

ผลกระทบของการเลือกใช้วิธี CPM และ RSM ในการวางแผน

The impacts of using CPM vs. RSM as a scheduling method

ชัยยศ ลักษณะวิสัย และสุนีรัตน์ กุศลาศัย

Chaiyos Luksanavilai and Suneerat Kusalsai

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถ.พหลโยธิน จ.กรุงเทพมหานคร 10900

โทร. 0-2942-8555 ต่อ1334 โทรสาร 0-2579-7565

E-mail: chaiyos_ku62@hotmail.com, fengsnw@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานก่อสร้างส่วนใหญ่ถือเป็นงานที่ซับซ้อนเนื่องจากประกอบด้วยกิจกรรมย่อยหลายกิจกรรมและมีการทำงานที่เป็นลำดับขั้นตอน การควบคุมงบประมาณและระยะเวลาการทำงานถือเป็นสิ่งที่จำเป็น การวางแผนงานก่อสร้างจึงเป็นเครื่องมือที่จำเป็นที่จะช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถควบคุมและบริหารจัดการโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจุบันมีวิธีการวางแผนอยู่หลากหลายวิธีอาทิ เช่น การวางแผนงานโดยวิธีเส้นทางวิกฤต (Critical Path Method, CPM) การวางแผนงานโดยวิธีเส้นสมดุล (Line of Balance, LOB) และการวางแผนงานโดยวิธีการทำงานแบบซ้ำ ๆ (Repetitive Scheduling Method, RSM) เป็นต้น บทความนี้แสดงถึงผลกระทบของการเลือกรูปแบบการทำงานที่แตกต่างกันระหว่างเริ่มงานเร็วสุดและวิธีดำเนินการที่เน้นความต่อเนื่องของการทำงานสำหรับโครงการก่อสร้างที่มีลักษณะการทำงานแบบซ้ำๆกัน โดยในตัวอย่างที่ใช้หนึ่งหน่วยการก่อสร้างประกอบด้วย 7 กิจกรรม จำลองสถานการณ์ก่อสร้างโดยใช้แบบจำลอง STROBOSCOPE เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาโครงการก่อสร้าง (Project duration) และระยะเวลาจ่ายค่าแรง (Paid days) จากวิธีการวางแผนแบบ CPM สำหรับรูปแบบการเริ่มงานได้เร็วสุดและ RSM สำหรับกรณีการเน้นความต่อเนื่องของการทำงาน ผลที่ได้จากแบบจำลองพบว่าระยะเวลาโครงการเพิ่มตามจำนวนหน่วยการก่อสร้างที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถนำเสนอแสดงให้อยู่ในรูปแบบสมการได้ ส่วนระยะเวลาจ่ายค่าแรงโดยวิธีการวางแผนที่เน้นความต่อเนื่องของการทำงานจะมีค่าน้อยกว่าวิธีการวางแผนโดยการเริ่มงานได้เร็วสุด นอกจากนี้ยัง

แสดงผลการจำลองสถานการณ์กรณีระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมมีความแปรปรวน ผลที่ได้พบว่าค่าเฉลี่ยของระยะเวลาโครงการและระยะเวลาจ่ายค่าแรงมีค่าใกล้เคียงกับผลของกรณีที่ระยะเวลาของกิจกรรมมีค่าคงที่

Abstract

Most construction projects have complicated processes due to their inclusion of several activities and sequential working process. Therefore, both budget control and schedule control during construction are necessary. Construction schedule is significant tools that help contractors to control and to manage their project effectively. Methods of project scheduling widely used are several, such as Critical Path Method (CPM), Line of Balance (LOB), and Repetitive Scheduling Method (RSM). Each of them is appropriate for different working patterns. This paper presents the effect of using different working patterns, between early start approach and continuity working approach, for the case of repetitive construction. In the examples, each construction unit contains seven activities. Given two different working patterns, operation was simulated by using STROBOSCOPE to compare project duration and paid days, using CPM concept for early start approach and RSM for continuity working approach. The results from the simulation show that project duration increases when the number of construction units increases, and can be expressed in an equation form. The

number of paid days of certain activities tends to be less when continuity working approach is selected. An addition to this is a simulation of a case where the duration of each activity is represented by probability distributions. Average project duration and the number of paid days in the probabilistic case are slightly different from the former one.

