ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

ปริญญา

วิศวกรรมโยธา — **สาขา**

วิศวกรรมโยธา — **ภาควิชา**

เรื่อง ระยะเวลาลอยตัวในงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน

Floats in Repetitive Construction

นามผู้วิจัย นายฐานะ ปัญโญวัฒน์กูล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนีรัตน์ กุศลาศัย, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ มาลัยกฤษณะชลี, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย ยอดสุดใจ, D.Eng.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ระยะเวลาลอยตัวในงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน

Floats in Repetitive Construction

โดย

นายฐานะ ปัญโญวัฒน์กูล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)
พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฐานะ ปัญโญวัฒน์กูล 2555: ระยะเวลาลอยตัวในงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนีรัตน์ กุศลาศัย, Ph.D. 130 หน้า

งานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันมักเป็นโครงการที่มีขนาดใหญ่ เช่น งานก่อสร้างถนน อุโมงค์ วางท่อ อาคารสูง บ้านจัดสรร งานวิจัยที่ผ่านมาได้กล่าวถึงข้อดีของเทคนิคการวางแผนงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่มคนงานได้ เนื่องจากเทคนิคดังกล่าวจะให้ความสำคัญต่อความต่อเนื่องของการทำงานในแต่ละกลุ่มคนงาน แต่พัฒนาการของแนวทางการวางแผนในลักษณะนี้ค่อนข้างจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งยังขาดความสามารถในการระบุระยะเวลาลอยตัวของแต่ละกิจกรรม หรือจำนวนวันทำงานที่แต่ละกิจกรรมสามารถล่าช้าได้โดยไม่ทำให้โครงการหรือกำหนดเวลาทำงานของกิจกรรมถัดไปล่าช้า

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางในการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวสำหรับงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันและประยุกต์หลักการดังกล่าวเข้ากับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ Kasetsart University Repetitive Construction Planning 2.0 (KU RCP 2.0) เพื่อเพิ่มศักยภาพการใช้งานของโปรแกรม ซึ่งการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ระยะเวลาลอยตัวอิสระและระยะเวลาลอยตัวรวม สำหรับกิจกรรมก่อสร้างทั้ง 3 รูปแบบความสัมพันธ์ ได้แก่ FTS STS และ FTF จากผลการวิจัยพบว่าการหาระยะเวลาลอยตัวสำหรับงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันจะต้องพิจารณาแผนการทำงานของกลุ่มคนงานเพิ่มขึ้นจากการหาระยะเวลาลอยตัวสำหรับงานก่อสร้างทั่วไปที่พิจารณาเพียงความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรม ส่งผลให้ระยะเวลาลอยตัวอิสระของงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันมักมีค่าเท่ากับศูนย์ เนื่องจากแผนการทำงานของกลุ่มคนงานแต่ละกลุ่มถูกกำหนดให้มีความต่อเนื่อง ส่วนระยะเวลาลอยตัวรวมสำหรับงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันมีขั้นตอนในการคำนวณเหมือนงานก่อสร้างทั่วไป แต่การคำนวณวันเริ่มและเสร็จช้าสุดที่ต้องเพิ่มการพิจารณาแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน สำหรับการประยุกต์การคำนวณหาระยะเวลาลอยตัวเข้ากับโปรแกรม KU RCP 2.0 อยู่ในส่วนของการวางแผนงานและการปรับแผนงาน โดยโปรแกรมจะสามารถหาระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมซ้ำกันและกิจกรรมไม่ซ้ำ ผู้ใช้สามารถเลือกกำหนดวันสิ้นสุดโครงการได้จากวันเสร็จโครงการหรือวันสิ้นสุดสัญญา และรองรับวิธีการวางแผนทั้งวิธีเริ่มต้นงานเร็วสุดและวิธีงานก่อสร้างแบบซ้ำกัน

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Tana Panyowatkul 2012: Floats in Repetitive Construction. Master of Engineering (Civil Engineering), Major Field: Civil Engineering, Department of Civil Engineering. Thesis Advisor: Assistant Professor Suneerat Kusalasai, Ph.D. 130 pages.

Generally repetitive construction project is a large scale project, such as the construction of highway, tunnel, pipeline, high-rise building, and housing project. The main benefits provided by the use of repetitive scheduling techniques have been documented in past studies in terms of the increase in crew productivity. By using such techniques, repeating activities can be performed continuously from one unit to the next without interruptions. However, the development of these techniques is quite limited, especially the ability to determine activities' floats, the numbers of working days each activity can delay without affecting the starting time of succeeding activities or project duration.

The objectives of this research are 1) to develop a method to determine total float and free float for repetitive activities with 3 technical relationships (FTS, STS, and FTF) and 2) to apply such method into the computer program called Kasetsart University Repetitive Construction Planning (KU RCP 2.0). The result shows that determining floats of repetitive activities must consider both relationships resulting from crew work schedule and technical relationships whereas determining floats for ordinary activities considers only the later relationships. Since repetitive activities are scheduled such that each work team can perform continuously without interruptions, free floats of most activities are zero, except those of the activities in the last round. A method of calculating total floats of repetitive activities is similar to that of ordinary activities only that the relationships resulting from crew work schedule must be taken into account when late start and late finish dates are determined. Given this concept, a float calculation module is then applied to the program KU RCP 2.0 into 2 parts: work scheduling and project updating. With this module, the program can calculate floats of both repetitive activities and non-repetitive activities for both repetitive scheduling method and early-start method. To increase flexibility, this computer program allows a program user to choose the project end date from either project finish date or contract end date.

_____ _____ ___ / ___ / ____

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนีรัตน์ กุศลาศัย เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาในการดำเนินงานวิจัยอย่างดียิ่ง พร้อมทั้งสอนให้ความรู้และแนวคิด ตลอดทั้งตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวุฒิ มาลัยกฤษณะชลี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร. รังสรรค์ วงศ์จีรภัทร ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. วราการ ไม้เรียง ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดเวลาที่ข้าพเจ้าได้เรียนมา

ท้ายที่สุดนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้อบรมสั่งสอนและให้กำลังใจอันดียิ่งเสมอมา รวมทั้งเพื่อนที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการศึกษาวิจัย จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ฐานะ ปัญโญวัฒน์กูล

พฤษภาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(10)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	21
อุปกรณ์	21
วิธีการ	21
ผลและวิจารณ์	23
สรุปและข้อเสนอแนะ	83
สรุป	83
ข้อเสนอแนะ	84
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	85
ภาคผนวก	87
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	130

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมในแต่ละรูปแบบการก่อสร้างและจำนวนกลุ่มคนงาน	70
2	ความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมซ้ำกัน	71
3	ข้อมูลการก่อสร้างของกิจกรรมอิสระ	71
4	ข้อมูลทั่วไปของโครงการ	77
5	วันหยุดพิเศษ	78
6	รูปแบบหน่วยก่อสร้าง	78
7	รูปแบบและลำดับการก่อสร้าง	78
8	ข้อมูลกิจกรรมซ้ำกัน ความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมและจำนวนกลุ่มคนงาน	79
9	ข้อมูลกิจกรรมอิสระและความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรม	80

ตารางผนวกที่

1	คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นในการใช้งานโปรแกรม	91

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงข่าย CPM ในการวางแผนงานที่มีกิจกรรมซ้ำกันจำนวน 3 หน่วย วางแผนโดยใช้วันเริ่มต้นเร็วสุด	4
2	การวางแผนงานโดยวิธี LOB	6
3	การวางแผนกรณีที่อัตราการทำงานของกิจกรรมก่อนหน้ามากกว่ากิจกรรมตามหลัง	7
4	การวางแผนกรณีที่อัตราการทำงานของกิจกรรมก่อนหน้าน้อยกว่ากิจกรรมตามหลัง	7
5	ผลจากการเพิ่มอัตราการทำงานของกิจกรรมที่ 2 ส่งผลให้กิจกรรมที่ 3 สามารถเริ่มทำงานได้เร็วขึ้น ระยะเวลาทั้งหมดจึงสั้นลง	8
6	ผลจากการเพิ่มอัตราการทำงานของกิจกรรมที่ 2 ส่งผลให้กิจกรรมที่ 2 สามารถเริ่มทำงานได้ช้าลงทำให้กิจกรรมที่ 3 ต้องเลื่อนถอยหลังออกไป ทำให้ระยะเวลาทั้งหมดเพิ่มขึ้น	8
7	รูปแบบการวางแผนโดยวิธี LSM รูปแบบที่ 1	9
8	รูปแบบการวางแผนโดยวิธี LSM รูปแบบที่ 2	10
9	ลักษณะการวางแผนโดยวิธี RSM	11
10	การปรับอัตราการทำงานตามวิธี RSM	12
11	ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BAL แสดงในรูปแบบของตารางเวลา	13
12	แผนงานที่ได้จากโปรแกรม โดยกลุ่มคนงานทำงานอย่างต่อเนื่อง	14
13	แผนงานที่ได้จากโปรแกรม โดยยอมให้แผนงานขาดความต่อเนื่องซึ่งเกิดที่กิจกรรม B6และ B7	14
14	ผลที่ได้จากการคำนวณไปข้างหน้า (upward pass)	15
15	ผลที่ได้จากการคำนวณย้อนกลับ (downward pass)	16
16	ผลที่ได้จากการวางแผนโดยใช้โปรแกรม RUSS ในรูปแบบตารางเวลาการทำงานของกิจกรรม	17
17	อัตราการทำงานใหม่ที่ได้เนื่องจากสามารถเริ่มทำงานได้ก่อนแผนงาน	18

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
18	อัตราการทำงานใหม่ที่ได้เนื่องจากวันที่แล้วเสร็จสามารถล่าช้าได้มากกว่าแผนงาน	18
19	แผนงานที่ได้จากการวางแผนด้วยโปรแกรม KU RCP 1.0 โดยแสดงในรูปกราฟระหว่างปริมาณงานที่ทำได้กับเวลา	20
20	ระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรม A ในแต่ละกลุ่มคนงาน	24
21	ระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 1 ที่มีความสัมพันธ์แบบ finish-to-start	25
22	ระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 2 ที่มีความสัมพันธ์แบบ start-to-start	27
23	ระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 3 ที่มีความสัมพันธ์แบบ finish-to-finish	28
24	(ก) แผนการทำงานของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 1 (ข) แผนการทำงานช้าสุดของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 1	32
25	(ก) แผนการทำงานของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 2 (ข) แผนการทำงานช้าสุดของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 2	33
26	(ก) แผนการทำงานของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 3 (ข) แผนการทำงานช้าสุดของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 3	35
27	ระยะเวลาลอยตัวรวมและกิจกรรมวิกฤต	37
28	แผนภาพการประมวลผลในขั้นตอนการวางแผนงานของกิจกรรมซ้ำกันโดยโปรแกรม KU RCP 2.0	39
29	แผนภาพการประมวลผลในขั้นตอนการวางแผนงานของกิจกรรมไม่ซ้ำโดยโปรแกรม KU RCP 2.0	40
30	แผนภาพการประมวลผลในส่วนเพิ่มของการวางแผนงานสำหรับการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมซ้ำกัน	40
31	แผนภาพการประมวลผลในส่วนเพิ่มเติมของการวางแผนงานสำหรับการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมไม่ซ้ำ	41

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
32	แผนภาพการคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมซ้ำกัน	45
33	แผนภาพการคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมซ้ำกันจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมซ้ำกัน และความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมไม่ซ้ำ	46
34	แผนภาพการคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมซ้ำกันจากแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน	47
35	แผนภาพการคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมซ้ำกันจากกำหนดวันสิ้นสุดโครงการ	48
36	แผนภาพการคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระสำหรับกิจกรรมไม่ซ้ำ	49
37	แผนภาพการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมไม่ซ้ำที่เป็นกิจกรรมท้ายสุดและตรวจสอบกิจกรรมก่อนสุดท้าย	51
38	แผนภาพฟังก์ชันการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมไม่ซ้ำที่เป็นกิจกรรมก่อนหน้า	52
39	โครงข่ายตัวอย่างในการจัดลำดับกิจกรรมในการคำนวณย้อนกลับ	54
40	ลำดับการตรวจสอบกิจกรรมเพื่อเก็บเข้าลำดับการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมจากโครงข่ายตัวอย่าง	54
41	ลำดับการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมจากโครงข่ายตัวอย่าง	54
42	แผนภาพการตรวจสอบกิจกรรมเริ่มต้นก่อนเข้าสู่ฟังก์ชันการจัดลำดับกิจกรรม	55
43	แผนภาพฟังก์ชันการจัดลำดับกิจกรรม	56
44	แผนภาพการกำหนดวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกัน	58
45	แผนภาพการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมซ้ำกัน	59
46	แผนภาพการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันจากแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน	60
47	แผนภาพการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันจากกำหนดวันสิ้นสุดโครงการ	61

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
48	แผนภาพการคำนวณระยะเวลาลอยตัวรวมของกิจกรรมซ้ำกัน	62
49	แผนภาพการคำนวณระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมไม่ซ้ำ	63
50	การแสดงผลรายละเอียดโครงการ	64
51	การแสดงผลระยะเวลากิจกรรม	64
52	การแสดงผลกลุ่มคนงานที่ถูกเลือก	65
53	การแสดงผลกำหนดเวลาทำงานตามปฏิทิน	65
54	การแสดงผลวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด	66
55	การแสดงผลกำหนดเวลาทำงานของกิจกรรมไม่ซ้ำ	66
56	การแสดงผลรูปแบบ Gantt Chart	67
57	การแสดงผลรูปแบบกราฟเส้น	67
58	การแสดงผลกำหนดเวลาทำงานตามปฏิทินจากการปรับแผนงาน	68
59	การแสดงผลกำหนดวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดจากการปรับแผนงาน	68
60	การแสดงผลรูปแบบ Gantt Chart หลังจากการปรับแผนงาน	69
61	การแสดงผลรูปแบบกราฟเส้นหลังจากการปรับแผนงาน	69
62	โครงข่าย แผนการทำงาน และระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมที่ได้จากโครงการตัวอย่างด้วยการคำนวณมือโดยใช้วิธี Early-Start Approach	72
63	แผนการทำงานของกิจกรรมซ้ำกันจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0ที่คำนวณด้วยวิธี Early-Start Approach	73
64	แผนการทำงานช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0 ที่คำนวณด้วยวิธี Early-Start Approach	73
65	แผนการทำงานและแผนการทำงานช้าสุดของกิจกรรมอิสระจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0 ที่คำนวณด้วยวิธี Early-Start Approach	73
66	แผนการทำงานเร็วสุดและแผนการทำงานช้าสุด รวมทั้งระยะเวลาลอยตัวของโครงการตัวอย่างที่ได้จากโปรแกรม Microsoft Office Project 2007	74
67	โครงข่าย แผนการทำงาน และระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมที่ได้จากโครงการตัวอย่างด้วยการคำนวณมือโดยใช้วิธี Repetitive Construction Approach	75

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

68 แผนการทำงานของกิจกรรมซ้ำกันจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0ที่คำนวณด้วยวิธี Repetitive Construction Approach 76

69 แผนการทำงานช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0 ที่คำนวณด้วยวิธี Repetitive Construction Approach 76

70 แผนการทำงานและแผนการทำงานช้าสุดของกิจกรรมอิสระจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0 ที่คำนวณด้วยวิธี Repetitive Construction Approach 76

71 กำหนดวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงานและระยะเวลาลอยตัวจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม KU RCP 2.0 81

72 กำหนดวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม KU RCP 2.0 82

73 กำหนดวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงาน กำหนดวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมอิสระจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม KU RCP 2.0 82

ภาพผนวกที่

1 หน้าต่างสำหรับเชื่อมต่อระบบฐานข้อมูลกับตัวเครื่อง 92

2 หน้าต่างการ Restore Database เข้าสู่ระบบ 93

3 หน้าต่าง Restore Database 93

4 หน้าต่าง Specify Backup 94

5 หน้าต่าง Restore Database 95

6 หน้าต่างแสดงสถานะเมื่อทำการเชื่อมต่อฐานข้อมูลแล้วเสร็จ 95

7 ตรวจสอบฐานข้อมูลในหน้าต่างหลักของโปรแกรม 96

8 หน้าต่างแรกของโปรแกรม 97

9 หน้าต่างเมนูหลักของโปรแกรมข้อมูลพื้นฐาน 97

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
10	การกรอกข้อมูลพื้นฐานของโปรแกรม	98
11	หน้าต่าง Add Work Categories Form	98
12	หน้าต่าง Add Contractor List	99
13	หน้าต่าง Project Information	100
14	หน้าต่าง Working Days	101
15	หน้าต่าง Type & Sequence	102
16	การกรอกข้อมูลกิจกรรมและปริมาณงานที่ซ้ำกันของแต่ละรูปแบบการก่อสร้าง	103
17	การกรอกข้อมูลจำนวนกลุ่มคนงานและความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรม	104
18	การกรอกข้อมูลกิจกรรมและปริมาณงานของกิจกรรมอิสระ	105
19	การกรอกข้อมูลความสัมพันธ์ของกิจกรรมอิสระ	106
20	การตรวจสอบข้อมูลรหัสกิจกรรม	107
21	การตรวจสอบข้อมูลผลิตภาพการทำงานของคนงาน	107
22	การกรอกข้อมูลเกี่ยวกับคนงาน	108
23	การเลือกรหัสโครงการ	108
24	การแสดงรายละเอียดเบื้องต้นของโครงการก่อสร้างที่ได้ทำการเลือก	109
25	หน้าต่างหลักของโปรแกรมแสดงปุ่ม Scheduling	109
26	หน้าต่างการเลือกวิธีการวางแผนงานก่อสร้างและกำหนดวันเสร็จโครงการ	110
27	เลือกกิจกรรมในกรณีวางแผนแบบ Mixed	111
28	การแสดงผลรายละเอียดโครงการ	112
29	การแสดงผลระยะเวลากิจกรรม	113
30	การแสดงผลกลุ่มคนงานที่ถูกเลือก	113
31	การแสดงผลกำหนดเวลาทำงานตามปฏิทิน	114
32	การแสดงผลวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด	114
33	การแสดงผลกำหนดเวลาทำงานของกิจกรรมไม่ซ้ำ	115
34	การแสดงผลรูปแบบ Gantt Chart	115
35	การแสดงผลรูปแบบกราฟเส้น	116

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
36	เมนูหลักแสดงปุ่ม Tracking	117
37	การกรอกข้อมูลที่ใช้ในการติดตามความก้าวหน้า	118
38	หน้าต่าง Activity Weight	118
39	หน้าต่างเลือกรูปแบบการกรอกข้อมูล Activity Weight	119
40	การนำเข้าข้อมูล Activity Weight ในรูปแบบเปอร์เซ็นต์	119
41	การนำเข้าข้อมูล Activity Weight ในรูปแบบจำนวนเงินตามงบประมาณ	119
42	การนำเข้าข้อมูลวันที่ทำการบันทึกข้อมูล	120
43	การนำเข้าข้อมูลรายละเอียดเปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้าของการทำงานจริง	120
44	การนำเข้าข้อมูล Budgeted Cost	121
45	การเลือกวันที่ต้องการติดตามความก้าวหน้า	122
46	การเลือกแผนการทำงานต้องการใช้ติดตามความก้าวหน้า	122
47	การเลือกรูปแบบการแสดงผลการติดตามความก้าวหน้า	123
48	การเริ่มทำการติดตามความก้าวหน้า	123
49	การติดตามความก้าวหน้าโดยแสดงผลตามตำแหน่งการทำงาน	124
50	การติดตามความก้าวหน้าโดยแสดงผลเฉพาะหน่วยการทำงานที่ทำการเลือก	125
51	การติดตามความก้าวหน้าโดยแสดงผลตามกิจกรรม	125
52	การติดตามความก้าวหน้าด้วยวิธีเส้นโค้งรูปตัวเอส (S-Curve)	126
53	การปรับแผนการทำงาน	127
54	ส่วนนำเข้าข้อมูลเพื่อการปรับแผนการทำงาน	128
55	เลือกรหัสโครงการที่ได้กรอกไว้ในการปรับแผนการทำงาน	128
56	Grantt Chart แสดงแผนการทำงานหลังจากการปรับแผนการทำงาน	129
57	Graph แสดงแผนการทำงานหลังจากการปรับแผนการทำงาน	129

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

FF	=	ระยะเวลาลอยตัวอิสระ (วัน)
SSD	=	วันเริ่มตามแผนงาน
SFD	=	วันเสร็จตามแผนงาน
EPE	=	วันเสร็จโครงการที่เร็วที่สุด
Lag	=	ระยะเวลาระหว่างกิจกรรม (วัน)
i	=	กิจกรรม
si	=	กิจกรรมตามหลังกิจกรรม i
j	=	หน่วยก่อสร้าง
n	=	รอบการทำงานของกลุ่มคนงาน
$\forall$	=	ทั้งหมด
n _ end	=	รอบการทำงานสุดท้ายของแต่ละกลุ่มคนงาน
LF	=	วันเสร็จช้าสุด
LS	=	วันเริ่มช้าสุด
Min	=	ค่าที่น้อยที่สุด
Dur	=	ระยะเวลา (วัน)
TF	=	ระยะเวลาลอยตัวรวม (วัน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะเวลาลอยตัวในงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน

Floats in Repetitive Construction

คำนำ

ในงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน เช่น งานถนน อุโมงค์ วางท่อ อาคารสูงที่แต่ละชั้นมีลักษณะเหมือนกัน ผู้วางแผนสามารถเลือกวิธีการวิเคราะห์หากำหนดเวลาทำงานได้หลายวิธี เช่น วิธี Line-Of-Balance (LOB) ซึ่งเป็นแผนภาพแสดงจำนวนหน่วยก่อสร้างที่ทำได้ ณ เวลาใดๆ วิธี Linear-Scheduling-Method (LSM) ถูกพัฒนามาใช้ในการวางแผนการก่อสร้างในแนวราบ เช่น งานก่อสร้างถนน งานวางท่อ ซึ่งสามารถแสดงตำแหน่งที่มีการก่อสร้าง และวิธี Repetitive-Scheduling-Method (RSM) ที่สามารถใช้วางแผนงานที่มีการซ้ำกันทั้งในแนวราบ เช่น งานถนน งานอุโมงค์ งานวางท่อ และในแนวดิ่ง เช่น งานอาคารสูง และสามารถแสดงให้เห็นถึงกิจกรรมวิกฤตของโครงการได้ ซึ่งวิธีเหล่านี้จะมีการแบ่งแยกกลุ่มคนงานระหว่างกิจกรรมอย่างชัดเจน กล่าวคือมีการจัดสรรทรัพยากรหรือกลุ่มคนงานจำนวนหนึ่งกลุ่มเฉพาะสำหรับแต่ละกิจกรรมก่อสร้างและแผนการทำงานของกลุ่มคนงานจะมีความต่อเนื่อง

ในปัจจุบันวิธีการวางแผนงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน กรณีกิจกรรมประกอบด้วยกลุ่มคนงานหลายกลุ่มนั้นมีค่อนข้างจำกัดและมักถูกพัฒนาในรูปแบบหลักการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์เนื่องจากปัญหามีความซับซ้อนและผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยหลักการดังกล่าวประกอบด้วย กำหนดวันเริ่มและวันเสร็จของกิจกรรมในแต่ละหน่วยก่อสร้างที่ทำให้กลุ่มคนงานทุกกลุ่มทำงานได้อย่างต่อเนื่อง เช่น El-Rayes and Moselhi (1998); อธิวัฒน์ (2551); สุนีรัตน์ (2552) ซึ่งงานวิจัยชิ้นหลังนี้ถูกพัฒนาในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยมีชื่อว่า KU RCP 2.0 เพื่อวางแผนโครงการที่ประกอบด้วยงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันร่วมกับงานที่ไม่ซ้ำ แต่ละกิจกรรมมีจำนวนกลุ่มคนงานตั้งแต่ 1 กลุ่มขึ้นไป อีกทั้งมีฟังก์ชันการติดตามความก้าวหน้าของโครงการที่สามารถระบุสถานภาพโครงการในแต่ละช่วงเวลาระหว่างก่อสร้างพร้อมทั้งการปรับแผนการทำงานของงานส่วนที่เหลือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างไรก็ตามโปรแกรมดังกล่าวยังขาดความสามารถในการระบุระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรม ซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้ระบุระยะเวลาที่ผู้ก่อสร้างสามารถล่าช้าได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมที่ตามมาหรือวันแล้วเสร็จของโครงการ อีกทั้งยังระบุความวิกฤตของกิจกรรมก่อสร้าง ซึ่งผู้ก่อสร้างจำเป็นต้องทราบถึงระยะเวลาลอยตัวเพื่อใช้ในการควบคุมโครงการ และจากการสืบค้นข้อมูลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ายังไม่มีงานวิจัยใดที่ระบุวิธีการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวของงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันได้อย่างเหมาะสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอวิธีการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมสำหรับโครงการก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน และประยุกต์วิธีการดังกล่าวเข้ากับโปรแกรม KU RCP 2.0 เพื่อเพิ่มศักยภาพในการควบคุมและบริหารงานก่อสร้าง

ขอบเขตการศึกษา

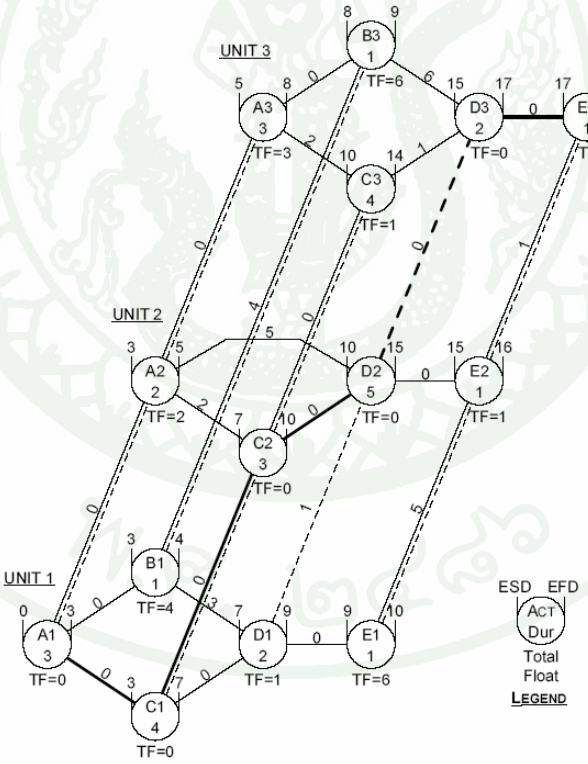
การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาการหาระยะเวลาลอยตัวของการทำงานที่มีลักษณะซ้ำกันโดยแต่ละหน่วยก่อสร้างแบ่งแยกออกจากกันอย่างชัดเจน (discrete) สำหรับกรณีที่มีกลุ่มคนงานตั้งแต่ 1 กลุ่มขึ้นไป ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมแบบเสร็จ-เริ่ม (finish-to-start, FTS) เริ่ม-เริ่ม (start-to-start, STS) และเสร็จ-เสร็จ (finish-to-finish, FTF) โดยแผนการทำงานที่ได้ไม่มีการพิจารณาข้อจำกัดด้านพื้นที่ทำงาน (space limitation) และความพร้อมของกระแสเงินสด (cash flow)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. ทฤษฎีการวางแผนงานก่อสร้าง

วิธีการวางแผนงานก่อสร้างที่เป็นที่นิยมใช้คือวิธี critical path method (CPM) ซึ่งเป็นวิธี Network Analysis ที่สามารถวิเคราะห์หากำหนดการเวลาเริ่มต้นและแล้วเสร็จที่เร็วสุด และช้าสุดของกิจกรรมก่อสร้างได้ นอกจากนี้ยังสามารถระบุถึงกิจกรรมและเส้นทางวิกฤตของกิจกรรม รวมถึงระยะเวลาลอยตัวหรือระยะเวลาที่แต่ละกิจกรรมสามารถล่าช้าได้โดยไม่ต่อผลกระทบต่อกิจกรรมที่ตามมาหรือต่อวันแล้วเสร็จของโครงการ แต่สำหรับงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน เช่น งานก่อสร้างถนน งานวางท่อ งานระบบ งานก่อสร้างอาคารสูง หรืองานบ้านจัดสรร การวางแผนงานด้วยวิธี CPM อาจทำให้การทำงานของกลุ่มคนงานขาดความต่อเนื่องได้



ภาพที่ 1 โครงข่าย CPM ในการวางแผนงานที่มีกิจกรรมซ้ำกันจำนวน 3 หน่วย วางแผนโดยใช้วันเริ่มต้นเร็วสุด

ที่มา: Harris and Ioannou (1998)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

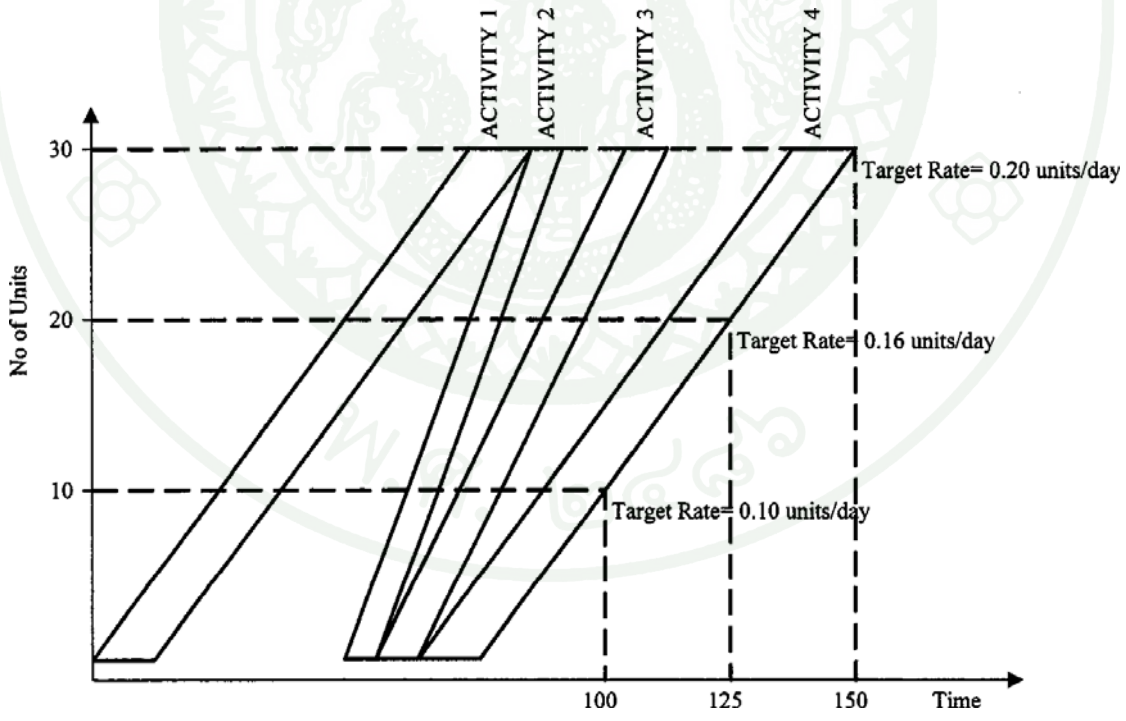
ภาพที่ 1 แสดงการวางแผนงานก่อสร้างด้วยวิธี CPM ของโครงการที่มีหน่วยก่อสร้าง จำนวน 3 หน่วย โดยแต่ละหน่วยก่อสร้างมีขั้นตอนการทำงานคล้ายกัน จากภาพแสดงกำหนดเวลาเริ่มต้นและแล้วเสร็จเร็วที่สุด (early start date, ESD และ early finish date, EFD) ระยะเวลาลอยตัวรวม (total float, TF) และเวลารอคอยของกลุ่มคนงานที่ไม่สามารถเริ่มต้นงานได้เนื่องจากกิจกรรมก่อนหน้ายังไม่แล้วเสร็จ แผนการทำงานของแต่ละกิจกรรมในแต่ละหน่วยก่อสร้างถูกกำหนดจากความสัมพันธ์และลำดับการทำงานก่อน-หลัง และความพร้อมของกลุ่มคนงาน จากภาพจะเห็นได้ว่ากิจกรรม A และ C สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง แต่สำหรับกิจกรรม B, D และ E ไม่สามารถทำงานอย่างต่อเนื่องได้ เช่น กิจกรรม D2 ไม่สามารถเริ่มต้นทำงานได้ทันทีหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรม D1 เนื่องจากต้องรอคอยการทำงานของกิจกรรม C2 แล้วเสร็จก่อน จึงทำให้กลุ่มคนงานของกิจกรรมไม่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ส่วนกิจกรรมที่วิกฤตคือ กิจกรรมที่มีเวลาลอยตัวเท่ากับศูนย์ กิจกรรมดังกล่าวคือ A1-C1-C2-D2-D3-E3 ตามลำดับ หากกิจกรรมดังกล่าวนี้ไม่สามารถก่อสร้างได้เสร็จทันเวลาตามแผนงาน ระยะเวลาของโครงการจะเพิ่มมากขึ้น

นอกจากปัญหาการขาดความต่อเนื่องในการทำงานของกลุ่มคนงานอันนำไปสู่ความขาดประสิทธิภาพของแผนงาน โครงการก่อสร้างที่มีขนาดใหญ่และมีจำนวนหน่วยก่อสร้างและกิจกรรมที่ทำซ้ำกันจำนวนมาก หากใช้การวางแผนโดยวิธี CPM จะก่อให้เกิดความยุ่งยากและเกิดความผิดพลาดได้ง่าย (Harris and Ioannou, 1998) จากปัญหาดังที่กล่าวไว้ข้างต้น นักวิจัยหลายท่านได้คิดค้นและพัฒนาวิธีการวางแผนงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันขึ้นมาหลากหลายวิธีด้วยกัน โดยมีชื่อเรียกที่ต่างกัน สำหรับงานก่อสร้างที่มีหน่วยก่อสร้างแบ่งแยกออกจากกันอย่างชัดเจน (discrete) เช่น บ้านแต่ละหลังในโครงการหมู่บ้านจัดสรร การก่อสร้างชั้นแต่ละชั้นของอาคารสูงเป็นต้น วิธีการต่างๆประกอบไปด้วย Line of Balance (LOB) (O'Brien, 1969; Carr and Mayer, 1974; Halpin and Woodhead, 1976; Harris and Evans, 1977) Construction Planning Technique (Peer, 1974; Selinger, 1980) Vertical Production Method (VPM) (O'Brien, 1975; Barrie and Paulson, 1978) Time-Location Matrix Model (Birrell, 1980) Time Space Scheduling Method (Stradal and Cacha, 1982) Disturbance Scheduling (Whiteman and Irwig, 1988) โดยรายละเอียดของวิธีการวางแผนงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน ที่เป็นที่รู้จักสามารถสรุปได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1 Line-of-Balance (LOB)

วิธี line-of-balance (LOB) เป็นวิธีที่มีแนวความคิดเริ่มต้นมาจากบริษัท Goodyear ในช่วงทศวรรษ 1940 จากนั้นได้มีการนำไปพัฒนาต่อโดยกองทัพเรือของประเทศสหรัฐอเมริกา ในช่วงต้นทศวรรษ 1950 เพื่อใช้วางแผนและควบคุมโครงการที่มีการทำงานซ้ำกัน (Turban, 1968; Johnston, 1981; Lutz and Halpin, 1992) ในการวางแผนจะใช้กราฟแท่ง โดยแต่ละแท่งจะเป็นตัวแทนของแต่ละกิจกรรม ความหนาของแท่งกราฟมีค่าเท่ากับระยะเวลาทำงานต่อหน่วย ความชันของแท่งแสดงถึงปริมาณงานที่ทำได้ในแต่ละช่วงเวลาดังภาพที่ 2 โดยกำหนดให้อัตราการทำงานมีความสม่ำเสมอ ซึ่งข้อดีของวิธี LOB คือ สามารถแสดงให้เห็นว่าในแต่ละช่วงเวลามีกิจกรรมใดกำลังอยู่ระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งทำให้ติดตามงานได้สะดวกและสามารถทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่อมีการปรับเพิ่ม-ลดอัตราการทำงานของกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง ข้อเสียคือไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมในแต่ละหน่วยก่อสร้าง และความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมมักมีรูปแบบ finish to start อีกทั้งไม่สามารถระบุกิจกรรมวิกฤตได้ (Laramee, 1983)

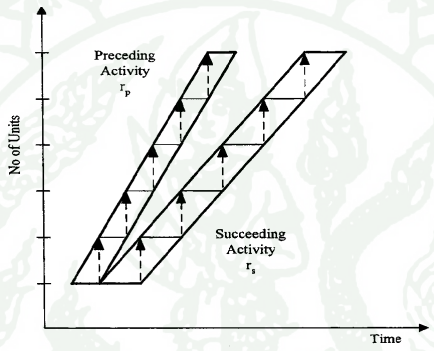


ภาพที่ 2 การวางแผนงานโดยวิธี LOB

ที่มา: Arditi *et al.* (2002)

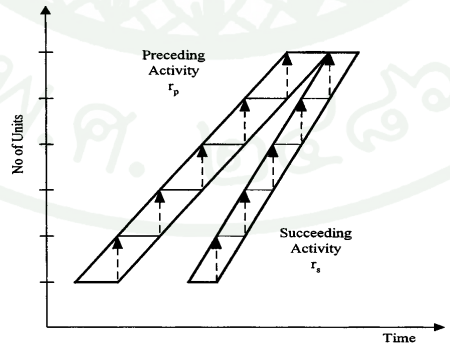
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวางแผนโดยวิธี LOB ทำได้โดยการเขียนกราฟตามความสัมพันธ์ของอัตราการทำงานของกิจกรรมก่อนหน้า (r_p) และอัตราการทำงานของกิจกรรมตามหลัง (r_s) โดยกิจกรรมเริ่มต้นในหน่วยการทำงานแรกจะเริ่มวันที่ศูนย์ ต่อจากนั้นทำการเปรียบเทียบอัตราการทำงานของกิจกรรมก่อนหน้าและกิจกรรมตามหลัง ถ้าอัตราการทำงานของกิจกรรมก่อนหน้าสูงหรือทำได้เร็วกว่าอัตราการทำงานของกิจกรรมตามหลัง กิจกรรมตามหลังจะสามารถเริ่มงานได้หลังจากกิจกรรมเริ่มต้นในหน่วยแรกแล้วเสร็จ ดังภาพที่ 3 แต่ถ้ากิจกรรมตามหลังมีอัตราการทำงานมากกว่าอัตราการทำงานของกิจกรรมก่อนหน้า กิจกรรมตามหลังจะสามารถเริ่มงานได้ก็ต่อเมื่อกิจกรรมก่อนหน้าในหน่วยสุดท้ายแล้วเสร็จ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3 การวางแผนกรณีที่อัตราการทำงานของกิจกรรมก่อนหน้ามากกว่ากิจกรรมตามหลัง

ที่มา: Arditi *et al.* (2002)

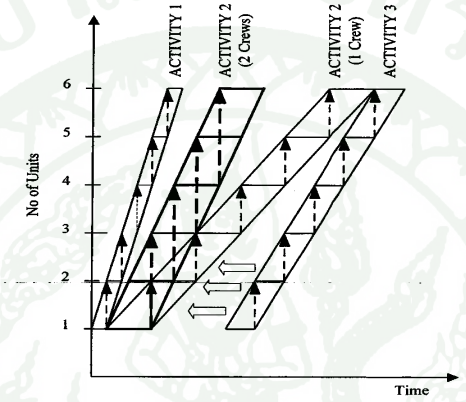


ภาพที่ 4 การวางแผนกรณีที่อัตราการทำงานของกิจกรรมก่อนหน้าน้อยกว่ากิจกรรมตามหลัง

ที่มา: Arditi *et al.* (2002)

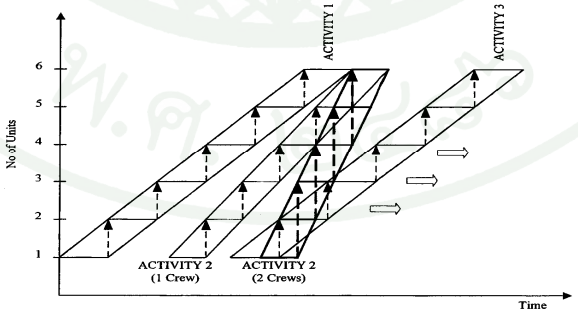
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการวางแผนโดยวิธี LOB หากผู้วางแผนต้องการลดระยะเวลาโครงการลง สามารถทำได้โดยการเพิ่มจำนวนกลุ่มคนงาน หรือการทำงานล่วงเวลา (over time) เพื่อทำให้อัตราการทำงานของกิจกรรมเพิ่มขึ้น โดยเลือกเพิ่มอัตราการทำงานของกิจกรรมที่มีระยะเวลาที่มากที่สุด ระยะเวลาของการก่อสร้างจะลดลงดังภาพที่ 5 แต่ถ้าเพิ่มอัตราการทำงานของกิจกรรมที่อัตราการทำงานสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกิจกรรมก่อนหน้าและกิจกรรมตามหลัง ระยะของการก่อสร้างจะยาวนานขึ้นดังภาพที่ 6



ภาพที่ 5 ผลจากการเพิ่มอัตราการทำงานของกิจกรรมที่ 2 ส่งผลให้กิจกรรมที่ 3 สามารถเริ่มทำงานได้เร็วขึ้น ระยะเวลาทั้งหมดจึงสั้นลง

ที่มา: Arditi *et al.* (2002)



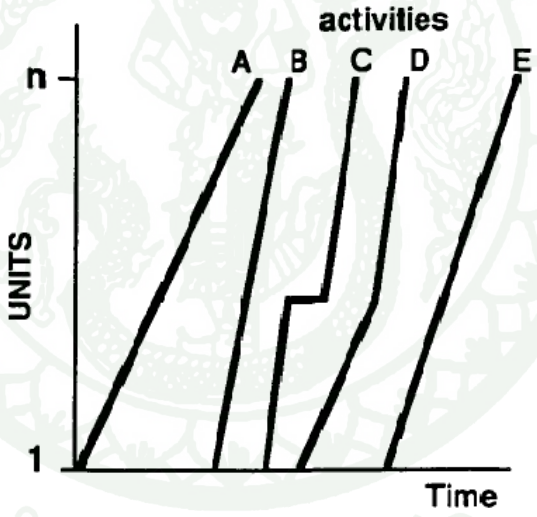
ภาพที่ 6 ผลจากการเพิ่มอัตราการทำงานของกิจกรรมที่ 2 ส่งผลให้กิจกรรมที่ 2 สามารถเริ่มทำงานได้ช้าลงทำให้กิจกรรมที่ 3 ต้องเลื่อนถอยหลังออกไป ทำให้ระยะเวลาทั้งหมดเพิ่มขึ้น

ที่มา: Arditi *et al.* (2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 Linear-Scheduling-Method (LSM)

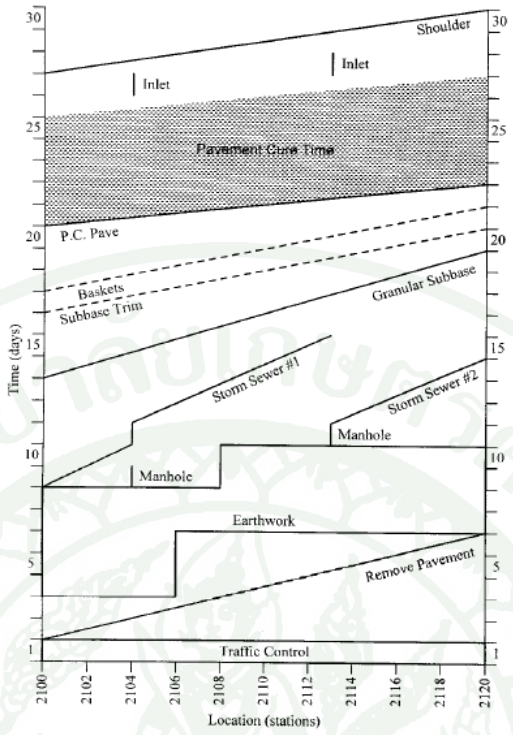
การวางแผนงานที่มีลักษณะซ้ำกันที่อาศัยกราฟเส้นบางครั้งอาจเรียกวิธี linear-scheduling-method (LSM) (Selinger, 1980; Johnston, 1981; Charzanoski and Johnston, 1986; Russell and Casleton, 1988; Moselhi and El-Rayes, 1993; Russell and Wong, 1993; Eldon and Senouci, 1994) การวางแผนด้วยวิธี LSM มีประโยชน์มากเมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการก่อสร้างเชิงเส้น (linear construction) (Johnston, 1981) อย่างไรก็ตามเนื่องจากเทคนิคการวางแผนนี้จำเป็นต้องอาศัยกราฟฟิคในการวางแผน ดังนั้นจึงยากที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับคอมพิวเตอร์ (Chrzanowski and Johnston, 1988) การวางแผนนี้สามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ 1. แนวแกนนอนเป็นหน่วยของเวลา แนวแกนตั้งเป็นจำนวนหน่วยก่อสร้าง 2. แนวแกนนอนเป็นพื้นที่ก่อสร้าง แนวแกนตั้งเป็นหน่วยของเวลา ดังภาพที่ 7 และ 8 ตามลำดับ



ภาพที่ 7 รูปแบบการวางแผนโดยวิธี LSM รูปแบบที่ 1

ที่มา: Hegazy *et al.* (1993)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



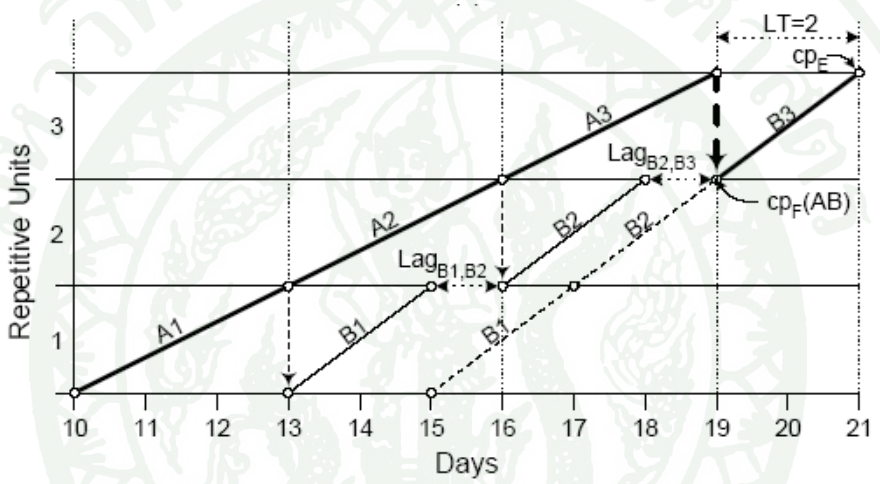
ภาพที่ 8 รูปแบบการวางแผนโดยวิธี LSM รูปแบบที่ 2

ที่มา: Harmerlink and Rowing (1998)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 Repetitive-Scheduling-Method (RSM)

การวางแผนโดยวิธีนี้ถูกคิดค้นโดย Harris and Ioannou (1998) เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนงานก่อสร้างที่มีการทำงานที่ซ้ำกันตลอดทั้งโครงการ โดยมีข้อดี คือ สามารถแสดงให้เห็นถึงเส้นทางวิกฤตของกิจกรรมได้ และความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรมได้โดยอาศัยเส้นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการทำงานสะสม ณ ระยะเวลาใดๆ ตลอดระยะเวลาโครงการดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ลักษณะการวางแผนโดยวิธี RSM

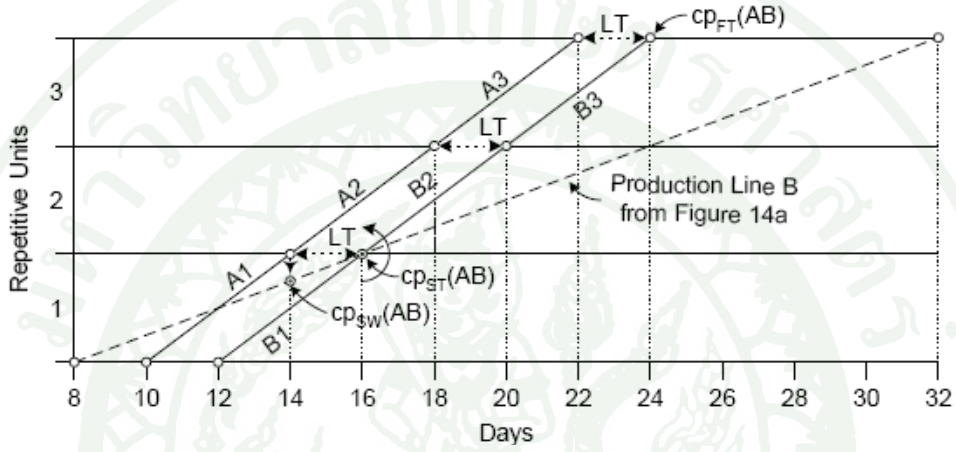
ที่มา: Harris and Ioannou (1998)

แนวความคิดที่ใช้ในการวางแผนงานก่อสร้างด้วยวิธี RSM คือ การกำหนดจุดควบคุม (control point, CP) และหลักการจัดลำดับควบคุม (controlling sequence) การวางแผนด้วยวิธีนี้จะประกอบไปด้วย 3 ความสัมพันธ์ คือ finish-to-start (FTS), start-to-start (STS) และ finish-to-finish (FTF)

สำหรับวิธีการเพิ่ม-ลดอัตราการทำงานของกิจกรรมตามแนวคิดของวิธี RSM สามารถทำได้โดยปรับเพิ่ม-ลดความชันของเส้นกราฟที่แสดงการทำงานของกิจกรรม โดยหลักการปรับความชันจะใช้จุดควบคุม (control point) เป็นจุดหมุน ดังแสดงในภาพที่ 10 การปรับความชันของเส้นกราฟในลักษณะนี้เปรียบได้กับการเพิ่มจำนวนแรงงานหรือเครื่องมือเครื่องจักรเข้าไปเพื่อให้มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตราการทำงานที่สูงขึ้น แต่การปรับอัตราการทำงานเช่นนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงพื้นที่ว่ามีจำกัดหรือไม่ เช่น การเพิ่มเครนจาก 1 ตัว เป็น 2 ตัว ในพื้นที่การทำงานเดียวกันก่อให้เกิดการกีดขวางการทำงานซึ่งกันและกัน เป็นต้น และวิธี RSM ได้กำหนดจำนวนกลุ่มคนงานเพียง 1 กลุ่ม ซึ่งข้อจำกัดนี้นำไปสู่การศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้หลักของวิธี RSM ในกรณีที่มีการใช้กลุ่มคนงานหลายกลุ่ม โดยที่สามารถคงความต่อเนื่องของการทำงานแต่ละกลุ่มไว้ได้



ภาพที่ 10 การปรับอัตราการทำงานตามวิธี RSM

ที่มา: Harris and Ioannou (1998)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Hegazy *et al.* (1993) ได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับวางแผนงานก่อสร้างตามหลัก LOB มีชื่อว่า BAL สามารถวางแผนและติดตามงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันในรูปแบบ discrete โดยแต่ละกิจกรรมสามารถมีกลุ่มคนงานได้มากกว่าหนึ่งกลุ่ม ซึ่งผู้วางแผนเป็นผู้กำหนดวันเริ่ม-เสร็จของโครงการ ปริมาณงานและขนาดของกลุ่มคนงาน (crew size) ผลที่ได้จากการวิเคราะห์คือ จำนวนคนงาน อัตราการทำงานและระยะเวลาที่เหมาะสมของแต่ละกิจกรรมจากระยะเวลาของโครงการ ดังภาพที่ 11

SCHEDULE :test — COMPUTED DURATION : 62.8 WORK DAYS
PROJECT DEAD LINE :01-31-1993 — PROJECT EXTENTION : 9.8 WORK DAYS

ACTIVITY NAME	MANHOURS PER ACTIVITY	MEN PER ACTIVITY	THEO. GANG SIZE	ACTUAL GANG SIZE	ACTUAL OUTPUT RATE	TIME IN DAYS FOR ONE	TIME FROM START ON SECTION 1	BUFFER (DAYS)
1 .activity A	520.0	6	13.9	12	0.9	10.83	21.67	2.0
2 .activity B	210.0	4	5.6	4	0.8	6.56	26.25	-2.0
3 .activity C	175.0	6	4.7	6	1.4	3.65	14.58	2.0
4 .activity D	300.0	4	8.0	8	1.1	9.38	18.75	0.0

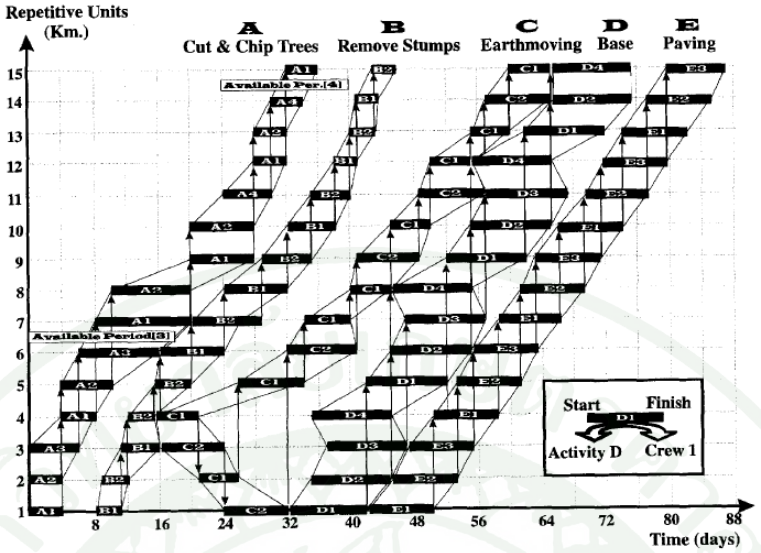
ACTUAL RATE OF BUILD = 1.07 UNITS/WEEK — NUMBER OF UNITS = 5

ภาพที่ 11 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BAL แสดงในรูปแบบของตารางเวลา

ที่มา: Hegazy *et al.* (1993)

