รูปแบบเริ่มต้นของฮิวริสติกแบบไปข้างหน้าของปัญหาการตัดแบ่งชิ้นงานหนึ่งมิติ

Setup Type of Forward Heuristics on One Dimensional Cutting Stock Problem

จตุพร ใจดำรงค์

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.เมือง จ.สงขลา 90000

E-mail: jjaidumrong@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัญหาการวางแผนการตัดชิ้นงานแบบหนึ่งมิติสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กมีเป้าหมายเพื่อให้มีการใช้วัตถุดิบจำนวนน้อยที่สุดและเศษที่เหลือจากการตัดจำนวนหนึ่งชิ้นให้มีความยาวมากที่สุด ซึ่งคาดว่าเศษตัดชิ้นนั้นจะสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการตัดในครั้งต่อไปได้มีประสิทธิภาพมากกว่าเศษตัดที่มีขนาดสั้น วิธีการฮิวริสติกแบบหนึ่งที่ใช้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ วิธีฮิวริสติกแบบไปข้างหน้า งานวิจัยนี้นำเสนอการเปรียบเทียบรูปแบบเริ่มต้นของวิธีฮิวริสติกแบบไปข้างหน้าจำนวนสี่รูปแบบ คือ แบบยาวไปหาสั้น แบบสั้นไปหายาว แบบสลับกลุ่ม และแบบสุ่ม การหาค่าเป้าหมายของวิธีการฮิวริสติกแบบไปข้างหน้าหาโดยการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาวิชวลเบสิกและการหาค่าที่ดีที่สุดของตัวแบบทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมลินโก สถิติจะถูกใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเป้าหมายและเวลาที่ใช้ในการหาค่าเป้าหมาย ผลการวิจัยโดยจำลองปัญหาการจัดเรียงชิ้นงานขนาดมาตรฐานพบว่าวิธีการจัดเรียงชิ้นงานไม่มีความแตกต่างกันของค่าเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่จะแตกต่างกันในเวลาของการหาค่าเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Abstract

Forward heuristic is used to minimize a raw material and maximum its waste as a high efficiency in the next step. This article presents and compares an optimized value into four setup methods: Descending, Aescending, Switching and Random. Visual Basic language software development was solved an objective function and LINGO was solved an optimized value of mathematic model. ANOVA were used to test on statistical significance of objective function and computational time. The experimental results were simulated the cutting stock problem with one standard size. There were no significant differences in the objective function by the methods at the level of .01; however there were significant difference in the computational times by the method at the level of .01.

1. บทนำ

ปัญหาการตัดแบ่งชิ้นงานแบบหนึ่งมิติเป็นเรื่องที่มีการวิจัยกันมาอย่างยาวนานซึ่งเป็นปัญหาที่สามารถประยุกต์ใช้ได้กับการทำงานในหลากหลายรูปแบบ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก การวางแผนการตัดเหล็กเส้นและอลูมิเนียมเส้นที่มีหน้าตัดของชิ้นงานเพียงรูปแบบเดียวให้ได้ขนาดความยาวและจำนวนตามต้องการ ชิ้นงานในการวางแผนแต่ละครั้งมีจำนวนไม่มากนักและขนาดของวัตถุดิบที่ใช้มีขนาดมาตรฐานคือมีความยาวเท่ากันทุกชิ้น เป้าหมายในการวางแผนการตัดชิ้นงานเพื่อให้มีการใช้วัตถุดิบจำนวนน้อยที่สุดและมีเศษตัดน้อยที่สุดหรือเศษตัดที่เกิดขึ้นมีความยาวมากที่สุดจำนวนหนึ่งชิ้น ซึ่งเศษตัดที่เหลือหากมีขนาดยาวมากก็มีแนวโน้มว่าจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อการทำงานในครั้งต่อไปมากกว่าเศษตัดที่มีขนาดสั้น ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยในอดีตซึ่งเป็นการวางแผนการตัดชิ้นงานที่พิจารณาเฉพาะจำนวนวัตถุดิบที่ใช้น้อยที่สุดเท่านั้นหรือการกำหนดรูปแบบการตัดชิ้นงานให้มีเศษตัดน้อยที่สุด