คำสำคัญ

แบบจำลอง, STROBOSCOPE, การวิเคราะห์กระบวนการก่อสร้างที่มีรูปแบบซ้ำๆ ความแปรปรวนของระยะเวลาในการก่อสร้าง

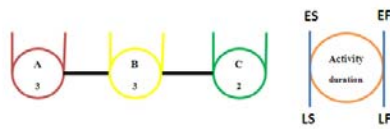
1. บทนำ

ในปัจจุบันมีโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก อาทิเช่น อาคารสำนักงาน โครงการบ้านจัดสรร ถนนทางหลวง เป็นต้น ในโครงการเหล่านี้ผู้รับเหมาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากรได้โดยการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานให้มีลักษณะที่ซ้ำๆกัน โดยการแบ่งงานก่อสร้างออกเป็นหน่วยย่อยๆ โดยที่แต่ละหน่วยประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานที่เหมือนกัน การทำงานในแต่ละขั้นตอนจะใช้ช่างฝีมือและแรงงานที่มีความชำนาญเฉพาะด้าน การทำกำหนดเวลาของรูปแบบการทำงานในลักษณะนี้ต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์สองส่วนคือลำดับขั้นตอนการทำงานก่อนหลังหรือความสัมพันธ์ทางเทคนิคและความพร้อมของทรัพยากรหรือกลุ่มคนงาน ผู้ประกอบการอาจเลือกวิธีการวางแผนได้หลายวิธี อาทิเช่น การวางแผนงานโดยวิธีเส้นสมดุล (Line of Balance, LOB) การวางแผนงานโดยวิธีการทำงานแบบซ้ำๆ (Repetitive Scheduling Method, RSM) หรือกระทั่งการวางแผนงานโดยวิธีเส้นทางวิกฤติ (Critical Path Method, CPM) เป็นต้น ในงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าวิธีวางแผนแบบ LOB และ RSM จะเน้นให้การทำงานมีความต่อเนื่อง โดยการเลื่อนวันเริ่มต้นการทำงานบางกิจกรรมเพื่อให้การทำงานของกิจกรรมนั้นมีความต่อเนื่อง ซึ่งอาจส่งผลให้ระยะเวลาโครงการนั้นล่าช้า

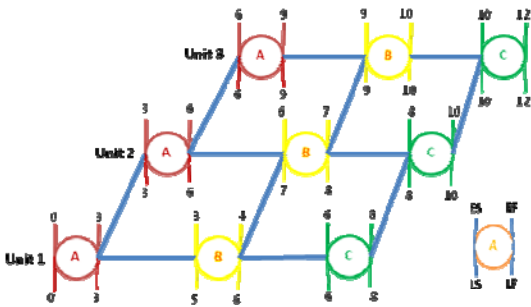
ส่วนวิธีการวางแผนแบบ CPM จะเน้นการเริ่มต้นการทำงานที่เร็วที่สุด กิจกรรมตามหลังสามารถเริ่มต้นการทำงานได้ทันทีเมื่อกิจกรรมก่อนหน้าในหน่วยนั้นแล้วเสร็จและเมื่อมีความพร้อมของกลุ่มคนงาน ซึ่งข้อกำหนดดังกล่าวอาจทำให้เกิดการขาดช่วงของการทำงานขึ้นส่งผลให้การทำงานขาดความต่อเนื่อง บทความนี้ทำการเปรียบเทียบผลกระทบของการเลือกวิธีการวางแผนสำหรับโครงการก่อสร้างที่มีรูปแบบซ้ำๆกัน ระหว่างวิธีการวางแผนแบบ CPM และ RSM โดยอาศัยแบบจำลอง STROBOSCOPE ในการจำลองสถานการณ์ก่อสร้างเพื่อพิจารณาถึงปัจจัยของจำนวนหน่วยก่อสร้างและในกรณีงานก่อสร้างจริงที่ระยะเวลาการทำงานมีความแปรปรวนที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาโครงการ (Project duration) และระยะเวลาจ่ายค่าแรงคนงาน (Paid days) จากวิธีการวางแผนที่แตกต่างกัน

2. การวางแผนงานก่อสร้าง

การวางแผนงานก่อสร้างที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบันได้แก่วิธีการวางแผนแบบ Critical Path Method (CPM) เมื่อนำมาใช้วางแผนในโครงการก่อสร้างที่มีรูปแบบซ้ำๆกัน โดยการกำหนดให้กลุ่มคนงานก่อสร้างแบ่งแยกหน้าที่อย่างชัดเจนขึ้นตามประเภทของกิจกรรม อาจทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องของการทำงานในบางกิจกรรมขึ้น ยกตัวอย่างโครงการ X ประกอบด้วยหน่วยก่อสร้างจำนวน 3 หน่วยในแต่ละหน่วยแบ่งออกเป็น 3 กิจกรรมประกอบด้วยกิจกรรม A B และ C ความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรมเป็นแบบ FTS (Finish to Start) และระยะเวลาในการทำงานของแต่ละกิจกรรม (Duration) แสดงในผังวงจรกำหนดก่อน (Precedence Diagram Method, PDM) ดังรูปที่ 1 จำนวนวันเริ่มต้นและวันที่แล้วเสร็จของแต่ละกิจกรรมตามวิธีการวางแผนแบบ CPM โดยการเริ่มงานได้เร็วสุด (Early Start, ES) และการเริ่มงานช้าสุด (Late Start, LS) แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 ผังวงจรกำหนดก่อนของ 1 หน่วยก่อสร้าง