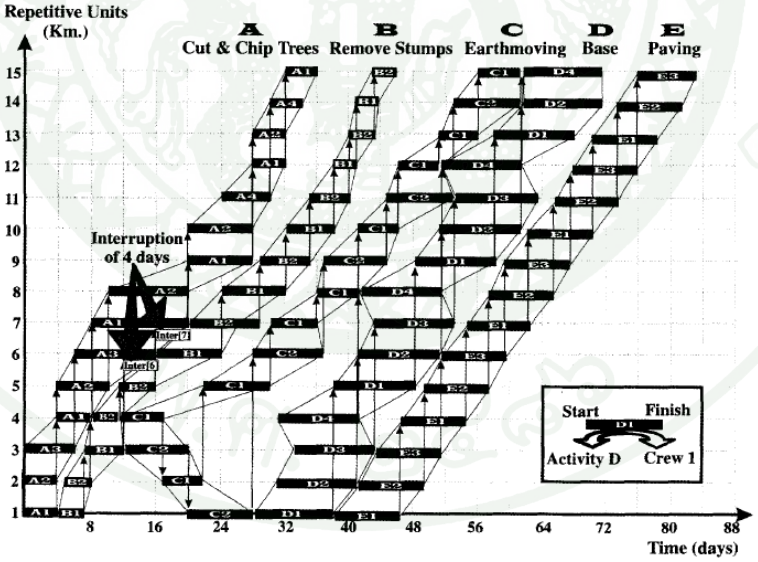
El-Rayes and Moselhi (1998) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง Resource-Driven Scheduling of Repetitive Activities และนำมาพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับการวางแผนงานก่อสร้างซ้ำกันกรณี discrete unit โดยกิจกรรมประกอบด้วยกลุ่มคนงานมากกว่า 1 กลุ่ม ผู้วางแผนสามารถกำหนดผลิตภาพและเวลาที่แต่ละกลุ่มคนงานสามารถเข้าทำงาน กำหนดปริมาณงานและลำดับการทำงานของแต่ละหน่วยก่อสร้าง ผู้วางแผนสามารถกำหนดให้โปรแกรมวิเคราะห์แผนงานโดยให้แต่ละกลุ่มคนงานทำงานได้อย่างต่อเนื่องดังภาพที่ 12 หรือยอมให้แผนงานมีการขาดช่วงเพื่อลดระยะเวลาของโครงการดังภาพที่ 13 ซึ่งการแสดงผลอยู่ในรูปแบบตารางเวลาการทำงานและกราฟ LOB

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 12 แผนงานที่ได้จากโปรแกรม โดยกลุ่มคนงานทำงานอย่างต่อเนื่อง

ที่มา: El-Rayes and Moselhi (1998)

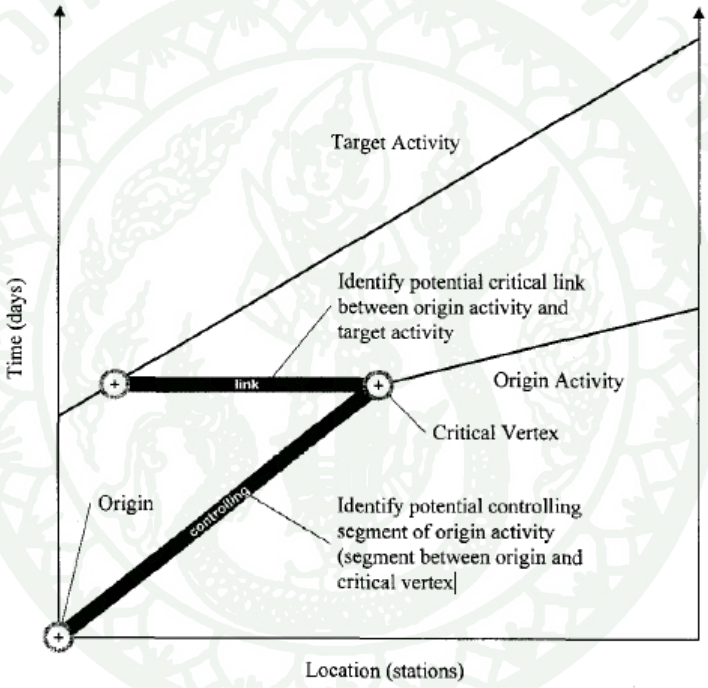


ภาพที่ 13 แผนงานที่ได้จากโปรแกรม โดยยอมให้แผนงานขาดความต่อเนื่องซึ่งเกิดที่กิจกรรม B6 และ B7

ที่มา: El-Rayes and Moselhi (1998)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

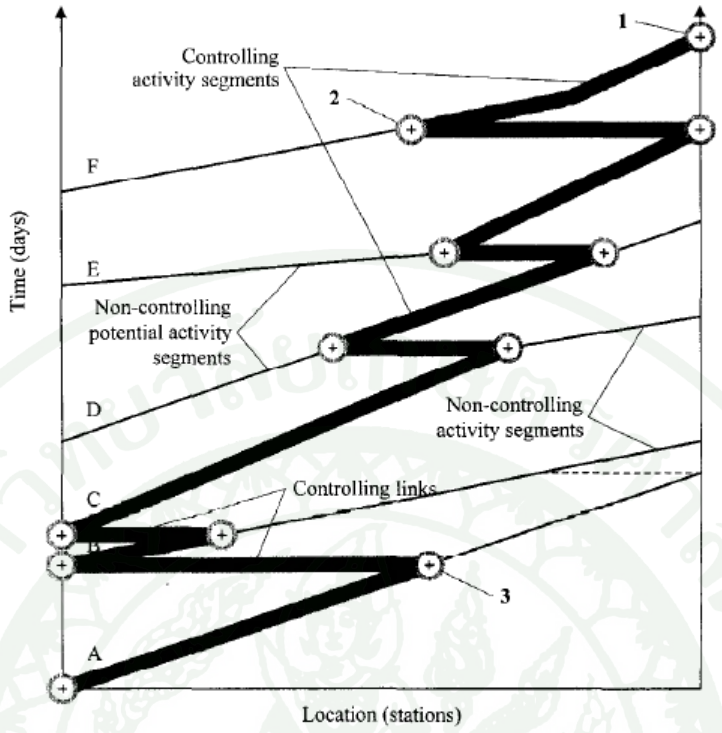
Harmelink and Rowings (1998) ได้เสนอแนวทางการกำหนดและวิเคราะห์หากิจกรรมที่ต้องมีการควบคุม (controlling activity path, CAP) ของการวางแผนงานก่อสร้างด้วยวิธี LSM ซึ่งเป็นการวางแผนแบบ continuous สรุปได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ (1) การคำนวณไปข้างหน้า (upward pass) ผลที่ได้จากขั้นตอนนี้คือ potential controlling segment และ potential critical link ดังภาพที่ 14 ซึ่งเกิดจากระยะเวลาและระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างกิจกรรม และ (2) การคำนวณย้อนกลับ (downward pass) โดยเริ่มจากวันที่แล้วเสร็จของโครงการเพื่อกำหนดกิจกรรมที่ต้องควบคุม และ controlling link ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 14 ผลที่ได้จากการคำนวณไปข้างหน้า (upward pass)

ที่มา: Harmelink and Rowings (1998)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 ผลที่ได้จากการคำนวณย้อนกลับ (downward pass)

ที่มา: Harmelink and Rowings (1998)

Arditi *et al.* (2001) ได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับการวางแผนงานก่อสร้างตามหลัก LOB มีชื่อว่า Repetitive Unit Scheduling System (RUSS) สามารถวางแผนงานก่อสร้างซ้ำกันในรูปแบบ discrete แต่ละกิจกรรมมีกลุ่มคนงานได้มากกว่า 1 กลุ่ม โดยผู้วางแผนสามารถกำหนดเวลาหลัก (milestones) และระยะเวลาของโครงการ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่าหากแผนงานที่วางไว้ระยะเวลามากกว่ากำหนดเวลาหลักหรือระยะเวลาของโครงการ โปรแกรมจะลดระยะเวลาจากกิจกรรมที่มีระยะเวลามากที่สุดโดยการเพิ่มจำนวนกลุ่มคนงานถ้าหากกิจกรรมนั้นมีกลุ่มคนงานที่สามารถเข้าทำงานได้ การแสดงผลอยู่ในรูปตารางเวลาการทำงานของแต่ละกิจกรรมดังภาพที่ 16 และกราฟ LOB

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

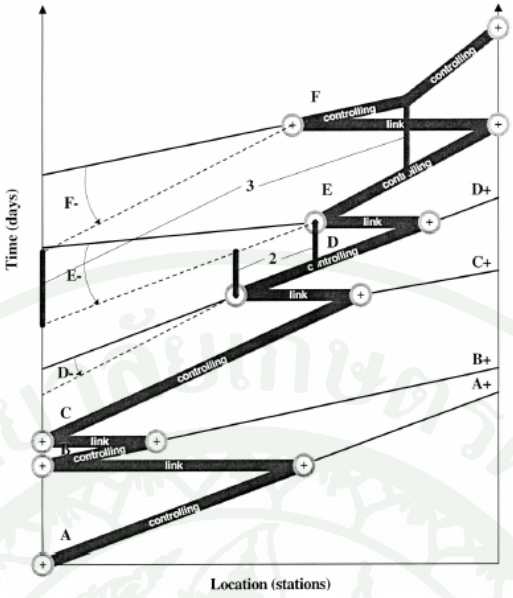
Number	Activity name	Early		Late		Floats	Crews
		Start	Finish	Start	Finish	(days)	
001	Form work	1/14/99	8/3/99	1/14/99	8/3/99	0	1
002	RB	4/29/99	8/6/99	4/29/99	8/6/99	0	1
003	Concrete	5/5/99	11/29/99	5/5/99	11/29/99	0	1
004	Dummy	5/5/99	5/5/99	10/15/99	10/15/99	117	0
005	Steel	5/18/99	12/23/99	5/18/99	12/23/99	0	1
006	Exterior	7/14/99	12/31/99	10/22/99	4/12/00	73	1
007	Masonry	5/28/99	4/11/00	5/28/99	4/11/00	0	1
008	Insulation	7/26/99	1/7/00	11/4/99	4/20/00	73	1
009	Elevator room	9/28/99	1/24/00	4/27/00	8/23/00	151	1
010	Partition	11/3/99	4/20/99	11/3/99	4/20/00	0	1
011	Electric work	7/14/99	4/22/00	10/15/99	7/26/00	67	1
012	Finish	11/12/99	6/27/00	11/12/99	6/27/00	0	1
013	Paint	12/7/99	8/23/00	12/7/99	8/23/00	0	1
014	Mechanic	7/29/99	5/20/00	11/1/99	8/23/00	67	1
015	Furnish	6/3/00	8/26/00	6/3/00	8/26/00	0	1
016	Carpeting	5/24/99	1/3/00	8/31/99	4/11/00	70	2
017	Site work	1/1/99	1/14/99	1/1/99	1/14/99	0	1
018	Roof	12/31/99	1/18/00	7/29/00	8/16/00	151	1

ภาพที่ 16 ผลที่ได้จากการวางแผนโดยใช้โปรแกรม RUSS ในรูปแบบตารางเวลาการทำงานของกิจกรรม

ที่มา: Arditi *et al.* (2001)

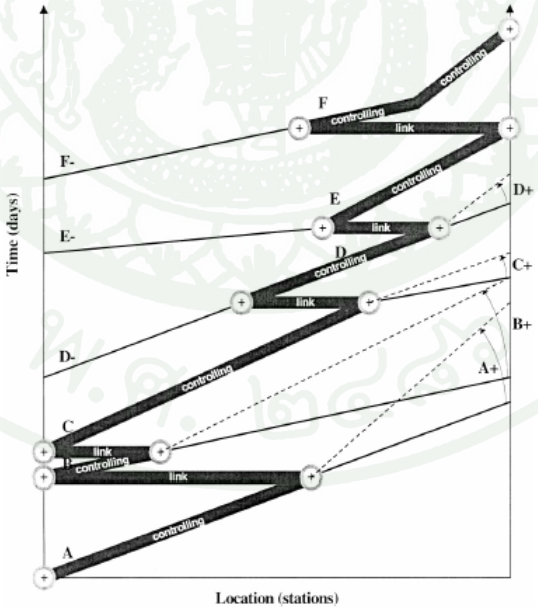
Harmelink (2001) ได้ทำการศึกษาต่อยอดจากการหากิจกรรมที่ต้องควบคุม โดยการหาอัตราการลอยตัว (rate float) ซึ่งหมายอัตราการทำงานที่สามารถลดลงได้จากอัตราการทำงานที่วางแผนไว้ โดยไม่ทำให้ระยะเวลาของโครงการเพิ่มขึ้น การเกิดอัตราการลอยตัวเป็นผลจากวันที่สามารถเริ่มต้นทำงานและวันที่งานแล้วเสร็จ ต่างจากแผนงานก่อสร้างที่กำหนดไว้ดังภาพที่ 17 และ 18 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 อัตราการทำงานใหม่ที่ได้เนื่องจากสามารถเริ่มทำงานได้ก่อนแผนงาน

ที่มา: Harmelink (2001)



ภาพที่ 18 อัตราการทำงานใหม่ที่ได้เนื่องจากวันที่แล้วเสร็จสามารถล่าช้าได้มากกว่าแผนงาน

ที่มา: Harmelink (2001)

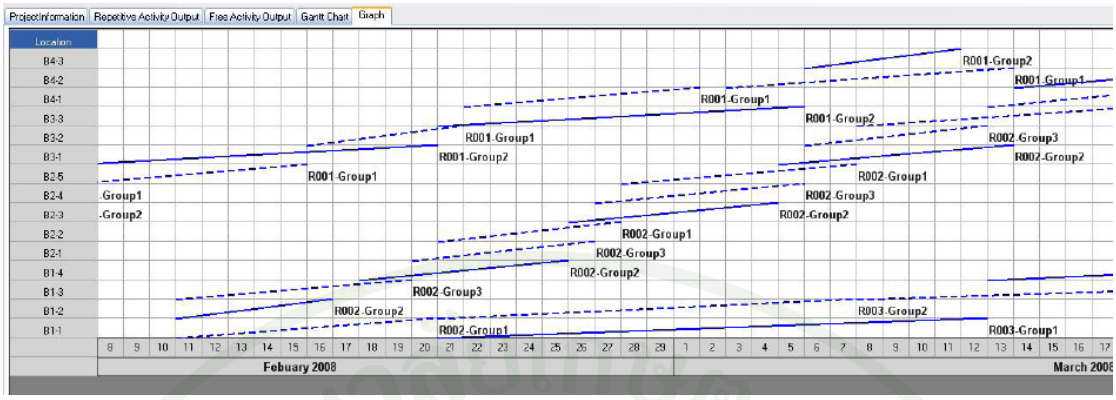
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Yang and Ioannou (2002) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวางแผนงานก่อสร้างตามหลักวิธี RSM มีชื่อว่า Repetitive Project Planner (RP2) สามารถใช้วางแผนงานที่มีลักษณะซ้ำกันทั้งในรูปแบบ discrete และแบบ continuous โดยแต่ละกิจกรรมประกอบด้วยกลุ่มคนงานเพียงหนึ่งกลุ่ม และอัตราการทำงานของแต่ละกิจกรรมสามารถปรับเพิ่ม-ลดได้ด้วยการเปลี่ยนความชันของเส้นการทำงาน ผลการวิเคราะห์อยู่ในรูปของกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานที่ทำได้กับจำนวนวันทำงาน

พิเชษฐ์ และ สุนีรัตน์ (2550) ได้ทำการประยุกต์ใช้วิธี RSM กับงานก่อสร้างที่กิจกรรมประกอบด้วยกลุ่มคนงานมากกว่า 1 กลุ่ม กรณีความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมเป็นแบบ finish-to-start (FTS) การพัฒนาแนวทางดังกล่าวได้ทดลองกับตัวอย่างที่ประกอบด้วย 6 หน่วยก่อสร้างที่มีกิจกรรม 3 กิจกรรม ได้แก่กิจกรรมเริ่มต้น กิจกรรมตรงกลาง และกิจกรรมสุดท้าย โดยแต่ละกิจกรรมมีจำนวนกลุ่มคนงานและระยะเวลาทำงานต่อหน่วยที่เท่ากันและแตกต่างกันรวม 729 ตัวอย่าง ซึ่งผลที่ได้พบว่ากำหนดเวลาทำงานของกิจกรรมก่อสร้างรวมถึงระยะเวลาโครงการขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มคนงาน และระยะเวลาทำงานของกิจกรรมต่อหน่วย อีกทั้งยังพบว่ากรณีงานก่อสร้างที่กิจกรรมประกอบด้วยกลุ่มคนงานมากกว่า 1 กลุ่ม การกำหนดจุดควบคุมไม่เป็นไปตามทฤษฎีการวางแผน RSM

อธิวัฒน์ และ สุนีรัตน์ (2552) ได้ทำการศึกษาแนวทางการวิเคราะห์กำหนดเวลาทำงานของโครงการก่อสร้างที่กิจกรรมประกอบด้วยกลุ่มคนงานมากกว่า 1 กลุ่ม ที่ประกอบด้วย 3 ความสัมพันธ์ FTS, FTF และ STS สำหรับกรณี discrete unit ซึ่งพบว่ามีจำนวนรูปแบบมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มคนงาน ระยะเวลาทำงานของกิจกรรมต่อหน่วย และจำนวนหน่วยทั้งหมดที่ต้องทำการก่อสร้าง ซึ่งการวางแผนด้วยการเขียนเส้นกราฟด้วยมืออาจก่อให้เกิดความผิดพลาดได้ จึงได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวางแผนงานซ้ำที่กิจกรรมประกอบด้วยกลุ่มคนงานตั้งแต่ 1 กลุ่มขึ้นไป ที่มีชื่อว่า KU RCP 1.0 ข้อดีของโปรแกรมนี้คือผู้วางแผนสามารถกำหนดผลิตภาพของแต่ละกลุ่มคนงาน และปริมาณงานของแต่ละหน่วยก่อสร้าง อีกทั้งยังสามารถวางแผนงานของกิจกรรมที่ซ้ำกันและไม่ซ้ำร่วมกันได้ โดยผลที่ได้อยู่ในรูปแบบของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานที่ทำได้กับเวลาดังภาพที่ 19 รวมถึงตารางแผนการทำงานของแต่ละกลุ่มคนงาน และกำหนดเวลาทำงานของแต่ละกิจกรรมในแต่ละหน่วยก่อสร้างในรูปแบบวันที่ตามปฏิทิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 แผนงานที่ได้จากการวางแผนด้วยโปรแกรม KU RCP 1.0 โดยแสดงในรูปกราฟระหว่างปริมาณงานที่ทำได้กับเวลา

ที่มา: อธิวัฒน์ และ สุนีรัตน์ (2552)

เบญจพร และ สุนีรัตน์ (2552) ได้ทำการต่อยอดงานวิจัยของโปรแกรม KU RCP 1.0 โดยการเพิ่มฟังก์ชั่นการติดตามความก้าวหน้าโครงการและการปรับงานก่อสร้างในส่วนที่เหลือ อีกทั้งเพิ่มรูปแบบการวางแผนที่ผู้ใช้สามารถเลือกวิธีการวิเคราะห์กำหนดเวลาทำงานได้ 2 วิธีคือ การกำหนดวันเริ่มต้นทำงานเร็วสุดเพื่อให้ได้ระยะเวลาโครงการที่สั้นที่สุด ซึ่งอาจทำให้การทำงานของกลุ่มคนงานขาดความต่อเนื่องและรูปแบบการทำงานอย่างต่อเนื่องของกลุ่มคนงาน ในส่วนของการติดตามความก้าวหน้าของโครงการ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎี earn value ในการวิเคราะห์หาความคลาดเคลื่อนของแผนงาน และใช้ข้อมูลความก้าวหน้าโครงการในการปรับแผนการทำงานในส่วนที่เหลือ ซึ่งโปรแกรมที่ได้ปรับปรุงนี้ชื่อ KU RCP 2.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ (CPU 2.4 GHz, Ram 2 GB)
2. ระบบปฏิบัติการ Windows seven
3. โปรแกรม Microsoft Visual Basic 2008
4. โปรแกรม Microsoft SQL Server
5. โปรแกรม SQL Server Management Studio Express
6. เครื่องพิมพ์

วิธีการ

ขั้นตอนในการวิจัยประกอบด้วย 6 ขั้นตอน

1. ศึกษางานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันทั้งกรณี 1 กลุ่มคนงาน และกรณีมากกว่า 1 กลุ่มคนงาน รวมถึงการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวของงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันและงานก่อสร้างที่ไม่ซ้ำ

2. พัฒนาแนวทางการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวของงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันทั้งระยะเวลาลอยตัวอิสระและระยะเวลาลอยตัวรวม โดยอาศัยหลักการในการคำนวณระยะเวลาลอยตัวจากวิธีเส้นทางวิกฤตที่พิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรม ซึ่งกรณีงานก่อสร้างที่มีการแบ่งกลุ่มคนงานแบบเฉพาะนี้จำเป็นต้องพิจารณาแผนการทำงานของกลุ่มคนงานร่วมด้วย

3. เขียนแผนผังการทำงาน (flow chart) และพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการคำนวณระยะเวลาลอยตัวของงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน ซึ่งประกอบด้วยระยะเวลาลอยตัวอิสระและระยะเวลาลอยตัวรวมของกิจกรรมซ้ำกันและกิจกรรมไม่ซ้ำในช่วงการวางแผนงานก่อนเริ่มก่อสร้างและการปรับแผนงาน ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นการนำแนวทางการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวที่พัฒนาขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในขั้นตอนที่ 2 มาสร้างเป็นผังการทำงานของคอมพิวเตอร์ เพื่อให้โปรแกรม KU RCP 2.0 วิเคราะห์ผลได้อย่างเหมาะสม

4. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม โดยการเปรียบเทียบกำหนดวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงาน วันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด รวมทั้งระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมซ้ำกันและกิจกรรมไม่ซ้ำที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม KU RCP 2.0 กับผลการวิเคราะห์ที่ได้จากวิธีมาตรฐานหรือวิธีที่ได้รับการยอมรับ ทั้งการวางแผนด้วยวิธีเริ่มต้นเร็วสุดและวิธีการวางแผนงานก่อสร้างแบบซ้ำกัน โดยวิธีเริ่มต้นเร็วสุดตรวจสอบได้จากการคำนวณมือและการประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Office Project 2007 ส่วนผลจากวิธีการวางแผนงานก่อสร้างแบบซ้ำกันตรวจสอบได้จากการคำนวณมือเท่านั้นเนื่องจากยังไม่มีโปรแกรมที่สามารถคำนวณระยะเวลาลอยตัวของงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันได้

5. การทดสอบโปรแกรมกับโครงการตัวอย่างเพื่อแสดงความสามารถของโปรแกรมในการนำไปใช้งานจริง โดยกำหนดให้โครงการประกอบด้วยบ้านจำนวน 15 หลัง แต่ละหลังประกอบด้วยกิจกรรมซ้ำกัน 13 กิจกรรม และกิจกรรมไม่ซ้ำ 5 กิจกรรม โดยวางแผนด้วยวิธีการวางแผนงานก่อสร้างแบบซ้ำกัน

6. สรุปผลการศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

การนำเสนอผลของโครงงานวิจัยนี้แบ่งได้เป็น 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นการอธิบายถึงแนวทางการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวของงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันตามความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่สองเป็นการนำหลักการจากส่วนแรกประยุกต์เข้ากับโปรแกรม KU RCP 2.0 และส่วนสุดท้ายเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยเปรียบเทียบแผนการทำงานและระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมที่คำนวณด้วยมือและประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Office Project 2007 สำหรับการวางแผนงานด้วยวิธี Early-Start Approach ส่วนการวางแผนงานด้วยวิธี Repetitive Construction Approach สามารถเปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณด้วยมือเท่านั้น

1. การวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวสำหรับงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน

โดยทั่วไปในการวางแผนงานก่อสร้างผู้วางแผนมักใช้วิธีเส้นทางวิกฤต (critical path method, CPM) จากการตรวจเอกสารพบว่าวิธีดังกล่าวสามารถกำหนดวันเริ่มและวันเสร็จเร็วสุด (early start date, early finish date) รวมทั้งวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด (late start date, late finish date) จากความสัมพันธ์ทางเทคนิคหรือขั้นตอนการทำงานของแต่ละกิจกรรม และระยะเวลาลอยตัวซึ่งถูกแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1. ระยะเวลาลอยตัวอิสระ (free float) 2. ระยะเวลาลอยตัวรวม (total float) โดยระยะเวลาลอยตัวอิสระหมายถึง ระยะเวลาที่กิจกรรมสามารถล่าช้าได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อแผนการทำงานของกิจกรรมที่ตามมา ซึ่งคำนวณได้จากผลต่างของวันเริ่มและวันเสร็จเร็วสุดของการทำงานระหว่างกิจกรรม ส่วนระยะเวลาลอยตัวรวมหมายถึง ระยะเวลาที่กิจกรรมสามารถล่าช้าได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาของโครงการ คำนวณได้จากผลต่างของวันเสร็จช้าสุดและวันเสร็จเร็วสุด หรือวันเริ่มช้าสุดและวันเริ่มเร็วสุดของแต่ละกิจกรรม

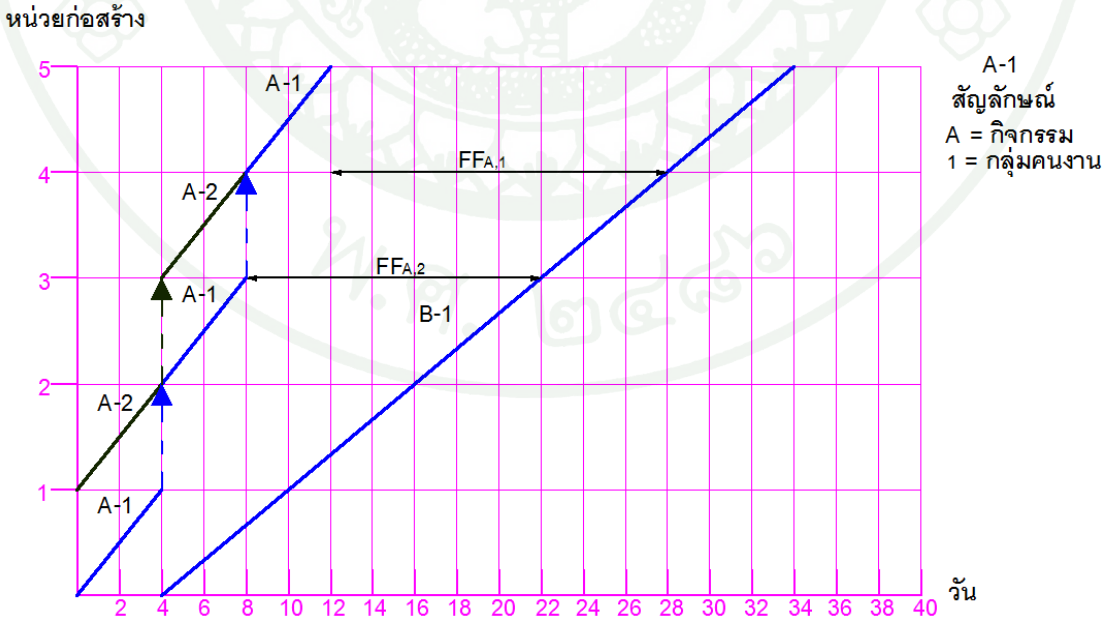
การวางแผนด้วยวิธีเส้นทางวิกฤตหากพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากร เช่น การจัดทรัพยากรให้เรียบ (resource leveling) หรือการจัดสรรทรัพยากร (resource allocation) แผนงานที่ได้เรียกแผนงานเป้าหมาย (target scheduled) ซึ่งระยะเวลาลอยตัวอิสระสามารถคำนวณได้จากผลต่างของวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงานเป้าหมายของการทำงานระหว่างกิจกรรม ระยะเวลาลอยตัวรวมสามารถคำนวณได้จากผลต่างของวันเสร็จช้าสุดตามแผนงานและวันเสร็จตามแผนงานเป้าหมายของแต่ละกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในกรณีที่ผู้วางแผนเลือกวิธีการวางแผนที่ถูกออกแบบมาสำหรับงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันโดยเฉพาะ ซึ่งแผนการทำงาน (scheduled start date, scheduled finish date) จะคำนึงถึง 1. ความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้างหรือขั้นตอนการทำงาน 2. ความพร้อมในการเข้าทำงานของแต่ละกลุ่มคนงาน 3. ความต่อเนื่องในการทำงานของกลุ่มคนงาน ดังนั้นแผนงานและวิธีการคำนวณระยะเวลาลอยตัวจึงแตกต่างจากวิธีเส้นทางวิกฤต

1.1 ระยะเวลาลอยตัวอิสระในงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน

ระยะเวลาลอยตัวอิสระของงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน (free float, FF) ต้องพิจารณา 2 ปัจจัย คือ 1. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง 2. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการทำงานของกลุ่มคนงานมีรูปแบบความสัมพันธ์แบบ finish-to-start เนื่องจากแผนการทำงานของแต่ละกิจกรรมถูกกำหนดให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นเมื่อกลุ่มคนงานทำงานในรอบการทำงานนั้นเสร็จจะต้องเริ่มการทำงานในรอบถัดไปทันที ส่งผลให้ระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับศูนย์ จะมีเฉพาะการทำงานในรอบสุดท้ายของแต่ละกลุ่มคนงานในแต่ละกิจกรรมเท่านั้นที่อาจมีระยะเวลาลอยตัวอิสระมากกว่าศูนย์ดังภาพที่ 20

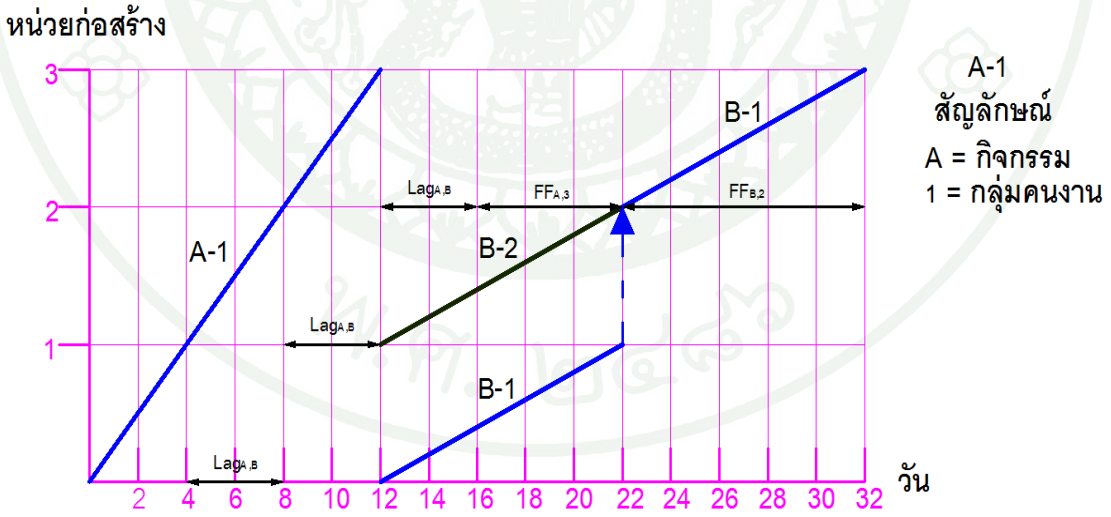


ภาพที่ 20 ระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรม A ในแต่ละกลุ่มคนงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 20 แสดงตัวอย่างการพิจารณาระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรม A จากภาพ กิจกรรม A มีกิจกรรมตามหลังคือกิจกรรม B โดยมีความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้างแบบ finish-to-start และกิจกรรม A ประกอบด้วยกลุ่มคนงาน 2 กลุ่ม โดยกลุ่มคนงานที่หนึ่งทำงานในหน่วยที่ 1, 3 และ 5 ตามลำดับ กลุ่มคนงานที่สองทำงานในหน่วยที่ 2 และ 4 จะเห็นได้ว่ามีเพียงหน่วยที่ 4 และ 5 เท่านั้นที่มีระยะเวลาลอยตัวอิสระเนื่องจากเป็นรอบสุดท้ายของการทำงานของกลุ่มคนงานแต่ละกลุ่ม

สำหรับกิจกรรมที่เป็นรอบการทำงานสุดท้ายของกลุ่มคนงาน ระยะเวลาลอยตัวอิสระจะถูกพิจารณาจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้างซึ่งมีทั้งหมด 3 รูปแบบคือ finish-to-start (FTS), start-to-start (STS) และ finish-to-finish (FTF) การวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวอิสระของแต่ละความสัมพันธ์แสดงดังโครงการตัวอย่างที่ 1-3 แผนการทำงานและระยะเวลาลอยตัวอิสระแสดงดังภาพที่ 21-23 ตามลำดับ สำหรับแผนการทำงานของกิจกรรมกรณีกลุ่มคนงานมากกว่า 1 กลุ่ม ในงานวิจัยนี้กำหนดให้วันเริ่มต้นการทำงานในรอบแรกของแต่ละกลุ่มคนงานเริ่มต้นพร้อมกันเช่น กิจกรรม B ในหน่วยก่อสร้างที่ 1 และ 2 เริ่มต้นทำงานพร้อมกันในวันที่ 12 ดังภาพที่ 21



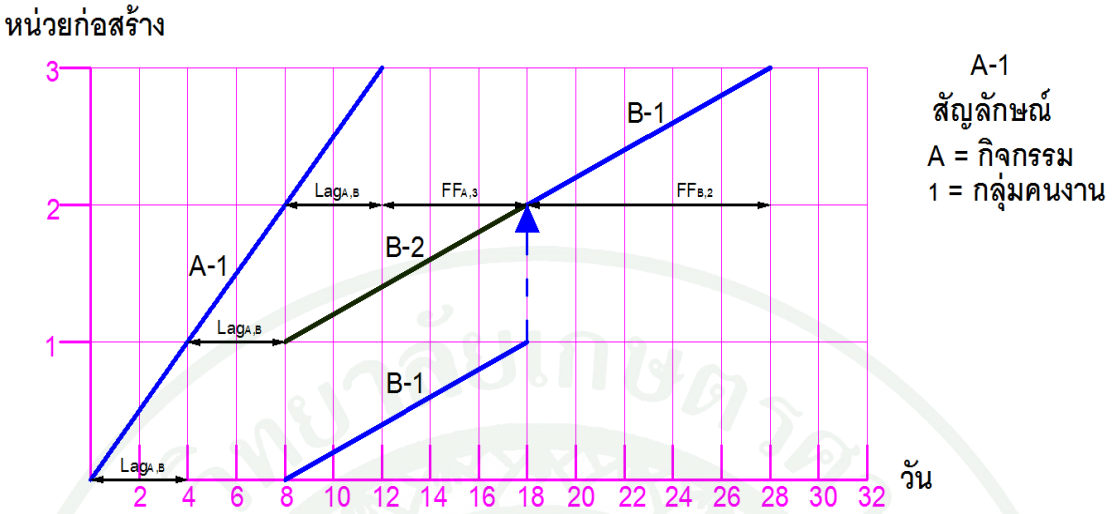
ภาพที่ 21 ระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 1 ที่มีความสัมพันธ์แบบ finish-to-start

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 21 แสดงแผนงานก่อสร้างของตัวอย่างโครงการที่ 1 ประกอบด้วย 3 หน่วยก่อสร้างแต่ละหน่วยมี 2 กิจกรรม คือ A และ B มีความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้างแบบ FTS ระยะเวลาระหว่างกิจกรรม (lag time) เท่ากับ 4 วัน โดยกิจกรรม A มีระยะเวลาทำงานเท่ากับ 4 วัน/หน่วย มีกลุ่มคนงานจำนวน 1 กลุ่ม และกิจกรรม B มีระยะเวลาการทำงานเท่ากับ 10 วัน/หน่วย มีกลุ่มคนงานจำนวน 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่มคนงาน B กลุ่มที่ 1 ทำงานในหน่วยที่ 1 และ 3 ส่วนกลุ่มคนงาน B กลุ่มที่ 2 ทำงานในหน่วยที่ 2 จะเห็นได้ว่าระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 1 มีระยะเวลาลอยตัวอิสระเท่ากับศูนย์เนื่องจากวันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 1 ตามด้วยวันเริ่มตามแผนงานของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2 แม้ว่าวันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 1 ห่างจากวันเริ่มตามแผนงานของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 1 เป็นระยะเวลา 8 วัน ระยะเวลาระหว่างกิจกรรม 4 วัน ระยะเวลาลอยตัวอิสระจึงมีค่าเท่ากับ 4 วัน ส่วนกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2 มีระยะเวลาลอยตัวอิสระเท่ากับศูนย์เนื่องจากวันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2 ห่างจากวันเริ่มตามแผนงานของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 2 เป็นเวลา 4 วัน ซึ่งมีค่าเท่ากับระยะเวลาระหว่างกิจกรรม 4 วัน ระยะเวลาลอยตัวอิสระจึงมีค่าเท่ากับศูนย์ อีกทั้งวันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2 ตามด้วยวันเริ่มตามแผนงานของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 ดังนั้นระยะเวลาลอยตัวอิสระจึงมีค่าเท่ากับศูนย์เช่นกัน สุดท้ายกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 ซึ่งเป็นการทำงานรอบสุดท้ายของกลุ่มคนงาน ระยะเวลาลอยตัวอิสระจึงพิจารณาจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง ระยะเวลาลอยตัวอิสระมีค่าเท่ากับ 6 วัน เนื่องจากวันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 ห่างจากวันเริ่มตามแผนงานของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 3 เป็นเวลา 10 วัน ระยะเวลาระหว่างกิจกรรม 4 วัน ระยะเวลาลอยตัวอิสระจึงมีค่าเท่ากับ 6 วัน ส่วนกรณีกิจกรรมตามหลังมากกว่า 1 กิจกรรม การคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระจะพิจารณาตามความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง โดยค่าระยะเวลาลอยตัวอิสระถูกกำหนดจากระยะเวลาลอยตัวอิสระที่มีค่าน้อยสุด

กิจกรรม B ในหน่วยที่ 1 มีระยะเวลาลอยตัวอิสระเท่ากับศูนย์เนื่องจากวันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 1 ตามด้วยวันเริ่มตามแผนงานของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 3 ส่วนกิจกรรม B ในหน่วยที่ 2 มีระยะเวลาลอยตัวอิสระ 10 วัน เนื่องจากวันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 2 ตรงกับวันที่ 22 และไม่มีกิจกรรมตามหลังหรือกิจกรรมที่ทำในรอบการทำงานถัดไป ดังนั้นวันเสร็จช้าสุดจึงพิจารณาจากวันเสร็จโครงการซึ่งแล้วเสร็จวันที่ 32 ทำให้มีระยะเวลาที่ต่างกัน 10 วัน สุดท้ายกิจกรรม B ในหน่วยที่ 3 มีระยะเวลาลอยตัวอิสระเท่ากับศูนย์เนื่องจากวันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 3 เท่ากับวันเสร็จโครงการ

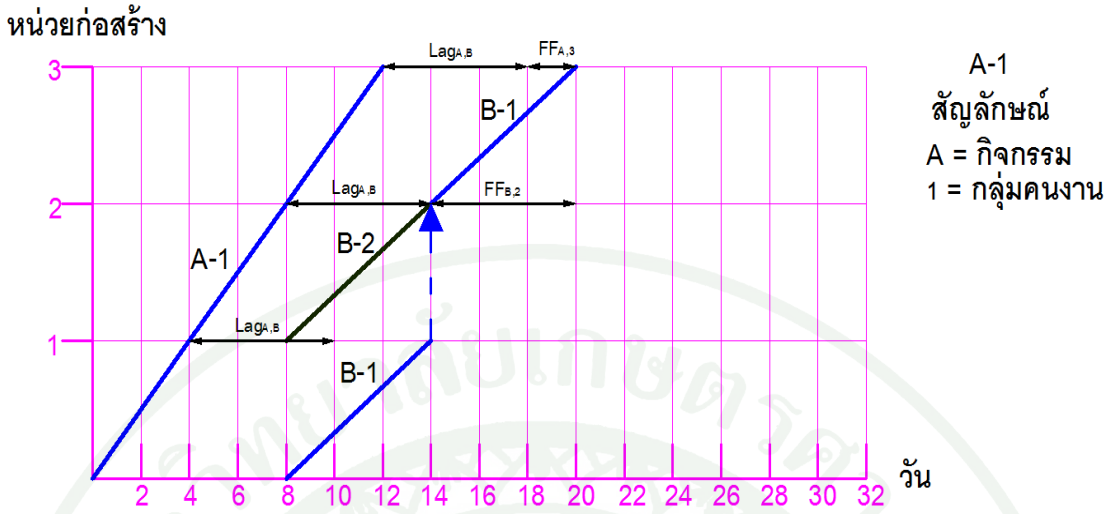
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 22 ระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 2 ที่มีความสัมพันธ์แบบ start-to-start

ภาพที่ 22 แสดงแผนงานก่อสร้างของตัวอย่างโครงการที่ 2 ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับแผนงานก่อสร้างของโครงการตัวอย่างที่ 1 แตกต่างกันที่ความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง โดยภาพนี้มีความสัมพันธ์เป็นแบบ STS จะเห็นได้ว่าระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 1 และ 2 ระยะเวลาลอยตัวอิสระเท่ากับศูนย์ เนื่องจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการทำงานของกลุ่มคนงานที่มีความต่อเนื่องกัน อีกทั้งกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2 มีวันเริ่มตามแผนงานห่างจากวันเริ่มตามแผนงานของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 2 เป็นเวลา 4 วัน ซึ่งเท่ากับระยะเวลาระหว่างกิจกรรม ดังนั้นระยะเวลาลอยตัวอิสระจึงมีค่าเท่ากับศูนย์ ส่วนกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 เป็นการทำงานรอบสุดท้ายของกลุ่มคนงาน ระยะเวลาลอยตัวอิสระจึงพิจารณาจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้างเดียวกัน ระยะเวลาลอยตัวอิสระมีค่าเท่ากับ 6 วัน เนื่องจากวันเริ่มตามแผนงานของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 ห่างจากวันเริ่มตามแผนงานของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 3 เป็นเวลา 10 วัน ระยะเวลาระหว่างกิจกรรม 4 วัน ระยะเวลาลอยตัวอิสระจึงมีค่าเท่ากับ 6 วัน สำหรับระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรม B ในกรณีนี้มีการวิเคราะห์เหมือนกันกับกรณีโครงการตัวอย่างที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 ระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 3 ที่มีความสัมพันธ์แบบ finish-to-finish

ภาพที่ 23 แสดงแผนงานก่อสร้างของตัวอย่างโครงการที่ 3 ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับแผนงานก่อสร้างของโครงการตัวอย่างที่ 1 และ 2 แตกต่างกันที่ความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง และระยะเวลาของกิจกรรม B โดยภาพนี้กิจกรรมและระยะเวลาของกิจกรรม B มีระยะเวลาการทำงานเท่ากับ 6 วัน/หน่วย ความสัมพันธ์เป็นแบบ FTF ระยะเวลาระหว่างกิจกรรม (lag time) เท่ากับ 6 วัน จะเห็นได้ว่าระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 1 และ 2 มีระยะเวลาลอยตัวอิสระเท่ากับศูนย์ เนื่องจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการทำงานของกลุ่มคนงานที่มีความต่อเนื่องกัน อีกทั้งกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2 มีวันเสร็จตามแผนงานห่างจากวันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 2 เป็นเวลา 6 วัน ซึ่งเท่ากับระยะเวลาระหว่างกิจกรรม ระยะเวลาลอยตัวอิสระจึงมีค่าเท่ากับศูนย์ ส่วนกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 เป็นการทำงานรอบสุดท้ายของกลุ่มคนงาน ระยะเวลาลอยตัวอิสระจึงพิจารณาจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง ระยะเวลาลอยตัวอิสระมีค่าเท่ากับ 2 วัน เนื่องจากวันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 ห่างจากวันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 3 เป็นเวลา 8 วัน ระยะเวลาระหว่างกิจกรรม 6 วัน ระยะเวลาลอยตัวอิสระจึงมีค่าเท่ากับ 2 วัน สำหรับระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรม B ในกรณีนี้มีการวิเคราะห์เหมือนกันกับกรณีโครงการตัวอย่างที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นได้ว่าระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับศูนย์ เนื่องจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน จะมีเฉพาะการทำงานในรอบสุดท้ายของแต่ละกลุ่มคนงานในแต่ละกิจกรรมเท่านั้นที่อาจมีระยะเวลาลอยตัวอิสระมากกว่าศูนย์ ซึ่งระยะเวลาลอยตัวดังกล่าวจะถูกพิจารณาจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง ส่วนกิจกรรมที่เป็นรอบการทำงานสุดท้ายของแต่ละกลุ่มคนงานและไม่มีกิจกรรมอื่นตามหลัง ระยะเวลาลอยตัวอิสระจะพิจารณาจากวันเสร็จโครงการที่เร็วที่สุด (earliest project end date, EPE) ซึ่งระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรม *i* ในหน่วยก่อสร้างที่เป็นรอบการทำงานสุดท้ายของแต่ละกลุ่มคนงาน (*n_end*) คำนวณได้จากสมการ 1(ก-ค) ตามความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรม หรือกรณีที่ไม่มีกิจกรรมตามหลังคำนวณได้จากสมการ (1ง)

$$FF_{i,n_end} = Min_{\forall si}[SSD_{si,j} - Lag_{i,si}] - SFD_{i,n_end}$$ (กรณี ความสัมพันธ์แบบ FTS) (1ก)

$$FF_{i,n_end} = Min_{\forall si}[SSD_{si,j} - Lag_{i,si}] - SSD_{i,n_end}$$ (กรณี ความสัมพันธ์แบบ STS) (1ข)

$$FF_{i,n_end} = Min_{\forall si}[SFD_{si,j} - Lag_{i,si}] - SFD_{i,n_end}$$ (กรณี ความสัมพันธ์แบบ FTF) (1ค)

$$FF_{i,n_end} = EPE - SFD_{i,n_end}$$ (กรณี กิจกรรมที่พิจารณาไม่มีกิจกรรมตามหลัง) (1ง)

โดยที่ FF = ระยะเวลาลอยตัวอิสระ (วัน)

SSD = วันเริ่มตามแผนงาน

SFD = วันเสร็จตามแผนงาน

EPE = วันเสร็จโครงการที่เร็วที่สุด

Lag = ระยะเวลาระหว่างกิจกรรม

Min = ค่าที่น้อยที่สุด

i = กิจกรรม

si = กิจกรรมตามหลังกิจกรรม i

j = หน่วยก่อสร้าง

$\forall$ = ทั้งหมด

n_end = รอบการทำงานสุดท้ายของแต่ละกลุ่มคนงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ระยะเวลาลอยตัวรวมของงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน

ระยะเวลาลอยตัวรวมของงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน มีค่าเท่ากับผลต่างของแผนการทำงานช้าสุดและแผนการทำงาน ซึ่งแผนการทำงานช้าสุดประกอบด้วย วันเริ่มช้าสุดและวันเสร็จช้าสุด

วันเริ่มช้าสุด (late start, LS) และวันเสร็จช้าสุด (late finish, LF) ของแต่ละกิจกรรมในแต่ละหน่วยก่อสร้าง สามารถกำหนดได้จากการคำนวณย้อนกลับ (backward pass) ซึ่งในการวิเคราะห์หาวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมสุดท้ายพิจารณาจากวันเสร็จโครงการ ส่วนกิจกรรมอื่นๆ พิจารณาจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้างซึ่งมีความสัมพันธ์ทั้งหมด 3 รูปแบบ (FTS, STS และ FTF) และความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน ซึ่งมีควมสัมพันธ์แบบ FTS วันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงานก่อสร้าง วันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด แสดงดังภาพที่ 24-26 ตามความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรม

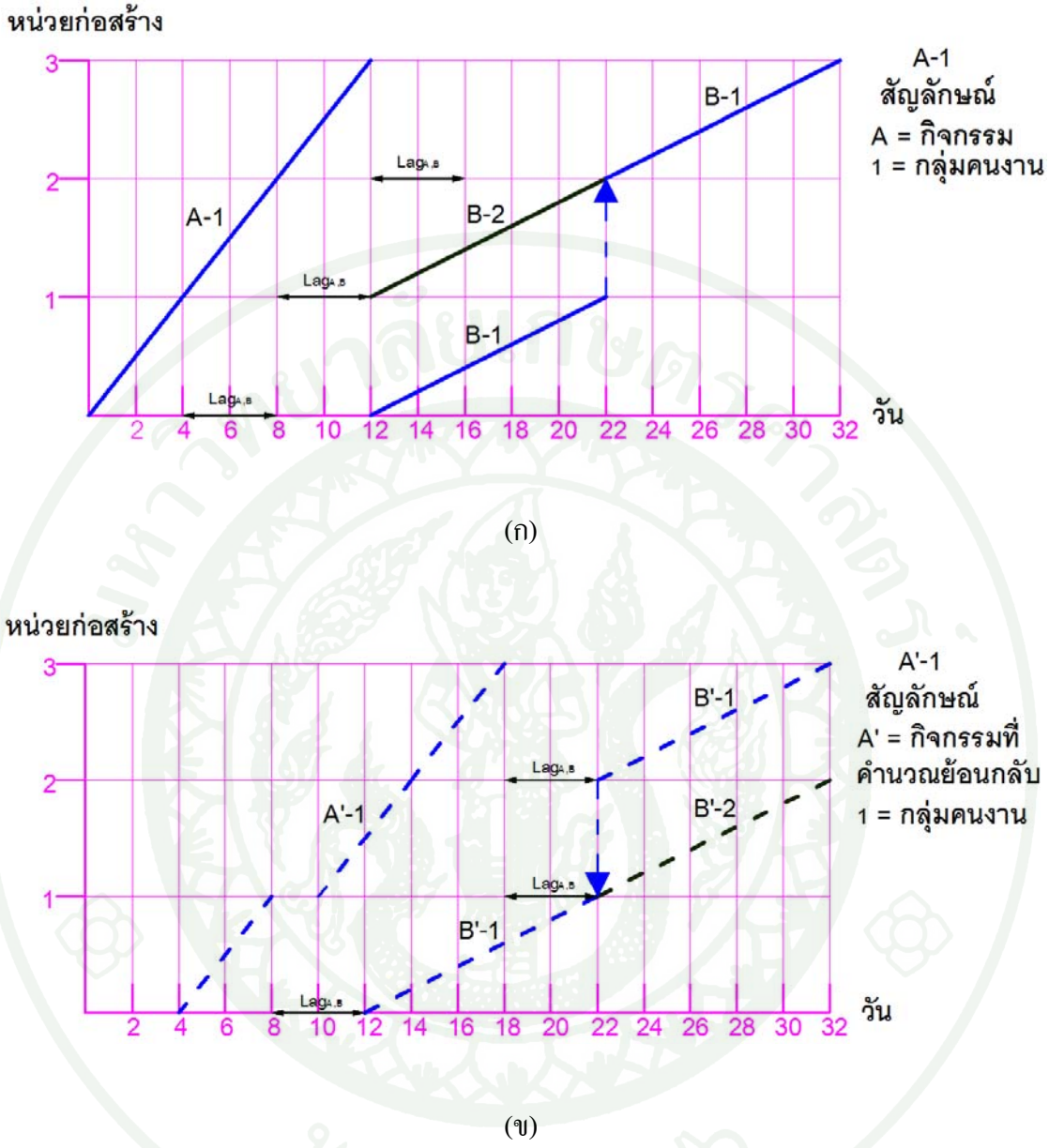
ภาพที่ 24 แสดงวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงาน วันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 1 ที่มีความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้างแบบ FTS โดยภาพที่ 24 (ก) แสดงกำหนดเวลาทำงานของกิจกรรมในโครงการ ภาพที่ 24 (ข) แสดงกำหนดเวลาทำงานช้าสุดของกิจกรรมในโครงการ

จากภาพที่ 24 (ข) กำหนดให้กิจกรรม B ในหน่วยที่ 3 เป็นกิจกรรมสุดท้ายและเป็นกิจกรรมกำหนดวันเสร็จโครงการ ดังนั้นวันเสร็จช้าสุดจึงมีค่าเท่ากับวันเสร็จโครงการ, กิจกรรม B หน่วยที่ 1 ใช้กลุ่มคนงานเดียวกับกิจกรรม B หน่วยที่ 3 วันเสร็จช้าสุดของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 1 จึงถูกกำหนดจากความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน ส่วนกิจกรรม B ในหน่วยที่ 2 เป็นการทำงานรอบสุดท้ายของกลุ่มคนงานที่ 2 ดังนั้นวันเสร็จช้าสุดจึงถูกกำหนดจากวันเสร็จโครงการเช่นเดียวกับกิจกรรม B ในหน่วยที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