ปัญหาการตัดหนึ่งมิติ (One-Dimensional Cutting Stock Problem) ได้มีการทำวิจัยมาอย่างต่อเนื่องโดยในปี 1961 Gilmore and Gomory [1] ได้เสนอโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยปัญหาแน๊ปแซค (Knapsack) ในการสร้างรูปแบบของการตัด และในปี 1963 Gilmore and Gomory [2] ได้เสนอบทความต่อเนื่องโดยเพิ่มข้อจำกัดในด้านความสามารถในการผลิตเมื่อกำลังการผลิตเพิ่มมากขึ้น ในปี 2001 Gramani and Franca [3] ทำการพัฒนาแบบจำลองปัญหาการตัดและปัญหาขนาดล๊อตที่เหมาะสมโดยโปรแกรมเชิงเส้นตรงซึ่งเพิ่มเงื่อนไขข้อจำกัดในด้านการผลิตและความต้องการที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา ปี 2547 นราธิป และ พีรยุทธ์ [4] ได้เสนอวิธีการหาคำตอบสำหรับปัญหาการตัดหนึ่งมิติภายใต้เงื่อนไขของความต้องการที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา ต่อมาในปี 2548 นราธิป และ พีรยุทธ์ [5] ได้เสนอแบบจำลองปัญหาการตัดหนึ่งมิติโดยสมการเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Linear Programming: MILP) สำหรับการวางแผนการรวมศูนย์กลางหรือการกระจายศูนย์กลางสำหรับการตัดวัตถุดิบโดยไม่ต้องจัดกลุ่มศูนย์กลางในทุกกรณี ในปี 2008 Afshar, Amiri and Eshtehardian [6] นำเสนอโปรแกรมเชิงเส้นสำหรับแก้ปัญหาการตัดหนึ่งมิติเพื่อให้เหลือเศษน้อยที่สุดในงานก่อสร้างโดยกำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงขนาดท่อที่ใช้ได้ ในปี 2553 ปรีชา และ นุชสรา [7] ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการปัญหาการตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติเพื่อให้มีการใช้วัตถุดิบน้อยที่สุดด้วยวิธีฮิวริสติก จำนวนสี่รูปแบบด้วยกัน คือ วิธียาวมากที่สุด ความยาวน้อยที่สุด วิธีสุ่ม และวิธี Greedy ในปี 2554 สุเทพ และคณะ [8] ได้เสนอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการตัดสินใจการวางแผนการตัดอลูมิเนียมโพรไฟล์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงและฮิวริสติก เพื่อลดเศษจากการตัดที่เกิดขึ้นบริเวณส่วนหัวและท้ายของอลูมิเนียมเส้น ในปี 2554 จตุพร, ปิยวิทย์ และ บรรเลง [9] นำเสนอตัวแบบทางคณิตศาสตร์เชิงเส้นตรงจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อใช้สำหรับการหาค่าที่ดีที่สุดของการวางแผนการตัดชิ้นงานแบบหนึ่งมิติให้มีเศษตัดหนึ่งชิ้นมีความยาวมากที่สุดและใช้วัตถุดิบจำนวนน้อยที่สุด

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมวางแผนการจัดเรียงชิ้นงานแบบหนึ่งมิติและดำเนินการเปรียบเทียบค่าเป้าหมายและค่าเวลาในการหาค่าเป้าหมายของรูปแบบเริ่มต้นของวิธีการฮิวริสติกโดยมีขั้นตอนในการวิจัยดังต่อไปนี้

1. การหาค่าที่ดีที่สุดของวิธีการวางแผนการจัดเรียงชิ้นงานแบบหนึ่งมิติให้มีการใช้วัสดุน้อยที่สุดและเศษตัดที่เหลือหนึ่งชิ้นมีความยาวมากที่สุดโดยใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์และทำการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรมลินโก

2. การจัดเรียงชิ้นงานโดยฮิวริสติกแบบไปข้างหน้าโดยมีรูปแบบข้อมูลเริ่มต้นจำนวนสี่รูปแบบด้วยโปรแกรมภาษา Visual Basic 6 ทำงานบนคอมพิวเตอร์ Pentium® 4 CPU 1.4 GHz Ram 2 GB

3. การทดลองด้วยตัวอย่างปัญหาการจัดเรียงชิ้นงานจำนวน 20 ตัวอย่าง

4. ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

4.1 ตัวแปรต้น คือ วิธีหาค่าที่ดีที่สุดและรูปแบบเริ่มต้นสี่รูปแบบของวิธีการฮิวริสติกแบบไปข้างหน้า คือ แบบยาวไปหาสั้น แบบสั้นไปหายาว แบบสลับกลุ่ม และแบบสุ่ม