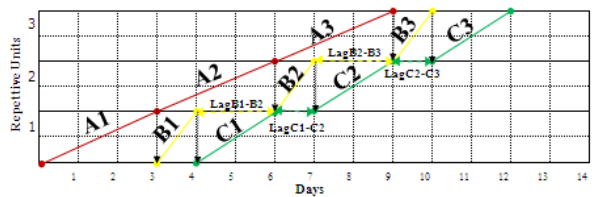


รูปที่ 2 การวางแผนแบบ CPM ของโครงการ X

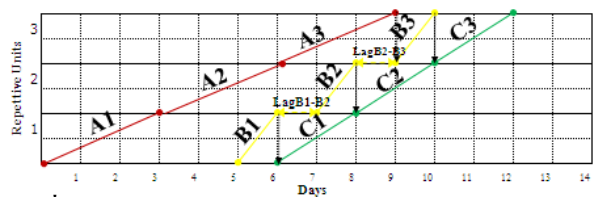
จากความสัมพันธ์และระยะเวลาทำงานของแต่ละกิจกรรมในโครงการ X สามารถแสดงให้อยู่ในรูปแบบของกราฟเส้น โดยแกนตั้งแสดงปริมาณงานที่ทำได้และแกนนอนเป็นระยะเวลา กิจกรรมก่อสร้างแต่ละกิจกรรมจะถูกแทนด้วยเส้นตรงที่มีความชันแสดงถึงอัตราการทำงานของกลุ่มคนงานแต่ละกลุ่ม แผนการทำงานตามเงื่อนไขการทำงานเกิดขึ้นเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (Early Start, ES) แสดงได้ดังรูปที่ 3 ซึ่งจะเห็นความไม่ต่อเนื่องของกิจกรรม B เกิดขึ้นระหว่างหน่วยการทำงานที่ 1 และ 2 (LagB1-B2) และระหว่างหน่วยก่อสร้างที่ 2 และ 3 (LagB2-B3) ส่วนกิจกรรม C เกิดความไม่ต่อเนื่องขึ้นระหว่างหน่วยก่อสร้างที่ 1 และ 2 (LagC1-C2) และระหว่างหน่วยก่อสร้างที่ 2 และ 3 (LagC2-C3) ส่วนการวางแผนด้วยวิธี CPM ภายใต้เงื่อนไขการเริ่มงานช้าสุด (Late Start, LS) แสดงในรูปที่ 4 ซึ่งจากรูปจะพบความไม่ต่อเนื่องของกิจกรรม B ระหว่างหน่วยก่อสร้างที่ 1 และ 2 (LagB1-B2) และระหว่างหน่วยก่อสร้างที่ 2 และ 3 (LagB2-B3) จากตัวอย่างข้างต้นแสดงให้เห็นว่าแผนงานที่ได้จากการวางแผนแบบ CPM ภายใต้ทั้งสองเงื่อนไขอาจก่อให้เกิดความไม่ต่อเนื่องของการทำงานขึ้น ในกรณีที่ระยะเวลาการทำงานของแต่ละกิจกรรมมีค่าที่เท่ากัน เส้นกราฟที่แสดงถึงอัตราการทำงานของทุกกิจกรรมจะ

ขนานกันและจะมีความต่อเนื่องในทุกกิจกรรมของการก่อสร้าง

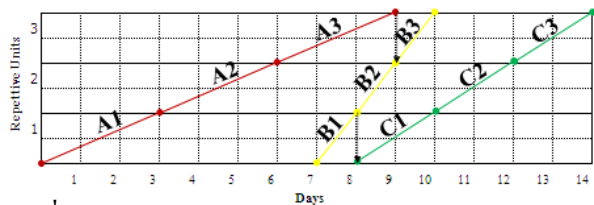
การวางแผนแบบ RSM เป็นวิธีการวางแผนโดยการเลื่อนวันเริ่มต้นการทำงานของบางกิจกรรมเพื่อให้การทำงานของกิจกรรมนั้นมีความต่อเนื่อง รูปที่ 5 แสดงแผนการทำงานของโครงการ X เมื่อวางแผนด้วยวิธี RSM จะเห็นได้ว่ากิจกรรม B ถูกเลื่อนวันเริ่มต้นการทำงานไปวันที่ 7 เพื่อให้การทำงานของกิจกรรมเกิดความต่อเนื่อง



