artificial cost slope จะได้ผลลัพธ์เป็น Nonoptimal solution คือ ค่าใช้จ่ายของโครงการจากการกำหนด Artificial cost slope จะมีค่ามากกว่าซึ่งขึ้นกับจำนวนที่กำหนดค่าไว้มากน้อยเพียงไร

3.1.8 ข้อดีและข้อเสียของวิธีการปรับแผนงานระหว่างค่าใช้จ่ายและเวลา

ในการพิจารณา การปรับแผนงานระหว่างค่าใช้จ่าย และเวลาเพื่อให้ได้ค่าใช้จ่ายที่ถูกต้องมากที่สุดนั้น ขึ้นกับข้อมูลของ Utility data ว่ามีรายละเอียด และความถูกต้องมากน้อยเพียงใด ถ้ามีรายละเอียดและความถูกต้องมาก ก็จะให้ผลการคำนวณที่ใกล้เคียงความจริงยิ่งขึ้น

เนื่องจากในโครงการหนึ่ง มีงานหลายงาน และในแต่ละงาน มีวิธีในการดำเนินงานได้มากมายหลายวิธี ซึ่งต้องรู้ถึงประสิทธิภาพในการทำงานของคนงาน และเครื่องจักรต่างๆ ดังนั้นจึงเป็นการลำบาก ที่จะต้องจัดเตรียมข้อมูลที่ให้รายละเอียด และความถูกต้องมาก

3.2 การจัดทรัพยากร

ในการดำเนินงานก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพนั้น ส่วนที่สำคัญที่สุด คือค่าใช้จ่ายและเวลา ซึ่งในแผนงานจะต้องกำหนดจำนวนทรัพยากร ที่ใช้ในแต่ละงาน เพื่อให้มีค่าใช้จ่ายและเวลาที่เหมาะสม ดังนั้นการจัดทรัพยากรจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ ที่จะทำให้บรรลุแผนงานที่ตั้งไว้

การจัดทรัพยากรให้มีการใช้งานอย่างสม่ำเสมอในแต่ละวัน เป็นการจัดทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ลดการใช้ทรัพยากรที่มากที่สุดด้วย ในบางครั้ง จำนวนทรัพยากรมีจำกัด จำเป็นที่จะต้องจัดแผนงานใหม่ เพื่อให้ใช้ทรัพยากรน้อยกว่าที่มีอยู่

การจัดแผนงานที่เกี่ยวกับทรัพยากรแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. Resource leveling คือ การจัดทรัพยากรให้มีปริมาณการใช้งานเป็นไปอย่างสม่ำเสมอมากที่สุด ตลอดระยะเวลาโครงการ เท่าที่จะทำได้ โดยไม่มีข้อจำกัดของจำนวนทรัพยากรนั้น

2. Resource scheduling คือ การจัดแผนงาน เพื่อใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยการจัดแผนงานนี้ อาจทำให้ระยะเวลาของโครงการต้องเพิ่มขึ้นบ้าง แต่พยายามให้เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

3.2.1 Resource leveling

Harrison (26) ได้เสนอการทำ Resource leveling โดยวิธี Least square ซึ่งทำให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างสม่ำเสมอ และลดความต้องการใช้ทรัพยากรที่มากที่สุด โดยกำหนดให้ระยะเวลาคงที่

สูตรในการคำนวณสำหรับทรัพยากรชนิดเดียวคือ

$$\text{Min. } J = \sum_{k=1}^{n} X(k)^2 .$$

$X(k)$ = ความต้องการทรัพยากร สำหรับวันที่ k

n = ระยะเวลาของโครงการหน่วยเป็นวัน

เนื่องจากในการดำเนินงานก่อสร้างงานหนึ่งให้เสร็จนั้น ต้องใช้ทรัพยากรหลายชนิด และทรัพยากรแต่ละชนิด มีอัตราค่าใช้จ่ายและความสำคัญที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการพิจารณาการจัดทรัพยากรหลายชนิด จึงกำหนดให้มีค่าตัวคูณถ่วงน้ำหนัก (Weighted Mulipliers) เฉพาะของทรัพยากรแต่ละชนิด

สูตรในการคำนวณสำหรับทรัพยากรหลายชนิดคือ

$$\text{Min. } J = X_m \sum_{k=1}^{n} X(k)^2 + Y_m \sum_{k=1}^{n} Y(k)^2 + \ldots$$

$X(k)$ = ความต้องการทรัพยากร สำหรับวันที่ k

n = ระยะเวลาของโครงการหน่วยเป็นวัน

X_m, Y_m = ตัวคูณถ่วงน้ำหนักของทรัพยากรชนิด X และ Y

ขั้นตอนในการคำนวณ Resource leveling มีดังนี้

1. คำนวณค่า CPM data คือเวลาเริ่มและเสร็จงานเร็วที่สุด (EST, EFT) เวลาเริ่มและเสร็จงานช้าที่สุด (LST, LFT) Total float และระยะเวลาโครงการ