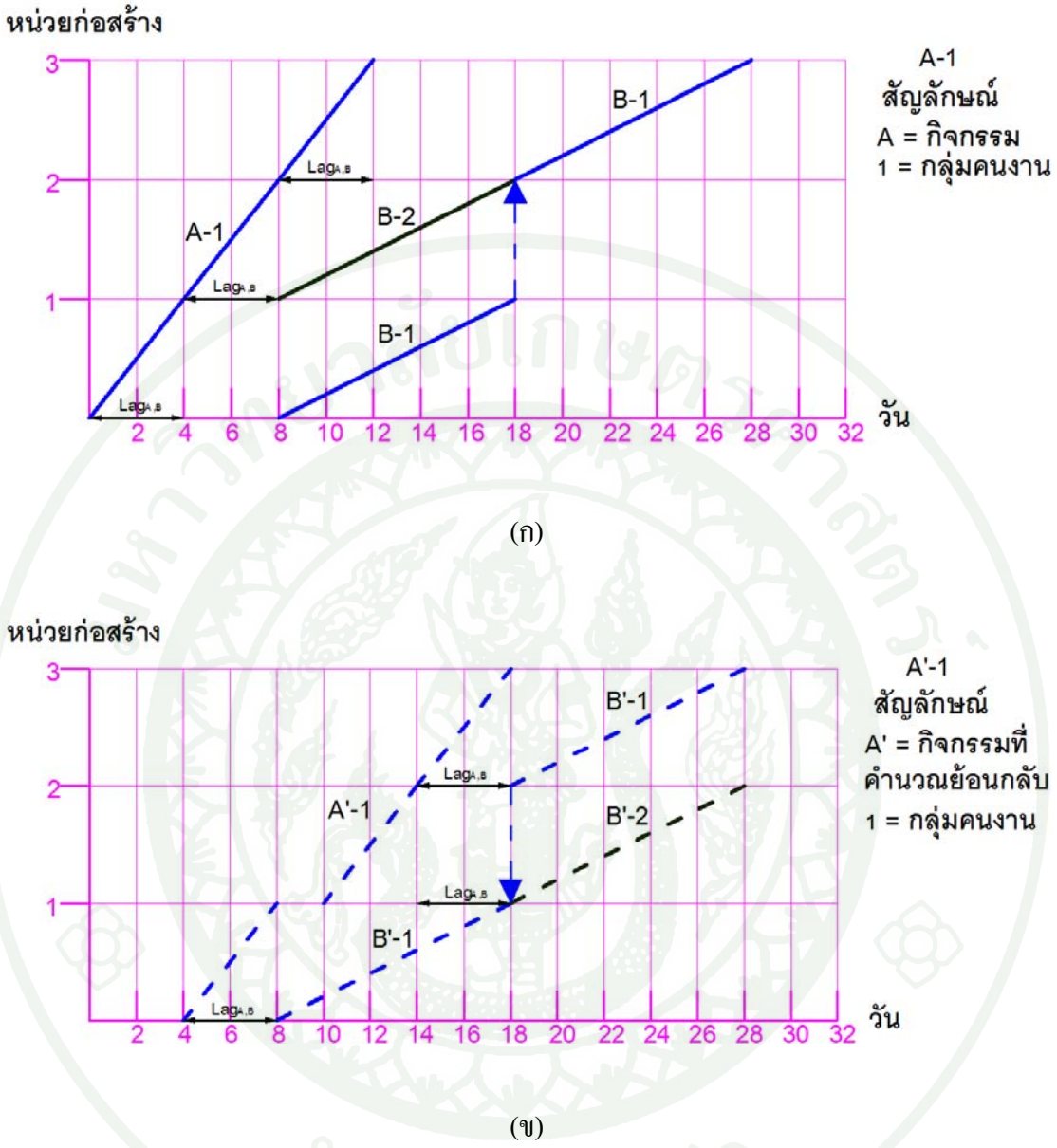
กิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 ซึ่งเป็นรอบการทำงานสุดท้ายถูกกำหนดวันเสร็จช้าสุดจากวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 3 จากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง ส่วนวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2 จะถูกพิจารณาจากค่าที่น้อยที่สุดระหว่างวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 2 ลบด้วยระยะเวลาระหว่างกิจกรรม และวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 แต่วันเริ่มช้าสุดจากกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 มีค่าน้อยกว่า ดังนั้นกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2 จึงถูกกำหนดจากแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน สุดท้ายวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 1 จะถูกพิจารณาจากค่าที่น้อยที่สุดระหว่างวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 1 ลบด้วยระยะเวลาระหว่างกิจกรรม และวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2 แต่วันเริ่มช้าสุดจากกิจกรรม B ในหน่วยที่ 1 มีค่าน้อยกว่า ดังนั้นกิจกรรม A ในหน่วยที่ 1 จึงถูกกำหนดจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง ส่วนกรณีกิจกรรมตามหลังมากกว่า 1 กิจกรรม การพิจารณาวันเสร็จช้าสุดจะพิจารณาตามความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมโดยวันเสร็จช้าสุดถูกกำหนดจากวันเสร็จช้าสุดที่มีค่าน้อยที่สุด ส่วนวันเริ่มช้าสุดกำหนดโดยการนำวันเสร็จช้าสุดลบด้วยระยะเวลาของกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 24 (ก) แผนการทำงานของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 1 (ข) แผนการทำงานช้าสุดของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 25 (ก) แผนการทำงานของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 2 (ข) แผนการทำงานช้าสุดของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 2

ภาพที่ 25 แสดงวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงาน วันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 2 ที่มีความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้างแบบ STS โดยภาพที่ 25 (ก) แสดงกำหนดเวลาทำงานของกิจกรรมในโครงการ ภาพที่ 25 (ข) แสดงกำหนดเวลาทำงานช้าสุดกิจกรรมในโครงการ

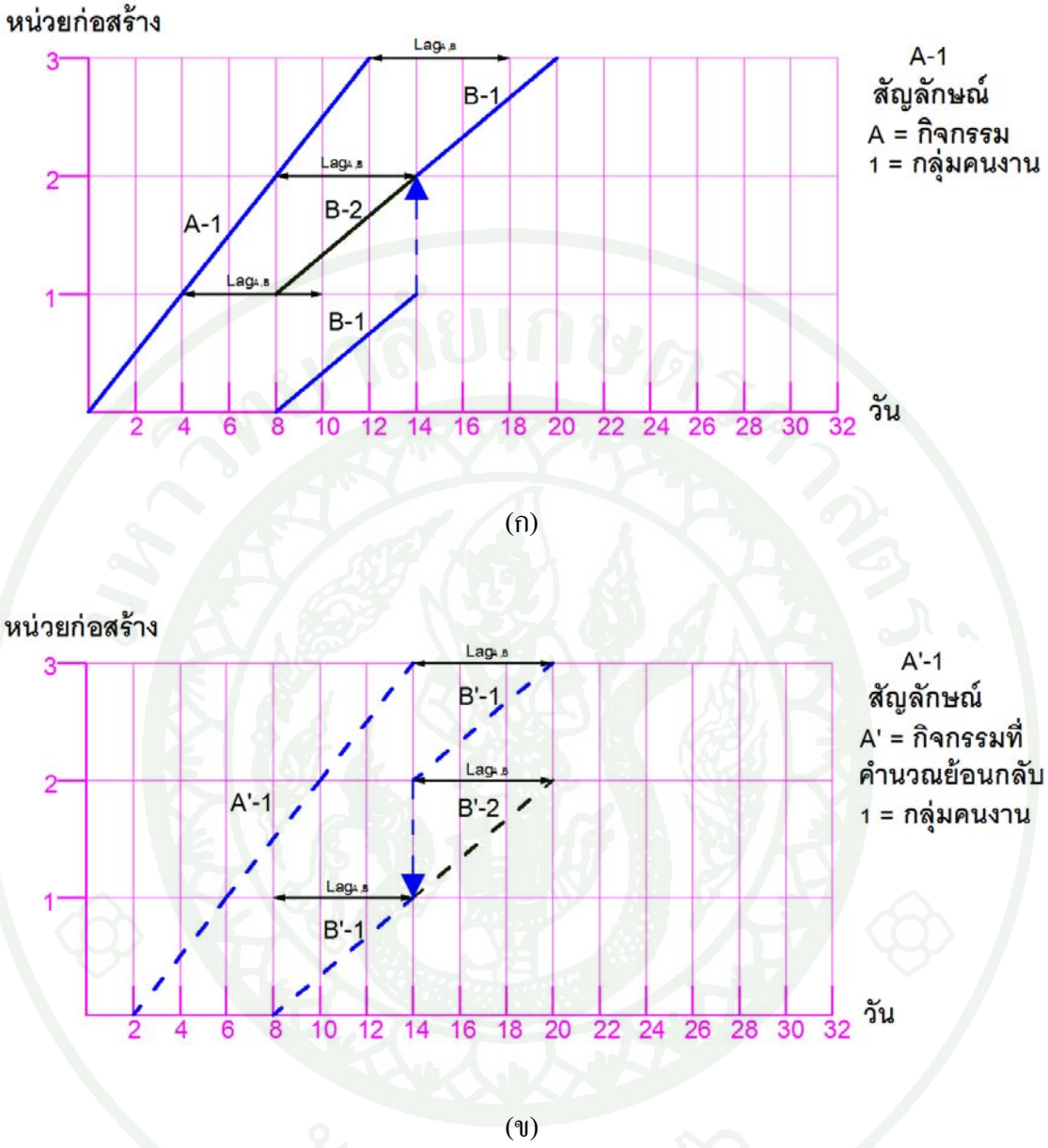
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 25 (ข) วันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรม B ในกรณีนี้มีวิธีการวิเคราะห์เหมือนกับกรณีโครงการตัวอย่างที่ 1 สำหรับกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 ซึ่งเป็นรอบการทำงานสุดท้าย ถูกกำหนดวันเริ่มช้าสุดจากวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 3 จากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง ส่วนวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2 จะถูกพิจารณาจากค่าที่น้อยที่สุดระหว่างวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 2 ลบด้วยระยะเวลาระหว่างกิจกรรมและวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 ลบด้วยระยะเวลาของกิจกรรม A หน่วยที่ 2 แต่ค่าวันเริ่มช้าสุดจากกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 เมื่อลบด้วยระยะเวลาของกิจกรรมมีค่าน้อยกว่า ดังนั้นกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2 จึงถูกกำหนดจากแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน สุดท้ายวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 1 การวิเคราะห์เหมือนกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2 แต่วันเริ่มช้าสุดถูกกำหนดจากกิจกรรม B ในหน่วยที่ 1 ดังนั้นกิจกรรมจึงถูกกำหนดจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง ส่วนวันเสร็จช้าสุดกำหนดโดยการนำวันเริ่มช้าสุดบวกด้วยระยะเวลาของกิจกรรม

ภาพที่ 26 แสดงแผนการกำหนดค่าวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงาน วันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 3 ที่มีความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้างแบบ FTF โดยภาพที่ 26 (ก) แสดงกำหนดเวลาทำงานของโครงการ ภาพที่ 26 (ข) แสดงกำหนดเวลาทำงานช้าสุดของโครงการ

จากภาพที่ 26 (ข) วันเริ่มและเสร็จช้าสุดของกิจกรรม B ในกรณีนี้มีวิธีการวิเคราะห์เหมือนกับกรณีโครงการตัวอย่างที่ 1 สำหรับกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 ซึ่งเป็นรอบการทำงานสุดท้าย ถูกกำหนดวันเสร็จช้าสุดจากวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 3 จากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง ส่วนวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2จะถูกพิจารณาจากค่าที่น้อยที่สุดระหว่างวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรม B ในหน่วยที่ 2 ลบด้วยระยะเวลาระหว่างกิจกรรมและวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 แต่ค่าวันเริ่มช้าสุดจากกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 มีค่าน้อยกว่า ดังนั้นกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2 จึงถูกกำหนดจากแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน สุดท้ายวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 1 การวิเคราะห์เหมือนกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2 และวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 2 มีค่าน้อยกว่าวันเสร็จช้าสุดของ B ในหน่วยที่ 1 ลบด้วยระยะเวลาระหว่างกิจกรรม ดังนั้นกิจกรรม A ในหน่วยที่ 1 จึงถูกกำหนดจากแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน ส่วนวันเริ่มช้าสุดกำหนดโดยการนำวันเสร็จช้าสุดลบด้วยระยะเวลาของกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 26 (ก) แผนการทำงานของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 3 (ข) แผนการทำงานช้าสุดของกิจกรรมในโครงการตัวอย่างที่ 3

จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นได้ว่า กำหนดวันเริ่มต้นและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมมีค่าเท่ากับค่าที่น้อยที่สุดของกำหนดเวลาทำงานที่พิจารณาจาก ความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง แผนการทำงานของกลุ่มคนงานและระยะเวลาโครงการ ดังนั้น กำหนดเวลาแล้วเสร็จช้าสุดของกิจกรรม i ในหน่วยก่อสร้าง j คำนวณได้จากสมการที่ 2 ซึ่งแยกตามความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง ส่วนความสัมพันธ์แบบ STS

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยทั่วไปสามารถคำนวณได้วันเริ่มช้าสุด หากต้องการคำนวณวันเสร็จช้าสุดสามารถทำได้โดยการนำระยะเวลาของกิจกรรมบวกเพิ่มจากวันเริ่มช้าสุด

$$LF_{i,j} = Min[Min_{\forall si}(LS_{si,j} - Lag_{i,si}), LS_{i,n+1}, EPE] \quad \text{(กรณี ความสัมพันธ์แบบ FTS)} \quad (2ก)$$

$$LF_{i,j} = Min[Min_{\forall si}(LS_{si,j} - Lag_{i,si} + Dur_{i,j}), LS_{i,n+1}, EPE] \text{ (กรณี ความสัมพันธ์แบบ STS)} \quad (2ข)$$

$$LF_{i,j} = Min[Min_{\forall si}(LF_{si,j} - Lag_{i,si}), LS_{i,n+1}, EPE] \quad \text{(กรณี ความสัมพันธ์แบบ FTF)} \quad (2ค)$$

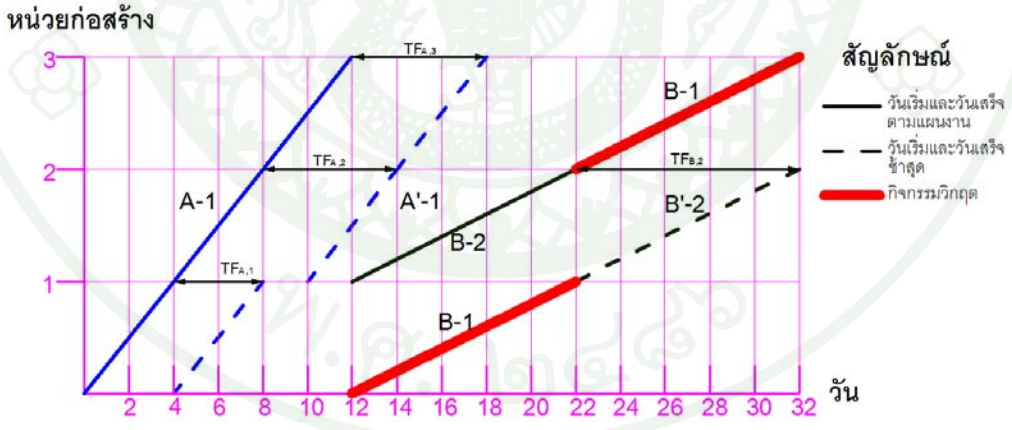
โดยที่ $LF =$ วันเสร็จช้าสุด
$LS =$ วันเริ่มช้าสุด
$Lag =$ ระยะเวลาระหว่างกิจกรรม
$Min =$ ค่าที่น้อยที่สุด
$Dur =$ ระยะเวลา
$EPE =$ วันเสร็จโครงการที่เร็วที่สุด
$i =$ กิจกรรม
$si =$ กิจกรรมตามหลังกิจกรรม i
$\forall =$ ทั้งหมด
$j =$ หน่วยก่อสร้าง
$n =$ รอบการทำงานของกลุ่มคนงาน

จากสมการที่ 2 (ก-ค) จะเห็นได้ว่าวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรม *i* ในหน่วยที่ *j* ได้จากค่าน้อยที่สุดที่พิจารณาจาก 3 ปัจจัยคือ 1. ความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง 2. ความสัมพันธ์ของแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน 3. วันเสร็จโครงการ โดยปัจจัยแรกแบ่งออกเป็น 3 กรณีตามความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมคือ FTS, STS และ FTF โดยพิจารณาจากค่าที่น้อยที่สุดของกิจกรรมตามหลังทุกกิจกรรม ส่วนปัจจัยที่สองเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบ FTS ดังนั้นวันเสร็จช้าสุดของหน่วยที่ *j* จึงถูกกำหนดจากวันเริ่มช้าสุดของการทำงานในรอบถัดไปของกลุ่มคนงาน (n+1) ซึ่งหากเป็นกรณีที่ระยะเวลาการทำงานของกิจกรรมแต่ละหน่วยก่อสร้างเท่ากัน และลำดับการเข้าทำงานพิจารณาจากจำนวนวันที่กลุ่มคนงานเข้าทำงานและ/หรือจำนวนครั้งการทำงานที่น้อยกว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เข้าทำงาน แผนการทำงานของกลุ่มคนงานจะเหมือนดังภาพที่ 20 ซึ่งจะเห็นได้ว่ากิจกรรม A มีจำนวนกลุ่มคนงาน 2 กลุ่ม ทำงาน 5 หน่วยก่อสร้าง เมื่อกลุ่มคนงานมีรูปแบบการเข้างานเหมือนวิธีที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น กลุ่มคนงานที่หนึ่งจะได้รับมอบหมายให้ทำงานในหน่วยที่ 1, 3 และ 5 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มคนงานที่สองจะได้รับมอบหมายให้ทำงานในหน่วยที่ 2 และ 4 ตามลำดับ ดังนั้นหากพบว่าแต่ละกลุ่มคนงานมีรูปแบบการทำงานที่เหมือนกัน วันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมในหน่วยที่ *j* จะพิจารณาจากวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรมในหน่วยที่กลุ่มคนงานทำงานในรอบถัดไปคือหน่วยที่ *j* บวกกับจำนวนของกลุ่มคนงาน เช่น วันเสร็จช้าสุดของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 จะถูกกำหนดจากวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรม A ในหน่วยที่ 5 เนื่องจากพิจารณากิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 และกิจกรรมมีจำนวน 2 กลุ่มคนงาน และปัจจัยสุดท้ายคือวันเสร็จโครงการซึ่งทุกกิจกรรมจะเสร็จช้าสุดได้เท่ากับวันเสร็จโครงการ

หลังจากคำนวณแผนการทำงานช้าสุดของกิจกรรม ระยะเวลาลอยตัวรวม (total float, TF) คำนวณได้จากได้จากวันเริ่มช้าสุดลบด้วยวันเริ่มตามแผนงาน หรือวันเสร็จช้าสุดลบด้วยวันเสร็จตามแผนงาน จากกำหนดเวลาการทำงานของโครงการตัวอย่างที่ 1 สามารถคำนวณหาระยะเวลาลอยตัวรวมและกิจกรรมวิกฤตได้ดังภาพที่ 27



ภาพที่ 27 ระยะเวลาลอยตัวรวมและกิจกรรมวิกฤต

ภาพที่ 27 แสดงระยะเวลาลอยตัวรวมของกิจกรรมจากโครงการตัวอย่างที่ 1 ซึ่งเกิดจากวันเสร็จช้าสุดลบด้วยวันเสร็จตามแผนงาน ตัวอย่างเช่น กิจกรรม A ในหน่วยที่ 3 วันเสร็จช้าสุดตรงกับวันที่ 18 และวันเสร็จตามแผนงานตรงกับวันที่ 12 ดังนั้นผลต่างจึงมีค่าเท่ากับ 6 วัน ส่วนกิจกรรมวิกฤต ได้แก่ กิจกรรม B ในหน่วยที่ 3 ซึ่งมีวันเสร็จช้าสุดเท่ากับวันเสร็จตามแผนงาน หรือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วันเริ่มช้าสุดเท่ากับวันเริ่มตามแผนงาน ดังนั้นระยะเวลาลอยตัวรวมสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

$$TF_{i,j} = LF_{i,j} - SFD_{i,j}$$

หรือ $TF_{i,j} = LS_{i,j} - SSD_{i,j}$ (3)

โดยที่ TF = ระยะเวลาลอยตัวรวม (วัน)
LF = วันเสร็จช้าสุด
LS = วันเริ่มช้าสุด
SSD = วันเริ่มตามแผนงาน
SFD = วันเสร็จตามแผนงาน
i = กิจกรรม
j = หน่วยก่อสร้าง

2. ขั้นตอนการประมวลผลเพื่อหาระยะเวลาลอยตัวของโปรแกรม KU RCP 2.0

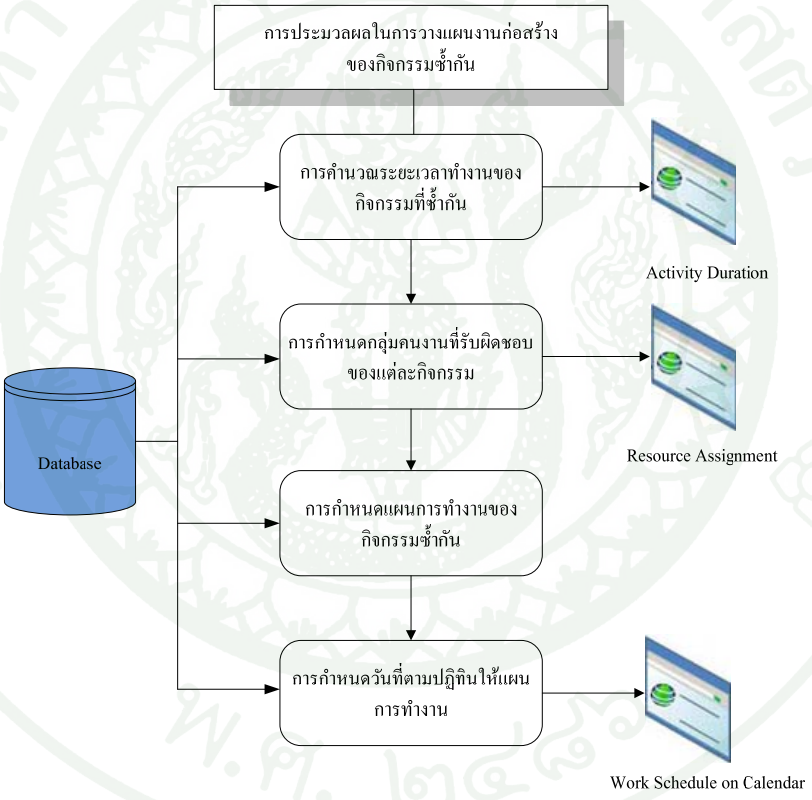
จากงานวิจัยที่ผ่านมาโปรแกรม KU RCP 2.0 ประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงาน 3 ส่วนคือ 1. การวางแผนเพื่อวิเคราะห์หากำหนดเวลาทำงานของกิจกรรมซ้ำกันและกิจกรรมไม่ซ้ำ 2. การประเมินสถานภาพความก้าวหน้าของโครงการระหว่างการก่อสร้าง 3. การปรับแผนการทำงานเพื่อวิเคราะห์หากำหนดเวลาทำงานของกิจกรรมที่เหลือ ในงานวิจัยนี้ได้เพิ่มความสามารถของโปรแกรมในส่วนของการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งในฟังก์ชันการวางแผนเพื่อกำหนดเวลาการทำงานและการปรับแผนการทำงาน

ฟังก์ชันการวางแผนเพื่อวิเคราะห์หากำหนดเวลาทำงานของกิจกรรมซ้ำกันของโปรแกรม KU RCP 2.0 ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ 1. การคำนวณระยะเวลาทำงานของแต่ละกิจกรรม 2. การกำหนดกลุ่มคนงานที่รับผิดชอบของกิจกรรมในแต่ละหน่วยก่อสร้าง 3. การกำหนดแผนการทำงาน และสุดท้ายคือการกำหนดวันที่ตามปฏิทินดังภาพที่ 28 ส่วนการวิเคราะห์หากำหนดเวลาทำงานของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

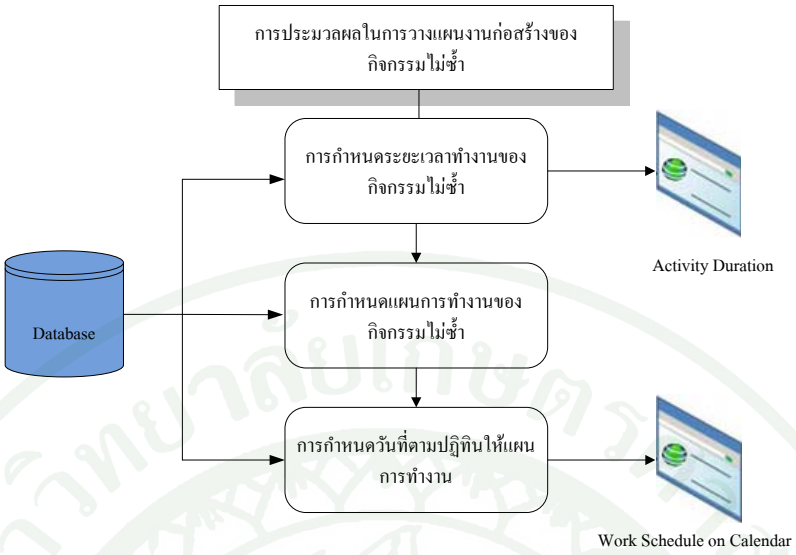
กิจกรรมที่ไม่ซ้ำประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ 1. การกำหนดระยะเวลาทำงานของแต่ละกิจกรรม 2. การกำหนดแผนการทำงาน และสุดท้ายคือการกำหนดวันที่ตามปฏิทินดังภาพที่ 29

ส่วนฟังก์ชันการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวของโปรแกรม KU RCP 2.0 ได้เพิ่มขั้นตอนการวิเคราะห์หากำหนดเวลาทำงานช้าสุดในส่วนการกำหนดแผนการทำงานของกิจกรรมซ้ำกันและกิจกรรมไม่ซ้ำ โดยระยะเวลาลอยตัววิเคราะห์จากผลต่างของวันเสร็จช้าสุดและวันเสร็จตามแผนงานสำหรับระยะเวลาลอยตัวรวม หรือวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงานสำหรับระยะเวลาลอยตัวอิสระดังภาพที่ 30 และ 31 ตามลำดับ

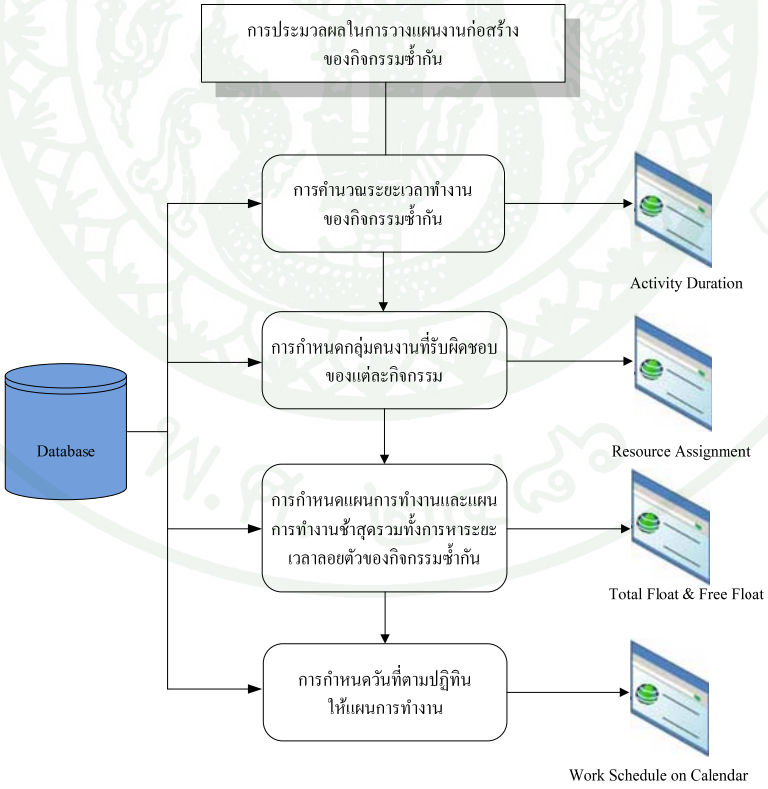


ภาพที่ 28 แผนภาพการประมวลผลในขั้นตอนการวางแผนงานของกิจกรรมซ้ำกันโดยโปรแกรม KU RCP 2.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

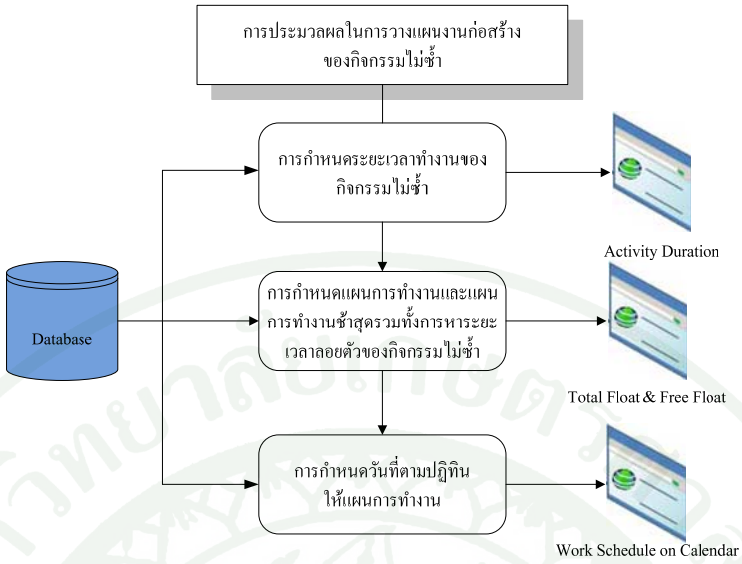


ภาพที่ 29 แผนภาพการประมวลผลในขั้นตอนการวางแผนงานของกิจกรรมไม่ซ้ำโดยโปรแกรม KU RCP 2.0



ภาพที่ 30 แผนภาพการประมวลผลในส่วนเพิ่มของการวางแผนงานสำหรับการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมซ้ำกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 31 แผนภาพการประมวลผลในส่วนเพิ่มเติมของการวางแผนงานสำหรับการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมไม่ซ้ำ

การประมวลผลในส่วนเพิ่มของการวางแผนงานก่อสร้างสำหรับการหาระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมซ้ำกันประกอบไปด้วยขั้นตอนหลักในการทำงาน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การคำนวณระยะเวลาทำงานของแต่ละกิจกรรม

โปรแกรมจะคำนวณระยะเวลาการทำงานจากการกำหนดระยะเวลาของกิจกรรม หรือปริมาณงานของแต่ละกิจกรรมร่วมกับข้อมูลผลิตภาพในการทำงานของกลุ่มคนงานจากผู้ใช้โปรแกรม โดยระยะเวลาทำงาน (D) คำนวณได้จากปริมาณงานที่กำหนดให้ (Q) หารด้วยผลิตภาพในการทำงานของกลุ่มคนงานต่อวัน (P)

$$D = Q / P \tag{4}$$

2) การกำหนดกลุ่มคนงานเพื่อรับผิดชอบการทำงานแต่ละกิจกรรม

โปรแกรมจะกำหนดกลุ่มคนงานที่รับผิดชอบโดยพิจารณากลุ่มคนงานที่มีระยะเวลาในการทำงานรวมและ/หรือจำนวนครั้งที่ได้รับมอบหมายงานที่น้อยที่สุดก่อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) การกำหนดแผนการทำงานและแผนการทำงานช้าสุด

โปรแกรมจะคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงานในรูปของจำนวนวันทำงานโดยพิจารณาจากวิธีการวางแผนที่กำหนดโดยผู้ใช้โปรแกรมซึ่งมี 2 วิธีคือ Repetitive Scheduling Approach และ Early-Start Approach โดยคำนึงถึงข้อมูลความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง กำหนดเวลาทำงานของกลุ่มคนงาน ระยะเวลาระหว่างกิจกรรมและระยะเวลาทำงาน ส่วนการวิเคราะห์หากำหนดเวลาทำงานช้าสุดทำได้โดยการคำนวณย้อนกลับตามหลักการเส้นทางวิกฤต (CPM) โดยพิจารณาข้อมูลเดียวกับการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงาน จากนั้นโปรแกรมจึงจะคำนวณระยะเวลาลอยตัวซึ่งประกอบด้วย 1. ระยะเวลาลอยตัวอิสระ 2. ระยะเวลาลอยตัวรวม โดยระยะเวลาลอยตัวอิสระสามารถคำนวณได้จากค่าน้อยที่สุดที่พิจารณาจากวันเริ่มหรือวันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรมตามความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง กำหนดเวลาทำงานของกลุ่มคนงานระหว่างหน่วยก่อสร้างและระยะเวลาโครงการ ส่วนระยะเวลาลอยตัวรวมคำนวณได้จากผลต่างระหว่างวันเสร็จช้าสุดและวันเสร็จตามแผนงานซึ่งระยะเวลาลอยตัวของแต่ละกิจกรรมอยู่ในรูปของวันทำงาน

4) การกำหนดวันที่ตามปฏิทินให้แผนการทำงาน

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการวางแผนการทำงาน โดยโปรแกรมจะเปลี่ยนแผนการทำงานที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 ซึ่งอยู่ในรูปวันที่ทำงานให้สอดคล้องกับวันที่ตามปฏิทินโดยพิจารณาถึงจำนวนวันทำงานต่อสัปดาห์ วันหยุดพิเศษ และระยะเวลาระหว่างกิจกรรม (lag time) ซึ่งโปรแกรมกำหนดให้ระยะเวลาระหว่างกิจกรรมเป็นระยะเวลาที่กิจกรรม 2 กิจกรรมมีการทำงานที่เหลื่อมกันด้วยเนื้องานหรือห่างกันตามวันทำงานมิใช่วันที่ตามปฏิทิน

การประมวลผลในส่วนเพิ่มของการวางแผนงานก่อสร้างสำหรับการหาระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมไม่ซ้ำประกอบไปด้วยขั้นตอนหลักในการทำงาน 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ระยะเวลาของการทำงานแต่ละกิจกรรม

โปรแกรมจะตรวจสอบและดึงค่าระยะเวลาการทำงานของกิจกรรมไม่ซ้ำที่กำหนดโดยผู้ใช้โปรแกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) การกำหนดแผนการทำงานและแผนการทำงานช้าสุด

โปรแกรมจะคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงาน วันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดในรูปของวันที่ทำงาน แผนงานถูกกำหนดด้วยวิธี Early-Start การทำงานของโปรแกรมคล้ายกับในส่วนของกิจกรรมซ้ำกัน ต่างกันที่กิจกรรมไม่ซ้ำจะไม่พิจารณาแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน

3) การกำหนดวันที่ตามปฏิทินให้แผนการทำงาน

การทำงานของโปรแกรมเหมือนกับในส่วนของกิจกรรมซ้ำกัน

2.1 การวิเคราะห์ระยะเวลาลอยตัวอิสระ (Free Float Module)

การคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมประกอบด้วย 2 ส่วนคือ 1. ระยะเวลาลอยตัวอิสระสำหรับกิจกรรมซ้ำกัน 2. ระยะเวลาลอยตัวอิสระสำหรับกิจกรรมไม่ซ้ำ

2.1.1 การคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระสำหรับกิจกรรมซ้ำกัน (Free Float for Repetitive Activity)

การคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระสำหรับกิจกรรมซ้ำกันของโปรแกรมเป็นไปตามแผนภาพที่ 32 โดยเริ่มพิจารณาจากหน่วยก่อสร้างแรกถึงหน่วยก่อสร้างสุดท้าย หน่วยก่อสร้างแรกตรวจสอบจากรหัสหน่วยก่อสร้าง (SequenceID) ที่ค่าน้อยสุด จากนั้นพิจารณากิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง โดยตรวจสอบกิจกรรมจากรหัสกิจกรรม (ActivityCode) เพื่อคำนวณและเก็บค่าระยะเวลาลอยตัวอิสระซึ่งแบ่งเป็น 4 กรณีคือ 1. ระยะเวลาลอยตัวอิสระจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมซ้ำกัน 2. ระยะเวลาลอยตัวอิสระจากแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน 3. ระยะเวลาลอยตัวอิสระจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมไม่ซ้ำ 4. กำหนดวันสิ้นสุดโครงการ รายละเอียดการคำนวณกรณีที่ 1 และ 3 แสดงดังภาพที่ 33 เนื่องจากการคำนวณเหมือนกัน ส่วนกรณีที่ 2 และ 4 แสดงดังภาพที่ 34 และ 35 ตามลำดับ เมื่อคำนวณเวลาลอยตัวอิสระทั้ง 4 กรณี โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบค่าของระยะเวลาลอยตัวอิสระที่มีค่าน้อยสุด และตรวจสอบกิจกรรมถัดไปจนครบทุกกิจกรรมในหน่วยก่อสร้าง จากนั้นจึงคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน่วยก่อสร้างถัดไปจนกระทั่งหน่วยก่อสร้างสุดท้ายและส่งค่าระยะเวลาลอยตัวอิสระที่ได้นำไปแสดงผล

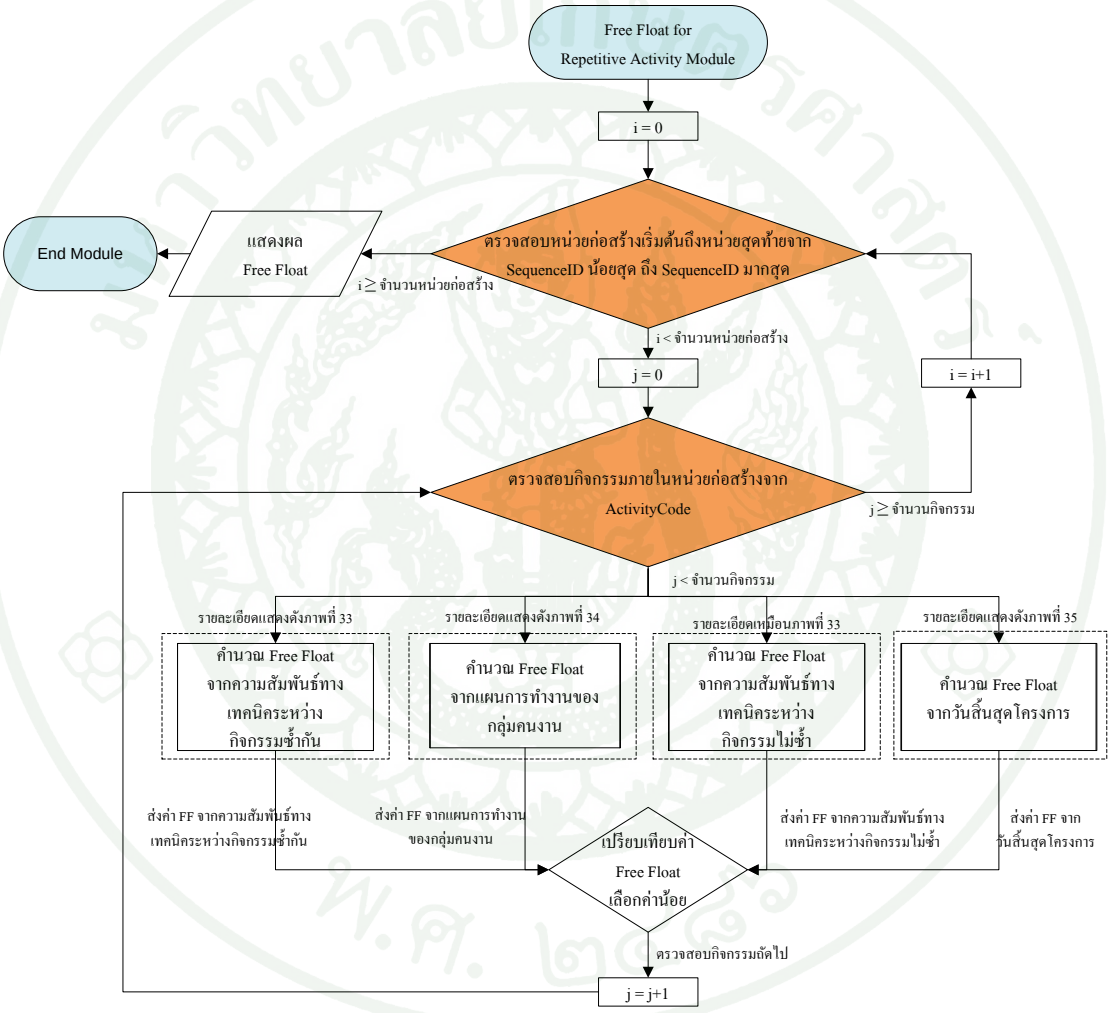
การคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมซ้ำกันจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมซ้ำกันแสดงดังภาพที่ 33 โดยเริ่มจากการ SELECT กิจกรรมที่มี ActivityCode ของกิจกรรมที่พิจารณาที่ทำหน้าที่เป็นกิจกรรมก่อนหน้า (Predecessor) เพื่อตรวจสอบกิจกรรมตามหลัง พร้อมทั้งเรียกค่าวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรมที่พิจารณาและกิจกรรมตามหลัง (SSD_i, SFD_i, SSD_j, SFD_j) ระยะเวลาระหว่างกิจกรรม ($LagTime_{j,k}$) รหัสความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรม (RelationshipID) จากนั้นโปรแกรมจะทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมซึ่งมีอยู่ 4 รูปแบบคือ FTS, STS, FTF และ STF พร้อมทั้งคำนวณและเก็บค่าระยะเวลาลอยตัวอิสระตามความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรม ต่อมาโปรแกรมจึงทำการตรวจสอบกิจกรรมตามหลังถัดไปและทำการคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระจากนั้นนำค่าระยะเวลาลอยตัวอิสระทั้งสองมาเปรียบเทียบและเลือกค่าน้อย เมื่อตรวจสอบกิจกรรมตามหลังครบทุกกิจกรรมโปรแกรมจะส่งค่าระยะเวลาลอยตัวอิสระที่ได้ไปเปรียบเทียบกับระยะเวลาลอยตัวอิสระที่ได้จากกรณีอื่น

การคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมซ้ำกันจากแผนการทำงานของกลุ่มคนงานแสดงดังภาพที่ 34 โดยเริ่มพิจารณาจากหน่วยก่อสร้างที่ตามหลังหน่วยก่อสร้างที่พิจารณา ต่อมาตรวจสอบกิจกรรมที่ ActivityCode ตรงกับกิจกรรมที่พิจารณาและตรวจสอบกลุ่มคนงานจากรหัสกลุ่มคนงาน (WorkGroupCode) หากกลุ่มคนงานไม่ตรงกันโปรแกรมจะทำการตรวจสอบกิจกรรมในหน่วยก่อสร้างถัดไป หากตรวจสอบพบว่ากลุ่มคนงานตรงกันโปรแกรมจะทำการเรียกค่า วันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรมในหน่วยก่อสร้างที่พิจารณา ($SFD_{i,j}$) และวันเริ่มของกิจกรรมในหน่วยก่อสร้างที่พบกลุ่มคนงานเดียวกันในรอบการทำงานถัดไป ($SSD_{i,j++}$) เพื่อนำมาคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระ จากนั้นโปรแกรมจะส่งค่าระยะเวลาลอยตัวอิสระที่ได้ไปเปรียบเทียบกับระยะเวลาลอยตัวอิสระที่ได้จากกรณีอื่น

การคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมซ้ำกันจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมไม่ซ้ำเหมือนภาพที่ 33 การทำงานเหมือนการหาระยะเวลาลอยตัวอิสระจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมซ้ำกัน แต่กิจกรรมตามหลังที่ได้จากกรณีนี้เป็นกิจกรรมไม่ซ้ำ

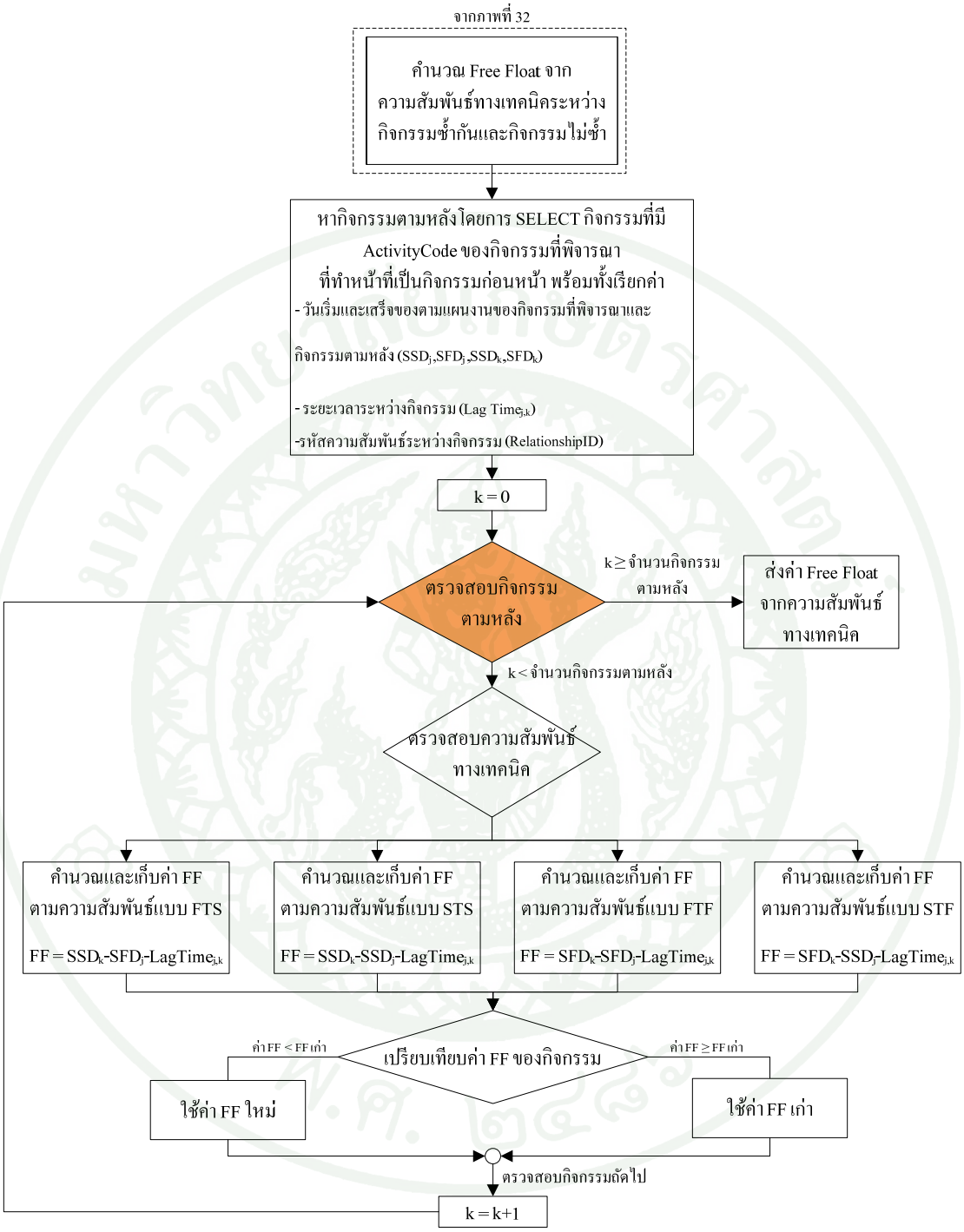
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมซ้ำกันจากกำหนดวันสิ้นสุดโครงการแสดงดังภาพที่ 35 โดยเริ่มตรวจสอบวันสิ้นสุดโครงการจากผู้ใช้โปรแกรมซึ่งกำหนดได้ 2 วิธีคือ 1. วันเสร็จโครงการที่เร็วที่สุด (earliest project end date, EPE) 2. วันสิ้นสุดสัญญา (contract end date, CED) ต่อมาคำนวณและเก็บค่าระยะเวลาลอยตัวอิสระ จากนั้นโปรแกรมจะส่งค่าระยะเวลาลอยตัวอิสระที่ได้ไปเปรียบเทียบกับระยะเวลาลอยตัวอิสระที่ได้จากกรณีอื่น



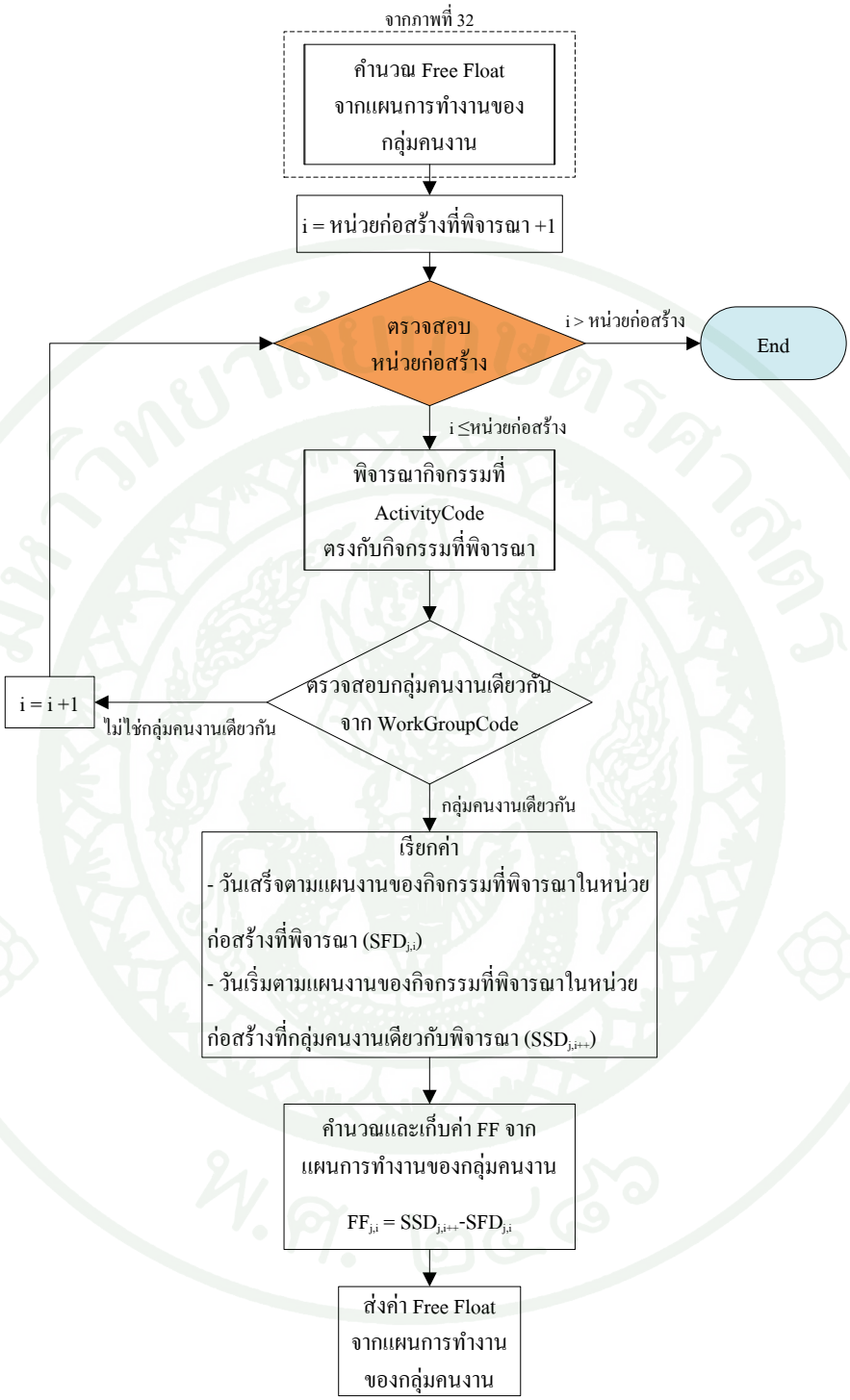
ภาพที่ 32 แผนภาพการคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมซ้ำกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



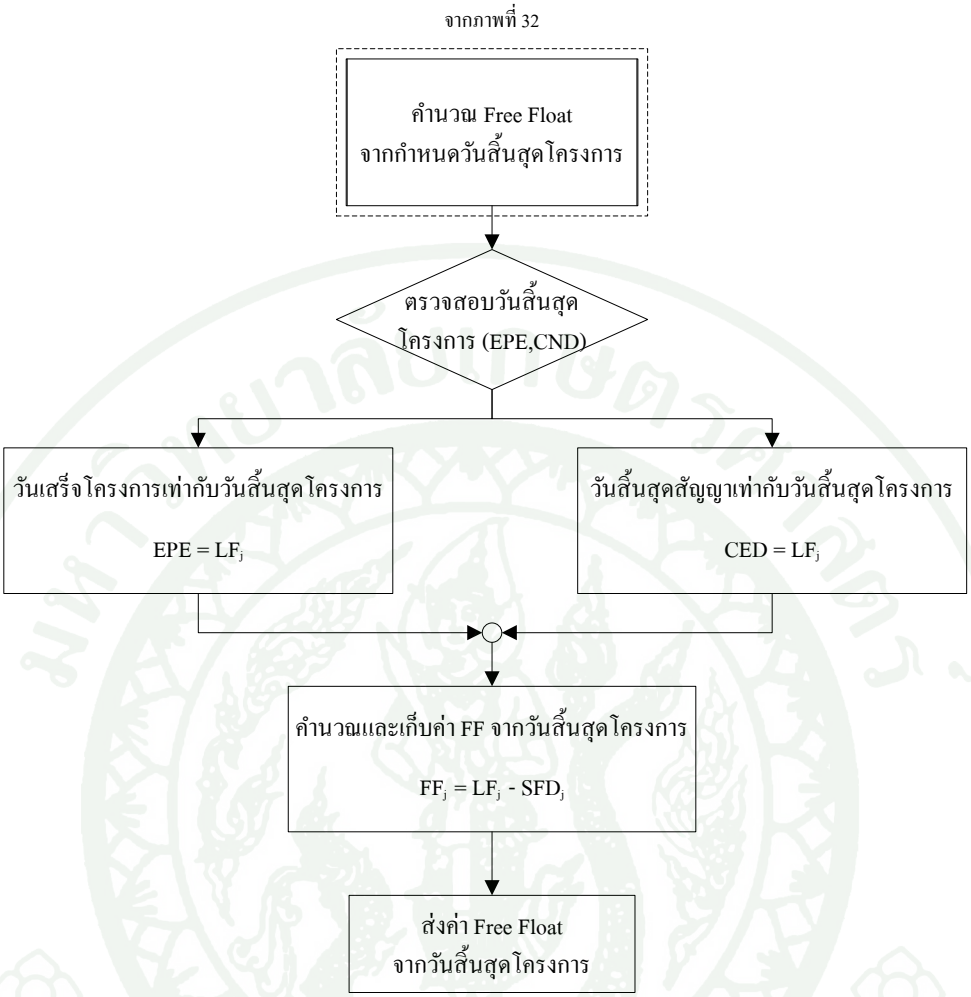
ภาพที่ 33 แผนภาพการคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมซ้ำกันจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมซ้ำกัน และความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมไม่ซ้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 34 แผนภาพการคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมซ้ำกันจากแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 35 แผนภาพการคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระของกิจกรรมซ้ำกันจากกำหนดวันสิ้นสุดโครงการ