รูปที่ 3 การวางแผนแบบ CPM (ES)



รูปที่ 4 การวางแผนแบบ CPM (LS)



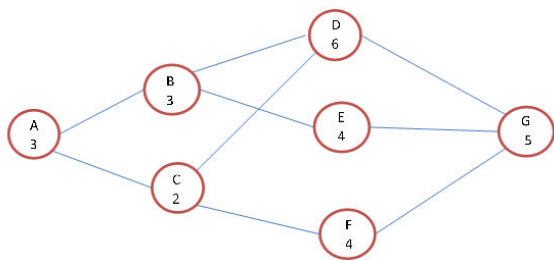
รูปที่ 5 การวางแผนแบบ RSM

จากกราฟจะเห็นได้ว่าวิธีการวางแผนแบบ RSM จะทำให้ระยะเวลาโครงการเพิ่มขึ้นเป็น 14 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับ การวางแผนแบบ CPM ที่ใช้ระยะเวลาโครงการ 12 วัน แต่การวางแผนแบบ CPM ส่งผลให้ระยะเวลาทำงานของกิจกรรม B จากช่วงเริ่มต้นในหน่วยแรกจนแล้วเสร็จในหน่วยสุดท้ายยาวนานกว่าเมื่อเทียบกับการวางแผนแบบ RSM ซึ่งนั่นอาจหมายถึงการจ่ายค่าจ้างแรงงานที่แพงกว่าได้

3. ผลกระทบของจำนวนหน่วยก่อสร้างต่อระยะเวลา

โครงการ

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาโครงการระหว่างการวางแผนด้วยวิธี CPM และ RSM นั้นวิศวกรบางท่านอาจตั้งสมมุติฐานว่าจำนวนหน่วยก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ระยะเวลาโครงการที่วางแผนด้วย RSM ยาวนานกว่าการวางแผนด้วยวิธี CPM ตัวอย่างต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของระยะเวลาโครงการกับจำนวนหน่วยก่อสร้างเมื่อวางแผนด้วยวิธี CPM และ RSM



รูปที่ 6 พังวงจรกำหนดก่อนในการก่อสร้าง 1 หน่วยของโครงการ Y

ตารางที่ 1 ระยะเวลาโครงการ Y โดยวิธีการวางแผน CPM และ RSM

No. of units	Project duration(days)		Δ (days)	% Δ
	CPM	RSM		
5	41	44	3	7.32%
10	71	79	8	11.27%
20	131	149	18	13.74%
40	251	289	38	15.14%
60	371	429	58	15.63%
80	491	569	78	15.89%
100	611	709	98	16.04%

โครงการ Y มีรูปแบบการก่อสร้างซ้ำๆ กันหลายหน่วย โดยที่หนึ่งหน่วยประกอบด้วย 7 กิจกรรมได้แก่กิจกรรม A B C D E F และ G ความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรมแบบ FTS และระยะเวลาทำงานของแต่ละกิจกรรมแสดงอยู่ผังวงจรแบบ PDM ดังรูปที่ 6 คำนวนหาระยะเวลาโครงการจากวิธีการวางแผนแบบ CPM และ RSM โดยการใช้แบบจำลอง STROBOSCOPE จำลองสถานการณ์ก่อสร้างเริ่มต้นตั้งแต่ 5

หน่วย ถึง 100 หน่วย พร้อมทั้งแสดงให้เห็นค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะเวลาโครงการ จากวิธีการวางแผนทั้งสองวิธีดังแสดงในตารางที่ 1 จากตารางที่ 1 พบว่าเมื่อจำนวนหน่วยก่อสร้างเพิ่มขึ้นระยะเวลาโครงการมีค่าเพิ่มขึ้นหรือระยะเวลาโครงการขึ้นอยู่กับจำนวนหน่วยก่อสร้าง ยกตัวอย่างโครงการ Y ใช้วิธีการวางแผนแบบ CPM ในการก่อสร้าง 5 หน่วยได้ระยะเวลาโครงการเท่ากับ 41 วัน ซึ่งเกิดจากผลรวมระยะเวลาทำงานของกิจกรรม A₁ (กิจกรรม A ในหน่วยก่อสร้างที่ 1) กิจกรรม B₁ กิจกรรม D₅ ถึง D₁ และกิจกรรม G₅ ดังรูปที่ 7 โดยสามารถเขียนเป็นสมการเชิงเส้นได้ดังสมการที่ (1) จะเห็นได้ว่าเมื่อจำนวนหน่วยการก่อสร้างเพิ่มขึ้นระยะเวลาโครงการก่อสร้างจะเป็นสัดส่วนของกิจกรรม D ตัวอย่างเช่น โครงการก่อสร้าง 10 หน่วยเมื่อแทนสมการที่ (1) ได้ระยะเวลาโครงการเท่ากับ 71 วัน ตรงกับวิธีการวางแผนแบบ CPM ดังตารางที่ 1 เป็นต้น

