

## บทที่ 2

## ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2.1 ลักษณะของโครงการก่อสร้างที่มีลักษณะทำซ้ำ

ในวงการอุตสาหกรรมโดยทั่วไปการผลิตสินค้าชนิดหนึ่งขึ้นมา นั้น เป็นการนำวัตถุดิบต่างๆ มาเข้ากระบวนการผลิต ซึ่งเป็นขั้นตอนซ้ำกันสำหรับสินค้าทุกชิ้น ในวงการอุตสาหกรรมก่อสร้างก็เช่นเดียวกัน มีโครงการหลายประเภทที่มีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับการผลิตสินค้า ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โครงการหมู่บ้านพักอาศัย โครงการก่อสร้างถนน โครงการวางท่อ โครงการตักสูง ที่ต้องทำงาน และใช้ทรัพยากรชนิดต่าง ๆ เหมือนกันในทุกส่วนของโครงการก่อสร้าง ซึ่งสามารถสรุปลักษณะสำคัญของโครงการก่อสร้างที่มีลักษณะทำซ้ำ ได้ดังนี้คือ

2.1.1 มีขั้นตอนหรือวัฏจักรในการทำงานที่ซ้ำกันในโครงการมากกว่า 1 ขั้นตอน

2.1.2 งานประเภทเดียวกันในแต่ละขั้นตอน (Stage) จะมีปริมาณงานเท่ากันหรือไม่ก็ได้

2.1.3 ในแต่ละขั้นตอนจะใช้วิธีการทำงาน ชนิด และจำนวนทรัพยากรที่ใช้เหมือนกัน อาจจะแตกต่างเพียงเวลาที่ใช้ในการทำงาน เนื่องจากปริมาณงานที่แตกต่างกันในแต่ละขั้นตอน

2.1.4 งานแต่ละประเภทจะทำได้อย่างต่อเนื่องงานโดยไม่มีหยุดชะงัก จนกระทั่งเสร็จสิ้นในแต่ละขั้นตอนหลังจากนั้นจะทำงานในขั้นตอนต่อไปทันที แต่ถ้านงานประเภทนั้นสามารถที่จะหยุดการทำงานได้ภายหลังจากทำงานนั้นเสร็จสิ้นในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งแล้ว ( Job Splitting ) อาจจะมีการหยุดการทำงานในระยะเวลาหนึ่งก่อนที่จะเริ่มงานในขั้นตอนต่อไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขต่าง ๆ ของโครงการ เช่น จำนวนทรัพยากรที่มีอยู่ เป็นต้น

2.2 การจัดทำกำหนดการของโครงการ

การวางแผนงาน หมายถึง การจัดเตรียมการเพื่อที่จะทำสิ่งหนึ่งไว้ล่วงหน้า โดยมีการจัดแบ่ง ชนิด ขั้นตอน ลำดับขั้นงาน เวลา และ วิธีการทำงานของงานนั้นไว้ด้วย ซึ่ง

บางครั้งอาจเรียกรวมกันว่า การวางแผนงานและกำหนดเวลาการทำงาน (Planning and Scheduling)

ก่อนที่จะเริ่มดำเนินการก่อสร้างนั้น การวางแผนงานถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด เนื่องจากถ้าแผนงานวางไว้ไม่ละเอียดรอบคอบและรัดกุมอย่างเพียงพอแล้ว อาจจะทำให้เกิดปัญหานานาประการตามมาได้ การวางแผนงานจึงถือเสมือนหนึ่งเป็นการขจัดปัญหาต่าง ๆ ไว้ตั้งแต่ต้น และ ถ้างานก่อสร้างสามารถดำเนินไปตามแผนงานที่วางไว้แล้ว ก็ยังจะเป็นคุณประโยชน์ต่อผู้ดำเนินงานมากขึ้นด้วย จึงควรมีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ไว้ให้พร้อมและมากที่สุด เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาและตัดสินใจกำหนดแผนงาน ดังนั้นการวางแผนงานจึงเป็นการคิดอย่างละเอียดถี่ถ้วนถึงรูปลักษณะของงานที่ตั้งใจจะทำ และสิ่งที่สำคัญในการวางแผนงานก็คือ การรู้ถึงทางตัดสินใจตามลำดับก่อนหลังหน้าและสามารถจะปฏิบัติงานที่มีระเบียบแบบแผนได้ผลอย่างเต็มที่และช่วยให้การทำงานเป็นไปตามเหตุผลหลักวิชาการ สามารถใช้กำลังคน เครื่องจักรเครื่องมือ และเงินอย่างประหยัด งานสำเร็จลุล่วงไปโดยเร็ว และได้ผลงานเป็นที่น่าพึงพอใจ ซึ่งนอกจากจะทำให้การทำงานง่ายขึ้นแล้วยังสามารถทำให้มองเห็นปัญหาและข้อจำกัดต่าง ๆ ได้ล่วงหน้าได้อีกด้วย ถ้าจะแบ่งวิธีการวางแผนงานตามวิธีที่ปฏิบัติกันอยู่โดยทั่วไป อาจจัดแบ่งวิธีการวางแผนงานได้ 3 ลักษณะ คือ