2. จัดให้งานทุกงาน มีเวลาเริ่มงานเร็วที่สุด (EST) คำนวณจำนวนทรัพยากรแต่ละชนิด ในแต่ละวันตลอดระยะเวลาโครงการ และคำนวณ ผลรวมยกกำลังสองของทรัพยากรที่ใช้

3. เลื่อนเวลาเริ่มงานของงานที่ไม่อยู่ในแนววิกฤติ ออกไป 1 วัน ทีละงาน แล้วคำนวณค่า CPM data ใหม่ รวมทั้งคำนวณจำนวนทรัพยากรในแต่ละวัน เพื่อหาค่าผลรวมยกกำลังสอง

4. ถ้าในการเลื่อนงานออกไป ทำให้ค่าผลรวมยกกำลังสองลดลง ให้ใช้แผนงานนี้ และทำการคำนวณแบบเดิมในข้อ 3. แต่ถ้าได้ค่าผลรวมยกกำลังสองมากขึ้น ให้ใช้แผนงานก่อนการเลื่อนงานนี้ และเปลี่ยนไปพิจารณาเลื่อนงานอื่นที่ไม่อยู่ในแนววิกฤติ

5. ทำซ้ำในข้อ 3. และ 4. ตลอดระยะเวลาโครงการ ในการเลือกเลื่อนงานทุกงาน ที่ให้ค่าผลรวมยกกำลังสองที่น้อยที่สุด ซึ่งจะเป็นแผนงานที่มีการใช้ทรัพยากรที่สม่ำเสมอ

3.2.2 Resource scheduling

ปัญหาในการจัดแผนงานโครงการที่มีทรัพยากรจำกัด ถือว่าเป็น combinatorial problem เนื่องจาก ในปัญหาหนึ่ง จะมีทางเลือกมากมาย สำหรับเวลาเริ่มงานของงานต่างๆ ซึ่งแต่ละทางเลือกนั้น จะได้แผนงานที่แตกต่างกัน จำนวนของทางเลือกจะมีมาก ถึงแม้จะเป็นโครงการขนาดเล็ก 20-30 งาน และจะเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก เมื่อเพิ่มจำนวนงาน ในทางปฏิบัติแล้ว ในโครงการหนึ่ง จะมีทางเลือกมาก การใช้วิธีของ enumeration จะทำได้ไม่ดี ส่วนวิธีวิเคราะห์ทางด้านคณิตศาสตร์โดย mathematical programming ไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่า จะให้ผลลัพธ์ที่ดีได้กับโครงการที่มีขนาดใหญ่

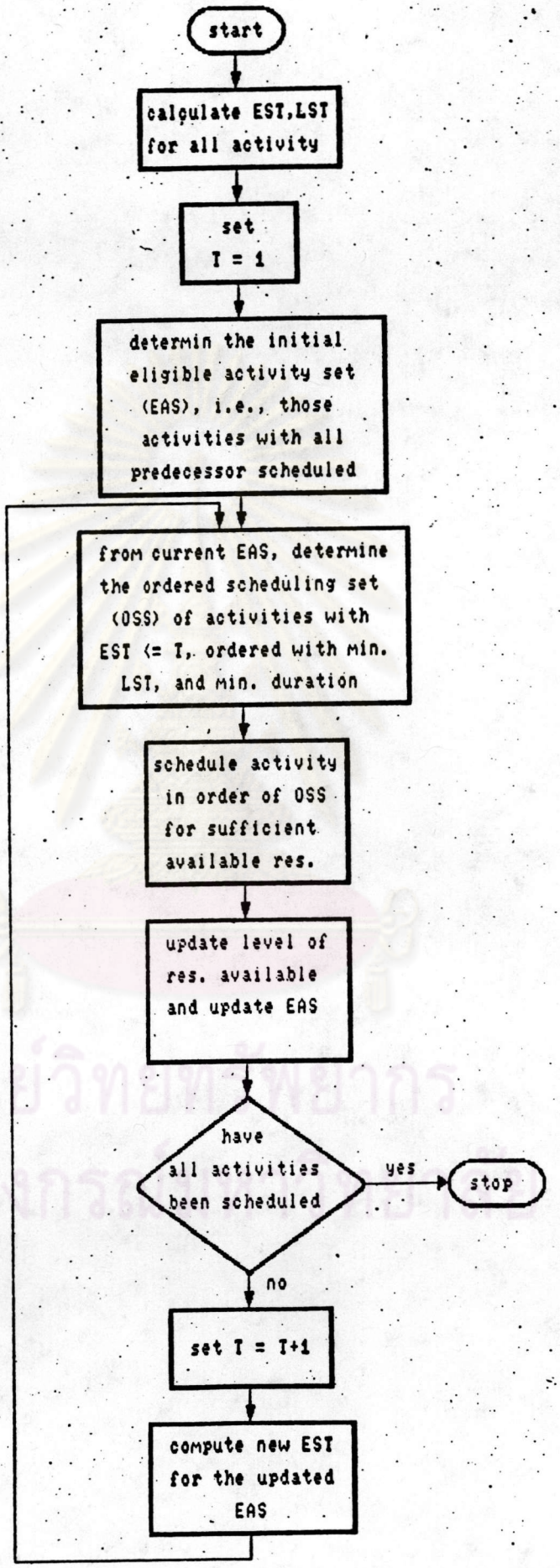
วิธีของ heuristic เป็นวิธีที่ง่ายต่อการใช้การแก้ปัญหา โดยลดการคำนวณให้น้อยลงได้ แต่อาจไม่ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเสมอไปในทุกกรณี โดยทั่วไป วิธีของ heuristic มีอยู่ 2 แบบ ในการจัดทรัพยากรของโครงการ คือ

