การวางแผนงานก่อสร้างภายใต้ข้อจำกัดด้านกระแสเงินสด

Construction Planning Model with Cash Flow Constraints

จิรเดช เศรษฐกัมพู วชรภูมิ เบญจโอฬาร

สาขาวิศวกรรมโยธา สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

การวางแผนเป็นงานที่มีความสำคัญในการบริหารงานโครงการก่อสร้าง ซึ่งการวางแผนงานโครงการก่อสร้างต้องนำประเด็นด้านระยะเวลา ค่าใช้จ่ายและข้อจำกัดของทรัพยากรมาใช้ประกอบเพื่อให้ได้แผนงานที่มีประสิทธิภาพดี การวิจัยนี้ได้พัฒนาแบบจำลอง สำหรับการวางแผนงานด้านระยะเวลาของโครงการที่เหมาะสมโดยพิจารณาเงื่อนไขที่กระแสเงินสดของโครงการต้องมียอดเงินเบิกเกินบัญชีไม่เกินกว่าวงเงินเครดิตที่ใช้ โดยทรัพยากรต่างๆของโครงการที่นำมาใช้จะถูกแปรออกมาในรูปต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทำงานของแต่ละกิจกรรม การพัฒนาแบบจำลองนี้ได้ใช้โปรแกรมกระดานคำนวณ ในการสร้างแบบจำลองและนำ Genetic Algorithms มาใช้ในการหาคำตอบของปัญหา แบบจำลองนี้สามารถสร้างแผนงานด้านระยะเวลาที่เหมาะสมภายใต้ข้อจำกัดของวงเงินเครดิตของโครงการ ผลการทดสอบแบบจำลองพบว่าเมื่อมีวงเงินเครดิตน้อยลงจะส่งผลให้ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายรวมของโครงการเพิ่มมากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบแผนงานปกติที่ไม่คำนึงถึงวงเงินเครดิตกับแผนงานที่ได้จากแบบจำลอง พบว่าแบบจำลองนี้สามารถสร้างแผนงานที่ต้องการใช้วงเงินเครดิตที่น้อยกว่าแผนงานปกติภายใต้ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายรวมที่เท่ากัน แผนงานที่ได้จากแบบจำลองนี้จึงสามารถใช้สำหรับการบริหารงานโครงการงานก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมมากขึ้น

คำสำคัญ : การวางแผนงานก่อสร้าง กระแสเงินสด วงเงินเครดิต

Abstract

One of the most important aspects of construction management is the planning and scheduling of the construction project. Time, cost and limitation of resources in construction projects have to be considered for developing the scheduling model which provides the efficacious construction schedules. This research aims to develop the model for appropriate project time schedule. Project cash flow is considered as one of constraints of the model. The project overdraft must not exceed the credit limit of the project. Also, project resources are represented in cost of each activity. The Excel spreadsheet is used for creating the model and Genetic Algorithms are used for searching the results. The model provides the suitable project time schedule under the credit limit constraint. The testing on the new model shows the result that project duration and overall cost of the project are increasing while the required credit limit of the project is decreasing. Moreover, the new model provides the project time schedule with smaller credit limit required than the one without. Finally, it also provide the suitable and efficient project time schedule for managing a construction project.

Keywords : Construction Scheduling, Cash flow, Credit Limit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

เป้าหมายในการบริหารงานโครงการก่อสร้างที่สำคัญ คือ การดำเนินงานก่อสร้างโครงการให้แล้วเสร็จตามเวลาที่กำหนด ภายในงบประมาณต้นทุนที่ได้วางแผนไว้ด้วยคุณภาพของงานตามต้องการ ในการดำเนินงานก่อสร้างมีปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพสิ่งก่อสร้างอันประกอบด้วย แรงงานที่มีคุณภาพ วัสดุที่ได้มาตรฐานตามที่กำหนด เครื่องจักรกลที่มีประสิทธิภาพ และการจัดสรรเงินงบประมาณสำหรับใช้ในการทำงานได้อย่างเหมาะสม การวางแผนงานด้านระยะเวลาที่ดีจะส่งผลให้งานก่อสร้างดำเนินไปอย่างราบรื่นมีประสิทธิภาพและเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการควบคุมให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ ในการสร้างแผนงานด้านระยะเวลาที่ดีนั้นควรจะพิจารณาทั้งด้านระยะเวลา ค่าใช้จ่าย ข้อจำกัดการใช้ทรัพยากร และเงินสดของโครงการพร้อมกัน สิ่งเหล่านี้แสดงถึงความซับซ้อนของงานก่อสร้างและเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้โครงการบรรลุตามเป้าหมายทั้งด้านระยะเวลาและต้นทุน