2.2.1 การกำหนดคิดไว้ในใจ คือ การคิดนึกว่าจะทำอย่างนั้น จะทำอย่างนี้แล้ว ปฏิบัติไปตามที่คิด โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติและทำต่อเนื่องอย่างเหมาะสม วิธีนี้เป็นวิธีที่บุคคลโดยทั่วไปใช้ปฏิบัติกันอยู่กับงานของตนจนเกิดความเคยชิน และอาจลืมไปได้ว่า นี่คือการวางแผนงาน การวางแผนงานโดยเพียงการกำหนดรูปงานไว้ในใจ เป็นเพราะฉะนั้นได้เคยปฏิบัติสิ่งเหล่านั้นซ้ำ ๆ มาแล้วจนเกิดเป็นความชำนาญ จึงจะสามารถกำหนดขั้นตอนต่าง ๆ ของการปฏิบัติให้ดำเนินการไปได้ด้วยความถูกต้อง

2.2.2 ด้วยวิธีจดบันทึกไว้เป็นขั้นตอน วิธีนี้ดีกว่าวิธีแรก เพราะผู้วางแผนจะจัดทำแผนงานไว้ล่วงหน้า สามารถนำมาศึกษาทบทวน สืบหาสิ่งบกพร่องต่าง ๆ ก่อนที่จะเริ่มงาน และประการสำคัญ คือบุคคลที่จะร่วมงานกันสามารถศึกษา ทำความเข้าใจ และปฏิบัติตามได้สะดวก วิธีนี้มักใช้กับงานที่เกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่าย มีขั้นตอนการทำงานมากและเป็นงานที่ไม่เคยปฏิบัติมาก่อน จะสรุปขั้นตอนหรือหัวข้อของงานที่สำคัญไว้พร้อมกับกำหนดเวลาของแต่ละขั้นตอนนั้นไว้ เพื่อให้เข้าใจกันทุก ๆ ฝ่าย

2.2.3 การวางแผนงานให้อยู่ในรูปแบบที่เป็นระบบ ได้แก่การจัดทำแผนงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีวิธีการที่นิยมใช้กันทั่วไป ได้แก่ วิธีแผนภูมิแท่ง (Bar Chart) วิธีวิฤต

(Critical Path Method ,CPM) และ วิธีแผนภูมิเชิงเส้น (Linear Balance Chart) ระบบต่าง ๆ เหล่านี้เป็นวิธีการคิดตามแนวทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำเอาโครงการที่มีระยะเวลาการทำงานช่วงที่อาจจะนานเป็นเดือนหรือปี มาสรุปไว้ในกระดาษเพียงแผ่นเดียว จึงสามารถทราบและเข้าใจถึงแผนงานทั้งหมดได้อย่างรวดเร็ว ตรวจสอบข้อขัดข้องที่อาจเกิดจากแผนนั้นได้ง่าย สามารถติดตามและควบคุมการทำงานได้สะดวก การวางแผนงานด้วยระบบนี้ จึงเหมาะสมทั้งงานที่หน่วยงานหลายหน่วยงานร่วมกันอยู่ มีระยะเวลาเสร็จงานนาน และนิยมใช้กับงานวางแผนระยะยาว ซึ่งรายละเอียดของวิธีการที่นิยมใช้ทั้งสามข้างต้น มีดังนี้

2.2.3.1 วิธีแผนภูมิแท่ง (Bar Chart) Barrie และ Paulson (1984) ได้กล่าวว่า วิธีแผนภูมิแท่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นระบบที่จัดทำได้ง่าย ตลอดจนผู้ร่วมงานทุกระดับสามารถอ่านและสามารถเข้าใจความคิดของผู้วางแผนได้ง่าย ซึ่งวิธีการนี้ได้ถูกคิดค้นขึ้นโดย Henry L. Gantt ในราว 100 ปีที่ผ่านมา โดยมีรูปแบบของการอธิบายกำหนดการของโครงการเป็นแผนภูมิแท่งที่วาดขึ้นระหว่างแกนตั้งที่แสดงงานแต่ละประเภทเรียงลำดับกันจากบนลงล่าง กับ แกนนอนที่แสดงมาตราส่วนของเวลางานแต่ละประเภทดังกล่าวจะเริ่มจากปลายสุดด้านซ้ายของแผนภูมิแท่งและสิ้นสุดที่ปลายสุดด้านขวาของแผนภูมิแท่ง

