การประยุกต์หาค่าที่เหมาะสมสำหรับการจัดการงานดินในโครงการก่อสร้าง

Applying optimization for soil management in a construction project

พิทยา เปี่ยมสุภาพ, วทันยู บุญมา*, ศรันยู พรมศร

นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาการจัดการงานก่อสร้าง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ 73170

*E-mail: fu_ku@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงต้องการทราบถึงการหาจำนวนเครื่องจักรและวัสดุในงานก่อสร้างด้วยการจัดสรรทรัพยากรในการทำงาน โดยเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผล สำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการต้นทุนค่าใช้จ่ายให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการงานในด้านอื่นๆได้ จากการศึกษาสำหรับการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง สำหรับการบริหารจัดการต้นทุนค่าใช้จ่ายงานดินนั้นได้ผลสรุปคือ หลังจากที่ได้ผลลัพธ์จากโปรแกรมเชิงเส้นตรงแล้วผู้ศึกษาได้ทำการสรุปผลลัพธ์ได้คือค่าใช้จ่ายตามแผนงานนั้นสามารถเพิ่มจำนวนเครื่องจักรและคนงานจากเดิมที่ใช้รถแบ็คโฮ 2 คันและคนงาน 9 คน ก็สามารถเพิ่มจำนวนคนงานได้เป็น 12 คนภายในข้อจำกัดต้นทุนของแผนงานซึ่งการเพิ่มคนงานนั้นก็จะช่วยให้สามารถลดระยะการทำงานได้เร็วขึ้นอีกด้วย

คำสำคัญ: การหาค่าที่เหมาะสม, งานดิน, การขนส่งและการเคลื่อนย้าย, การวิจัยดำเนินงาน, การโปรแกรมเชิงเส้นตรง

Abstract

This research aims to learn the application of linear programming to determine the number of machines and materials for the construction with the allocation of resources to work. By collect data for analysis as a tool to manage costs more effectively. It can be used to manage the other side. From learning the linear programming for administration costs of earth work, the result is a plan that can increase the cost of machines and workers from 2 backhoe and 9 workers were able to increase to 12 workers were within the constraints cost of working plans that will shorten the work faster.

Keywords: Optimization, Earth work, Transportation and Handling, Operation Research, Linear Programming

1. ที่มาและความสำคัญ

การใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง เพื่อประยุกต์กับปัญหาทางการขนส่ง โดยมีเป้าหมายคือ เพื่อจัดรายการขนส่งให้มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ลักษณะของรูปแบบปัญหาในเบื้องต้น เป็นการแก้ปัญหาการจัดการขนส่งจำนวนผลิตภัณฑ์จากแหล่งผลิตคือโรงงาน ไปยังแหล่งเก็บสินค้าเพื่อรองรอการนำออกจำหน่าย โดยแหล่งผลิตมีอยู่หลายแห่งซึ่งอยู่ในสถานที่ต่างๆกัน และมีขนาดความสามารถในการเก็บสินค้าหรือจัดขายสินค้าได้จำกัดในจำนวนไม่เท่ากัน จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าวทางผู้จัดทำ จึงมีความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าวิธีการ ข้อกำหนดกฎหมายในการบริหารจัดการดินในโครงการก่อสร้าง เพื่อผลจากการวิจัยจะเป็นข้อมูลให้ผู้ที่สนใจนำไปพัฒนา วางแผนการจัดการบริหารดินในระหว่างการก่อสร้างอย่างมีประสิทธิภาพ จากที่ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ยังไม่พบว่ามีผู้วิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการหาวิธีที่เหมาะสมมาใช้ในการจัดการงานดิน

2. วัตถุประสงค์

เพื่อหาจำนวนเครื่องจักรและวัสดุในงานก่อสร้างงานดินด้วยวิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุดโดยการใช้โปรแกรมสมการเชิงเส้นตรง

3. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1. การบริหารโครงการก่อสร้าง การบริหารงานก่อสร้างเป็นการบริหารทรัพยากรในงานก่อสร้างซึ่งได้แก่ แรงงาน (Man),วัสดุ (Material),เงินทุน(Money),เครื่องจักร(Machine) เทคนิคการก่อสร้าง(Method)และการจัดการ(Management)เพื่อดำเนินงานโครงการก่อสร้างให้แล้วเสร็จ ภายใต้ข้อจำกัดสามประการ(Triple Constraints) ของโครงการได้แก่ เวลา(Time),งบประมาณ(Cost),และคุณภาพ(Quality) (กองกูณฑ์ โตชัยวัฒน์, 2549)