เงินสดหรือกระแสเงินสดเป็นทรัพยากรที่สำคัญในงานก่อสร้าง เนื่องจากเป็นทรัพยากรเบื้องต้นที่ต้องใช้จ่ายไปในการจัดหาทรัพยากรแรงงาน เครื่องจักร วัสดุ รวมถึงค่าดำเนินงาน บริษัทก่อสร้างที่มีขนาดเล็กและขนาดกลางส่วนมากมีเงินลงทุนต่ำ ส่งผลให้มีข้อจำกัดด้านการเงินของโครงการ ซึ่งงานก่อสร้างในแต่ละเดือนมีการใช้กระแสเงินสดที่แตกต่างกันตามปริมาณงานที่เกิดขึ้น ทำให้โครงการที่มีปัญหาด้านกระแสเงินสดจะส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการจัดหาทรัพยากรด้านต่างๆและมีค่าใช้จ่ายสูงขึ้นเนื่องจากค่าใช้จ่ายทางออม ค่าดำเนินการและค่าปรับ ดังนั้นควรมีการวางแผนการใช้กระแสเงินสดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดภายใต้เงื่อนไขของกระแสเงินสดที่มีอยู่จำกัดและระยะเวลาที่กำหนดในสัญญา

งานวิจัยที่ผ่านมาในปี 2001 Hegazy and Ersahin [5] ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับการวางแผนงานโดยการทำแบบจำลองใน Spreadsheet เพื่อให้ได้แผนงานที่เหมาะสม ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวได้มีการพิจารณาเรื่องระยะเวลา การใช้ทรัพยากร และกระแสเงินสดในมุมมองของดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นแต่ไม่พิจารณาปริมาณกระแสเงินสดที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา และได้ใช้วิธีเจเนติกอัลกอริทึม (GA) ช่วยในการหาคำตอบโดยการสุ่มวิธีการก่อสร้างในแต่ละกิจกรรมให้ได้เซตคำตอบที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ค่าใช้จ่ายของโครงการน้อยที่สุด ต่อมาในปี 2003 หทัยจรี แสงประดิษฐ์ [3] ได้ทำการศึกษาและเสนอวิธีการวางแผนงานที่เหมาะสมโดยใช้ในการหาต้นทุนในก่อสร้างที่ต่ำ โดยสมมุติชุดตัวอย่างกิจกรรม 2 ตัวอย่าง และใช้วิธีเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์เพื่อคำนวณหาแผนงานที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด และในปี 2004 Elazouni and Gad-Allah [1] ได้เสนอการแก้ปัญหาการวางแผนงานที่คำนึงถึงวงเงินกู้ (Credit Limit) หรือกระแสเงินสดของโครงการแต่ละช่วงเวลา ในรูปแบบ Integer-Programming Model โดยการจัดวันเริ่มของกิจกรรมเพื่อให้ได้ระยะเวลารวมของโครงการน้อยที่สุด ภายใต้กระแสเงินสดที่มีจำกัด (Negative Cash Flow) ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวกำหนดให้ระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมคงที่ ต่อมาในปี 2005 Elazouni and Metwally [2] ได้ปรับปรุงเงื่อนไขวงเงินเครดิตเพิ่มอีกเล็กน้อย และปรับรูปแบบการวิเคราะห์แบบจำลองโดยการใช้วิธีเจเนติกอัลกอริทึมหาคำตอบที่เป็นไปได้และเหมาะสมมากขึ้น และในปี2008 Liu and Wang [4] ได้เสนอการแก้ปัญหาการวางแผนงาน ในมุมมองของ Cash flow ภายใต้ข้อจำกัดทางด้านทรัพยากรเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด โดยใช้วิธี Constraint Programming (CP) ซึ่งเป็นการรวมปัญหาการจัดสรรทรัพยากรและกระแสเงินสดเข้าไว้ด้วยกัน