การวางแผนงานวิธีแผนภูมิแท่ง (Bar Chart) เป็นวิธีที่แสดงให้เห็นถึงส่วนต่าง ๆ ของงานที่ประกอบขึ้นเป็นโครงการก่อสร้าง ตลอดจนกำหนดเวลาการทำงานของงานแต่ละส่วนนั้นได้ชัดเจนพอสมควร สามารถอ่านเข้าใจง่าย จัดทำแผนงานได้เสร็จในระยะเวลาสั้น วิธีแผนภูมิแท่ง (Bar Chart) เหมาะสำหรับงานก่อสร้างที่มีลักษณะความสัมพันธ์ของงานแต่ละงานไม่ยุ่งยาก เพราะ วิธีแผนภูมิแท่ง (Bar Chart) ไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของงานแต่ละงานได้อย่างชัดเจน ข้อจำกัดอีกประการหนึ่งของวิธีแผนภูมิแท่ง ก็คือ ไม่สามารถที่จะแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของงานหนึ่ง ซึ่งเกิดอุปสรรคในการทำงานที่ต่อเนื่องกันหนึ่งหรืองานทั้งโครงการได้ การนำวิธีแผนภูมิแท่งมาใช้ในการควบคุมและติดตามความก้าวหน้าของงานจึงไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.3.2 วิธีวิกฤต (Critical Path Method ,CPM) Liou (1983) กล่าวว่า วิธีวิกฤตได้เริ่มใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1956 โดยคนงานก่อสร้างจาก บริษัทดิวอนท์ (Dupont Company) ซึ่งได้เริ่มศึกษาหาข้อมูลร่วมกับผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์จากบริษัท เรมิงตัน แรนท์ (Remington Rand) เพื่อจะค้นหาวิธีที่จะลดเวลาการทำงานในการสร้างหรือประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ลง เมื่อได้ศึกษาและวิเคราะห์เสร็จสิ้นแล้ว จึงได้นำเอาวิธีวิกฤตไปใช้ครั้งแรกกับหน่วยงานผลิตและบำรุงของบริษัทดิวอนท์นั่นเอง นับว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

ใจมาก เพราะสามารถลดเวลาและค่าใช้จ่ายลงกว่าเดิมจึงเป็นที่สนใจและยอมรับกันทั่วไป ดังนั้นจึงมีการนำวิธีกฤตมาใช้กับงานก่อสร้างและวงการอุตสาหกรรมอื่น ๆ อีกมากมาย

สำหรับรูปแบบของการกำหนดการของโครงการ โดยวิธีกฤตนั้นจะแสดงในรูปของผังข่ายงาน (Network) กล่าวคือเป็นการเขียนรูปที่แสดงถึงขั้นตอนการทำงานก่อนหลัง และแสดงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันระหว่างงานต่างๆ ซึ่งการเขียนผังข่ายงานนิยมกัน 2 แบบคือ แบบแรกเรียกว่า ผังลูกศร (Arrow Diagram) หมายถึง ผังข่ายงานที่เขียนแสดงงานไว้บนลูกศรที่มีปลายทั้งสองข้างของลูกศรเป็นหัว (Node) ที่กำกับด้วยตัวเลข ส่วนแบบที่สองเรียกว่า ผังวงกลม (Node Diagram) หรือแผนผังที่อยู่หน้า (Precedence Diagram) หมายถึง ผังข่ายงานที่เขียนแสดงงานไว้บนหัว (Node) และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างงานต่าง ๆ โดยเชื่อมหัวของงานต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยใช้ลูกศร ซึ่งการจัดทำแผนงานก่อสร้างด้วยวิธีกฤตนี้ มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาแบบการก่อสร้างให้เข้าใจถ่องถ้วน
2. แยกงานแต่ละส่วนของโครงการออกเป็นงานย่อย ๆ
3. เริ่มเขียนผังข่ายงาน เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างงานเหล่านั้น
4. ประมาณปริมาณงานในแต่ละงาน
5. ประมาณกำลังแรงงานที่จะใช้ และประมาณระยะเวลาการทำงานแต่ละงาน
6. คำนวณหาระยะเวลาการทำงานทั้งโครงการ และ แนวเส้นวิกฤต
7. ปรับช่วงเวลาการทำงานแต่ละงาน เพื่อให้
  - ก. เสร็จสิ้นโครงการตามกำหนดเวลาตามสัญญา
  - ข. สามารถทำงานได้โดยมีปริมาณคนงาน หรือ เครื่องมือ เครื่องจักร ที่สม่ำเสมอตลอดงาน (Resource Levelling)

ค. สามารถทำงานได้โดยปริมาณคนงานหรือเครื่องมือ เครื่องจักร  
มีจำนวนจำกัด (Resource Constraint Scheduling)

ง. เสร็จสิ้นโครงการโดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด (Least Cost  
Scheduling)

8. สั่งงานตามแผนที่ปรับปรุงขั้นสุดท้าย

9. ติดตามและแก้ไขแผนงานที่วางไว้ให้เป็นไปตามความเป็นจริง ตลอด  
ระยะเวลาดำเนินการ