3.1.2. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายกับเวลา โดยปกติแล้วเมื่อทำการเร่งงานให้เสร็จเร็วขึ้น จะมีผลกระทบทำให้ค่าใช้จ่ายบางอย่างของโครงการลดลง เรียกว่าค่าใช้จ่ายทางอ้อม (Indirect cost) แต่ในขณะเดียวกันก็จะส่งผลกระทบให้ค่าใช้จ่ายบางอย่างของโครงการเพิ่มขึ้น หรือเรียกว่าค่าใช้จ่ายทางตรง (Direct Cost) แต่ค่าใช้จ่ายทางตรงบางอย่างก็อาจไม่ได้รับผลกระทบจากการเร่งโครงการนั้น จำเป็นที่จะต้องพิจารณาทั้งค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น และค่าใช้จ่ายที่ลดลง เพื่อที่จะให้ค่าใช้จ่ายรวมที่เพิ่มขึ้นมีค่าน้อยที่สุด (แหลมทอง เหล่าคงถาวร ชลธี เร่บ้านเกาะ , 2556)

3.1.3. แนวคิดและการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร ค่าใช้จ่ายในเครื่องจักรกลงานก่อสร้างได้อย่างน่าสนใจโดยจากตัวอย่างการวิเคราะห์งานก่อสร้างโครงการหนึ่ง ได้ข้อมูลตามรูป ซึ่งเป็นการนำข้อมูลทางบัญชีมาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบให้เห็นสัดส่วนของต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร ตามประเภทของค่าใช้จ่ายต่างๆ (ปริญญา และ รักษ์พงศ์, 2556)

3.1.4. การวิจัยดำเนินงาน (รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ พรธิภา องค์คุณารักษ์, 2556) การวิจัยดำเนินการ เป็นการสร้างตัวแบบ (Model) แทนระบบปัญหาและนำตัวแบบมาวิเคราะห์เพื่อศึกษารูปแบบของปัญหา เพื่อใช้ในการ

พิจารณาแนวทางแก้ไขปัญหาให้เกิดผลเสียน้อยที่สุด หรือได้แนวทางปฏิบัติเพื่อให้ได้ผลดีที่สุด กำหนดปัญหาด้วยการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นตัวเลข โดยคำนึงว่าการทำงานนั้นต้องอยู่ภายใต้การควบคุม

3.1.5. การโปรแกรมเชิงเส้นตรง การโปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นเทคนิคเชิงปริมาณที่ใช้แก้ปัญหาการจัดสรรทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิต ได้แก่ วัตถุดิบ กำลังคน เครื่องจักร เวลา และเงินลงทุน เป็นต้น ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด (รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ พรธิภา องค์คุณารักษ์, 2556)

3.1.5.1 รูปแบบแทนระบบทางคณิตศาสตร์ของการโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programing Model) รูปแบบแทนระบบทางคณิตศาสตร์ของการโปรแกรมเชิงเส้นตรงมีโครงสร้างดังนี้ ตัวแปร, สมการข้อจำกัด, สมการเป้าหมาย

3.1.5.2 ขั้นตอนการดำเนินการของการโปรแกรมเชิงเส้นตรง เพื่อช่วยให้เข้าใจลักษณะปัญหาและวิธีการใช้เทคนิคทางการโปรแกรมเชิงเส้นตรงในการแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งพอจะสรุปขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังนี้ การจัดตั้งรูปแบบแทนระบบของปัญหา (Model Formulation), การหาผลลัพธ์ของรูปแบบแทนระบบของปัญหา (Model Solution)

3.1.6. การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (เจนวิทย์ นาชัยสิทธิ์, 2552) การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด เป็นการศึกษาเพื่อกำหนดวิธีการแก้ปัญหา เป็นการหาค่าที่ดีที่สุดเหมาะสมที่สุดโดยจะเป็นค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดขึ้นอยู่กับรูปแบบวิธีการของการหาคำตอบตามลักษณะของปัญหา

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

(ศตวรรษ ด้วงแป้น , วุฒิชัย ชาติพัฒนานันท์, 2557) ได้ทำการศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้การหาค่าที่เหมาะสมสำหรับวางแผนงบประมาณในโครงการก่อสร้าง แนวคิดประกอบการตัดสินใจ เลือกลงทุนในโครงการที่บริษัทกำลังดำเนินการ วางแผนงานก่อสร้าง

(สุทธิพงศ์ สกุลดี , วุฒิชัย ชาติพัฒนานันท์, 2557) ได้ทำการศึกษาเรื่องการใช้แบบจำลองที่เหมาะสมในโครงการศึกษาความเป็นไปได้ของระบบประปากรณีศึกษาในเกาะสมุยราคาค่าก่อสร้างระบบประปา

(พีระพล เพ็ชรตระกูล, 2550) ได้ทำการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการใช้งานเครื่องจักรในโครงการก่อสร้างและ ต้นทุนดำเนินการของเครื่องจักรรวมถึงการพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ในการประมาณค่าใช้จ่ายในการทำงานที่มีความสัมพันธ์กับการใช้เครื่องจักร พบว่าการจัดสรรเวลาของเครื่องจักรในโครงการก่อสร้างพบปัญหาในการทำงานเกิดขึ้นเพียงใดโดยมีการทำแบบสอบถามหรือสอบสัมภาษณ์

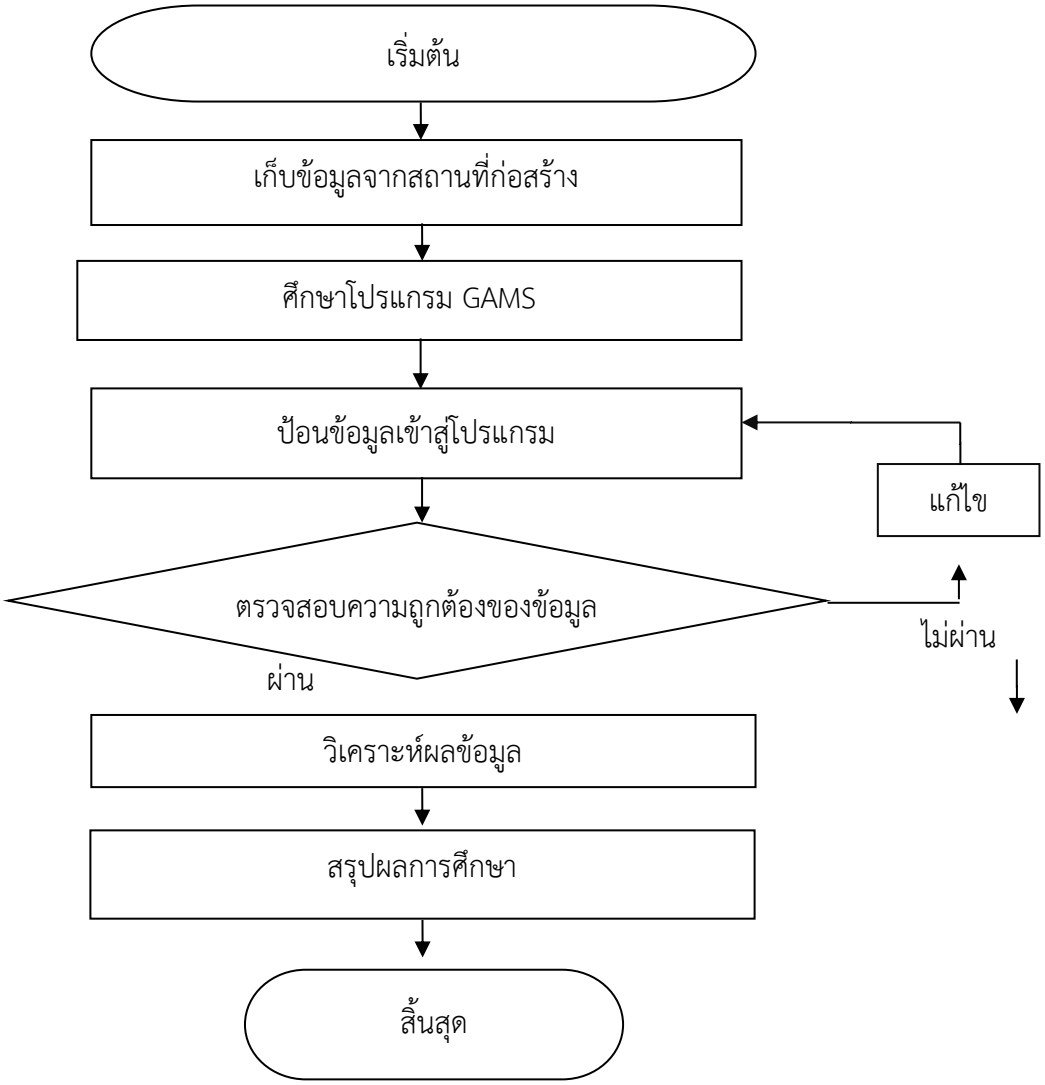
(มัทริยา บัวขาวสุทธิกุล, 2557) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบและประเมินค่าที่เหมาะสมที่สุดของหน่วยสุขภัณฑ์(FU) สำหรับใช้ในการออกแบบท่อประปาภายในอาคาร

Ahmed Z. Abdelmohsen and Khaled El-Rayes (2016) ได้ทำการศึกษาเรื่องการหาค่าที่เหมาะสมระหว่างค่าก่อสร้างกับการจราจรที่ล่าช้าสำหรับงานทางหลวง การประเมินการดำเนินงานดังกล่าวแสดงให้เห็นความสามารถเฉพาะตัวในการลดความล่าช้าของการจราจรและงบประมาณในการก่อสร้างที่สามารถทำให้เกิดความเหมาะสมกันได้

Osama Moselh and Khaled El-Rayes (1993) ได้ทำการศึกษาเรื่องการกำหนดเวลาของโครงการที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ด้วยการหาค่าที่เหมาะสมด้านต้นทุน เพื่อให้เห็นและความถูกต้องของโมเดล และยังชี้ให้เห็นความสำคัญของค่าใช้จ่ายซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการตัดสินใจ

4. วิธีดำเนินงาน

4.1ขั้นตอนดำเนินการวิจัย



5. ผลการศึกษา

5.1 ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการจัดการดินในโครงการก่อสร้างอาคารชุด 34 ชั้น

5.1.1 ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการจัดการดินในโครงการก่อสร้างอาคารชุด 34 ชั้น ปริมาณดินที่ขุด 9,648.10 ลบ.ม. ปริมาณดินถม 2,451.49 ลบ.ม. ปริมาณทรายถม 4,515.15 ลบ.ม. ดินที่เหลือ7,196.61ลบ.ม. ทางโครงได้ให้ผู้ที่ต้องการดินขนออกไปโดยไม่มีค่าใช้จ่าย สรุปค่าใช้จ่ายต่อวันคือ 20,707 และระยะเวลาการทำงาน 180 วัน โดยรายละเอียดค่าใช้จ่ายที่ได้มาจากการจดบันทึกและการสังเกตการณ์มีค่าใช้จ่ายดังต่อไปนี้

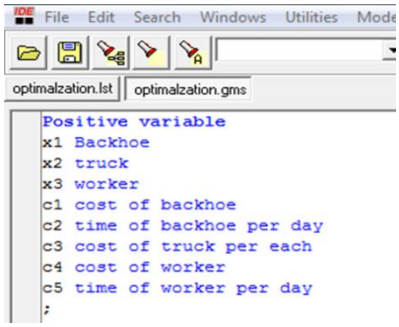
ตารางที่ 1 ข้อมูลค่าใช้จ่ายต่อวันในการจัดการดินในโครงการก่อสร้างอาคารชุด 34 ชั้น

ชนิด	ค่าใช้จ่ายต่อชั่วโมง	ค่าใช้จ่ายต่อวัน	จำนวน
แบ็คโฮ รุ่น PC-200	333	3,333	2 คัน
รถบรรทุก 10 ล้อ ขนทรายถมเข้าไซต์งาน	-	-	20 ลบ.ม./วัน
คนงาน	32	320	9 คน

5.2.1 ส่วนประกอบของสมการเชิงเส้นตรง ประกอบไปด้วย

5.2.1.1 ตัวแปร

ก) ตัวแปร การกำหนดตัวแปรของปัญหา ซึ่งเป็นตัวแปรเชิงปริมาณและตัวแปรเหล่านี้ต้องมีค่าเป็นจำนวนจริงบวกและสมมติเป็นสัญลักษณ์ทางพีชคณิต ดังต่อไปนี้ X_c โดย C= 1,2,...n



รูปที่ 1 แสดงการกำหนดตัวแปรในการโปรแกรมเชิงเส้นตรง

X1 คือ แบ็คโฮ

C1 คือ ราคาต่อชั่วโมงของรถแบ็คโฮ = 333 บาท/คัน

C2 คือ ราคาต่อวันของรถแบ็คโฮ = 3,333 บาท/คัน

X2 คือ รถบรรทุก 10 ล้อขนทรายถมเข้าไซต์งาน

C3 คือ ราคาทรายถมของรถบรรทุก = 445 บาท/ลบ.ม.

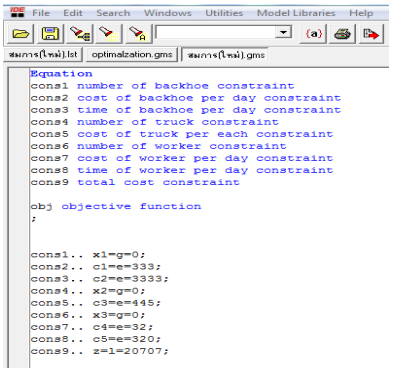
X3 คือ คนงาน

C4 คือ ราคาต่อชั่วโมงของคนงาน = 32 บาท/คน

C5 คือ ราคาต่อวันของคนงาน = 320 บาท/คน

5.2.1.2 สมการข้อจำกัด

ข) สมการข้อจำกัด เพื่อนำข้อจำกัดของปัญหาที่เกี่ยวกับทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตที่สัมพันธ์กับตัวแปรมาเขียนให้อยู่ในรูปของความสัมพันธ์เชิงเส้นทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้



รูปที่ 2 แสดงการกำหนดสมการข้อจำกัดในโปรแกรมเชิงเส้นตรง

Cons1 number of backhoe constraint คือ ข้อจำกัดของจำนวนรถแบ็คโฮ เขียนเป็นสมการได้ดังนี้ x1=g=0; โดย g=0 หมายความว่า X1 มีค่ามากกว่า 0

Cons2 cost of backhoe constraint คือ ข้อจำกัดค่าใช้จ่ายของรถแบ็คโฮเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ c1=e=333; โดย e=333 หมายความว่า c1 มีค่าเท่ากับ 333

Cons3 time of backhoe constraint คือ ข้อจำกัดด้านระยะเวลาของแบ็คโฮ เขียนเป็นสมการได้ดังนี้ c2=e=3,333; โดย e=3,333หมายความว่า c2 มีค่าเท่ากับ 3,333

Cons4 number of truck constraint คือข้อจำกัดของจำนวนรถบรรทุก10 ล้อ ขนทรายถมเข้าไซต์งาน เขียนเป็นสมการได้ดังนี้ x2=g=0; โดย g=0 หมายความว่า x2 มีค่ามากกว่า 0

Cons5 cost of truck per each constraint คือ ข้อจำกัดค่าใช้จ่ายของรถบรรทุก10ล้อ ขนทรายถมเข้าไซต์งาน เขียนเป็นสมการได้ดังนี้c3=e=445; โดย e=445 หมายความว่า c3 มีค่าเท่ากับ 445

Cons6 number of worker constraint คือคือจำกัดของจำนวนคนงานเขียนสมการได้ดังนี้ x3=g=0; โดย g=0 หมายความว่า x3 มีค่าเท่ากับ 0

Cons7 cost of worker per day constraint คือข้อจำกัดค่าใช้จ่ายของคนงานเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ cons7.. c4=e=32; โดย e=32 หมายความว่า c4 มีค่าเท่ากับ 32

Cons8 time of worker per day constraint คือข้อจำกัดด้านระยะเวลาของคนงานเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ cons8.. c5=e=320; โดย e=320 หมายความว่า c5 มีค่าเท่ากับ 320

Cons9 total cost constraint คือข้อจำกัดของต้นทุนต่อวันจากแผนงานเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ cons9.. z=l=20,707; โดย l=20,707 หมายความว่า z ต้องมีค่าน้อยกว่า 20,707

5.2.1.3 สมการเป้าหมาย

ค) สมการเป้าหมาย การตั้งเป้าหมายของปัญหาโดยสมการเป้าหมายนั้นเป็นฟังก์ชั่นของตัวแปรตัดสินใจ มีค่าเป็นเลขจำนวนจริงและต้องกำหนดว่าสมการนี้เป็นค่าสูงสุดหรือต่ำสุด โดยสมการที่ต้องการหาผลลัพธ์ดีที่สุดต้องมีสมการเป้าหมายเดียว ซึ่งในการศึกษาค้นคว้านี้ได้กำหนดสมการได้ดังนี้

obj.. 2*c1 + 2*c2 + 20*c3 + 9*c4 + 9*c5=l=z; (1)

Model transportation/all/;

Solve transportation using lp minimizing z;

obj.. 2*c1 + 2*c2 + 20*c3 + 9*c4 + 9*c5=l=z; คือจำนวนของรถแบ็คโฮ x ข้อจำกัดค่าใช้จ่ายของรถแบ็ค + จำนวนของรถแบ็คโฮ x ข้อจำกัดด้านระยะเวลาของแบ็คโฮ + จำนวนครั้งของรถบรรทุกทรายถมต่อวัน x ข้อจำกัดค่าใช้จ่ายของรถบรรทุก10ล้อขนทรายถมเข้าไซต์งาน + จำนวนคนงาน x ข้อจำกัดค่าใช้จ่ายของคนงาน + จำนวนคนงาน x ข้อจำกัดด้านระยะเวลาของคนงานโดยที่ต้องมีค่าน้อยกว่าข้อจำกัดของต้นทุนต่อวันจากแผนงานหรือ

5.2.2 ผลลัพธ์ของโปรแกรมเชิงเส้นตรง

5.2.2.1 ผลลัพธ์ของโปรแกรมเชิงเส้นตรง จากตัวแปร สมการข้อจำกัดและสมการเป้าหมายที่กำหนดไว้ในโปรแกรมสมการเชิงเส้นตรงนั้นสามารถแสดงผลลัพธ์ออกมาได้ดังต่อไปนี้

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- VAR x1	.	.	+INF	.
---- VAR x2	.	.	+INF	.
---- VAR x3	.	.	+INF	.
---- VAR c1	.	333.000	+INF	.
---- VAR c2	.	3333.000	+INF	.
---- VAR c3	.	445.000	+INF	.
---- VAR c4	.	32.000	+INF	.
---- VAR c5	.	320.000	+INF	.
---- VAR z	-INF	20456.000	+INF	.

รูปที่ 3 โปรแกรมสามารถแสดงผลลัพธ์ได้แต่ยังอาจไม่ได้ค่าที่เหมาะสมกับข้อจำกัดงบประมาณ

โดยโปรแกรมแสดงผลลัพธ์จากสมการเป้าหมาย ที่กำหนดไว้ obj.. 2*c1 + 2*c2 + 20*c3 + 12*c4 + 12*c5=l=z; โดยที่ผลลัพธ์ของสมการดังกล่าวหรือ z มีค่าเท่า 20,456 บาทต่อวันซึ่งน้อยกว่าข้อจำกัดต้นของต่อวันของงานที่วางแผนไว้คือ 20,707 บาทต่อวัน

5.2.3 ผลสรุปของผลลัพธ์โปรแกรมเชิงเส้นตรง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2.3.1 ผลสรุปของผลลัพธ์การโปรแกรมเชิงเส้นตรง หลังจากที่ได้ผลลัพธ์จากโปรแกรมเชิงเส้นตรงแล้วผู้ศึกษาได้ทำการสรุปผลลัพธ์ได้คือค่าใช้จ่ายตามแผนงานนั้นสามารถเพิ่มจำนวนเครื่องจักรและคนงานจากเดิมที่ใช้รถแบ็คโฮ 2 คันและคนงาน 9 คน ก็สามารถเพิ่มจำนวนรถคนได้เป็น 12 คนภายในข้อจำกัดต้นทุนของแผนงานซึ่งการเพิ่มคนงานนั้นก็จะช่วยให้สามารถลดระยะการทำงานได้เร็วขึ้นอีกด้วย

ตารางที่ 2 ตารางสรุปผลลัพธ์ของการโปรแกรมเชิงเส้นตรง

ชนิด	ค่าใช้จ่ายต่อชั่วโมง	ค่าใช้จ่ายต่อวัน	จำนวน
แบ็คโฮ รุ่น PC-200	333	3,333	2 คัน
รถบรรทุก 10 ล้อ ขนทรายถมเข้าไซต์งาน	-	-	20 ลบ.ม./วัน
คนงาน	32	320	12 คน

6. สรุปผล

การศึกษานี้จึงเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์การหาค่าที่เหมาะสมสำหรับการจัดการงานดินในโครงการก่อสร้าง สำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการต้นทุนค่าใช้จ่ายให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการงานในด้านอื่นๆได้

จากการศึกษาสำหรับการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง สำหรับการบริหารจัดการต้นทุนค่าใช้จ่ายงานดินนั้นได้ผลสรุปคือ การโปรแกรมเชิงเส้นตรง หลังจากที่ได้ผลลัพธ์จากโปรแกรมเชิงเส้นตรงแล้วผู้ศึกษาได้ทำการสรุปผลลัพธ์ได้คือ ค่าใช้จ่ายตามแผนงานนั้นสามารถเพิ่มจำนวนคนงานจากเดิมที่ใช้คนงาน 9 คนงานเป็น 12 คนได้ภายในข้อจำกัดต้นทุนของแผนงานซึ่งการเพิ่มจำนวนคนงานนั้นก็จะช่วยให้สามารถลดระยะการทำงานได้เร็วขึ้นอีกด้วย

การพิสูจน์สมมุติฐาน

จากสมมุติฐานที่กำหนดไว้ว่าสามารถนำโปรแกรมเชิงเส้นตรงมาประยุกต์ใช้การวางแผนค่าใช้จ่ายในการจัดการงานดินในโครงการก่อสร้างของโครงการอาคารพักอาศัย34ชั้นนั้น จากการศึกษาพบว่าการโปรแกรมเชิงเส้นตรงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างได้ โดยการกำหนดตัวแปร ข้อจำกัดและสมการเป้าหมายตามปัจจัยที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับการนำไปใช้งานในเรื่องค่าใช้จ่ายที่ต้องการต่างๆในงานก่อสร้าง จึงทำให้การศึกษานี้เป็นไปตามสมมุติฐานที่กล่าวไว้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กองกูณฑ์ โตชัยวัฒน์.2549. การบริหารโครงการก่อสร้าง

[2] ปริญญา, รักพงษ์พงศ์.2556. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้งานกับต้นทุนดำเนินการของเครื่องจักรก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิตภาควิศวกรรมโยธาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3] พีระพล เพ็ชรตระกูล.2550. ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้งาน

[4] ภมัทริยา บัวขาวสุทธิกุล.2557. ได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบและประเมินค่าที่เหมาะสมที่สุดของหน่วยสุขภัณฑ์(FU) สำหรับใช้ในการออกแบบท่อประปาภายในอาคาร

[5] รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ (สีเหลืองสวัสดิ์) , พรธิภา องค์คุณารักษ์. 2556. การวิจัยดำเนินงาน. สำนักพิมพ์ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัดมหาชน

[6] วิชานันท์ ชะม้าย. 2551. การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อเวลาค่าใช้จ่ายและคุณภาพในงานก่อสร้างบ้านจัดสรรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมลฑล. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[7] ศตวรรษ ด้วงแป้น, วุฒิชัย ชาติพัฒนานันท์.2557. การประยุกต์ใช้การหาค่าที่เหมาะสมสำหรับวางแผนงบประมาณในโครงการก่อสร้าง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[8] สุทธิพงศ์ สกุลดี, วุฒิชัย ชาติพัฒนานันท์.2557. การใช้แบบจำลองที่เหมาะสมในโครงการศึกษาความเป็นไปได้ของระบบประปากรณีศึกษาในเกาะสมุย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีลาดกระบัง.

[9] เจนวิทย์ นาชัยสิทธิ์. 2552. การใช้เชาวน์ปัญญาเชิงเคลื่อนที่เป็นกลุ่มในการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดกรณีศึกษาขั้นตอนแผนแบบอากาศยาน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[10] แหลมทอง เหล่าคงถาวรและชลธี เร่บ้านเกาะ. 2556. การวางแผนงานและระบบควบคุมโครงการก่อสร้าง. สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

[11] Ahmed Z. Abdelmohsen and Khaled El-Rayes.2016. journal of construction engineering and management. USA

[12] Osama Moselh and Khaled El-Rayes. 1993. Journal of construction engineering and management. USA