1. Serial scheduling เป็นวิธีซึ่งทุกงานของโครงการ ถูกจัดลำดับก่อนหลังเป็นชุดเดียวกัน จากการกำหนดชนิดของ heuristics เช่น shortest job first หรือ minimum slack first เป็นต้น และจัดแผนงาน (schedule) เรียงลำดับกันทีละงาน งานที่ไม่สามารถเริ่มเร็วได้ เนื่องจากขาดทรัพยากร ให้เลื่อนเวลาเริ่มงานของงานนั้นออกไป จนมีทรัพยากรที่เพียงพอ

2. Parallel scheduling เป็นการจัดกลุ่มของงาน โดยให้ทุกงานเริ่มงาน ในช่วงเวลาที่กำหนด ซึ่งจัดให้มีการใช้ทรัพยากรตามลำดับ (priority) ของงาน ให้ได้ช่วงเวลานานเท่าที่มีทรัพยากรจำกัดอยู่ เมื่องานใดงานหนึ่ง ไม่สามารถเริ่มงานได้ เพราะขาดทรัพยากร ให้เลื่อนงานนั้นออกไป จนถึงอีกช่วงเวลาถัดไป ในแต่ละช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกัน จะต้องจัดลำดับของงานใหม่ในช่วงเวลานั้น และดำเนินขั้นตอนเหมือนเดิม

Gordon (27) สรุปว่า ถึงแม้วิธีของ parallel ต้องใช้เวลาในการคำนวณมากกว่า ในการจัดเรียงลำดับของงาน (eligible activities) ในแต่ละช่วงเวลา แต่ก็ใช้อย่างกว้างขวางในการทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากผลการเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพของทั้งสองวิธี ภายใต้ข้อจำกัดของทรัพยากร แสดงว่า วิธีของ serial จะได้แผนงานที่มีระยะเวลาสั้นกว่า ในกรณีที่มี job splitting เท่านั้น

วิธีในการจัดแผนงานที่มีทรัพยากรจำกัด โดย heuristic จากแบบของ parallel approach นั้น Moder, Phillip and Davis (28) ได้อธิบายว่า ขั้นแรกกำหนดกลุ่มของงานที่มีลำดับการทำงานก่อนงานอื่น ซึ่งเรียกว่า Eligible Activity Set (EAS) เมื่อกลุ่มของงานใน EAS นี้มี เวลาเริ่มงานเร็วที่สุด (EST) น้อยกว่าหรือเท่ากับเวลาที่พิจารณา งานเหล่านี้จะถูกจัดเรียงโดยลำดับของ least slack first หรือ



รูปที่ 3.8 Flow chart แสดงวิธีการจัดแผนงานหมดทรัพยากรจำกัด (28)

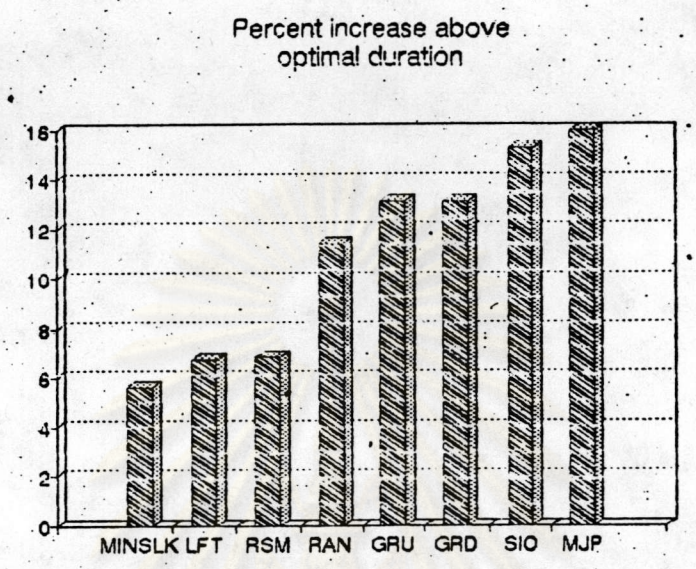
shortest duration first ซึ่งลำดับของงานต่างๆนี้ เรียกว่า Ordered Scheduling Set (OSS) ส่วนขั้นตอนในการคำนวณแสดงในรูปที่ 3.8