การวางแผนงานวิธียูกฤต (CPM) เป็นวิธีที่แสดงให้เห็นถึงส่วนต่าง ๆ  
ของงานที่ประกอบขึ้นเป็นโครงการก่อสร้าง ความสัมพันธ์ของงานแต่ละงาน ตลอดจนกำหนด  
เวลาการทำงานของงานแต่ละส่วนนั้นได้อย่างละเอียด สามารถที่จะแสดงให้เห็นถึงผลกระทบ  
ของงานหนึ่งซึ่งเกิดอุปสรรคในการทำงานที่ต่ออีกงานหนึ่งหรืองานทั้งโครงการได้อย่างชัดเจน  
และสามารถนำมาใช้ในการควบคุม และติดตามความก้าวหน้าของงาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.3.3 วิธึแผนภูมิเชิงเส้น (Line of Balance) Liou (1983) ได้ค้น  
คว้าและสรุปว่า วิธึแผนภูมิเชิงเส้นได้ถูกคิดค้นและพัฒนาปรับปรุงขึ้นในระหว่างปี ค.ศ.1951  
ถึง 1962 โดยกองทัพของสหรัฐอเมริกา วิธึแผนภูมิเชิงเส้นส่วนมากนำไปใช้ในการวางแผน  
การผลิตสินค้า ในวงการอุตสาหกรรมต่าง ๆ ต่อมาได้มีการประยุกต์นำไปใช้ในการวางแผน  
งานก่อสร้าง โดยเฉพาะโครงการก่อสร้างที่มีลักษณะทำซ้ำและต่อเนื่อง ซึ่งวิธึแผนภูมิเชิงเส้น  
นี้ประกอบด้วยหลักการ 4 ประการ ดังนี้คือ

2.2.3.3.1 แผนภูมิวัตถุประสงค์ (Objective Chart) เป็นแผนภูมิ  
ที่แสดงถึงแผนงานโดยรวมของแต่ละส่วนของโครงการ จะทำให้ทราบถึงเวลาเสร็จสิ้นในแต่ละ  
ส่วนของโครงการโดยง่าย

2.2.3.3.2 แผนภูมิแท่งของโครงการ (Program Chart or Plan  
of Operation) เป็นแผนภูมิที่แสดงถึงลำดับความสัมพันธ์ระหว่างงานในโครงการ ซึ่งจะมี  
ลักษณะเช่นเดียวกับแผนภูมิแท่ง (Bar Chart)

2.2.3.3.3 แผนภูมิแสดงความก้าวหน้าของโครงการ (Program

Progress Chart) เป็นแผนภูมิที่แสดงการเปรียบเทียบระหว่างแผนงานที่วางไว้ ซึ่งแสดงโดยกราฟเส้น กับผลการทำงานจริงที่แสดงโดยกราฟแท่ง

2.2.3.3.4 การวิเคราะห์แผนภูมิแสดงความก้าวหน้าของโครงการ (Analysis of Program Progress Chart) เป็นการพิจารณาแผนภูมิแสดงความก้าวหน้างานใดที่ทำเร็ว หรือช้ากว่าแผนงานที่วางไว้ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ไข รวมทั้งนำไปปรับปรุงแผนงานให้สอดคล้องกับความเป็นจริงต่อไป

## 2.3 การจัดสรรทรัพยากรสำหรับโครงการ (Resource Allocation)

หลักการจัดทำแผนงานของโครงการโดยวิธีวิฤกต (CPM) มีขั้นตอนที่สำคัญอีกประการหนึ่ง นั่นคือ การจัดสรรทรัพยากรสำหรับโครงการ โดยที่ทรัพยากรในโครงการอาจหมายถึง กำลังคน วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรรวมทั้งเงินทุนที่จะต้องใช้ในการทำงานของโครงการ ซึ่งสามารถจะทำได้โดยการหาจำนวนทรัพยากรแต่ละชนิดที่ต้องการใช้ในแต่ละเวลาของการทำงานเปรียบเทียบกับจำนวนทรัพยากรที่มีอยู่หรือที่สามารถหามาได้ การจัดสรรทรัพยากรสำหรับโครงการนี้ โดยทั่วไปจะเกิดปัญหาด้านต่าง ๆ ที่สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

2.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าใช้จ่าย (Time Cost Tradeoff) เมื่อจัดทำแผนการทำงานและจัดสรรทรัพยากรสำหรับโครงการแล้วทำให้ระยะเวลาการทำงานของโครงการยาวกว่าที่กำหนดหรือต้องการ จำเป็นต้องมีการลดระยะเวลาการทำงานของโครงการลง โดยการลดเวลาการทำงานของงานบางประเภทหรือทุกประเภท ซึ่งการลดเวลาการทำงานนั้นจะเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายโดยตรง (Direct Cost) การลดเวลาการทำงานของงานบางประเภทหรือทุกประเภทสามารถทำได้หลายแนวทาง โดยที่จะทำให้ระยะเวลาการก่อสร้างของโครงการลดลงแต่ค่าใช้จ่ายโดยตรงจะเพิ่มขึ้นเท่ากันหรือไม่ก็ได้ จากปัญหาดังกล่าวนี้ จึงจำเป็นต้องนำความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าใช้จ่ายมาพิจารณาหาแนวทางที่จะลดระยะเวลาการก่อสร้างของโครงการให้ได้ตามต้องการโดยที่เพิ่มค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด (Least Cost Scheduling)