จากการสัมภาษณ์บริษัทก่อสร้างขนาดใหญ่ต่างๆทั้งที่เป็นบริษัทต่างชาติและบริษัทสัญชาติไทยที่ดำเนินงานโครงการก่อสร้างประเภทโรงไฟฟ้าและอาคารสูง ในเรื่องเทคนิคและขั้นตอนที่ใช้ในการวางแผนงาน บริษัทดังกล่าวส่วนมากได้ใช้เทคนิค Critical Path Method (CPM) ในการวางแผนงาน ซึ่งเป็นวิธีการวางแผนงานตามลำดับขั้นตอนการทำงานของแต่ละกิจกรรมเพื่อให้การก่อสร้างเสร็จสิ้นในเวลาสั้นที่สุดโดยไม่คำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ปริมาณทรัพยากรและงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งในการวางแผนงานลักษณะนี้ส่วนมากจะใช้ประสบการณ์หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติข้อมูลของลักษณะงานที่คล้ายกันมาเป็นตัวกำหนดแผนงาน ทำให้แผนงานที่ได้นั้นส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายเกินงบโครงการเนื่องจากสาเหตุการเร่งเวลาหรือการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลืองหรือวงเงินเครดิตมีไม่เพียงพอ ในปัจจุบันได้มีการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวางแผนงานโครงการ เช่น Primavera, Microsoft Project, Microsoft Excel เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าโปรแกรม Primavera และ Microsoft Project มีฟังก์ชันการใช้งานคล้ายคลึงกัน ซึ่งมีการใช้เทคนิค CPM และ Resource leveling ในส่วนโปรแกรม Microsoft Excel เป็นโปรแกรมที่นิยมใช้ในการวางแผนในเรื่องกระแสเงินสดและควบคุมโครงการ โปรแกรมเหล่านี้ไม่เน้นการรวมเทคนิคและข้อจำกัดของการวางแผนให้ครอบคลุมและตอบสนองความต้องการได้

การวางแผนงานที่กล่าวมาได้มีวัตถุประสงค์ในการแก้ไขปัญหาที่แตกต่างกันไป โดยมุ่งเน้นการหาคำตอบที่เหมาะสมและดีที่สุดของแต่ละปัญหาตามวัตถุประสงค์ แต่ไม่ได้พิจารณาถึงภาพรวมของการแก้ไขปัญหา ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการวางแผนงานให้ได้ต้นทุนในการก่อสร้างที่ต่ำ (Minimize Project Total Cost) ซึ่งพิจารณาด้านระยะเวลา ทรัพยากร และกระแสเงินสด ภายใต้ข้อจำกัดในด้านวงเงินเครดิต (Credit Limits) โดยการแปลงปัจจัยที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในรูปค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด และใช้หลักการ Genetic Algorithm (GA) ในการแก้ปัญหาวิเคราะห์หาแผนงาน จากนั้นทำการทดสอบแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ด้วยวิธีการที่เหมาะสมเพื่อให้ได้แผนงานมีประสิทธิภาพและตรงตามความต้องการได้

2. วิธีการวิจัย

การศึกษาการวางแผนงานเบื้องต้น

ในการสัมภาษณ์จะดำเนินการสัมภาษณ์ 5 บริษัท และสัมภาษณ์กับผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการวางแผนงาน โดยการทำแบบสอบถามเป็นแบบปลายเปิดและปลายปิด เพื่อให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบคำถามได้อย่างอิสระ ซึ่งผลสรุปจากการสัมภาษณ์โดยรวมทั้ง 5 บริษัท พบว่าบริษัทส่วนมากจะทำการวางแผนงานโดยพิจารณาไปที่บัญชีปริมาณงาน รายการประกอบแบบและระยะเวลาก่อสร้างตามสัญญา ในขณะที่การกำหนดเวลาและการใช้ทรัพยากร (คนงาน)ในแต่ละกิจกรรมจะพิจารณาจากลักษณะของงานที่คล้ายๆกันหรือตามสถิติที่ผ่านมาของแต่ละกิจกรรมในอดีต แต่จะไม่ได้คำนึงถึงวงเงินเครดิตที่มีจำกัด (Credit Limit: CL) หรือยอดเงินเบิกเกินบัญชี (Overdraft : OD) ซึ่งในที่นี้จะนำไปสร้างสมการโจทย์เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองภายใต้วงเงินที่มีอยู่อย่างจำกัด