4.2 ตัวแปรตาม คือ ค่าเป้าหมาย (เมตร) และเวลาในการหาค่าเป้าหมาย (วินาที)

5. การวิเคราะห์ผลของการทดลองด้วยโปรแกรม Minitab14 โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เป็นตัวทดสอบความแตกต่างของค่าเป้าหมายและค่าของเวลาที่ใช้ในการหาค่าเป้าหมาย ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

2.1 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์

ปัญหาการวางแผนการตัดชิ้นงานขนาดมาตรฐานแบบหนึ่งมิติเพื่อให้ได้เศษตัดจำนวนหนึ่งชิ้นที่มีความยาวมากที่สุด โดยต้องการให้มีค่าเป้าหมายน้อยที่สุด

เมื่อกำหนดให้ w_j คือ ความยาวของชิ้นงาน a_j และ c คือ ความยาวของวัสดุ โดย w_j และ c เป็นตัวแปรจำนวนเต็มบวก $w_j \leq c(j \in N)$ และกำหนดให้ $N\{1,2,\ldots,n\}$ และ $M\{1,2,\ldots,m\}$ สำหรับ n คือจำนวน $\{a_1, a_2, \ldots, a_n\}$ และ m คือจำนวนวัสดุและ v_j คือจำนวนของชิ้นงาน a_j ที่ต้องการ และ y_i คือวัสดุหมายเลข i ที่ถูกเลือกสำหรับ x_{ij} จำนวนคือจำนวนของชิ้นงาน j ที่เลือกใช้ตัดบนวัสดุหมายเลข i

สมการเป้าหมายที่ (1) กำหนดให้ความยาวรวมของวัสดุที่ถูกเลือกใช้งานน้อยที่สุด โดยเป็นผลรวมของค่าความยาวรวมของชิ้นงานที่เลือกใช้ของวัสดุหมายเลขหนึ่งและความยาวรวมของวัสดุอื่นๆที่ถูกใช้งาน เงื่อนไขที่ (2) ควบคุมความยาวรวมของจำนวนชิ้นงานที่ถูกเลือกไม่ให้มีความยาวมากกว่าวัสดุ เงื่อนไขที่ (3) ควบคุมจำนวนชิ้นงานที่ถูกเลือกไม่ให้มีมากกว่าจำนวนที่กำหนด เงื่อนไขที่ (4) การกำหนดให้วัสดุหมายเลขที่ $i = 1$ ถูกเลือกเสมอ นั่นคือเศษตัดที่เหลือยาวที่สุดหนึ่งชิ้นจะเกิดขึ้นบนวัสดุหมายเลข 1 เสมอ เงื่อนไขที่ (5) กำหนดให้วัสดุที่ถูกเลือกตัวแปรจะมีค่าเป็น 1 และสุดท้ายเงื่อนไขที่ (6) คือจำนวนชิ้นงานที่ถูกเลือกลงในวัสดุแต่ละชิ้น

$$\text{Minimize } Z = \sum_{j=1}^{n} w_j x_{1j} + \sum_{i=2}^{m} c y_i \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^{n} w_j x_{ij} \leq c y_i \qquad i \in M \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = v_j \qquad j \in N \quad (3)$$

$$y_i = 1 \qquad i = 1 \quad (4)$$

$$y_i = 0 \text{ or } 1 \qquad i \in M, i > 1 \quad (5)$$

$$x_{ij} = 0 \text{ or } k, \qquad i \in M, j \in N \quad \text{Here,} \quad (6)$$

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{if raw i is used} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$x_{ij} = \begin{cases} k & \text{if k of item j is assigned to raw i} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