2.3.2 การปรับระดับความต้องการทรัพยากรให้สม่ำเสมอ (Resource Levelling) ในกรณีที่เกิดสภาพความแปรปรวนของความต้องการทรัพยากร ในแต่ละช่วงเวลา มาคหลังจากการจัดสรรทรัพยากรของโครงการเสร็จ จำเป็นต้องลดความแปรปรวนของความต้องการทรัพยากรในแต่ละช่วงเวลานั้นลง กล่าวคือทำให้การใช้ทรัพยากรในแต่ละช่วง

เวลาค่อนข้างคงที่และสม่ำเสมอ โดยการเปลี่ยนแปลงกำหนดเวลาการทำงานต่าง ๆ ภายใต้อำนาจจำกัดของค่าเวลายืดหยุ่นที่ยอมรับได้ของงานนั้น ซึ่งการที่สามารถปรับให้การใช้ทรัพยากรเป็นไปอย่างสม่ำเสมอมากยิ่งขึ้นจะทำให้เกิดผลดีหลายประการคือ สามารถทำให้การจัดส่งทรัพยากรเป็นไปโดยสะดวกในปริมาณที่คงที่ การดำเนินการต่าง ๆ จะเกิดความคลาดเคลื่อนน้อย และถ้าสามารถทำให้ความต้องการบุคลากรมีความสม่ำเสมอ จะเป็นการช่วยปรับปรุงระดับขวัญของบุคลากรและลดปัญหาทางด้านบุคลากรให้น้อยลง รวมทั้งลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานอีกด้วย

2.3.3 การจัดทำกำหนดการของโครงการภายใต้ข้อจำกัดของทรัพยากร (Resource Constrained Scheduling) ในกรณีการจัดทำกำหนดการของโครงการที่มีข้อจำกัดของทรัพยากร จำเป็นต้องพิจารณาข้อจำกัดของทรัพยากรควบคู่ไปกับการจัดทำกำหนดการของโครงการ ซึ่งมีผลทำให้ระยะเวลาการทำงานของโครงการเพิ่มขึ้น จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวนี้ แนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาจะมีจุดประสงค์หลัก ดังนี้คือ ประการแรกคือ เพื่อลดค่าใช้จ่ายให้น้อยที่สุด (Cost Minimization) หรือประการที่สองคือ เพื่อให้ระยะเวลาการทำงานของโครงการเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด ซึ่งในการวิจัยนี้จะศึกษาการจัดทำกำหนดการของโครงการภายใต้ข้อจำกัดของทรัพยากร เพื่อทำให้ระยะเวลาการทำงานของโครงการเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด ซึ่ง Davis (1983) ได้แบ่งการแก้ปัญหาดังกล่าวออกเป็น 2 วิธีด้วยกันคือ วิธีหาค่าตอบที่ดีที่สุด (Optimization Method) และ วิธีวิวิธวิธี (Heuristic Method) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.3.1 วิธีหาค่าตอบที่ดีที่สุด (Optimization Method) Davis (1983) กล่าวว่า วิธีที่จะหาค่าตอบที่ดีที่สุด สำหรับการจัดทำกำหนดการภายใต้ข้อจำกัดของทรัพยากร สามารถจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือ วิธีโปรแกรมเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งมักจะอยู่ในรูปของโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) กลุ่มที่สองคือ วิธีแจงจาระใน (Enumeration)

ในทศวรรษที่ 1960 ได้มีการพัฒนาวิธีโปรแกรมเชิงเส้นตรงขึ้นจากเดิม ที่สามารถใช้แก้ปัญหาการจัดสรรทรัพยากร 3 ชนิด ให้กับโครงการที่มั่งงานไม่เกิน 15 งานได้ จนกระทั่งสามารถใช้แก้ปัญหาการจัดสรรทรัพยากร 4 ชนิด ให้กับโครงการที่มั่งงานไม่เกิน 55 งานได้ แต่ถึงแม้จะพัฒนาความสามารถขึ้นมาถึงระดับนี้แล้วก็ตาม วิธีโปรแกรมเชิงเส้นตรงมักจะไม่สามารถใช้กับโครงการที่มีขนาดใหญ่อิงระดับหนึ่งได้ ซึ่งในชีวิตจริงอาจจะมีทรัพยากรมากกว่า 10 ชนิด และมีงานในโครงการจำนวนหลายพันงาน