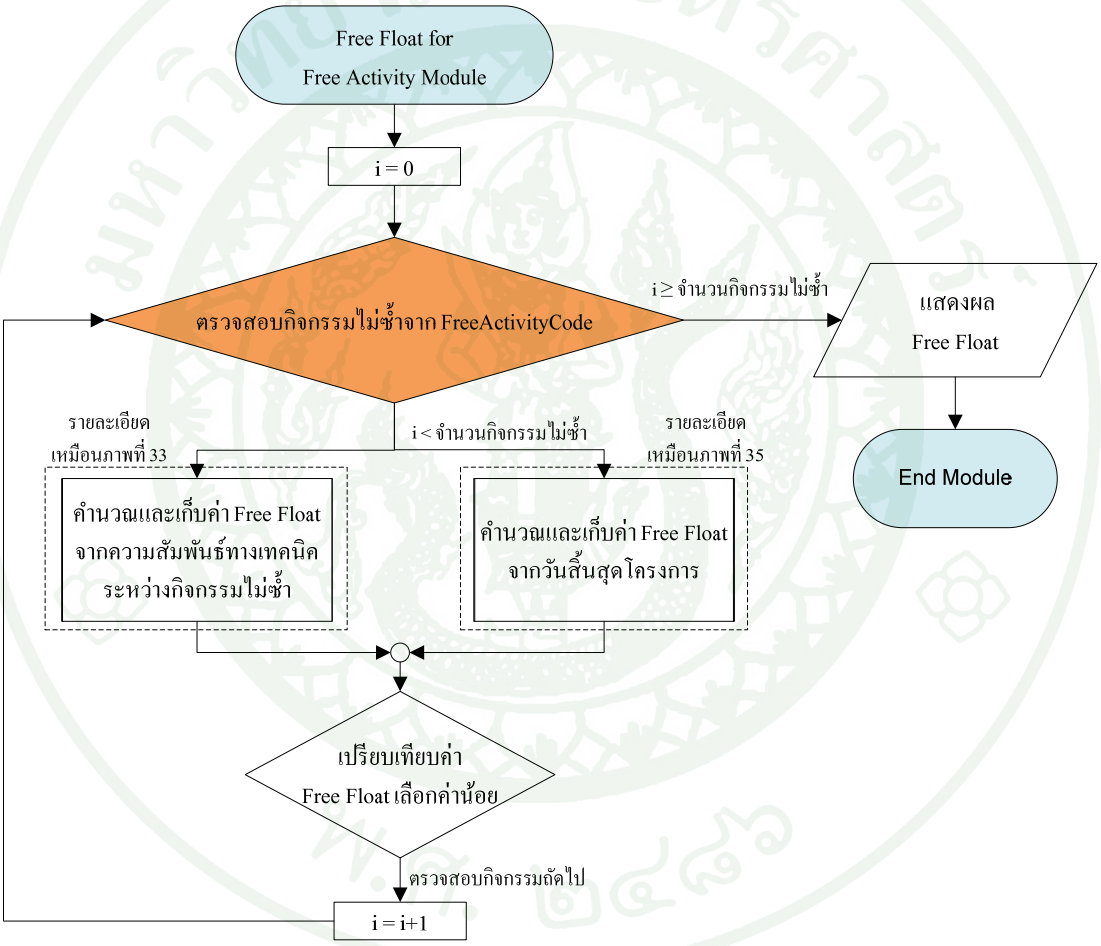
2.1.2 การคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระสำหรับกิจกรรมไม่ซ้ำ (Free Float for Free Activity)

การคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระสำหรับกิจกรรมไม่ซ้ำของโปรแกรมเป็นไปตามแผนภาพที่ 36 โดยเริ่มตรวจสอบกิจกรรมไม่ซ้ำจากรหัสกิจกรรมไม่ซ้ำ (FreeActivityCode) จากนั้นคำนวณและเก็บค่าระยะเวลาลอยตัวอิสระซึ่งแบ่งเป็น 2 กรณีคือ 1.เวลาลอยตัวอิสระจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมไม่ซ้ำ 2.กำหนดวันสิ้นสุดโครงการ รายละเอียดการคำนวณกรณีแรกเหมือนภาพที่ 33 แต่กิจกรรมตามหลังที่ได้เป็นกิจกรรมไม่ซ้ำ ส่วนกรณีที่สอง การคำนวณเหมือนภาพที่ 35 เมื่อโปรแกรมคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระจากทั้ง 2 กรณี ต่อมานำค่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทั้งสองมาเปรียบเทียบและเลือกค่าน้อย จากนั้นตรวจสอบกิจกรรมไม่ซ้ำถัดไปจนกระทั่งครบทุกกิจกรรม สุดท้ายส่งค่าระยะเวลาลอยตัวอิสระที่ได้ไปแสดงผล

ส่วนการคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระหลังจากการปรับแผนการทำงาน โปรแกรมจะทำการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงานทั้งกิจกรรมซ้ำกันและไม่ซ้ำหลังจากการปรับแผนงานก่อน จากนั้นคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระเหมือนขั้นตอนการวางแผนงาน



ภาพที่ 36 แผนภาพการคำนวณระยะเวลาลอยตัวอิสระสำหรับกิจกรรมไม่ซ้ำ

2.2 การวิเคราะห์ระยะเวลาลอยตัวรวม (Total Float Module)

การคำนวณระยะเวลาลอยตัวรวมของกิจกรรมประกอบด้วย 3 ขั้นตอน 1. คำนวณวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงาน 2. คำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรม 3. คำนวณระยะเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

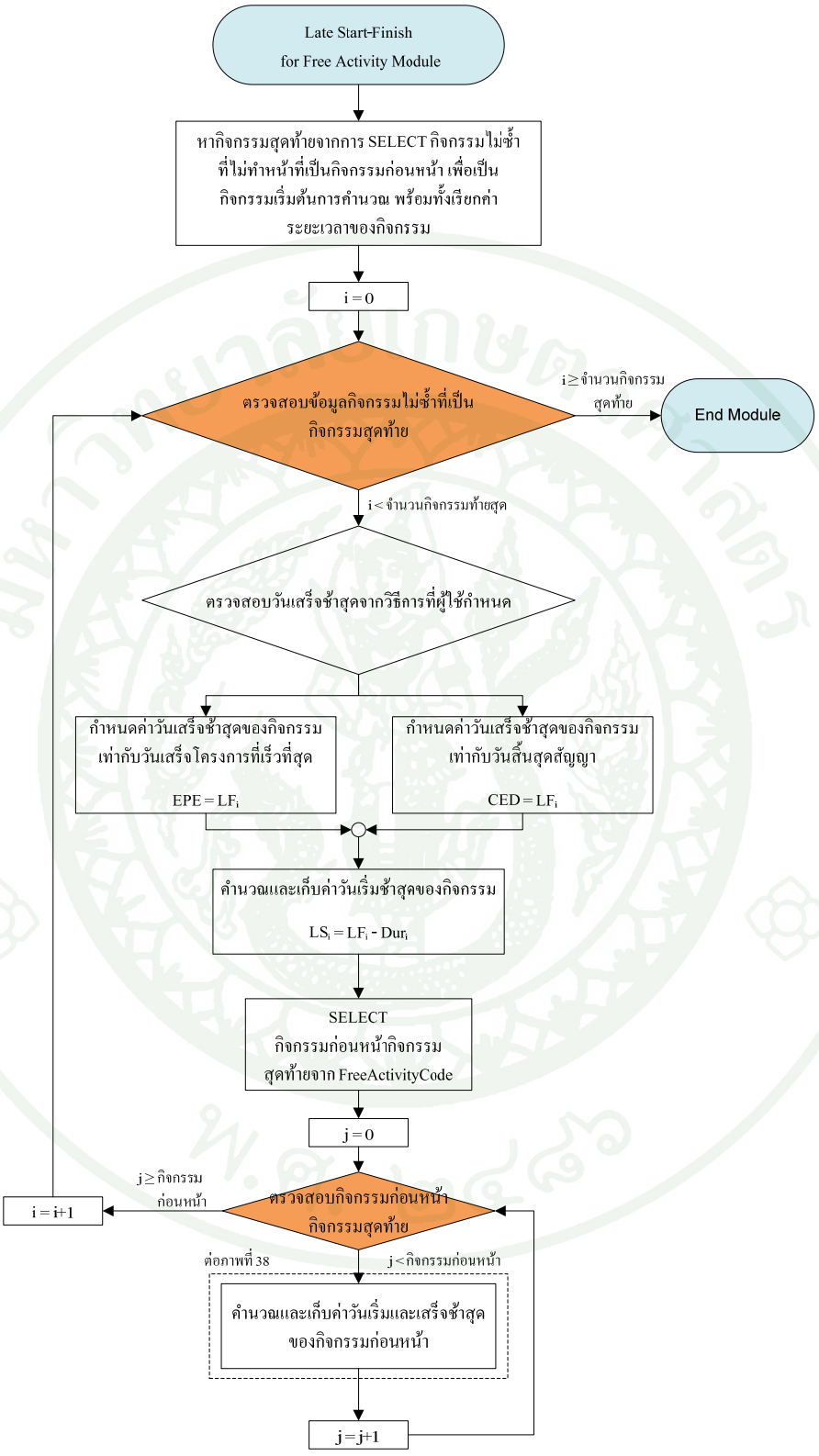
ลอยตัวรวม จากงานวิจัยที่ผ่านมาโปรแกรมสามารถคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงาน แต่ไม่สามารถคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรม โดยในการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ 1. คำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมไม่ซ้ำ 2. คำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกัน เมื่อคำนวณจากทั้งสองขั้นตอนจากนั้นจึงคำนวณระยะเวลาลอยตัวรวมของกิจกรรม

2.2.1 การคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมไม่ซ้ำ (Late Start and Late Finish for Free Activity)

การคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมไม่ซ้ำกิจกรรมสุดท้ายและก่อนสุดท้ายแสดงดังภาพที่ 37 โดยเริ่มจากตรวจสอบกิจกรรมไม่ซ้ำที่ไม่มีกิจกรรมตามหลังโดยการ SELECT กิจกรรมไม่ซ้ำที่ไม่ทำหน้าที่เป็นกิจกรรมก่อนหน้าพร้อมทั้งเรียกค่าระยะเวลาของกิจกรรม ต่อมาตรวจสอบวันเสร็จช้าสุดจากกำหนดวันสิ้นสุดโครงการซึ่งกำหนดโดยผู้ใช้โปรแกรม จากนั้นทำการคำนวณและเก็บค่าวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมสุดท้าย ซึ่งการคำนวณวันเริ่มช้าสุดทำได้โดยนำวันเสร็จช้าสุดลบด้วยระยะเวลาทำงานของกิจกรรม จากนั้นตรวจหากิจกรรมก่อนหน้าโดยการ SELECT กิจกรรมก่อนหน้ากิจของกรรมสุดท้ายโดยพิจารณาจาก FreeActivityCode ที่เหมือนกับกิจกรรมก่อนหน้าของกิจกรรมสุดท้าย แล้วจึงเข้าฟังก์ชันการคำนวนวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมก่อนหน้าดังภาพที่ 38

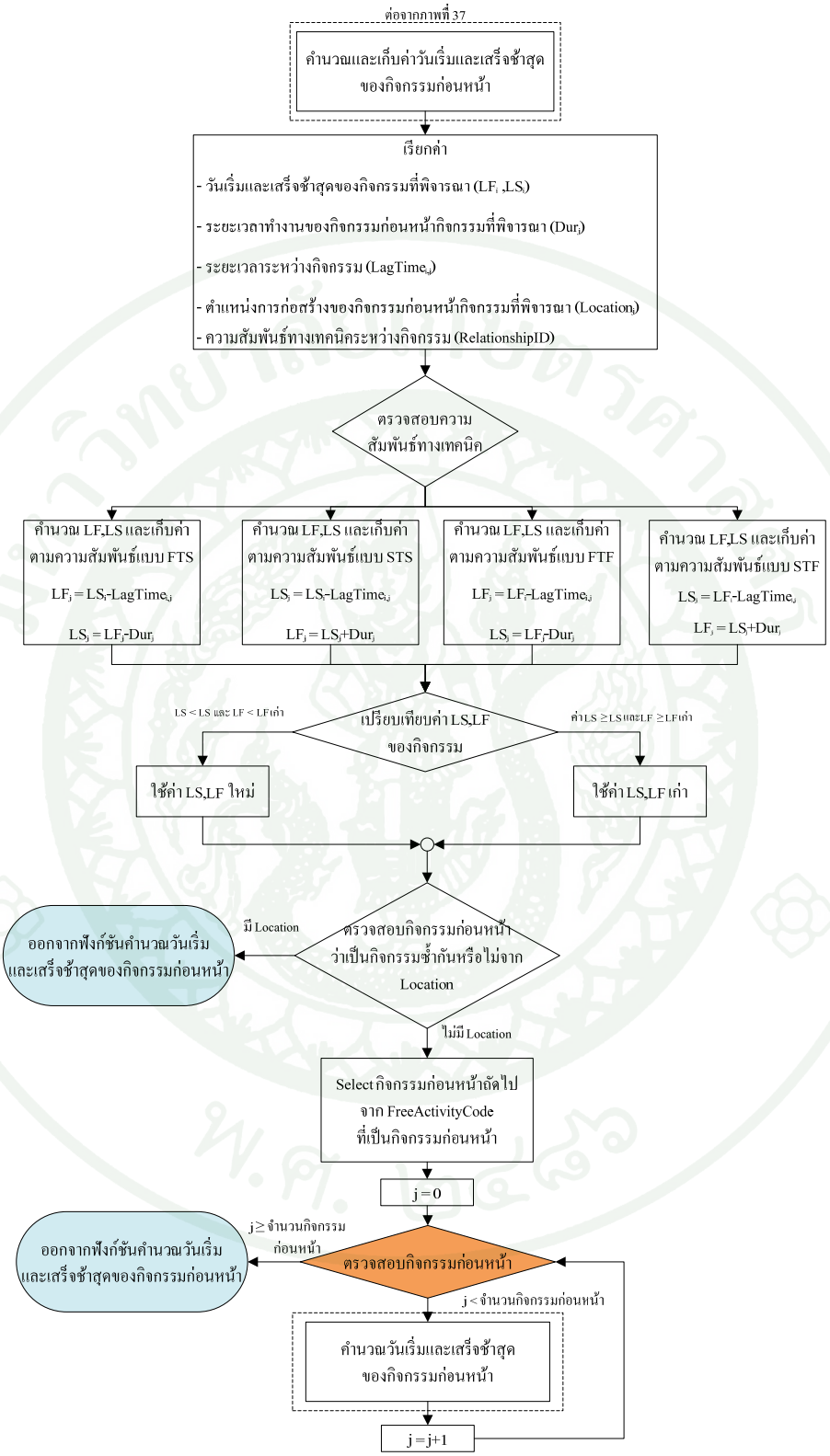
การคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมไม่ซ้ำของกิจกรรมก่อนหน้าเริ่มจากการเรียกค่าของกิจกรรมก่อนหน้าได้แก่ วันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมที่พิจารณา (LS_i, LF_i) ระยะเวลาทำงานของกิจกรรมก่อนหน้า (Dur_j) รหัสความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรม (RelationshipID) และตำแหน่งการก่อสร้างของกิจกรรมก่อนหน้า ($Location_j$) จากนั้นตรวจสอบความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมเพื่อใช้คำนวณและเก็บค่าวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดซึ่งแบ่งเป็น 4 กรณี FTS, STS, FTF และ STF ต่อมาตรวจสอบกิจกรรมก่อนหน้าว่าเป็นกิจกรรมซ้ำกันหรือไม่จากตำแหน่งการก่อสร้าง (Location) หากกิจกรรมนั้นมี Location กิจกรรมดังกล่าวจะออกจากฟังก์ชันการทำงานและกลับมากิจกรรมตามหลังเพื่อตรวจหากิจกรรมก่อนหน้าถัดไป หากกิจกรรมไม่มี Location โปรแกรมจะทำการ SELECT กิจกรรมก่อนหน้าถัดไปและเข้าฟังก์ชันการทำงานดังภาพที่ 38 ต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 37 แผนภาพการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมไม่ซ้ำที่เป็นกิจกรรมท้ายสุด และตรวจสอบกิจกรรมก่อนสุดท้าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 38 แผนภาพฟังก์ชันการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมไม่ซ้ำที่เป็นกิจกรรมก่อนหน้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.2 การคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกัน (Late Start and Late Finish for Repetitive Activity)

การคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันประกอบด้วย 4 ส่วน คือ 1. กำหนดวันสิ้นสุดโครงการ 2. จัดลำดับกิจกรรมในการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด 3. คำนวณและเก็บค่าวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด และสุดท้ายนำค่าที่ได้ไปแสดงผล

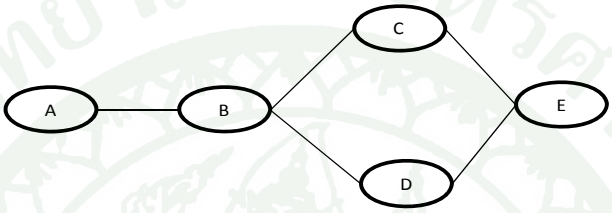
ส่วนแรกการกำหนดวันวันสิ้นสุดโครงการ ผู้ใช้โปรแกรมสามารถกำหนดวันสิ้นสุดโครงการได้จากวันเสร็จโครงการที่เร็วที่สุด (earliest project end date, EPE) หรือวันสิ้นสุดสัญญา (contract end date, CED) ส่วนวันเริ่มช้าสุดคำนวณจากกำหนดวันสิ้นสุดโครงการลบด้วยระยะเวลาของกิจกรรม

การจัดลำดับกิจกรรมในการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด เริ่มจากการตรวจสอบกิจกรรมเริ่มต้น ต่อมาตรวจสอบกิจกรรมตามหลังจนกระทั่งไม่พบกิจกรรมตามหลัง จากนั้นกิจกรรมที่ไม่มีกิจกรรมตามหลังจะถูกเก็บเข้าลำดับที่หนึ่งของการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด ต่อมากลับไปตรวจกิจกรรมก่อนหน้าว่ามีกิจกรรมตามหลังอื่นหรือไม่ ถ้าไม่มีกิจกรรมจะถูกเก็บเข้าลำดับของการคำนวณถัดไป หากพบกิจกรรมตามหลังจะโปรแกรมทำการตรวจสอบกิจกรรมตามหลังจนกระทั่งไม่พบกิจกรรมตามหลังแล้วจึงเก็บเข้าลำดับของการคำนวณ แต่หากไม่พบกิจกรรมตามหลังกิจกรรมดังกล่าวจะถูกเก็บเข้าในลำดับของการคำนวณถัดไป ตัวอย่างเช่น กิจกรรม A เป็นกิจกรรมเริ่มต้น กิจกรรม B ตามหลังกิจกรรม A และกิจกรรม C และ D ตามหลังกิจกรรม B สุดท้ายกิจกรรม E ตามหลังกิจกรรม C และ D ดังภาพที่ 39

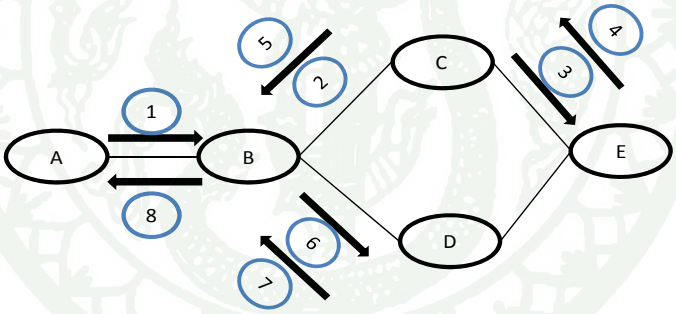
จากโครงข่ายตัวอย่าง กิจกรรม A เป็นกิจกรรมเริ่มต้นเมื่อตรวจสอบกิจกรรมตามหลัง พบกิจกรรม B จากนั้นตรวจสอบกิจกรรมตามหลัง B พบกิจกรรม C และ D กรณีพบกิจกรรมตามหลังมากกว่า 1 กิจกรรม ให้เลือกกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง สมมติเลือกกิจกรรม C ตรวจสอบกิจกรรมตามหลัง C พบกิจกรรม E และเมื่อตรวจสอบกิจกรรมตามหลัง E ปรากฏว่าไม่พบกิจกรรมตามหลังจึงเก็บกิจกรรม E เข้าลำดับในการคำนวณเป็นลำดับที่หนึ่ง จากนั้นจึงย้อนกลับมาที่กิจกรรม C ตรวจสอบกิจกรรมตามหลัง C พบกิจกรรม E แต่กิจกรรม E ถูกเก็บเข้าลำดับในการคำนวณแล้ว จึงเก็บกิจกรรม C เข้าลำดับในการคำนวณเป็นลำดับที่สอง จากนั้นย้อนกลับมาที่กิจกรรม B ตรวจกิจกรรมตามหลัง B พบกิจกรรม C และ D แต่กิจกรรม C ถูกเก็บเข้าลำดับแล้วจึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

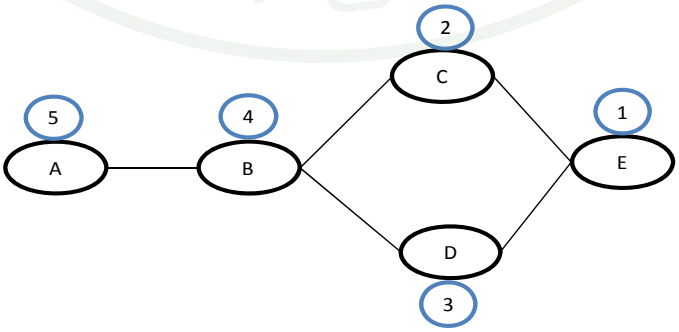
เลือกกิจกรรม D จากนั้นตรวจกิจกรรมตามหลัง D พบกิจกรรม E แต่กิจกรรม E ถูกเก็บเข้าลำดับแล้ว กิจกรรม D จึงถูกเก็บเข้าลำดับการคำนวณเป็นลำดับที่สาม จากนั้นย้อนกลับมาที่กิจกรรม B ตรวจสอบกิจกรรมตามหลังพบ C และ D แต่ทั้งสองกิจกรรมถูกเก็บเข้าลำดับแล้วกิจกรรม B จึงถูกเก็บเข้าลำดับที่สี่ และสุดท้ายย้อนกลับมาที่กิจกรรม A ตรวจพบกิจกรรม B ตามหลังแต่กิจกรรม B ถูกเก็บเข้าลำดับแล้ว กิจกรรม A จึงเป็นลำดับสุดท้ายของการคำนวณ ลำดับการตรวจสอบกิจกรรมแสดงดังภาพที่ 40 และลำดับการคำนวณของกิจกรรมแสดงดังภาพที่ 41



ภาพที่ 39 โครงข่ายตัวอย่างในการจัดลำดับกิจกรรมในการคำนวณย้อนกลับ



ภาพที่ 40 ลำดับการตรวจสอบกิจกรรมเพื่อเก็บเข้าลำดับการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมจากโครงข่ายตัวอย่าง

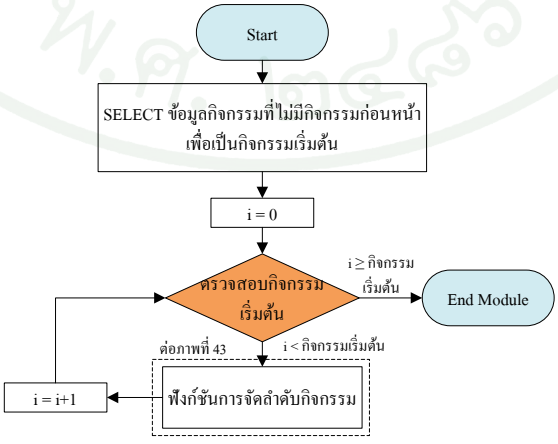


ภาพที่ 41 ลำดับการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมจากโครงข่ายตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

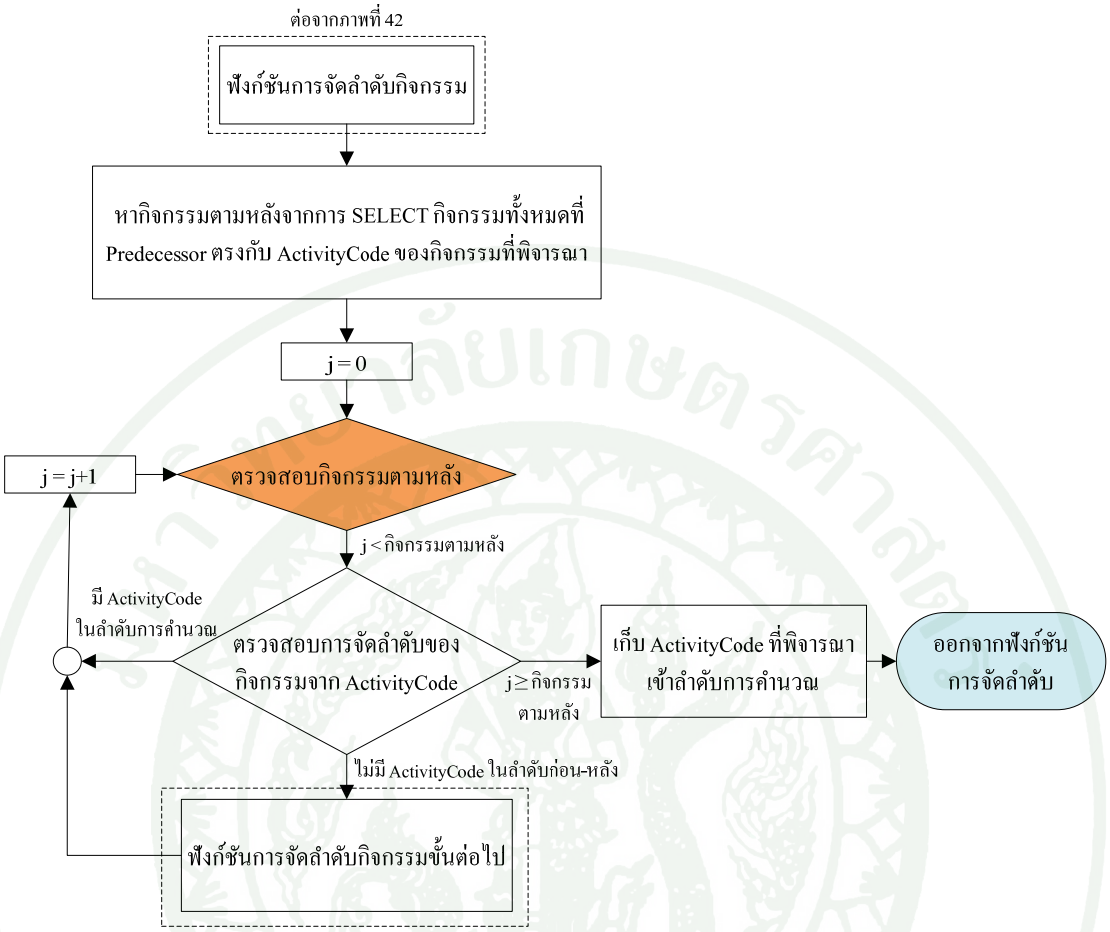
จากหลักการในการตรวจสอบและจัดลำดับของกิจกรรมในการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดดังกล่าวได้นำมาพัฒนาโปรแกรม ซึ่งแสดงดังภาพที่ 42 และ 43 ตามลำดับ ภาพที่ 42 แสดงการตรวจสอบกิจกรรมเริ่มต้นก่อนเข้าฟังก์ชันการจัดลำดับกิจกรรมโดยเริ่มตรวจหากิจกรรมเริ่มต้นจากการ SELECT กิจกรรมที่ไม่มีกิจกรรมก่อนหน้า (Predecessor = Null) จากนั้นจึงเข้าสู่ฟังก์ชันการจัดลำดับกิจกรรม ซึ่งแสดงดังภาพที่ 43 เมื่อกิจกรรมเริ่มต้นกิจกรรมแรกถูกเก็บเข้าในลำดับการคำนวณ จากนั้นโปรแกรมจะตรวจสอบกิจกรรมเริ่มต้นถัดไปและเข้าฟังก์ชันการจัดลำดับกิจกรรมต่อไป เมื่อตรวจสอบพบว่าไม่มีกิจกรรมเริ่มต้นโปรแกรมจะจบการทำงานในฟังก์ชันนี้

ภาพที่ 43 แสดงการทำงานของฟังก์ชันการจัดลำดับกิจกรรม โดยเริ่มตรวจหากิจกรรมตามหลังจากการ SELECT กิจกรรมทั้งหมดที่กิจกรรมก่อนหน้าตรงกับ ActivityCode ของกิจกรรมที่พิจารณา จากนั้นตรวจสอบข้อมูลกิจกรรมตามหลังและตรวจสอบว่ากิจกรรมนั้นถูกจัดเข้าลำดับมาก่อนหรือไม่ โดยตรวจสอบจาก ActivityCode หากไม่พบในลำดับของกิจกรรมโปรแกรมจะเข้าสู่ฟังก์ชันการจัดลำดับในขั้นถัดไปและตรวจสอบกิจกรรมตามหลังจนกระทั่งไม่พบกิจกรรมตามหลัง ต่อมาโปรแกรมจะเก็บกิจกรรมนั้นเข้าลำดับในการคำนวณแล้วออกจากฟังก์ชันการจัดลำดับ จากนั้นกลับมาตรวจสอบกิจกรรมก่อนหน้ากิจกรรมที่เข้าลำดับว่ามีกิจกรรมตามหลังอื่น หากมีกิจกรรมตามหลังจะเข้าสู่ฟังก์ชันการจัดลำดับต่อไป หากไม่มีกิจกรรมตามหลังกิจกรรมก่อนหน้าจะถูกเก็บเข้าลำดับในการคำนวณเป็นลำดับถัดไป และเมื่อออกจากฟังก์ชันจนกระทั่งกิจกรรมเริ่มต้นถูกเก็บเข้าลำดับในการคำนวณ โปรแกรมจะหากิจกรรมเริ่มต้นถัดไปดังภาพที่ 42



ภาพที่ 42 แผนภาพการตรวจสอบกิจกรรมเริ่มต้นก่อนเข้าสู่ฟังก์ชันการจัดลำดับกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 43 แผนภาพฟังก์ชันการจัดลำดับกิจกรรม

การทำงานของโปรแกรมในการกำหนดวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันแสดงดังภาพที่ 44 เริ่มจากหน่วยก่อสร้างสุดท้ายถึงหน่วยก่อสร้างแรกโดยตรวจสอบจาก SequenceID ค่ามากสุดถึงค่าน้อยสุด ต่อมาเลือกกิจกรรมที่ได้จากฟังก์ชันการจัดลำดับกิจกรรม โดยเลือกจากลำดับแรกไปยังลำดับสุดท้ายเพื่อคำนวณและเก็บค่าวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดซึ่งแบ่งเป็น 4 กรณี 1. วันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมซ้ำกัน 2. วันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดจากแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน 3. วันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดที่ได้จากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมไม่ซ้ำ ซึ่งค่านี้ได้จากขั้นตอนการหาค่าวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดระหว่างกิจกรรมไม่ซ้ำ 4. กำหนดวันสิ้นสุดโครงการ รายละเอียดการคำนวณในกรณีที่ 1, 2 และ 4 แสดงดังภาพที่ 45-47 ตามลำดับ เมื่อคำนวณค่าจากทั้ง 4 กรณี ต่อมาทำการเปรียบเทียบค่าวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดแล้วเลือกค่าน้อย จากนั้นตรวจสอบกิจกรรมถัดไปจนกระทั่งครบทุกกิจกรรม แล้วจึงตรวจสอบหน่วยก่อสร้างถัดไปจนครบทุกหน่วยก่อสร้าง

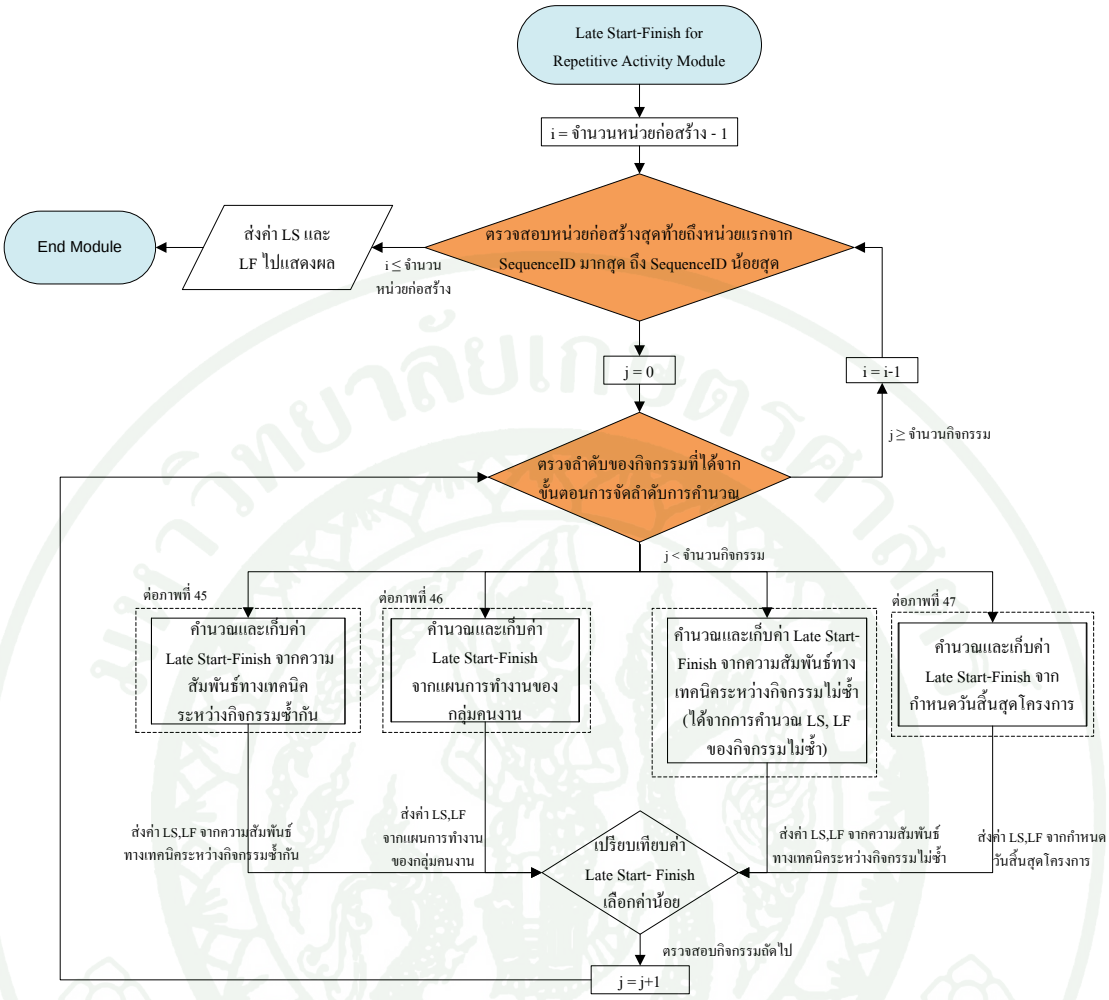
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 45 แสดงรายละเอียดการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมซ้ำกันโดยเริ่มจาก SELECT ข้อมูลกิจกรรมตามหลังทั้งหมดที่กิจกรรมก่อนหน้าตรงกับ ActivityCode ของกิจกรรมที่พิจารณาพร้อมทั้งเรียกค่าวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมตามหลัง (LS_k, LF_k) ระยะเวลาระหว่างกิจกรรม ($LagTime_{j,k}$) และรหัสความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรม (RelationshipID) ต่อมาตรวจสอบการปรับแผนงานหากมีการปรับแผนงานโปรแกรมจะคำนวณระยะเวลาของงานส่วนที่เหลือ จากนั้นตรวจสอบความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมซึ่งมี 4 รูปแบบคือ FTS, STS, FTF และ STF แล้วจึงคำนวณและเก็บค่าวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมที่พิจารณา จากนั้นตรวจสอบกิจกรรมตามหลังถัดไปและคำนวณค่าวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดแล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบและเลือกค่าน้อย เมื่อตรวจสอบครบทุกกิจกรรมโปรแกรมจะส่งค่าวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากกรณีอื่น

ภาพที่ 46 แสดงรายละเอียดการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมที่ได้จากแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน เริ่มพิจารณาจากหน่วยก่อสร้างถัดจากหน่วยก่อสร้างที่พิจารณา พร้อมทั้งพิจารณากิจกรรมที่ ActivityCode ตรงกับกิจกรรมที่พิจารณา จากนั้นตรวจสอบ WorkGroupCode ของกลุ่มคนงาน หากไม่ตรงกับ WorkGroupCode ของกิจกรรมที่พิจารณา โปรแกรมจะพิจารณาในหน่วยก่อสร้างถัดไป หากตรงกันโปรแกรมจะทำการเรียกค่าวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรมในหน่วยก่อสร้างนี้เพื่อกำหนดเป็นวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมที่พิจารณา จากนั้นตรวจสอบการปรับแผนงานเพื่อคำนวณระยะเวลาของงานส่วนที่เหลือเพื่อคำนวนวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรมที่พิจารณา โดยวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรมที่พิจารณาคำนวณได้จากการนำวันเสร็จช้าสุดลบด้วยระยะเวลาของงานส่วนที่เหลือ จากนั้นส่งค่าวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากกรณีอื่น

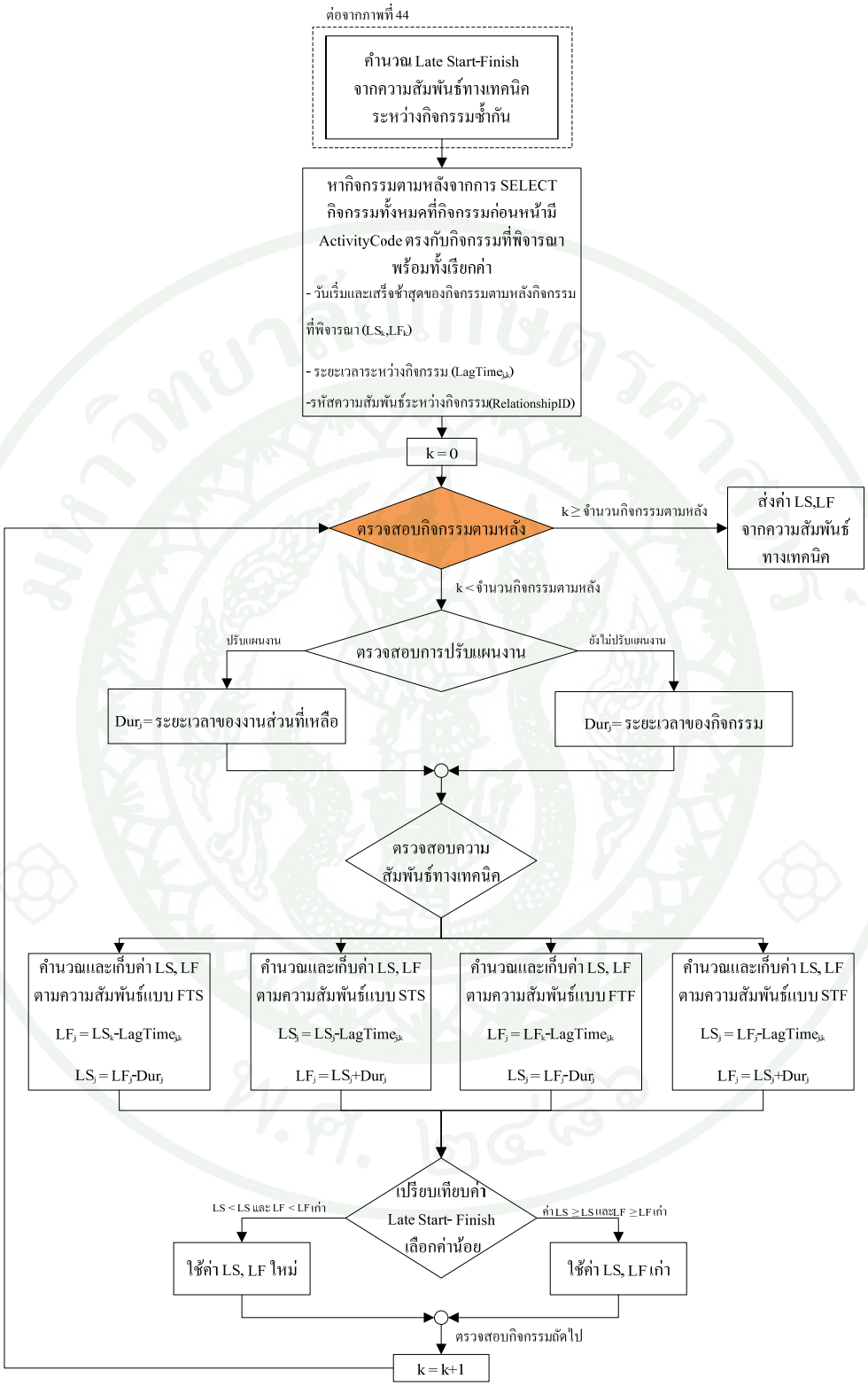
ภาพที่ 47 แสดงรายละเอียดการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมที่กำหนดจากวันสิ้นสุดโครงการ โดยเริ่มจากการตรวจสอบวันสิ้นสุดโครงการจากวันเสร็จโครงการที่เร็วที่สุด (earliest project end date, EPE) หรือจากวันสิ้นสุดสัญญา (contract end date, CED) เพื่อกำหนดเป็นวันเสร็จช้าสุด จากนั้นตรวจสอบการปรับแผนงานเพื่อคำนวณระยะเวลาของงานส่วนที่เหลือแล้วจึงคำนวณวันเริ่มช้าสุดของกิจกรรมโดยการนำวันเสร็จช้าสุดลบด้วยระยะเวลาของงานส่วนที่เหลือสุดท้ายส่งค่าวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากกรณีอื่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



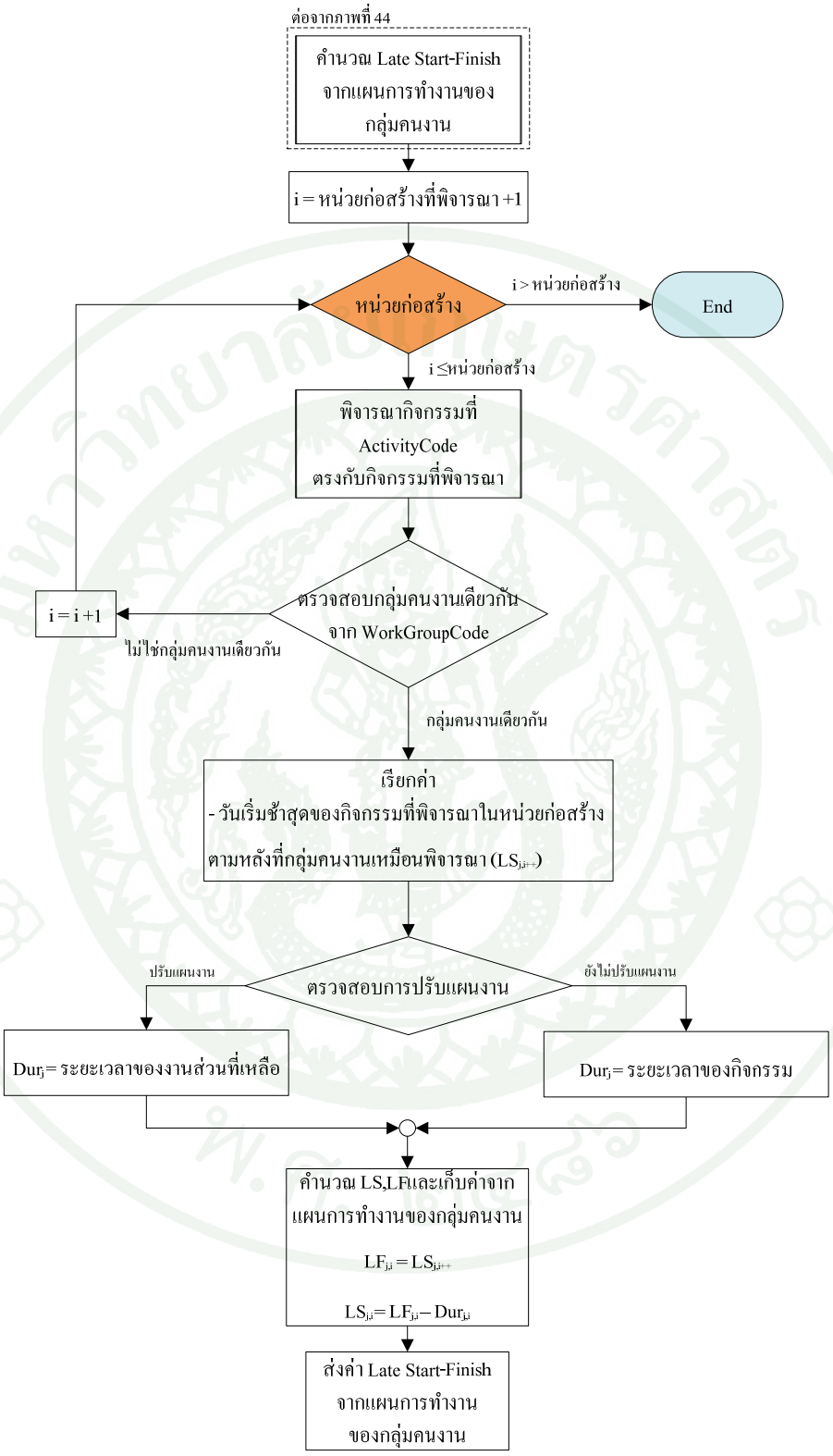
ภาพที่ 44 แผนภาพการกำหนดวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



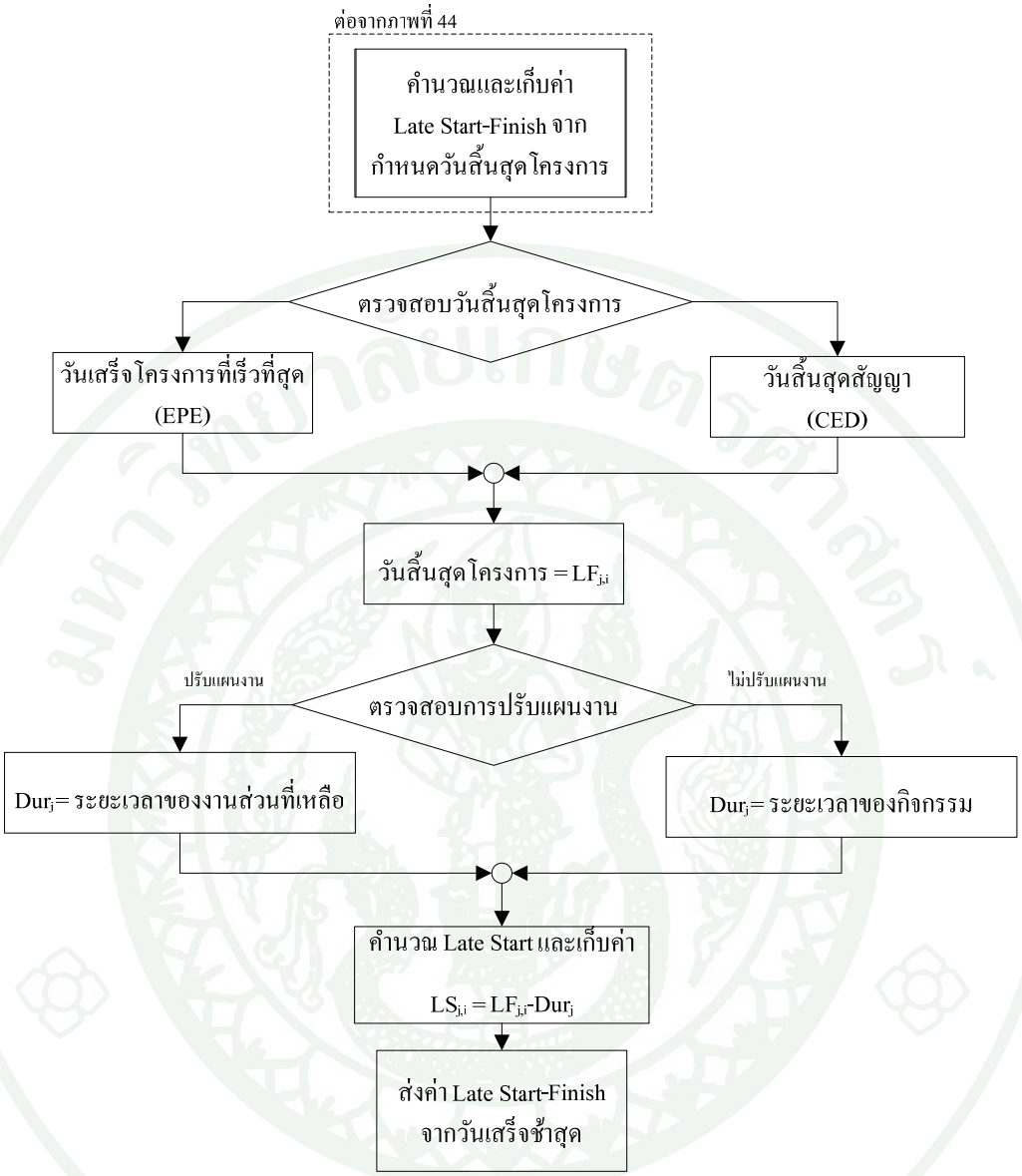
ภาพที่ 45 แผนภาพการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันจากความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมซ้ำกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 46 แผนภาพการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันจากแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



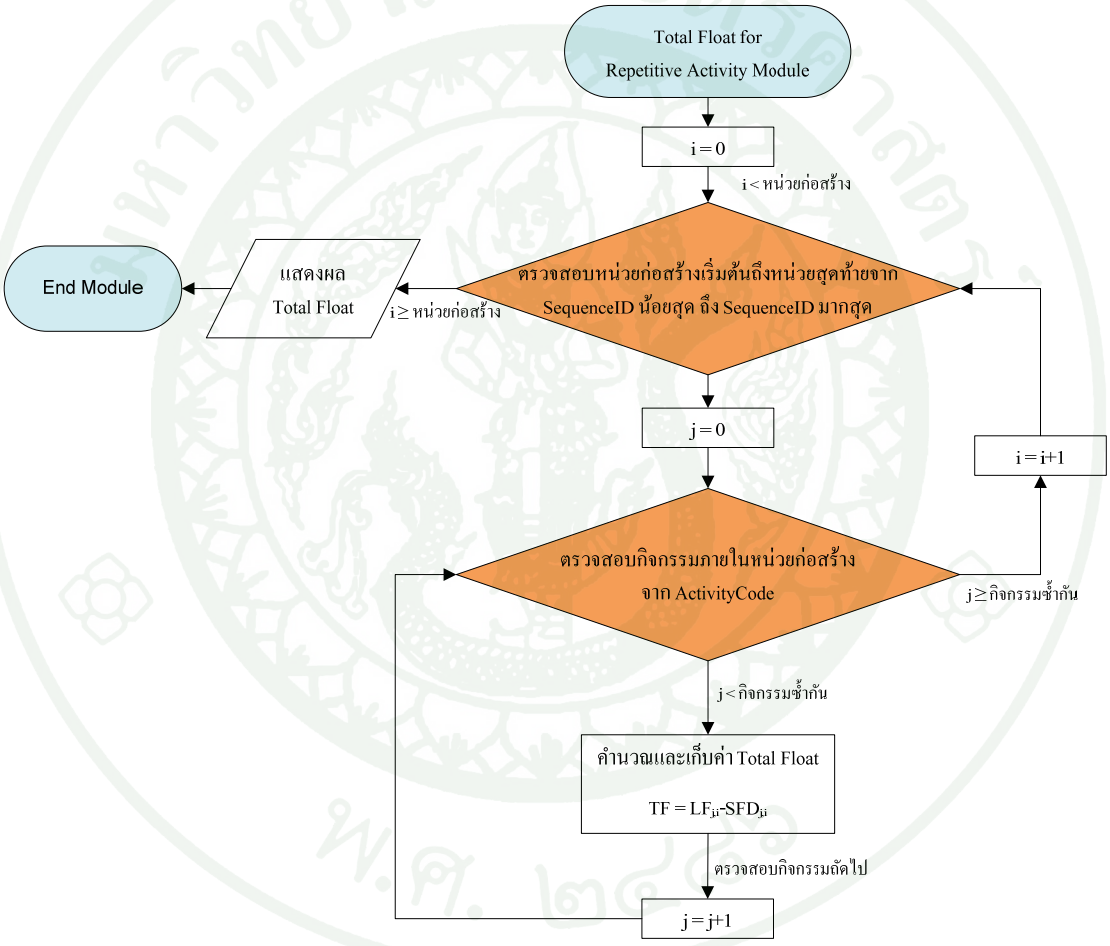
ภาพที่ 47 แผนภาพการคำนวณวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันจากกำหนดวันสิ้นสุดโครงการ

2.2.3 การคำนวณระยะเวลาลอยตัวรวม (Total Float Module)

การคำนวณระยะเวลาลอยตัวรวมของกิจกรรมประกอบด้วย 2 ส่วนคือ 1. ระยะเวลาลอยตัวรวมของกิจกรรมซ้ำกัน 2. ระยะเวลาลอยตัวรวมของกิจกรรมไม่ซ้ำ รายละเอียดการคำนวณแสดงดังภาพที่ 48 และ 49 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

