

## การจัดสรรทรัพยากรแบบกลุ่มคนงานเฉพาะและการใช้คนงานร่วมกัน ในงานก่อสร้างที่มีรูปแบบซ้ำๆ กัน

### Dedicated Resource Assignment vs. Pooled Resource Assignment for Repetitive Construction

อัครวิทย์ สุวรรณจันทร์ และ สุนีรัตน์ กุศลาศัย

Akarawit Suvannajan and Suneerat Kusulasai

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถ.พหลโยธิน จ.กรุงเทพมหานคร 10900

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

E-mail: Akarawit@ymail.com, fengsnw@ku.ac.th

#### บทคัดย่อ

ในงานก่อสร้างที่มีรูปแบบการทำงานที่ซ้ำๆ กัน การวางแผนงานก่อสร้างเป็นขั้นตอนสำคัญที่ช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถควบคุมและบริหารจัดการโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจุบันมีวิธีการวางแผนงานก่อสร้างที่มีรูปแบบการทำงานซ้ำๆ กันหลายวิธี ได้แก่ วิธี Line of Balance (LOB) Linear Scheduling Method (LSM) และ Repetitive Scheduling Method (RSM) ซึ่งวิธีเหล่านี้มักใช้ร่วมกับการจัดสรรทรัพยากรที่มีการกำหนดกลุ่มคนงานเฉพาะในแต่ละกิจกรรม (Dedicated Resource Assignment) ส่วนวิธีเส้นทางวิกฤต (CPM) สามารถประยุกต์ร่วมกับวิธีการจัดสรรทรัพยากรแบบ Dedicated Resource Assignment และการใช้ทรัพยากรร่วมกัน (Pooled Resource Assignment) โดยมีทรัพยากรรวมไว้ที่ส่วนกลางและแต่ละกิจกรรมสามารถดึงทรัพยากรจากส่วนกลางนี้ไปใช้ บทความนี้ได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการจัดสรรทรัพยากรระหว่าง Dedicated Resource Assignment และ Pooled Resource Assignment สำหรับโครงการก่อสร้างที่มีรูปแบบซ้ำๆ กัน เพื่อวิเคราะห์ถึงผลกระทบของอัตราการผลิตที่มีต่อระยะเวลาโครงการ (Project Duration) ระยะเวลารอคอยของคนงานระหว่างกิจกรรม (Waiting Time) และผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้าง (Work In Process) ผลที่ได้พบว่าการวางแผนงานก่อสร้างที่มีรูปแบบการทำงานซ้ำๆ กัน สามารถจัดระยะเวลารอคอยของคนงานแต่อาจก่อให้เกิดระยะเวลารอคอยของผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้าง ในขณะที่การวางแผนงานโดยกิจกรรมเริ่มงานได้เร็วที่สุดร่วมกับการจัดสรรทรัพยากรแบบ Dedicated

Resource Assignment อาจก่อให้เกิดระยะเวลารอคอยของคนงาน แต่ไม่เกิดระยะเวลารอคอยของผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้าง ในทั้งสองกรณีพบว่าเมื่อไม่พิจารณาถึงผลกระทบของการเรียนรู้ (Learning Effect) การจัดสรรทรัพยากรแบบ Pooled Resource Assignment ร่วมกับการวางแผนงานโดยกิจกรรมเริ่มงานได้เร็วที่สุด ให้ระยะเวลาโครงการที่สั้นกว่า และมีอัตราการผลิตที่สูงกว่า

#### Abstract

In repetitive construction, scheduling is one of the most crucial steps that helps contractors manage and control a project efficiently. There are various methods designed for scheduling repetitive construction projects including: Line of Balance (LOB), Linear Scheduling Method (LSM), and Repetitive Scheduling Method (RSM). These methods assume that each activity has one working team especially assigned to it so called Dedicated Resource Assignment. Such methods ensure work continuity to the work force. Scheduling using Critical Path Method (CPM) can be applied to both Dedicated Resource Assignment and Pooled Resource Assignment, where all resources can be shared among different activities. This paper presents the effects of unbalanced production rates, when adopting these two different resource assignments mentioned earlier on repetitive construction projects, on project duration, workers' waiting time, and work-in-process. The result shows that work schedule using a

method designed for repetitive construction contains zero waiting time but may result in excessive work-in-process. Early start schedule with Dedicated Resource Assignment may cause work interruption but ensure minimal work in process. Without the consideration of learning effect, Pooled Resource Assignment with Early Start Schedule provides shorter project duration and higher production rates.

### คำสำคัญ

การจัดสรรทรัพยากร, งานก่อสร้างที่มีรูปแบบซ้ำๆ, ระยะเวลารอคอย, ผลผลิตขั้นระหว่างก่อสร้าง

### 1. บทนำ

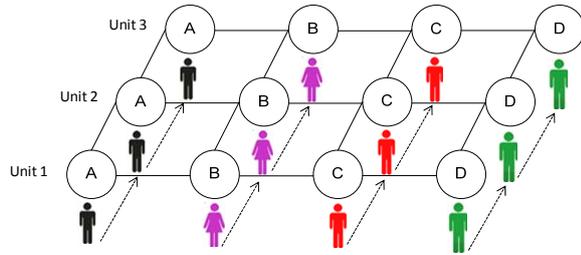
ในงานก่อสร้างที่มีรูปแบบการทำงานที่ซ้ำๆ กัน เช่น งานก่อสร้างบ้านจัดสรร งานก่อสร้างถนน งานวางท่อ รวมไปถึงงานก่อสร้างอาคารสูง ผู้วางแผนสามารถใช้วิธีการวางแผนงานที่ออกแบบไว้สำหรับงานประเภทนี้โดยเฉพาะ ได้แก่ วิธี Line of Balance (LOB), Linear Scheduling Method (LSM), และ Repetitive Scheduling Method (RSM) เป็นต้น ซึ่งวิธีเหล่านี้จะมีการแบ่งแยกกลุ่มคนงานระหว่างกิจกรรมอย่างชัดเจน หรือมีการจัดสรรทรัพยากรหรือกลุ่มคนงานเฉพาะสำหรับแต่ละกิจกรรมก่อสร้าง (Dedicated Resource Assignment) และแผนการทำงานของกลุ่มคนงานของทุกกิจกรรมจะมีความต่อเนื่อง งานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า วิธีการวางแผนงานก่อสร้างที่มีรูปแบบการทำงานที่ซ้ำกันมักมีระยะเวลาโครงการที่นานกว่าเมื่อเทียบกับระยะเวลาโครงการที่วางแผนโดยวิธีเส้นทางวิกฤติ เนื่องจากในวิธีเส้นทางวิกฤติระยะเวลาโครงการถูกกำหนดจากวันเริ่มต้นที่เร็วที่สุดของแต่ละกิจกรรมในแต่ละหน่วยก่อสร้าง ซึ่งแนวทางดังกล่าวอาจทำให้แผนการทำงานของกลุ่มคนงานที่จัดสรรเฉพาะแต่ละกิจกรรมขาดความต่อเนื่องและการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรไม่เต็มที่ สำหรับงานที่ผลกระทบจากการเรียนรู้ค่อนข้างต่ำหรือประสบการณ์จากการทำงานซ้ำกันไม่มีผล

