

การควบคุมการสูญเสียสแตนเลสที่ใช้ในงานราวกันตกและราวบันไดด้วย  
โปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็ม

Trim Loss Control of Stainless Steel Used in Railing and  
Staircase Railing by Integer Linear Programming

ศรายุทธ มาลัย<sup>1\*</sup> โยธิน คงคาสัมฤทธิ์<sup>1</sup> รัตนศักดิ์ สิทธิบาล<sup>1</sup>

หฤทัย ไทยสุชาติ<sup>2</sup> และสุชีรา นวลกำแหง<sup>3</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาเทคโนโลยีโยธา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำปาง

ตำบลชมพู อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100

<sup>2</sup>สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำปาง

ตำบลชมพู อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100

<sup>3</sup>สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมก่อสร้าง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

บทคัดย่อ

การศึกษาการควบคุมการสูญเสียสแตนเลสด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็มอาศัยกรณีตัวอย่างจากการใช้สแตนเลสเส้นความยาวมาตรฐาน 6.00 เมตร ชั้นคุณภาพ 304 นำมาตัดเป็นท่อนให้ได้ความยาวตามความต้องการใช้งานในราวกันตกและราวบันไดสำหรับงานก่อสร้างภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏรำปางจำนวน 3 อาคาร ได้แก่ อาคารสนามกีฬากลาง อาคารเรียนรวม และอาคารอเนกประสงค์ โดยเริ่มจากถอดแบบหาความยาวใช้งานและปริมาณของสแตนเลส สร้างตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นแบบเลขจำนวนเต็ม แล้วคำนวณหาผลลัพธ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบกับแนวทางของกรมบัญชีกลาง ผลการศึกษาพบว่าสแตนเลสเส้นที่กลมถูกใช้งานมากกว่ารูปแบบอื่น และเมื่อคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถใช้ลดการสูญเสียสแตนเลสเส้นประเภทที่กลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 1, 1½ และ 2 นิ้ว ท่อเหลี่ยม และเส้นแบน ที่ต้องใช้ลงได้ร้อยละ 6.9, 3.2, 5.3, 9.7 และ 13.3 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์การคำนวณปริมาณงานของกรมบัญชีกลาง

**คำสำคัญ :** การควบคุมการสูญเสีย สแตนเลส การตัดวัสดุ โปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็ม

## Abstract

This study investigates the use of integer linear programming to reduce stainless steel losses in construction. This is achieved through an examination of cutting of SST304 stainless steel with 6 meter standard lengths for the use in railings and staircases in the construction of three buildings at Lampang Rajabhat University. These were the main sports building, a central lecture building, and a multipurpose building. The research involved analyzing the length and quantity of steel used in the buildings, formulate integer linear programming models, running the software calculations, and finally, comparing the results obtained with those from the application of the standards issued by the Comptroller General's Department (CGD). It was found that the most commonly used steel was round pipe and that using computer software to calculate usage would reduce losses of 1", 1½" and 2" round pipe, rectangular pipe, and flat bar by 6.9 %, 3.2 %, 5.3 %, 9.7 % and 13.3 % respectively, when compared to the CGD data.