2.2 **วิธีฮิวริสติกแบบไปข้างหน้า**

ปารเมศ ชุติมา [10] ได้อ้างอิงถึงวิธีฮิวริสติกแบบไปข้างหน้า (Forward Heuristic) โดยเริ่มต้นจัดลำดับความยาวชิ้นงานที่อยู่ในลำดับของรูปแบบเริ่มต้น ดำเนินการสลับความยาวชิ้นงานไปที่ละคู่จนกระทั่งถึงตำแหน่งที่ $N = n$ เมื่อกำหนดให้ N แทนลำดับที่ในการทำงาน เมื่อ $N = 1$ หมายถึงตำแหน่งแรกของตาราง และ $N = n$ หมายถึงตำแหน่งสุดท้ายในตาราง และ k หมายถึง ค่าความล้าหลัง (Lag) เชิงตำแหน่งระหว่าง 2 งานที่ซึ่งอยู่ในลำดับของการแลกเปลี่ยนตำแหน่ง ซึ่งกันและกัน เช่น งานที่อยู่ในตำแหน่งที่ 1 และ 4 จะมีค่าความล้าหลัง $k = 3$ เป็นต้น สำหรับเฟสไปข้างหน้ามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดให้ค่าความล้าหลัง $k = n - 1$

2. กำหนดให้ตำแหน่งของงาน $j = k + 1$

3. หาค่าของเป้าหมายที่เกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนตำแหน่งของ 2 งานที่อยู่ในลำดับงานที่ดีที่สุดในปัจจุบัน ซึ่งมีค่าความล้าหลังเท่ากับ k โดยงานที่อยู่ในตำแหน่ง j จะแลกเปลี่ยนตำแหน่งกับ งานที่อยู่ในตำแหน่ง $j - k$ (ถ้า $j - k$ มีค่าเป็นศูนย์หรือลบให้ไปทำในขั้นที่ 6 คำนวณค่าเป้าหมายใหม่หลังจากการแลกเปลี่ยนตำแหน่ง แล้วเปรียบเทียบค่าเป้าหมายที่เกิดขึ้นใหม่กับค่าเป้าหมายปัจจุบันของลำดับชิ้นงาน

4. ถ้าค่าเป้าหมายที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 เป็นศูนย์หรือมีค่าบวก ให้ไปทำต่อในขั้นตอนที่ 5 แต่ถ้าค่าเป้าหมายมีค่าเป็นลบ ให้ยกเลิกการแลกเปลี่ยนตำแหน่งดังกล่าวนี้ แล้วเพิ่มค่า j ขึ้น 1 ให้ $(j = j + 1)$ ถ้า j น้อยกว่าหรือเท่ากับ n ให้ไปทำต่อในขั้นตอนที่ 3 หรือถ้าไม่ใช่ก็ให้ไปทำต่อในขั้นตอนที่ 6

5. ถ้าค่าเป้าหมายโดยรวมมีค่าลดลง พบว่าการแลกเปลี่ยนตำแหน่งเช่นนี้ก็จะเป็นสิ่งที่ยอมรับได้

ดังนั้นจึงทำการแลกเปลี่ยนตำแหน่ง แล้วปรับปรุงลำดับชิ้นงานที่ให้ค่าเป้าหมายที่ดีสุดเสียใหม่และให้กลับไปทำในขั้นตอนที่ 1 อีกครั้ง ถึงแม้ว่าค่าเป้าหมายจะมีค่าเท่ากับศูนย์ก็ให้ทำการแลกเปลี่ยนตำแหน่งเช่นเดิม ยกเว้นกรณีที่เซตของงานที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนนี้ได้ถูกตรวจสอบพบว่ามีการแลกเปลี่ยนแล้วในตอนต้นของเฟสไปข้างหน้า กรณีนี้จะไม่มีการแลกเปลี่ยนตำแหน่ง ต่อจากนี้ให้เพิ่มค่า j ขึ้นไปอีก 1 แต่ถ้า j น้อยกว่า n ให้ไปทำในขั้นตอนที่ 3 แต่ถ้า $j = n$ ให้ไปทำในขั้นตอนที่ 6

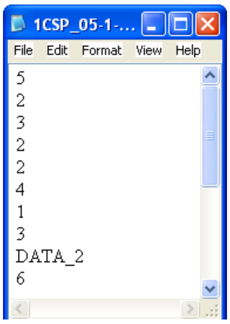
6. ลดค่า k ลง 1 แต่ถ้าค่า $k > 0$ ให้ไปทำในขั้นตอนที่ 2 แต่ถ้า $k = 0$ ให้ไปทำในขั้นตอนที่ 7