$$D_{CPM} = d_A + d_B + (n)d_D + d_G \quad (1)$$

เมื่อ

D_{CPM} = ระยะเวลาโครงการโดยวิธีการวางแผนแบบ CPM

d_A = ระยะเวลาการทำงานของกิจกรรม A

d_B = ระยะเวลาการทำงานของกิจกรรม B

d_D = ระยะเวลาการทำงานของกิจกรรม D

d_G = ระยะเวลาการทำงานของกิจกรรม G

n = จำนวนหน่วยการก่อสร้างที่ทำซ้ำ

สำหรับวิธีการวางแผนแบบ RSM ในโครงการก่อสร้าง 5 หน่วยได้ระยะเวลาโครงการมีค่าเท่ากับ 44 วัน ซึ่งเกิดจากผลรวมระยะเวลาทำงานของกิจกรรม A₁ ถึง A₅ กิจกรรม C₁ ถึง C₅ กิจกรรม D₅ ถึง D₁ และกิจกรรม G₅ ดังรูปที่ 8 โดยสามารถเขียนเป็นสมการเชิงเส้นได้ดังสมการที่ (2) จะเห็นได้ว่าเมื่อจำนวนหน่วยการก่อสร้างเพิ่มขึ้นระยะเวลาโครงการก่อสร้างจะเป็นสัดส่วนของกิจกรรม A C และ D

ตัวอย่างเช่น โครงการก่อสร้าง 10 หน่วย เมื่อแทนในสมการที่ (2) ได้ระยะเวลาโครงการเท่ากับ 79 วัน ตรงกับวิธีการวางแผนแบบ RSM ดังตารางที่ 1 เป็นต้น

$$D_{RSM} = (n)d_A - (n-2)d_C + (n)d_D + d_G \quad (2)$$

เมื่อ

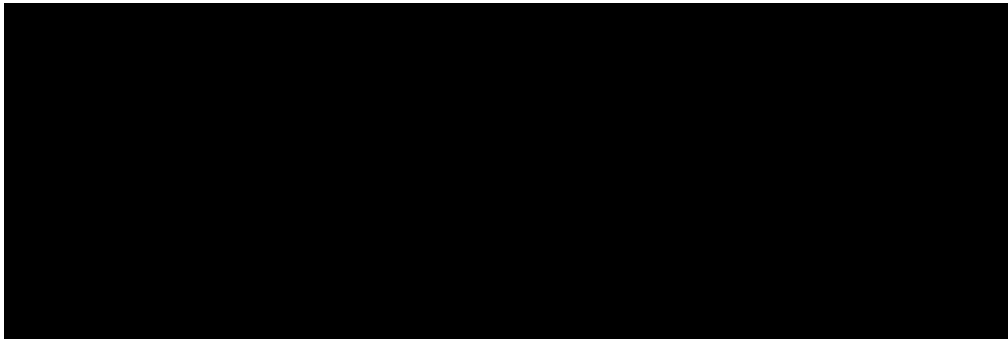
D_{RSM} = ระยะเวลาโครงการโดยวิธีการวางแผนแบบ RSM

d_C = ระยะเวลาการทำงานของกิจกรรม C

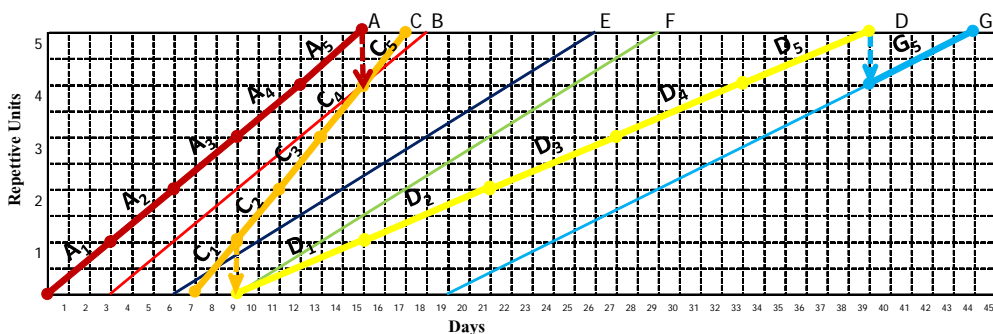
ความแตกต่างของระยะเวลาโครงการก่อสร้างจากวิธีการวางแผนทั้ง 2 แบบ คือผลต่างระหว่างสมการที่ (1) และ (2) ดังแสดงในสมการที่ (3)