การสร้างแบบจำลองและสมการ

ในการสร้างแบบจำลองนี้ได้ทำการอ้างอิงจากข้อมูลการวางแผนงานจากโครงการก่อสร้างคอนโดมิเนียม 12 ชั้น ในจังหวัดนครราชสีมา โดยการจำแนกกิจกรรมได้ทั้งหมด 25 กิจกรรมรวมถึงความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรม ตามรูปที่ 1 และแบบจำลองมีเงื่อนไขดังนี้

(1) การเบิกจ่ายเงินคิดตามปริมาณของงานที่ทำได้ในแต่ละช่วงเวลาและไม่มีเงินเบิกล่วงหน้า

(2) ค่าประกันผลงาน = 10% ของมูลค่างานที่เบิก

(3) กำไร = 15% ของมูลค่างานที่ทำได้

(4) อัตราดอกเบี้ย = 12% ของยอดเบิกเกินบัญชี

(5) ค่าปรับการใช้ทรัพยากรเกินกำหนด = 5250 ฿/หน่วย/Period

การสร้างแบบจำลองได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลากับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของแต่ละกิจกรรม โดยแบ่งเป็นค่าใช้จ่ายปกติ (Normal Cost) และค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเร่งเวลา (Crash Cost) ของแต่ละกิจกรรม จากนั้นทำการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลากับการใช้ทรัพยากรที่เกิดขึ้นของแต่ละกิจกรรมโดยที่ชั่วโมงการทำงานของแต่ละกิจกรรมคงที่ และได้มีการกำหนดขอบเขตการใช้ทรัพยากรเพื่อเป็นค่าปรับในการใช้ทรัพยากรสิ้นเปลือง จากนั้นสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกระแสเงินสดเข้า (Cash In : CI) โดยที่

$$CI_{j=1} = 0 \text{ และ } CI_j = P_i - Ret_i \quad (1)$$

CI_j คือ กระแสเงินสดเข้าของโครงการช่วงเวลา j ใดๆ $(j=1, 2, 3 \ldots T)$

P_i คือ เงินงวดงานของโครงการช่วงเวลาก่อนหน้าที่ i

Ret_i คือ ค่าประกันผลงานช่วงเวลาก่อนหน้าที่ i

T คือ ระยะเวลารวมของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Activity	Detail	Predecessor	Normal		Crash		Resource		Method	Shift
			Duration	Direct Cost	Duration	Direct Cost	Normal	Crash	Select	
A	งานเตรียมงานก่อสร้าง	-	2	2,303	1	3,006	20	22		0
B	งานฐานรากและตอม่อ	A	4	15,943	3	16,781	45	50		
C	งานโครงสร้างชั้น 1-2	B	4	7,677	2	9,167	45	46		
D	งานถังน้ำใต้ดิน คสล.	B	2	2,236	1	2,984	25	28		
E	งานระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง	C,D	24	12,398	20	13,348	15	16		
F	งานระบบไฟฟ้า	C	24	30,857	18	32,977	30	32		
G	งานโครงสร้างชั้น 3-4	C	2	7,677	1	8,661	45	47		
H	งานโครงสร้างชั้น 5-6	G	4	7,677	2	9,122	45	48		
I	งานผนังและตกแต่ง ชั้น 1	G	2	1,722	1	2,605	35	36		
J	งานผนังและตกแต่งชั้น 2-3	I	4	3,445	3	4,238	35	38		
K	งานดครงสร้างชั้น 7-12	H	10	23,089	9	23,589	45	50		
L	งานผนังและตกแต่ง ชั้น 4-7	J	8	6,890	5	8,403	35	38		
M	งานบันได	K	4	1,855	3	2,456	15	17		
N	งานเบ็ดเตล็ด	K	4	2,874	2	3,487	10	15		
O	งานระบบบำบัดน้ำเสียและระบายน้ำภายนอก	K	4	2,343	2	2,933	10	16		
P	งานระบบปรับอากาศ	L	6	11,868	4	12,593	20	25		
Q	งานระบบลิฟท์โดยสาร	K	6	4,688	3	5,458	10	12		
R	งานภูมิทัศน์และสาธารณูปโภคภายนอก	L	8	8,596	7	9,265	15	15		
S	งานผนังและตกแต่ง ชั้น 8-12	L	2	2,468	1	3,351	35	36		
T	งานฝ้าเพดาน ชั้น 1-12	L	10	4,952	8	5,722	20	22		
U	งานพื้นและตกแต่ง	J	20	13,391	15	14,510	20	23		
V	งานทาสี	L	10	3,950	7	5,125	20	20		
W	งานสุขภัณฑ์	J	16	8,132	14	8,767	20	22		
X	งานประตูหน้าต่าง	I	22	15,247	18	16,670	25	26		
Y	งานเก็บและทดสอบระบบ	D,E,F,M,N,O,P,Q,R,S,T,U,V,W,X	2	8,902	1	9,593	20	23		