7. ลำดับชิ้นงานที่ได้จะเป็นลำดับที่มีค่าเป้าหมายดีที่สุดจากวิธีเฟสไปข้างหน้า

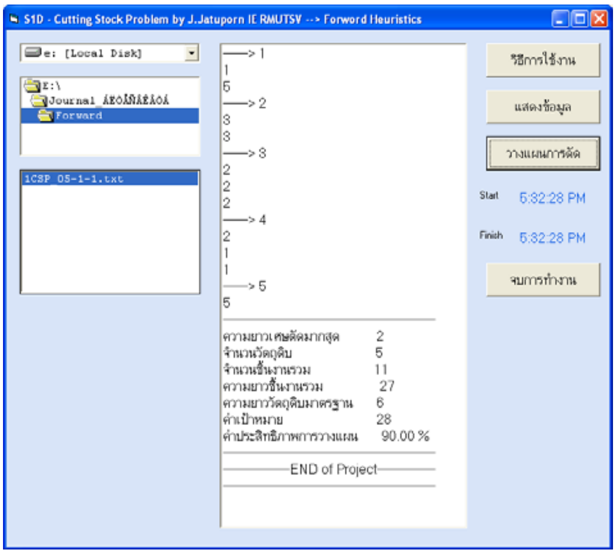
2.3 **การพัฒนาโปรแกรมวางแผนการตัดชิ้นงาน**

การพัฒนาโปรแกรมด้วย VB6 สำหรับวางแผนการตัดชิ้นงานด้วยวิธีฮิวริสติกแบบไปข้างหน้า โดยผู้ใช้สามารถกำหนดรูปแบบเริ่มต้นของข้อมูลที่

แตกต่างกันได้สี่รูปแบบ โดยผู้ใช้จะบันทึกข้อมูลลงในแฟ้มข้อมูล โดยมีลักษณะการจัดเก็บข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลความยาวชิ้นงาน จำนวนชิ้นงาน และขนาดความยาวของวัตถุดิบ ลักษณะของโปรแกรม แสดงในรูปที่ 2 ประกอบด้วยวิธีการใช้งาน การจัดการแฟ้มเก็บข้อมูลชิ้นงาน แสดงข้อมูลภายในแฟ้มงานและแผนการตัด



รูปที่ 1 แฟ้มบันทึกข้อมูลชิ้นงาน



รูปที่ 2 โปรแกรมจัดเรียงชิ้นงาน

2.4 การคำนวณหาค่าเป้าหมาย

กำหนดความยาววัตถุดิบมีค่าเท่ากับ 6 เมตร ผลการจัดเรียงตามขนาดความยาวของชิ้นงานและจำนวนชิ้นงานตามที่ต้องการ {1 5 3 3 2 2 2 2 1 1 5} ผลการจัดเรียงแสดงในตารางที่ 1 พบว่าเศษตัดที่เกิดขึ้นมีความยาวมากที่สุดเท่ากับ 2 เมตร วัตถุดิบที่เลือกใช้มีจำนวน 5 ชิ้น การคำนวณค่าเป้าหมายมีค่าเท่ากับ (5 ชิ้น x 6 เมตร) – 2 เมตร = 28 เมตร

ตารางที่ 1 ผลการจัดเรียงชิ้นงาน

วัตถุดิบ	ชิ้นงาน	ความยาวเศษตัด
1	1 5	0
2	3 3	0
3	2 2 2	0
4	2 1 1	2
5	5	1

2.5 รูปแบบเริ่มต้นข้อมูล

กำหนดรูปแบบข้อมูลเริ่มต้นจำนวนสี่รูปแบบด้วยกันของวิธีการฮิวริสติกแบบไปข้างหน้า (Forward Heuristic) คือ

1. แบบยาวไปหาสั้น (Descending)

   {5 5 3 3 2 2 2 2 1 1 1}

2. แบบสั้นไปหายาว (Ascending)

   {1 1 1 2 2 2 2 3 3 5 5}

3. แบบสลับกลุ่ม (Switching)

   {2 2 2 2 1 1 1 3 3 5 5}

4. แบบสุ่ม (Random)

   {5 2 2 1 1 3 2 2 3 5 1}

3. ผลการทดลอง

3.1 ผลที่ได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

ผลการจัดเรียงรูปแบบของการเริ่มต้นแบบสลับกลุ่ม (OBJ-4) และแบบสุ่ม (OBJ-5) จะให้ค่าเป้าหมายเฉลี่ยที่ดีที่สุดหรือใกล้กับค่าที่ดีสุดดังแสดงผลในตารางที่ 2