ในปลายทศวรรษที่ 1960 และต้นทศวรรษที่ 1970 ได้มีการนำวิธีเชิงจาระไนที่มีข้อจำกัด ไปใช้ในการแก้ปัญหาการจัดสรรทรัพยากร ภายใต้ข้อจำกัดของจำนวนทรัพยากรอย่างได้ผลสูงกว่าเดิม และมีการปรับปรุง วิธีการหาทั้งด้านและขอบเขต ให้สามารถนำไปใช้กับโครงการที่มีทรัพยากร 5 ชนิด และมีงานมากถึง 200 งานได้ แต่สำหรับโครงการที่มีขนาดใหญ่กว่านั้น ยังไม่สามารถนำวิธีการหาค่าตอบที่ดีที่สุดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

2.3.3.2 วิธีฮิวริสติก (Heuristic Method) Davis (1983) ได้กล่าวถึงวิธีฮิวริสติกว่าได้พัฒนาขึ้นโดย เฮอร์เบิร์ต ไชมอน และ อัลเลน นิวเวลล์ แห่งสถาบันเทคโนโลยีคาร์เนกี ร่วมกับ เจ ซี ชอว์ แห่งบริษัท แรนด์ ซึ่งเป็นวิธีการเชิงตรรกที่อาศัยกลุ่มของกฎเกณฑ์และแนวทางต่าง ๆ ที่หาขึ้นมาได้อย่างคร่าว ๆ (Rule of Thumb) ซึ่งได้มาจากการสังเกต ทดลอง และได้รับการพิจารณาว่าเหมาะสมกับปัญหานั้น ๆ แล้วนำมาสร้างเป็นตัวแบบคณิตศาสตร์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้สำหรับค้นหาและประเมินทางเลือกสำหรับแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยค่อย ๆ ปรับปรุงคำตอบที่ได้ด้วยการคาดการณ์อย่างอาศัยความรู้ ทาทางเลือกที่น่าจะใช้มากที่สุด จนกระทั่งได้คำตอบที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมพอที่จะนำไปใช้ปฏิบัติงานได้ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาหรือค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการคิดคำนวณหาค่าตอบที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงมีการนำวิธีฮิวริสติก มาใช้สำหรับการแก้ปัญหาการจัดทำกำหนดการของโครงการภายใต้ข้อจำกัดของทรัพยากรอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นวิธีการเดียวที่อาจจะนำไปใช้ได้กับปัญหาที่มีความสลับซับซ้อน ปัญหาที่มีความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้นตรงหรือมีขนาดใหญ่ ถึงแม้กำหนดการที่ได้จากวิธีการนี้อาจจะไม่ใช้กำหนดการที่ดีที่สุด แต่ผลที่ได้มักจะมีความเหมาะสมพอที่จะใช้เพื่อบรรลุเป้าหมายในการดำเนินงานที่เป็นจริงได้

Rangaswami (1981) ได้แบ่งวิธีการจัดสรรทรัพยากรของโครงการโดยวิธีฮิวริสติก ออกเป็น 2 วิธี คือ

1. การจัดทำกำหนดการโดยวิธีอนุกรม (Serial Scheduling) เป็นวิธีที่ทุกงานของโครงการถูกจัดลำดับก่อนหลังเป็นชุดเดียวกัน จากการกำหนด กฎการจัดลำดับก่อนหลัง (Priority Rules) และจัดแผนงานเรียงตามลำดับกันที่ละงาน งานที่ไม่สามารถเริ่มเร็วได้ เนื่องจากขาดทรัพยากร ให้เลื่อนเวลาเริ่มงานของงานนั้นออกไป จนมีทรัพยากรที่เพียงพอ

2. การจัดทำกำหนดการโดยวิธีขนาน (Parallel Scheduling) เป็นวิธีการจัดกลุ่มของงานโดยให้ทุกงานเริ่มงานในช่วงเวลาที่กำหนด และจัดลำดับก่อนหลังในกลุ่มงานนั้นโดยใช้กฎการจัดลำดับก่อนหลัง (Priority Rules) ถ้ามี



ทรัพยากรเพียงพอ ให้จัดสรรทรัพยากรให้กับงานเรียงตามลำดับขั้นที่ละงาน เมื่องานใดที่ไม่สามารถเริ่มงานได้ เนื่องจากขาดทรัพยากรให้เลื่อนเวลาเริ่มงานของงานนั้นออกไป จนถึงช่วงเวลาที่ผ่านไป ในแต่ละช่วงเวลาจะต้องจัดลำดับก่อนหลังในกลุ่มงานในช่วงเวลานั้นใหม่ และดำเนินการตามขั้นตอนที่เหมือนเดิม

Gordon (1974) สรุปว่า การจัดท่ากำหนดการโดยวิธีขนาน (Parallel Scheduling) จะต้องใช้เวลาในการคำนวณมากกว่า การจัดท่ากำหนดการโดยวิธีอนุกรม (Serial Scheduling) เนื่องจากการจัดเรียงลำดับงานในแต่ละช่วงเวลา แต่ใช้อย่างกว้างขวางในการทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทั้งสองวิธีภายใต้ข้อจำกัดของทรัพยากร แสดงว่าการจัดท่ากำหนดการโดยวิธีอนุกรม (Serial Scheduling) จะได้แผนงานที่มีระยะเวลาสั้นกว่าในกรณีที่งานสามารถที่จะหยุดการทำงานได้ภายหลังจากทำงานนั้นเสร็จในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งแล้ว (Job Splitting) เท่านั้น