รูปที่ 1 แสดงรายละเอียดและความสัมพันธ์ของกิจกรรม

และกระแสเงินสดออก (Cash Out : CO) จะมีค่าเท่ากับผลรวมของค่าใช้จ่ายทางตรงกับค่าใช้จ่ายทางอ้อมของโครงการ ในส่วนของเงินเบิกเกินบัญชี (Overdraft : OD) จะมีค่าเท่ากับ

$$OD_{j=1} = CO \text{ และ } OD_j = CO_i + NC_i \quad (2)$$

OD_j คือ เงินเบิกเกินบัญชีช่วงเวลา j ใดๆ *(j=1, 2, 3…T)*

CO_i คือ รายจ่ายของโครงการช่วงเวลาก่อนหน้าที่ i

NC_i คือ จำนวนยอดเงินสดสุทธิช่วงเวลาก่อนหน้าที่ i

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) เป็นฟังก์ชันที่กำหนดเป้าหมายของแบบจำลอง เพื่อให้สามารถหาค่าของตัวแปรตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุดและบรรลุวัตถุประสงค์อย่างถูกต้อง โดยทั่วไปจะระบุฟังก์ชันวัตถุประสงค์เป็นเป้าหมายการหาค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุด ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุดของโครงการ (Minimize Project Total Cost) เป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ โดยค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด (PTC) มีค่าตามสมการที่ (3)

$$PTC = \sum_{i=1}^{H} \sum_{k=1}^{J} D_k C_{ik} + \sum IDC_i + \sum RP_i + \sum I \quad (3)$$

$D_k C_{ik}$ คือ ชุดทางเลือกด้านต้นทุนทางตรงในการทำงานที่ k ใดๆ *(k=1,2)* สำหรับกิจกรรมที่ i ใดๆ

H คือ จำนวนกิจกรรมทั้งหมด

J คือ จำนวนชุดทางเลือก

$\sum IDC_i$ คือ ผลรวมค่าใช้จ่ายทางอ้อม

โดยที่ IDC_i คือ ค่าใช้จ่ายทางอ้อมในช่วงเวลา i ใดๆ มีค่าเท่ากับ *5%* ของค่าใช้จ่ายทางตรงในช่วงเวลา i ใดๆ

$\sum RP_i$ คือ ผลรวมค่าปรับจากการใช้ทรัพยากร

โดยที่ RP_i คือ ค่าปรับการใช้ทรัพยากรสิ้นเปลืองในช่วงเวลา i ใดๆ มีค่าเท่ากับ 5250฿ x ปริมาณการใช้ทรัพยากรมากหรือน้อยกว่ากำหนดในช่วงเวลา i ใดๆ