สำหรับเวลาที่ใช้ในการหาค่าเป้าหมายพบว่ารูปแบบสั้นไปหายาว (T3) ใช้เวลาน้อยที่สุด 4.8 วินาที

ตารางที่ 2 ผลการทดลองจัดเรียงชิ้นงานด้วยวิธีการฮิวริสติกแบบไปข้างหน้า

ลำดับ	ค่าดีที่สุด		รูปแบบเริ่มต้นของข้อมูล							
			แบบยาวไปหาสั้น		แบบสั้นไปหายาว		แบบสลับกลุ่ม		แบบสุ่ม	
	OBJ-1	T1	OBJ-2	T2	OBJ-3	T3	OBJ-4	T4	OBJ-5	T5
1	31.30	2	32.50	1	31.70	1	32.50	1	32.50	1
2	29.20	2	29.40	2	30.20	2	29.70	2	29.70	2
3	28.70	0	30.30	1	30.30	1	28.70	2	28.70	2
4	28.20	9	28.55	5	28.90	2	28.50	3	28.50	3
5	33.70	0	34.10	5	34.05	6	34.10	6	34.10	6
6	46.50	6	47.25	8	46.75	6	46.80	6	46.80	6
7	46.00	15	46.45	11	46.45	10	46.45	13	46.45	13
8	33.00	12	33.50	7	33.90	6	33.50	6	33.50	6
9	52.00	0	55.1	9	53.20	12	53.00	16	53.00	16
10	20.20	0	20.20	1	20.40	1	20.40	2	20.40	2
11	29.00	86	29.35	7	29.40	4	29.60	4	29.60	4
12	39.30	30	39.50	1	40.40	2	40.20	1	40.20	1
13	55.40	38	56.20	0	56.20	0	56.20	1	56.20	1
14	47.70	16	47.70	1	47.70	2	47.70	2	47.70	2
15	59.60	1	61.20	4	62.70	5	62.70	4	62.70	4
16	54.55	48	57.48	6	57.48	6	57.91	7	57.91	7
17	64.10	117	65.20	6	65.00	6	64.55	8	64.55	8
18	54.30	28	54.50	7	55.05	7	55.35	7	55.35	7
19	70.50	6	70.70	9	70.80	8	70.70	8	70.70	8
20	73.60	190	75.00	11	74.30	9	74.60	12	74.60	12
เฉลี่ย	44.8425	30.3	45.709	5.1	45.744	4.8	45.658	5.55	45.658	5.55

3.2 ผลการวิเคราะห์ ANOVA ด้วยโปรแกรม Minitab14

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเป้าหมาย แสดงในรูปที่ 3 พบว่า วิธีการทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันของค่าเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

```
Results for: Forward Method

One-way ANOVA: OBJ versus Method

Source  DF     SS   MS     F      P
Method   4     12    3  0.01  1.000
Error   95  23448  247
Total   99  23460

S = 15.71   R-Sq = 0.05%   R-Sq(adj) = 0.00%

                              Individual 99% CIs For Mean Based on
                              Pooled StDev
Level    N   Mean  StDev  ---------+---------+---------+---------+
OBJ-1   20  44.84  15.48  (------------------*-----------------)
OBJ-2   20  45.71  15.79    (-----------------*------------------)
OBJ-3   20  45.74  15.68    (-----------------*------------------)
OBJ-4   20  45.66  15.80    (-----------------*------------------)
OBJ-5   20  45.66  15.80    (-----------------*------------------)
                          ---------+---------+---------+---------+
                                40.0      45.0      50.0      55.0
```

รูปที่ 3 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเป้าหมาย

```
Results for: Forward Method

One-way ANOVA: Time versus T-Method

Source    DF     SS    MS     F      P
T-Method   4  10048  2512  5.17  0.001
Error     95  46195   486
Total     99  56243

S = 22.05   R-Sq = 17.87%   R-Sq(adj) = 14.41%

                              Individual 99% CIs For Mean Based on
                              Pooled StDev
Level   N   Mean  StDev  -----+---------+---------+---------+----
T1     20  30.30  48.69                   (-------*--------)
T2     20   5.10   3.57  (-------*--------)
T3     20   4.80   3.38  (-------*--------)
T4     20   5.55   4.27  (--------*-------)
T5     20   5.55   4.27  (--------*-------)
                         -----+---------+---------+---------+----
                              0        15        30        45
```

