ระบบงานวางแผนการตัดสำหรับพัสดุแบบหนึ่งมิติบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

Web-based Cutting Plan System for One Dimensional Stock Problem

ปรีชา เกรียงกรกฎ* นุชสรา เกรียงกรกฎ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190

Preecha Kriengkorakot* Nuchsara Kriengkorakot
Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University, Warinchamrap, Ubon Ratchathani 34190
Tel : 0-4535-3357 E-mail: enpreekr@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบงานวางแผนการตัดบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่มีชื่อว่า Cutter 2.0 สำหรับจัดการปัญหาการตัดพัสดุแบบหนึ่งมิติ ระบบงานจะทำการวิเคราะห์แผนการตัดโดยเลือกจากวิธีฮิวริสติกจำนวน 4 วิธี ซึ่งประกอบด้วย วิธีความยาวมากที่สุด ความยาวน้อยที่สุด วิธีสุ่ม และวิธีสุ่มแบบ Greedy ผลที่ได้จากระบบงานจะแสดงถึงจำนวนวัตถุดิบที่ต้องใช้ทั้งหมด ประสิทธิภาพการตัด จำนวนเศษ รวมทั้งสามารถเปลี่ยนระยะความยาวของวัตถุดิบที่จะตัดได้ จากการทดสอบจะเห็นว่าระบบงาน Cutter 2.0 ทำให้การวางแผนการตัดเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิผลกว่าวิธีการตัดแบบเดิมที่ไม่มีการวางแผน

คำหลัก ปัญหาตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติ ฮิวริสติก อินเตอร์เน็ต

Abstract

This research is aimed to develop web-based cutting plan system, namely Cutter 2.0. It is used for managing one dimensional cutting stock problem. This system analyzes cutting plan by selecting from four heuristic approaches which are maximum length method, minimum length method, random method, and greedy randomized method. The results from system present number of raw material, cutting efficiency, number of scrap, and also able to change the raw material length. From the experiment, cutting plan system by using Cutter 2.0 will be faster and more effective than conventional method which no planning.

Keywords: One dimensional cutting stock problems, heuristics, internet

1. บทนำ

พัสดุแบบหนึ่งมิติ คือ วัสดุที่มีลักษณะยาวสามารถพบเห็นได้ในงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป ได้แก่ ท่อนเหล็ก เหล็กเส้น ท่อน้ำ ท่อนไม้ เป็นต้น พัสดุแบบหนึ่งมิตินี้จะไม่พิจารณาความกว้างและความหนา จะพิจารณาเฉพาะความยาวเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ดังรูปที่ 1 พัสดุแบบหนึ่งมิติมักจะถูกใช้เป็นองค์ประกอบในชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ

(ก) ท่อนเหล็ก

(ข) เหล็กเส้น

รูปที่ 1 ตัวอย่างพัสดุแบบหนึ่งมิติ

ปัญหาตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิตินั้นจะเป็นการพิจารณาตัดวัสดุโดยใช้ความยาวเป็นเกณฑ์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งลักษณะปัญหาตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติ คือ เมื่อมีวัตถุดิบหรือวัสดุแบบหนึ่งมิติอยู่จำนวนหนึ่งแล้วจะต้องตัดวัสดุดังกล่าวตามความยาวและจำนวนที่ต้องการ จะต้องตัดวัสดุดังกล่าวอย่างไรโดยใช้จำนวนวัตถุดิบให้น้อยที่สุด รวมทั้งให้มีเศษเหลือน้อยที่สุดด้วย

ทั้งนี้เพื่อทำให้ลดจำนวนของเสียและประหยัดต้นทุนให้มากที่สุด สำหรับวิธีการตัดในปัจจุบันนั้น พบว่าเมื่อต้องการใช้ชิ้นงานใด ก็จะตัดวัตถุดิบตามระยะของชิ้นงานนั้น โดยไม่มีการวางแผนล่วงหน้า และถ้าวัตถุดิบเหลือระยะความยาวไม่พอ ก็จะเบิกวัตถุดิบท่อนใหม่ หรือสั่งซื้อเพิ่ม ส่วนใหญ่แล้วผู้ที่รับผิดชอบในงานลักษณะนี้มักจะใช้ประสบการณ์ในการตัดสินใจเพียงอย่างเดียว อาจเนื่องจากไม่มีเครื่องมือช่วยในการวางแผน ทำให้ไม่มีการวิเคราะห์ถึงหลักเกณฑ์วิธีการตัดวัสดุในลักษณะต่างๆ ส่งผลให้การตัดวัสดุในครั้งนั้นมีโอกาสที่จะมีเศษวัสดุเป็นจำนวนมาก ดังรูปที่ 2 และทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