**Keywords** : trim loss control, stainless steel, material cutting, integer linear programming

## บทนำ

สถาปนิกและวิศวกรทั่วโลกนิยมใช้สแตนเลสเป็นส่วนประกอบอาคาร เช่น หลังคา ประตู หน้าต่าง เพอร์นิเจอร์ และงานตกแต่งภายในอาคาร (Atlas Steels, 2010) ในประเทศไทยนิยมใช้สแตนเลสเส้นในงานสถาปัตยกรรม เช่น ราวบันได ราวกันตก หรือประตูรั้ว เนื่องจากสวยงาม ทนทาน ไม่เป็นสนิม สแตนเลสหรือเหล็กกล้าไร้สนิมเป็นโลหะผสมมีปริมาณคาร์บอนต่ำ มีโครเมียมเป็นส่วนผสมหลักประมาณร้อยละ 10.5 หรือมากกว่า ทำให้เกิดการสร้างฟิล์มโครเมียมออกไซด์เกาะติดแน่นอยู่ที่ผิวหน้า เหล็กกล้าจึงมีความต้านทานการกัดกร่อน สวยงาม ปลอดภัย มีความเหนียว สะดวกต่อการประกอบ และช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้เกือบร้อยละ 100 จึงถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย (สมาคมพัฒนาสแตนเลสไทย [ม.ป.ป.]) (Thai Stainless Steel Development Association [n.d.]) โดยทั่วไปสแตนเลสมีราคาแพงกว่าเหล็ก 5 เท่าและใช้ผู้รับเหมาเฉพาะด้านในการผลิตชิ้นงานโดยอาศัยวิธีคำนวณปริมาณสแตนเลสที่ใช้จากสูตรความยาวรวมคูณด้วยร้อยละ 10 ซึ่งเป็นการเผื่อการสูญเสียจากการตัดวัสดุ จากนั้นผู้รับเหมาจัดซื้อสแตนเลสเส้นที่มีความยาวมาตรฐานมาออกแบบการตัดให้ได้ความยาวใช้งาน แล้วนำมาเชื่อมต่อสแตนเลสให้ติดกันโดยการให้ความร้อนแก่สแตนเลสจนหลอมละลายติดเป็นเนื้อเดียวกันหรือใช้ลวดเชื่อมเข้าด้วยกันให้ได้ตามแบบก่อสร้าง การดำเนินการดังกล่าวของผู้รับเหมาส่วนใหญ่อาศัยประสบการณ์ ไม่มีแบบแผนแน่นอน มักก่อให้เกิดการสูญเสียวัสดุโดยไม่จำเป็น ปัจจุบันมีการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาช่วยแก้ปัญหาการจัดสรรทรัพยากร โดยโปรแกรมเชิงเส้นตรงเป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ใช้กันมากเพื่อลดต้นทุนจากการสูญเสียวัสดุ เช่น งานเหล็กเสริมในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย (Al-Zubaidy et al., 2016) และงานไม้ในโรงงานผลิตบานประตูหน้าต่าง (Mustakerov and Borissova, 2014) เป็นต้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็มมาช่วยคำนวณเพื่อควบคุมการตัดสแตนเลสเส้นให้ได้จำนวนและความยาวใช้งานตามต้องการแต่ใช้วัสดุเท่าที่จำเป็น โดยใช้กรณีศึกษาจาก 3 อาคารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพวงศ์ ซึ่งน่าจะเป็นแนวทางช่วยลดการสูญเสียวัสดุและรวมถึงต้นทุนสำหรับงานก่อสร้างได้

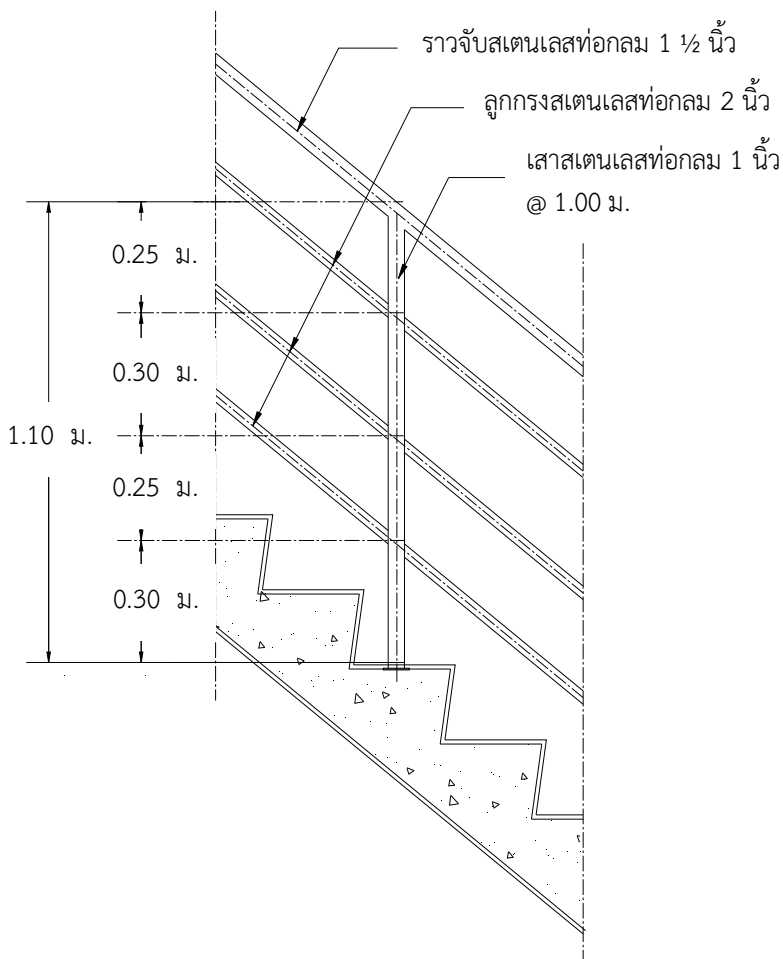
## วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. วิเคราะห์รูปแบบและจำนวนสแตนเลสจากแบบก่อสร้างอาคารนำมาใช้ออกแบบวิธีการตัดวัสดุแล้วคำนวณปริมาณสแตนเลสเส้นที่ต้องใช้ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็ม
2. เปรียบเทียบปริมาณสแตนเลสที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็มเทียบกับการคำนวณตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง

## วิธีดำเนินการวิจัย

อาคารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏรำปางที่ถูกนำมาเป็นกรณีศึกษาการควบคุมปริมาณการใช้สแตนเลสชั้นคุณภาพ 304 ในงานราวกันตกและราวบันไดจำนวน 3 อาคาร คือ อาคารสนามกีฬาากลาง อาคารเรียนรวม และอาคารอเนกประสงค์ มีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้

3.1 เริ่มต้นจากการวัดขนาดมิติของความยาวราวกันตกและราวบันไดภาคสนาม แล้วพิจารณาแบบก่อสร้าง (ภาพที่ 1) และรายการประกอบแบบเรื่องขนาดหน้าตัดและความหนาของ สแตนเลส แล้วคำนวณหาความยาวใช้งานและจำนวนสแตนเลสเส้นแบบต่าง ๆ ได้แก่ ท่อกลม ท่อเหลี่ยม และเส้นแบน ดังแสดงตัวอย่างของการคำนวณสแตนเลสท่อกลมขนาด 1½ นิ้ว ในตารางที่ 1

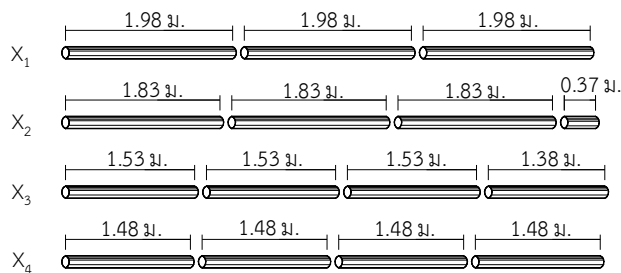


ภาพที่ 1 แบบขยายราวบันได อาคารสนามกีฬาากลาง

**ตารางที่ 1** ความยาวใช้งานและจำนวนของสแตนเลสท่อกลม 1½ นิ้ว สนามกึ่งพากกลาง

ลำดับ	ความยาวใช้งาน (เมตร)	จำนวนใช้งาน (ท่อน)	ผลรวมความยาวใช้งาน (เมตร)
1	1.98	42	83.16
2	1.83	4	7.32
3	1.53	12	18.36
4	1.48	40	59.20
5	1.43	8	11.44
6	1.38	20	27.60
7	1.33	4	5.32
8	1.28	16	20.48
9	1.18	8	9.44
10	1.10	4	4.40
11	1.09	2	2.18
12	0.98	176	172.48
13	0.96	2	1.92
14	0.90	4	3.60
15	0.78	34	26.52
16	0.71	74	52.54
17	0.63	8	5.04
18	0.58	42	24.36
19	0.37	4	1.48
20	0.28	4	1.12
21	0.15	4	0.60

3.2 นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบวิธีการตัดวัสดุซึ่งวัสดุสแตนเลสที่ใช้เป็นสแตนเลสเส้นความยาวมาตรฐาน 6 เมตร ออกแบบการตัดแต่ละเส้น โดยพิจารณาจากความยาวใช้งานขนาดต่าง ๆ เป็นรูปแบบที่  $X_1$  ถึง  $X_n$  หรือ  $X_1 X_2 X_3 \dots X_n$  (ภาพที่ 2) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ต้องตัดสินใจสำหรับใช้สร้างตัวแบบของปัญหา