ต่อระยะเวลาทำงาน ผู้วางแผนอาจเลือกใช้วิธีเส้นทางวิกฤติเพื่อให้ได้ระยะเวลาโครงการที่สั้นที่สุดและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรคนงานโดยเลือกรูปแบบการจัดสรรทรัพยากรแบบที่มีการใช้ทรัพยากรร่วมกัน โดยไม่มีทรัพยากรรวมไว้ที่ส่วนกลางและแต่ละกิจกรรมสามารถดึงทรัพยากรจากส่วนกลางนี้ไปใช้ (Pooled Resource Assignment) บทความนี้ได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการจัดสรรทรัพยากรระหว่าง Dedicated Resource Assignment และ Pooled Resource Assignment สำหรับโครงการก่อสร้างที่มีรูปแบบซ้ำๆ กัน โดยจะทำการพิจารณาถึงผลของอัตราการทำงานของกิจกรรม ที่มีต่อระยะเวลาโครงการ (Project Duration) ระยะเวลารอคอยของคนงานระหว่างกิจกรรม (Waiting Time) และผลผลิตขั้นระหว่างก่อสร้าง (Work In Process)

### 2. รูปแบบการจัดสรรทรัพยากร

การวางแผนงานก่อสร้างที่มีรูปแบบการทำงานซ้ำๆ กัน มีสมมติฐานว่าการจัดสรรทรัพยากรคนงานจะจัดโดยแบ่งแยกกลุ่มคนงานระหว่างกิจกรรมอย่างชัดเจนโดยแต่ละกิจกรรมก่อสร้างประกอบด้วยกลุ่มคนงานเพียงหนึ่งกลุ่ม (Dedicated Resource Assignment) รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างงานก่อสร้างจำนวน 3 หน่วย แต่ละหน่วยประกอบด้วย 4 กิจกรรม คือ A, B, C และ D แต่ละกิจกรรมประกอบด้วยคนงานจำนวนหนึ่งกลุ่มที่ทำงานเฉพาะกิจกรรมของตนในทุกหน่วยก่อสร้างคล้ายสายการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ข้อดีของรูปแบบการจัดกลุ่มคนงานนี้คือ คนงานจะมีความเชี่ยวชาญในงานของตนเองซึ่งอาจมีผลให้ผลิตภาพการทำงานเพิ่มสูงขึ้น การกำหนดวันเริ่มต้นของกิจกรรมใดๆ พิจารณาจากอัตราการทำงานของกิจกรรมที่พิจารณาและกิจกรรมก่อนหน้า การวางแผนและการจัดสรรคนงานในรูปแบบนี้จะเน้นความต่อเนื่องของการทำงานในทุกกิจกรรม จากงานวิจัยในอดีตพบว่าระยะเวลาโครงการเมื่อใช้วิธีการวางแผนงานที่มีรูปแบบซ้ำๆ กัน มักมีค่าสูงกว่าระยะเวลาโครงการที่ได้จากการวางแผนด้วยวิธีเส้นทางวิกฤติ ตัวอย่างเช่น ชัยยศ และ สุนิรัตน์

(2553) ได้ทำการเปรียบเทียบระยะเวลาโครงการเมื่อวางแผนด้วยวิธีเส้นทางวิกฤติ (CPM) และวิธี Repetitive Scheduling Method (RSM) ซึ่งพบว่า ระยะเวลาโครงการเมื่อวางแผนด้วยวิธี RSM มีค่าสูงกว่าวิธี CPM และสัดส่วนความต่างจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนหน่วยก่อสร้างที่เพิ่มขึ้น [1]

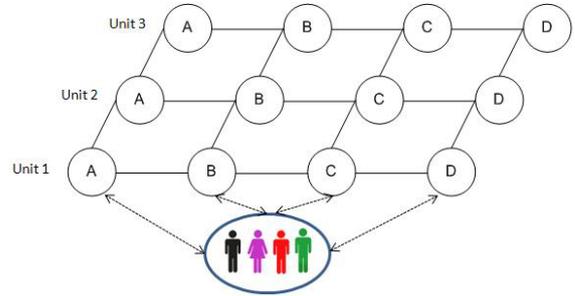


รูปที่ 1 การจัดสรรทรัพยากรแบบ Dedicated Resource Assignment

ในกรณีนี้ที่ผู้ก่อสร้างเลือกรูปแบบการจัดสรรทรัพยากรแบบ Dedicated Resource Assignment ควบคู่กับการวางแผนงานก่อสร้างวิธี CPM ซึ่งกำหนดให้กิจกรรมเริ่มต้นได้เร็วที่สุด (Early Start) หรือ ช้าที่สุด (Late Start) โดยพิจารณาจากความพร้อมของแรงงานและความสัมพันธ์ทางเทคนิคของกิจกรรมก่อสร้างนั้นอาจส่งผลให้การทำงานของแรงงานเกิดความล่าช้าหรือการรอคอยของแรงงาน (Waiting Time) ดังที่แสดงในงานวิจัยของ Harris และ Ioannou (1998) [5]

การจัดสรรทรัพยากรอีกรูปแบบหนึ่ง คือ การใช้ทรัพยากรร่วมกันหลายกิจกรรม (Resource Sharing) การจัดสรรทรัพยากรในลักษณะนี้คนงานทั้งหมดจะถูกรวบรวมไว้ที่ส่วนกลาง (Pool) การใช้ทรัพยากรสามารถดึงจากส่วนกลางเพื่อทำงานแต่ละกิจกรรม เมื่อคนงานถูกกำหนดให้เริ่มทำงานกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งแล้วจะไม่สามารถทำงานอื่นได้ในเวลาเดียวกัน ในกรณีนี้มีกิจกรรมมากกว่าหนึ่งกิจกรรมที่สามารถเริ่มงานได้พร้อมกันแต่มีจำนวนคนงานไม่เพียงพอ กิจกรรมที่วิกฤติจะถูกกำหนดให้เริ่มทำงานก่อน รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างงานก่อสร้างจำนวน 3 หน่วยแต่ละหน่วยประกอบด้วย 4 กิจกรรม คือ A, B, C และ D คนงานถูกรวบรวมไว้ที่ส่วนกลางและคนงานมี