รูปที่ 4 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างของเวลา
ในการหาค่าเป้าหมาย

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของเวลาในการหาค่าเป้าหมาย ในรูปที่ 4 พบว่า มีอย่างน้อยหนึ่งวิธีการที่ให้ค่าเวลาในการหาค่าเป้าหมายแตกต่างจากวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

```
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of T-Method

Individual confidence level = 99.34%

T-Method = T1 subtracted from:

T-Method   Lower  Center  Upper  --+---------+---------+---------+-------
T2        -44.58  -25.20  -5.82  (--------*---------)
T3        -44.88  -25.50  -6.12  (--------*---------)
T4        -44.13  -24.75  -5.37  (---------*--------)
T5        -44.13  -24.75  -5.37  (---------*--------)
                                 --+---------+---------+---------+-------
                                 -40       -20         0        20

T-Method = T2 subtracted from:

T-Method   Lower  Center  Upper  --+---------+---------+---------+-------
T3        -19.68   -0.30  19.08             (---------*---------)
T4        -18.93    0.45  19.83              (--------*---------)
T5        -18.93    0.45  19.83              (--------*---------)
                                 --+---------+---------+---------+-------
                                 -40       -20         0        20

T-Method = T3 subtracted from:

T-Method   Lower  Center  Upper  --+---------+---------+---------+-------
T4        -18.63    0.75  20.13              (--------*---------)
T5        -18.63    0.75  20.13              (--------*---------)
                                 --+---------+---------+---------+-------
                                 -40       -20         0        20

T-Method = T4 subtracted from:

T-Method   Lower  Center  Upper  --+---------+---------+---------+-------
T5        -19.38    0.00  19.38             (---------*---------)
                                 --+---------+---------+---------+-------
```

รูปที่ 5 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างเวลา
ในการหาค่าเป้าหมายรายคู่

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของเวลาในการหาค่าเป้าหมายเป็นรายคู่โดยวิธีการ Tukey ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงในรูปที่ 5 พบว่า

- เวลาในการหาค่าเป้าหมายของวิธีหาค่าที่ดีที่สุดมีความแตกต่างกันกับวิธีอื่นๆทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
- เวลาในการหาค่าเป้าหมายเป็นรายคู่ของรูปแบบเริ่มต้นทั้งสี่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. อภิปรายผล

รูปแบบเริ่มต้นของวิธีฮิวริสติกแบบไปข้างหน้าทั้งสี่รูปแบบ คือ แบบยาวไปหาสั้น แบบสั้นไปหายาว แบบสลับกลุ่ม และแบบสุ่มมีค่าเป้าหมายไม่แตกต่างกับค่าดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับเวลาในการหาค่าเป้าหมายของรูปแบบเริ่มต้นทั้งสี่พบว่ามีความแตกต่างกับวิธีค่าที่ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยทั้งสี่รูปแบบจะใช้เวลาน้อยกว่าวิธีที่ดีที่สุด โดยรูปแบบสลับกลุ่มและแบบสุ่มจะใช้เวลาน้อยที่สุด

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวางแผนการจัดเรียงชิ้นงานแบบหนึ่งมิติเพื่อให้มีการใช้วัสดุน้อยที่สุดหรือเกิดเศษที่เกิดจากการตัดน้อยที่สุดและเศษตัดที่เกิดขึ้นหนึ่งชิ้นมีความยาวมากที่สุด โดยวิธีการเปรียบเทียบรูปแบบเริ่มต้นของวิธีฮิวริสติกแบบไปข้างหน้าที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้พบว่าสามารถนำมาใช้วางแผนการตัดชิ้นงานได้ ซึ่งในตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไม่ได้กล่าวถึงรูปแบบเริ่มต้นแบบต่างๆของฮิวริสติกที่นำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาในลักษณะนี้มาก่อน การวิจัยนี้ช่วยให้มีการเลือกใช้รูปแบบเริ่มต้นของวิธีฮิวริสติกแบบไปข้างหน้าอย่างเหมาะสม

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Gilmore, P.C. and Gomory, R.E. A Linear Programming Approach to the Cutting Stock Problem. Operation Research, Vol. 9, 1961, pp. 845–859,

[2] Gilmore, P.C. and Gomory, R.E. A Linear Programming Approach to the Cutting Stock Problem: Part II. Operation Research, Vol. 11, 1963, pp. 863–888.