$$D_{RSM-CPM} = (n-1)d_A - d_B - (n-2)d_C \quad (3)$$

จากแนวคิดดังกล่าว ผู้ประกอบการสามารถประมาณค่าระยะเวลาโครงการเบื้องต้นจากจำนวนหน่วยก่อสร้างได้โดยตัวแปรในสมการทั้ง 3 ข้างต้นเกิดจากความสัมพันธ์ของกิจกรรมสำหรับโครงการ Y เท่านั้น ถ้าผู้ประกอบการใช้กับโครงการอื่นต้องหาสมการใหม่ตามความสัมพันธ์และระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมตามที่กำหนดการวิเคราะห์ในตัวอย่างข้างต้นจะเห็นได้ว่าวิธีการวางแผนแบบ RSM ใช้ระยะเวลาโครงการมากกว่าวิธีการวางแผนแบบ CPM เนื่องจากวิธีการวางแผนแบบ RSM จะเลื่อนวันเริ่มต้นทำงานของแต่ละกิจกรรมเพื่อเน้นให้การทำงานมีความต่อเนื่องแตกต่างจากการวางแผนแบบ CPM ซึ่งกิจกรรมตามหลังสามารถเริ่มต้นทำงานได้ทันทีเมื่อกิจกรรมก่อนหน้าแล้วเสร็จ ยกตัวอย่างโครงการก่อสร้าง 100 หน่วย วิธีการวางแผนแบบ CPM ใช้ระยะเวลาโครงการเท่ากับ 611 วัน ส่วนวิธีการวางแผนแบบ RSM ใช้ระยะเวลาโครงการเท่ากับ 709 วันซึ่งมากกว่าวิธีการวางแผนแบบ CPM เท่ากับ 98 วัน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้ 16.04 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 1 เป็นต้น



รูปที่ 7 กำหนดเวลาในการก่อสร้าง 5 หน่วยโดยวิธี CPM



รูปที่ 8 กำหนดระยะเวลาในการก่อสร้าง 5 หน่วยโดยวิธี RSM

4. ผลกระทบต่อระยะเวลาจ่ายค่าแรง

ระยะเวลาทำงานของแต่ละกิจกรรมในโครงการก่อสร้างที่มีรูปแบบซ้ำๆ คำนวณจากวันที่คนงานเริ่มต้นการทำงานในหน่วยแรกจนถึงวันที่แล้วเสร็จในหน่วยสุดท้าย ถ้าผู้ประกอบการจ่ายค่าแรงคนงานตามระยะเวลาทำงานของกิจกรรม ผู้ประกอบการที่ใช้วิธีการวางแผนแบบ CPM มีโอกาสจ่ายค่าแรงมากกว่าวิธีการวางแผนแบบ RSM เนื่องจากวิธีการวางแผนแบบ CPM ไม่เน้นความต่อเนื่องของการทำงาน แตกต่างจากวิธีการวางแผนแบบ RSM ยกตัวอย่างรูปที่ 7 กิจกรรม C และ G โดยการวางแผนด้วยวิธี CPM ใช้ระยะเวลาทำงานมากกว่าการวางแผนด้วยวิธี RSM ที่แสดงในรูปที่ 8 และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนหน่วยก่อสร้างเพิ่มขึ้นดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ระยะเวลาจ่ายค่าแรงของกิจกรรม C

No. of units	Paid days		Δ (days)	% Δ
	CPM	RSM		
5	14	10	4	40.00%
10	29	20	9	45.00%
20	59	40	19	47.50%
40	119	80	39	48.75%
60	179	120	59	49.17%
80	239	160	79	49.38%
100	299	200	99	49.50%

ตารางที่ 3 ระยะเวลาจ่ายค่าแรงของกิจกรรม G

No. of units	Paid days		Δ (days)	% Δ
	CPM	RSM		
5	29	25	4	16.00%
10	59	50	9	18.00%
20	119	100	19	19.00%
40	239	200	39	19.50%
60	359	300	59	19.67%
80	479	400	79	19.75%
100	599	500	99	19.80%