Davis (1983) กล่าวว่า วิธีการหาค่าตอบแบบฮิวริสติก ส่วนใหญ่จะเริ่มจากกำหนดการของโครงการและวิเคราะห์การใช้ทรัพยากรทีละชนิด ในแต่ละช่วงเวลา เมื่อช่วงเวลาที่ต้องการทรัพยากรเกินกว่าจำนวนทรัพยากรที่มีอยู่ วิธีการฮิวริสติกจะพิจารณางานที่ดำเนินอยู่ในช่วงเวลานั้น และพยายามจัดสรรทรัพยากรให้กับงานเหล่านั้นตามลำดับ โดยยึดกฎการจัดลำดับก่อนหลัง (Priority Rules) แบบใดแบบหนึ่ง วิธีการฮิวริสติกแต่ละวิธีจะแตกต่างกันที่กฎการจัดลำดับก่อนหลัง ในการจัดสรรทรัพยากรของวิธีการฮิวริสติกนั้น ความจำเป็นทางด้านเทคนิคมักเป็นสิ่งที่จะถูกให้ความสำคัญเป็นอันดับแรกสุดเสมอ กฎการจัดลำดับก่อนหลังในการจัดสรรทรัพยากรที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ได้แก่

กฎการทำงานที่มีความยืดหยุ่นน้อยที่สุดก่อน (Minimum Slack First) วิธีการฮิวริสติกแบบนี้จะจัดลำดับงาน โดยพิจารณาจากจำนวนเวลายืดหยุ่นที่มีอยู่ งานใดที่มีความยืดหยุ่นน้อยที่สุดจะถูกดำเนินการเป็นงานแรก

กฎการทำงานที่มีเวลาเริ่มงานช้าที่สุด (Minimum Early Start Time First) ตามกฎงานต่าง ๆ จะถูกจัดลำดับงาน โดยพิจารณาจากเวลาเริ่มงานช้า งานใดที่มีเวลาเริ่มงานช้าที่สุดจะถูกดำเนินการเป็นงานแรก

กฎการทำงานที่มีเวลาเสร็จงานช้าที่สุด (Minimum Late Finish Time First) ตามกฎงานต่าง ๆ จะถูกจัดลำดับงาน โดยพิจารณาจากเวลาเสร็จงานช้า งานใดที่มีเวลาเสร็จงานช้าที่สุดจะถูกดำเนินการเป็นงานแรก

กฎการทำงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก่อน (Minimum Activity Duration First) งานต่าง ๆ จะถูกจัดลำดับตามระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานนั้น งานใดที่ใช้เวลาน้อยที่สุดจะได้รับการจัดสรรทรัพยากรก่อน โดยทั่วไปแล้วกฎนี้จะมีผลทำให้สามารถทำงานเสร็จในช่วงระยะเวลาหนึ่งที่กำหนดมากที่สุด

กฎการทำงานที่ใช้ทรัพยากรมากที่สุดก่อน (Most Resources First) ตามกฎนี้งานจะถูกจัดลำดับตามการใช้ทรัพยากรที่เราสนใจ โดยงานซึ่งใช้ทรัพยากรมากที่สุดจะถูกจัดลำดับไว้แรกสุดของการทำงานทั้งหมด ข้อสมมติฐานที่อยู่เบื้องหลังกฎนี้ ได้แก่ งานที่มีความสำคัญมากกว่ามักจะมีความต้องการทรัพยากรที่หาซื้อมากกว่าด้วย

กฎการทำงานซึ่งมีงานวิกฤตที่ต้องทำตามมากที่สุดก่อน (Most Critical Followers) ตามกฎนี้งานจะถูกจัดลำดับตามจำนวนของงานวิกฤตที่ตามหลังงานนั้น งานใดมีงานวิกฤตตามหลังมาจำนวนมากที่สุดจะถูกจัดสรรทรัพยากรให้ก่อน

กฎการทำงานซึ่งมีงานตามหลังมามากที่สุดก่อน (Most Successors First) ตามกฎนี้งานจะถูกจัดลำดับตามจำนวนของงานทั้งหมดที่ตามหลังงานนั้น งานใดมีงานที่ตามหลังมาจำนวนมากที่สุดจะถูกจัดสรรทรัพยากรให้ก่อน