$\sum I$ คือ ผลรวมค่าดอกเบี้ย

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) เป็นตัวแปรที่แทนกิจกรรมต่างๆของปัญหาที่สนใจ ค่าตัวแปรนี้จะนำไปใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจ ในแต่ละปัญหาตัวแปรตัดสินใจมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะของปัญหา ซึ่งในงานวิจัยนี้ตัวแปรตัดสินใจคือ ทางเลือกของกิจกรรมแต่ละกิจกรรม (Method Select: 1=Normal, 2=Crash) และการเลื่อนของเวลาเริ่มที่เร็วที่สุด (Earliest Start) ของแต่ละกิจกรรม ตามรูปที่ 1

$$ES_j = Max(EF_i) + Shift_j \quad (4)$$

ES_j คือ เวลาเริ่มที่เร็วที่สุดของกิจกรรมที่ j

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EF_i คือ เวลาเสร็จที่เร็วที่สุดของกิจกรรมก่อนหน้าที่ i

$Shift_j$ คือ การเลื่อนเวลาเริ่มของกิจกรรมที่ j

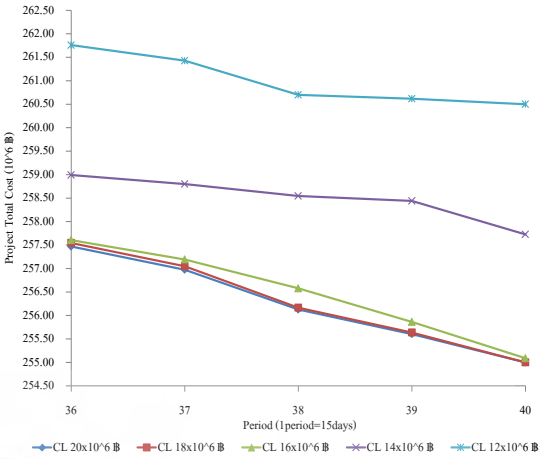
ข้อจำกัด (Constraints) เป็นการกำหนดข้อจำกัดของปัญหาในเทอมของตัวแปรตัดสินใจ โดยทั่วไปข้อจำกัดพื้นฐานของการหาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดเป็นเงื่อนไขของข้อกำหนดต่างๆของแต่ละปัญหาเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้เหมาะสม ซึ่งในงานวิจัยนี้จะมีข้อจำกัด คือ เงินเบิกเกินบัญชี ของโครงการ (OD) น้อยกว่าหรือเท่ากับวงเงินเครดิต (CL) และระยะเวลาของโครงการ (Du) น้อยกว่าหรือเท่ากับระยะเวลารวมของโครงการ (T)

$$Max\ OD_i \le CL \text{ และ } Du \le T \qquad (5)$$

ในการวิเคราะห์ด้วยวิธี GA ได้ใช้โปรแกรม Evolver เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาแผนงานที่เหมาะสม และมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้คือ ขนาดประชากรให้มีค่าเท่ากับ 100 ซึ่งการกำหนดค่าตัวเลขประชากรที่มากจะส่งผลให้ระยะเวลาในการให้ผลลัพธ์นานขึ้นแต่จะไม่มีผลต่อค่าผลลัพธ์ใดๆ จากนั้นได้กำหนดค่าอัตราการกลายพันธุ์ให้มีค่าอัตโนมัติ เพื่อค่าดังกล่าวได้ผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือสอดคล้องกับอัตราการแลกเปลี่ยนยีนส์ที่ 0.5 ในส่วนของระยะเวลาการหาผลลัพธ์ได้ทำการกำหนดให้หยุดการค้นหาคำตอบเมื่อค่าของผลลัพธ์มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า 0.01% ภายในจำนวนรอบการค้นหา 20,000 รอบ และแสดงผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการค้นหาคำตอบนี้

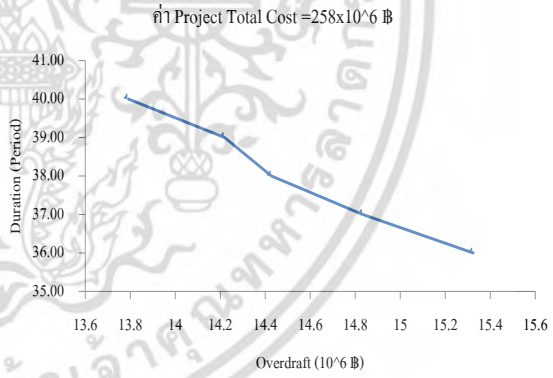
3. การทดสอบและผลการวิจัย

จากแบบจำลองที่สร้างได้นำมาทดสอบกับแผนงานปกติ ซึ่งแผนงานปกติ มีค่าระยะเวลา (Duration) เท่ากับ 40 period (1 period = 15 วัน) มีค่ายอดเงินเบิกเกินบัญชีเท่ากับ $20.795x10^{\wedge 6}$ ฿ และมีค่าใช้จ่ายรวมของโครงการเท่ากับ $255x10^{\wedge 6}$ ฿ จากนั้นทำการรันแบบจำลองโดยปรับค่าระยะเวลา ลดลงทีละ 1 period จาก 40 period จนถึง 36 period และที่ระยะเวลาแต่ละ period ได้ปรับวงเงินเครดิตลดลงจาก $20x10^{\wedge 6}$, $18x10^{\wedge 6}$, $16x10^{\wedge 6}$, $14x10^{\wedge 6}$, $12x10^{\wedge 6}$ ฿ ตามลำดับ จำนวนค่าละ 5 รอบ โดยที่ยอดเงินเบิกเกินบัญชีไม่เกินวงเงินเครดิตและนำค่ามาเขียนกราฟ ตามที่แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 กราฟแสดงผลของที่ Duration กับ Project Total Cost ที่ Credit limit ต่างๆ

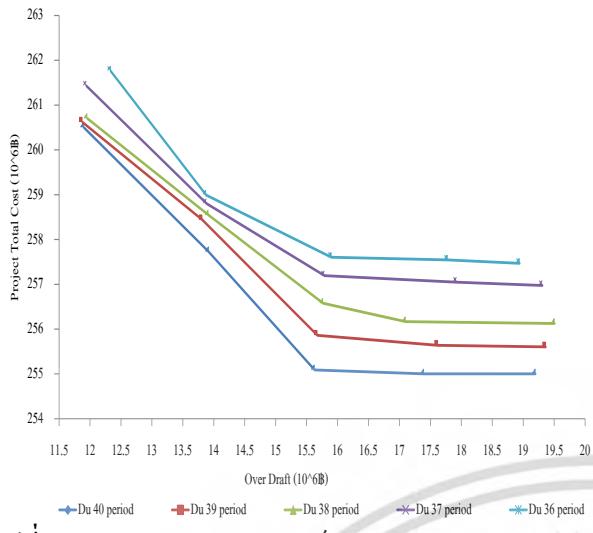
จากรูปที่ 2 กราฟแสดงให้เห็นได้ว่าในกรณีที่ระยะเวลาคงที่ วงเงินเครดิตส่งผลกับค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดขึ้นของโครงการ โดยที่วงเงินเครดิตมีค่าน้อยลงจะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมของโครงการเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากแบบจำลองมีการปรับช่วงที่มียอดเงินเบิกเกินบัญชีเกินวงเงินเครดิตโดยการเลื่อนกิจกรรม (Shift) หรือเร่งกิจกรรมบางกิจกรรม เพื่อให้ค่าใช้จ่ายในช่วงนั้นเวลาลดลง



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Overdraft และ Duration ที่ Project Total Cost=$258x10^{\wedge 6}$ ฿

จากรูปที่ 3 แสดงให้เห็นว่าค่าของยอดเงินเบิกเกินบัญชีส่งผลกับระยะเวลารวมของโครงการ โดยที่ยอดเงินเบิกเกินบัญชีมีค่าน้อยลง ระยะเวลารวมของโครงการจะมีค่ามากขึ้น เนื่องจากระยะเวลารวมของโครงการเพิ่มขึ้นทำให้แผนงานมีการกระจายของกิจกรรมได้มากขึ้น ส่งผลให้ยอดเงินเบิกเกินบัญชีในแต่ละช่วงเวลาลดน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Overdraft และ Project Total Cost ที่ ระยะเวลาต่างๆ

ข้อมูลจากกราฟรูปที่ 4 พบว่าที่ระยะเวลารวมโครงการคงที่และทำการปรับค่ายอดเงินเบิกเกินบัญชีลดลงถึงจุดๆ หนึ่ง ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายรวมของโครงการเพิ่มมากขึ้น แสดงว่าแผนงานปกตินั้นยังสามารถปรับเปลี่ยนแผนให้ได้ค่ายอดเงินเบิกเกินบัญชีลดลง โดยที่ไม่กระทบกับค่าใช้จ่ายรวมของโครงการ ซึ่งผลในการปรับเปลี่ยนนั้นแบบจำลองได้ทำการปรับเปลี่ยนโดยการเลื่อนวันเริ่มของกิจกรรมเพื่อกระจายค่าใช้จ่ายในช่วงเวลานั้นให้มียอดเงินเบิกเกินบัญชีน้อยกว่าวงเงินเครดิต

4. สรุป

จากการทำการทดสอบแบบจำลองในการวางแผนงานภายใต้ยอดเงินเบิกเกินบัญชีไม่เกินวงเงินเครดิตที่มีจำกัดของโครงการนั้น พบว่ายอดเงินเบิกเกินบัญชีมีผลกับระยะเวลารวมและค่าใช้จ่ายรวมของโครงการ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเด็นดังนี้ 1. ยอดเงินเบิกเกินบัญชี (วงเงินเครดิต) มีค่าต่ำลงส่งผลให้ระยะเวลาของโครงการมากขึ้น (ตามรูปที่ 3) สาเหตุมาจากยอดเงินเบิกเกินบัญชีน้อยๆในแต่ละช่วงเวลาส่งผลให้กิจกรรมบางกิจกรรมต้องเลื่อนจึงทำให้ระยะเวลารวมโครงการมากขึ้น 2. ถ้าโครงการมีระยะเวลาจำกัด (Time Costraint) ยอดเงินเบิกเกินบัญชี(วงเงินเครดิต) มีค่าต่ำลงจะทำให้ต้นทุนของโครงการสูงขึ้น (ตามรูปที่ 2,4) เนื่องจากยอดเงินเบิกเกินบัญชีมีค่าน้อยๆ แต่ระยะเวลารวมโครงการเท่าเดิมทำให้บางกิจกรรมต้องเร่งงานเพื่อมีการกระจายของกิจกรรมในช่วงเวลาที่ยอดเงินเบิกเกินบัญชีมากมีค่าลดลง

จากแผนงานปกติเป็นแผนงานที่ไม่ได้พิจารณาเรื่องยอดเงินเบิกเกินหรือวงเงินเครดิต ทำให้ต้องใช้วงเงินเครดิตมากเกินความจำเป็น ยอดเงินเบิกเกินบัญชีของแผนงานปกติมีค่าเท่ากับ 20.795×10^{6} ฿ ที่ระยะเวลาเท่ากับ 40 period และค่าใช้จ่ายรวมของโครงการเท่ากับ 255×10^{6} ฿ ดูจากกราฟรูปที่ 4 ถ้าต้องการระยะเวลาและค่าใช้จ่ายรวมของโครงการเท่าเดิมแผนงานนี้สามารถปรับแก้และทำให้ค่ายอดเงินเบิกเกินบัญชีลดลงเหลือประมาณ 16×10^{6} ฿ ได้ ดังนั้นในการวางแผนงานโดยไม่คำนึงถึงยอดเงินเบิกเกินบัญชีหรือวงเงินเครดิต ทำให้จัดสรรเงินทุนหมุนเวียนมากเกินความจำเป็นและส่งผลให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น

5. เอกสารอ้างอิง

[1] A. M. Elazouni and A. A. Gad-Allah, “Finance-based scheduling of construction project using integer programming,” Journal of Construction Engineering and Management, vol. 130, No. 1, 15-24, 2004.

[2] A. M. Elazouni and F. G. Metwally, “Finance-based scheduling : Tool to Maximize Project Profit Using Improve GeneticAlgorithms,” Journal of Construction Engineering and Management, vol. 131, No. 4, 400-412, 2005.

[3] S. hathaijaree, “Minimum Cost Scheduling by Genetic Algorithm” A study of specific project of B. eng, Construction Engineering and Management, King Mongkut's University of Technology Thonburi, No. 12-29, 2546.

[4] S. S. Liu and C. J. Wang, “Resource-constrained construction project scheduling model for profit maximization,” Automation in Construction, vol. 17, 966-974, 2008.

[5] T. Hegazy and T. Ersahin, “Simplfied spreadsheet solutions .II: overall schedule optimization,” Journal of Construction Engineering and Management, vol. 127, No. 6, 469-475, 2001.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้