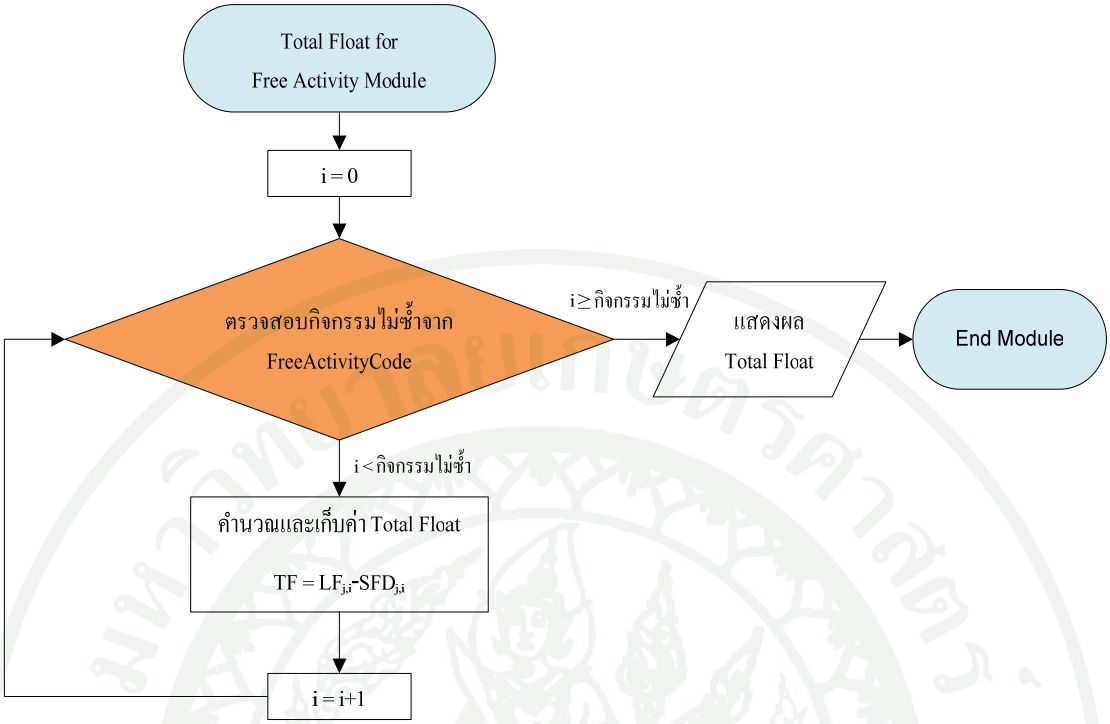
ภาพที่ 48 แสดงกระบวนการคำนวณระยะเวลาลอยตัวรวมของกิจกรรมซ้ำกัน เริ่มจากตรวจสอบหน่วยก่อสร้างแรกถึงหน่วยก่อสร้างสุดท้ายโดยพิจารณาจาก SequenceID ค่าน้อยไปมาก ต่อมาตรวจสอบกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้างจาก ActivityCode เพื่อคำนวณระยะเวลาลอยตัวรวมโดยนำวันเสร็จช้าสุดลบด้วยวันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรม จากนั้นตรวจสอบกิจกรรมถัดไปจนกระทั่งครบทุกกิจกรรมในหน่วยก่อสร้างแล้วจึงตรวจสอบหน่วยก่อสร้างถัดไปจนครบทุกหน่วยก่อสร้าง สุดท้ายส่งค่าระยะเวลาลอยตัวรวมที่ได้ไปแสดงผล



ภาพที่ 48 แผนภาพการคำนวณระยะเวลาลอยตัวรวมของกิจกรรมซ้ำกัน

ภาพที่ 49 แสดงกระบวนการคำนวณระยะเวลาลอยตัวรวมของกิจกรรมไม่ซ้ำ เริ่มจากการตรวจสอบกิจกรรมไม่ซ้ำจาก FreeActivityCode ต่อมาคำนวณระยะเวลาลอยตัวรวมโดยการนำวันเสร็จช้าสุดลบด้วยวันเสร็จตามแผนงานของกิจกรรม จากนั้นตรวจสอบกิจกรรมถัดไปจนกระทั่งครบทุกกิจกรรม สุดท้ายส่งค่าระยะเวลาลอยตัวรวมที่ได้ไปแสดงผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



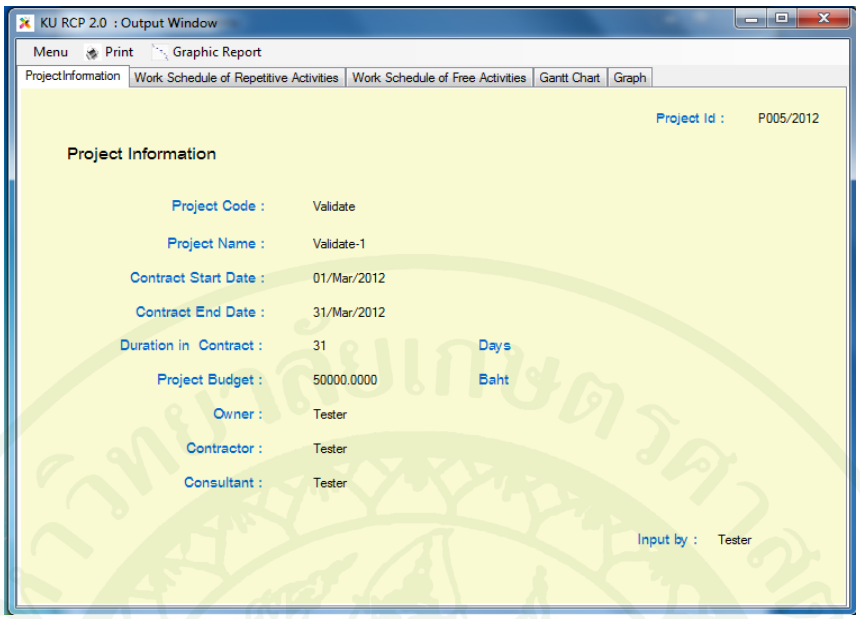
ภาพที่ 49 แผนภาพการคำนวณระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมไม่ซ้ำ

2.3 การแสดงผลของโปรแกรม

การแสดงผลของโปรแกรมทั้งหมดประกอบด้วย 3 ส่วนคือ 1. กำหนดเวลาทำงานก่อนเริ่มก่อสร้าง 2. สถานภาพความก้าวหน้าของโครงการ 3. กำหนดเวลาทำงานเมื่อมีการปรับแผนงานก่อสร้าง สำหรับวิทยานิพนธ์นี้จะกล่าวถึงเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์กำหนดเวลาทำงานซึ่งประกอบด้วย กำหนดเวลาทำงานก่อนเริ่มก่อสร้างและกำหนดเวลาทำงานเมื่อมีการปรับแผนงานก่อสร้าง ซึ่งในทั้งสองส่วนผู้ใช้สามารถเลือกการแสดงผลในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

1) รายละเอียดโครงการ (Project Information) แสดงดังภาพที่ 50 ประกอบด้วย ข้อมูลรหัสโครงการ (Project Code) ชื่อโครงการ (Project Name) วันเริ่มต้นสัญญา (Contract Start Date) วันสิ้นสุดสัญญา (Contract End Date) ระยะเวลาของสัญญา (Duration in Contract) งบประมาณโครงการ (Project Budget) เจ้าของโครงการ (Owner) ผู้รับเหมาก่อสร้าง (Contractor) ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง (Consultant) ผู้ให้ข้อมูล (Input by)

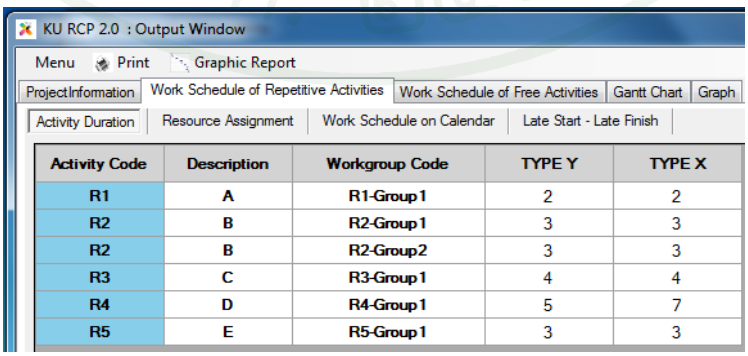
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 50 การแสดงผลรายละเอียดโครงการ

2) กำหนดเวลาทำงานของกิจกรรมซ้ำกัน (Work Schedule of Repetitive Activities) ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ 1. ระยะเวลากิจกรรม (Activity Duration) 2. กลุ่มคนงานที่ถูกเลือก (Resource Assignment) 3. กำหนดเวลาทำงานตามปฏิทิน (Work Schedule on Calendar) 4. วันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด (Late Start-Late Finish) แสดงดังภาพที่ 51-54

(2.1) ระยะเวลากิจกรรม (Activity Duration) แสดงจำนวนวันทำงานของแต่ละกิจกรรมสำหรับหน่วยก่อสร้างแต่ละประเภท ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์จากปริมาณงานและผลิตภาพของกลุ่มคนงานที่ผู้ใช้โปรแกรมเป็นผู้กำหนด หรืออาจเป็นจำนวนวันที่ระบุโดยผู้ใช้โปรแกรม

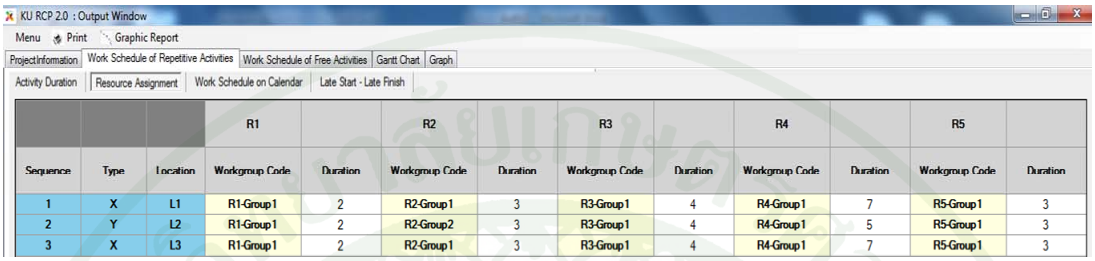


Activity Code	Description	Workgroup Code	TYPE Y	TYPE X
R1	A	R1-Group1	2	2
R2	B	R2-Group1	3	3
R2	B	R2-Group2	3	3
R3	C	R3-Group1	4	4
R4	D	R4-Group1	5	7
R5	E	R5-Group1	3	3

ภาพที่ 51 การแสดงผลระยะเวลากิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

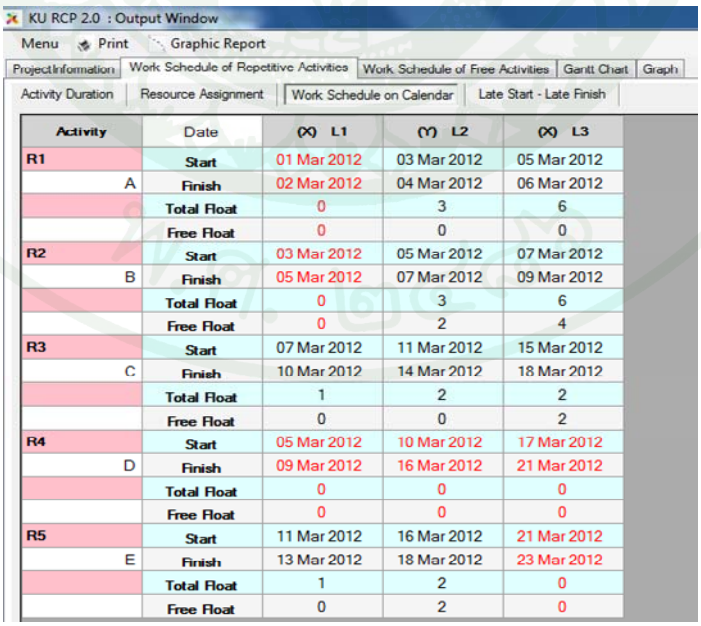
(2.2) กลุ่มคนงานที่ถูกเลือก (Resource Assignment) โปรแกรมจะแสดงรายชื่อกลุ่มคนงานที่รับผิดชอบของแต่ละกิจกรรมในแต่ละหน่วยก่อสร้างพร้อมทั้งระยะเวลาที่คนงานใช้ในการทำงาน โดยแสดงผลตามลำดับการก่อสร้าง



			R1		R2		R3		R4		R5	
Sequence	Type	Location	Workgroup Code	Duration	Workgroup Code	Duration	Workgroup Code	Duration	Workgroup Code	Duration	Workgroup Code	Duration
1	X	L1	R1-Group1	2	R2-Group1	3	R3-Group1	4	R4-Group1	7	R5-Group1	3
2	Y	L2	R1-Group1	2	R2-Group2	3	R3-Group1	4	R4-Group1	5	R5-Group1	3
3	X	L3	R1-Group1	2	R2-Group1	3	R3-Group1	4	R4-Group1	7	R5-Group1	3

ภาพที่ 52 การแสดงผลกลุ่มคนงานที่ถูกเลือก

(2.3) กำหนดเวลาทำงานตามปฏิทิน (Work Schedule on Calendar) โปรแกรมจะแสดงวันเริ่มและวันเสร็จ รวมถึงระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมที่ได้จากการวางแผนงานก่อสร้างตามวิธีการวางแผนที่กำหนดโดยผู้ใช้โปรแกรม โดยกิจกรรมวิกฤตจะแสดงด้วยอักษรสีแดง จากตัวอย่างโครงการพบว่ากิจกรรม A และB หน่วยก่อสร้างที่ 1 กิจกรรม D หน่วยก่อสร้างที่ 1-3 และกิจกรรม E ในหน่วยก่อสร้างที่ 3 เป็นกิจกรรมวิกฤต



Activity	Date	(X) L1	(Y) L2	(X) L3
R1	Start	01 Mar 2012	03 Mar 2012	05 Mar 2012
A	Finish	02 Mar 2012	04 Mar 2012	06 Mar 2012
	Total Float	0	3	6
	Free Float	0	0	0
R2	Start	03 Mar 2012	05 Mar 2012	07 Mar 2012
B	Finish	05 Mar 2012	07 Mar 2012	09 Mar 2012
	Total Float	0	3	6
	Free Float	0	2	4
R3	Start	07 Mar 2012	11 Mar 2012	15 Mar 2012
C	Finish	10 Mar 2012	14 Mar 2012	18 Mar 2012
	Total Float	1	2	2
	Free Float	0	0	2
R4	Start	05 Mar 2012	10 Mar 2012	17 Mar 2012
D	Finish	09 Mar 2012	16 Mar 2012	21 Mar 2012
	Total Float	0	0	0
	Free Float	0	0	0
R5	Start	11 Mar 2012	16 Mar 2012	21 Mar 2012
E	Finish	13 Mar 2012	18 Mar 2012	23 Mar 2012
	Total Float	1	2	0
	Free Float	0	2	0

ภาพที่ 53 การแสดงผลกำหนดเวลาทำงานตามปฏิทิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2.4) วันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด (Late Start – Late Finish) โปรแกรมจะแสดงวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดที่ได้จากการวางแผนงานก่อสร้างย้อนกลับด้วยวิธีเส้นทางวิกฤตโดยคำนึงถึงแผนการทำงานของกลุ่มคนงานและวันเสร็จช้าสุดซึ่งกำหนดโดยผู้ใช้โปรแกรมโดยมีสองทางเลือก คือ 1.วันเสร็จโครงการที่เร็วที่สุด (EPE) หรือวันสิ้นสุดสัญญา (CED)

Activity	Date	L1	L2	L3
R1	Late Start	01 Mar 2012	06 Mar 2012	11 Mar 2012
	Late Finish	02 Mar 2012	07 Mar 2012	12 Mar 2012
R2	Late Start	03 Mar 2012	08 Mar 2012	13 Mar 2012
	Late Finish	05 Mar 2012	10 Mar 2012	15 Mar 2012
R3	Late Start	08 Mar 2012	13 Mar 2012	17 Mar 2012
	Late Finish	11 Mar 2012	16 Mar 2012	20 Mar 2012
R4	Late Start	05 Mar 2012	10 Mar 2012	17 Mar 2012
	Late Finish	09 Mar 2012	16 Mar 2012	21 Mar 2012
R5	Late Start	12 Mar 2012	18 Mar 2012	21 Mar 2012
	Late Finish	14 Mar 2012	20 Mar 2012	23 Mar 2012

ภาพที่ 54 การแสดงผลวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด

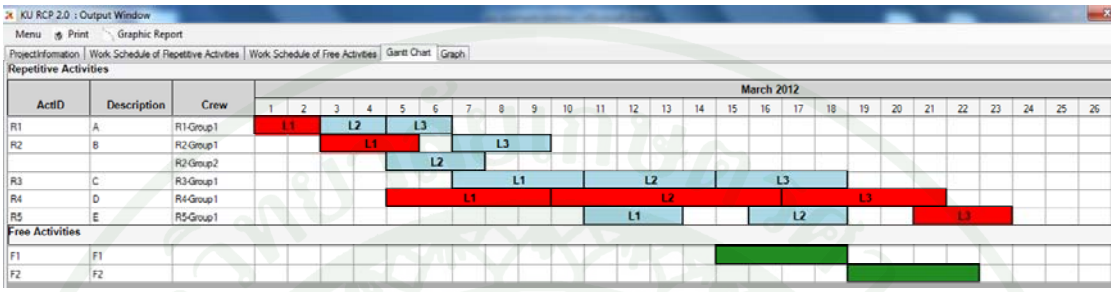
3) กำหนดเวลาทำงานของกิจกรรมไม่ซ้ำ (Work Schedule of Free Activities) ประกอบด้วย วันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงานและวันเริ่มและเสร็จช้าสุด รวมถึงระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมดังภาพที่ 55

No.	Activity Code	ActivityDescri...	Start Date	Finish Date	Late Start Date	Late Finish D...	Total Float	Free Float
1	F1	F1	15 Mar 2012	18 Mar 2012	16 Mar 2012	19 Mar 2012	1	0
2	F2	F2	19 Mar 2012	22 Mar 2012	20 Mar 2012	23 Mar 2012	1	1

ภาพที่ 55 การแสดงผลกำหนดเวลาทำงานของกิจกรรมไม่ซ้ำ

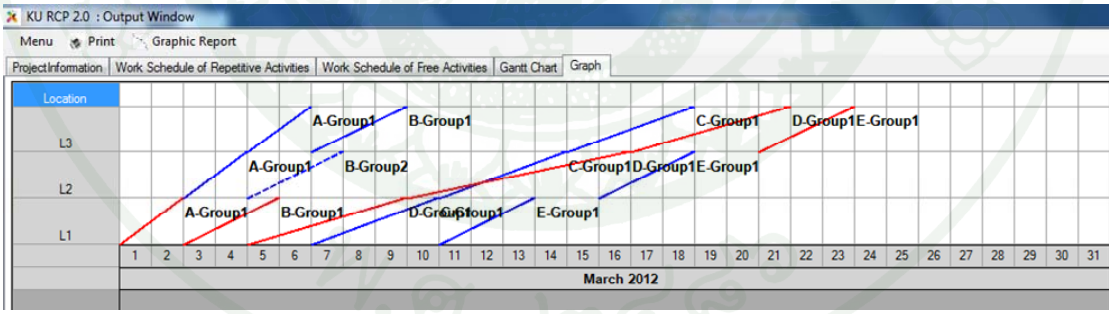
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4) Gantt Chart แสดงแผนการทำงานของทุกกิจกรรมในโครงการในรูปแบบ bar chart ทั้งกิจกรรมที่ซ้ำกันของคนงานทุกกลุ่มและกิจกรรมไม่ซ้ำ รวมทั้งระบุกิจกรรมวิกฤตซึ่งแสดงผลด้วย bar chart สีแดงดังภาพที่ 56



ภาพที่ 56 การแสดงผลรูปแบบ Gantt Chart

5) กราฟเส้น (Graph) แสดงแผนการทำงานของกิจกรรมซ้ำกันในรูปแบบกราฟเส้นที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่มีการทำงานและวันที่ตามปฏิทิน โดยความชันของเส้นกราฟแสดงถึงอัตราการทำงานของคนงานแต่ละกลุ่ม และกิจกรรมวิกฤตจะแสดงผลด้วยกราฟเส้นสีแดงดังภาพที่ 57

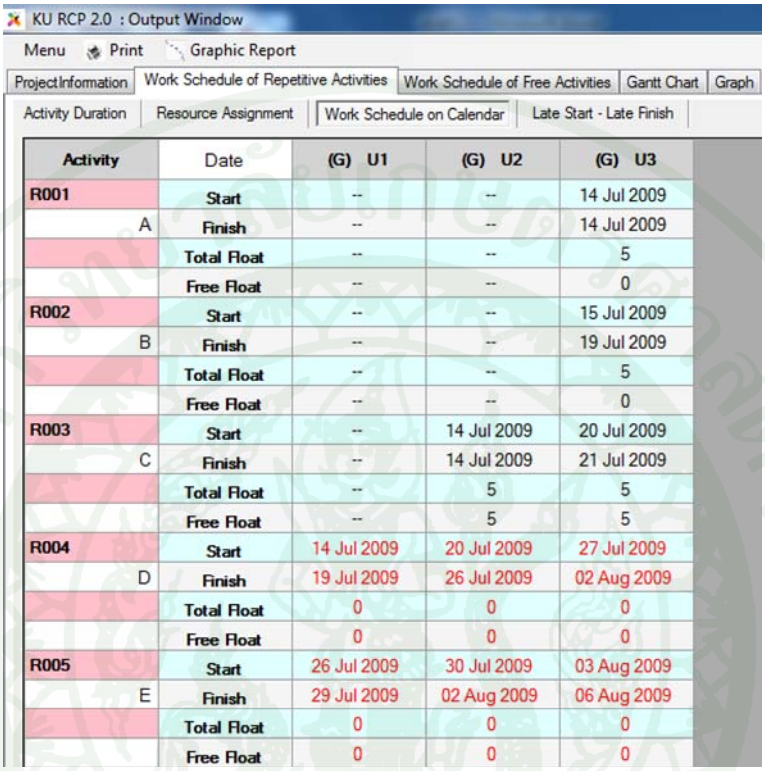


ภาพที่ 57 การแสดงผลรูปแบบกราฟเส้น

การปรับแผนงานก่อสร้างมีรูปแบบการแสดงผลเช่นเดียวกับการวางแผนก่อนเริ่มโครงการก่อสร้าง เมื่อมีการปรับแผนงานโปรแกรมจะเริ่มวันทำงานเร็วสุดตามวันที่กำหนดในการปรับแผนงานโดยโปรแกรมจะทำการคำนวณปริมาณงานหรือวันทำงานคงเหลือจากเปอร์เซ็นต์แล้วเสร็จของแต่ละกิจกรรม ตัวอย่างโครงการประกอบด้วย 3 หน่วยก่อสร้าง แต่ละหน่วยก่อสร้างมี 5 กิจกรรม โดยกำหนดให้โครงการเริ่มวันที่ 1 กรกฎาคม 2009 และปรับแผนงานวันที่ 14 กรกฎาคม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2009 ตัวอย่างการแสดงผลในช่วงการปรับแผนงานก่อสร้างแสดงดังรูปที่ 58-61 หากกิจกรรมทำงานแล้วเสร็จโปรแกรมจะไม่แสดงผลการทำงาน


KU RCP 2.0 : Output Window

Menu | Print | Graphic Report

Project Information | Work Schedule of Repetitive Activities | Work Schedule of Free Activities | Gantt Chart | Graph

Activity Duration | Resource Assignment | Work Schedule on Calendar | Late Start - Late Finish

Activity	Date	(G) U1	(G) U2	(G) U3
R001	Start	--	--	14 Jul 2009
A	Finish	--	--	14 Jul 2009
	Total Float	--	--	5
	Free Float	--	--	0
R002	Start	--	--	15 Jul 2009
B	Finish	--	--	19 Jul 2009
	Total Float	--	--	5
	Free Float	--	--	0
R003	Start	--	14 Jul 2009	20 Jul 2009
C	Finish	--	14 Jul 2009	21 Jul 2009
	Total Float	--	5	5
	Free Float	--	5	5
R004	Start	14 Jul 2009	20 Jul 2009	27 Jul 2009
D	Finish	19 Jul 2009	26 Jul 2009	02 Aug 2009
	Total Float	0	0	0
	Free Float	0	0	0
R005	Start	26 Jul 2009	30 Jul 2009	03 Aug 2009
E	Finish	29 Jul 2009	02 Aug 2009	06 Aug 2009
	Total Float	0	0	0
	Free Float	0	0	0

ภาพที่ 58 การแสดงผลกำหนดเวลาทำงานตามปฏิทินจากการปรับแผนงาน

KU RCP 2.0 : Output Window

Menu | Print | Graphic Report

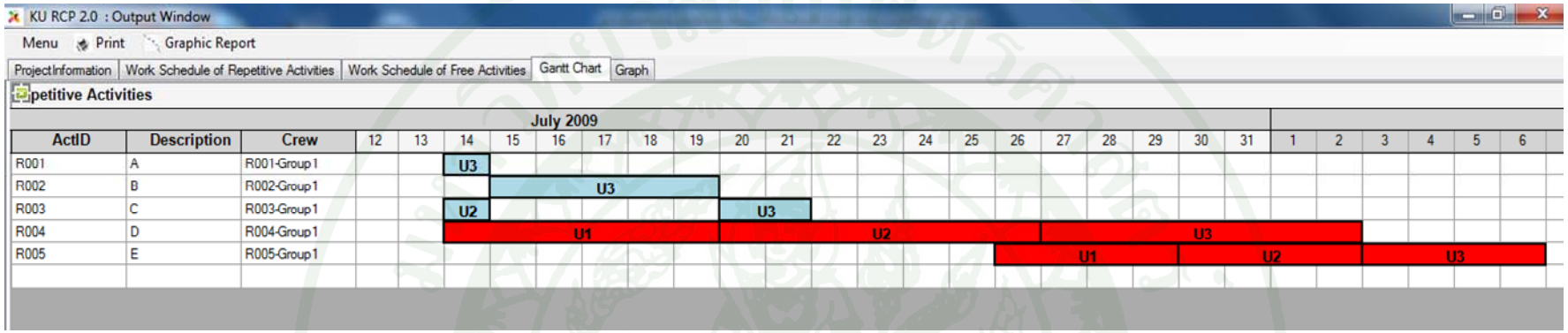
Project Information | Work Schedule of Repetitive Activities | Work Schedule of Free Activities | Gantt Chart | Graph

Activity Duration | Resource Assignment | Work Schedule on Calendar | Late Start - Late Finish

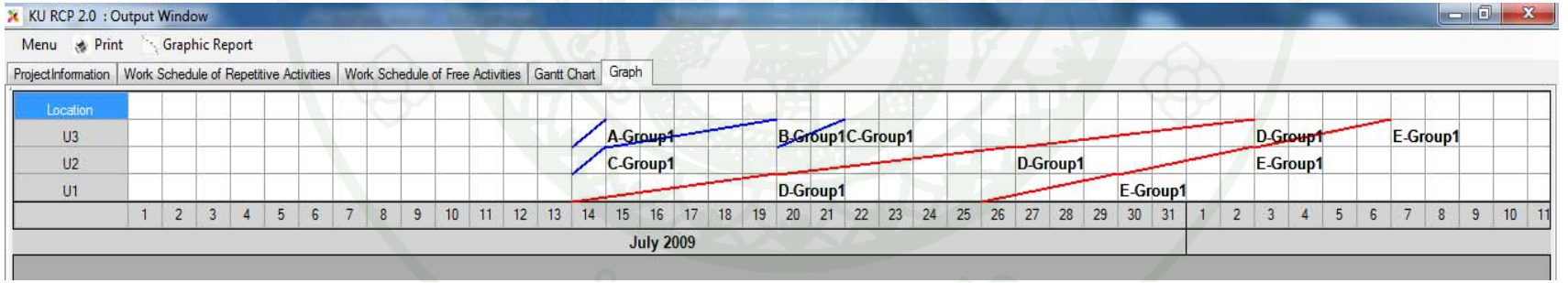
Activity	Date	U1	U2	U3
R001	Late Start	--	--	19 Jul 2009
	Late Finish	--	--	19 Jul 2009
R002	Late Start	--	--	20 Jul 2009
	Late Finish	--	--	24 Jul 2009
R003	Late Start	--	19 Jul 2009	25 Jul 2009
	Late Finish	--	19 Jul 2009	26 Jul 2009
R004	Late Start	14 Jul 2009	20 Jul 2009	27 Jul 2009
	Late Finish	19 Jul 2009	26 Jul 2009	02 Aug 2009
R005	Late Start	26 Jul 2009	30 Jul 2009	03 Aug 2009
	Late Finish	29 Jul 2009	02 Aug 2009	06 Aug 2009

ภาพที่ 59 การแสดงผลกำหนดวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดจากการปรับแผนงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 60 การแสดงผลรูปแบบ Gantt Chart หลังจากการปรับแผนงาน



ภาพที่ 61 การแสดงผลรูปแบบกราฟเส้นหลังจากการปรับแผนงาน

3. การตรวจสอบความถูกต้องและทดสอบการใช้งานด้วยโครงการตัวอย่าง

3.1 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม KU RCP 2.0 สามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบแผนการทำงานและระยะเวลาลอยตัวที่คำนวณด้วยโปรแกรม KU RCP 2.0 เทียบกับแผนการทำงานที่ได้จากการคำนวณมือและแผนการทำงานที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Office Project 2007 เนื่องจากโปรแกรม Microsoft Office Project 2007 กำหนดแผนงานด้วยวิธีเส้นทางวิกฤต ดังนั้นแผนงานที่คำนวณด้วยโปรแกรม KU RCP 2.0 จึงต้องกำหนดวิธีการวางแผนงานแบบ Early-Start Approach

3.1.1 การตรวจสอบความถูกต้องของแผนการทำงานก่อสร้างจากโปรแกรม KU RCP 2.0 ที่วางแผนด้วยวิธี Early-Start Approach เปรียบเทียบกับการคำนวณมือ ทำได้โดยการกำหนดโครงการตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบแผนการทำงาน ซึ่งโครงการตัวอย่างกำหนดให้เริ่มก่อสร้างวันที่ 1 มีนาคม 2012 กลุ่มคนงานทำงาน 7 วันต่อสัปดาห์ โครงการประกอบด้วย 3 หน่วยก่อสร้าง รูปแบบการก่อสร้างมี 2 รูปแบบคือ X และ Y ที่มีกิจกรรมเหมือนกัน 5 กิจกรรม คือ A, B, C, D และE ระยะเวลาการทำงานและจำนวนกลุ่มงานของกิจกรรมแสดงดังตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมซ้ำกันแสดงดังตารางที่ 2 ลำดับในการก่อสร้างทั้ง 3 หน่วยก่อสร้างมีรูปแบบ X-Y-X ตามลำดับ ส่วนข้อมูลของกิจกรรมอิสระ (กิจกรรมไม่ซ้ำ) แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมในแต่ละรูปแบบการก่อสร้างและจำนวนกลุ่มคนงาน

กิจกรรม	ระยะเวลาทำงาน		จำนวนกลุ่มคนงาน
	X (วัน)	Y (วัน)	
A	2	2	1
B	3	3	2
C	4	4	1
D	5	7	1
E	3	3	1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมซ้ำกัน

กิจกรรม	ประเภทความสัมพันธ์	กิจกรรมก่อนหน้า
A	กิจกรรมเริ่มต้น	-
B	FTS	A
C	FTS + lag time 1	B
D	STS + lag time 2	B
E	FTS	C
	FTF + lag time 2	D

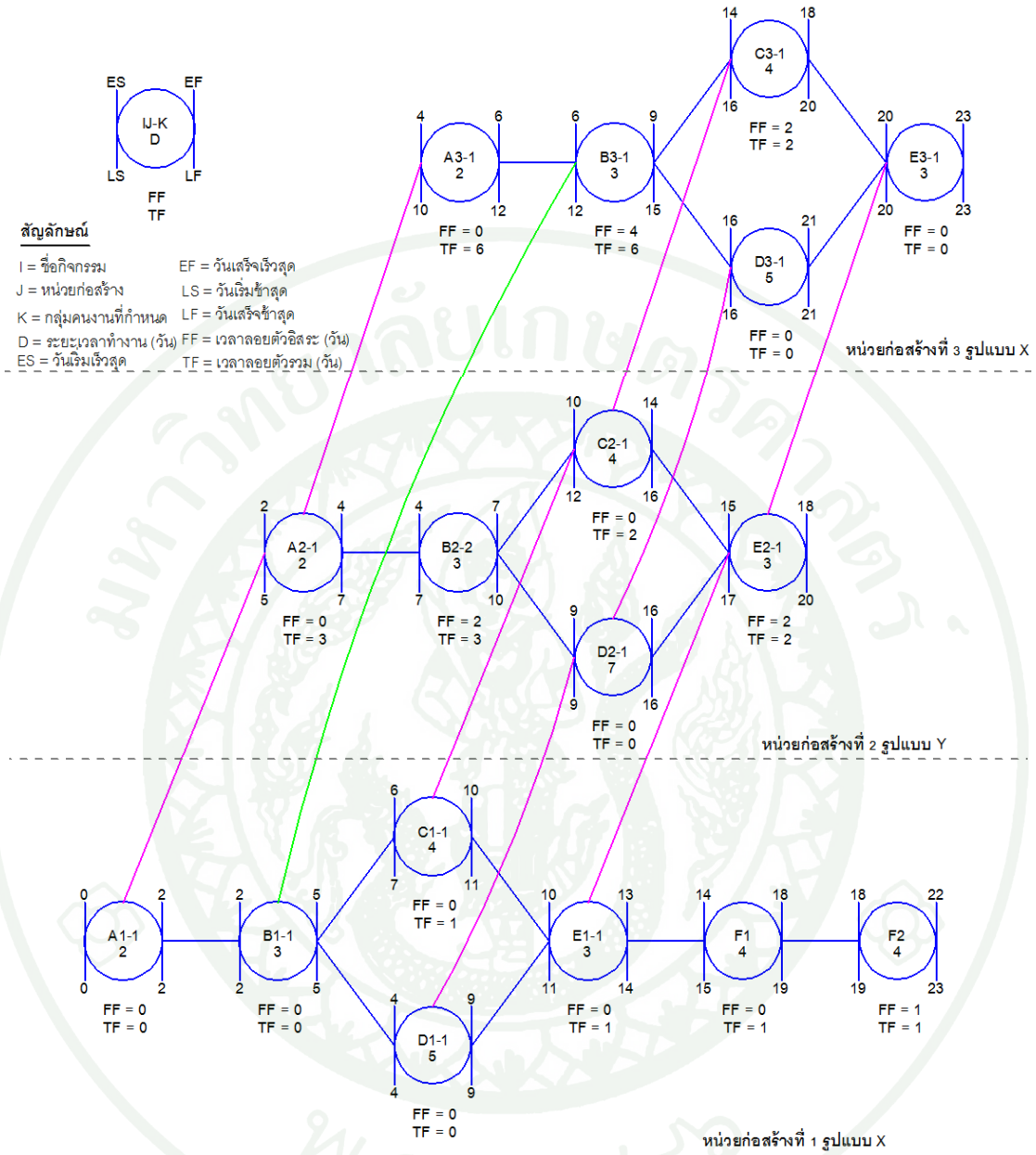
ตารางที่ 3 ข้อมูลการก่อสร้างของกิจกรรมอิสระ

กิจกรรมอิสระ	ระยะเวลา (วัน)	ประเภทความสัมพันธ์	กิจกรรมก่อนหน้า
F1	4	FTS + lag time 1	E หน่วยก่อสร้างที่ 1
F2	4	FTS	F1

จากข้อมูลตัวอย่างโครงการที่ได้จากตารางที่ 1-3 สามารถวิเคราะห์โครงข่ายและคำนวณแผนการทำงานรวมทั้งระยะเวลาลอยตัวได้ดังภาพที่ 62 ส่วนแผนการทำงานที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0 แสดงดังภาพที่ 63-65

หากตรวจสอบแผนการทำงานของโครงการตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณมือจะพบว่ากำหนดเวลาทำงานเร็วสุดและช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันและกิจกรรมอิสระตรงกับกำหนดเวลาทำงานที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0 ตัวอย่างเช่น กำหนดเวลาเริ่มต้นของกิจกรรม E หน่วยที่ 1, 2 และ 3 วันเริ่มตรงกับวันที่ 11, 16 และ 21 มีนาคม วันเสร็จตรงกับวันที่ 13, 18 และ 23 มีนาคม วันเริ่มช้าสุดตรงกับวันที่ 12, 18 และ 21 มีนาคม วันเสร็จช้าสุดตรงกับวันที่ 14, 20 และ 23 มีนาคม ตามลำดับ ส่วนกิจกรรม F1 และ F2 วันเริ่มตรงกับวันที่ 15 และ 19 มีนาคม วันเสร็จตรงกับวันที่ 18 และ 22 มีนาคม วันเริ่มช้าสุดตรงกับวันที่ 16 และ 20 มีนาคม วันเสร็จช้าสุดตรงกับวันที่ 19 และ 23 มีนาคม ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 62 โครงข่าย แผนการทำงาน และระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมที่ได้จากโครงการตัวอย่าง ด้วยการคำนวณมือโดยใช้วิธี Early-Start Approach

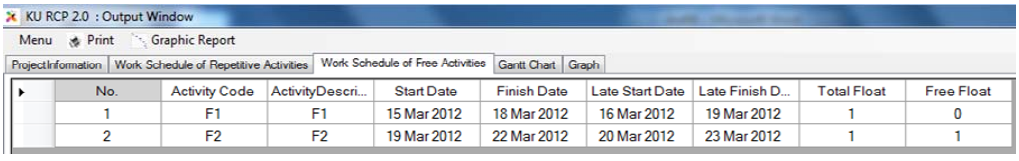
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Activity	Date	(X) L1	(Y) L2	(X) L3
R1	Start	01 Mar 2012	03 Mar 2012	05 Mar 2012
A	Finish	02 Mar 2012	04 Mar 2012	06 Mar 2012
	Total Float	0	3	6
	Free Float	0	0	0
R2	Start	03 Mar 2012	05 Mar 2012	07 Mar 2012
B	Finish	05 Mar 2012	07 Mar 2012	09 Mar 2012
	Total Float	0	3	6
	Free Float	0	2	4
R3	Start	07 Mar 2012	11 Mar 2012	15 Mar 2012
C	Finish	10 Mar 2012	14 Mar 2012	18 Mar 2012
	Total Float	1	2	2
	Free Float	0	0	2
R4	Start	05 Mar 2012	10 Mar 2012	17 Mar 2012
D	Finish	09 Mar 2012	16 Mar 2012	21 Mar 2012
	Total Float	0	0	0
	Free Float	0	0	0
R5	Start	11 Mar 2012	16 Mar 2012	21 Mar 2012
E	Finish	13 Mar 2012	18 Mar 2012	23 Mar 2012
	Total Float	1	2	0
	Free Float	0	2	0

ภาพที่ 63 แผนการทำงานของกิจกรรมซ้ำกันจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0 ที่คำนวณด้วยวิธี Early-Start Approach

Activity	Date	L1	L2	L3
R1	Late Start	01 Mar 2012	06 Mar 2012	11 Mar 2012
	Late Finish	02 Mar 2012	07 Mar 2012	12 Mar 2012
R2	Late Start	03 Mar 2012	08 Mar 2012	13 Mar 2012
	Late Finish	05 Mar 2012	10 Mar 2012	15 Mar 2012
R3	Late Start	08 Mar 2012	13 Mar 2012	17 Mar 2012
	Late Finish	11 Mar 2012	16 Mar 2012	20 Mar 2012
R4	Late Start	05 Mar 2012	10 Mar 2012	17 Mar 2012
	Late Finish	09 Mar 2012	16 Mar 2012	21 Mar 2012
R5	Late Start	12 Mar 2012	18 Mar 2012	21 Mar 2012
	Late Finish	14 Mar 2012	20 Mar 2012	23 Mar 2012

ภาพที่ 64 แผนการทำงานช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0 ที่คำนวณด้วยวิธี Early-Start Approach



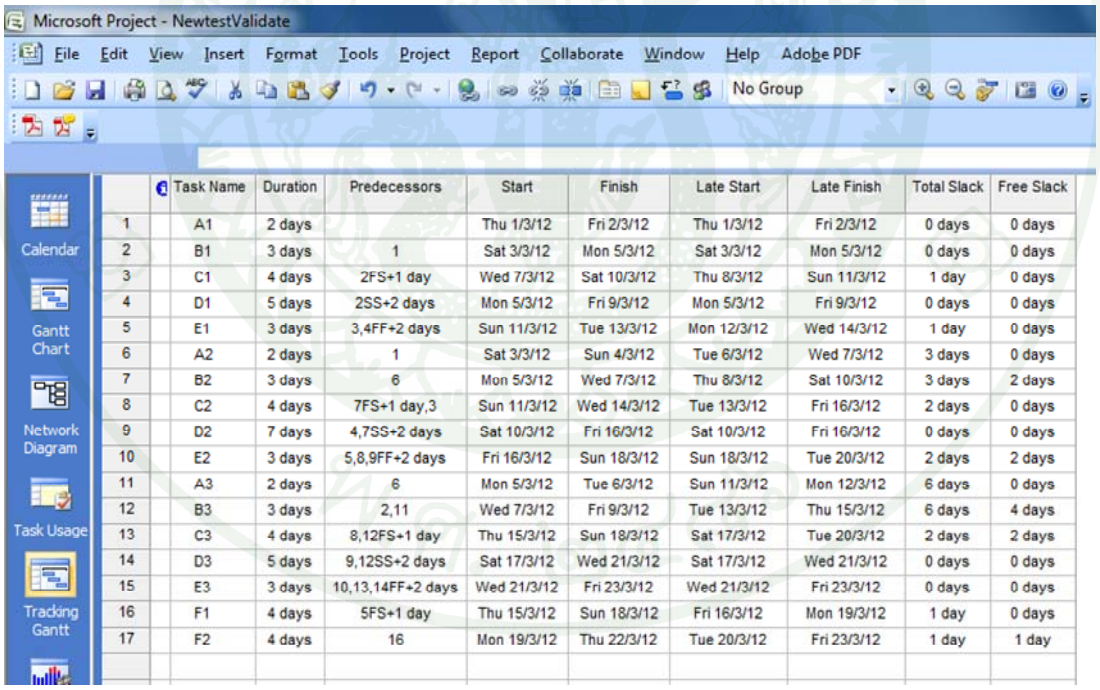
No.	Activity Code	ActivityDescri...	Start Date	Finish Date	Late Start Date	Late Finish D...	Total Float	Free Float
1	F1	F1	15 Mar 2012	18 Mar 2012	16 Mar 2012	19 Mar 2012	1	0
2	F2	F2	19 Mar 2012	22 Mar 2012	20 Mar 2012	23 Mar 2012	1	1

ภาพที่ 65 แผนการทำงานและแผนการทำงานช้าสุดของกิจกรรมอิสระจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0 ที่คำนวณด้วยวิธี Early-Start Approach

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.2 การตรวจสอบความถูกต้องของแผนงานก่อสร้างจากโปรแกรม KU RCP 2.0 ที่วางแผนด้วยวิธี Early-Start Approach เปรียบเทียบกับแผนงานที่ได้จากโปรแกรม Microsoft Office Project 2007 โดยใช้ตัวอย่างโครงการเดียวกับการคำนวณมือ แผนการทำงานที่ได้แสดงดังภาพที่ 66

จากการพิจารณากำหนดเวลาวันเริ่มและวันเสร็จ วันเริ่มช้าสุดและวันเสร็จช้าสุด และระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมทั้งหมดที่ได้จากโปรแกรม Microsoft Office Project 2007 ตรงกับผลที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0 และการคำนวณมือ โดยโปรแกรม Microsoft Office Project 2007 แสดงระยะเวลาลอยตัวรวมและระยะเวลาลอยตัวอิสระด้วย Total Slack และ Free Slack ตัวอย่างเช่น กิจกรรม E หน่วยที่ 1, 2 และ 3 ระยะเวลาลอยตัวรวมมีค่าเท่ากับ 1, 2 และ 0 วัน ตามลำดับ ส่วนระยะลอยตัวอิสระมีค่า 0, 2 และ 0 วัน ตามลำดับ ส่วนกิจกรรม F1 และ F2 ระยะเวลาลอยตัวรวมมีค่าเท่ากับ 1 วันทั้งสองกิจกรรม ส่วนระยะเวลาลอยตัวอิสระมีค่าเท่ากับ 0 และ 1 วันตามลำดับ



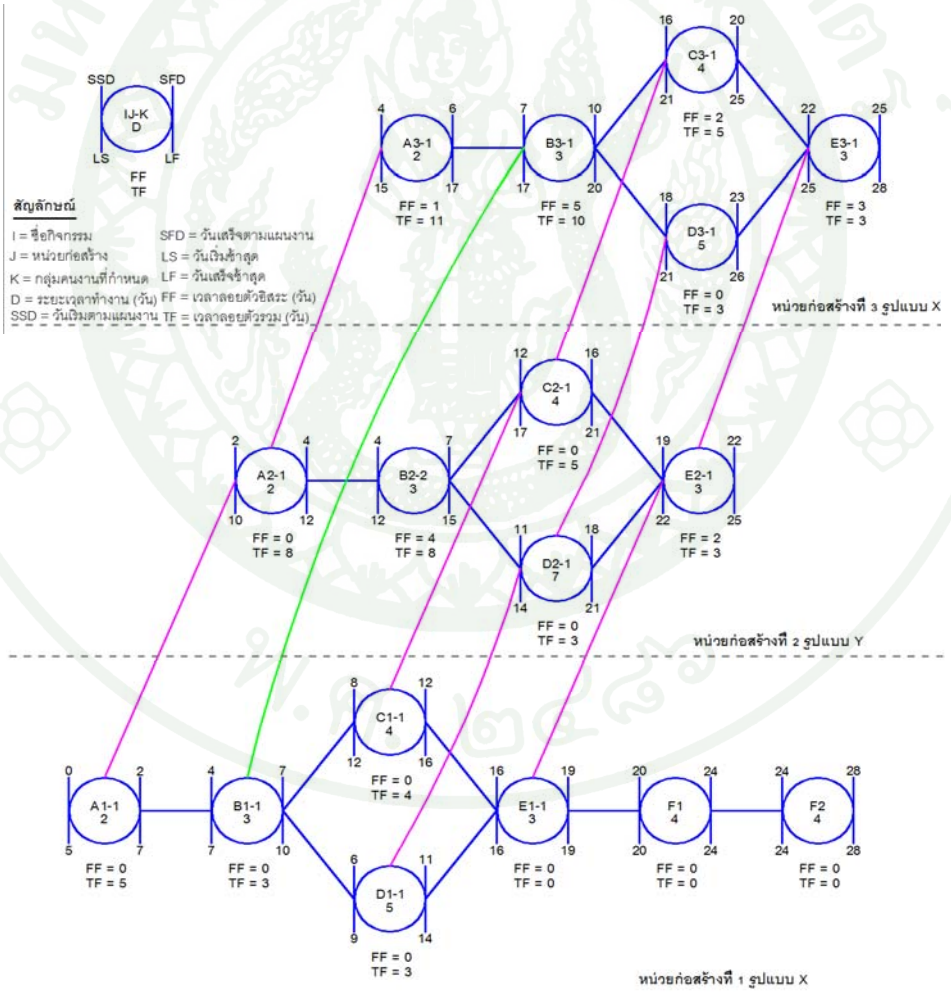
	Task Name	Duration	Predecessors	Start	Finish	Late Start	Late Finish	Total Slack	Free Slack
1	A1	2 days		Thu 1/3/12	Fri 2/3/12	Thu 1/3/12	Fri 2/3/12	0 days	0 days
2	B1	3 days	1	Sat 3/3/12	Mon 5/3/12	Sat 3/3/12	Mon 5/3/12	0 days	0 days
3	C1	4 days	2FS+1 day	Wed 7/3/12	Sat 10/3/12	Thu 8/3/12	Sun 11/3/12	1 day	0 days
4	D1	5 days	2SS+2 days	Mon 5/3/12	Fri 9/3/12	Mon 5/3/12	Fri 9/3/12	0 days	0 days
5	E1	3 days	3,4FF+2 days	Sun 11/3/12	Tue 13/3/12	Mon 12/3/12	Wed 14/3/12	1 day	0 days
6	A2	2 days	1	Sat 3/3/12	Sun 4/3/12	Tue 6/3/12	Wed 7/3/12	3 days	0 days
7	B2	3 days	6	Mon 5/3/12	Wed 7/3/12	Thu 8/3/12	Sat 10/3/12	3 days	2 days
8	C2	4 days	7FS+1 day,3	Sun 11/3/12	Wed 14/3/12	Tue 13/3/12	Fri 16/3/12	2 days	0 days
9	D2	7 days	4,7SS+2 days	Sat 10/3/12	Fri 16/3/12	Sat 10/3/12	Fri 16/3/12	0 days	0 days
10	E2	3 days	5,8,9FF+2 days	Fri 16/3/12	Sun 18/3/12	Sun 18/3/12	Tue 20/3/12	2 days	2 days
11	A3	2 days	6	Mon 5/3/12	Tue 6/3/12	Sun 11/3/12	Mon 12/3/12	6 days	0 days
12	B3	3 days	2,11	Wed 7/3/12	Fri 9/3/12	Tue 13/3/12	Thu 15/3/12	6 days	4 days
13	C3	4 days	8,12FS+1 day	Thu 15/3/12	Sun 18/3/12	Sat 17/3/12	Tue 20/3/12	2 days	2 days
14	D3	5 days	9,12SS+2 days	Sat 17/3/12	Wed 21/3/12	Sat 17/3/12	Wed 21/3/12	0 days	0 days
15	E3	3 days	10,13,14FF+2 days	Wed 21/3/12	Fri 23/3/12	Wed 21/3/12	Fri 23/3/12	0 days	0 days
16	F1	4 days	5FS+1 day	Thu 15/3/12	Sun 18/3/12	Fri 16/3/12	Mon 19/3/12	1 day	0 days
17	F2	4 days	16	Mon 19/3/12	Thu 22/3/12	Tue 20/3/12	Fri 23/3/12	1 day	1 day

ภาพที่ 66 แผนการทำงานเร็วสุดและแผนการทำงานช้าสุด รวมทั้งระยะเวลาลอยตัวของโครงการตัวอย่างที่ได้จากโปรแกรม Microsoft Office Project 2007

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

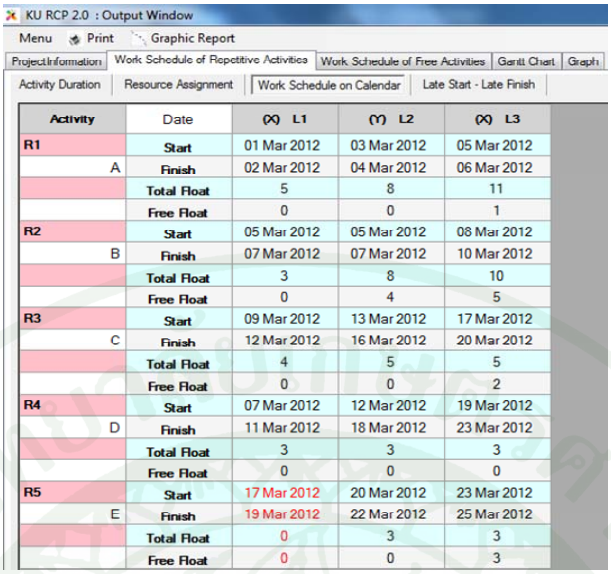
3.2 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม KU RCP 2.0 ที่วางแผนงานด้วยวิธี Repetitive Construction Approach สามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากโครงการตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบแผนการทำงานและระยะเวลาลอยตัวที่คำนวณด้วยโปรแกรม KU RCP 2.0 เทียบกับการคำนวณมือ เนื่องจากไม่มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใดที่สามารถคำนวณหาระยะเวลาลอยตัวของงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันได้

จากข้อมูลตัวอย่างโครงการที่ 3.1.1 เมื่อวางแผนงานด้วยวิธี Repetitive Construction Approach โครงข่ายแผนการทำงานจากการคำนวณด้วยมือ รวมทั้งระยะเวลาลอยตัว แสดงได้ดังภาพที่ 67 ส่วนแผนการทำงานที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0 แสดงดังภาพที่ 68-70



ภาพที่ 67 โครงข่าย แผนการทำงาน และระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมที่ได้จากโครงการตัวอย่างด้วยการคำนวณมือ โดยใช้วิธี Repetitive Construction Approach

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์


KU RCP 2.0 : Output Window

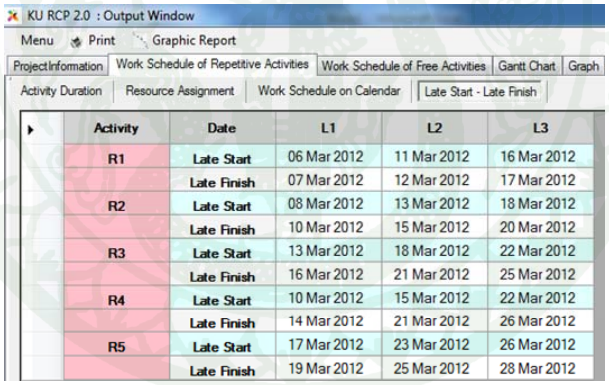
Menu | Print | Graphic Report

ProjectInformation | Work Schedule of Repetitive Activities | Work Schedule of Free Activities | Gantt Chart | Graph

Activity Duration | Resource Assignment | Work Schedule on Calendar | Late Start - Late Finish

Activity	Date	(X) L1	(Y) L2	(X) L3
R1	Start	01 Mar 2012	03 Mar 2012	05 Mar 2012
A	Finish	02 Mar 2012	04 Mar 2012	06 Mar 2012
	Total Float	5	8	11
	Free Float	0	0	1
R2	Start	05 Mar 2012	05 Mar 2012	08 Mar 2012
B	Finish	07 Mar 2012	07 Mar 2012	10 Mar 2012
	Total Float	3	8	10
	Free Float	0	4	5
R3	Start	09 Mar 2012	13 Mar 2012	17 Mar 2012
C	Finish	12 Mar 2012	16 Mar 2012	20 Mar 2012
	Total Float	4	5	5
	Free Float	0	0	2
R4	Start	07 Mar 2012	12 Mar 2012	19 Mar 2012
D	Finish	11 Mar 2012	18 Mar 2012	23 Mar 2012
	Total Float	3	3	3
	Free Float	0	0	0
R5	Start	17 Mar 2012	20 Mar 2012	23 Mar 2012
E	Finish	19 Mar 2012	22 Mar 2012	25 Mar 2012
	Total Float	0	3	3
	Free Float	0	0	3

ภาพที่ 68 แผนการทำงานของกิจกรรมซ้ำกันจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0 ที่คำนวณด้วยวิธี Repetitive Construction Approach


KU RCP 2.0 : Output Window

Menu | Print | Graphic Report

ProjectInformation | Work Schedule of Repetitive Activities | Work Schedule of Free Activities | Gantt Chart | Graph