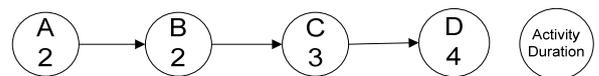
ความสามารถทำงานได้ทุกกิจกรรม รูปแบบการจัดสรรทรัพยากรนี้มีสัดส่วนการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรสูง



รูปที่ 2 การจัดสรรทรัพยากรแบบ Pooled Resource Assignment

### 3. การจัดสรรทรัพยากรกรณีระยะเวลาทำงานของกิจกรรมที่ตามมามีค่ามากกว่า

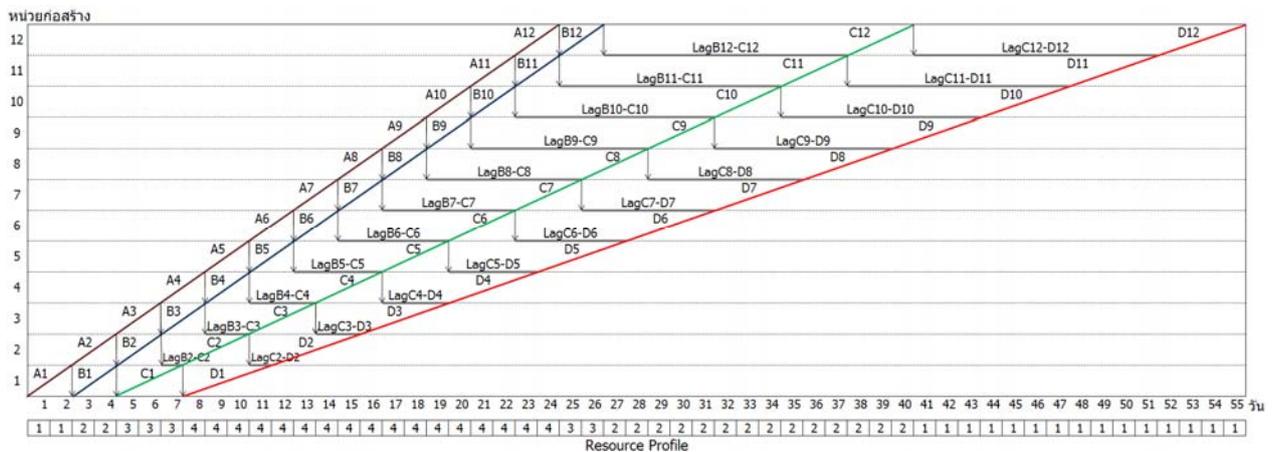
โดยทั่วไปในการก่อสร้างที่ซ้ากันหลายๆหน่วยหรือการผลิตที่ต่อเนื่อง ระยะเวลาทำงานของกิจกรรมหรืออัตราการผลิตของกิจกรรมเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากร ในกรณีที่กิจกรรมมีระยะเวลาทำงานที่ไม่เท่ากันหรืออัตราการผลิตขาดความสมดุล วิธีการวางแผนและรูปแบบการจัดทรัพยากรจะเป็นตัวกำหนดระยะเวลาโครงการ อัตราการใช้ทรัพยากรในแต่ละวัน ระยะเวลาว่างงาน รวมถึงผลิตภัณฑ์ระหว่างการก่อสร้าง ตัวอย่างต่อไปนี้แสดงผลกระทบของการจัดสรรทรัพยากรกรณีระยะเวลาทำงานของกิจกรรมที่ตามมามีค่ามากกว่า โครงการ H ประกอบด้วยงานก่อสร้างซ้ากันจำนวน 12 หน่วย แต่ละหน่วยประกอบด้วย 4 กิจกรรม คือ A, B, C และ D ซึ่งมีระยะเวลาทำงานต่อหน่วยเป็น 2, 3 และ 4 วัน ตามลำดับ ความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรมเป็นแบบ Finish to Start (FTS) แผนภาพขั้นตอนการทำงานของแต่ละหน่วยก่อสร้างแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนการทำงาน 1 หน่วยก่อสร้าง โครงการ H

รูปที่ 4 แสดงแผนการก่อสร้างจำนวน 12 หน่วย เมื่อมีการจัดสรรทรัพยากรแบบ Dedicated Resource Assignment ซึ่งได้ระยะเวลาโครงการเท่ากับ 55 วัน ซึ่งการวางแผนด้วยวิธีการวางแผนงานที่ซ้ำกัน และ CPM กรณี Early Start Schedule จะให้กำหนดเวลาที่เหมือนกัน เนื่องจาก กิจกรรม C และกิจกรรม D มีระยะเวลาการทำงานต่อหน่วยที่นานกว่ากิจกรรมก่อนหน้า วันเริ่มงานของกิจกรรมในแต่ละหน่วยก่อสร้างจึงถูกกำหนดโดยวันเสร็จสิ้นของกิจกรรมตัวเองในหน่วยก่อนหน้า และด้วยระยะเวลาทำงานของกิจกรรมที่ตามมามีค่ามากกว่าจึงเกิดระยะเวลารอคอยของผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิตขึ้น (Lag time between adjacent processes) ตัวอย่างเช่น ในแต่ละหน่วยก่อสร้างตั้งแต่หน่วยที่ 2 เป็นต้นไป เมื่อกิจกรรม B แล้วเสร็จกิจกรรม C ไม่สามารถเริ่มต้นได้ทันทีเนื่องจากต้องรอกองงานที่ทำงานกิจกรรม C ในหน่วยก่อนหน้าแล้วเสร็จ ระยะเวลารอคอย