(ก)

(ข)

รูปที่ 2 เศษวัสดุที่เกิดขึ้นจากการตัด

ส่วนวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาในงานวิจัยนี้ จะใช้วิธีฮิวริสติก (heuristic) ซึ่งถือได้ว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง มีการนำไปใช้ในงานวิจัยมากมาย เป็นการวิเคราะห์วิธีการตัดวัสดุในหลักเกณฑ์แบบต่าง ๆ เช่น ใช้ความยาวที่มากที่สุด ใช้ความยาวที่น้อยที่สุด ใช้การสุ่ม เป็นต้น เพื่อพิจารณาว่าหลักเกณฑ์แบบใดใช้จำนวนวัตถุดิบน้อยที่สุด รวมทั้งมีเศษวัสดุเหลือน้อยที่สุด ดังนั้นในการวางแผนการตัดวัสดุจะทดลองวิเคราะห์ด้วยหลักเกณฑ์แบบฮิวริสติกข้างต้น เพื่อพิจารณาว่าหลักเกณฑ์ใดให้ประโยชน์สูงที่สุด ซึ่งจะทำให้การตัดวัสดุนั้นมีความมั่นใจ มีประสิทธิผลและประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

นอกจากนั้นในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังนั้นการพัฒนาระบบงานวางแผนการตัดสำหรับพัสดุแบบหนึ่งมิติให้ทำงานบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตจะช่วยทำให้งานวางแผนการตัดดังกล่าวมีความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาระบบงานวางแผนการตัดบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตสำหรับจัดการปัญหาตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติด้วยวิธีฮิวริสติกข้างต้น โดยมีชื่อว่า Cutter 2.0 เป็นระบบงานที่ใช้วิเคราะห์วางแผนการตัดในลักษณะต่างๆ ผู้ใช้งานป้อนข้อมูลความยาวและจำนวนที่ต้องการตัดต่างๆ เลือกวิธีฮิวริสติก ระบบงานจะทำการวิเคราะห์ผลการตัดด้วยวิธีดังกล่าวให้ทราบ เพื่อทำให้การวางแผนการตัดวัสดุเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

จากการศึกษาผลการวิจัยเกี่ยวกับการตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติ พบว่ามีการคิดค้นหลายเทคนิควิธีแตกต่างตามแต่ละปัญหา เช่น วิธีการค้นหาคำตอบสำหรับปัญหาการตัด 1 มิติ ภายใต้เงื่อนไขความต้องการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา รวมถึงได้พิจารณาข้อจำกัดด้านความสามารถในการผลิตที่แตกต่างกันตามช่วงเวลา [1] โดยมีเป้าหมายให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด สำหรับเทคนิคที่ใช้ได้แก่ เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรง และเทคนิค Column Generation หลังจากนำไปทดสอบกับตัวอย่างปัญหาพบว่าเทคนิค Column Generation สามารถช่วยปรับปรุงทำให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายโดยรวมลดลงมากกว่าเทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรง เทคนิควิธีต่อมาได้แก่การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการตัดสินใจการตัดอลูมิเนียมโพรไฟล์ที่เหมาะสม โดยวิธีแบบลินเนียโปรแกรมมิ่งและฮิวริสติก [2] โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเศษที่เกิดขึ้นบริเวณหัวท้ายของอลูมิเนียมเส้นจากการตัด โดยใช้เทคนิควิธี Heuristic และ Integer Linear Programming ในการวิจัยนี้ได้ทำการเปรียบเทียบค่า Yield ของแต่ละทางเลือก พบว่า วิธีการ Heuristic ให้ค่า Yield ที่สูงกว่าการคำนวณด้วยวิธีเดิม และวิธีการ Integer Linear Programming จะให้ค่า Yield สูงกว่าการคำนวณด้วยวิธี Heuristic อีกด้วย เทคนิควิธีการถัดมาได้แก่แผนการตัดไม้โดยใช้เทคนิควิธีการแยกย่อยปัญหา (decomposition strategy) [3] โดยมีขั้นตอน คือ (1) วาง