Activity Duration | Resource Assignment | Work Schedule on Calendar | Late Start - Late Finish

Activity	Date	L1	L2	L3
R1	Late Start	06 Mar 2012	11 Mar 2012	16 Mar 2012
	Late Finish	07 Mar 2012	12 Mar 2012	17 Mar 2012
R2	Late Start	08 Mar 2012	13 Mar 2012	18 Mar 2012
	Late Finish	10 Mar 2012	15 Mar 2012	20 Mar 2012
R3	Late Start	13 Mar 2012	18 Mar 2012	22 Mar 2012
	Late Finish	16 Mar 2012	21 Mar 2012	25 Mar 2012
R4	Late Start	10 Mar 2012	15 Mar 2012	22 Mar 2012
	Late Finish	14 Mar 2012	21 Mar 2012	26 Mar 2012
R5	Late Start	17 Mar 2012	23 Mar 2012	26 Mar 2012
	Late Finish	19 Mar 2012	25 Mar 2012	28 Mar 2012

ภาพที่ 69 แผนการทำงานช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0 ที่คำนวณด้วยวิธี Repetitive Construction Approach

KU RCP 2.0 : Output Window

Menu | Print | Graphic Report

ProjectInformation | Work Schedule of Repetitive Activities | Work Schedule of Free Activities | Gantt Chart | Graph

No.	Activity Code	ActivityDescri...	Start Date	Finish Date	Late Start Date	Late Finish D...	Total Float	Free Float
1	F1	F1	21 Mar 2012	24 Mar 2012	21 Mar 2012	24 Mar 2012	0	0
2	F2	F2	25 Mar 2012	28 Mar 2012	25 Mar 2012	28 Mar 2012	0	0

ภาพที่ 70 แผนการทำงานและแผนการทำงานช้าสุดของกิจกรรมอิสระจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0 ที่คำนวณด้วยวิธี Repetitive Construction Approach

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 การทดสอบการใช้งานโปรแกรมกับโครงการตัวอย่างเพื่อแสดงความสามารถของโปรแกรมในการนำไปใช้งานจริง โดยกำหนดโครงการตัวอย่างเป็นโครงการก่อสร้างบ้าน 1 ชั้น จำนวน 15 หลัง มีรูปแบบการก่อสร้าง 3 รูปแบบ โดยทำงาน 5 วันต่อสัปดาห์ บ้านแต่ละหลังประกอบด้วยกิจกรรมงานซ้ำกัน 13 กิจกรรม และกิจกรรมอิสระ 5 กิจกรรม ซึ่งข้อมูลทั่วไปของโครงการ วันหยุดพิเศษ รูปแบบการก่อสร้าง ลำดับการก่อสร้าง ระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมในแต่ละรูปแบบการก่อสร้าง ความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรม จำนวนกลุ่มคนงานของกิจกรรมซ้ำกัน และระยะเวลาทำงานและความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมอิสระ แสดงดังตารางที่ 4-9 แผนงานก่อสร้างคำนวณด้วยวิธีการวางแผนงานแบบซ้ำกัน และกำหนดวันสิ้นสุดโครงการจากระยะเวลาโครงการ

ตารางที่ 4 ข้อมูลทั่วไปของโครงการ

ข้อมูล	รายละเอียด
Project Code	KU House
Project Name	โครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น
Project Start Date	1 มกราคม 2008
End of Contract	1 เมษายน 2009
Project Budget	50,000,000
Project Duration	455
Owner	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Contractor	บริษัท รับเหมาก่อสร้าง จำกัด
Consultant	บริษัท ไทยคอนเซาท์แตนท์
User	ฐานะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 วันหยุดพิเศษ

วันที่	รายละเอียด
1 มกราคม 2008	วันปีใหม่
13 - 15 เมษายน 2008	วันสงกรานต์
1 พฤษภาคม 2008	วันแรงงาน
12 สิงหาคม 2008	วันแม่แห่งชาติ
5 ธันวาคม 2008	วันพ่อแห่งชาติ
31 ธันวาคม 2008	วันสิ้นปี
1 มกราคม 2009	วันปีใหม่

ตารางที่ 6 รูปแบบหน่วยก่อสร้าง

รูปแบบ	ลักษณะ
A	2 ห้องนอน / 2 ห้องน้ำ
B	3 ห้องนอน / 2 ห้องน้ำ
C	3 ห้องนอน / 3 ห้องน้ำ และสระว่ายน้ำ

ตารางที่ 7 รูปแบบและลำดับการก่อสร้าง

ลำดับที่	รูปแบบ	ตำแหน่งก่อสร้าง
1	C	B1-1
2	A	B1-2
3	C	B1-3
4	B	B1-4
5	A	B2-1
6	A	B2-2
7	B	B2-3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	รูปแบบ	ตำแหน่งก่อสร้าง
8	B	B2-4
9	B	B2-5
10	C	B3-1
11	A	B3-2
12	C	B3-3
13	B	B4-1
14	C	B4-2
15	A	B4-3

ตารางที่ 8 ข้อมูลกิจกรรมซ้ำกัน ความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมและจำนวนกลุ่มคนงาน

Act. Code	กิจกรรมซ้ำกัน	กิจกรรมก่อนหน้า	ประเภทความสัมพันธ์	จำนวนกลุ่มคนงาน	ระยะเวลาทำงาน (วัน) A	B	C
R001	ตอกเสาเข็ม	-	กิจกรรมเริ่มต้น	2	5	8	10
R002	งานพื้น	R001	FTS	3	6	7	8
R003	งานผนัง	R002	FTS	2	12	15	18
R004	โครงหลังคาเหล็ก	R003	FTS	3	4	5	6
R005	มุงหลังคา	R004	FTS	3	3	4	5
R006	ฝ้าเพดาน	R005	FTS	2	4	5	6
		R011	FTF-lag time 2				
R007	งานสถาปัตฯ ภายใน	R006	FTS	2	7	10	12
R008	ติดตั้งระบบประปา	R007	STS+lag time 2	3	3	5	7
R009	ติดตั้งอุปกรณ์ประปา	R008	FTS	1	1	1	1
R010	ติดตั้งระบบไฟฟ้า	R003	STS+lag time 3	4	4	4	7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Act. Code	กิจกรรมมซ้ำกัน	กิจกรรมก่อนหน้า	ประเภทความสัมพันธ์	จำนวนกลุ่มคนงาน	ระยะเวลาทำงาน (วัน) A	B	C
R011	ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	R005	FTS	1	1	1	1
		R010	FTS				
R012	งานรั้ว (สูง 1.75 ม.)	R007	FTS	1	10	12	12
		R009	FTS				
R013	สระว่ายน้ำ (3x4 ม.)	R012	FTS	1	0	0	12

ตารางที่ 9 ข้อมูลกิจกรรมอิสระและความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรม

Free Act. Code	กิจกรรมอิสระ	ระยะเวลาทำงาน(วัน)	กิจกรรมก่อนหน้า	ตำแหน่งการก่อสร้าง	ประเภทความสัมพันธ์
F001	บ่อพักและบ่อบำบัดน้ำเสีย	15	R001	B4-3	FTS
F002	รั้วโครงการ	20	R001	B4-3	FTS
F003	ถนนในโครงการ	12	R003	B4-3	FTS
F004	ติดตั้งเสาไฟฟ้าโครงการ	3	R011	B4-3	STS + lag time 2
F005	ซุ้มทางเข้า	7	R013	B4-2	STS + lag time 5

จากการทดสอบใช้งานโปรแกรมในการวางแผนงานกับโครงการตัวอย่าง พบว่าโปรแกรมสามารถคำนวณกำหนดเวลาทำงาน กำหนดเวลาทำงานช้าสุด และระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมซ้ำกันและกิจกรรมไม่ซ้ำได้ในเวลาอันรวดเร็ว ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงดังภาพที่ 71-73

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

KU RCP 2.0 : Output Window

Menu | Print | Graphic Report

ProjectInformation | Work Schedule of Repetitive Activities | Work Schedule of Free Activities | Gantt Chart | Graph

Activity Duration | Resource Assignment | Work Schedule on Calendar | Late Start - Late Finish

Activity	Date	(C) B1-1	(A) B1-2	(C) B1-3	(B) B1-4	(A) B2-1	(A) B2-2	(B) B2-3	(B) B2-4	(B) B2-5	(C) B3-1	(A) B3-2	(C) B3-3	(B) B4-1	(C) B4-2	(A) B4-3
R001	Start	02 Jan 2008	02 Jan 2008	09 Jan 2008	16 Jan 2008	23 Jan 2008	28 Jan 2008	30 Jan 2008	04 Feb 2008	11 Feb 2008	14 Feb 2008	21 Feb 2008	28 Feb 2008	28 Feb 2008	11 Mar 2008	13 Mar 2008
ตอกเสาเข็ม	Finish	15 Jan 2008	08 Jan 2008	22 Jan 2008	25 Jan 2008	29 Jan 2008	01 Feb 2008	08 Feb 2008	13 Feb 2008	20 Feb 2008	27 Feb 2008	27 Feb 2008	12 Mar 2008	10 Mar 2008	24 Mar 2008	19 Mar 2008
	Total Float	149	168	166	184	204	211	206	215	222	220	248	232	248	248	284
	Free Float	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R002	Start	14 Feb 2008	14 Feb 2008	14 Feb 2008	22 Feb 2008	26 Feb 2008	26 Feb 2008	04 Mar 2008	05 Mar 2008	05 Mar 2008	13 Mar 2008	14 Mar 2008	14 Mar 2008	24 Mar 2008	25 Mar 2008	26 Mar 2008
งานพื้น	Finish	25 Feb 2008	21 Feb 2008	25 Feb 2008	03 Mar 2008	04 Mar 2008	04 Mar 2008	12 Mar 2008	13 Mar 2008	13 Mar 2008	24 Mar 2008	21 Mar 2008	25 Mar 2008	01 Apr 2008	03 Apr 2008	02 Apr 2008
	Total Float	128	142	150	165	185	195	190	201	213	210	240	231	246	248	280
	Free Float	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	68	72
R003	Start	26 Feb 2008	26 Feb 2008	13 Mar 2008	21 Mar 2008	08 Apr 2008	11 Apr 2008	28 Apr 2008	02 May 2008	20 May 2008	23 May 2008	10 Jun 2008	18 Jun 2008	26 Jun 2008	14 Jul 2008	17 Jul 2008
งานผนัง	Finish	20 Mar 2008	12 Mar 2008	07 Apr 2008	10 Apr 2008	25 Apr 2008	30 Apr 2008	19 May 2008	22 May 2008	09 Jun 2008	17 Jun 2008	25 Jun 2008	11 Jul 2008	16 Jul 2008	06 Aug 2008	01 Aug 2008
	Total Float	128	140	138	152	161	168	160	169	169	170	187	174	188	180	208
	Free Float	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R004	Start	10 Jul 2008	10 Jul 2008	10 Jul 2008	16 Jul 2008	18 Jul 2008	18 Jul 2008	23 Jul 2008	24 Jul 2008	24 Jul 2008	30 Jul 2008	31 Jul 2008	31 Jul 2008	06 Aug 2008	07 Aug 2008	08 Aug 2008
โครงหลังคาเหล็ก	Finish	17 Jul 2008	15 Jul 2008	17 Jul 2008	22 Jul 2008	23 Jul 2008	23 Jul 2008	29 Jul 2008	30 Jul 2008	30 Jul 2008	06 Aug 2008	05 Aug 2008	07 Aug 2008	13 Aug 2008	15 Aug 2008	14 Aug 2008
	Total Float	52	75	74	87	103	113	114	125	137	140	162	161	174	180	204
	Free Float	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
R005	Start	24 Jul 2008	24 Jul 2008	24 Jul 2008	29 Jul 2008	31 Jul 2008	31 Jul 2008	04 Aug 2008	05 Aug 2008	05 Aug 2008	08 Aug 2008	11 Aug 2008	11 Aug 2008	15 Aug 2008	18 Aug 2008	19 Aug 2008
มุงหลังคา	Finish	30 Jul 2008	28 Jul 2008	30 Jul 2008	01 Aug 2008	04 Aug 2008	04 Aug 2008	07 Aug 2008	08 Aug 2008	08 Aug 2008	15 Aug 2008	14 Aug 2008	18 Aug 2008	20 Aug 2008	22 Aug 2008	21 Aug 2008
	Total Float	48	69	70	83	98	108	111	122	134	139	159	160	173	180	202
	Free Float	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
R006	Start	31 Jul 2008	31 Jul 2008	06 Aug 2008	08 Aug 2008	15 Aug 2008	18 Aug 2008	21 Aug 2008	22 Aug 2008	28 Aug 2008	29 Aug 2008	04 Sep 2008	08 Sep 2008	10 Sep 2008	16 Sep 2008	17 Sep 2008
ฝ้าเพดาน	Finish	07 Aug 2008	05 Aug 2008	14 Aug 2008	15 Aug 2008	20 Aug 2008	21 Aug 2008	27 Aug 2008	28 Aug 2008	03 Sep 2008	05 Sep 2008	09 Sep 2008	15 Sep 2008	16 Sep 2008	23 Sep 2008	22 Sep 2008
	Total Float	48	67	66	79	91	100	103	114	122	130	145	146	159	164	184
	Free Float	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	32
R007	Start	08 Aug 2008	08 Aug 2008	20 Aug 2008	27 Aug 2008	05 Sep 2008	10 Sep 2008	16 Sep 2008	19 Sep 2008	30 Sep 2008	03 Oct 2008	14 Oct 2008	21 Oct 2008	23 Oct 2008	06 Nov 2008	06 Nov 2008
งานสถาปัตฯ ภายใน	Finish	26 Aug 2008	19 Aug 2008	04 Sep 2008	09 Sep 2008	15 Sep 2008	18 Sep 2008	29 Sep 2008	02 Oct 2008	13 Oct 2008	20 Oct 2008	22 Oct 2008	05 Nov 2008	05 Nov 2008	21 Nov 2008	14 Nov 2008
	Total Float	48	65	63	72	80	87	90	99	104	111	121	121	133	133	152
	Free Float	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
R008	Start	13 Oct 2008	13 Oct 2008	13 Oct 2008	16 Oct 2008	22 Oct 2008	22 Oct 2008	23 Oct 2008	27 Oct 2008	27 Oct 2008	30 Oct 2008	03 Nov 2008	03 Nov 2008	06 Nov 2008	10 Nov 2008	12 Nov 2008
ติดตั้งระบบประปา	Finish	21 Oct 2008	15 Oct 2008	21 Oct 2008	22 Oct 2008	24 Oct 2008	24 Oct 2008	29 Oct 2008	31 Oct 2008	31 Oct 2008	07 Nov 2008	05 Nov 2008	11 Nov 2008	12 Nov 2008	18 Nov 2008	14 Nov 2008
	Total Float	7	23	29	40	50	60	67	77	89	96	110	116	127	135	151
	Free Float	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
R009	Start	31 Oct 2008	03 Nov 2008	04 Nov 2008	05 Nov 2008	06 Nov 2008	07 Nov 2008	10 Nov 2008	11 Nov 2008	12 Nov 2008	13 Nov 2008	14 Nov 2008	17 Nov 2008	18 Nov 2008	19 Nov 2008	20 Nov 2008
ติดตั้งอุปกรณ์ประ...	Finish	31 Oct 2008	03 Nov 2008	04 Nov 2008	05 Nov 2008	06 Nov 2008	07 Nov 2008	10 Nov 2008	11 Nov 2008	12 Nov 2008	13 Nov 2008	14 Nov 2008	17 Nov 2008	18 Nov 2008	19 Nov 2008	20 Nov 2008
	Total Float	0	11	20	31	42	51	60	71	82	93	104	113	124	135	148
	Free Float	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146
R010	Start	01 Jul 2008	01 Jul 2008	01 Jul 2008	01 Jul 2008	07 Jul 2008	07 Jul 2008	10 Jul 2008	10 Jul 2008	11 Jul 2008	11 Jul 2008	16 Jul 2008	16 Jul 2008	17 Jul 2008	22 Jul 2008	22 Jul 2008
ติดตั้งระบบไฟฟ้า	Finish	09 Jul 2008	04 Jul 2008	09 Jul 2008	04 Jul 2008	10 Jul 2008	10 Jul 2008	15 Jul 2008	15 Jul 2008	16 Jul 2008	21 Jul 2008	21 Jul 2008	24 Jul 2008	22 Jul 2008	30 Jul 2008	25 Jul 2008
	Total Float	70	90	92	109	120	130	134	146	157	164	181	183	199	203	225
	Free Float	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	21	16	20
R011	Start	05 Aug 2008	06 Aug 2008	07 Aug 2008	08 Aug 2008	11 Aug 2008	13 Aug 2008	14 Aug 2008	15 Aug 2008	18 Aug 2008	19 Aug 2008	20 Aug 2008	21 Aug 2008	22 Aug 2008	25 Aug 2008	26 Aug 2008
ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	Finish	05 Aug 2008	06 Aug 2008	07 Aug 2008	08 Aug 2008	11 Aug 2008	13 Aug 2008	14 Aug 2008	15 Aug 2008	18 Aug 2008	19 Aug 2008	20 Aug 2008	21 Aug 2008	22 Aug 2008	25 Aug 2008	26 Aug 2008
	Total Float	52	68	72	85	99	108	114	125	136	145	161	165	178	187	205
	Free Float	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R012	Start	03 Nov 2008	19 Nov 2008	03 Dec 2008	22 Dec 2008	07 Jan 2009	21 Jan 2009	04 Feb 2009	20 Feb 2009	10 Mar 2009	26 Mar 2009	13 Apr 2009	27 Apr 2009	13 May 2009	29 May 2009	16 Jun 2009
งานรั้ว (สูง 1.75 ...	Finish	18 Nov 2008	02 Dec 2008	19 Dec 2008	06 Jan 2009	20 Jan 2009	03 Feb 2009	19 Feb 2009	09 Mar 2009	25 Mar 2009	10 Apr 2009	24 Apr 2009	12 May 2009	28 May 2009	15 Jun 2009	29 Jun 2009
	Total Float	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Free Float	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
R013	Start	09 Apr 2009	--	27 Apr 2009	--	--	--	--	--	--	13 May 2009	--	29 May 2009	--	16 Jun 2009	--
สระว่ายน้ำ	Finish	24 Apr 2009	--	12 May 2009	--	--	--	--	--	--	28 May 2009	--	15 Jun 2009	--	01 Jul 2009	--
	Total Float	0	--	0	--	--	--	--	--	--	0	--	0	--	0	--
	Free Float	0	--	0	--	--	--	--	--	--	0	--	0	--	0	--

ภาพที่ 71 กำหนดวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงานและระยะเวลาลอยตัวจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม KU RCP 2.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

KU RCP 2.0 : Output Window

Menu | Print | Graphic Report

ProjectInfomation | Work Schedule of Repetitive Activities | Work Schedule of Free Activities | Gantt Chart | Graph

Activity Duration | Resource Assignment | Work Schedule on Calendar | Late Start - Late Finish

Activity	Date	B1-1	B1-2	B1-3	B1-4	B2-1	B2-2	B2-3	B2-4	B2-5	B3-1	B3-2	B3-3	B4-1	B4-2	B4-3
R001	Late Start	01 Aug 2008	29 Aug 2008	03 Sep 2008	06 Oct 2008	10 Nov 2008	24 Nov 2008	19 Nov 2008	08 Dec 2008	24 Dec 2008	25 Dec 2008	10 Feb 2009	26 Jan 2009	17 Feb 2009	27 Feb 2009	22 Apr 2009
	Late Finish	15 Aug 2008	04 Sep 2008	16 Sep 2008	15 Oct 2008	14 Nov 2008	28 Nov 2008	28 Nov 2008	17 Dec 2008	02 Jan 2009	07 Jan 2009	16 Feb 2009	06 Feb 2009	26 Feb 2009	12 Mar 2009	28 Apr 2009
R002	Late Start	18 Aug 2008	05 Sep 2008	17 Sep 2008	16 Oct 2008	17 Nov 2008	01 Dec 2008	01 Dec 2008	18 Dec 2008	05 Jan 2009	08 Jan 2009	20 Feb 2009	09 Feb 2009	10 Mar 2009	13 Mar 2009	29 Apr 2009
	Late Finish	27 Aug 2008	12 Sep 2008	26 Sep 2008	24 Oct 2008	24 Nov 2008	09 Dec 2008	10 Dec 2008	26 Dec 2008	13 Jan 2009	19 Jan 2009	27 Feb 2009	18 Feb 2009	18 Mar 2009	24 Mar 2009	06 May 2009
R003	Late Start	28 Aug 2008	15 Sep 2008	29 Sep 2008	27 Oct 2008	25 Nov 2008	10 Dec 2008	11 Dec 2008	29 Dec 2008	14 Jan 2009	20 Jan 2009	02 Mar 2009	19 Feb 2009	19 Mar 2009	25 Mar 2009	07 May 2009
	Late Finish	22 Sep 2008	30 Sep 2008	22 Oct 2008	14 Nov 2008	11 Dec 2008	25 Dec 2008	31 Dec 2008	16 Jan 2009	03 Feb 2009	12 Feb 2009	17 Mar 2009	16 Mar 2009	08 Apr 2009	17 Apr 2009	22 May 2009
R004	Late Start	23 Sep 2008	24 Oct 2008	23 Oct 2008	17 Nov 2008	12 Dec 2008	26 Dec 2008	01 Jan 2009	19 Jan 2009	04 Feb 2009	13 Feb 2009	18 Mar 2009	17 Mar 2009	09 Apr 2009	20 Apr 2009	25 May 2009
	Late Finish	30 Sep 2008	29 Oct 2008	30 Oct 2008	21 Nov 2008	17 Dec 2008	31 Dec 2008	07 Jan 2009	23 Jan 2009	10 Feb 2009	20 Feb 2009	23 Mar 2009	24 Mar 2009	15 Apr 2009	27 Apr 2009	28 May 2009
R005	Late Start	01 Oct 2008	30 Oct 2008	31 Oct 2008	24 Nov 2008	18 Dec 2008	01 Jan 2009	08 Jan 2009	26 Jan 2009	11 Feb 2009	23 Feb 2009	24 Mar 2009	25 Mar 2009	16 Apr 2009	28 Apr 2009	29 May 2009
	Late Finish	07 Oct 2008	03 Nov 2008	06 Nov 2008	27 Nov 2008	22 Dec 2008	05 Jan 2009	13 Jan 2009	29 Jan 2009	16 Feb 2009	27 Feb 2009	26 Mar 2009	31 Mar 2009	21 Apr 2009	04 May 2009	02 Jun 2009
R006	Late Start	08 Oct 2008	04 Nov 2008	07 Nov 2008	28 Nov 2008	23 Dec 2008	06 Jan 2009	14 Jan 2009	30 Jan 2009	17 Feb 2009	02 Mar 2009	27 Mar 2009	01 Apr 2009	22 Apr 2009	05 May 2009	03 Jun 2009
	Late Finish	15 Oct 2008	07 Nov 2008	14 Nov 2008	04 Dec 2008	26 Dec 2008	09 Jan 2009	20 Jan 2009	05 Feb 2009	23 Feb 2009	09 Mar 2009	01 Apr 2009	08 Apr 2009	28 Apr 2009	12 May 2009	08 Jun 2009
R007	Late Start	16 Oct 2008	10 Nov 2008	17 Nov 2008	08 Dec 2008	29 Dec 2008	12 Jan 2009	21 Jan 2009	06 Feb 2009	24 Feb 2009	10 Mar 2009	02 Apr 2009	09 Apr 2009	29 Apr 2009	13 May 2009	09 Jun 2009
	Late Finish	31 Oct 2008	18 Nov 2008	02 Dec 2008	19 Dec 2008	06 Jan 2009	20 Jan 2009	03 Feb 2009	19 Feb 2009	09 Mar 2009	25 Mar 2009	10 Apr 2009	24 Apr 2009	12 May 2009	28 May 2009	17 Jun 2009
R008	Late Start	22 Oct 2008	13 Nov 2008	21 Nov 2008	12 Dec 2008	01 Jan 2009	15 Jan 2009	27 Jan 2009	12 Feb 2009	02 Mar 2009	16 Mar 2009	07 Apr 2009	15 Apr 2009	05 May 2009	19 May 2009	12 Jun 2009
	Late Finish	30 Oct 2008	17 Nov 2008	01 Dec 2008	18 Dec 2008	05 Jan 2009	19 Jan 2009	02 Feb 2009	18 Feb 2009	06 Mar 2009	24 Mar 2009	09 Apr 2009	23 Apr 2009	11 May 2009	27 May 2009	16 Jun 2009
R009	Late Start	31 Oct 2008	18 Nov 2008	02 Dec 2008	19 Dec 2008	06 Jan 2009	20 Jan 2009	03 Feb 2009	19 Feb 2009	09 Mar 2009	25 Mar 2009	10 Apr 2009	24 Apr 2009	12 May 2009	28 May 2009	17 Jun 2009
	Late Finish	31 Oct 2008	18 Nov 2008	02 Dec 2008	19 Dec 2008	06 Jan 2009	20 Jan 2009	03 Feb 2009	19 Feb 2009	09 Mar 2009	25 Mar 2009	10 Apr 2009	24 Apr 2009	12 May 2009	28 May 2009	17 Jun 2009
R010	Late Start	08 Oct 2008	05 Nov 2008	07 Nov 2008	02 Dec 2008	24 Dec 2008	07 Jan 2009	16 Jan 2009	03 Feb 2009	19 Feb 2009	02 Mar 2009	30 Mar 2009	01 Apr 2009	24 Apr 2009	05 May 2009	04 Jun 2009
	Late Finish	16 Oct 2008	10 Nov 2008	17 Nov 2008	08 Dec 2008	29 Dec 2008	12 Jan 2009	21 Jan 2009	06 Feb 2009	24 Feb 2009	10 Mar 2009	02 Apr 2009	09 Apr 2009	29 Apr 2009	13 May 2009	09 Jun 2009
R011	Late Start	17 Oct 2008	11 Nov 2008	18 Nov 2008	09 Dec 2008	30 Dec 2008	13 Jan 2009	22 Jan 2009	09 Feb 2009	25 Feb 2009	11 Mar 2009	03 Apr 2009	10 Apr 2009	30 Apr 2009	14 May 2009	10 Jun 2009
	Late Finish	17 Oct 2008	11 Nov 2008	18 Nov 2008	09 Dec 2008	30 Dec 2008	13 Jan 2009	22 Jan 2009	09 Feb 2009	25 Feb 2009	11 Mar 2009	03 Apr 2009	10 Apr 2009	30 Apr 2009	14 May 2009	10 Jun 2009
R012	Late Start	03 Nov 2008	19 Nov 2008	03 Dec 2008	22 Dec 2008	07 Jan 2009	21 Jan 2009	04 Feb 2009	20 Feb 2009	10 Mar 2009	26 Mar 2009	13 Apr 2009	27 Apr 2009	13 May 2009	29 May 2009	18 Jun 2009
	Late Finish	18 Nov 2008	02 Dec 2008	19 Dec 2008	06 Jan 2009	20 Jan 2009	03 Feb 2009	19 Feb 2009	09 Mar 2009	25 Mar 2009	10 Apr 2009	24 Apr 2009	12 May 2009	28 May 2009	15 Jun 2009	01 Jul 2009
R013	Late Start	09 Apr 2009	--	27 Apr 2009	--	--	--	--	--	--	13 May 2009	--	29 May 2009	--	16 Jun 2009	--
	Late Finish	24 Apr 2009	--	12 May 2009	--	--	--	--	--	--	28 May 2009	--	15 Jun 2009	--	01 Jul 2009	--

ภาพที่ 72 กำหนดวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมซ้ำกันจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม KU RCP 2.0

KU RCP 2.0 : Output Window

Menu | Print | Graphic Report

ProjectInformation | Work Schedule of Repetitive Activities | Work Schedule of Free Activities | Gantt Chart | Graph

No.	Activity Code	ActivityDescri...	Start Date	Finish Date	Late Start Date	Late Finish D...	Total Float	Free Float
1	F001	บ่อพักและบ่อบำบั...	20 Mar 2008	09 Apr 2008	11 Jun 2009	01 Jul 2009	315	315
2	F002	รั้วโครงการ	20 Mar 2008	18 Apr 2008	04 Jun 2009	01 Jul 2009	310	310
3	F003	ถนนโครงการ	04 Aug 2008	20 Aug 2008	16 Jun 2009	01 Jul 2009	224	224
4	F004	ติดตั้งเสาไฟฟ้าโค...	28 Aug 2008	01 Sep 2008	29 Jun 2009	01 Jul 2009	216	216
5	F005	ซุ้มทางเข้า	23 Jun 2009	01 Jul 2009	23 Jun 2009	01 Jul 2009	0	0

ภาพที่ 73 กำหนดวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงาน กำหนดวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดของกิจกรรมอิสระจากโครงการตัวอย่างที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม KU RCP 2.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาแนวทางการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวทั้งระยะเวลาลอยตัวอิสระและระยะเวลาลอยตัวรวมสำหรับงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน จากนั้นประยุกต์หลักการวิเคราะห์หาระยะเวลาลอยตัวเข้ากับโปรแกรม KU RCP 2.0 เพื่อเพิ่มศักยภาพของโปรแกรมสำหรับการใช้งาน

จากผลการวิจัยพบว่าการวิเคราะห์ระยะเวลาลอยตัวอิสระสำหรับงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันของแต่ละกิจกรรมจำเป็นต้องพิจารณาทั้งความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้าง และแผนการทำงานของกลุ่มคนงาน ซึ่งต่างจากงานก่อสร้างทั่วไปที่พิจารณาเพียงความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมภายในหน่วยก่อสร้างเท่านั้น ส่วนการวิเคราะห์ระยะเวลาลอยตัวรวมสำหรับงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันมีขั้นตอนในการคำนวณ 3 ขั้นตอนเหมือนงานก่อสร้างทั่วไปคือ 1. การวิเคราะห์หากำหนดวันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงาน 2. การวิเคราะห์หากำหนดวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด 3. การคำนวณระยะเวลาลอยตัวรวมจากผลต่างระหว่างกำหนดเวลาทำงานตามแผนและกำหนดเวลาทำงานช้าสุด จะมีความแตกต่างกันในส่วนของการวิเคราะห์หากำหนดวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดเนื่องจากงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันจะต้องมีการพิจารณาแผนการทำงานของกลุ่มคนงานร่วมด้วย

ระยะเวลาลอยตัวของโปรแกรม KU RCP 2.0 ที่ได้พัฒนาจากงานวิจัยนี้สามารถคำนวณหาระยะเวลาลอยตัวอิสระและระยะเวลาลอยตัวรวมของงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกัน กรณีหน่วยก่อสร้างแต่ละหน่วยแบ่งแยกออกจากกันอย่างชัดเจน ซึ่งในการประมวลผลการคำนวณหาระยะเวลาลอยตัวของโปรแกรมประกอบด้วย 2 ส่วนตามลักษณะการใช้งานคือ การวางแผนงานก่อสร้างและการปรับแผนงานก่อสร้าง สำหรับกิจกรรมซ้ำกันและกิจกรรมไม่ซ้ำ โดยผู้ใช้โปรแกรมสามารถเลือกกำหนดวันสิ้นสุดโครงการได้จากวันเสร็จโครงการที่เร็วที่สุดหรือวันสิ้นสุดสัญญาและรองรับวิธีการวางแผนทั้งวิธีเริ่มต้นงานเร็วสุดและวิธีงานก่อสร้างแบบซ้ำกัน โดยผลการคำนวณที่ได้แสดงในรูปแบบจำนวนวันทำงานที่สามารถล่าช้าได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้การตรวจสอบความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ระยะเวลาลอยตัวที่ได้จากโปรแกรม KU RCP 2.0 ทำได้โดยเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการคำนวณมือและการประมวลผลจากโปรแกรม Microsoft Office Project 2007 เมื่อแผนงานถูกกำหนดให้เริ่มต้นงานเร็วสุด (Early-Start Approach) ส่วนแผนงานก่อสร้างที่วางแผนด้วยวิธีการก่อสร้างแบบซ้ำกัน (Repetitive Scheduling Approach) สามารถเปรียบเทียบผลจากการคำนวณมือเท่านั้น จากการพิจารณาพบว่ากำหนดวันเริ่มและวันเสร็จ วันเริ่มช้าสุดและวันเสร็จช้าสุด รวมทั้งระยะเวลาลอยตัวของแต่ละกิจกรรมตรงกัน สุดท้ายทดสอบการใช้งานกับโครงการตัวอย่างพบว่าโปรแกรมสามารถคำนวณแผนงานก่อสร้างได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

โปรแกรมสำหรับวางแผน ติดตามความก้าวหน้าและปรับแผนงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำกันจากงานวิจัยนี้ ใช้ในการวางแผนงานก่อสร้างที่หน่วยการทำงานแต่ละหน่วยถูกแบ่งแยกกันอย่างชัดเจน ในการวางแผนงานโปรแกรมจะพิจารณาจากระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานของกลุ่มคนงานแต่ละกลุ่มเท่านั้น โดยไม่พิจารณาถึงปัจจัยอื่นที่อาจส่งผลกระทบต่อแผนการทำงาน เช่น การซ้อนทับกันของพื้นที่การทำงาน หรือข้อจำกัดทางด้านเครื่องจักรบางประเภทที่ไม่สามารถแยกให้แต่ละกลุ่มคนงานได้ เนื่องจากเครื่องจักรมีราคาสูง เช่น เครน ดังนั้นเครื่องจักรประเภทนี้อาจต้องใช้ร่วมกันระหว่างกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เบญจพร ศรีสุวรรณกาฬ. 2552. **การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวางแผนและติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำๆ กัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____, อธิวัฒน์ บุญเจริญ และ สุนีรัตน์ กุศลาศัย. 2552. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับกำหนดแผนการทำงานของคนงานสำหรับโครงการก่อสร้างที่มีลักษณะงานซ้ำ, น. 657-662. *ใน* **การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 14.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

พิเชษฐ์ มณีพงศ์. 2550. **การวางแผนงานก่อสร้างโดยวิธี Repetitive Scheduling Method ที่ประกอบด้วยคนงานหลายกลุ่ม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____ และ สุนีรัตน์ กุศลาศัย. 2550. แนวทางการประยุกต์ใช้วิธี RSM กับการก่อสร้างที่ประกอบด้วยกลุ่มคนงานหลายกลุ่ม. *ใน* **การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 12.** มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

อธิวัฒน์ บุญเจริญ. และ สุนีรัตน์ กุศลาศัย. 2551. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวางแผนงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำ ๆ กัน กรณีกลุ่มคนงานมากกว่า 1 กลุ่ม. *ใน* **การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 13.** มหาวิทยาลัยศรีปทุม, กรุงเทพฯ.

_____. 2552. **การพัฒนาแนวทางและโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวางแผนงานก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำๆ กัน: กรณีกลุ่มคนงานมากกว่า 1 กลุ่ม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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.

El-Rayes, K. and O. Moselhi. 1998. Resource-driven scheduling of repetitive activities. **Construction Management and Economics** 16: 433-446.

Harmelink, D. 2001. Linear Scheduling Model: Float Characteristics. **Journal of Construction Engineering and Management** 127 (4): 255-260.

_____. and J. E. Rowings. 1998. Linear Scheduling Model: Development of Controlling Activity Path. **Journal of Construction Engineering and Management** 124 (4): 263-268.

Harris, R. B. and P. G. Ioannou. 1998. Scheduling Projects with Repetitive Activities. Journal of **Construction Engineering and Management** 124 (4): 269-278.

Hegazy, T., O. Moselhi and P. Fazio. 1993. BAL: An Algorithm for Scheduling and Control of Linear Projects. **AACE international transactions** C. 8. 1-14.

Yang, I. T. and P. G. Ioannou. 2001. Resource-Driven Scheduling for Repetitive Project: A Pull-System Approach. **The 9th International Group for Lean Construction Conference** in Singapore 6-8 August 2001 National, University of Singapore.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คู่มือการใช้งานโปรแกรม

REPETITIVE CONSTRUCTION
PLANNING PROGRAM

VERSION 2.0.0

Kasetsart University

Repetitive Construction Planning 2.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำนำ

โปรแกรม KU RCP 2.0 มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้วางแผน ติดตามความก้าวหน้าและปรับแผนงานก่อสร้างมีลักษณะซ้ำกันที่หน่วยก่อสร้างสามารถแบ่งแยกได้อย่างชัดเจน (discrete unit) โดยผู้ใช้โปรแกรมสามารถเลือกวิธีวางแผนให้กับกิจกรรมก่อสร้างแต่ละกิจกรรมได้ 2 วิธี คือ การวางแผนที่เน้นความต่อเนื่องของการทำงาน (Repetitive Construction Approach) และการวางแผนงานที่เน้นการเริ่มงานเร็วที่สุด (Early-Start Approach) อีกทั้งยังสามารถกำหนดวันสิ้นสุดโครงการจากวันเสร็จโครงการที่เร็วที่สุด (earliest project end date, EPE) หรือวันสิ้นสุดสัญญา (contract end date, CED) ในส่วนของการติดตามความก้าวหน้าจะใช้ทฤษฎี earn value ในการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของแผนการทำงาน ซึ่งจะช่วยลดข้อผิดพลาดและก่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการวางแผน ติดตามความก้าวหน้าและปรับแผนการทำงานให้ตรงตามสภาพการทำงานจริง

ฐานะ ปัญโญวัฒน์กูล

ผู้จัดทำ

\

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นในการประมวลผล 91
ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม 92
1. การเตรียมการก่อนใช้งานโปรแกรม 92
2. การวางแผนงานก่อสร้าง 97
2.1 ส่วนนำเข้าข้อมูลเพื่อการวางแผนงานก่อสร้าง 97
2.2 การใช้งานโปรแกรมเพื่อการวางแผนงานก่อสร้าง 107
2.3 การแสดงผลการวางแผนงานก่อสร้าง 110
3. การติดตามความก้าวหน้า 115
3.1 ส่วนนำเข้าข้อมูลเพื่อการติดตามความก้าวหน้า 115
3.2 การใช้งานโปรแกรมเพื่อการติดตามความก้าวหน้า 119
3.3 การแสดงผลการติดตามความก้าวหน้า 122
4. การปรับแผนงานก่อสร้าง 125
4.1 ส่วนนำเข้าข้อมูลเพื่อการปรับแผนงานก่อสร้าง 125
4.2 การใช้งานโปรแกรมเพื่อการปรับแผนงานก่อสร้าง 126
4.3 การแสดงผลการปรับแผนงานก่อสร้าง 127

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นในการประมวลผล

ในการใช้งานโปรแกรมเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ผู้ใช้ควรทำการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผล ก่อนการใช้งานดังนี้

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นในการใช้งานโปรแกรม

รายละเอียด	คุณสมบัติขั้นต่ำ
ระบบปฏิบัติการ	Windows XP SP2
ระบบประมวลผล	CPU 1.8 GHZ
หน่วยความจำพื้นที่ว่างสำหรับใช้งาน	RAM 512 MB – 1 GB
โปรแกรมสำหรับประมวลผล	มากกว่า 100 MB
	1. NetFramework 2.0 (Freeware)
	2. Microsoft SQL Server 2005 Express Edition & MSML6 (Freeware)
	3. SQL Server Management Studio Express (Freeware)
	4. PrinForm Component 1.0 (Freeware)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

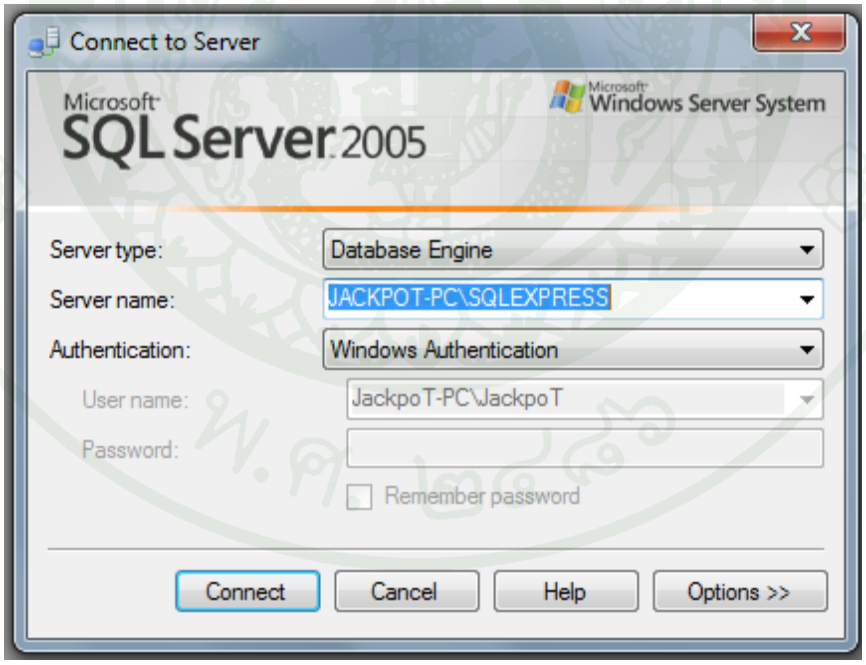
ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม

1. การเตรียมการก่อนใช้งานโปรแกรม

เนื่องจากโปรแกรม KU RCP 2.0 ทำงานร่วมกับฐานข้อมูล ดังนั้นสำหรับการใช้งานในครั้งแรก ผู้ใช้จะต้องทำการติดตั้งฐานข้อมูลของโปรแกรมก่อนโดยใช้โปรแกรม SQL Server Management Studio Express ตามขั้นตอนดังนี้

1) เริ่มการติดตั้งโดยเรียกใช้โปรแกรม SQL Server Management Studio Express หรือดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอน

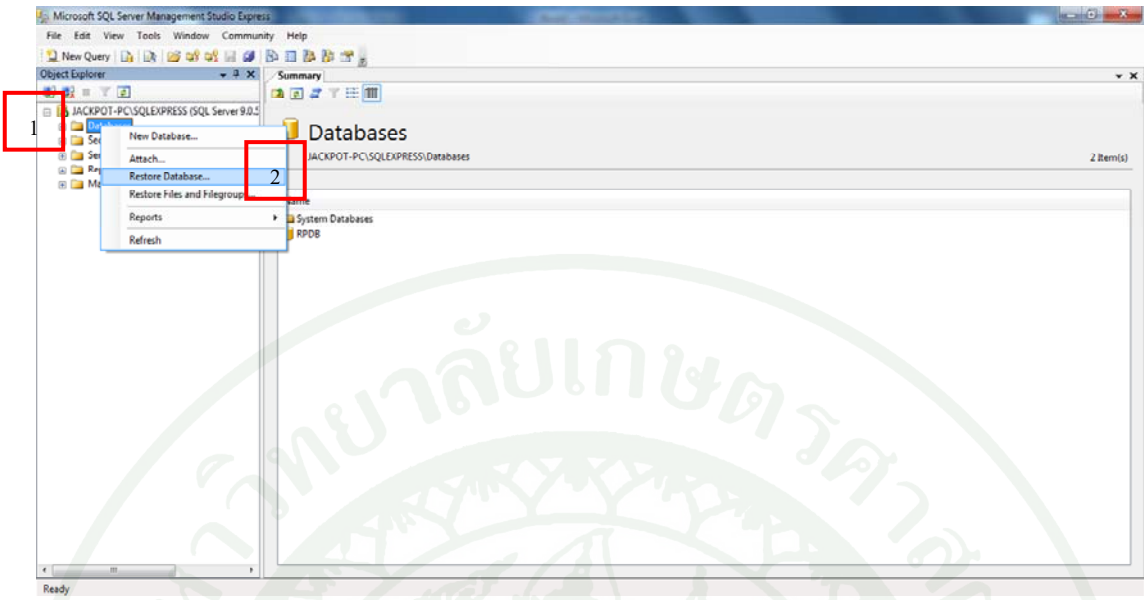
2) ทำการเชื่อมต่อระบบฐานข้อมูล โดยคลิกที่ปุ่ม Connect



ภาพผนวกที่ 1 หน้าต่างสำหรับเชื่อมต่อระบบฐานข้อมูลกับตัวเครื่อง

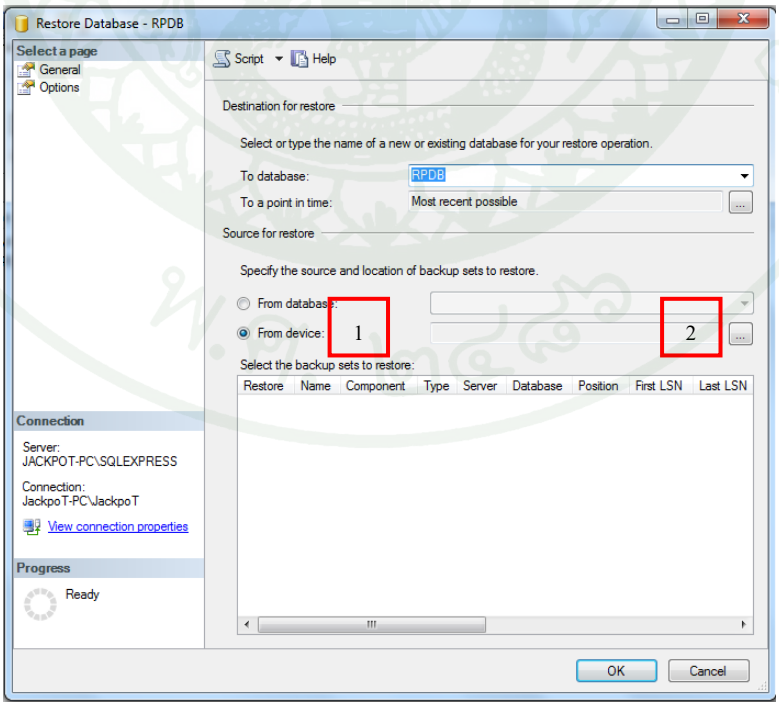
3) หลังจากเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลแล้ว จะปรากฏหน้าต่าง Object Explorer (1) คลิกขวาที่ Folder Database แล้วเลือก Restore Database (2) เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Restore Database

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 2 หน้าต่างการ Restore Database เข้าสู่ระบบ

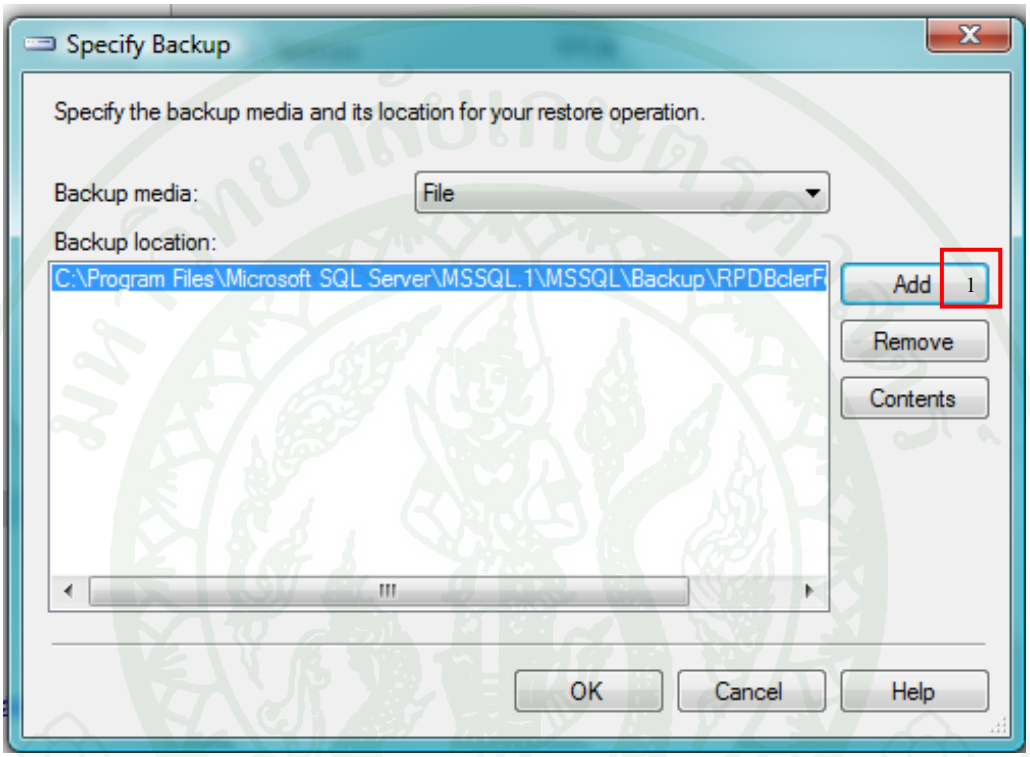
4) ในส่วนของ Source for restore เลือก From Device (1) แล้วคลิกที่ปุ่ม ... (2) เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Specify Backup



ภาพผนวกที่ 3 หน้าต่าง Restore Database

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

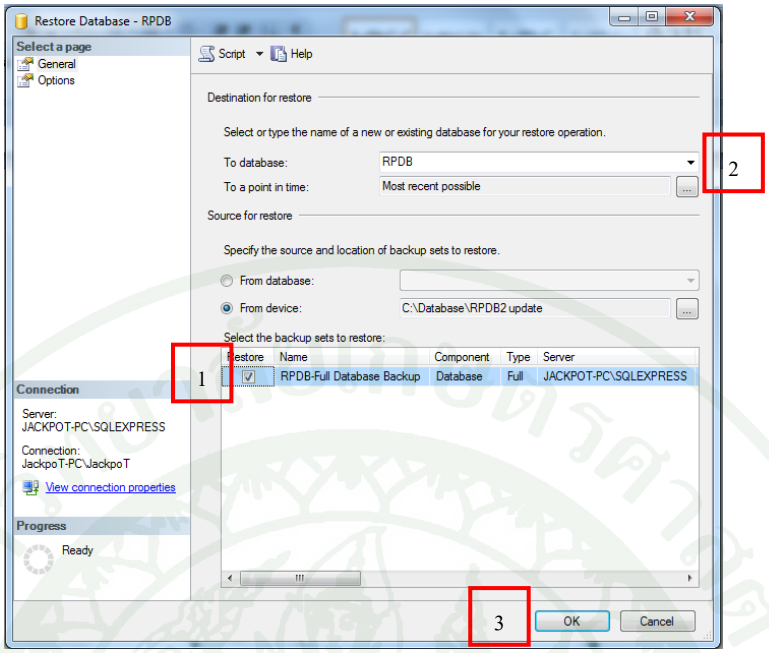
5) คลิกที่ปุ่ม Add จากนั้นเลือกไฟล์ฐานข้อมูลชื่อ RPDB.File ตามตำแหน่ง Drive ที่ผู้ใช้เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ จะปรากฏชื่อตำแหน่งของไฟล์ดังกล่าวในหน้าต่างจากนั้นคลิกที่ปุ่ม OK เพื่อกลับสู่หน้าต่าง Restore Database



ภาพผนวกที่ 4 หน้าต่าง Specify Backup

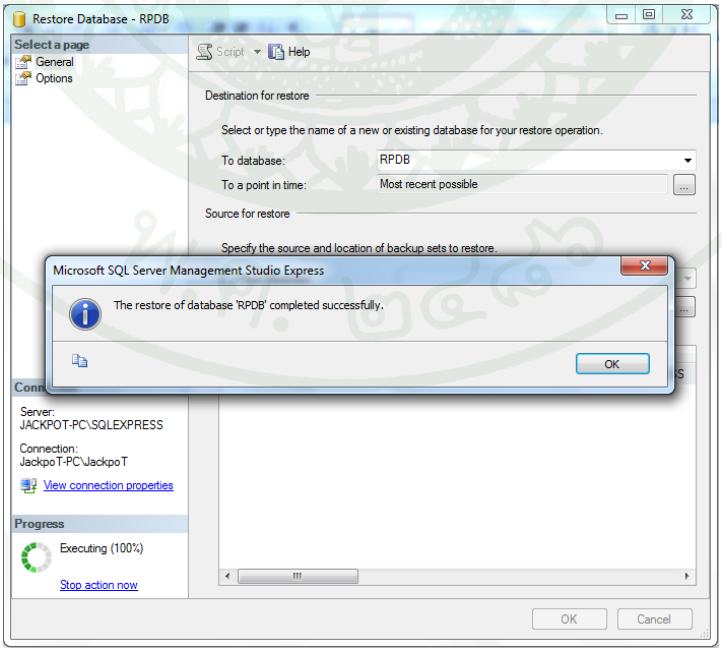
6) ในส่วนของ Select the Backup sets to restore (1) คลิก ☑ เพื่อเลือกชื่อฐานข้อมูลในส่วนของ Destination for restore (2) ตรง To database ให้คลิกปุ่ม Dropdown เพื่อเลือกชื่อฐานข้อมูลชื่อ RPDB (3) จากนั้นคลิกที่ปุ่ม OK เพื่อ Restore Database เข้าสู่ระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 5 หน้าต่าง Restore Database

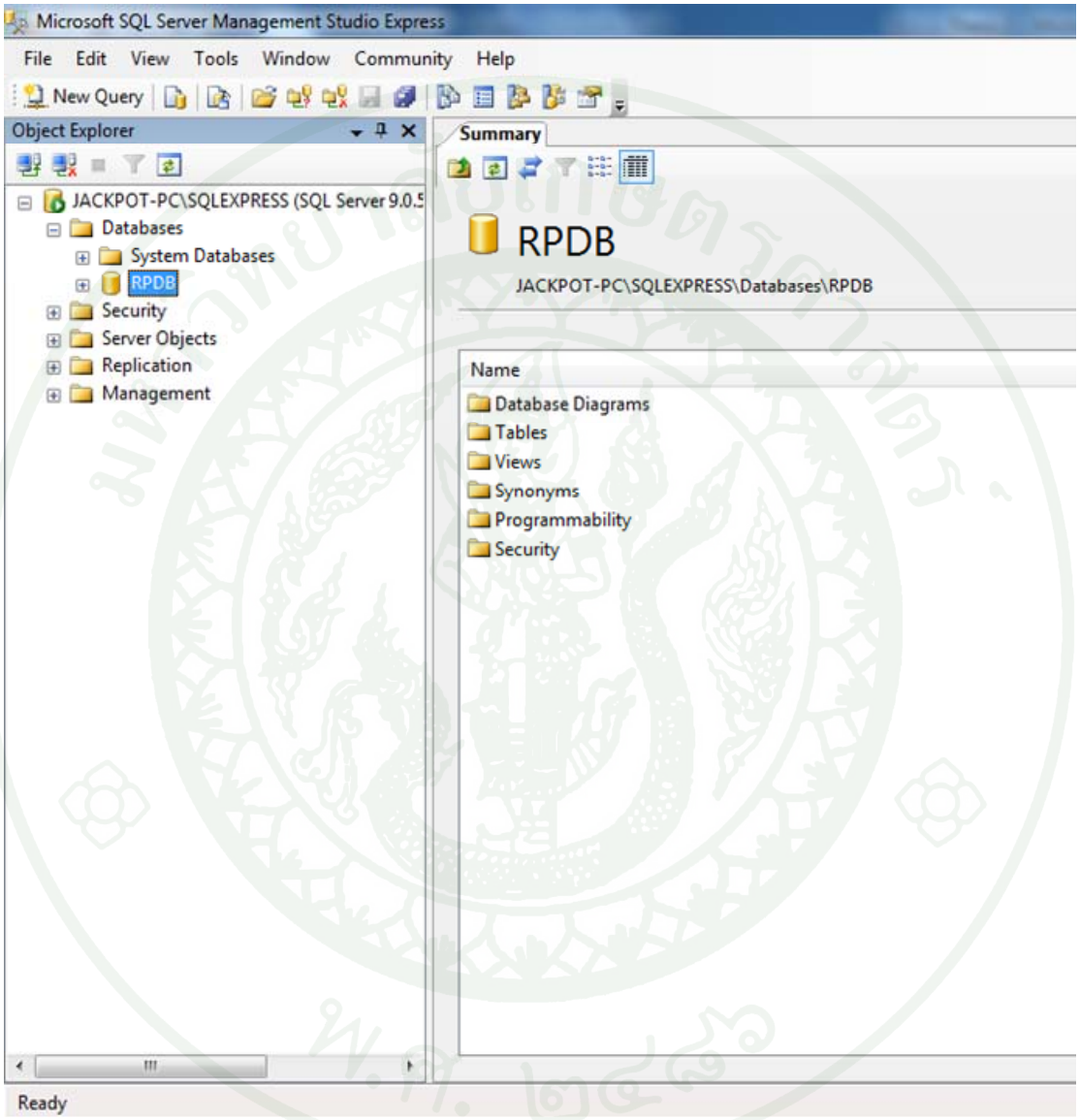
7) เมื่อทำการติดตั้งฐานข้อมูลเข้าสู่ระบบเรียบร้อยจะปรากฏหน้าต่างแจ้งให้ทราบว่าได้ทำการติดตั้งฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว



ภาพผนวกที่ 6 หน้าต่างแสดงสถานะเมื่อทำการเชื่อมต่อฐานข้อมูลแล้วเสร็จ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8) หน้าต่างย่อย Object Explorer จะปรากฏชื่อฐานข้อมูล RPDB อยู่ในระบบแสดงว่าได้ทำการติดตั้งโดยสมบูรณ์แล้ว



ภาพผนวกที่ 7 ตรวจสอบฐานข้อมูลในหน้าต่างหลักของโปรแกรม

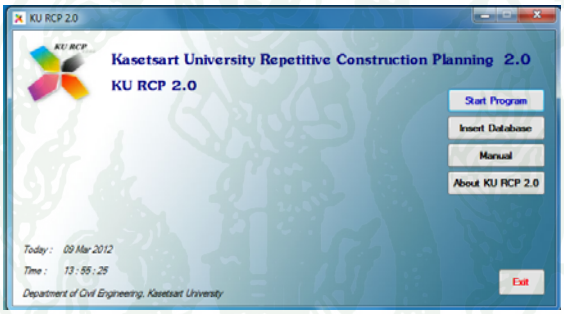
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การวางแผนงานก่อสร้าง

2.1 ส่วนนำเข้าข้อมูลเพื่อการวางแผนงานก่อสร้าง

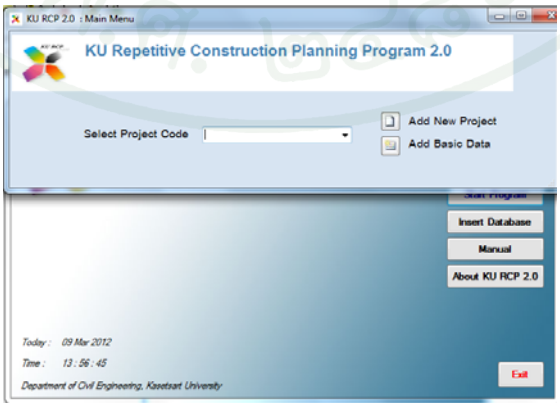
เริ่มการใช้งานโปรแกรม KU RCP 2.0 โดยดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอนโปรแกรมจะเริ่มต้นการทำงานจากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังภาพผนวกที่ 8 ซึ่งประกอบไปด้วยเมนูการใช้งานต่างๆ ดังนี้

การเริ่มต้นโปรแกรม (Start Program)
การเพิ่มฐานข้อมูล (Insert Database)
คู่มือการใช้งานโปรแกรม (Manual)
ข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม KU RCP 2.0 (About KU RCP 2.0)



ภาพผนวกที่ 8 หน้าต่างแรกของโปรแกรม

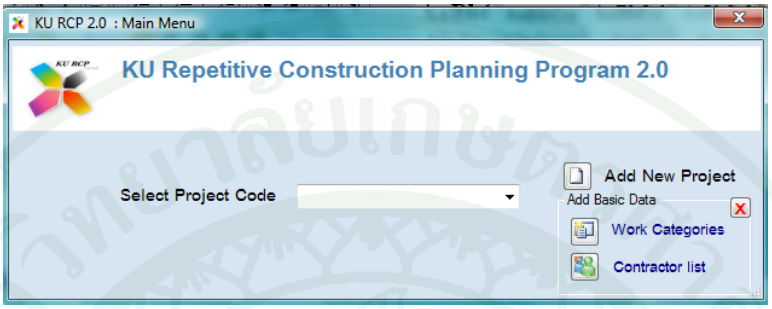
ในการเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม คลิกที่ปุ่ม (1) Start Program จะเข้าสู่หน้าต่างเมนูการทำงานหลัก (Main Menu)



ภาพผนวกที่ 9 หน้าต่างเมนูหลักของโปรแกรมข้อมูลพื้นฐาน

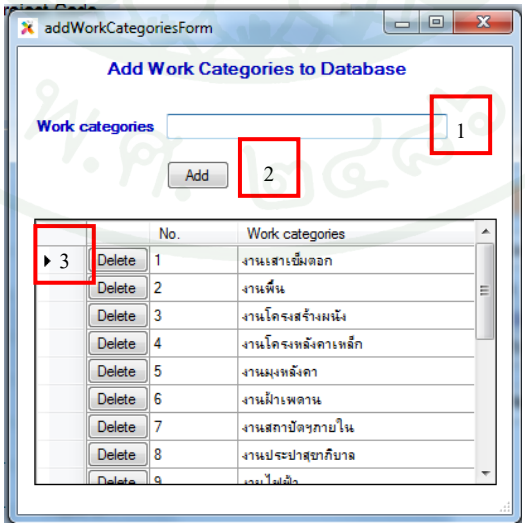
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในกรณีที่เริ่มต้นการใช้งานเป็นครั้งแรกจำเป็นต้องกรอกข้อมูลพื้นฐาน โดยคลิกที่ปุ่ม Add Basic Data ข้อมูลในส่วนนี้ประกอบไปด้วยข้อมูลประเภทของงานและข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มคนงานหรือผู้รับเหมา



ภาพผนวกที่ 10 การกรอกข้อมูลพื้นฐานของโปรแกรม

ในการกรอกข้อมูลประเภทของการทำงาน คลิกที่ปุ่ม โปรแกรมจะปรากฏหน้าต่าง Add Work Categories Form ซึ่งตัวโปรแกรมได้มีข้อมูลพื้นฐานให้แล้วในบางส่วน โดยผู้ใช้งานสามารถเพิ่มหรือลบประเภทของงานให้ตรงตามความต้องการ ในกรณีที่ต้องการเพิ่มประเภทของงาน ทำได้โดยกรอกข้อมูลประเภทของงานลงในช่อง Work Categories (1) จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Add (2) หากต้องการลบประเภทของงาน ทำได้โดยคลิกที่ปุ่ม Delete ที่อยู่ด้านหน้าประเภทของงานที่ต้องการจะลบ (3) ดังภาพผนวกที่ 11



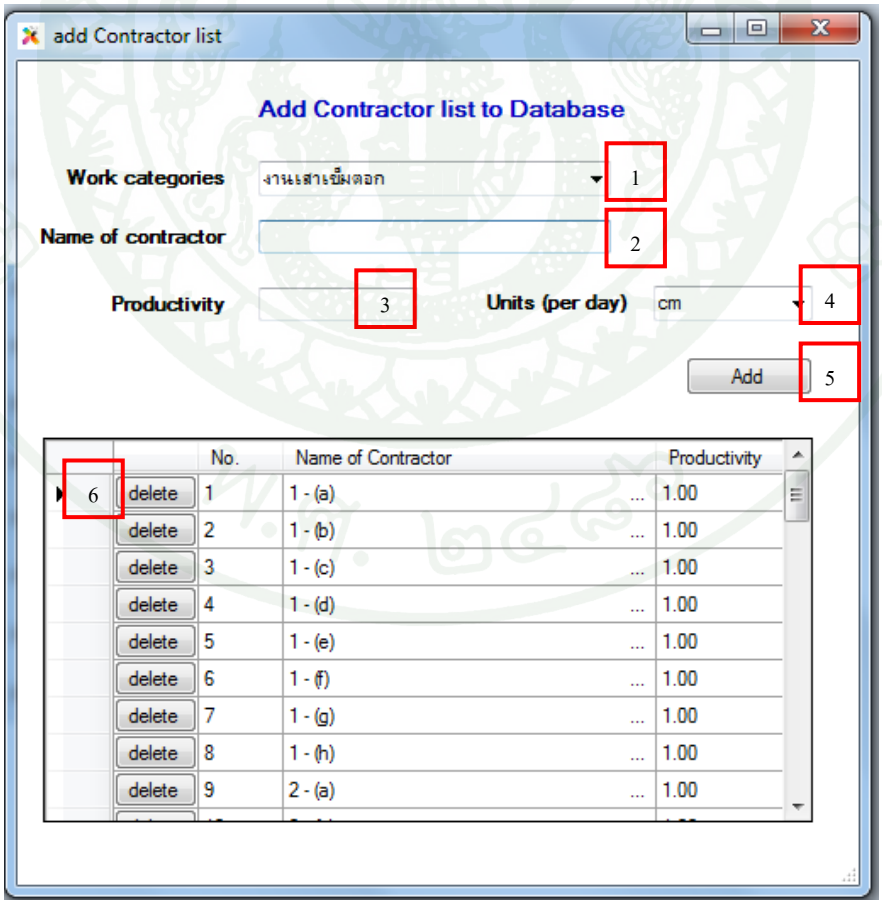
ภาพผนวกที่ 11 หน้าต่าง Add Work Categories Form

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกรอกข้อมูลเกี่ยวกับคนงานหรือผู้รับเหมา คลิกที่ปุ่มโปรแกรมจะปรากฏหน้าต่าง Add Contractor List ดังภาพผนวกที่ 12 โดยผู้ใช้งานสามารถเพิ่มหรือลบรายชื่อผู้รับเหมาได้ กรณีที่ผู้ใช้ต้องการเพิ่มรายชื่อกลุ่มคนงานหรือผู้รับเหมาสามารถทำได้โดยกรอกข้อมูลต่างๆ ดังนี้

Work Categories (1)	ข้อมูลประเภทของงาน โดยการเลือกข้อมูลจาก Drop down list ซึ่งเป็นข้อมูลที่ผู้ใช้ได้ทำการกรอกไว้ข้างต้น
Name of contractor (2)	ชื่อกลุ่มคนงานหรือผู้รับเหมา
Productivity (3)	ผลิตภาพในการทำงานของกลุ่มคนงาน
Units (per day) (4)	หน่วยที่ใช้ในการวัดผลิตภาพในการทำงานต่อวัน

หลังจากทำการกรอกข้อมูลเสร็จเรียบร้อย ให้คลิกที่ปุ่ม Add (5) โปรแกรมจะทำการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล หากต้องการลบประเภทของงานทำได้โดย คลิกที่ปุ่ม Delete (6) ที่อยู่ด้านหน้าชื่อกลุ่มคนงานที่ต้องการจะลบ ดังภาพผนวกที่ 12



ภาพผนวกที่ 12 หน้าต่าง Add Contractor List

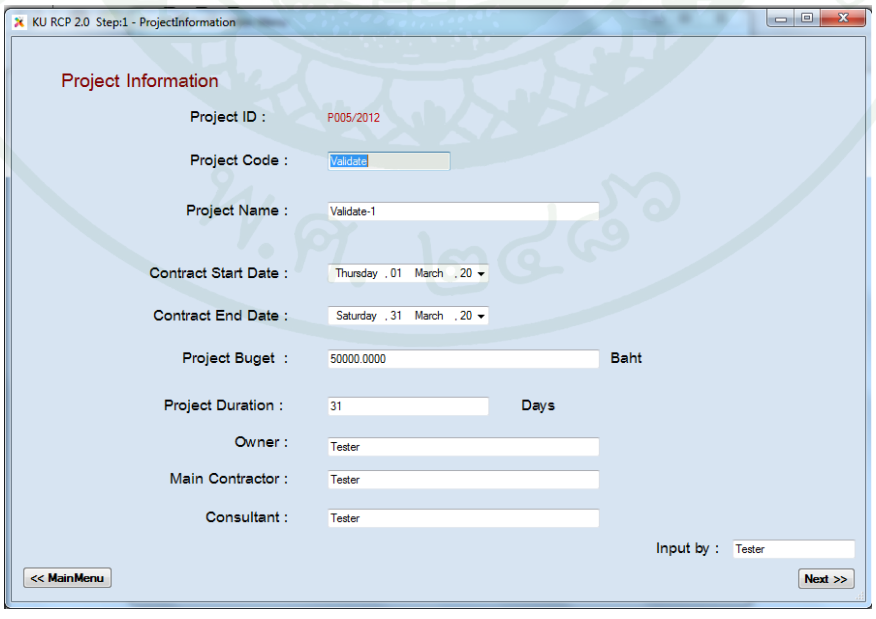
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อมูลโครงการก่อสร้าง

หลังจากนำเข้าข้อมูลพื้นฐานเรียบร้อยแล้ว จึงสามารถเริ่มทำการวางแผนงานก่อสร้างให้กับโครงการที่ต้องการได้โดยเริ่มการกรอกข้อมูลโครงการก่อสร้างโดยคลิกที่ปุ่ม

1) กรอกข้อมูลรายละเอียดเบื้องต้นของโครงการก่อสร้าง ในหน้าต่าง Project Information ประกอบไปด้วย

- Project Code หมายถึง รหัสโครงการก่อสร้าง
- Project Name หมายถึง ชื่อโครงการก่อสร้าง
- Contract Start Date หมายถึง วันเริ่มต้นสัญญาก่อสร้าง
- Contract End Date หมายถึง วันสิ้นสุดสัญญาก่อสร้าง
- Project Budget หมายถึง งบประมาณโครงการก่อสร้าง
- Project Duration หมายถึง ระยะเวลาในการก่อสร้าง
- Owner หมายถึง ชื่อเจ้าของงาน
- Main Contractor หมายถึง ชื่อผู้รับเหมาหลัก
- Consultant หมายถึง ชื่อผู้ควบคุมงานก่อสร้าง

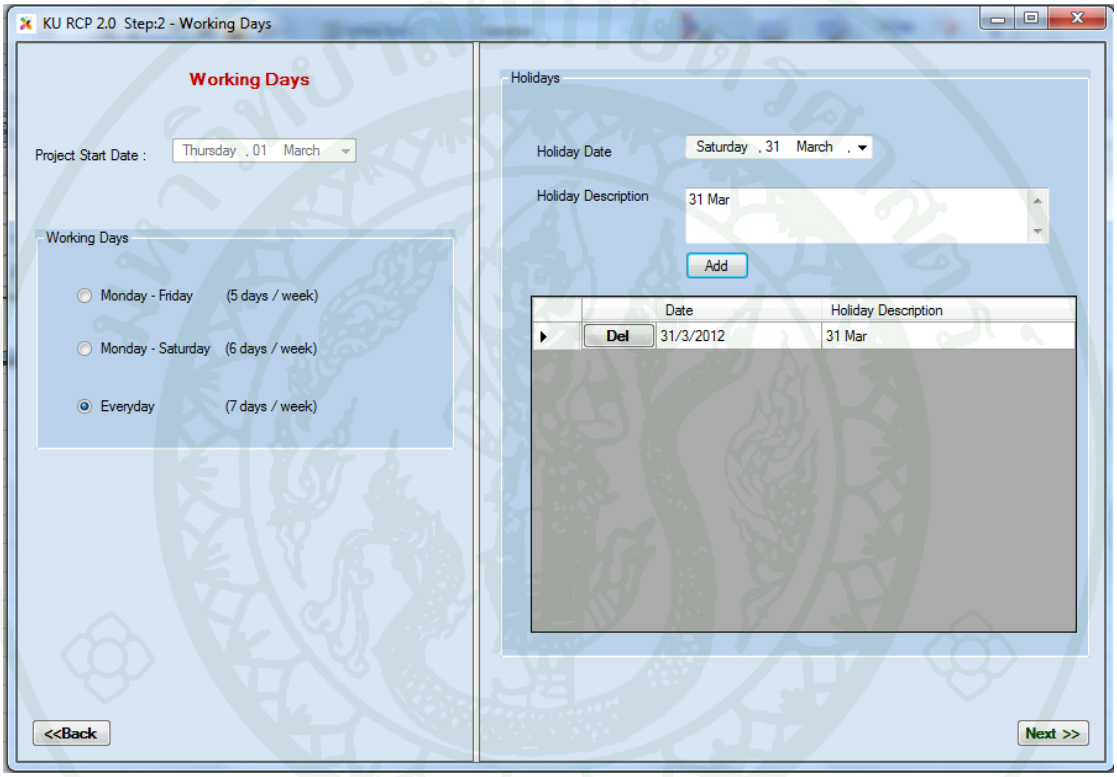


ภาพผนวกที่ 13 หน้าต่าง Project Information

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) กรอกข้อมูลจำนวนวันทำงานประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- Project Start Date หมายถึง วันเริ่มต้นโครงการก่อสร้าง
- Working Days หมายถึง จำนวนวันทำงานต่อสัปดาห์
- Holidays หมายถึง วันหยุดพิเศษต่างๆ ของบริษัท



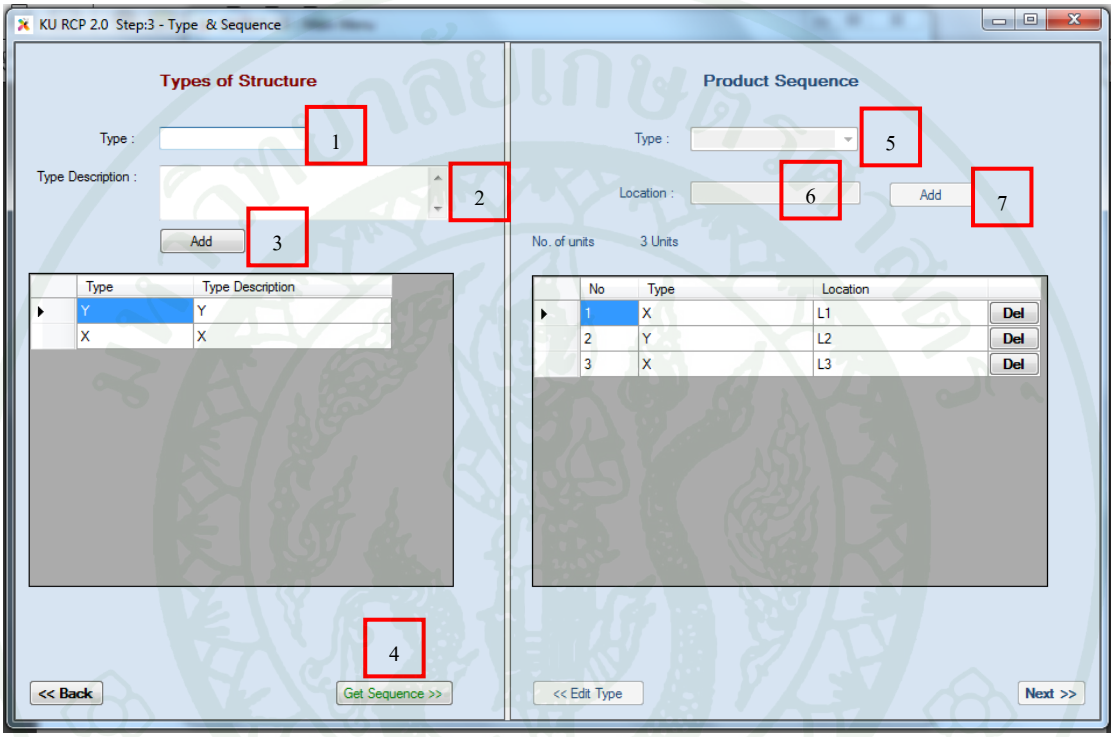
ภาพผนวกที่ 14 หน้าต่าง Working Days

3) กรอกข้อมูลรูปแบบและลำดับการก่อสร้าง โดยทำการกรอกข้อมูลรูปแบบการก่อสร้างก่อน ซึ่งประกอบไปด้วย

- Type (1) รูปแบบการก่อสร้าง
- Type Descriptions (2) รายละเอียดของรูปแบบการก่อสร้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Add (3) เพื่อเพิ่มรูปแบบการก่อสร้าง หลังจากที่ทำการกรอกข้อมูลรูปแบบการก่อสร้างเรียบร้อยแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม Get Sequence (4) เพื่อทำการกำหนดลำดับการทำงานต่อไป โดยทำการเลือกรูปแบบการก่อสร้าง (5) และกรอกตำแหน่งการทำงาน (6) จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Add (7) ดังภาพผนวกที่ 15



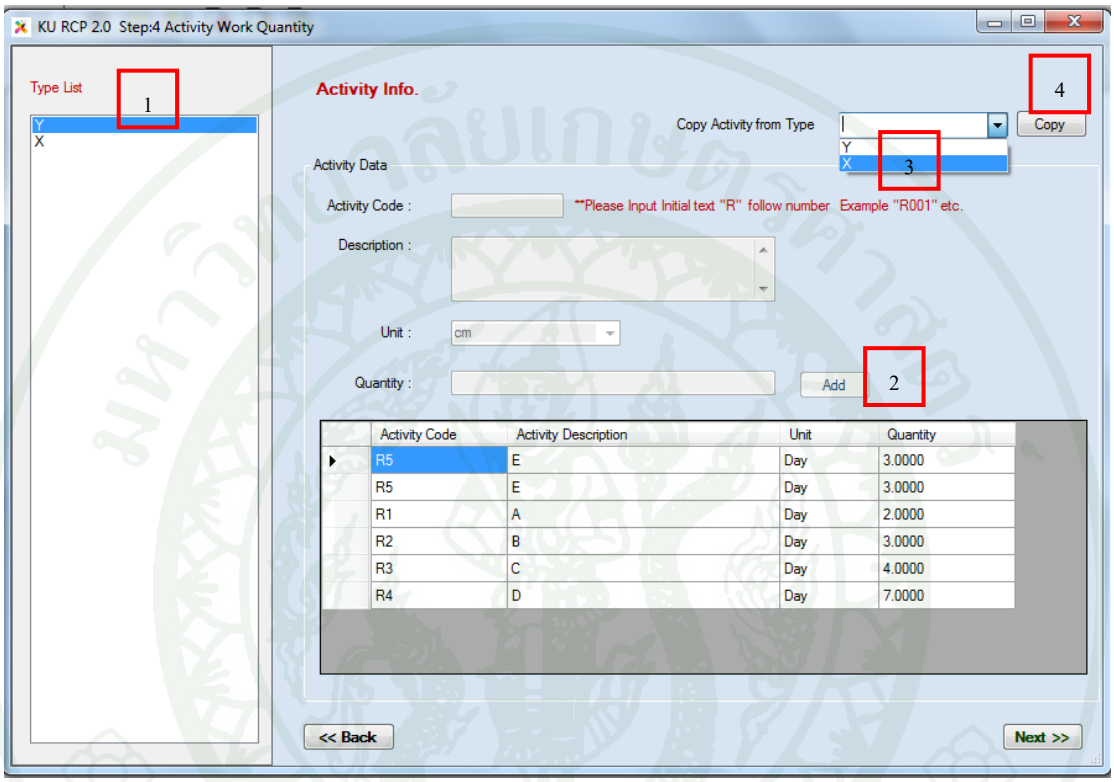
ภาพผนวกที่ 15 หน้าต่าง Type & Sequence

4) กรอกข้อมูลกิจกรรมและปริมาณงานที่ซ้ำกันของแต่ละรูปแบบการก่อสร้าง แสดงดังภาพที่ผนวกที่ 16 โดยเริ่มจากทำการคลิกเลือกรูปแบบงานก่อสร้างที่ต้องการกรอกข้อมูลกิจกรรมที่อยู่ใน Type List (1) จากนั้นจึงทำการกรอกข้อมูลรายละเอียดของแต่ละกิจกรรม ซึ่งประกอบไปด้วย

- Activity Code รหัสกิจกรรม ขึ้นต้นด้วยตัวอักษร “R” ตามด้วยตัวเลข
- Description รายละเอียดของกิจกรรม
- Unit หน่วยที่ใช้วัดการทำงาน
- Quantity ปริมาณงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากนั้นคลิกปุ่ม Add (2) แล้วจึงเลือกรูปแบบงานก่อสร้างอื่นต่อไปจนครบ หากมีกิจกรรมที่คล้ายคลึงกันสามารถคัดลอกจากรูปแบบที่ได้ทำการกรอกข้อมูลมาแล้วได้ โดยทำการเลือกรูปแบบที่ต้องการจาก Drop down list (3) จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Copy (4)



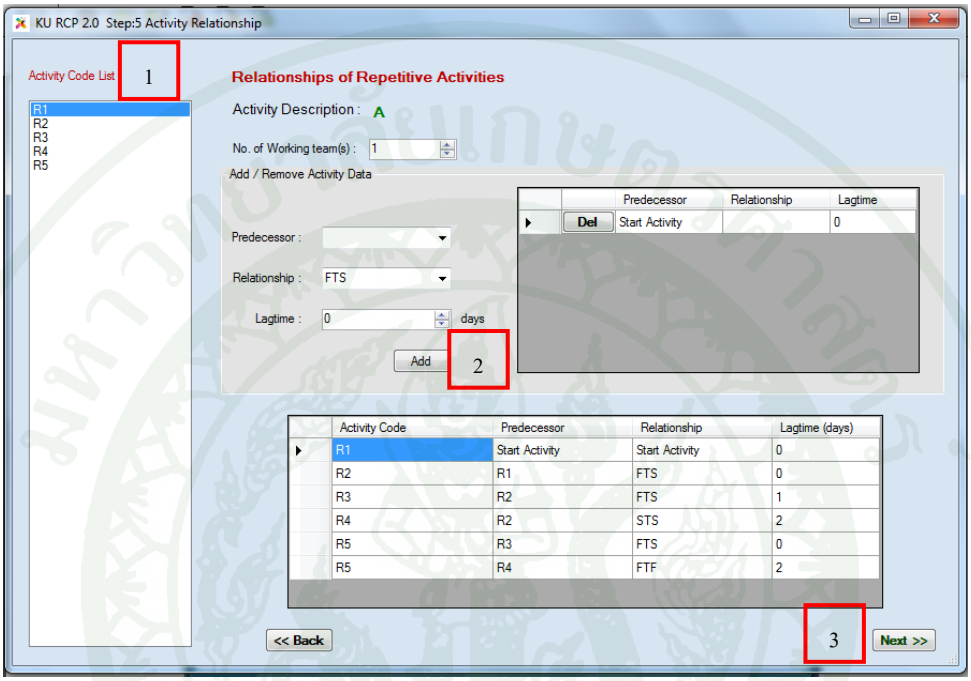
ภาพผนวกที่ 16 การกรอกข้อมูลกิจกรรมและปริมาณงานที่ซ้ำกันของแต่ละรูปแบบการก่อสร้าง

5) กรอกข้อมูลจำนวนกลุ่มคนงานและความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรม ดังภาพผนวกที่ 17โดยเลือกกิจกรรมที่อยู่ใน Activity Code List (1) จากนั้นทำการกรอกข้อมูลซึ่งประกอบด้วย

- No. of working team (s) จำนวนกลุ่มคนงานที่ใช้ในกิจกรรม
- Predecessor กิจกรรมก่อนหน้าโดยเลือกจาก Drop down list ซึ่งจะแสดงรหัสกิจกรรมต่างๆ หากเป็นกิจกรรมเริ่มต้นให้เลือก Start Activity
- Relationships ความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมโดยเลือกรูปแบบความสัมพันธ์ที่ต้องการจาก Drop down lis
- Lagtime ระยะเวลาระหว่างกิจกรรม (วัน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อกรอกข้อมูลทั้งหมดแล้วจากนั้นคลิก Add (2) โดยในการกรอกข้อมูลกิจกรรมสามารถมีความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมได้มากกว่า 1 ความสัมพันธ์ หลังจากกรอกข้อมูลให้กับกิจกรรครบถ้วนแล้วให้คลิกที่ปุ่ม Next (3) เพื่อกรอกข้อมูลในส่วนถัดไป

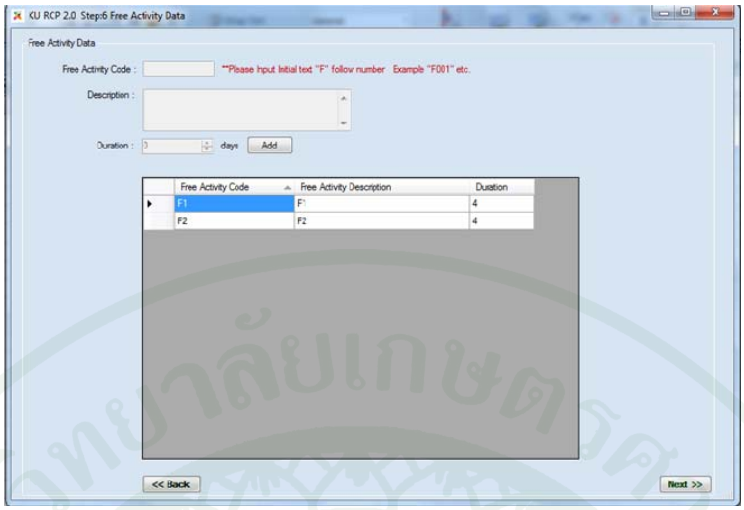


ภาพผนวกที่ 17 การกรอกข้อมูลจำนวนกลุ่มคนงานและความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรม

6) กรอกข้อมูลกิจกรรมอิสระ ดังภาพผนวกที่ 18 ประกอบด้วย

- Free Activity Code รหัสกิจกรรม ขึ้นต้นด้วยตัวอักษร “F” ตามด้วยตัวเลข
- Description รายละเอียดกิจกรรม
- Duration ระยะเวลาการทำงาน (วัน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



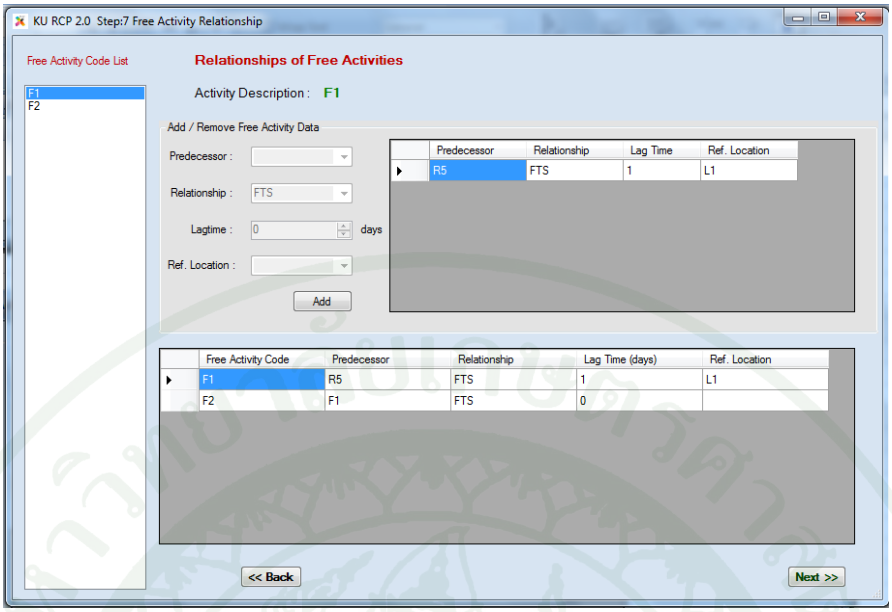
ภาพผนวกที่ 18 การกรอกข้อมูลกิจกรรมและปริมาณงานของกิจกรรมอิสระ

7) กรอกข้อมูลความสัมพันธ์ของกิจกรรมอิสระ ดังภาพผนวกที่ 19 ประกอบด้วย

- Predecessor กิจกรรมก่อนหน้า โดยเลือกจาก Drop down list ซึ่งจะแสดงรหัสกิจกรรมต่าง
- Relationship ความสัมพันธ์ทางเทคนิคระหว่างกิจกรรมโดยเลือกรูปแบบความสัมพันธ์ที่ต้องการจาก Drop down list
- Lagtime ระยะเวลาระหว่างกิจกรรม
- Ref. Location ตำแหน่งอ้างอิงระหว่างกิจกรรมซ้ำกันและกิจกรรมอิสระ

กิจกรรมสามารถมีความสัมพันธ์กันได้มากกว่า 1 ความสัมพันธ์ หลังจากกรอกข้อมูลให้กับกิจกรรครบถ้วนแล้วให้คลิกที่ปุ่ม Next เพื่อกรอกข้อมูลในส่วนถัดไป

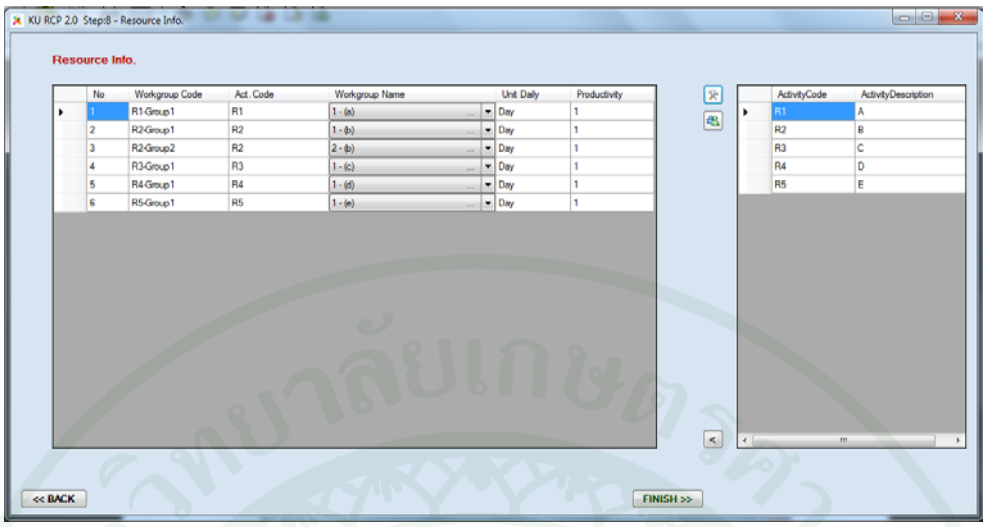
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



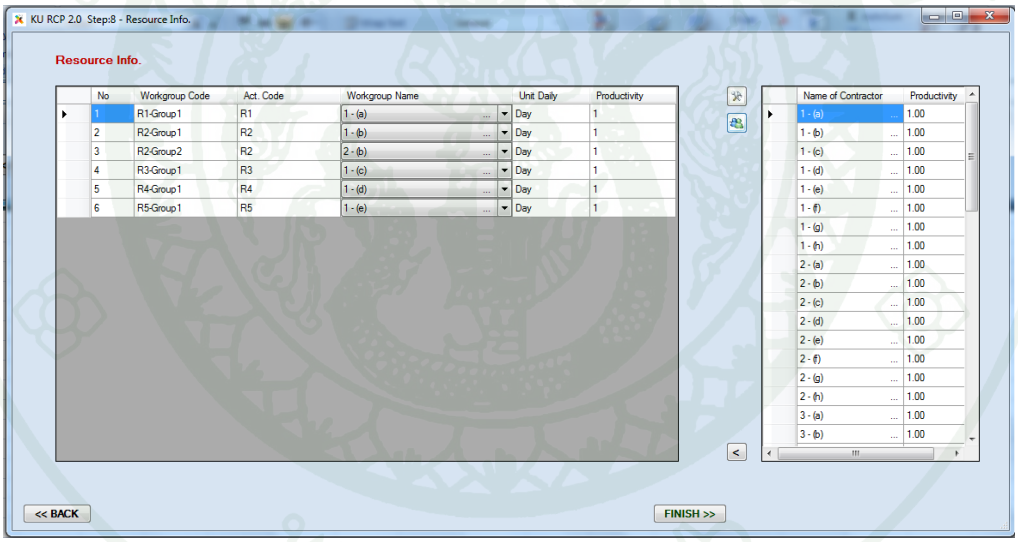
ภาพผนวกที่ 19 การกรอกข้อมูลความสัมพันธ์ของกิจกรรมอิสระ

8) กรอกข้อมูลเกี่ยวกับคนงาน โดยทำการเลือกกลุ่มคนงานที่รับผิดชอบกิจกรรมซึ่งจะอยู่ใน Drop down list โดยโปรแกรมได้ดึงข้อมูลมาจากฐานข้อมูลจากการที่ผู้ใช้ได้กรอกข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับคนงานไว้ โดยเมื่อเลือกรายชื่อกลุ่มคนงานแล้ว ให้ทำการกด Enter โปรแกรมจะทำการดึงค่า อัตราการทำงาน (Productivity) ของแต่ละกลุ่มคนงานจากฐานข้อมูลมาแสดงในช่อง Productivity อัตโนมัติ โดยผู้ใช้สามารถตรวจสอบข้อมูลของรหัสกิจกรรม และกลุ่มคนงานโดยการคลิกที่ปุ่ม เพื่อตรวจสอบข้อมูลรหัสกิจกรรม หรือคลิกที่ปุ่ม เพื่อตรวจสอบผลิตภาพการทำงานของคนงานแต่ละกลุ่ม ดังภาพผนวกที่ 20 และ 21 ตามลำดับ ในกรณีที่กิจกรรมมีหน่วยเป็นวัน (Day) เมื่อเลือกรายชื่อกลุ่มคนงานแล้ว ในส่วนของข้อมูล Productivity จะแสดงค่าเป็น 1 เนื่องจากข้อมูลในส่วนดังกล่าว นำค่าปริมาณงานซึ่งมีหน่วยเป็นวันไปใช้วางแผนงาน ไม่ได้นำค่า Productivity ไปใช้ในการวางแผนงาน ดังภาพผนวกที่ 22 ข้อมูลนี้เป็นส่วนสุดท้าย หลังจากที่ทำการกรอกเสร็จสิ้น ให้คลิกที่ปุ่ม Finish โปรแกรมจะบันทึกข้อมูลของโครงการลงในฐานข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

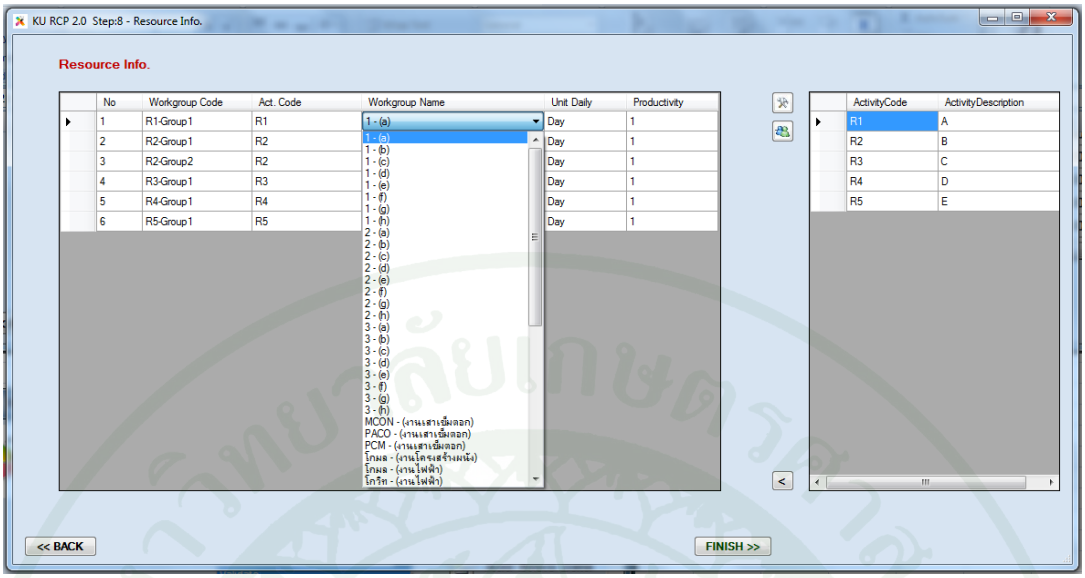


ภาพผนวกที่ 20 การตรวจสอบข้อมูลรหัสกิจกรรม



ภาพผนวกที่ 21 การตรวจสอบข้อมูลผลิตภาพการทำงานของคนงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

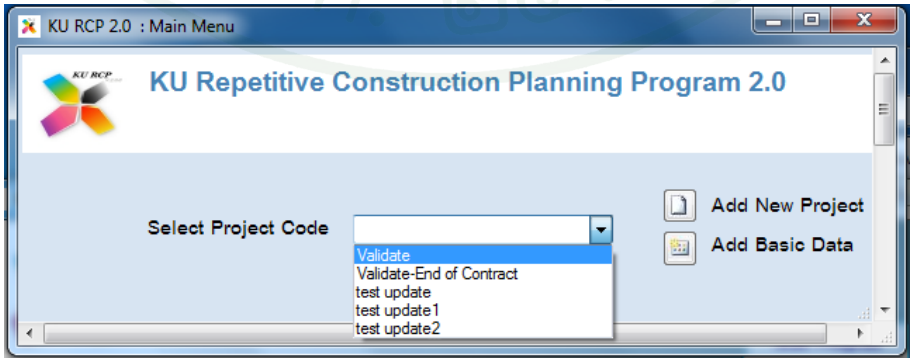


ภาพผนวกที่ 22 การกรอกข้อมูลเกี่ยวกับคนงาน

2.2 การใช้งานโปรแกรมเพื่อการวางแผนงานก่อสร้าง

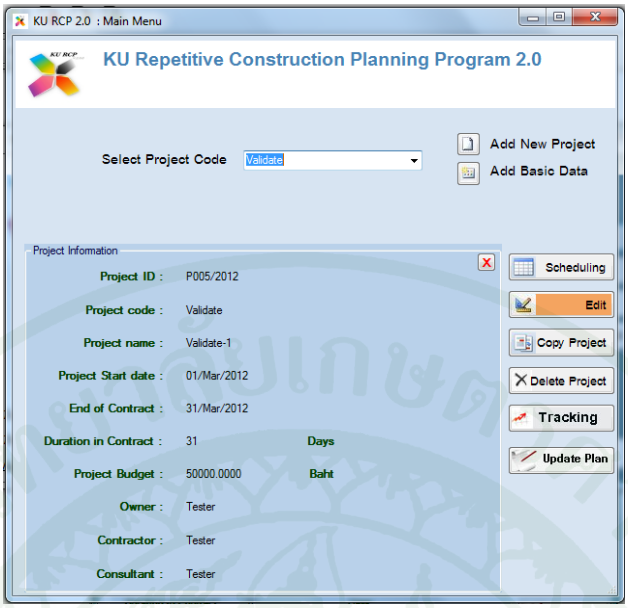
หลังจากกรอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการแล้ว สามารถวางแผนงานก่อสร้างทำได้ตามขั้นตอนดังนี้

1) เลือกรหัสโครงการที่ต้องการทำการวางแผนที่หน้าต่างหลักของโปรแกรม ซึ่งจะมี Drop down list ที่เป็นรหัสโครงการที่เคยทำการบันทึกข้อมูลไว้ลงมาให้เลือก ดังภาพผนวกที่ 23 หลังจากทำการเลือกโปรแกรมจะแสดงข้อมูลเบื้องต้นของโครงการก่อสร้างที่ผู้ใช้ได้ทำการเลือกดังภาพผนวกที่ 24

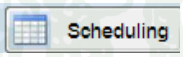


ภาพผนวกที่ 23 การเลือกรหัสโครงการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 24 การแสดงรายละเอียดเบื้องต้นของโครงการก่อสร้างที่ได้ทำการเลือก

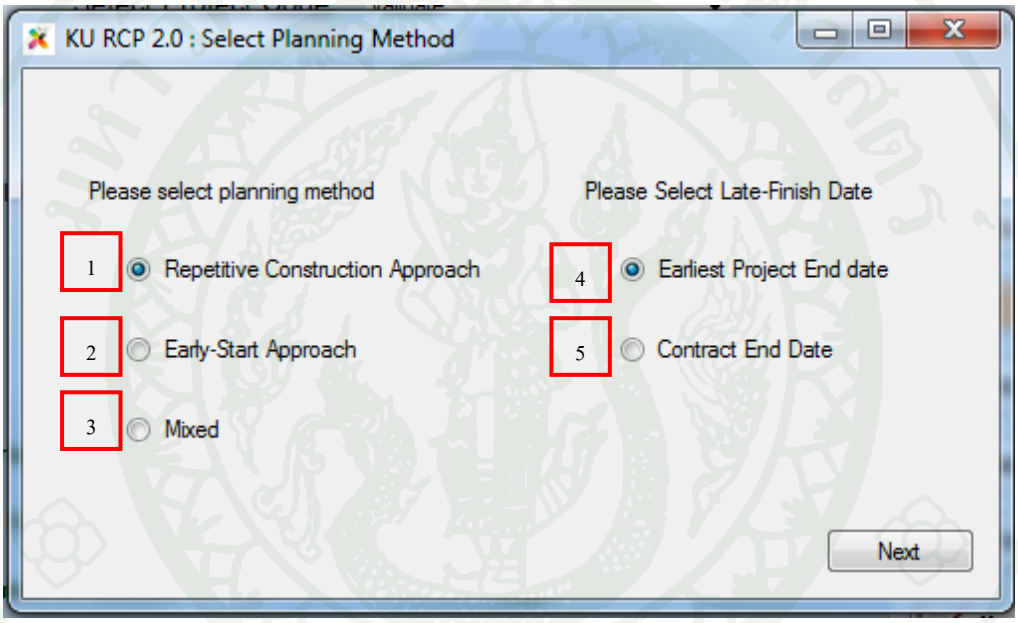
2) ในเมนูการทำงานคลิกที่ปุ่ม 

(1) ที่อยู่ทางด้านขวามือเพื่อวางแผนงานก่อสร้างดังภาพผนวกที่ 25

ภาพผนวกที่ 25 หน้าต่างหลักของโปรแกรมแสดงปุ่ม Scheduling

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

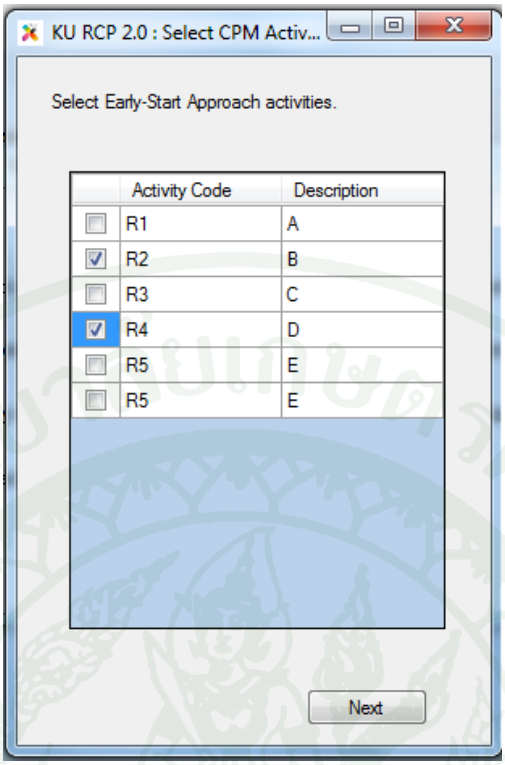
3) เลือกวิธีการวางแผนงานก่อสร้างและวันสิ้นสุดโครงการ โดยวิธีการวางแผนงานก่อสร้างสามารถเลือกได้ 3 วิธี คือ การวางแผนงานก่อสร้างด้วยแนวทางที่เน้นความต่อเนื่องของการทำงาน (Repetitive Construction Approach) (1) การวางแผนงานก่อสร้างด้วยแนวทางที่เน้นให้การทำงานเริ่มต้นเร็วที่สุด (Early-Start Approach) (2) และการวางแผนงานก่อสร้างด้วยแนวทางทั้งสองร่วมกัน (Mixed) (3) ส่วนวันสิ้นสุดโครงการสามารถเลือกได้ 2 แนวทาง คือ วันเสร็จโครงการที่เร็วที่สุด (Earliest Project End date) (4) และวันสิ้นสุดสัญญา (Contract End Date) (5) จากนั้นคลิกปุ่ม Next ดังภาพผนวกที่ 26



ภาพผนวกที่ 26 หน้าต่างการเลือกวิธีการวางแผนงานก่อสร้างและกำหนดวันเสร็จโครงการ

ในกรณีที่ผู้ใช้เลือกการวางแผนด้วยวิธีทั้งสองร่วมกัน (Mixed) โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างให้ผู้ใช้กำหนดวิธีการวางแผน โดยให้ผู้ใช้ทำเครื่องหมายหน้ากิจกรรมที่ต้องการวางแผนด้วยวิธีที่เน้นให้วันเริ่มต้นการทำงานเร็วที่สุด จากนั้นคลิกปุ่ม Next ดังภาพผนวกที่ 27

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 27 เลือกกิจกรรมในกรณีวางแผนแบบ Mixed

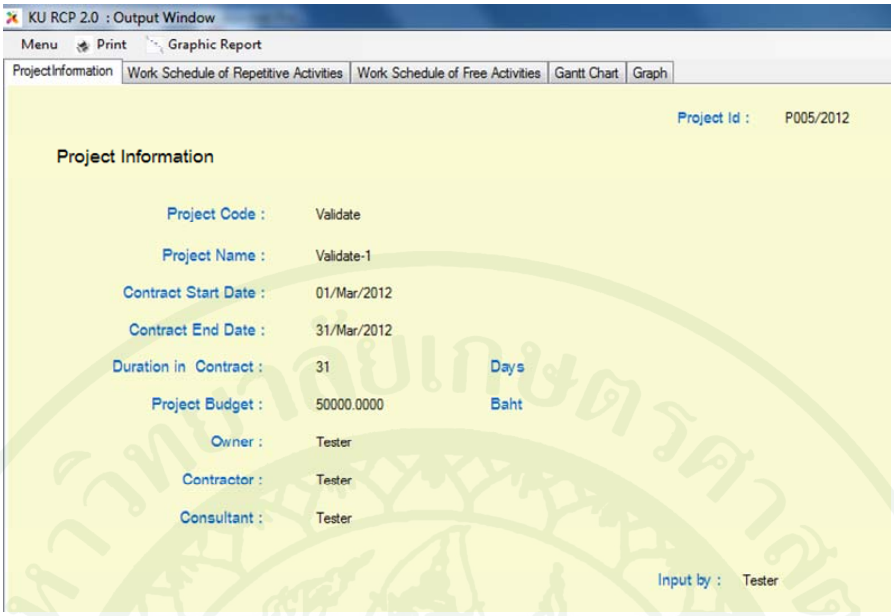
หลังจากทำการเลือกวิธีที่ต้องการให้โปรแกรมใช้ในการวางแผนงานแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณแผนการทำงานและแสดงผล

2.3 การแสดงผลการวางแผนงานก่อสร้าง

ในการแสดงผลการวางแผนงานก่อสร้าง ผู้ใช้สามารถเลือกการแสดงผลในรูปแบบต่างๆ ได้ดังนี้

1) รายละเอียดโครงการ (Project Information) แสดงดังภาพผนวกที่ 28 ประกอบด้วยข้อมูลรหัสโครงการ (Project Code) ชื่อโครงการ (Project Name) วันเริ่มต้นสัญญา (Contract Start Date) วันสิ้นสุดสัญญา (Contract End Date) ระยะเวลาของสัญญา (Duration in Contract) งบประมาณโครงการ (Project Budget) เจ้าของโครงการ (Owner) ผู้รับเหมาก่อสร้าง (Contractor) ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง (Consultant) ผู้ให้ข้อมูล (Input by)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 28 การแสดงผลรายละเอียดโครงการ

2) กำหนดเวลาทำงานของกิจกรรมซ้ำกัน (Work Schedule of Repetitive Activities) ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ 1. ระยะเวลากิจกรรม (Activity Duration) 2. กลุ่มคนงานที่ถูกกำหนด (Resource Assignment) 3. กำหนดเวลาทำงานตามปฏิทิน (Work Schedule on Calendar) 4. วันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด (Late Start – Late Finish) แสดงดังภาพผนวกที่ 29-32

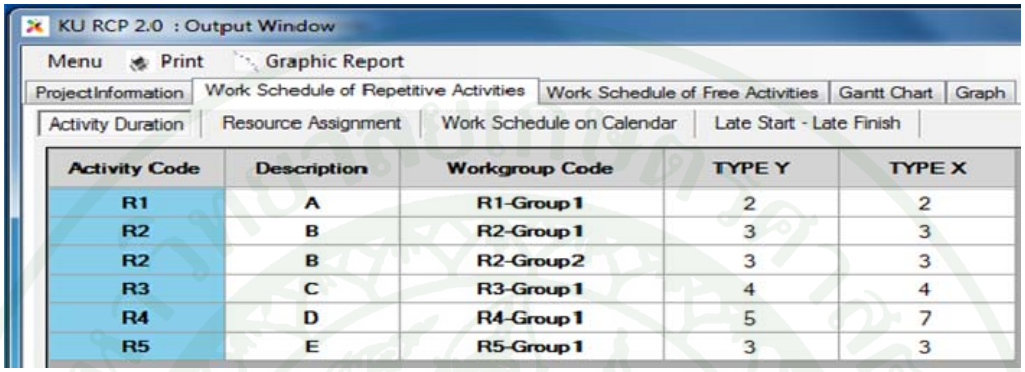
(1) ระยะเวลากิจกรรม (Activity Duration) แสดงจำนวนวันทำงานของแต่ละกิจกรรมสำหรับหน่วยก่อสร้างแต่ละประเภท ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์จากปริมาณงานและผลิตภาพของกลุ่มคนงานที่ผู้ใช้โปรแกรมเป็นผู้กำหนด หรืออาจเป็นจำนวนวันที่ระบุโดยผู้ใช้โปรแกรม

(2) กลุ่มคนงานที่ถูกเลือก (Resource Assignment) โปรแกรมจะแสดงรายชื่อกลุ่มคนงานที่รับผิดชอบของแต่ละกิจกรรมในแต่ละหน่วยก่อสร้างพร้อมทั้งระยะเวลาที่คนงานใช้ในการทำงาน โดยแสดงผลตามลำดับการก่อสร้าง

(3) กำหนดเวลาทำงานตามปฏิทิน (Work Schedule on Calendar) โปรแกรมจะแสดงวันเริ่มและวันเสร็จ รวมถึงระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมที่ได้จากการวางแผนงานก่อสร้างตามวิธีการวางแผนที่กำหนดโดยผู้ใช้โปรแกรม สำหรับกิจกรรมวิกฤตโปรแกรมจะแสดงด้วยอักษรสีแดง

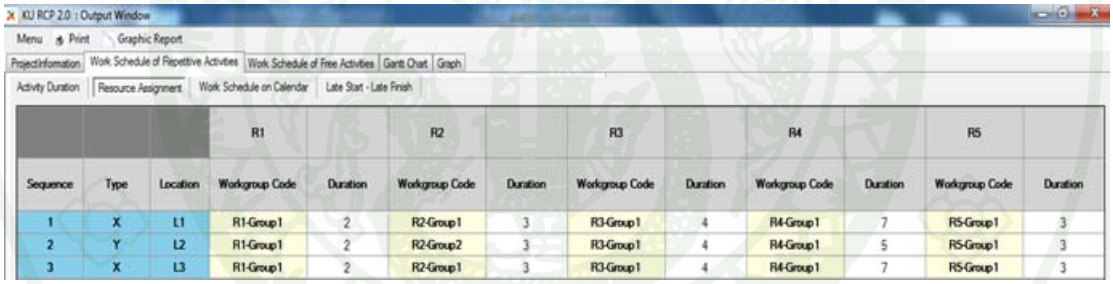
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(4) วันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด (Late Start-Late Finish) โปรแกรมจะแสดงวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุดที่ได้จากการวางแผนงานก่อสร้างย้อนกลับด้วยวิธีเส้นทางวิกฤตโดยคำนึงถึงแผนการทำงานของกลุ่มคนงานและวันสิ้นสุดโครงการ



Activity Code	Description	Workgroup Code	TYPE Y	TYPE X
R1	A	R1-Group1	2	2
R2	B	R2-Group1	3	3
R2	B	R2-Group2	3	3
R3	C	R3-Group1	4	4
R4	D	R4-Group1	5	7
R5	E	R5-Group1	3	3

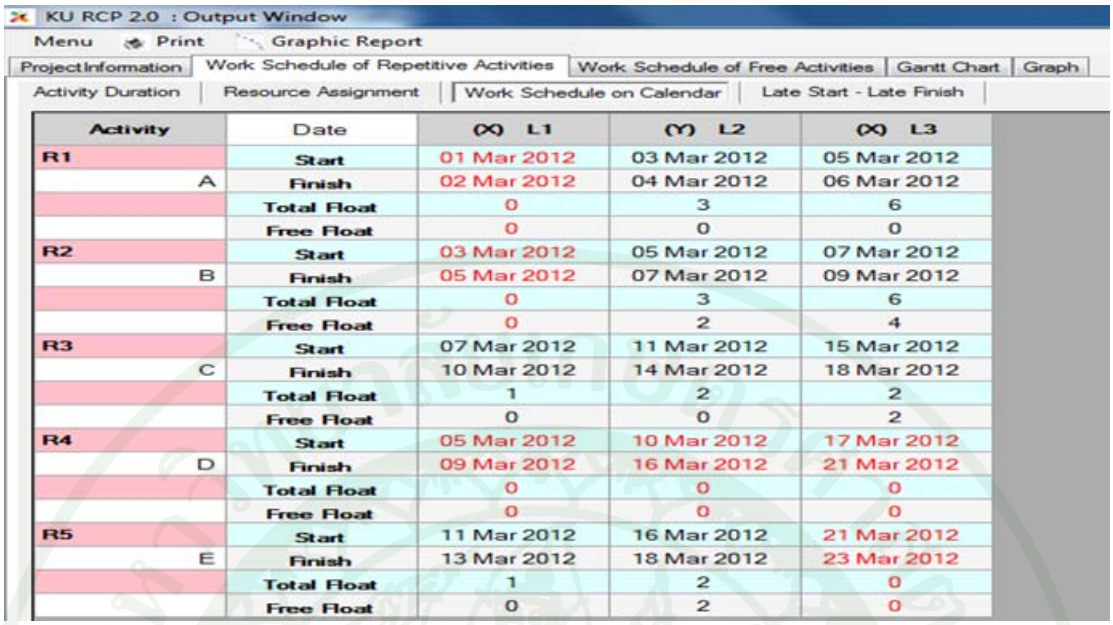
ภาพผนวกที่ 29 การแสดงผลระยะเวลากิจกรรม



			R1		R2		R3		R4		R5	
Sequence	Type	Location	Workgroup Code	Duration	Workgroup Code	Duration	Workgroup Code	Duration	Workgroup Code	Duration	Workgroup Code	Duration
1	X	L1	R1-Group1	2	R2-Group1	3	R3-Group1	4	R4-Group1	7	R5-Group1	3
2	Y	L2	R1-Group1	2	R2-Group2	3	R3-Group1	4	R4-Group1	5	R5-Group1	3
3	X	L3	R1-Group1	2	R2-Group1	3	R3-Group1	4	R4-Group1	7	R5-Group1	3

ภาพผนวกที่ 30 การแสดงผลกลุ่มคนงานที่ถูกเลือก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์


KU RCP 2.0 : Output Window

Menu Print Graphic Report

Project Information | Work Schedule of Repetitive Activities | Work Schedule of Free Activities | Gantt Chart | Graph

Activity Duration | Resource Assignment | Work Schedule on Calendar | Late Start - Late Finish

Activity	Date	(X) L1	(Y) L2	(X) L3
R1	Start	01 Mar 2012	03 Mar 2012	05 Mar 2012
A	Finish	02 Mar 2012	04 Mar 2012	06 Mar 2012
	Total Float	0	3	6
	Free Float	0	0	0
R2	Start	03 Mar 2012	05 Mar 2012	07 Mar 2012
B	Finish	05 Mar 2012	07 Mar 2012	09 Mar 2012
	Total Float	0	3	6
	Free Float	0	2	4
R3	Start	07 Mar 2012	11 Mar 2012	15 Mar 2012
C	Finish	10 Mar 2012	14 Mar 2012	18 Mar 2012
	Total Float	1	2	2
	Free Float	0	0	2
R4	Start	05 Mar 2012	10 Mar 2012	17 Mar 2012
D	Finish	09 Mar 2012	16 Mar 2012	21 Mar 2012
	Total Float	0	0	0
	Free Float	0	0	0
R5	Start	11 Mar 2012	16 Mar 2012	21 Mar 2012
E	Finish	13 Mar 2012	18 Mar 2012	23 Mar 2012
	Total Float	1	2	0
	Free Float	0	2	0

ภาพผนวกที่ 31 การแสดงผลกำหนดเวลาทำงานตามปฏิทิน

KU RCP 2.0 : Output Window

Menu Print Graphic Report

Project Information | Work Schedule of Repetitive Activities | Work Schedule of Free Activities | Gantt Chart | Graph

Activity Duration | Resource Assignment | Work Schedule on Calendar | Late Start - Late Finish

Activity	Date	L1	L2	L3
R1	Late Start	01 Mar 2012	06 Mar 2012	11 Mar 2012
	Late Finish	02 Mar 2012	07 Mar 2012	12 Mar 2012
R2	Late Start	03 Mar 2012	08 Mar 2012	13 Mar 2012
	Late Finish	05 Mar 2012	10 Mar 2012	15 Mar 2012
R3	Late Start	08 Mar 2012	13 Mar 2012	17 Mar 2012
	Late Finish	11 Mar 2012	16 Mar 2012	20 Mar 2012
R4	Late Start	05 Mar 2012	10 Mar 2012	17 Mar 2012
	Late Finish	09 Mar 2012	16 Mar 2012	21 Mar 2012
R5	Late Start	12 Mar 2012	18 Mar 2012	21 Mar 2012
	Late Finish	14 Mar 2012	20 Mar 2012	23 Mar 2012

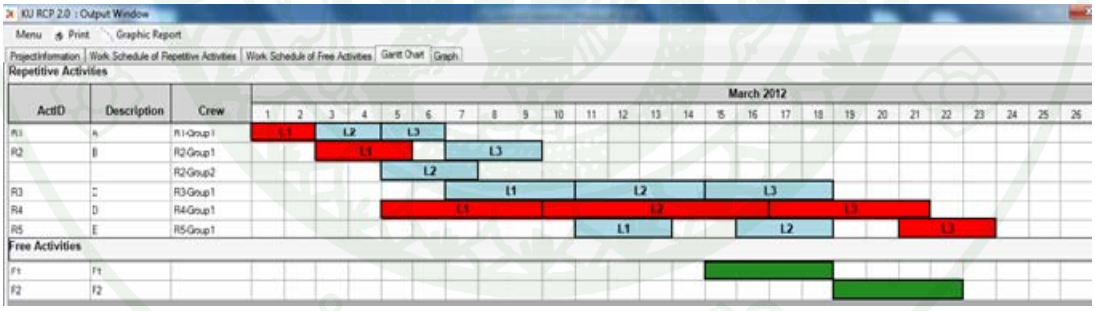
ภาพผนวกที่ 32 การแสดงผลวันเริ่มและวันเสร็จช้าสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) กำหนดเวลาทำงานของกิจกรรมไม่ซ้ำ (Work Schedule of Free Activities) ประกอบด้วย วันเริ่มและวันเสร็จตามแผนงานและวันเริ่มและเสร็จช้าสุด รวมถึงระยะเวลาลอยตัวของกิจกรรมดังภาพผนวกที่ 33

ภาพผนวกที่ 33 การแสดงผลกำหนดเวลาทำงานของกิจกรรมไม่ซ้ำ

4) Gantt Chart แสดงแผนการทำงานของทุกกิจกรรมในโครงการในรูปแบบ bar chart ทั้งกิจกรรมซ้ำกันของคนงานทุกกลุ่มและกิจกรรมไม่ซ้ำ รวมทั้งระบุกิจกรรมวิกฤตซึ่งแสดงผลด้วย bar chart สีแดงดังภาพผนวกที่ 34



ภาพผนวกที่ 34 การแสดงผลรูปแบบ Gantt Chart

5) กราฟเส้น (Graph) แสดงแผนการทำงานของกิจกรรมซ้ำกันในรูปแบบกราฟเส้นที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่มีการทำงานและวันที่ตามปฏิทิน และกิจกรรมวิกฤตจะแสดงผลด้วยกราฟเส้นสีแดงดังภาพผนวกที่ 35

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 35 การแสดงผลรูปแบบกราฟเส้น

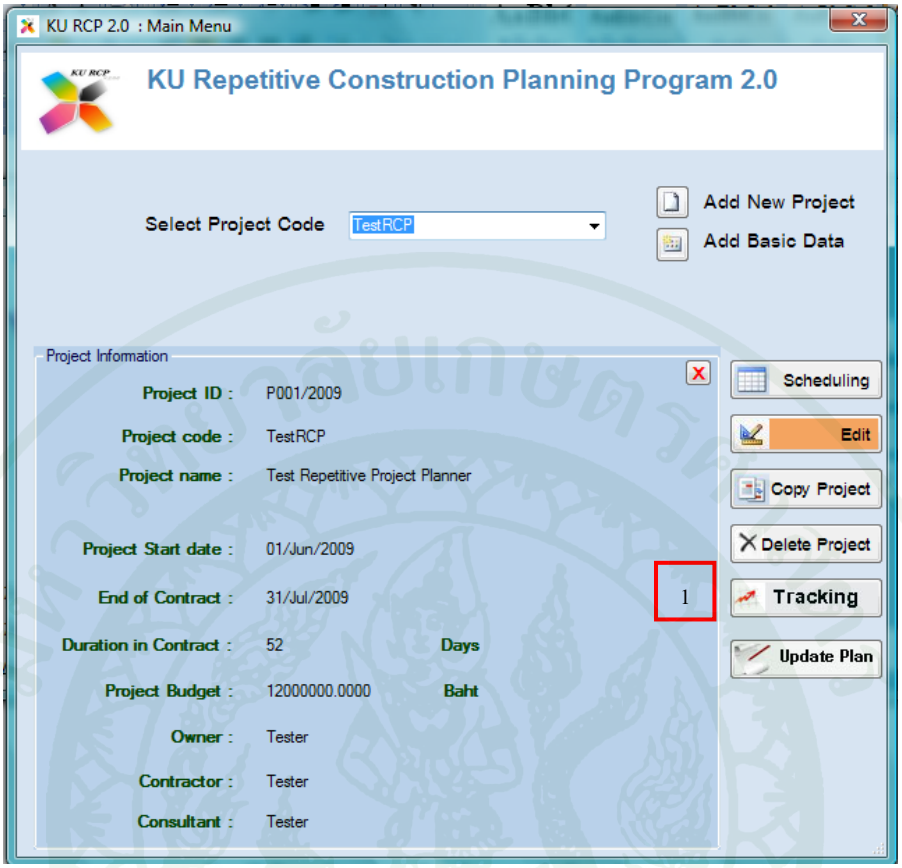
3. การติดตามความก้าวหน้า

3.1 ส่วนนำเข้าข้อมูลเพื่อการติดตามความก้าวหน้า

หลังจากที่ผู้ใช้โปรแกรมได้ทำการวางแผนงานก่อสร้างและได้เริ่มการทำงานจริง หากผู้ใช้ต้องการติดตามความก้าวหน้าของงานก่อสร้างสามารถทำได้โดยคลิกปุ่ม

ที่แสดงอยู่ในเมนูหลักของโปรแกรมดังภาพผนวกที่ 36

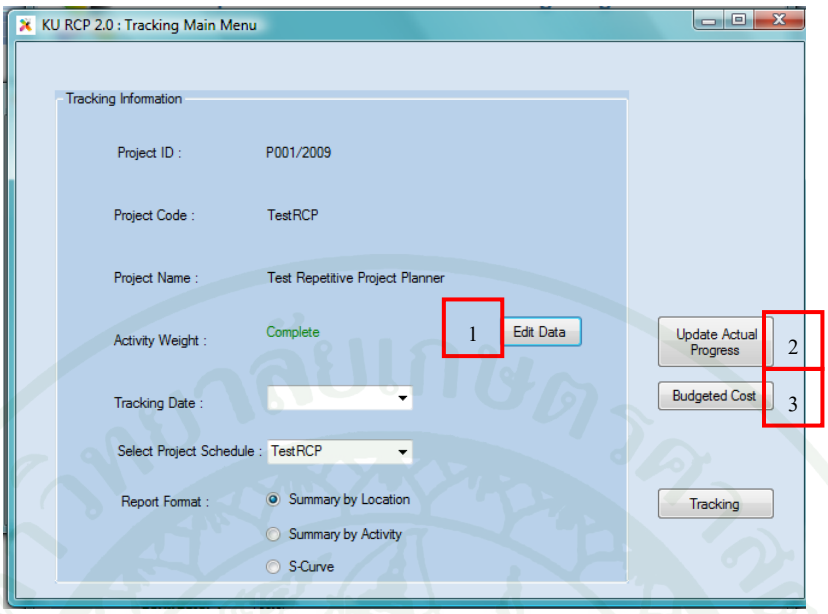
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 36 เมนูหลักแสดงปุ่ม Tracking

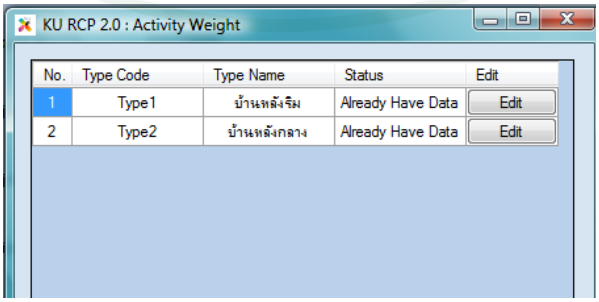
หลังจากเข้าสู่เมนูหลักในการติดตามความก้าวหน้าดังภาพผนวกที่ 37 ข้อมูลที่ใช้ในการติดตามความก้าวหน้าประกอบไปด้วย 1) น้ำหนักความสำคัญของแต่ละกิจกรรม 2) ความก้าวหน้าของการทำงานจริง และ 3) ค่าใช่จ่ายรวมของแต่ละรูปแบบการทำงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



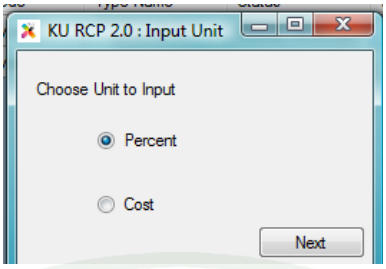
ภาพผนวกที่ 37 การกรอกข้อมูลที่ใช้ในการติดตามความก้าวหน้า

1) Activity Weight น้ำหนักความสำคัญของแต่ละกิจกรรม ผู้ใช้สามารถเลือกรูปแบบในการนำเข้าข้อมูลได้ 2 รูปแบบ คือ เปอร์เซ็นต์ และจำนวนเงินตามงบประมาณ เริ่มการกรอกข้อมูลโดยคลิกที่ Edit data (หมายเลข 1 ในภาพผนวกที่ 37) โปรแกรมจะให้ผู้ใช้เลือกรูปแบบการทำงานที่ต้องการนำเข้าข้อมูลในหน้าต่าง Activity Weight โดยแสดงรายละเอียดรูปแบบการทำงานและสถานะของการกรอกข้อมูล ดังภาพผนวกที่ 38 ให้ผู้ใช้คลิกปุ่ม Edit ที่อยู่ด้านหลังของรูปแบบการทำงานที่ต้องการ โปรแกรมจะถามถึงรูปแบบการนำเข้าข้อมูล ดังภาพผนวกที่ 39 ข้อมูลในส่วนนี้ผู้ใช้ทำการกรอกข้อมูลเพียงครั้งเดียวต่อหนึ่งโครงการ โดยหากกรอกข้อมูลเสร็จสมบูรณ์จะปรากฏคำว่า Complete ที่หน้าต่างหลักของการติดตามความก้าวหน้าในหัวข้อ Activity Weight โดยจะต้องกรอกข้อมูลให้สมบูรณ์ก่อนโปรแกรมจึงจะสามารถติดตามความก้าวหน้าได้



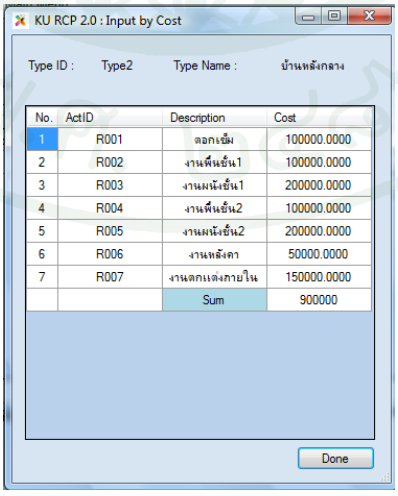
ภาพผนวกที่ 38 หน้าต่าง Activity Weight

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 39 หน้าต่างเลือกรูปแบบการกรอกข้อมูล Activity Weight

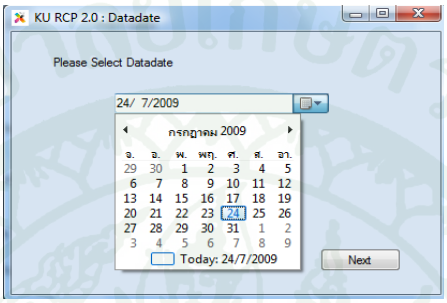
ภาพผนวกที่ 40 การนำเข้าข้อมูล Activity Weight ในรูปแบบเปอร์เซ็นต์



ภาพผนวกที่ 41 การนำเข้าข้อมูล Activity Weight ในรูปแบบจำนวนเงินตามงบประมาณ

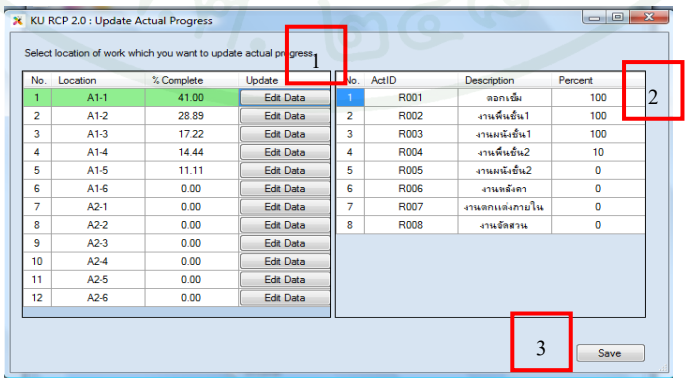
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) Update Actual Progress ความก้าวหน้าของการทำงานจริง ข้อมูลส่วนนี้ประกอบด้วย วันที่ทำการบันทึกข้อมูล และรายละเอียดเปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้าของการทำงานจริงของแต่ละกิจกรรม ณ ตำแหน่งที่มีการทำงาน เริ่มการกรอกข้อมูลโดย คลิกปุ่ม Update Actual Progress ที่อยู่บนเมนูหลักของการติดตามความก้าวหน้า (หมายเลข 2 ภาพผนวกที่ 37) โปรแกรมจะให้ผู้ใช้เลือกวันที่ทำการบันทึกข้อมูลที่หน้าต่าง Datadate ดังภาพผนวกที่ 41



ภาพผนวกที่ 42 การนำเข้าข้อมูลวันที่ทำการบันทึกข้อมูล

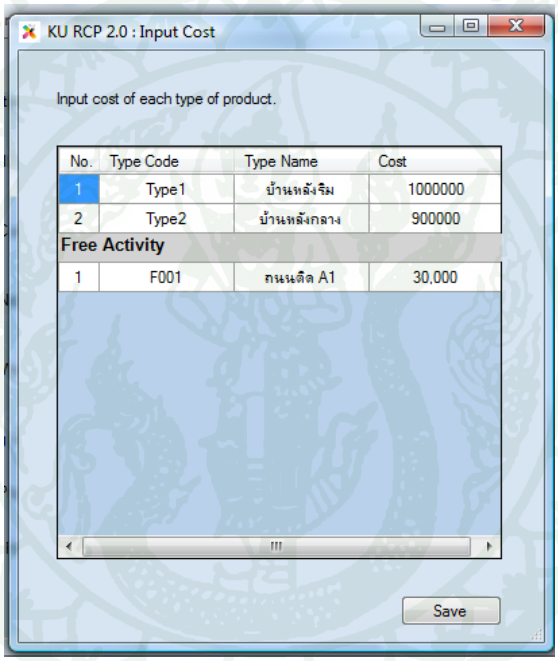
จากนั้นจะเข้าสู่หน้าต่าง Update Actual Progress ดังภาพผนวกที่ 43 การกรอกข้อมูลทำได้โดยการเลือกหน่วยก่อสร้างที่ต้องการบันทึกความก้าวหน้าของการทำงานจริง โดยคลิกปุ่ม Edit Data ที่อยู่ทางด้านหลัง (1) โปรแกรมจะแสดงรายละเอียดกิจกรรมที่มีในหน่วยการทำงานนั้น พร้อมทั้งระบุเปอร์เซ็นต์เสร็จงานครั้งล่าสุดที่เคยบันทึกไว้ หากผู้ใช้ต้องการปรับเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้าในการทำงานจริง ให้ผู้ใช้พิมพ์แก้ไขในช่องเปอร์เซ็นต์ (2) ได้ทันที หลังจากที่ทำการกรอกข้อมูลเสร็จแล้ว ให้ทำการบันทึกข้อมูลโดยคลิกปุ่ม Save ที่อยู่ทางด้านล่างขวา (3) แล้วจึงเลือกหน่วยการทำงานอื่นต่อไป



ภาพผนวกที่ 43 การนำเข้าข้อมูลรายละเอียดเปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้าของการทำงานจริง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) Budgeted Cost ค่าใช้จ่ายรวมของแต่ละรูปแบบการทำงานตามงบประมาณ ข้อมูลส่วนนี้จะถูกนำไปใช้ในการเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญของเปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้าของแต่ละหน่วยการทำงาน เพื่อนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้าในภาพรวมของโครงการต่อไป เนื่องจากแต่ละหน่วยการทำงานมีรูปแบบการทำงานที่แตกต่างกัน เริ่มการกรอกข้อมูลโดยคลิกปุ่ม Budgeted Cost ที่อยู่บนเมนูหลักของการติดตามความก้าวหน้า (หมายเลข 3 ภาพผนวกที่ 37) จะเข้าสู่หน้าต่าง Input Cost ดังภาพผนวกที่ 44 โดยหากผู้ใช้ทำการบันทึก Activity Weight ในรูปแบบค่าใช้จ่าย ตัวเลขจะปรากฏให้ทันที



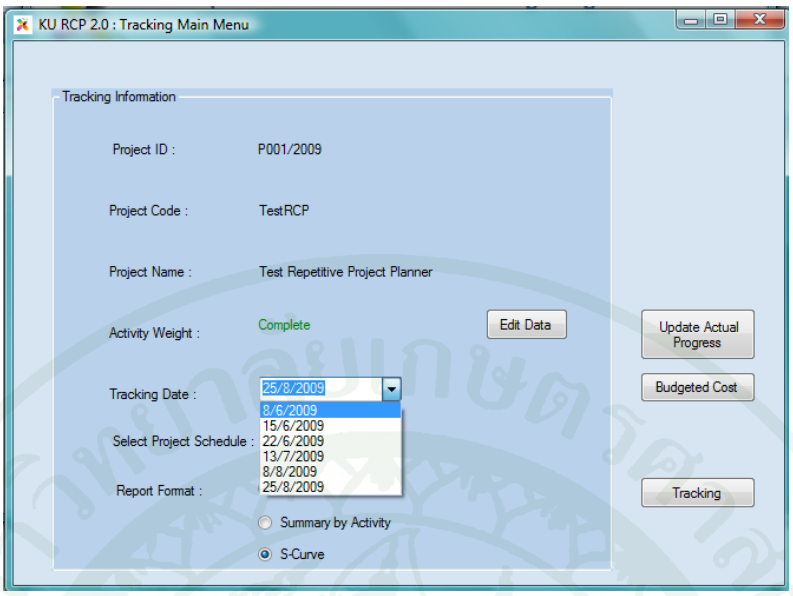
ภาพผนวกที่ 44 การนำเข้าข้อมูล Budgeted Cost

3.2 การใช้งานโปรแกรมเพื่อการติดตามความก้าวหน้า

หลังจากที่ผู้ใช้ได้ทำการกรอกข้อมูลในส่วนต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้จะสามารถทำการติดตามความก้าวหน้าได้ ตามขั้นตอนดังนี้

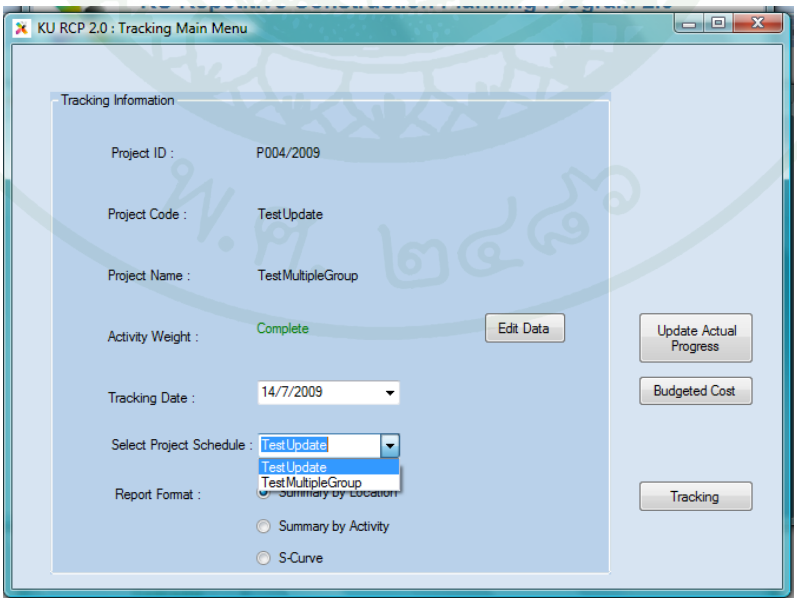
1) เลือกวันที่ต้องการติดตามความก้าวหน้า (Tracking Date) โดยจะมี Drop down list ที่เป็นวันที่ได้มีการบันทึกข้อมูลไว้ ดังภาพผนวกที่ 45

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 45 การเลือกวันที่ต้องการติดตามความก้าวหน้า

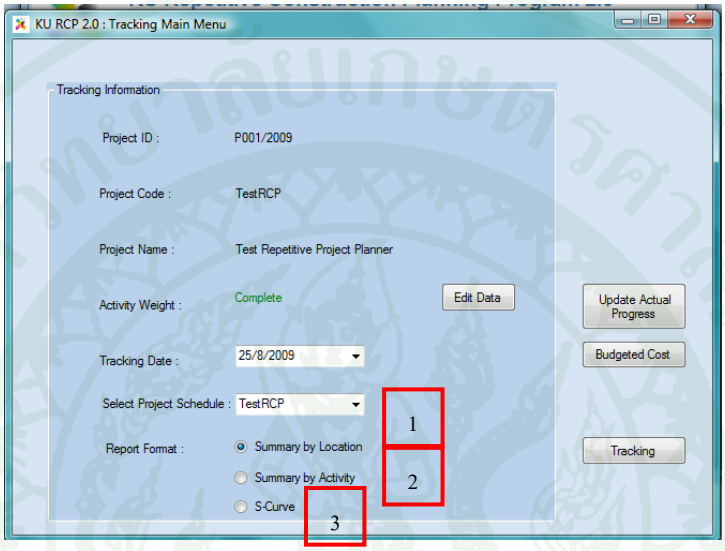
2) เลือกแผนการทำงานที่ต้องการใช้ในการติดตามความก้าวหน้า (Tracking Project Schedule) ในกรณีที่โครงการเคยมีการปรับแผนการทำงานผู้ใช้สามารถเลือกแผนการทำงานที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบได้ โดยข้อมูลแผนการทำงานที่สามารถนำมาใช้ได้จะปรากฏอยู่ใน Drop down list ดังภาพผนวกที่ 46



ภาพผนวกที่ 46 การเลือกแผนการทำงานต้องการใช้ติดตามความก้าวหน้า

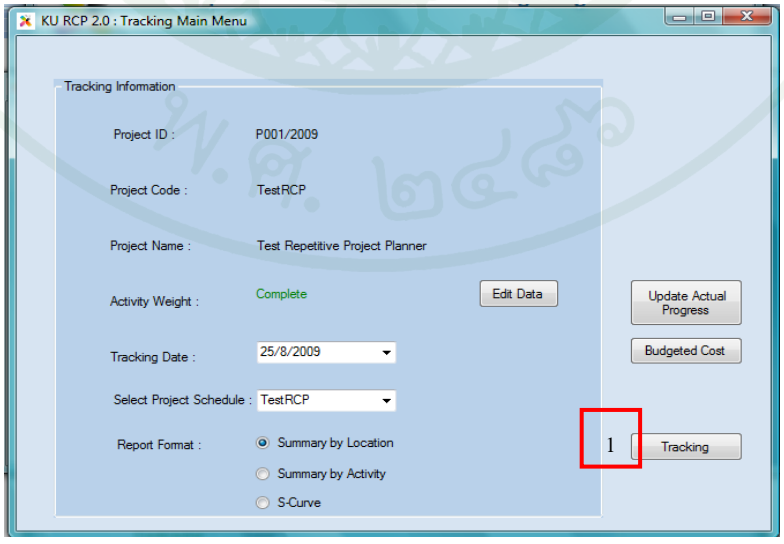
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) เลือกรูปแบบการแสดงผล (Report Format) ผู้ใช้สามารถเลือกได้ 3 รูปแบบ คือ การแสดงผลตามตำแหน่งการทำงาน (1) การแสดงผลตามกิจกรรม (2) และเส้นโค้งรูปตัวเอส (S-Curve) (3) ดังภาพผนวกที่ 47 โดยรายละเอียดการแสดงผลในรูปแบบต่างๆ จะทำการอธิบายในส่วนถัดไป



ภาพผนวกที่ 47 การเลือกรูปแบบการแสดงผลการติดตามความก้าวหน้า

4) คลิกปุ่ม Tracking (1) เพื่อให้โปรแกรมเริ่มติดตามความก้าวหน้าดังภาพผนวกที่ 48



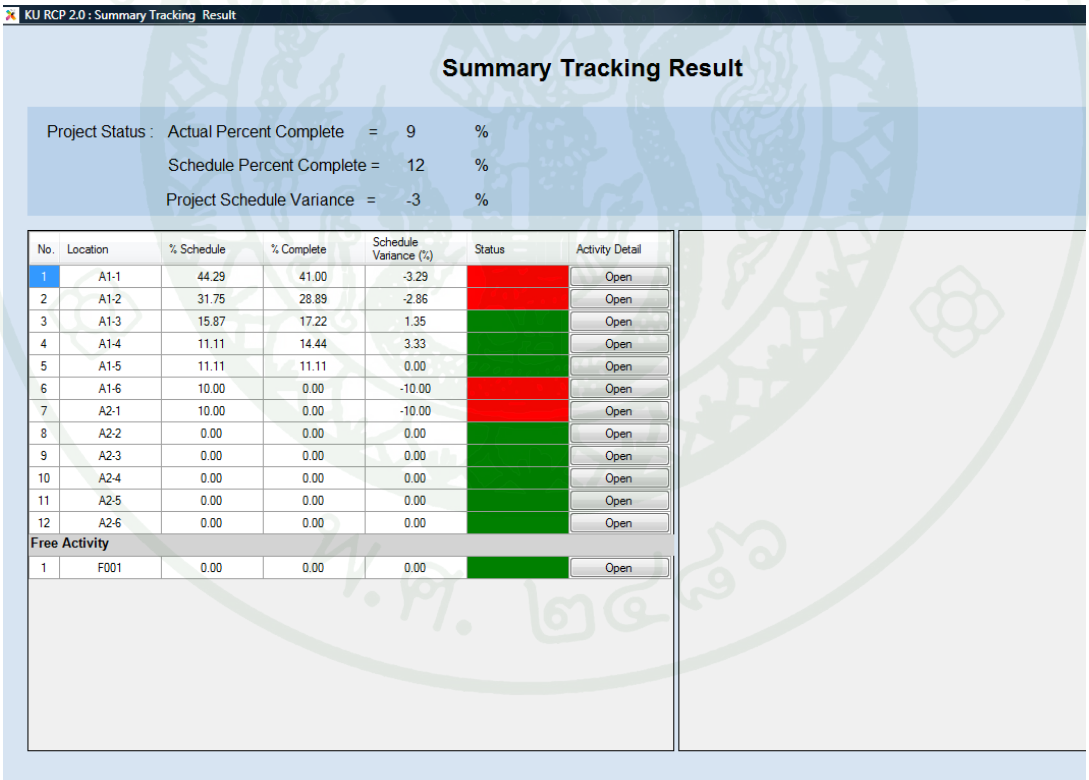
ภาพผนวกที่ 48 การเริ่มทำการติดตามความก้าวหน้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 การแสดงผลการติดตามความก้าวหน้า

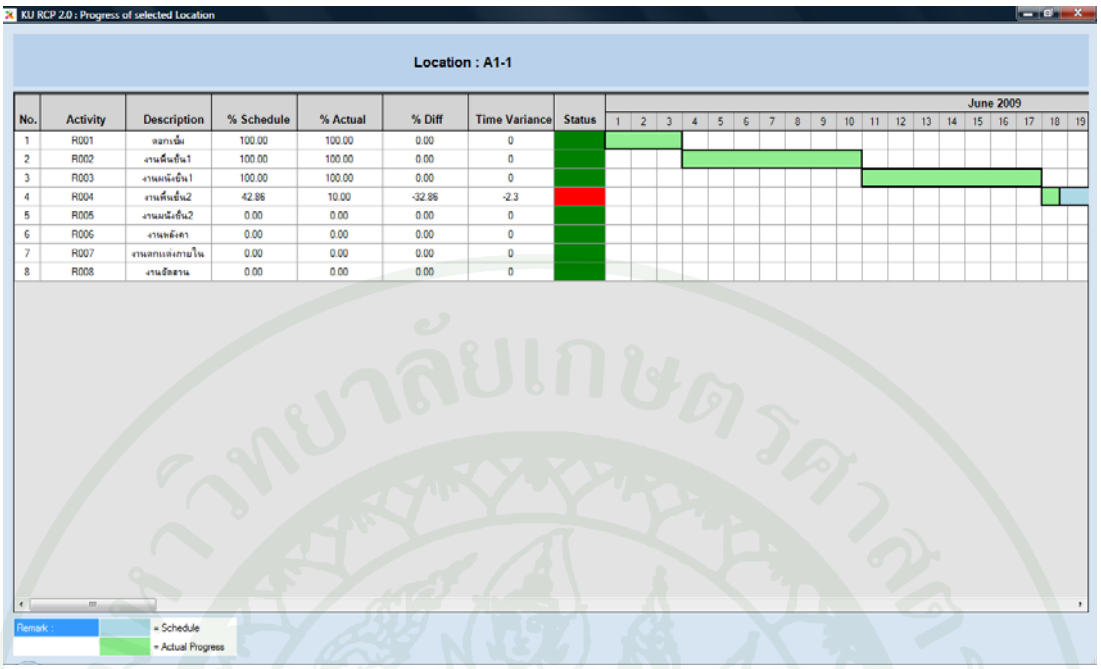
ในการแสดงผลการติดตามความก้าวหน้างานก่อสร้างผู้ใช้สามารถเลือกรูปแบบในการแสดงผลได้ 3 รูปแบบ ดังนี้

1) การติดตามความก้าวหน้าโดยแสดงผลตามตำแหน่งการทำงาน ในการแสดงผลรูปแบบนี้โปรแกรมจะแสดงให้เห็นถึงสถานะของโครงการในภาพรวม และรายละเอียดของหน่วยการทำงานในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้าของการทำงานจริง เปอร์เซ็นต์เสร็จงานตามแผน และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแผนการทำงาน โดยผู้ใช้สามารถเลือกให้โปรแกรมแสดงรายละเอียดของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมในหน่วยการทำงานที่ต้องการได้ โดยคลิกปุ่ม Open ที่อยู่ด้านหลังของกิจกรรมที่ต้องการ ดังภาพผนวกที่ 49 และ 50



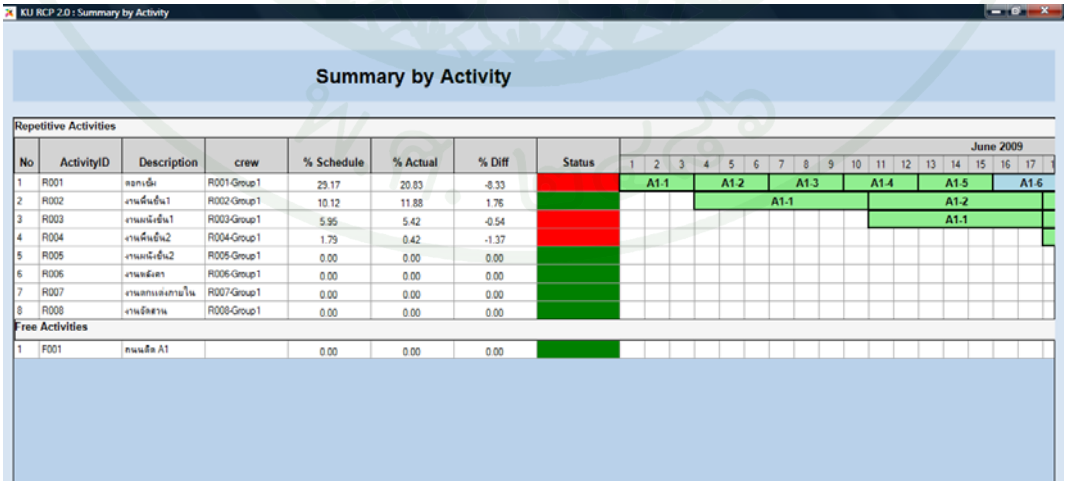
ภาพผนวกที่ 49 การติดตามความก้าวหน้าโดยแสดงผลตามตำแหน่งการทำงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 50 การติดตามความก้าวหน้าโดยแสดงผลเฉพาะหน่วยการทำงานที่ทำการเลือก

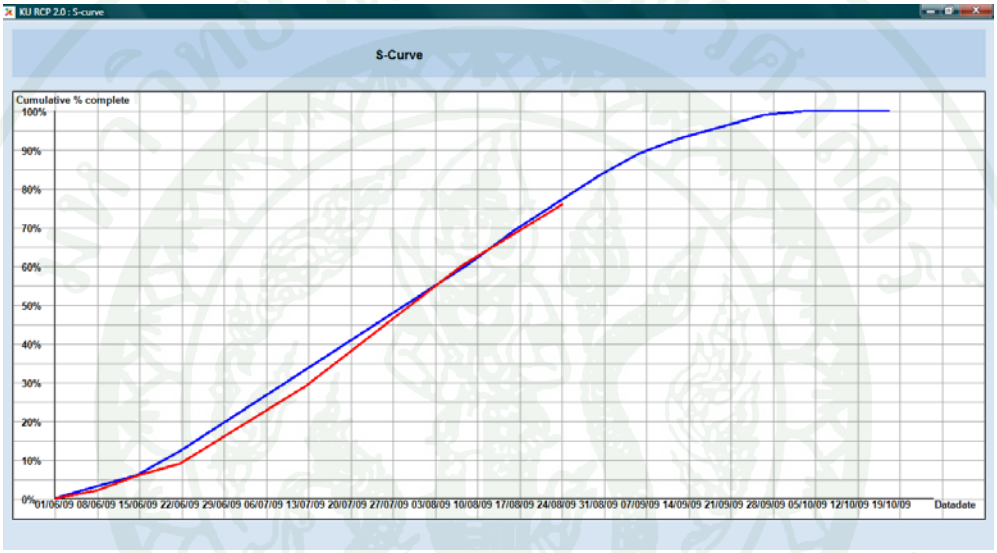
2) การติดตามความก้าวหน้าโดยแสดงผลตามกิจกรรม ในการแสดงผลรูปแบบนี้ โปรแกรมจะแสดงให้เห็นถึงสถานะของการทำงานกิจกรรมในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้าของการทำงานจริง เปอร์เซ็นต์เสร็จงานตามแผน และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแผนการทำงานของแต่ละกิจกรรม ดังภาพผนวกที่ 51



ภาพผนวกที่ 51 การติดตามความก้าวหน้าโดยแสดงผลตามกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) การแสดงผลการติดตามความก้าวหน้าโดยวิธีเส้นโค้งรูปตัวเอส (S-Curve) ในการแสดงผลโปรแกรมจะแสดงให้เห็นถึงสถานะของโครงการในภาพรวม เส้นโค้งรูปตัวเอสเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เสร็จงานสะสมและระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานโดยโปรแกรมจะทำการพล็อตกราฟเปอร์เซ็นต์เสร็จงานตามแผน และเปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้าของการทำงานจริงในวันที่มีการบันทึกความก้าวหน้าการทำงาน การแสดงผลในรูปแบบนี้จะทำให้ผู้ใช้สามารถพิจารณาสถานะของโครงการได้อย่างรวดเร็ว ดังภาพผนวกที่ 52



ภาพผนวกที่ 52 การติดตามความก้าวหน้าด้วยวิธีเส้นโค้งรูปตัวเอส (S-Curve)

4. การปรับแผนการทำงาน

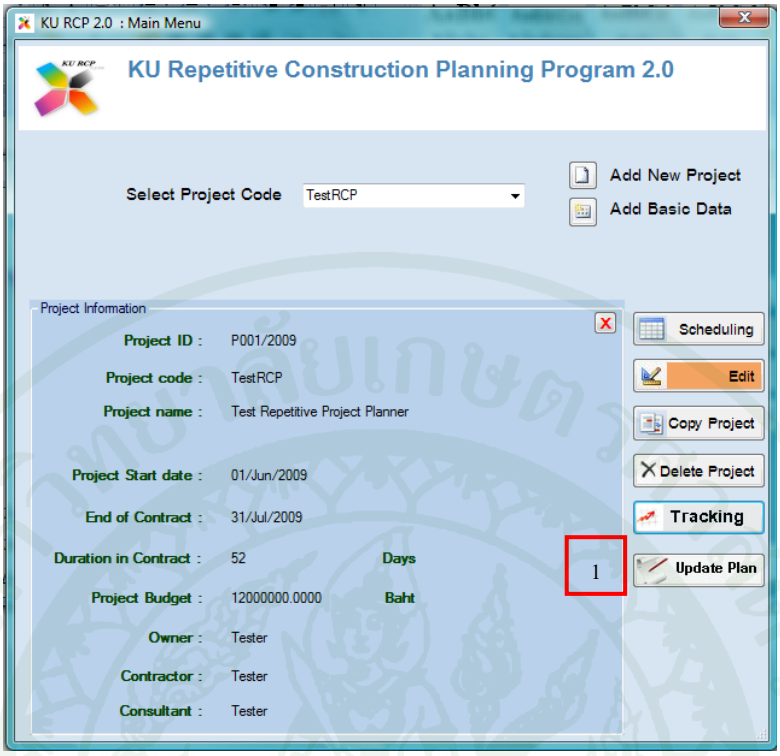
ในกรณีที่ติดตามความก้าวหน้าของงานก่อสร้างแล้วพบว่าการทำงานไม่เป็นไปตามแผนที่ได้วางไว้ การปรับแผนการทำงานจะทำให้แผนการทำงานสามารถนำมาใช้ควบคุมและติดตามความก้าวหน้าของงานก่อสร้างต่อไปได้

4.1 การนำเข้าข้อมูลเพื่อปรับแผนการทำงาน

ข้อมูลที่ใช้ประกอบไปด้วย ชื่อแผนการทำงานใหม่ และวันที่ต้องการปรับแผนการทำงานโดยเลือกจากวันที่มีการบันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้า เริ่มการกรอกข้อมูลโดยคลิกที่ปุ่ม

ที่อยู่บนหน้าต่างเมนูหลักของโปรแกรม (1) ดังภาพผนวกที่ 53

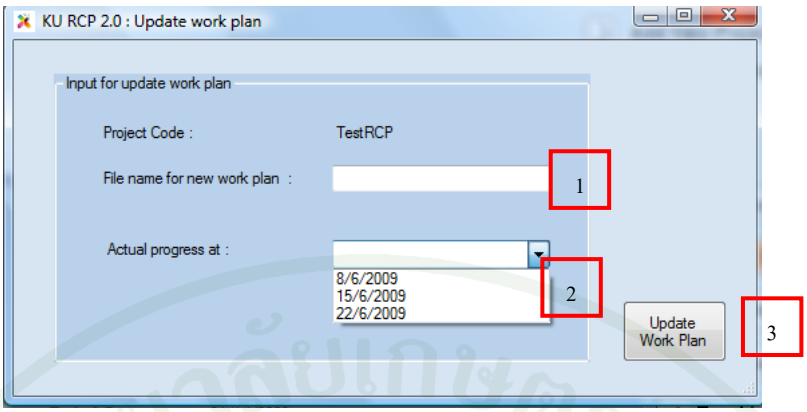
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 53 การปรับแผนการทำงาน

หลังจากนั้นโปรแกรมจะปรากฏหน้าต่าง Update work plan ให้ผู้ใช้กรอกชื่อรหัสโครงการสำหรับแผนการทำงานใหม่ (1) โดยหลังจากขั้นตอนนี้ชื่อรหัสจะไปปรากฏที่เมนูหลักของโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้เลือกรหัสโครงการ และทำการเลือกวันที่เคยมีการบันทึกความก้าวหน้าของโครงการที่ต้องการปรับแผน (2) โปรแกรมจะนำบันทึกความก้าวหน้าของการทำงานจริง ณ วันที่ผู้ใช้เลือกไปใช้ในการวางแผนการทำงานใหม่ในรหัสโครงการที่ผู้ใช้ได้กรอกไว้ จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Update Work Plan (3) ดังภาพผนวกที่ 54

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

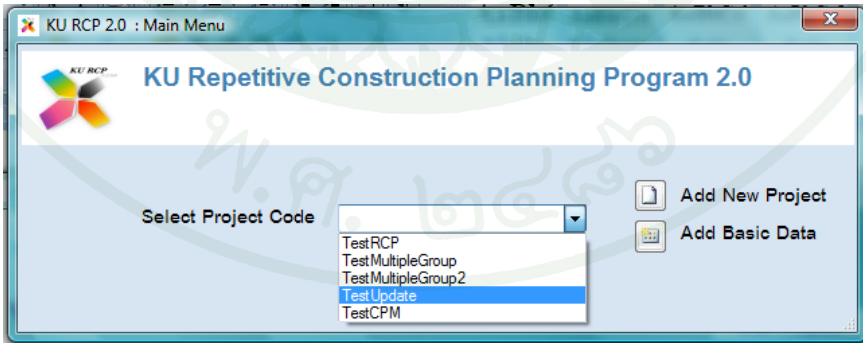


ภาพผนวกที่ 54 ส่วนนำเข้าข้อมูลเพื่อการปรับแผนการทำงาน

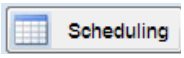
โปรแกรมจะทำการสร้างโครงการขึ้นมาใหม่จากเปอร์เซ็นต์การทำงานที่เหลืออยู่ของแต่ละกิจกรรม ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละกิจกรรม จำนวนกลุ่มคนงาน และข้อมูลของโครงการได้

4.2 การใช้งานโปรแกรมเพื่อปรับแผนการทำงาน

1) หลังจากที่ทำการกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลโครงการที่ปรับแผนจะปรากฏในเมนูหลักของโปรแกรม ให้ผู้ใช้ทำการเลือกเพื่อวางแผนการทำงานใหม่ดังภาพผนวกที่ 55



ภาพผนวกที่ 55 เลือกรหัสโครงการที่ได้กรอกไว้ในการปรับแผนการทำงาน

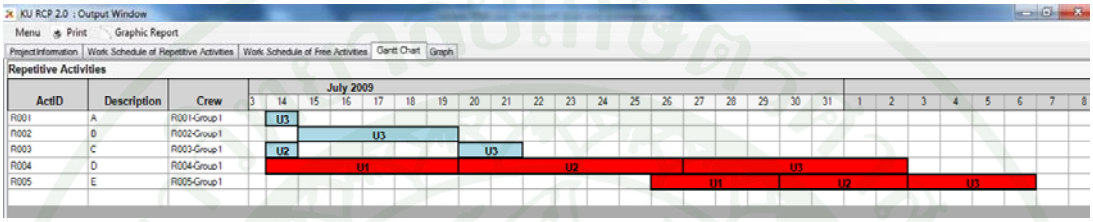
2) ทำการปรับแผนการทำงานโดยเลือกวางแผนการทำงานใหม่ คลิกที่ปุ่ม 

โปรแกรมจะวางแผนจากปริมาณที่ยังไม่แล้วเสร็จ

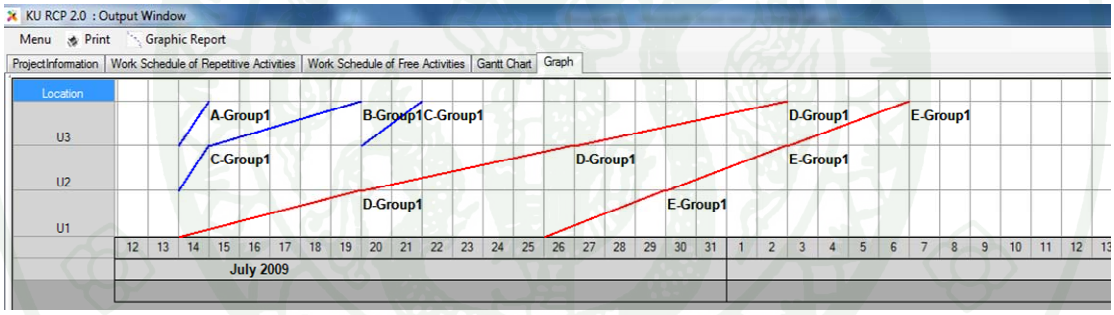
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.3 การแสดงผลการปรับแผนการทำงาน

รูปแบบการแสดงผลแผนการทำงานหลังจากได้ทำการปรับแผนแล้วจะมีลักษณะเช่นเดียวกับรูปแบบการแสดงผลการวางแผนการทำงานของโปรแกรม แสดงดังภาพที่ 56 และ 57 ตามลำดับ



ภาพผนวกที่ 56 Grantt Chart แสดงแผนการทำงานหลังจากการปรับแผนการทำงาน



ภาพผนวกที่ 57 Graph แสดงแผนการทำงานหลังจากการปรับแผนการทำงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นายฐานะ ปัญโญวัฒน์กูล
วัน เดือน ปี ที่เกิด	2 มีนาคม 2530
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (โยธา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประวัติการทำงาน	-
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	รางวัล CAN DO AWARD ในโครงการ Industrial Award for Outstanding Engineering Project ประจำปี 2552 เรื่อง การบำรุงรักษาโครงสร้างสะพานตามแนวชายฝั่งทะเลที่เสื่อมสภาพเนื่องจากคลอไรด์
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์