จะเห็นได้ว่าความแตกต่างของจำนวนวันทำงานหรือระยะเวลาจ่ายค่าแรงคนงานเพิ่มตามจำนวนหน่วยการก่อสร้างที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นผู้ประกอบการควรคำนึงถึงผลกระทบที่ได้จากการ

วางแผนไม่ว่าจะเป็นระยะเวลาโครงการก่อสร้าง (Project duration) รวมถึงระยะเวลาจ่ายค่าแรงคนงาน (Paid days) ในการเลือกวิธีที่ใช้ในการวางแผนโครงการ

5. ผลกระทบของระยะเวลากรณีเกิดความแปรปรวน

ในงานก่อสร้างทั่วไปมีหลายปัจจัยที่ทำให้ระยะเวลาการทำงานของแต่ละกิจกรรมเกิดความแปรปรวนขึ้น อาทิเช่น การขาดแคลนแรงงาน ความไม่คงที่ของอัตราการทำงาน รวมทั้งผลกระทบที่เกิดจากสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้ผู้ประกอบการไม่สามารถคาดการณ์ถึงขอบเขตการทำงานล่วงหน้าได้ หัวข้อนี้จะวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากความแปรปรวนของระยะเวลาการทำงาน โดยประยุกต์ใช้แบบจำลอง STROBOSCOPE ในการจำลองสถานการณ์ก่อสร้างโครงการ Y กรณีระยะเวลาการทำงานของแต่ละกิจกรรมมีความแปรปรวนดังแสดงในตารางที่ 4 ทำการจำลองสถานการณ์ซ้ำ 1,000 รอบ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของระยะเวลาโครงการ (Project duration) และระยะเวลาจ่ายค่าแรงคนงาน (Paid days) เป็นต้น โดยวิธีการวางแผนแบบ RSM จะกำหนดวันเริ่มต้นการทำงานเร็วสุดของแต่ละกิจกรรมตามแผนงานกำหนด ยกตัวอย่าง งานก่อสร้างที่มีรูปแบบซ้ำๆ 5 หน่วย กำหนดวันเริ่มต้นเร็วสุดของกิจกรรม B C D E F และ G ตามแผนงานที่กำหนดคือวันที่ 3, 7, 9, 6, 9 และ 19 ตามลำดับ ส่วนวิธีการวางแผนแบบ CPM ไม่ได้กำหนดวันที่เริ่มงานของแต่ละกิจกรรม โดยกิจกรรมที่ตามหลังสามารถเริ่มงานได้ถ้ากิจกรรมก่อนหน้าแล้วเสร็จตามความสัมพันธ์

จากการจำลองสถานการณ์พบว่าระยะเวลาโครงการเฉลี่ย เมื่อวางแผนด้วยวิธี CPM และ RSM กรณีระยะเวลาการทำงานมีความแปรปรวนดังแสดงในตารางที่ 5 มีค่าใกล้เคียงกับกรณีไม่มีความแปรปรวนดังแสดงในตารางที่ 1 แต่ความแตกต่างของระยะเวลาโครงการระหว่างการวางแผนทั้งสองวิธีมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระยะเวลาโครงการโดยวิธีการวางแผนแบบ RSM มากกว่าวิธีการวางแผนแบบ CPM ส่วนระยะเวลาจ่ายค่าแรงคนงานของกิจกรรม C และ D แสดงดังตารางที่ 6 และ 7 ตามลำดับ

ผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับกรณีไม่มีความแปรปรวน แต่อาจลดลงเล็กน้อยเนื่องจากระยะเวลาจ่ายค่าแรงโดยการวางแผนแบบด้วยวิธี RSM มีค่าเพิ่มขึ้นแต่ในขณะที่ระยะเวลาจ่ายค่าแรงด้วยวิธี CPM มีค่าเท่าเดิม

ตารางที่ 4 ระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมกรณีมีความแปรปรวน

Activity	Duration(days)	SD
A	3	0.6
B	3	0.8
C	2	0.5
D	6	1.1
E	4	0.8
F	4	1
G	5	1

ตารางที่ 5 ระยะเวลาโครงการเฉลี่ยกรณีมีความแปรปรวน

No. of units	Project duration(days)		Δ (days)	% Δ
	CPM	RSM		
5	41.52	46.02	4.5	10.84%
10	71.44	81.46	10.02	14.03%
20	131.6	152.38	20.78	15.79%
40	251.15	293.29	42.14	16.78%
60	371.87	434.51	62.64	16.84%
80	491.74	575.27	83.53	16.99%
100	611.52	715.48	103.96	17.00%