ของผลิตภัณฑ์ระหว่างกิจกรรม B และ C ของหน่วยที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1 วัน ( $Lag_{B2-C2}=1$ ) ของหน่วยที่ 3 มีค่าเท่ากับ 2 วัน ( $Lag_{B3-C3}=2$ ) และมากขึ้นตามลำดับ ระยะเวลารอคอยรวมของผลิตภัณฑ์ระหว่างกิจกรรม B และ C ของ 12 หน่วยก่อสร้างเท่ากับ 66 วัน และเช่นเดียวกันเกิดระยะเวลารอคอยรวมของผลิตภัณฑ์ระหว่างกิจกรรม C และ D เท่ากับ 66 วัน ดังนั้นระยะเวลารอคอยรวมของผลิตภัณฑ์ทั้งโครงการเท่ากับ 132 วัน และระยะเวลารอคอยรวมของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนหน่วยก่อสร้างที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาถึงอัตราการผลิต (Throughput Rate) ของการจัดสรรทรัพยากรรูปแบบนี้ จะเห็นได้ว่าถ้าให้การผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง อัตราการผลิตจะถูกกำหนดจากกิจกรรมที่มีระยะเวลาทำงานมากที่สุดนั่นคือกิจกรรม D ซึ่งมีอัตราการผลิต เท่ากับ 1/4 หรือ 0.25 หน่วยต่อวัน



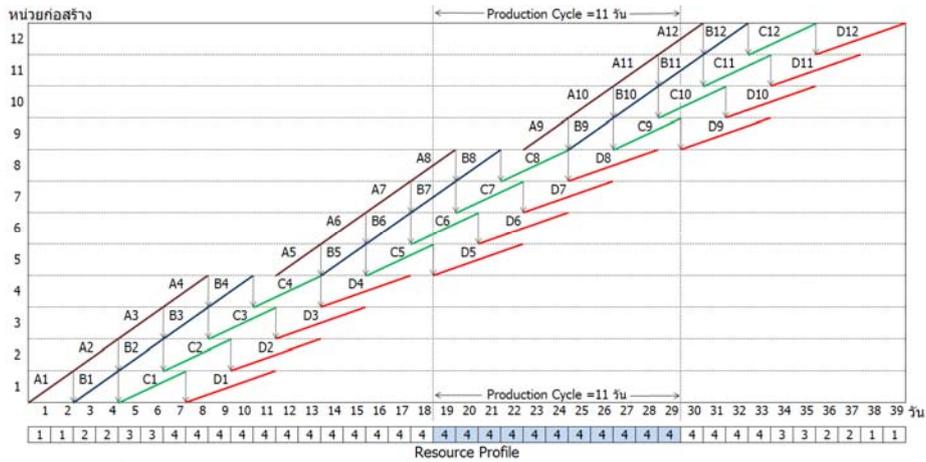
รูปที่ 4 รูปแบบการจัด Dedicated Resource Assignment

จากตัวอย่างข้างต้น ถ้าผู้ก่อสร้างเปลี่ยนรูปแบบการจัดสรรทรัพยากรเป็นแบบ Pooled Resource Assignment คนงานที่เลขทำงานเฉพาะกิจกรรมตามแบบ Dedicated Resource Assignment จะถูกรวบรวมไว้ที่ส่วนกลาง ถ้าสมมติให้แต่ละกิจกรรมใช้คนงานหนึ่งคน ดังนั้นจำนวนคนงานรวมเท่ากับ 4 คน แผนการทำงานเมื่อมีการจัดสรรทรัพยากรแบบ Pooled Resource Assignment แสดงดังรูปที่ 5 ซึ่งจากรูปแสดงให้เห็นว่าเมื่อยกเลิกข้อกำหนดที่ให้คนงานทำงาน

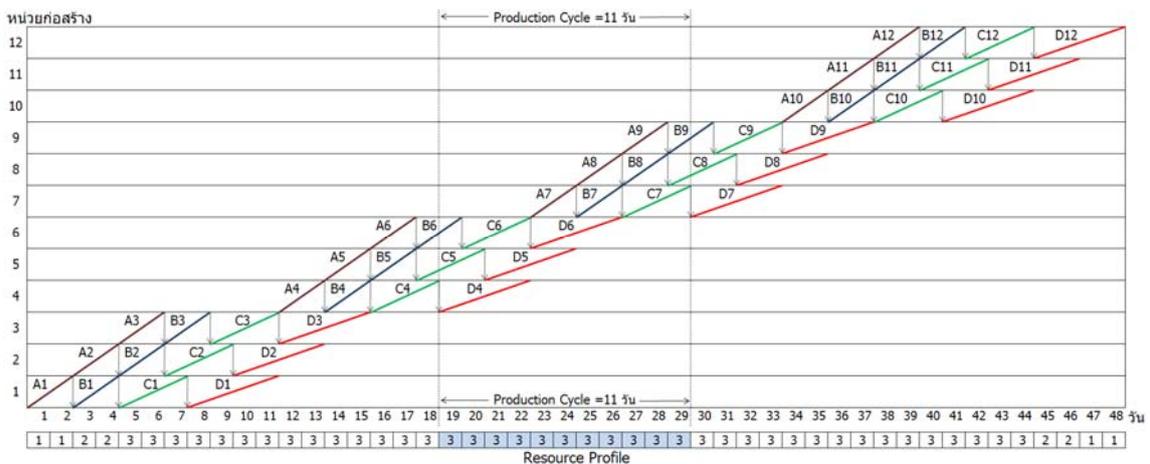
เฉพาะของแต่ละกิจกรรมการใช้ทรัพยากรจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังสังเกตได้จากระยะเวลาโครงการที่ลดลงเนื่องจากคนงานกิจกรรม A และ B ซึ่งมีการทำงานที่สั้นกว่าสามารถทำงานกิจกรรม C และ D ได้นอกจากนี้ถ้าการผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง อัตราการผลิตของการจัดสรรทรัพยากรแบบ Pooled Resource Assignment เมื่อมีคนงานเท่ากับ 4 คน พิจารณาจากระยะเวลาของรอบการผลิต (Production Cycle Time) จาก

รูปมีค่าเท่ากับ 11 วัน ต่อการก่อสร้าง 4 หน่วย คิดเป็น 0.3636 หน่วยต่อวัน จากนั้นเมื่อทดลองลดจำนวนคนงานให้เหลือ 3 คน แผนการทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 6 จากรูป

ระยะเวลาของรอบการผลิตมีค่าเท่ากับ 11 วัน ต่อการก่อสร้าง 3 หน่วย คิดเป็น 0.2727 หน่วยต่อวัน



รูปที่ 5 รูปแบบการจัด Pooled Resource Assignment เมื่อมีคนงานจำนวน 4 คน



รูปที่ 6 รูปแบบการจัด Pooled Resource Assignment เมื่อมีคนงานจำนวน 3 คน

จากรูปที่ 4, 5 และ 6 จะเห็นได้ว่า ถ้าการก่อสร้างเป็นไปอย่างต่อเนื่องประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร (Resource Utilization) มีค่า 100% ซึ่งสังเกตได้จากจำนวนคนงานที่ถูกกำหนดให้ทำงานในแต่ละวันมีค่าเท่ากับจำนวนคนงานทั้งหมดนั่นคือ ระยะเวลารอคอยของคนงาน มีค่าเท่ากับศูนย์ และเมื่อพิจารณาระยะเวลารอคอยของผลิตภัณฑ์จากรูปที่ 5 และ 6 จะเห็นได้ว่าการจัดสรรทรัพยากรแบบ Pooled Resource Assignment ระยะเวลารอคอยของผลิตภัณฑ์ระหว่างกิจกรรมมีค่าเท่ากับศูนย์เช่นกัน

ระยะเวลารอคอยของผลิตภัณฑ์มักถูกพิจารณาเป็นความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน ในทางเศรษฐศาสตร์ความเสี่ยงดังกล่าวอาจพิจารณาในรูปของการสูญเสียโอกาสในการลงทุน การคำนวณมูลค่าการสูญเสียสามารถวิเคราะห์จากพื้นที่ใต้กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ (Work In Process) ณ เวลาใดระหว่างก่อสร้าง ดังสมการที่ (1) ซึ่งมีค่าเท่ากับผลรวมของมูลค่าความเสี่ยงของผลิตภัณฑ์ขณะก่อสร้าง ( $L_{CON}$ ) ดังสมการที่ (2) และมูลค่าความเสี่ยงของ

ผลิตภัณฑ์เนื่องจากการรอคอยระหว่างกิจกรรม ( $L_{WAIT}$ ) ดังสมการที่ (3)

$$L_{WIP_i} = L_{CON_i} + L_{WAIT_i} \quad (1)$$

$$L_{CON_i} = \sum_{\forall i} \sum_{\forall j} \left( \frac{X_{ij} + Y_{ij}}{2} \right) d_{ij} \quad (2)$$

$$L_{WAIT_i} = \sum_{\forall i} \sum_{\forall j} (Y_{ij} \times Lag_{ij}) \quad (3)$$

เมื่อ

$L_{WIP_i}$  = มูลค่าความสูญเสียของผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้างของหน่วยก่อสร้าง  $i$  (บาท-วัน)

$L_{CON_i}$  = มูลค่าความสูญเสียของผลิตภัณฑ์ขณะก่อสร้างของหน่วยก่อสร้าง  $i$  (บาท-วัน)

$L_{WAIT_i}$  = มูลค่าความสูญเสียของผลิตภัณฑ์เนื่องจากการรอคอยระหว่างกิจกรรมของหน่วยก่อสร้าง  $i$  (บาท-วัน)

$Lag_{ij}$  = ระยะเวลาการรอคอยของผลิตภัณฑ์หลังจากกิจกรรม  $j$  แล้วเสร็จของหน่วยก่อสร้าง  $i$  (วัน)

$X_{ij}$  = มูลค่าผลิตภัณฑ์ ณ เวลาเริ่มต้นกิจกรรม  $j$  ของหน่วยก่อสร้าง  $i$  (บาท)

$Y_{ij}$  = มูลค่าผลิตภัณฑ์ ณ เวลาแล้วเสร็จของกิจกรรม  $j$  ของหน่วยก่อสร้าง  $i$  (บาท)

$d_{ij}$  = ระยะเวลาการทำงานของกิจกรรม  $j$  ของหน่วยก่อสร้าง  $i$  (วัน)

$i$  = หน่วยก่อสร้าง

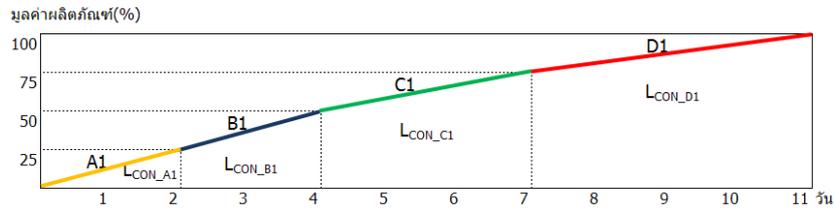
$j$  = กิจกรรม

จากตัวอย่าง โครงการ H ถ้ามูลค่าผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้างของแต่ละหน่วยมีค่าดังตารางที่ 1 และการก่อสร้างมีรูปแบบการจัดสรรทรัพยากรแบบ Dedicated Resource Assignment มูลค่าความสูญเสียของผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้างของหน่วยที่ 1 มีค่าเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟแสดงใน

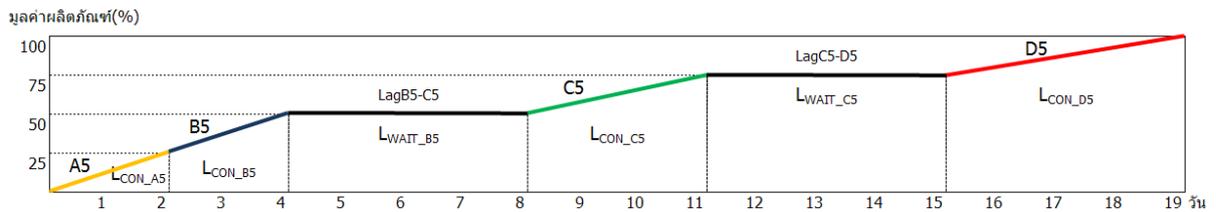
รูปที่ 7 ซึ่งมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้ กิจกรรม A มีระยะเวลาทำงาน 2 วัน มีมูลค่าการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ขณะก่อสร้าง ( $L_{CON\_A1}$ ) เท่ากับ  $\frac{(0+0.25)}{2} \times 2 = 0.25$  บาท-วัน กิจกรรม B มีระยะเวลาทำงาน 2 วัน มีมูลค่าการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ขณะก่อสร้าง ( $L_{CON\_B1}$ ) เท่ากับ  $\frac{(0.25+0.5)}{2} \times 2 = 0.75$  บาท-วัน กิจกรรม C มีระยะเวลาทำงาน 3 วัน มีมูลค่าการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ขณะก่อสร้าง ( $L_{CON\_C1}$ ) เท่ากับ  $\frac{(0.5+0.75)}{2} \times 3 = 1.875$  บาท-วัน กิจกรรม D มีระยะเวลาทำงาน 4 วัน มีมูลค่าการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ขณะก่อสร้าง ( $L_{CON\_D1}$ ) เท่ากับ  $\frac{(0.75+1)}{2} \times 4 = 3.5$  บาท-วัน ดังนั้นมูลค่าการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ขณะก่อสร้างของหน่วยที่ 1 เท่ากับ  $0.25+0.75+1.875+3.5 = 6.375$  บาท-วัน ซึ่งเป็นมูลค่าความสูญเสียที่น้อยที่สุดที่เป็นไปได้ เนื่องจากเป็นมูลค่าที่เกิดขึ้นขณะก่อสร้างเท่านั้น ในหน่วยที่ 5 เกิดระยะเวลาการรอคอยระหว่างกิจกรรม B และ C และระหว่างกิจกรรม C และ D มูลค่าความสูญเสียของผลิตภัณฑ์เนื่องจากการรอคอยระหว่างกิจกรรมมีค่าเท่ากับ ( $L_{WAIT\_B5}$ ) =  $(0.5 \times 4) = 2$  บาท-วัน และ ( $L_{WAIT\_C5}$ ) =  $(0.75 \times 4) = 3$  บาท-วัน ตามลำดับ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 8 มูลค่าการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้างของหน่วยที่ 5 เท่ากับ 11.375 บาท-วัน และตารางที่ 2 แสดงมูลค่าการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้างของแต่ละหน่วยก่อสร้าง ซึ่งจะเห็นได้ว่ามูลค่าดังกล่าวจะมีค่าสูงขึ้นตามจำนวนหน่วยก่อสร้าง

ตารางที่ 1 มูลค่าผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้าง โครงการ H

สถานะทำงาน	มูลค่าผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้าง
งาน A แล้วเสร็จ	25%
งาน B แล้วเสร็จ	50%
งาน C แล้วเสร็จ	75%
งาน D แล้วเสร็จ	100%



รูปที่ 7 มูลค่าผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้างของหน่วยที่ 1

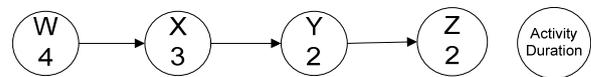


รูปที่ 8 มูลค่าผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้างของหน่วยที่ 5

ตารางที่ 2 มูลค่าความสูญเสียของผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้าง

หน่วยก่อสร้าง	มูลค่าผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้าง (บาท-วัน)
1	6.375
2	7.625
3	8.875
4	10.125
5	11.375
6	12.625
7	13.875
8	15.125
9	16.375
10	17.625
11	18.875
12	20.125

คนงานทำงานเฉพาะสำหรับแต่ละกิจกรรม (Dedicated Resource Assignment) และใช้วิธีการวางแผนงานก่อสร้างที่มีรูปแบบการทำงานที่ซ้ำๆ เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องแผนการทำงานของ 12 หน่วยก่อสร้าง แสดงดังรูปที่ 10

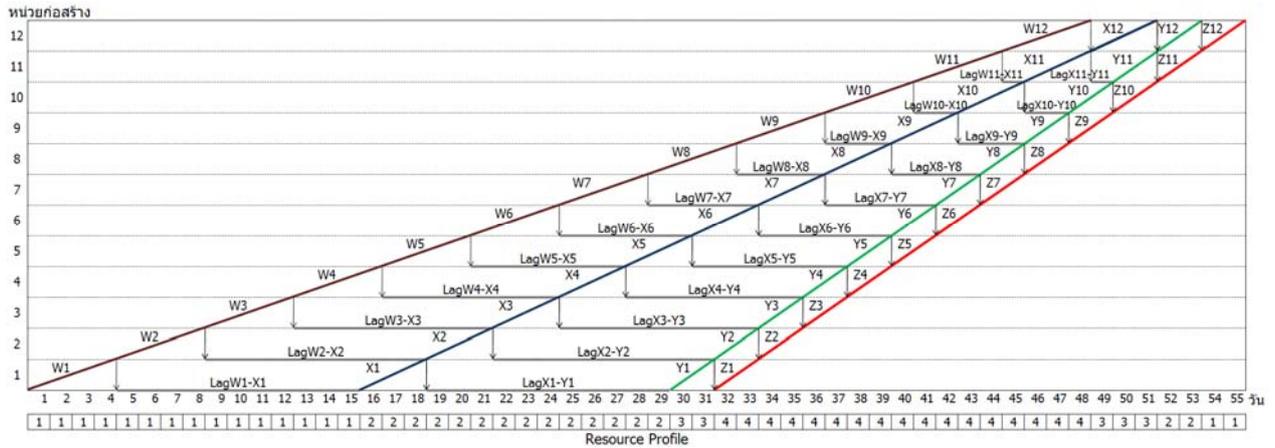


รูปที่ 9 ขั้นตอนการทำงาน 1 หน่วยก่อสร้าง โครงการ R

**4. การจัดสรรทรัพยากรกรณีระยะเวลาทำงานของกิจกรรมที่ตามมามีค่าน้อยกว่า**

โครงการ R ประกอบด้วยงานก่อสร้างซ้ำๆ กัน จำนวน 12 หน่วย แต่ละหน่วยประกอบด้วย 4 กิจกรรม คือ W, X, Y และ Z ซึ่งมีระยะเวลาทำงานต่อหน่วยเป็น 4, 3, 2 และ 2 วัน ตามลำดับ ความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรมเป็นแบบ Finish to Start (FTS) แผนภาพขั้นตอนการทำงานของแต่ละหน่วยก่อสร้างแสดงดังรูปที่ 9 เมื่อกำหนดให้กลุ่ม

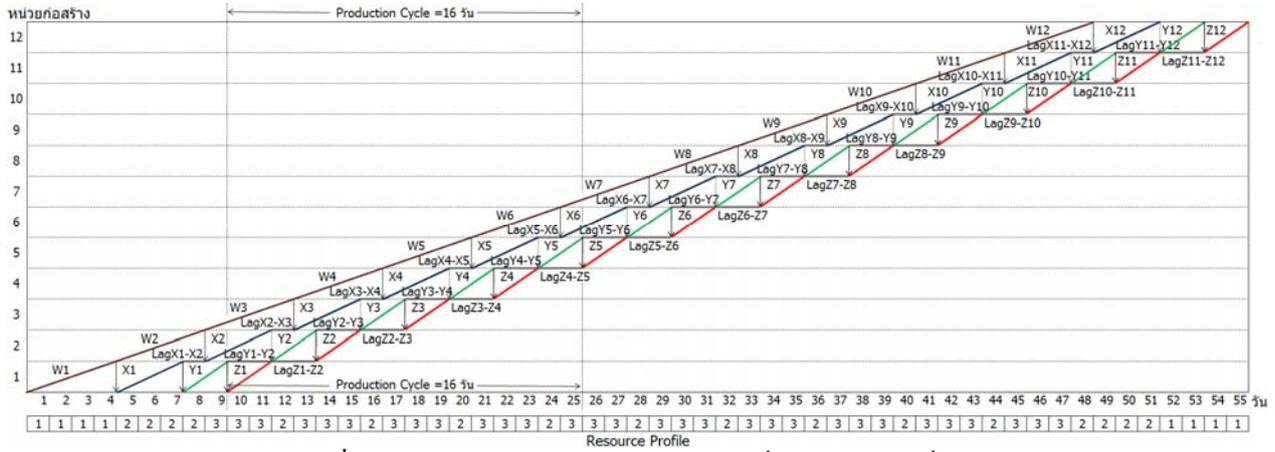
รูปที่ 10 แสดงแผนการทำงานเมื่อวางแผนด้วยวิธีการวางแผนงานก่อสร้างที่ซ้ำๆ กัน เมื่อระยะเวลาทำงานของกิจกรรมที่ตามมามีค่าน้อยกว่า วันเริ่มต้นงานของกิจกรรมเหล่านั้นจึงถูกเลื่อนออกไปเพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง งานก่อสร้างจำนวน 12 หน่วย ซึ่งมีระยะเวลาโครงการเท่ากับ 55 วัน ระยะเวลารอคอยของคนงานระหว่างกิจกรรมเท่ากับศูนย์ และระยะเวลารอคอยรวมของผลิตภัณฑ์ทั้งโครงการเท่ากับ 132 วัน และมูลค่าผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้าง คำนวณจากสมการที่ 1 เท่ากับ 159 บาท-วัน ซึ่งเท่ากับกรณีระยะเวลาทำงานของกิจกรรมที่ตามมามีค่ามากกว่าเมื่อมีการจัดสรรทรัพยากรรูปแบบเดียวกัน ต่างกันที่ในกรณีนี้ระยะเวลารอคอยของผลิตภัณฑ์ระหว่างกิจกรรมจะมากที่สุด ในหน่วยแรกและลดลงเรื่อยๆจนมีค่าเท่ากับศูนย์ในหน่วยสุดท้าย



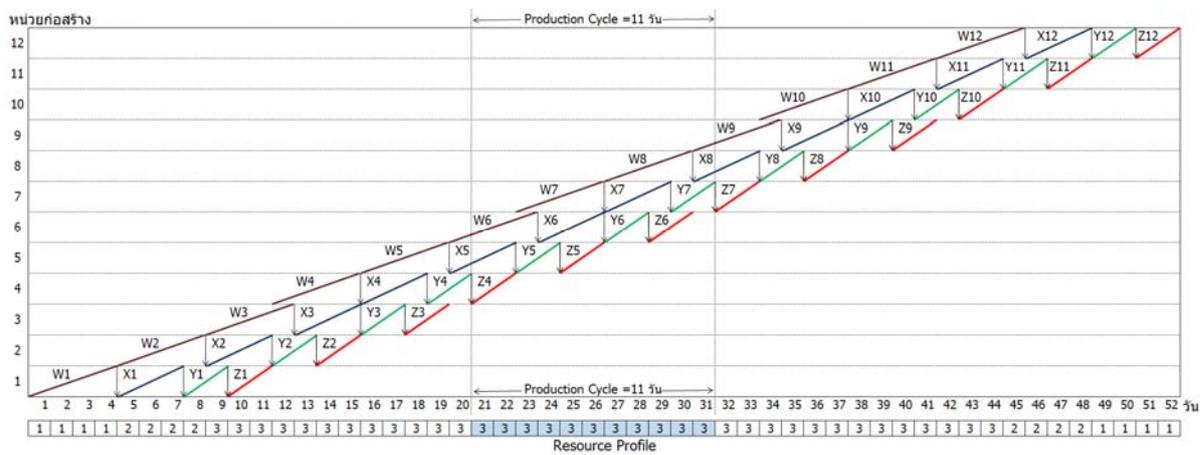
รูปที่ 10 รูปแบบการวางแผนงานก่อสร้างที่มีรูปแบบการทำงานที่ซ้ำๆ กัน

จากตัวอย่างข้างต้น ถ้าแผนการทำงานกำหนดจากวันเริ่มต้นที่เร็วที่สุด โดยไม่คำนึงถึงความต่อเนื่องของการทำงาน แผนการทำงานเมื่อมีการจัดสรรทรัพยากรแบบ Dedicated Resource Assignment แสดงได้ดังรูปที่ 11 จากรูปจะเห็นได้ว่า กิจกรรม X, Y และ Z มีระยะเวลาการทำงานต่อหน่วยที่น้อยกว่ากิจกรรมก่อนหน้า การเริ่มต้นของกิจกรรมแต่ละหน่วยก่อสร้างถูกกำหนดโดยวันเสร็จของกิจกรรมก่อนหน้าในหน่วยเดียวกัน ทำให้การทำงานของกลุ่มคนงานในแต่ละกิจกรรมขาดความต่อเนื่อง จากรูปที่ 11 งานก่อสร้างจำนวน 12 หน่วย มีระยะเวลาโครงการเท่ากับ 55 วัน ระยะเวลาารอคอยรวมของผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้างเท่ากับศูนย์ และระยะเวลาารอคอยของคนงานระหว่างกิจกรรมของกิจกรรม X ระหว่างหน่วยที่ 1 และหน่วยที่ 2 เท่ากับ 1 วัน ( $LagX1-X2=1$ ) กิจกรรม X ระหว่างหน่วยที่ 2 และหน่วยที่ 3 เท่ากับ 1 วัน ( $LagX2-X3=1$ ) ซึ่งมีค่าเท่ากันทุกหน่วย ดังนั้นระยะเวลาารอคอยของคนงานระหว่างกิจกรรม X ทั้งโครงการเท่ากับ 11 วัน และเช่นเดียวกันเกิดระยะเวลาารอคอยของคนงานระหว่างกิจกรรมของ Y และ Z เท่ากับ 22 และ 22 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาอัตราการผลิต สำหรับการจัดสรรทรัพยากรรูปแบบนี้จะเห็นได้ว่าเมื่อสมมติให้การผลิต

เป็นไปอย่างต่อเนื่องทุก 4 วัน ได้ผลิตภัณฑ์ 1 หน่วยคิดเป็นอัตราการผลิตเท่ากับ 0.25 หน่วยต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรเกิดขึ้นไม่เต็มที่ สังเกตจากจำนวนคนงานที่ใช้ในแต่ละวันมีค่าน้อยกว่าจำนวนคนงานที่มีอยู่ ซึ่งมีการใช้คนงานสูงสุดเพียง 3 คนเท่านั้น ในตัวอย่างข้างต้นถ้าเปลี่ยนรูปแบบการจัดสรรทรัพยากรแบบ Pooled Resource Assignment และลดจำนวนคนงานรวมเหลือ 3 คน แผนภาพการทำงานของแต่ละหน่วยก่อสร้างแสดงดังรูปที่ 12 จากรูปแสดงให้เห็นว่าเมื่อยกเลิกข้อกำหนดที่ให้คนงานทำงานเฉพาะของแต่ละกิจกรรม การใช้ทรัพยากรจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งสังเกตได้จากอัตราการใช้คนงานที่มีค่าเท่ากับ 3 คน และมีระยะเวลาารอคอยของคนงานระหว่างกิจกรรมเท่ากับศูนย์ และระยะเวลาารอคอยรวมของผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้างเท่ากับศูนย์ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาอัตราการผลิตจะเห็นว่า การจัดสรรทรัพยากรแบบ Pooled Resource Assignment เมื่อมีคนงานเท่ากับ 3 คน และการผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ระยะเวลาของรอบการผลิตมีค่าเท่ากับ 11 วัน ต่อการก่อสร้าง 3 หน่วย คิดเป็น 0.2727 หลังต่อวัน เท่ากับกรณีระยะเวลาทำงานของกิจกรรมที่ตามมาไม่มาก



รูปที่ 11 รูปแบบการวางแผนงานก่อสร้างแบบเริ่มต้นงานได้เร็วที่สุด



รูปที่ 12 รูปแบบการจัด Pooled Resource Assignment

5.สรุปผล

บทความนี้ได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการจัดสรรทรัพยากรระหว่าง Dedicated Resource Assignment และ Pooled Resource Assignment สำหรับโครงการก่อสร้างที่มีรูปแบบซ้ำๆ โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีอัตราการทำงานกิจกรรมที่ตามมามีค่ามากกว่า และกรณีอัตราการทำงานกิจกรรมที่ตามมามีค่าน้อยกว่า ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า กรณีอัตราการทำงานกิจกรรมที่ตามมามีค่ามากกว่า เมื่อมีการจัดสรรทรัพยากรแบบ Dedicated Resource Assignment การวางแผนงานโดยวิธีการทำงานแบบซ้ำๆกัน และการวางแผนงานโดยกิจกรรมเริ่มงานได้เร็วที่สุด มีกำหนดเวลาทำงานที่เหมือนกัน ทั้งสองวิธีเกิดผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้าง มีระยะเวลาการรอคอยของคณงานระหว่างกิจกรรมเท่ากับศูนย์เนื่องจากมีการทำงานที่ต่อเนื่อง และเมื่อมีการ

เปลี่ยนรูปแบบการจัดสรรทรัพยากรแบบ Pooled Resource Assignment วางแผนงานโดยกิจกรรมเริ่มงานได้เร็วที่สุดจะมีระยะเวลาโครงการที่ลดลง ไม่เกิดผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้างและระยะเวลาการรอคอยของคณงานระหว่างกิจกรรม อีกทั้งมีอัตราการผลิตที่สูงกว่า สำหรับกรณีอัตราการทำงานกิจกรรมที่ตามมามีค่าน้อยกว่า เมื่อมีการจัดสรรทรัพยากรแบบ Dedicated Resource Assignment การวางแผนงานโดยวิธีการทำงานแบบซ้ำๆกัน เกิดผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้าง มีระยะเวลาการรอคอยของคณงานระหว่างกิจกรรมเท่ากับศูนย์เนื่องจากมีการทำงานที่ต่อเนื่อง เมื่อใช้วิธีวางแผนงานแบบกิจกรรมเริ่มงานได้เร็วที่สุดร่วมกับการจัดสรรทรัพยากรแบบ Dedicated Resource Assignment เกิดระยะเวลาการรอคอยของคณงานระหว่างกิจกรรมแต่ไม่เกิดผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้างและมีระยะเวลาโครงการเท่าเดิม

แต่เมื่อมีการเปลี่ยนรูปแบบการจัดสรรทรัพยากรแบบ Pooled Resource Assignment วางแผนงานโดยกิจกรรมเริ่มงานได้เร็วที่สุด จะมีระยะเวลาโครงการที่ลดลง ไม่เกิดผลิตภัณฑ์ระหว่างก่อสร้างและระยะเวลารอคอยของคณงานระหว่างกิจกรรม อีกทั้งมีอัตราการผลิตที่สูงกว่า ดังนั้นเมื่อไม่พิจารณาถึงผลกระทบของการเรียนรู้ (Learning Effect) วิธีการจัดสรรทรัพยากรแบบ Pooled Resource Assignment ให้ประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการจัดสรรทรัพยากรแบบ Dedicated Resource Assignment สำหรับทุกวิธีการวางแผน และเมื่อให้ผลที่สอดคล้องกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น งานวิจัยในอนาคตควรจะนำปัจจัยการเรียนรู้ของคณงานเข้ามาพิจารณาร่วมด้วย

### เอกสารอ้างอิง

- [1] ชัยยศ ลักษณะวิสัย และ สุณีรัตน์ กุศลลาชัย. 2553. ผลกระทบของการเลือกใช้วิธี CPM และ RSM ในการวางแผน. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา 21 (2): 35-42.
- [2] พิเชษฐ์ มณีพงษ์ และ สุณีรัตน์ กุศลลาชัย. 2550. แนวทางการประยุกต์ใช้วิธี RSM กับการก่อสร้างที่ประกอบด้วยกลุ่มคณงานหลายกลุ่ม. รายงานการประชุมทางวิชาการวิศวกรรมโยธา ครั้งที่ 12. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- [3] Arditi, D., B. O. Tokdemir and K. Suh. 2001. Scheduling system for repetitive construction using line-of-balance technology. Engineering Construction and Architectural Management 8 (2): 90-103.
- [4] Arditi, D., B. O. Tokdemir and K. Suh. 2002. Challenges in Line-of-Balance Scheduling. Journal of Construction. Engineering and Management 128 (6): 545-556.
- [5] Harris, R. B. and P. G. Ioannou. 1998. Repetitive Scheduling Method. Center for Construction Engineering and Management. The University of Michigan, Ann Arbor, UMCEE Report No: 98-35.

[6] Ioannou, P. G. and C. Srisuwanrat. 2006. Sequence Step Algorithm for Continuous Resource Utilization in Probabilistic Repetitive Project. In Proc. of the 2006 Winter Simulation Conference, Civil and Environmental Engineering Department, University of Michigan.