ภาพที่ 2 ตัวอย่างรูปแบบการตัดสแตนเลสที่กลม 1½ นิ้ว

3.3 สร้างตัวแบบของปัญหาของโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็ม ประกอบด้วย 1) ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ 2) ข้อจำกัดต่าง ๆ และ 3) ตัวแปรไม่เป็นลบ

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ 
$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^m c_j x_j \dots\dots(1)$$

ข้อจำกัด 
$$\sum_{j=1}^m a_{ij} x_j \geq d_i \quad ; 1, \dots, n \dots\dots(2)$$

ตัวแปรไม่ติดลบ 
$$x_j \geq 0 \text{ และเลขจำนวนเต็ม} \dots\dots(3)$$

- โดยที่  $Z$  คือ เป้าหมายการตัดสแตนเลสโดยใช้ทรัพยากรน้อยที่สุด
- $a_{ij}$  คือ จำนวนท่อนสแตนเลสที่ต้องการใช้งาน มีความยาว  $l_j$  ตัดโดยวิธี  $j$
- $c_j$  คือ จำนวนต้นทุนของการตัดสแตนเลสรูปแบบ  $j$
- $d_i$  คือ จำนวนท่อนสแตนเลสที่ต้องการใช้งาน มีความยาว  $l_i$
- $x_j$  คือ จำนวนเส้นสแตนเลสความยาวมาตรฐาน ที่นำมาตัดโดยวิธี  $j$

3.4 คำนวณผลลัพธ์ของโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็มอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป WinQSB เปรียบเทียบผลลัพธ์กับผลการคำนวณการตัดสแตนเลสเส้นตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลางซึ่งให้คำนวณปริมาณงานที่ปรากฏตามแบบแล้วเพื่อความเสียหายอีกร้อยละ 10 และสอดคล้องกับวิธีการคำนวณและใช้งานจริงของผู้รับเหมา

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการศึกษารายการแบบก่อสร้างอาคารสนามกีฬากลาง อาคารเรียนรวม และอาคารอเนกประสงค์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีแล้วถอดแบบเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการใช้สแตนเลสเส้นสำหรับราวกันตกและราวบันได ได้แก่ ประเภทของสแตนเลส ขนาด ความยาว และจำนวนที่ต้องการใช้ พบว่า สแตนเลสเส้นที่ใช้งานมี 3 ประเภท โดยแบบที่อกลมใช้ 3 ขนาด คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง 1, 1½ และ 2 นิ้ว ท่อเหลี่ยม 1 ขนาด คือ หน้าตัด 1½x3 นิ้ว และเส้นแบน 1 ขนาด คือ กว้าง 1½ นิ้ว หนา 1/8 นิ้ว โดยมีความยาวและจำนวนที่ต้องการใช้หลากหลายแตกต่างกันไปตามแบบของแต่ละอาคาร (ตารางที่ 2) จากข้อมูลที่ได้นี้เมื่อนำมาออกแบบวิธีการตัดเพื่อสร้างตัวแบบของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานของโปรแกรมเชิงเส้นตรง แล้ววิเคราะห์หาผลลัพธ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์พบว่า อาคารสนามกีฬากลางซึ่งใช้ท่อกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1, 1½ และ 2 นิ้ว สามารถออกแบบวิธีการตัดวัสดุได้ 11, 26 และ 22 วิธี ใช้สแตนเลสเส้นจำนวน 55, 94 และ 36 เส้น ตามลำดับ อาคารเรียนรวมซึ่งใช้ท่อกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1½ และ 2 นิ้ว สามารถออกแบบวิธีการตัดวัสดุได้ 3 และ 23 วิธี ใช้สแตนเลสเส้นจำนวน 53 และ 70 เส้น ตามลำดับ ส่วนอาคารอเนกประสงค์ซึ่งใช้ท่อกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1, 1½ และ 2 นิ้ว ท่อเหลี่ยม และเส้นแบน สามารถออกแบบวิธีการตัดวัสดุได้ 8, 4, 67, 2 และ 1 วิธี ใช้สแตนเลสเส้นจำนวน 12, 6, 273, 94 และ 13 เส้น ตามลำดับ และจะเห็นได้ว่าจำนวนวิธีการตัดที่ออกแบบได้ขึ้นอยู่กับจำนวนความหลากหลายของความยาวใช้งาน กล่าวคือถ้ามีความยาวที่ต้องการใช้หลากหลายขนาดจะสามารถออกแบบวิธีการตัดได้มากวิธี โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าความยาวใช้งานนั้นต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวมาตรฐาน (ไม่ได้แสดงรายละเอียด)

การประเมินประสิทธิภาพของการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็มช่วยในการคำนวณวิธีการตัดและปริมาณวัสดุที่ใช้ทำโดยเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ออกกับข้อมูลคำนวณตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลางซึ่งสอดคล้องกับการใช้งานจริงของผู้รับเหมา ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการใช้สแตนเลสเส้นทุกประเภทที่คำนวณได้จากโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็มมีปริมาณต่ำกว่าผลคำนวณตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง (ตารางที่ 3) โดยลดจำนวนสแตนเลสเส้นประเภทท่อกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 1, 1½ และ 2 นิ้ว ท่อเหลี่ยม และเส้นแบน ที่ต้องใช้ลงได้ 5, 5, 21, 7 และ 2 เส้นคิดเป็นร้อยละ 6.9, 3.2, 5.3, 9.7 และ 13.3 ตามลำดับ หรือคิดเป็นจำนวนรวมสแตนเลสเส้นทุกประเภทเท่ากับ 40 เส้น เฉลี่ยร้อยละ 5.6

**ตารางที่ 2** ความยาวใช้งานและจำนวนสแตนเลสที่ได้จากการศึกษาแบบก่อสร้างอาคาร และผลการออกแบบวิธีการตัดและปริมาณสแตนเลสเส้นที่ต้องใช้โดยอาศัยโปรแกรมเชิงเส้นตรง

ประเภทและขนาดของสแตนเลส <sup>1/</sup>	แบบก่อสร้าง		โปรแกรมเชิงเส้นตรง	
	จำนวนความยาวใช้งาน (ขนาด)	จำนวนใช้งานสุทธิ (ท่อน)	วิธีการตัด (วิธี)	ปริมาณสแตนเลสที่ต้องใช้ <sup>2/</sup> (เส้น)
อาคารสนามกีฬา				
กลาง				
ท่อกลม, 1 นิ้ว	5	580	11	55
ท่อกลม, 1½ นิ้ว	21	512	26	94
ท่อกลม, 2 นิ้ว	27	78	22	36
อาคารเรียนรวม				
ท่อกลม, 1½ นิ้ว	2	244	3	53
ท่อกลม, 2 นิ้ว	25	306	23	70
อาคารอเนกประสงค์				
ท่อกลม, 1 นิ้ว	13	72	8	12
ท่อกลม, 1½ นิ้ว	11	36	4	6
ท่อกลม, 2 นิ้ว	78	1,167	67	273
ท่อเหลี่ยม, 1½x3 นิ้ว	2	487	2	65
เส้นแบน, 1½x 1/8 นิ้ว	1	768	1	13
1/ ขนาดของสแตนเลสเส้นแบบท่อกลมท่อเหลี่ยมและเส้นแบนแสดงในหน่วยของเส้นผ่านศูนย์กลาง ความกว้างxความยาวของหน้าตัด และความกว้างxความหนาของหน้าตัด ตามลำดับ				
2/ ความยาวของสแตนเลสเส้นที่ใช้ในการคำนวณเป็นความยาวขนาดมาตรฐาน 6 เมตร				



**ตารางที่ 3** การเปรียบเทียบปริมาณสแตนเลสเส้นที่ต้องใช้รวมใน 3 อาคารระหว่างวิธีการคำนวณด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงและคำนวณตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง

ประเภทและขนาด ของสแตนเลส <sup>1/</sup>	จำนวนสแตนเลสที่ต้องใช้ <sup>2/</sup> (เส้น)		ปริมาณส่วนต่าง (เส้น [ร้อยละ])
	โปรแกรม เชิงเส้นตรง	หลักเกณฑ์ของ กรมบัญชีกลาง	
ท่อกลม, 1 นิ้ว	67	72	5 [6.9]
ท่อกลม, 1½ นิ้ว	153	158	5 [3.2]
ท่อกลม, 2 นิ้ว	379	400	21 [5.3]
ท่อเหลี่ยม, 1½x3 นิ้ว	65	72	7 [9.7]
เส้นแบน, 1½x1/8 นิ้ว	13	15	2 [13.3]
<b>รวม [เฉลี่ย]</b>			<b>40 [5.6]</b>
1/ ขนาดของสแตนเลสเส้นแบบท่อกลมท่อเหลี่ยมและเส้นแบนแสดงในหน่วยของเส้นผ่าศูนย์กลาง ความกว้างxความยาวของหน้าตัด และความกว้างxความหนาของหน้าตัด ตามลำดับ 2/ ความยาวของสแตนเลสเส้นที่ใช้ในการคำนวณเป็นความยาวขนาดมาตรฐาน 6 เมตร			