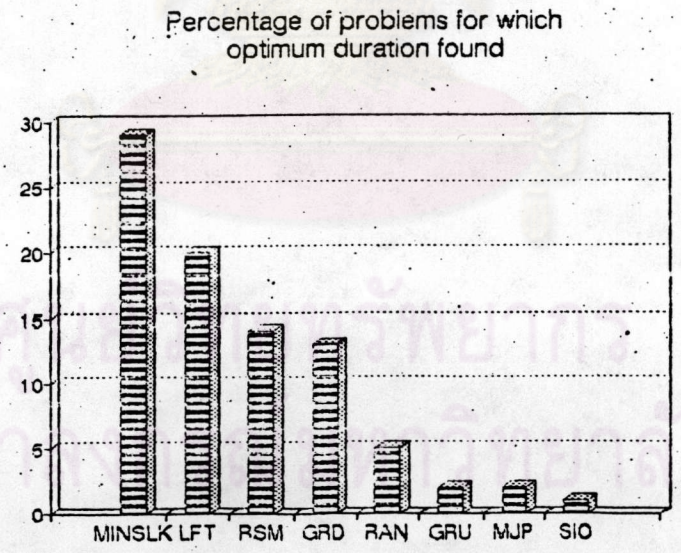
3.2.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ Heuristic Rules

ถ้าการทำ heuristic ใช้ข้อกำหนด (rules) อื่นที่ไม่เหมือนกัน ในการจัดลำดับงานใน OSS แล้ว ในโครงการเดียวกันนี้ จะได้แผนงานที่ต่างกัน จากการศึกษาของ Davis and Patterson (29) ในปี 1975 ได้เปรียบเทียบข้อกำหนด (rules) จากวิธีของ heuristic 8 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ซึ่งจัดลำดับให้ minimum slack เป็นวิธีที่ดีกว่า ดังแสดงในรูปที่ 3.9 ซึ่งผลการทดสอบนี้ ใช้กับตัวอย่างโครงการขนาดเล็กที่มีงาน 27 งาน เป็น multi-resource โดยเปรียบเทียบกับระยะเวลาโครงการน้อยที่สุด ส่วนการทดสอบของ Gordon (27) กับโครงการที่มีขนาดใหญ่ 180 งาน แสดงว่า จากแบบของทั้ง minimum slack และ minimum LFT เป็นวิธีที่ดีที่สุด

จากการศึกษาดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงแบบของ heuristic ที่ดีที่สุด แต่ไม่ได้หมายความว่า วิธีของ heuristic แบบใดแบบหนึ่ง จะให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด กับโครงการทุกชนิด ซึ่งแบบของ heuristic แบบหนึ่ง อาจจะใช้ได้ดีกับปัญหาหนึ่ง แต่ใช้ได้ไม่ดี กับอีกปัญหาหนึ่งก็ได้ ดังนั้น ในทางปฏิบัติแล้ว ถึงแม้ว่าจะมี heuristic ที่ซับซ้อน แต่ก็ไม่สามารถรับประกันได้ล่วงหน้าว่า วิธีของ heuristic แบบใดแบบหนึ่ง จะให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดกับปัญหาหนึ่ง

ถึงแม้จะมีข้อเสียนี้ วิธี heuristic ก็ยังคงใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งแผนงานที่ได้ อาจจะไม่เป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในทางทฤษฎี แต่สามารถที่จะใช้ได้ ในการวางแผนงานที่มีทรัพยากรจำกัดได้ โดยมีข้อสมมุติฐานต่างๆ เช่น job splitting, "crashing", การขยายเวลาของงานโดยลดจำนวนทรัพยากร เป็นต้น





รูปที่ 3.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการใช้ขอกำหนดของ Heuristic (28)

3.2.5 Network Characteristics

จากวิธีการต่างๆ ของ heuristics และ optimization procedures ในการใช้การจัดแผนงานที่มีทรัพยากรจำกัดนั้น ประสิทธิภาพของทั้งสองวิธี จะขึ้นอยู่กับลักษณะ (characteristics) ของปัญหาเฉพาะแต่ละชนิด ซึ่งยังไม่มีการศึกษาถึงลักษณะของความสัมพันธ์นี้อย่างแท้จริง

การพัฒนาในช่วง 20 กว่าปีนั้น เน้นทางด้านเทคนิค ในการแก้ปัญหา ส่วนการศึกษาถึงตัวปัญหาเองยังมีน้อย เช่น ขนาด รูปร่าง ความซับซ้อนของ project network เป็นต้น

การขาดการยอมรับถึงระบบ และวิธีการแบ่งลักษณะของ network ในเทอมที่มีความหมายนั้น ทำให้การพัฒนาในการประยุกต์ใช้งาน ในการแบ่งลักษณะของปัญหาต่างๆ ในการจัดแผนงานเป็นไปได้ช้า นอกจากวิธีการจัดจำนวนของงาน และชนิดของทรัพยากรแล้ว ไม่มีวิธีที่ยอมรับได้ ในการแบ่งลักษณะที่ต่างกัน หรือคล้ายกันระหว่าง network ต่างๆ วิธีในการแบ่งลักษณะของ network ใช้ในการประมาณประสิทธิภาพของ optimization procedures ในแต่ละวิธี ที่ใช้กับ network ในลักษณะต่างๆ รวมทั้งการประมาณประสิทธิภาพของ heuristic procedures ว่าวิธีไหนที่จะได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด กับปัญหาเฉพาะแต่ละชนิด หรือการประมาณผลกระทบต่อระยะเวลาโครงการที่เปลี่ยนไป

วิธีการในการแบ่งลักษณะของ network ได้มีการทดสอบโดยนักวิจัยหลายคน เพื่ออธิบายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของปัญหา และประสิทธิภาพของเทคนิคในการแก้ปัญหา ซึ่งโดยทั่วไป ยังไม่ประสบความสำเร็จในการแบ่งความสัมพันธ์นี้ อย่างไรก็ตาม Patterson (30) ได้พัฒนา regression model เพื่อทำนายความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพของ heuristic แบบต่างๆ สำหรับระยะเวลาโครงการที่น้อยที่สุดกับตัวอย่างของ single และ multiple project

Davis (31) ได้จัดรูปแบบการแบ่งลักษณะของโครงการโดยสรุป ซึ่งใช้กับการจัดแผนงานที่มีทรัพยากรจำกัด โดยแบ่งเป็น 3 ชุด ดังตารางที่ 3.3

3.2.6 ข้อดีและข้อเสียของวิธีในการจัดทรัพยากร

ในการคำนวณโดยวิธีของ Least Square นั้น สามารถที่จะลดการใช้ทรัพยากรที่มากที่สุดลงได้ และทำให้มีการใช้ทรัพยากรที่สม่ำเสมอมากขึ้น แต่ในการที่จะให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดนั้น จะต้องเลือกค่าตัวคูณถ่วงน้ำหนักของทรัพยากรแต่ละชนิด โดยการลองแทนค่าหลายๆค่า และคำนวณ Least Square ของทรัพยากรแต่ละชนิด ตลอดระยะเวลาโครงการ ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการคำนวณมาก ส่วนในการคำนวณของ Heuristic ในที่นี้ พิจารณาถึงข้อจำกัดของทรัพยากรที่มีอยู่ โดยจัดให้มีการใช้ทรัพยากรให้น้อยกว่าข้อจำกัดได้ แต่ไม่ได้พิจารณารวมถึงการจัดให้มีการใช้ทรัพยากรที่สม่ำเสมอ ตลอดระยะเวลาโครงการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างของการแสดงลักษณะ (Characteristic) ของโครงข่าย (31)

I. Measures that characterize network size, shape, and logic Example: - Length: max. no. of consecutive nodes from beginning to end - Width: max. no. of nodes in parallel - Complexity: No. of arcs/No. of nodes
II. Measures that indicate time characteristics of the network Example: - Sum of Activity Durations - Average Activity Duration - Variance in Activity Durations - Critical Path Duration - Total Network Slack - Density: Sum of activity duration/(Sum of durations + total free float)
III. Measures that characterize resource demands/availabilities Example: - Total Work Content (equivalent to cumulative resqurce requirements) - Average Resource Requirement Per Activity - Average Resource Requirement Per Period - Product Moment (a measure of location of predominant influence of the resource type, in terms of first or second half of original project time) - Resource Utilization Factor (a measure of resource "tightness," in terms of requirement versus availabilities)

3.3 การจัดแผนงานลดต้นทุนทางการเงิน

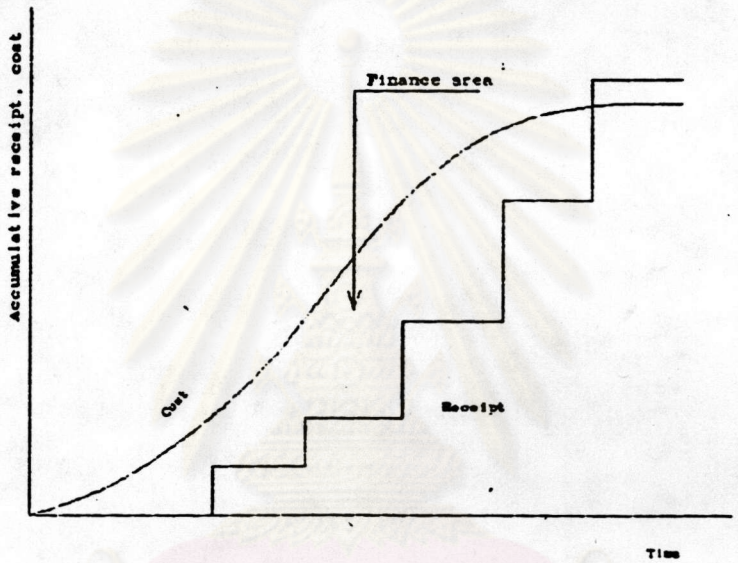
ในการดำเนินงานก่อสร้างนั้น จะต้องมีเงินทุนหรือเครดิต ในการดำเนินงานเริ่มต้นที่เพียงพอ เพื่อไม่ให้เกิดการขาดเงินทุน เป็นผลให้การดำเนินงานขาดการต่อเนื่อง จนอาจทำให้ต้องล้มเลิกการดำเนินงานไป ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องคาดคะเนปริมาณเงินทุนที่ต้องการในการดำเนินการก่อสร้างไว้ล่วงหน้า

วิธีหนึ่งในการคาดคะเนปริมาณเงินทุนที่ต้องการ ในการดำเนินงานก่อสร้าง คือ S-curve ซึ่งแสดงถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของงานต่างๆ ตลอดช่วงระยะเวลาโครงการ โดยพลอตเป็นรูปกราฟของค่าใช้จ่ายสะสมในแต่ละวัน

โดยปรกติ S-curve ที่แสดงค่าใช้จ่ายนี้ จะมีขอบเขตของเส้นกราฟตามแผนงานในการเริ่มดำเนินงาน คือ แผนงานที่เริ่มเร็วที่สุด และแผนงานที่เริ่มช้าที่สุด ซึ่งในแผนงานดำเนินงานจริง มักจะอยู่ภายในช่วงดังกล่าว ค่าความลาด (Slope) ของเส้นกราฟนี้ แสดงถึงอัตราค่าใช้จ่ายต่อหน่วยเวลา ถ้ามีความลาดมาก แสดงว่า การดำเนินงานไปได้เร็ว และมีการใช้จ่ายมาก ซึ่งในช่วงแรกๆของการดำเนินงานก่อสร้าง มักจะมีค่าความลาดมากกว่าในช่วงท้ายๆโครงการ

การที่จะคาดคะเน ปริมาณเงินทุนที่ต้องการ ตลอดช่วงเวลาโครงการ ทำได้โดยการประมาณรายรับที่จะเกิดขึ้น ในแต่ละช่วง พลอตใน S-curve ที่แสดงค่าใช้จ่ายดังรูป 3.10 ปริมาณเงินทุนที่ต้องการเป็นผลต่างระหว่าง รายจ่ายและรายรับในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งโครงการก่อสร้างส่วนใหญ่ จะมีรายจ่ายมากกว่ารายรับ ตั้งแต่ต้นจนเกือบหมดระยะเวลาโครงการ

เงินทุนที่ใช้ในระยะแรกของโครงการ อาจจะได้จาก เงินทุนของบริษัทเอง หรือจากการกู้ยืมมา ในกรณีที่กู้ยืมมาใช้ในการดำเนินงานนี้ จำเป็นที่จะต้องคิดดอกเบี้ยที่กู้มาด้วย แต่ถ้าเป็นเงินทุนของบริษัท จะต้องคำนึงถึงดอกผลที่จะได้ของเงินทุนนั้น ถ้าไม่ได้ใช้ใน



รูปที่ 3.10 กราฟแสดงหน้าที่ของปริมาณเงินหมุนเวียนตลอดระยะเวลาโครงการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการนี้ ซึ่งต้นทุนทางการเงิน (Finanical cost) ในที่นี้คือ ต้นทุนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการที่กิจการต้องจัดหาเงินทุนมาดำเนินงาน ซึ่งในการนี้กิจการต้องจ่ายดอกเบี้ยเงินกู้แก่เจ้าหนี้

ดังนั้นต้นทุนทางการเงินที่เกิดขึ้นนี้ แปรผันโดยตรงกับปริมาณเงินทุนอัตราดอกเบี้ยและระยะเวลาที่ใช้เงินทุน ตัวที่สามารถที่จะควบคุมได้คือ ปริมาณเงินทุน และระยะเวลาที่ใช้เงินทุน ส่วนอัตราดอกเบี้ย เป็นตัวที่ขึ้นอยู่กับตลาดเป็นส่วนใหญ่

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณเงินทุนที่ใช้ (32) ได้แก่

1. กำไร (Margin) ถ้ากำหนดกำไรไว้มาก ปริมาณเงินทุนที่ต้องการภายในช่วงเวลาต่อไปก็น้อยลง

2. เงินที่หักไว้เป็นประกัน (Retentions) เป็นส่วนที่เจ้าของงานจะหักเงินเก็บไว้ส่วนหนึ่งทุกครั้งที่มีการจ่ายเงินให้ผู้รับเหมา โดยจะคืนให้เมื่อดำเนินงานจนเสร็จเรียบร้อย ซึ่งถ้าหักเก็บไว้มาก ปริมาณเงินทุนที่ต้องใช้ในช่วงต่อไปก็จะมีมากด้วย

3. ถ้าสามารถ Claim ให้ได้รับเงินได้เร็วเท่าไหร่ ปริมาณเงินทุนก็จะลดลงในช่วงต่อไป

4. การกำหนดราคาวัสดุต่อหน่วย และค่าใช้จ่ายในช่วงต้นๆโครงการ ให้มากกว่าในช่วงท้ายๆโครงการ ซึ่งจะได้รับเงินในช่วงต้นๆโครงการมากขึ้น

5. ถ้าเกิดการล่าช้า ในการรับเงินจากเจ้าของงาน จะทำให้ต้องการปริมาณเงินทุนที่มากด้วย

6. ถ้าหน่วงการจ่ายเงินของผู้รับเหมาให้ช้าที่สุดเท่าที่จะทำได้ ก่อนที่จะรับเงินจากเจ้าของงาน ปริมาณเงินทุนที่ต้องการก็จะลดลง

7. ระบบของการจ่ายเงิน เช่น การจ่ายเงินแบบกำหนดช่วงเวลา (Periodically Progress Payment) ปริมาณเงินทุนจะขึ้นกับปริมาณงานที่ทำได้ในช่วงนั้น ส่วนการจ่ายเงินแบบกำหนดงานที่ทำเสร็จ (Stage of Completion Payment) ปริมาณเงินทุนจะขึ้นกับงานที่กำหนดว่าจะทำได้เร็วเพียงใด

โดยปรกติ ในสัญญาก่อสร้างมักจะระบุการจ่ายเงินของเจ้าของงาน เป็นแบบกำหนดช่วงเวลา (Periodically progress payment) หรือกำหนดงานที่ทำเสร็จ (Stage of completion payment) ซึ่ง Yang (32) ได้อธิบายหลักในการลดต้นทุนทางการเงินโดยแบ่งตามแบบการจ่ายเงินของเจ้าของงานเป็น 2 ลักษณะดังนี้

3.3.1 <u>แบบกำหนดช่วงเวลา</u>

แบบกำหนดช่วงเวลา เป็นการจ่ายเงินจากเจ้าของงาน โดยกำหนดในสัญญาว่ามีช่วงระยะเวลาเท่าไหร่ ซึ่งจำนวนเงินที่จ่ายนี้ วัดจากปริมาณงานที่ทำเสร็จภายในช่วงเวลานั้น ในการลดต้นทุนทางการเงินนี้ จึงพิจารณาจากช่วงเวลาที่ใช้เงินทุน ซึ่งสามารถที่จะลดได้ โดยการหน่วงการจ่ายเงินของผู้รับเหมาให้นาน หรือให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ และรับเงินจากเจ้าของงานให้เร็ว และมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ อย่างไรก็ตาม จำนวนเงินเหล่านี้คิดจากปริมาณงานที่ทำได้ในช่วงเวลาการจ่ายเงินช่วงนั้น และปริมาณงานที่ทำก็ขึ้นกับจำนวนเงินที่ใช้จ่ายออกไป ซึ่งในการพิจารณานี้ มีข้อสมมุติให้งานทุนงานได้กำไร โดยปริมาณเงินที่รับ จะได้มากกว่าเงินที่ใช้จ่ายออกไป ดังนั้นจึงควรเริ่มงานให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ถ้าทำงานเสร็จก่อนวันที่วัดปริมาณงานที่ทำได้ (Measurement day) และงานนั้นมี TF ไม่เท่ากับศูนย์ภายในช่วงเวลานั้น ควรเลื่อนงานนั้นให้เสร็จทันถึงวันที่ตรวจวัดปริมาณงาน (Measurement day) ซึ่งเป็นการหน่วงการใช้จ่ายเงินของงานนั้นให้อยู่ภายในช่วงเวลาดังกล่าวให้นานที่สุด

ขั้นตอนในการลดต้นทุนแบบกำหนดช่วงเวลา มีดังนี้

1. หาค่า CPM data
2. แบ่งระยะเวลาโครงการตามช่วงระยะเวลาที่กำหนด
3. ภายในแต่ละช่วงเวลา ให้งานทุกงานเริ่มงานเร็วที่สุด
4. เลื่อนงานที่มี Float ไม่เท่ากับศูนย์ ให้เริ่มทำงานช้าที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยให้อยู่ภายในช่วงเวลานั้น ซึ่งมีวิธีการดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 10311154

4.1 สร้างโครงข่ายย่อย (Sub-network) ให้มีระยะเวลาเท่ากับเวลาที่รับเงินในแต่ละช่วง

4.2 งานที่มีระยะเวลาการทำงานมากกว่า ช่วงระยะเวลาการจ่ายเงิน ให้แบ่งออกเป็นงานย่อย โดยที่ระยะเวลาของงานย่อยนั้นขึ้นกับช่วงระยะเวลาของการจ่ายเงิน ซึ่งเป็นอิสระจากกัน