[3] Gramani, M.C.N. and Franca, P.M. The Combined Cutting-Stock and Lot-Sizing Problem in Industrial Processes, POMS Meeting, Orlando, 2001.

[4] นราธิป แสงซ้าย และ พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล. ปัญหาการตัดหนึ่งมิติพร้อมด้วยความต้องการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา. การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ, 2547, หน้า 94-103.

[5] นราธิป แสงซ้าย และ พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล. ปัญหาการตัดหนึ่งมิติสำหรับการวางแผนการรวมศูนย์กลางและการกระจายศูนย์กลางสำหรับการตัดวัสดุ, การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ, 2548, หน้า 28-37.

[6] Abbas Afshar, Helia Amiri and Ehsan Eshtehardian, An Improved Linear Programming Model For One-Dimensional Cutting Stock Problem. First International Conference on Construction In Developing Countries (ICCIDCI), Karachi, Pakistan,

2008, pp. 51-56.

[7] ปรีชา เกรียงกรกฎ และ นุชสรา เกรียงกรกฎ. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการปัญหาตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติด้วยวิธีฮิวลิสติก, วารสารวิชาการ มอบ, ปีที่ 12, ฉบับที่ 2, พฤษภาคม – สิงหาคม 2553, หน้า 8-16.

[8] สุเทพ บุตรดี, สมเกียรติ จงประสิทธิพร และ กัญจนา ทองสนิท. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการตัดสินใจการตัดอลูมิเนียมโพรไฟล์ที่เหมาะสมโดยวิธีลินเนียโปรแกรมมิ่งและฮิวลิสติก, การประชุมข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ, 25-26 ตุลาคม 2554, หน้า 28-35.

[9] จตุพร ใจดำรงค์, ปิยวิทย์ สุวรรณ และ บรรเลง คำเกตุ. การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการตัดชิ้นงานหนึ่งมิติเพื่อให้ได้เศษตัดที่มีประสิทธิภาพ. การประชุมวิชาการด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรมแห่งชาติ, ครั้งที่ 2, 11 เมษายน 2554, หน้า 150-154.

[10] ปารเมศ ชุติมา. การประยุกต์เทคนิคการจัดตารางในอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

8. ภาคผนวก

ตารางที่ 3 ข้อมูลการทดลองจัดเรียงชิ้นงาน

ลำดับ	ความยาววัสดุ (เมตร)	จำนวนชิ้นงานรวม (ชิ้น)	ความยาวชิ้นงาน (จำนวนชิ้นงาน) เมตร(ชิ้น)
1	6	14	3.2(3), 2.5(4), 1.7(4), 1.3(3)
2	6	20	4.2(4), 1.5(6), 0.4(6), 0.2(4)
3	6	15	3.5(5), 2.4(2), 1.2(4), 0.3(4)
4	6	40	2.1(5), 1.2(8), 1(6), 0.35(6)
5	6	40	2(14), 1.4(8), 0.6(8), .25(10)
6	6	40	2(6), 1.2(12), 0.4(12), 0.25(10)
7	6	55	2.05(15), 0.4(20), 0.35(20)
8	6	36	1.8(6), 1.3(10), 0.5(10), 0.4(10)
9	6	65	2.8(5), 1.1(20), 0.7(20), 0.1(20)
10	6	19	2.0(4), 1.2(4), 1(5), 0.4(6)
11	6	30	2.5(4), 1.25(4), 1(2), 0.8(10), 0.4(10)
12	6	18	3.5(4), 2.2(3), 2(6), 1.1(5)
13	12	14	5.2(3), 4.5(4), 3.7(4), 2.3(3)
14	12	20	4.2(4), 3.5(6), 1.2(6), 0.6(4)
15	12	24	3.5(10), 2.7(6), 1.2(6), 0.3(4)
16	12	30	2.6(15), 1.85(4), 1.23(6), 0.45(7)
17	12	40	2.6(13), 1.5(10), 1.2(10), 0.45(7)
18	12	44	2.6(6), 1.5(12), 1.2(12), 0.45(14)
19	12	55	1.7(15), 1.5(20), 1.2(10), 0.3(10)
20	12	65	1.5(20), 1.3(15), 1.2(15), 0.4(15)