ตารางที่ 6 ระยะเวลาจ่ายค่าแรงของกิจกรรม C กรณีมีความแปรปรวน

No. of units	Paid days		Δ (days)	% Δ
	CPM	RSM		
5	14.03	10.29	3.74	36.35%
10	29.07	20.68	8.39	40.57%
20	59.31	41.13	18.18	44.20%
40	119.13	81.61	37.52	45.97%
60	179.22	122.18	57.04	46.69%
80	239.06	162.33	76.73	47.27%
100	299.13	202.96	96.17	47.38%

ตารางที่ 7 ระยะเวลาจ่ายค่าแรงของกิจกรรม G กรณีมีความแปรปรวน

No. of units	Paid days		Δ (days)	% Δ
	CPM	RSM		
5	29.44	26.30	3.14	11.94%
10	59.31	51.97	7.34	14.12%
20	119.43	102.92	16.51	16.04%
40	239.02	203.82	35.20	17.27%
60	359.79	305.05	54.74	17.94%
80	479.62	405.82	73.80	18.19%
100	599.34	506.00	93.34	18.45%

4. สรุปผล

การวางแผนงานในโครงการก่อสร้างที่มีลักษณะการทำงานซ้ำๆ กันในทุกหน่วยก่อสร้างด้วยวิธีการวางแผนแบบ CPM อาจทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องของการทำงานขึ้นไม่ว่าจะเป็นเริ่มงานเร็วสุด (Early Start) หรือการเริ่มงานช้าสุด (Late Start) ส่วนวิธีการวางแผนแบบ RSM เป็นการเลื่อนวันเริ่มต้นการทำงานของแต่ละกิจกรรมเพื่อให้การทำงานมีความต่อเนื่อง บทความนี้ได้ยกตัวอย่างโครงการก่อสร้างที่มีลักษณะการทำงานที่ซ้ำๆ กันตั้งแต่ 5 หน่วย ถึง 100 หน่วย จำลองสถานการณ์ก่อสร้างจากวิธีการวางแผนแบบ CPM และ RSM โดยใช้แบบจำลอง STROBOSCOPE ผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงระยะเวลาโครงการจากวิธีการวางแผนทั้งสองแบบที่เพิ่มตามจำนวนหน่วยก่อสร้างที่เพิ่มขึ้น โดยที่สามารถนำมาเขียนให้อยู่ในรูปแบบของสมการเพื่อคำนวณหาระยะเวลาโครงการได้ เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาโครงการ (Project duration) พบว่าวิธีการวางแผนแบบ RSM ใช้ระยะเวลามากกว่าวิธีการวางแผนแบบ CPM แต่เมื่อวิเคราะห์ถึงการขาดช่วงของการทำงานพบว่าระยะเวลาจ่ายค่าแรง (Paid pays) โดยที่วิธีการวางแผนแบบ CPM ใช้ระยะเวลามากกว่าวิธีการวางแผนแบบ RSM ดังนั้นผู้ประกอบการควรพิจารณาเปรียบเทียบระยะเวลาโครงการและระยะเวลาจ่ายค่าแรงทั้งวิธีการวางแผนแบบ CPM และ RSM สุดท้ายบทความนี้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง STROBOSCOPE ในการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากความแปรปรวนของระยะเวลาการทำงานในแต่ละกิจกรรมต่อ

ระยะเวลาโครงการก่อสร้างและระยะเวลาจ่ายค่าแรงพบว่าการวางแผนทั้ง 2 วิธีมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับกรณีที่ระยะเวลาของกิจกรรมมีค่าคงที่

เอกสารอ้างอิง

- [1] Martinez, J.C. (1996) "STROBOSCOPE State and Resource Based Simulation of Construction Processes." Ph.D. Diss., Civil and Environmental Engineering, Univ. of Michigan, Ann Arbor, MI.
- [2] Martinez, J.C. and P.G. Ioannou. (1996) "State-based probabilistic scheduling using STROBOSCOPE's cpm add-on." ASCE, J. of Constr. Engrg. and Mgmt., ASCE, 4, July/August Issue; 125.
- [3] Tommelein, I.D., Riley, D., and Howell, G.A. (1999) "Parade Game: Impact of Work Flow Variability on Trade Performance." ASCE, J. of Constr. Engrg. And Mgmt., Sept./Oct. Issue.
- [4] Ioannou P.G. and C. Srisuwanrat. (2007) "Probabilistic scheduling for repetitive project." In Proc. of the 2007 Winter Simulation Conference, Civil and Environmental Engineering Department, Univ. of Michigan.