4.3 ในแต่ละโครงข่ายย่อย (Sub-network) คำนวณ CPM data

4.4 แผนงานที่คำนวณได้ โดยมีระยะเวลาเริ่มงานช้าที่สุด จะเป็นแผนงานที่เหมาะสม ซึ่งจะเริ่มงานช้าที่สุดภายในแต่ละช่วงเวลาการจ่ายเงิน

3.3.2 <u>แบบกำหนดงานที่ทำเสร็จ</u>

แบบกำหนดงานที่ทำเสร็จนี้ เจ้าของงานจะจ่ายเงินให้ผู้รับเหมาต่อเมื่องานบางงานได้ทำเสร็จไปแล้ว งานเหล่านี้เรียกว่า Milestone ซึ่งจะกำหนดในสัญญาก่อสร้างว่ามีงานใดบ้าง แบบการจ่ายเงินนี้มีระยะเวลาที่ไม่เท่ากัน ซึ่งระยะเวลาการจ่ายเงินจะขึ้นอยู่กับ เวลาแล้วเสร็จของงาน Milestone 2 งานที่ต่อเนื่องกัน ดังนั้นการที่จะลดต้นทุนทางการเงินได้ โดยการรับเงินเข้ามาให้เร็วที่สุด ซึ่งเป็นการเร่งงานที่เป็น Milestone ให้เร็วที่สุด ขณะที่งานอื่นให้เริ่มทำงานช้าที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยที่ไม่ให้มีผลกระทบต่อเวลาเริ่มงานของ Milestone เพราะปริมาณงานที่ทำของงานที่ไม่เป็น Milestone ในช่วงเวลาของการจ่ายเงิน จะไม่มีผลต่อจำนวนเงินที่จะรับจากเจ้าของงาน จึงเป็นการลดต้นทุนทางการเงินได้

ขั้นตอนในการลดต้นทุนแบบกำหนดงานที่ทำเสร็จ มีดังนี้

1. หาค่า CPM data

2. กำหนดให้งานทุกงานที่เป็น Milestone มีเวลาเริ่มงานเร็วที่สุด โดยตั้งค่า LST ให้เท่ากับ EST และ LFT เท่ากับ EFT

3. คำนวณ CPM data โดยให้เวลาเริ่ม และเสร็จของงานที่เป็น Milestone คงที่ แผนงานที่คำนวณได้ โดยมีเวลาเริ่มงานช้าที่สุด จะเป็นแผนงานที่เหมาะสม เพราะได้กำหนดให้งานที่เป็น Milestone เสร็จเร็วที่สุด

3.3.3 ข้อดีและข้อเสียของวิธีในการลดต้นทุนทางการเงิน

ในการวางแผนลดต้นทุนทางการเงิน ของทั้งแบบกำหนดระยะเวลา และแบบกำหนดงานที่ทำเสร็จนั้น เป็นการพิจารณาถึงช่วงระยะเวลาของการจ่ายเงินจากเจ้าของงานที่ติดต่อกัน ซึ่งผลจากการคำนวณ ทำให้แผนงานมีบริมาณการใช้จ่ายเงินที่มาก ในช่วงที่ใกล้จะถึงวันที่รับเงินจากเจ้าของงานหรือใกล้จะหมดโครงการ ทำให้ลดค่าใช้จ่ายทางการเงินหรือดอกเบี้ยได้ ส่วนข้อเสียคือ ไม่ได้พิจารณาถึงงานบางงาน ที่ไม่อยู่บนเส้นวิกฤติ ที่อาจมีความสำคัญที่ต้องดำเนินงานก่อนงานอื่น รวมทั้งไม่ได้พิจารณาถึงเครดิตที่จะได้รับ เมื่อซื้อวัสดุและเครื่องจักร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 ข้อกำหนดของ Heuristics ในการจัดแผนงานหมายการจำกัด (28)

Heuristic Scheduling Rules Evaluated		
Rule	Notation	Operating Features
Minimum Activity Slack	MINSLK	Schedules first those activities with lowest slack time (total float).
Minumum Late Finish Time	LFT	Schedules first those activities with the earliest values of late finish time.
Resource Scheduling Method	RSM	Priority index calculated on basis of pair-wise comparison of activity early finish and late start times. Gives priority to activities roughly in order of increasing late finish time.
Greatest Resource Demand	GRD	Schedules first those activities with greatest demand in order to complete potential bottleneck activities.
Greatest Resource Utilization	GRU	Gives priority to that group of activities which results in the minimum amount of idle resources in each scheduling interval. Involves an integer linear programming logarithm.
Shortest Imminent Operations	SIO	Schedules first those activities with shortest durations in an attempt to complete the greatest number of activities within a given time-span.
Most Jobs Possible	MJP	Gives priority to the largest possible group of jobs which can be scheduled in an interval. Involves an integer linear programming logarithm.
Random Activity Selection	RAN	Priority given to jobs selected at random, subject to resource availability limits.