กฎการจัดลำดับก่อนหลังในลักษณะนี้จำนวนมากมาซึ่งได้ถูกนำไปใช้กับวิธีวิวิธวิธีเพื่อจัดทำกำหนดการของโครงการ โดยส่วนใหญ่แล้วมักจะปรับปรุงมาจากกฎวิวิธวิธี ซึ่งใช้สำหรับจัดทำกำหนดการของการผลิตตามคำสั่งซื้อที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป อันเป็นปัญหาที่พบในการบริหารการผลิตหรือปฏิบัติการ ซึ่งมีลักษณะหลายประการเหมือนกับปัญหาการจัดสรรทรัพยากรและกำหนดกำหนดการของโครงการหลาย ๆ โครงการ กฎวิวิธวิธีจำนวนมากมีลักษณะของการรวมเอากฎหลาย ๆ ข้อเข้าด้วยกันโดยมีกฎหลักกฎหนึ่ง และมีกฎรองที่ใช้เพื่อแยกแยะกรณีที่มีลำดับก่อนหลังเท่ากัน ซึ่งการทดสอบของ Gordon (1974) กับโครงการที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีงาน 180 งาน พบว่า ทั้ง กฎการทำงานที่มีความยืดหยุ่นน้อยที่สุดก่อน (Minimum Slack First) และ กฎการทำงานที่มีเวลาเสร็จงานช้าที่สุดก่อน (Minimum Late Finish Time First) เป็นวิธีที่ดีที่สุด

Clough และ Sears (1979) ได้กล่าวว่า วิธีการวิวิธวิธี เริ่มต้นด้วยการจัดทำแผนงานจากเวลาเริ่มงานเร็วที่สุดของแต่ละงาน และจัดลำดับความสำคัญของงานวิกฤตเป็นลำดับแรกสุด ถ้าเป็นงานที่ไม่วิกฤตจะจัดลำดับความสำคัญของงานที่มีเวลาเริ่มงานช้าที่สุดก่อน แต่ถ้ามีงานที่มีเวลาเริ่มงานช้าเท่ากันมากกว่า 1 งาน จะจัดลำดับ

ความสำคัญของงานที่มีความยืดหยุ่นของงาน (Total Float) น้อยที่สุดก่อน

เมื่อจัดสร้างกำหนดการของโครงการ ด้วยวิธีวิวิริสติกจะเกิดสภาวะการณอย่างใดอย่างหนึ่งใน 2 สภาวะการณคือ งานต่าง ๆ ที่ต้องจัดสรรทรัพยากรให้ในงวดเวลานั้นได้ถูกจัดสรรทรัพยากรให้ครบก่อนที่ทรัพยากรจะหมดไปหรือทรัพยากรที่มีอยู่หมดเสียก่อนที่จะกำหนดเวลาให้งานทุกงานที่อาจทำได้ในงวดเวลานั้น ถึงแม้ว่าตามทฤษฎีแล้วอาจจะเป็นไปได้ที่ปริมาณทรัพยากรที่มีอยู่จะเท่ากับปริมาณทรัพยากรที่ต้องการพอดี แต่ไม่ว่าจะใช้ความละเอียดรอบคอบในการวางแผนสักเพียงใดก็ตามก็ยากที่จะก่อให้เกิดผลที่สมคผลดีเช่นนั้นได้ ถ้าสถานการณ์แรกเกิดขึ้นทรัพยากรส่วนเกินจะถูกปล่อยไว้ว่างเปล่าหรืออาจจะมอบหมายไปยังส่วนอื่นขององค์การที่มีทรัพยากรชนิดนั้นในช่วงเวลานั้น หรืออาจจะถูกนำไปใช้กับงานอื่น ๆ ของโครงการซึ่งต้องการทรัพยากรนั้นในช่วงเวลาต่อไป โดยที่งานต้องเป็นไปตามข้อกำหนดความสัมพันธ์ก่อนหลังที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามถ้าทรัพยากรชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดหมดไปก่อนที่จะกำหนดเวลาให้งานทุกงานที่อาจจะทำได้ งานที่ต้องการทรัพยากรเหล่านั้นต้องล่าช้าลงและถูกผลิตออกไปก่อน จนกระทั่งถึงช่วงเวลาถัดไปซึ่งสามารถจัดสรรทรัพยากรที่ขาดนั้นมาให้ได้

ถ้าใช้กฎการทำงานที่มีเวลายืดหยุ่นน้อยที่สุดก่อน ในการจัดทำกำหนดการ จะทำการจัดสรรทรัพยากรให้แก่งานที่วิกฤตหรือเกือบจะวิกฤต โดยผลิตงานที่มีความยืดหยุ่นมากกว่าออกไปก่อนถ้าจำเป็น ทุกครั้งที่มีการผลิตการทำงานออกไปจะใช้เวลายืดหยุ่นของงานนั้นไปบางส่วน ดังนั้นงานนั้นจะมีโอกาสสูงขึ้นที่จะได้รับทรัพยากรในการจัดสรรคราวต่อไป การผลิตการทำงานใดที่เกิดขึ้น ๆ ก็จะทำให้เวลานั้นที่มีลำดับสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งในบทความต่อไปจะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินการโดยละเอียดต่อไป

ศูนย์วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย