

การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงสำหรับการควบคุมการตัดเหล็กรูปพรรณ

The Application of Linear Programming for Controlling of Structural Steel Cutting

ศรายุทธ มาลัย

Sarayut Malai

สาขาวิชาเทคโนโลยีโยธา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง อ.เมือง จ.ลำปาง 52100

โทร.054-237352 ต่อ 1331 โทรสาร 054-241079

E-mail: sarayutd11@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงในการควบคุมการตัดเหล็กรูปพรรณสำหรับการก่อสร้าง กรณีศึกษา โครงสร้างเหล็กอาคารหอประชุมใหญ่ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง โดยเริ่มจากการถอดแบบโครงสร้าง สร้างตัวแบบปัญหา คำนวณผลลัพธ์หาวิธีการตัดวัสดุด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ WinQSB แล้วเปรียบเทียบกับบัญชีแสดงปริมาณวัสดุ การออกแบบวิธีการตัดวัสดุเพื่อสร้างตัวแบบของปัญหา ใช้เทคนิคการสร้างสมการโดยเพิ่มกลุ่มวิธีการตัดวัสดุและกระจายเศษของวัสดุไปยังความยาวที่ต้องการอื่น ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมเชิงเส้นตรงคำนวณหาวิธีการตัดวัสดุหนึ่งมิติที่มีความซับซ้อน คือ วัสดุมีความยาวหลายขนาดและวิธีการตัดวัสดุมีทางเลือกมาก ได้ดีกว่าการตัดสินใจตัดวัสดุโดยอาศัยความชำนาญหรือประสบการณ์ ช่วยลดปริมาณการใช้เหล็กรูปพรรณได้ร้อยละ 6.11 เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้เหล็กรูปพรรณของผู้รับเหมา

Abstract

The objective of this research is to apply linear programming to control structural steel cutting for building of Convention Hall of Lampang Rajabhat University. This work was performed respectively by detailed estimation, formulation of linear programming models, calculation using WinQSB program and comparison the result with the bill of quantities. Column generation technique implemented with expanding of cutting patterns and distributing of portion to other patterns was used to plan the cutting stock for linear programming

models formulation. The research result reveals that the linear programming can be used properly to compute the one-dimension cutting stock problem with various variable factors. It is able to minimize the amount of structural steel approximately 6.11% compare to conventional design by contractor's experience.

1. บทนำ

ปัจจุบันการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กมีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากเป็นระบบก่อสร้างที่รวดเร็ว ประหยัดเวลา มีอัตราการสูญเสียวัสดุต่ำ มีน้ำหนักเบา เพิ่มพื้นที่ใช้สอยได้มากขึ้นและรับแรงสั่นสะเทือนได้ดีกว่าโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้างได้เป็นอย่างดี ส่วนข้อด้อยได้แก่ วัสดุก่อสร้างผลิตกันชนเหล็ก รวมถึงเหล็กรูปพรรณเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีราคาปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง [1] ส่งผลกระทบกับงานก่อสร้างโดยเฉพาะงานก่อสร้างที่อยู่ระหว่างดำเนินการ เป็นผลให้ผู้ประกอบการประสบปัญหาขาดทุนหรือผลกำไรลดลง ลักษณะการปฏิบัติงานของผู้รับเหมาก่อสร้างส่วนใหญ่ เป็นการสั่งซื้อเหล็กรูปพรรณมาจากโรงงานแล้วทำการตัดเหล็กเพื่อประกอบเป็นโครงสร้างเหล็ก โดยวางแผนการตัดเหล็กตามประสบการณ์ ทำให้มีเศษเหล็กรูปพรรณเหลือ ไม่สามารถนำไปใช้งานได้เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในงานก่อสร้างขนาดกลางขึ้นไป ซึ่งมีปริมาณการใช้เหล็กมาก และการออกแบบมีความซับซ้อน

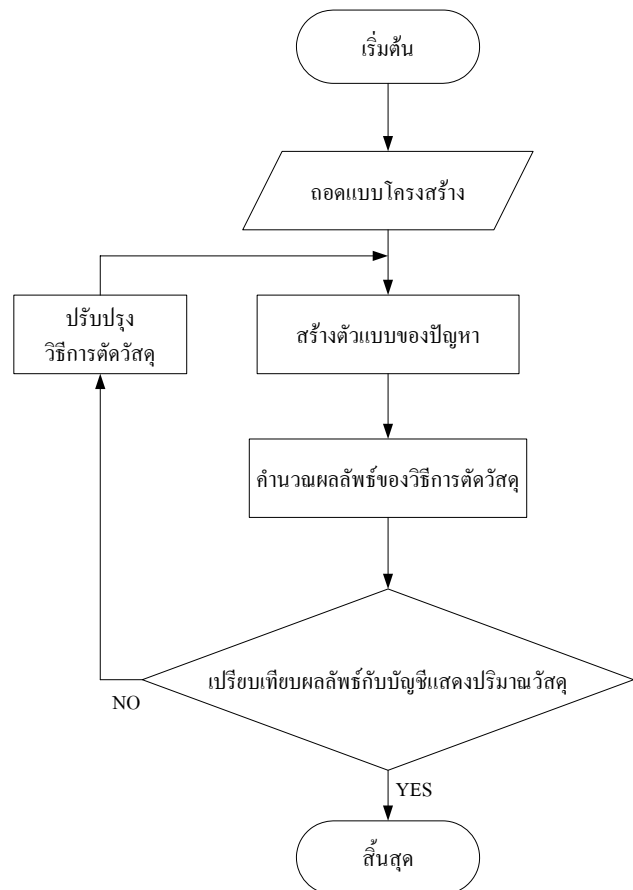
โปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการสมัยใหม่ เพื่อช่วย

แก้ปัญหาเกี่ยวกับการตัดสินใจในเรื่องการจัดสรรทรัพยากร ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดให้ได้รับประโยชน์สูงสุด โดยการนำปัญหาทรัพยากร และข้อจำกัดในการปฏิบัติงาน มาสู่การสร้างตัวแบบของปัญหาและวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ แล้วจึงทำการสรุปออกมาเป็นตัวเลขเพื่อใช้ในการตัดสินใจ [2] การประยุกต์ใช้หลักการของโปรแกรมเชิงเส้นตรงเพื่อออกแบบการตัดวัสดุ มีการศึกษาแรกเริ่มโดย Gilmore and Gomory [3-4] โดยใช้ทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นตรงในการแก้ปัญหาการตัดวัสดุมิติเดียวให้สูญเสียวัสดุน้อยที่สุด และการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาด้านการตัดวัสดุโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงนี้ มีการศึกษาเพิ่มเติมมาโดยลำดับ [5-7]

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อนำเสนอการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงในการควบคุมการตัดเหล็กรูปพรรณสำหรับการก่อสร้าง โดยศึกษากรณีของอาคารหอประชุมใหญ่ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง เพื่อปรับปรุงการวางแผนการตัดเหล็กรูปพรรณให้เกิดการสูญเสียวัสดุน้อยที่สุด ซึ่งจะเป็นผลให้ต้นทุนในการใช้วัสดุก่อสร้างลดลง เพิ่มโอกาสการแข่งขันด้านราคาในการประมูลงานและเพิ่มผลกำไรในการทำงาน

2. วิธีการดำเนินงาน

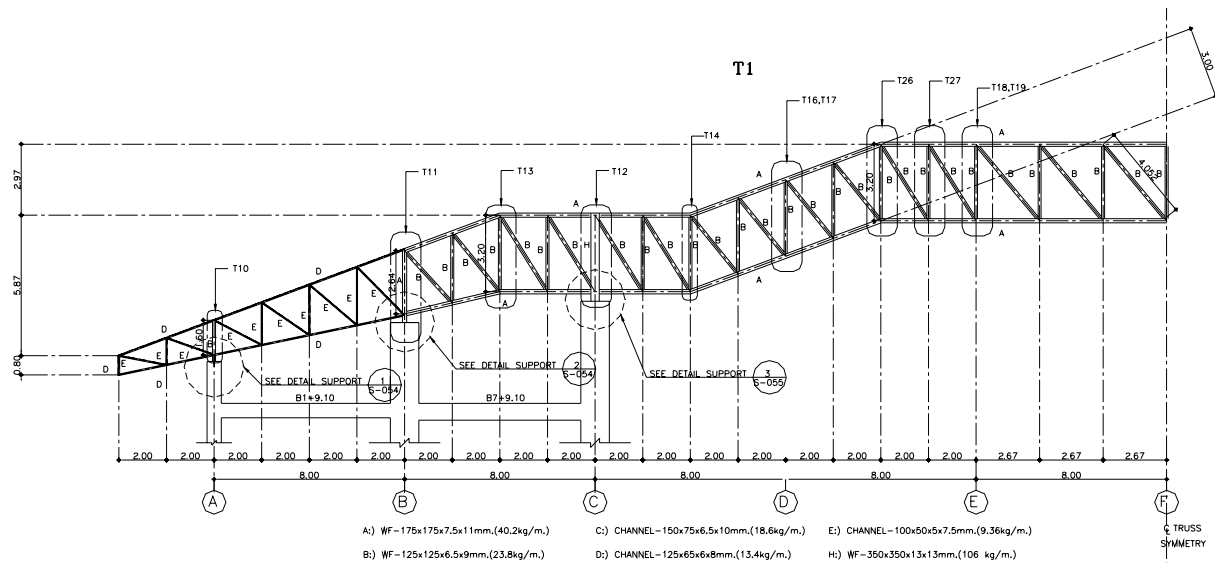
การควบคุมการตัดเหล็กรูปพรรณด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงของอาคารหอประชุมใหญ่ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง มีวิธีการดำเนินงานโดยเริ่มจาก การถอดแบบโครงสร้าง นำข้อมูลที่ได้สร้างตัวแบบของปัญหา เพื่อใช้วิเคราะห์หาผลลัพธ์ของวิธีการตัดด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็ม โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป WinQSB แล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์ของวิธีการตัดเหล็กรูปพรรณกับบัญชีแสดงปริมาณวัสดุของผู้รับเหมาหลัก ขั้นตอนการดำเนินงานสรุปได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ผังงานการควบคุมการตัดเหล็กรูปพรรณด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรง

2.1 การถอดแบบโครงสร้าง

การถอดแบบโครงสร้างเป็นการศึกษาแบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบก่อสร้างอย่างละเอียด เพื่อสำรวจปริมาณงานและวัสดุที่จะต้องใช้สำหรับการวางแผนการตัดวัสดุ โดยศึกษาแบบก่อสร้างและมาตรฐานข้อกำหนดในการก่อสร้างอาคารหอประชุมใหญ่ แล้วสำรวจจำนวนของเหล็กแต่ละรูปแบบที่ปรากฏในแบบก่อสร้าง ทำการเขียนรูปโครงสร้างเหล็กในโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป และวัดระยะความยาวของแต่ละชิ้นส่วนให้ละเอียดถึงหน่วยมิลลิเมตร ดังรูปที่ 2 แล้วจัดทำระเบียบการตัดเหล็กรูปพรรณแต่ละชุด เพื่อแสดงรายละเอียดการตัดเหล็กรูปพรรณออกเป็นชิ้นส่วน (ท่อน) จาก A ถึง H ดังตารางที่ 1



รูปที่ 2 ตัวอย่างโครงสร้างเหล็ก T1

ตารางที่ 1 ข้อมูลจากการถอดแบบโครงสร้างเหล็ก

ชิ้นส่วน	เหล็กรูปพรรณ	ความยาว (เมตร)	จำนวนขนาดที่ต่างกัน (แบบ)
A	WF-175x175x7.5x11 mm	0.850 ถึง 6.000	40
B	WF-125x125x7.5x9 mm	0.880 ถึง 6.000	70
C	CHANNEL-150x75x6.5x10 mm	0.863 ถึง 6.000	52
D	CHANNEL-125x65x6x8 mm	0.654 ถึง 6.000	74
E	CHANNEL-100x50x5x7.5 mm	0.740 ถึง 6.000	178
F*	CHANNEL-75x40x5x7 mm	0.628 ถึง 6.000	88
G*	2-CHANNEL-75x40x5x7 mm	3.445 ถึง 4.250	3
H	WF-350x350x13x13 mm	1.790 ถึง 3.688	2

หมายเหตุ * ชิ้นส่วน F และ ชิ้นส่วน G เป็นเหล็กรูปพรรณชนิดเดียวกัน สามารถใช้วัสดุและสร้างตัวแบบของปัญหาพร้อมกันได้
ซึ่งการกล่าวถึงต่อไปในบทความนี้ใช้แทนด้วย ชิ้นส่วน F&G

2.2 การสร้างตัวแบบของปัญหา

ตัวแบบของปัญหาของโปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นการนำข้อมูลทั้งหมดของปัญหาที่ต้องการหาผลลัพธ์ มาสร้างให้อยู่ในรูปทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ สมการเป้าหมาย ข้อจำกัด และตัวแปรไม่เป็นลบ ซึ่งการตัดเหล็กรูปพรรณเป็นการตัดวัสดุหนึ่งมิติ คือ ตัดวัสดุในแนวเดียว โดยคำนึงถึงเฉพาะช่วงความยาวในการตัดและใช้วัสดุความยาวมาตรฐาน (เหล็กรูปพรรณความยาวมาตรฐาน 6.000 เมตร) เพื่อนำมาตัด

ให้ได้ขนาด ความยาว และปริมาณที่ต้องการ โดยทำให้เกิดเศษเหลือจากการตัดวัสดุคูน้อยที่สุดหรือค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด วิธีการตัดวัสดุหนึ่งมิติ สามารถใช้เทคนิคการสร้างสมการ (column generation) [3-4] หรือการสร้างวิธีการตัดใหม่ โดยเขียนเป็นโปรแกรมเชิงเส้นตรง ดังนี้

สมการเป้าหมาย

$$\text{Minimize } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (1)$$

ข้อจำกัด

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \geq b_1 \quad (2)$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \geq b_2 \quad (3)$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \geq b_m \quad (4)$$

อยู่ภายใต้เงื่อนไข

$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0 \quad (5)$$

โดยที่ Z คือ สมการเป้าหมาย

X_j คือ การตัดวัสดุที่เป็นทางเลือก ซึ่งต้องการหาว่า;
 $j=1, 2, 3, \dots, n$

C_j คือ ต้นทุนของการตัดวัสดุ X_j ในสมการเป้าหมาย
 ซึ่งมีค่าคงที่ ; $j=1, 2, 3, \dots, n$

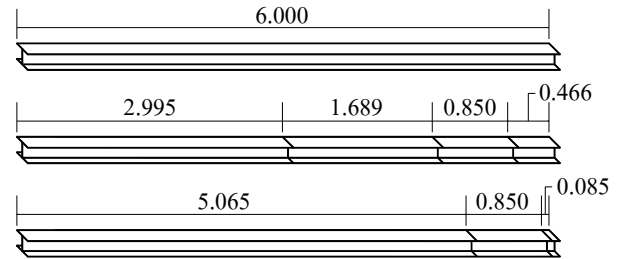
a_{ij} คือ จำนวนชิ้นส่วนของความยาวเหล็กรูปพรรณ i ,
 โดยวิธีการตัดที่ j

b_i คือ จำนวนที่ต้องการของแต่ละขนาดเหล็กรูปพรรณ i

จากแนวคิดของสมการทางคณิตศาสตร์ ปัญหาการตัด
 ลักษณะการตัดวัสดุหนึ่งมิติ มีผู้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูป
 ออกมาหลายโปรแกรม บางโปรแกรมสามารถช่วยวางแผนการ
 ตัดชิ้นงานตามแนวยาว ช่วยลดเศษเหลือจากการตัดเมื่อ
 เปรียบเทียบกับการใช้คนงานวางแผนได้ประมาณ 1 ถึง 10 %
 [8]

การตัดเหล็กรูปพรรณให้ประหยัดและมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับ
 ข้อจำกัดในการตัดวัสดุ ประกอบด้วยข้อมูลความยาวที่
 ต้องการ จำนวนที่ต้องการ และวิธีการตัดเหล็กรูปพรรณ โดย
 ข้อมูลความยาวที่ต้องการและจำนวนที่ต้องการได้มาจากการ
 ถอดแบบโครงสร้างเหล็ก ส่วนวิธีการตัดเหล็กรูปพรรณขนาด
 ต่างๆ ออกเป็นท่อน ใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel มี
 แนวปฏิบัติดังนี้

2.2.1 จัดวิธีการตัดเหล็กรูปพรรณเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มมีความ
 ยาวรวมไม่เกิน 6.00 เมตร ดังรูปที่ 3 และไม่เกินกว่าจำนวนที่
 ต้องการ



รูปที่ 3 ตัวอย่างวิธีการตัดเหล็กรูปพรรณ ชิ้นส่วน A

2.2.2 ออกแบบวิธีการตัดเหล็กรูปพรรณให้มีจำนวนตัวแบบ
 มากที่สุด ด้วยเทคนิคการสร้างสมการหรือการสร้างวิธีการตัด
 ใหม่ โดยเลือกออกแบบวิธีการตัดเหล็กรูปพรรณที่มีความยาว
 มากที่สุดในกลุ่มก่อน แล้วกระจายเศษเหลือที่เกิดจากการตัด
 นั้นไปยังความยาวอื่น ๆ เช่น ต้องการเหล็กขนาด 4.140 เมตร
 จำนวน 16 ท่อน ออกแบบการตัดได้เป็น ตัดเหล็กขนาด 4.140
 เมตร จากเหล็กยาว 6.000 เมตร เศษเหลือ 1.860 เมตร ซึ่งนำ
 เศษเหลือไปใช้กับเหล็กที่ต้องการความยาว 0.850, 1.595,
 1.722 และ 1.728 เมตรได้ (ตารางที่ 2) เป็นการเพิ่มสมการหรือ
 ตัวแบบของปัญหานั้นเอง และตัวอย่างของตัวแบบของปัญหา
 ชิ้นส่วน A แสดงในตารางที่ 3

2.3 การคำนวณหาผลลัพธ์ของวิธีการตัด

คำนวณผลลัพธ์ของโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็ม
 ด้วยโปรแกรม WinQSB โดยป้อนข้อมูลตัวแบบของปัญหา
 (ตามที่ออกแบบในข้อ 2.2) ได้แก่ สมการเป้าหมาย ข้อจำกัด
 และ ตัวแปรไม่เป็นลบ ลงในโปรแกรม แล้วคำนวณหาผลลัพธ์
 ของจำนวนและวิธีการตัดเหล็กรูปพรรณ ตัวอย่างผลลัพธ์การ
 ตัดเหล็กรูปพรรณชิ้นส่วน A แสดงในตารางที่ 4 จากนั้น
 ตรวจสอบปริมาณความยาวที่ต้องการแต่ละวิธีการตัด ถ้ามี
 จำนวนเหล็กรูปพรรณที่ตัดด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงเกินกว่า
 จำนวนที่ต้องการ ให้ย้อนกลับไปออกแบบวิธีการตัดเหล็ก
 รูปพรรณ โดยเพิ่มกลุ่มการตัดเหล็กรูปพรรณและกระจาย
 ปริมาณของเศษเหลือไปยังความยาวอื่น (สร้างสมการใหม่)
 ตามขั้นตอนในข้อ 2.2.2 จนได้ผลลัพธ์เท่ากับจำนวนที่ต้องการ
 และจำนวนรวมของเหล็กรูปพรรณลดน้อยลง

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการออกแบบวิธีการตัดเหล็กรูปพรรณชิ้นส่วน A

การตัดเหล็กรูปพรรณ ชิ้นส่วน A (WF-175x175x7.5x11 mm)																		
ความยาว (เมตร)	จำนวน (ท่อน)	วิธีการตัดเหล็กรูปพรรณชิ้นส่วน A																
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇
0.850	8	1	1	1														
1.595	2				1													
1.689	2	1																
1.722	4					1												
1.728	2						1											
1.845	4							1										
1.895	8								1	1								
1.920	5										1		1					
1.930	2											1						
1.934	2													1				
1.947	4														1			
1.990	18															1	1	1
2.002	2																	
2.020	8																	
2.520	8																	
2.530	4																	
2.558	2																	
2.773	1																	
2.787	4																	
2.828	1																	
2.880	4																	
2.995	36	1																
3.040	8																	
3.090	2																	
3.318	4																	
3.338	8																	
3.341	4																	
3.372	4																	
3.410	4																	
3.569	12								1									
3.590	4									1								
3.635	4															1		
3.820	8																1	
3.925	8																	1
4.000	16							1					1	1	1			
4.020	4										1	1						
4.140	16			1	1	1	1											
4.254	4																	
5.065	4		1															
6.000	120																	
ความยาวรวม		5.534	5.915	4.990	5.735	5.862	5.868	5.845	5.464	5.485	5.940	5.950	5.920	5.934	5.947	5.625	5.810	5.915
ความยาวเศษรวม		0.466	0.085	1.010	0.265	0.138	0.132	0.155	0.536	0.515	0.060	0.050	0.080	0.066	0.053	0.375	0.190	0.085

ตารางที่ 2 (ต่อ)

การตัดเหล็กรูปพรรณ ชิ้นส่วน A (WF-175x175x7.5x11 mm)																		
ความยาว (เมตร)	จำนวน (ท่อน)	วิธีการตัดเหล็กรูปพรรณชิ้นส่วน A																
		X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	X ₂₅	X ₂₆	X ₂₇	X ₂₈	X ₂₉	X ₃₀	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	X ₃₄
0.850	8																	
1.595	2																	
1.689	2																	
1.722	4																	
1.728	2																	
1.845	4																	
1.895	8																	
1.920	5																	
1.930	2																	
1.934	2																	
1.947	4																	
1.990	18																	
2.002	2	1																
2.020	8		1															
2.520	8			1	1													
2.530	4					1												
2.558	2						1											
2.773	1							1										
2.787	4								1									
2.828	1							1										
2.880	4									1	1							
2.995	36											2						
3.040	8						1		1	1								
3.090	2										1							
3.318	4												1					
3.338	8		1															
3.341	4			1														
3.372	4					1												
3.410	4				1													
3.569	12													1				
3.590	4																	
3.635	4	1																
3.820	8																	
3.925	8																	
4.000	16																1	
4.020	4																	
4.140	16														1			
4.254	4															1		
5.065	4																	
6.000	120																	1
ความยาวรวม		5.637	5.358	5.861	5.930	5.902	5.598	5.601	5.827	5.920	5.970	5.990	3.318	3.569	4.140	4.254	4.000	6.000
ความยาวเศษรวม		0.363	0.642	0.139	0.070	0.098	0.402	0.399	0.173	0.080	0.030	0.010	2.682	2.431	1.860	1.746	2.000	0.000

ตารางที่ 3 ตัวแบบของปัญหาชิ้นส่วน A

สมการเป้าหมาย			
Minimize	$1X_1+1X_2+1X_3+1X_4+1X_5+1X_6+1X_7+1X_8+1X_9+1X_{10}+1X_{11}+1X_{12}+1X_{13}+1X_{14}+1X_{15}+1X_{16}+1X_{17}+1X_{18}+1X_{19}+1X_{20}+1X_{21}+1X_{22}+1X_{23}+1X_{24}+1X_{25}+1X_{26}+1X_{27}+1X_{28}+1X_{29}+1X_{30}+1X_{31}+1X_{32}+1X_{33}+1X_{34}+1X_{35}+1X_{36}+1X_{37}+1X_{38}+1X_{39}+1X_{40}$		
ข้อจำกัด			
ความยาว	วิธีการตัดวัสดุ และจำนวนที่ต้องการ	ความยาว	วิธีการตัดวัสดุ และจำนวนที่ต้องการ
0.850	$1X_1+1X_2+1X_3\geq 8$	2.880	$1X_{26}+1X_{27}\geq 4$
1.595	$1X_4\geq 2$	2.995	$1X_1+2X_{28}\geq 36$
1.689	$1X_1\geq 2$	3.040	$1X_{23}+1X_{25}+1X_{26}\geq 8$
1.722	$1X_5\geq 4$	3.090	$1X_{27}\geq 2$
1.728	$1X_6\geq 2$	3.318	$1X_{29}\geq 4$
1.845	$1X_7\geq 4$	3.338	$1X_{19}\geq 8$
1.895	$1X_8+1X_9\geq 8$	3.341	$1X_{20}\geq 4$
1.920	$1X_{10}+1X_{11}\geq 5$	3.372	$1X_{22}\geq 4$
1.930	$1X_{12}\geq 2$	3.410	$1X_{21}\geq 4$
1.934	$1X_{13}\geq 2$	3.569	$1X_8+1X_{30}\geq 12$
1.947	$1X_{14}\geq 4$	3.590	$1X_9\geq 4$
1.990	$1X_{15}+1X_{16}+1X_{17}\geq 18$	3.635	$1X_{15}+1X_{18}\geq 4$
2.002	$1X_{18}\geq 2$	3.820	$1X_{16}\geq 8$
2.020	$1X_{19}\geq 8$	3.925	$1X_{17}\geq 8$
2.520	$1X_{20}+1X_{21}\geq 8$	4.000	$1X_7+1X_{11}+1X_{13}+1X_{14}+1X_{33}\geq 16$
2.530	$1X_{22}\geq 4$	4.020	$1X_{10}+1X_{12}\geq 4$
2.558	$1X_{23}\geq 2$	4.140	$1X_3+1X_4+1X_5+1X_6+1X_{31}\geq 16$
2.773	$1X_{24}\geq 1$	4.254	$1X_{32}\geq 4$
2.787	$1X_{25}\geq 4$	5.065	$1X_2\geq 4$
2.828	$1X_{24}\geq 1$	6.000	$1X_{34}\geq 120$
ตัวแปรไม่เป็นลบ			
Integer: $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{28}, X_{29}, X_{30}, X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}$			

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์การตัดเหลือกรุปพรรณชิ้นส่วน A

วิธีการตัดชิ้นส่วน A	จำนวน (เส้น)	วิธีการตัดชิ้นส่วน A	จำนวน (เส้น)	วิธีการตัดชิ้นส่วน A	จำนวน (เส้น)
X ₁	2	X ₁₃	2	X ₂₅	4
X ₂	4	X ₁₄	4	X ₂₆	2
X ₃	2	X ₁₅	2	X ₂₇	2
X ₄	2	X ₁₆	8	X ₂₈	17
X ₅	4	X ₁₇	8	X ₂₉	4
X ₆	2	X ₁₈	2	X ₃₀	8
X ₇	4	X ₁₉	8	X ₃₁	6
X ₈	4	X ₂₀	4	X ₃₂	4
X ₉	4	X ₂₁	4	X ₃₃	3
X ₁₀	2	X ₂₂	4	X ₃₄	120
X ₁₁	3	X ₂₃	2		
X ₁₂	2	X ₂₄	1		
รวม	254 เส้น				

3. ผลการศึกษา

3.1 การตัดเหลือกรุปพรรณด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นรูปแบบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นแทนปัญหาในการตัดเหลือกรุปพรรณเพื่อหาวิธีการตัดเหลือแต่ละชิ้นส่วนเพื่อให้ได้ตัวแปรที่ต้องตัดสินใจในกลุ่มของวิธีการตัดเหลือกรุปพรรณที่ดีที่สุดตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยที่โปรแกรมเชิงเส้นตรงบอกถึงจำนวนของวิธีการตัดและจำนวนเหลือกรุปพรรณที่ใช้ ดังตารางที่ 5

3.2 เปรียบเทียบจำนวนการใช้เหลือกรุปพรรณเพื่อประกอบเป็นโครงสร้างเหล็ก ชิ้นส่วน A B C D E F&G และ H ของอาคารหอประชุมใหญ่ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จาก 3 วิธี คือ 1) การตัดเหลือกรุปพรรณด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรง 2) การถอดแบบคำนวณปริมาณเหลือกรุปพรรณตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง และ 3) การใช้เหลือกรุปพรรณของผู้รับเหมาพบว่า การใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงตัดเหลือกรุปพรรณ สามารถคำนวณได้จำนวนเหล็กลดน้อยที่สุดในทุกชิ้นส่วน ยกเว้นชิ้นส่วน H ซึ่งคำนวณได้เท่ากันทุกวิธี เป็นผลมาจากชิ้นส่วน H

มีจำนวนข้อจำกัดน้อย ทำให้การวางแผนการตัดเหลือทำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน และเมื่อพิจารณาร้อยละการลดปริมาณการใช้เหลือกรุปพรรณเทียบกับของผู้รับเหมา พบว่า ลดได้ร้อยละ 2.03 (ชิ้นส่วน B) ถึง 7.29 (ชิ้นส่วน F&G) และคิดเป็นร้อยละ 6.11 ในภาพรวม ผลการเปรียบเทียบแสดงในตารางที่ 6

4. สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

โปรแกรมเชิงเส้นตรงสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาการตัดเหลือกรุปพรรณ ซึ่งเป็นการตัดวัสดุแบบหนึ่งมิติ ให้มีการสูญเสียวัสดุน้อยที่สุดได้ โดยในกรณีของหอประชุมใหญ่ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ซึ่งการออกแบบวิธีการตัดวัสดุใช้เทคนิคสร้างสมมติเพิ่มกลุ่มวิธีการตัดวัสดุและกระจายเศษของวัสดุไปยังความยาวที่ต้องการอื่น วิธีนี้ช่วยลดปริมาณการใช้เหลือกรุปพรรณได้ถึงร้อยละ 6.11 เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้เหลือกรุปพรรณของผู้รับเหมา

โปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นรูปแบบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นแทนปัญหาในการตัดเหลือกรุปพรรณ

เพื่อหาวิธีการตัดเหล็กแต่ละชิ้นส่วน เพื่อให้ได้ตัวแปรที่ต้องตัดสนใจในกลุ่มของวิธีการตัดเหล็กรูปพรรณที่ดีที่สุดตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับเงื่อนไขที่มีอยู่ในปัญหานั้น ๆ ซึ่งให้ผลลัพธ์ดีกว่าผู้รับเหมาหลักที่จัดหาช่างเหล็กที่อาศัยประสบการณ์ในการตัดเหล็ก โดยเฉพาะกรณีที่มีจำนวนแบบหรือความยาวของเหล็กรูปพรรณมาก (ข้อจำกัดมาก)

ทำให้ทางเลือกวิธีการตัดเหล็กรูปพรรณมีมากขึ้น ดังนั้นความยากลำบากในการตัดสินใจเลือกวิธีการตัดเหล็กก็มากขึ้นด้วย จึงเป็นการยากที่ผู้รับเหมาวางแผนหรือตัดสินใจตัดเหล็กรูปพรรณให้เกิดการสูญเสียน้อยโดยอาศัยเพียงความชำนาญหรือประสบการณ์

ตารางที่ 5 ข้อมูลการตัดเหล็กรูปพรรณด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรง

ชิ้นส่วนและ ขนาดเหล็กรูปพรรณ	ข้อจำกัด (ขนาด)	วิธีการตัด (วิธี)	จำนวน (เส้น)	เศษ (เมตร)
A (WF-175x175x7.5x11 mm)	40	34	254	76.911
B (WF-125x125x7.5x9 mm)	70	62	387	196.396
C (CHANNEL- 150x75x6.5x10 mm)	52	47	245	56.314
D (CHANNEL- 125x65x6x8 mm)	74	66	345	68.188
E (CHANNEL- 100x50x5x7.5 mm)	178	156	835	208.303
F & G (CHANNEL- 75x40x5x7 mm)	91	83	445	93.936
H (WF-350x350x13x13 mm)	2	2	10	8.800
รวม	507	462	2,521	708.848

ตารางที่ 6 จำนวนการใช้เหล็กรูปพรรณทั้ง 3 วิธี

ชิ้นส่วนและ ขนาดเหล็กรูปพรรณ	จำนวนเหล็กรูปพรรณ (เส้น [ร้อยละ])		
	โปรแกรม เชิงเส้นตรง	การถอดแบบตามหลักเกณฑ์ ของกรมบัญชีกลาง ¹	ผู้รับเหมา ²
A (WF-175x175x7.5x11 mm)	254 [94.07]	267 [98.89]	270 [100.00]
B (WF-125x125x7.5x9 mm)	387 [97.97]	390 [98.73]	395 [100.00]
C (CHANNEL- 150x75x6.5x10 mm)	245 [94.23]	260 [100.00]	260 [100.00]
D (CHANNEL- 125x65x6x8 mm)	345 [93.24]	367 [99.19]	370 [100.00]
E (CHANNEL- 100x50x5x7.5 mm)	835 [92.78]	881 [97.89]	900 [100.00]
F & G (CHANNEL- 75x40x5x7 mm)	445 [92.71]	473 [98.54]	480 [100.00]
H (WF-350x350x13x13 mm)	10 [100.00]	10 [100.00]	10 [100.00]
รวม	2,521 [93.89]	2,648 [98.62]	2,685 [100.00]

¹ จำนวนเหล็กรูปพรรณจากการถอดแบบตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง [9] หากได้จากผลรวมความยาวของเหล็กทุกชิ้นส่วนรวมกับการเผื่อความเสียหายคำนวณเพิ่มอีกร้อยละ 10

² จำนวนเหล็กรูปพรรณจากผู้รับเหมา คือจำนวนเหล็กรูปพรรณที่ถูกสั่งซื้อเพื่อนำมาใช้งานจริง

ข้อดีของการตัดเหล็กรูปพรรณด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรง คือ สามารถอธิบายผลลัพธ์เป็นวิธีการตัดเหล็กและปริมาณ เหล็กเสริมที่ใช้ ทำให้ควบคุมปริมาณวัสดุได้ ผลการวิจัยนี้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของสันติ [10] ซึ่งพบว่าการใช้ทฤษฎี โปรแกรมเชิงเส้นตรงในการจัดรูปแบบกลุ่มเหล็กเสริมช่วยลด การสูญเสียเหล็กเสริมให้มีเปอร์เซ็นต์น้อยกว่าการตัดเหล็ก เสริมโดยไม่มีการจัดรูปแบบ นอกจากนี้โปรแกรมเชิงเส้นตรง ยังได้นำไปประยุกต์ใช้สำหรับออกแบบโครงข่ายท่อจ่ายน้ำ โดยพบว่า ประหยัดค่าท่อได้ร้อยละ 14 เมื่อเปรียบเทียบกับ การออกแบบด้วยวิธีดั้งเดิม [11]

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณรองศาสตราจารย์วิชัย ฤกษ์ฤทธิ์ ตัด คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และ รองศาสตราจารย์ศรัทธา ฤกษ์ฤทธิ์ ตัด คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่กรุณาให้คำแนะนำและสนับสนุนการ ทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงพาณิชย์, ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง เดือนธันวาคม 2552 ผลิตภัณฑ์เหล็ก, สืบค้นข้อมูลเมื่อวันที่ 25 มกราคม พ.ศ. 2553 จาก http://www.indeXpr.moc.go.th/price_present/csi/stat/other/gp_csi.asp?_code=4
- [2] ประกอบ จิรกิติ, “การโปรแกรมเชิงเส้น Linear Programming” (พิมพ์ครั้งที่ 1), กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิต พัฒนบริหารศาสตร์, 2535.
- [3] Gilmore, P.C. and R.E. Gomory, “A linear programming approach to the cutting-stock problem” Operations Research, Vol.9, 1961, pp.849-859.
- [4] Gilmore, P.C. and R.E. Gomory, “A linear programming approach to the cutting-stock problem: Part II” Operations Research, Vol.11, 1963, pp.863-888.

- [5] Haessler, R.W. “A note on computational modification to the Gilmore-Gomory cutting stock problem” Operations Research, Vol.28, 1980, pp.1001-1005.
- [6] Dyckhoff, H., “A typology of cutting and packing problems” European Journal of Operational Research, Vol.44, 1990, pp.45-159.
- [7] Carvalho, J.M.V, “Exact solution of cutting stock problems using column-generation and branch and bound” Annals of Operations Research, Vol.86, 1999, pp.629-659.
- [8] นราธิป แสงชัย, “การประยุกต์ใช้หลักการวิจัยดำเนินงาน ในการแก้ปัญหาการตัดวัสดุ” วารสารวิชาการเทคโนโลยี อุตสาหกรรม, ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2550, หน้า 51-56.
- [9] กรมบัญชีกลาง กระทรวงการคลัง, “หลักเกณฑ์การ คำนวณราคากลางงานก่อสร้าง ทาง สะพาน และท่อเหลี่ยม” กรุงเทพฯ, 2550.
- [10] สันติ ชินานุวัตร, “การควบคุมการสูญเสียเหล็กเสริม คอนกรีตในโครงการก่อสร้าง” วิทยานิพนธ์ วศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532.
- [11] จำเริญ โกศลวิตร, “การออกแบบโครงข่ายท่อจ่ายน้ำด้วย วิธีการโปรแกรมเชิงเส้น” การประชุมวิชาการด้านการวิจัย ดำเนินงานแห่งชาติประจำปี 2551, กรุงเทพฯ, 2551.