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Al-Zubaidy et al. (2016) ที่ลดการสูญเสียเหล็กเสริมด้วยการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงช่วยคำนวณซึ่งเป็นผลให้นำเหล็กเสริมไปใช้ประโยชน์ได้สูงสุด โดยมีอัตราการใช้ประโยชน์ที่ร้อยละ 98.5 นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่นที่รายงานถึงการนำโปรแกรมเชิงเส้นตรงไปใช้สำหรับการจัดสรรทรัพยากร ได้แก่ Mustakerov and Borissova (2014) อาศัยโปรแกรมเชิงเส้นตรงช่วยในการหารูปแบบการตัดวัสดุไม้ที่เหมาะสมให้มีการสูญเสียน้อยที่สุด สำหรับใช้ในโรงงานผลิตบานประตูหน้าต่างไม้ และอภิชัย (2550) ศึกษาการตัดเหล็กฉากซึ่งเป็นวัตถุดิบใช้ในโรงงานผลิตรถบรรทุกเพื่อการเกษตรด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็ม ซึ่งพบว่าแบบจำลองโปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจได้

### สรุปผลการวิจัย

การควบคุมการสูญเสียสแตนเลสเส้นด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็มอาศัยกรณีตัวอย่างจากการใช้สแตนเลสชั้นคุณภาพ 304 ในงานราวกันตกและราวบันไดสำหรับงานก่อสร้างภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง แสดงผลลัพธ์เป็นจำนวนและวิธีการตัดวัสดุ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนการใช้สแตนเลสตามหลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างของทางราชการแล้วพบว่า การวางแผนตัดวัสดุด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็มช่วยลดการสูญเสียสแตนเลสเส้นได้ร้อยละ 5.6 แสดงให้เห็นว่าการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบเลขจำนวนเต็มสามารถใช้ควบคุมต้นทุนวัสดุก่อสร้างหรือการสูญเสียวัสดุได้

มีประสิทธิภาพดีกว่าการถอดแบบตามหลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างของทางราชการที่ไม่แสดงข้อมูลบ่งบอกถึงวิธีการตัดวัสดุให้มีการสูญเสียอยู่ในตัวเลขที่กำหนดไว้

### เอกสารอ้างอิง

สมาคมพัฒนาสแตนเลสไทย. ม.ป.ป. ความรู้เกี่ยวกับสแตนเลส. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 10 ตุลาคม 2560] : เข้าถึงได้จาก

[http://www.tssda.org/index.php?actions=about&id=6\(\)](http://www.tssda.org/index.php?actions=about&id=6())

อภิชัย ฤทธิวิรุฬห์. 2550. การลดเศษวัสดุที่เหลือจากการตัดให้เหลือน้อยที่สุดในโรงงานผลิตรถบรรทุกเพื่อการเกษตร. วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 29(1) : 157-164.

Al-Zubaidy, S. S., Dawood, S. Q. and Khalaf, I. D. 2016. Optimal Utilization of Rebar Stock for Cutting Processes in Housing Project. International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology 3(5) : 189-193.

Atlas steels. 2010. Stainless Steel in Architecture. [Internet]. [cited 2017 Oct 5]. Available from : <http://www.atlassteels.com.au/site/pages/stainless-steel-in-architecture-applications.php>

Mustakerov, I. C. and Borissova, D. I. 2014. One-dimensional cutting stock model for joinery manufacturing. In Proceedings of the 18<sup>th</sup> International Conference on Computers (part of CSCC '14). 17-21 July 2014, Santorini Island, Greece.

Thai Stainless Steel Development Association. (n.d.). Knowledge of austenitic stainless. [Internet]. [cited 2017 Oct 10]. Available from : <http://www.tssda.org/index.php?actions=about&id=6>