แผนการตัดไม้แต่ละขนาดให้เหลือเศษน้อยที่สุด (2) กรองเอาวิธีการตัดไม้ที่เหลือเศษเกินกว่าที่จะยอมรับได้ออกจากการพิจารณา และ (3) นำวิธีการตัดไม้ที่เหลืออยู่มาพิจารณาร่วมกันเพื่อตัดไม้ให้ได้ชิ้นส่วนตามต้องการมากที่สุด ซึ่งหากยังไม่ครบจำนวนตามที่ต้องการจะวางแผนในรอบถัดไปจนกว่าจะได้จำนวนตามต้องการ งานวิจัยนี้ใช้ตัวแบบโปรแกรมเลขจำนวนเต็ม ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Lingo โดยนำไปทดลองในโรงงานผลิตกรอบรูปไม้ พบว่าวิธีการใหม่ใช้เวลาคำนวณน้อยกว่าวิธีเดิม และมีปริมาตรเศษอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ รวมถึงทำให้การวางแผนตัดไม้เป็นระบบมากขึ้น วิธีการถัดไปได้แก่วิธีการวิเคราะห์แผนการตัดแบ่งวัสดุแบบหนึ่งมิติ ด้วยวิธีการแบบ Combined หรือที่ประกอบด้วย 2 เทคนิค คือ เทคนิควิธี Sequential Heuristic Procedure (SHP) และเทคนิควิธี Branch-and-Bound [4] ซึ่งผลการวิจัยพบว่าผลที่ได้นั้นใกล้เคียงหรือเกือบจะได้คำตอบที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแบบ Exact และเทคนิควิธีการสุดท้ายที่เรียกว่า Tabu Search [5] ซึ่งเป็น Heuristic อย่างหนึ่งในการวางแผนการตัดแบ่งวัสดุแบบหนึ่งมิติ โดยได้ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบหลายวัตถุประสงค์ ซึ่งได้นำไปทดสอบกับงานตัดเหล็กในอุตสาหกรรมอู่ต่อเรือ พบว่าผลที่ได้มีประสิทธิผลและประสิทธิภาพที่น่าพอใจ

สำหรับการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับระบบงานบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตพบว่ามีการพัฒนาระบบเพื่อช่วยเป็นเครื่องมือในการทำงานต่าง ๆ เช่น ระบบสนับสนุนการบริหารโครงการด้วย CPM และ PERT ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต [6] เป็นงานวิจัยที่สร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ทำงานผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เพื่อใช้ในการหาเส้นทางวิกฤตของโครงการด้วยวิธี CPM และ PERT โดยผลที่ได้จะเป็นรายงานของเวลาต่าง ๆ ได้แก่ เวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด เวลาเริ่มต้นช้าที่สุด เวลาเสร็จเร็วที่สุด เวลาเสร็จช้าที่สุด และเวลาสำรองเหลือของกิจกรรม นอกเหนือจากนั้นระบบยังสามารถแสดงภาพข่ายงานชนิด AON ได้อีกด้วย ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล ใช้ Internet Explorer เป็นโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ และใช้โปรแกรม PHP เป็นภาษาหลักในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เครื่องมือที่ใช้ทดสอบระบบเป็นแบบสอบถาม เมื่อนำระบบไปทดลองใช้แล้วพบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในระดับดี ระบบงานต่อมาได้แก่ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในระบบการปลูกพืชบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต [7] เป็นงานวิจัยที่สร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตสำหรับการเลือกปลูกพืช โดยใช้หลักการของการวิจัยดำเนินงาน ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นตรงและใช้ Simplex Algorithm ในการหาผลเฉลย โดยมีฟังค์ชั่นวัตถุประสงค์ คือ กำไรสูงสุดของระบบการปลูกพืช ภายใต้ข้อจำกัด 2 อย่าง คือ เงื่อนไขทางด้านพื้นที่ และเงื่อนไขด้านต้นทุนการผลิตพืช มาใช้เป็นตัวแบบในการวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Microsoft Access เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล ใช้ IIS (internet information server) เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็น Web Server และใช้โปรแกรม ASP เป็นภาษาหลักในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ หลังจากได้นำระบบไปทดลองใช้บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต พบว่าให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำและน่าเชื่อถือในระดับหนึ่ง ถ้าต้องการให้ระบบนี้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ควรจะต้องมีการปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูลให้ทันสมัยอยู่เสมอ และระบบงานที่ประยุกต์ใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือไปพัฒนาเข้ากับระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ทำงานผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต [8] ใช้สำหรับวิเคราะห์ความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในการทำธุรกิจทางอินเตอร์เน็ต หรือ E-Commerce ระบบถูกสร้างด้วยภาษา ASP โดยใช้ Access เป็นระบบฐานข้อมูลเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความเสี่ยง ระบบนี้ออกแบบไว้ให้สามารถแจกแจงความเสี่ยงได้ 51 ประเภท ระบบสนับสนุนการตัดสินใจนี้ได้ถูกใช้งานและมีการประเมิน พบว่าผู้ใช้งานส่วนใหญ่ให้คะแนนความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดี

2. รูปแบบปัญหา

รูปแบบปัญหาการตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติ มีวัตถุประสงค์คือต้องการใช้จำนวนวัตถุดิบให้น้อยที่สุด โดยถือว่าวัตถุดิบที่จะนำมาตัดนั้นมีจำนวนไม่จำกัด สำหรับเงื่อนไขการตัดคือ วัตถุดิบแต่ละท่อนจะถูกตัดแบ่งตามความยาวที่ต้องการที่ระยะ d_i โดย i = 1, 2, 3, ..., m ซึ่งจะต้องห้ามเกินความยาวของวัตถุดิบมีระยะความยาว L สำหรับรูปแบบสมการโปรแกรมเชิงเส้นตรงในลักษณะของวัตถุประสงค์และเงื่อนไขดังกล่าวสามารถแสดงได้ในสมการที่ (1) และ (2) ตามลำดับดังนี้

Objective: $$Min \quad Z = \sum_{i=1}^{m} x_i \qquad (1)$$

Subject to: $$\sum_{j=1}^{m} d_j x_j \leq L \qquad (2)$$

$$x_i = 0,1 \; ; \begin{cases} x_i = 0, & \text{ถ้าไม่ได้ตัด} \\ x_i = 1, & \text{ถ้านำมาตัด} \end{cases}$$

$$d_j \geq 0 \quad ; \quad j = 1,2,...,m$$

โดย Z = จำนวนวัตถุดิบ

x_i = วัตถุดิบท่อนที่ i

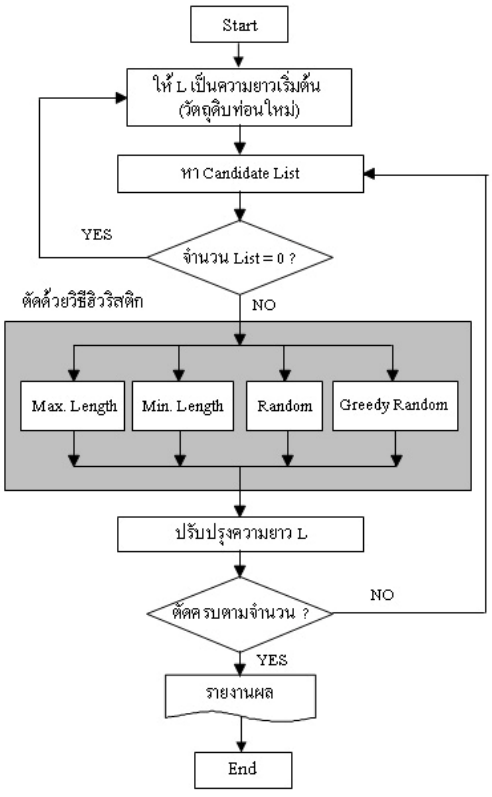
L = ขนาดความยาวของวัตถุดิบ

m = จำนวนรายการที่ต้องตัดทั้งหมด

d_j = ขนาดความยาวที่ต้องการตัดท่อนที่ j และยังไม่ถูกตัด

3. ขั้นตอนการตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติด้วยวิธีฮิวริสติก

ในการตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติด้วยวิธีฮิวริสติก จะมีขั้นตอนดังรูปที่ 3 ดังนี้



รูปที่ 3 ขั้นตอนการตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติด้วยวิธีฮิวริสติก

จากรูปที่ 3 มีขั้นตอนดังนี้

1) ใช้ความยาวของวัตถุดิบที่มีระยะความยาว L เป็นความยาวเริ่มต้น

2) หารายการความยาวที่ต้องการตัด (candidate list) โดยต้องมีความยาวที่น้อยกว่าหรือเท่ากับความยาว L

3) ถ้ามีจำนวนรายการความยาวใน Candidate List

3.1) ให้ใช้วิธีฮิวริสติกในการเลือกความยาวไปตัด ในที่นี้มี 4 วิธี คือ

3.1.1) ใช้วิธีความยาวที่มากที่สุด (max length) คือ เลือกความยาวมากที่สุดใน Candidate List ไปตัดก่อน

3.1.2) ใช้วิธีความยาวที่น้อยที่สุด (min length) คือ เลือกความยาวที่น้อยที่สุดใน Candidate List ไปตัดก่อน

3.1.3) ใช้วิธีสุ่ม (random) คือ สุ่มเลือกความยาวใน Candidate List ไปตัด ซึ่งความยาวทุกรายการใน Candidate List มีโอกาสจะถูกเลือกเท่ากันทั้งหมด

3.1.4) ใช้วิธีสุ่มแบบ Greedy (greedy random) คือ สุ่มเลือกความยาวใน Candidate List ไปตัด ซึ่งความยาวทุกรายการใน Candidate List มีโอกาสจะถูกเลือกไม่เท่ากัน โดยความยาวที่มากที่จะมีโอกาสถูกเลือกมากกว่าความยาวที่น้อย

3.2) เมื่อเลือกความยาวได้แล้ว ให้ปรับปรุงความยาว L ให้เป็นความยาวที่เหลือของวัตถุดิบ โดยการนำความยาวที่เลือกได้จากวิธีฮิวริสติกข้างต้น ไปหักออกจากความยาว L

3.3) กลับไปขั้นตอนที่ 2 อีกครั้ง โดยให้ใช้ความยาวที่เหลือแทนความยาว L

4) ถ้าไม่มีจำนวนรายการความยาวใน Candidate List ให้กลับไปขั้นตอนที่ 1 อีกครั้ง โดยใช้ความยาวของวัตถุดิบที่มีระยะความยาว L เป็นความยาวเริ่มต้นอีกครั้ง

5) ทำขั้นตอนที่ 2 ถึง 4 ซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งความยาวและจำนวนที่ต้องการตัด ถูกนำไปตัดจนหมด

6) สรุปผลการตัด โดยนับจำนวนวัตถุดิบ, ประสิทธิภาพการตัด, เศษที่เหลือจากการตัดทั้งแบบรวมและเฉลี่ย

4. กรณีศึกษา

ในการทดสอบระบบ ได้นำข้อมูลจากผู้ประกอบการต่างๆ มาวางแผนการตัด โดยมีกรณีศึกษาดังรูปที่ 4 ดังนี้

(A)

(B)

(C)

(D)

(E)

(F)

(G)

(H)

รูปที่ 4 กรณีศึกษาที่นำมาศึกษา

จากรูปที่ 4 มีรายละเอียดดังนี้

(A) ประตูเหล็กดัด จำนวน 10 ชุด

(B) ประตูรั้วเหล็ก จำนวน 5 ชุด

(C) โครงสร้างกันสาด จำนวน 2 ชุด

(D) เหล็กดัดหน้าต่างแบบที่ 1 จำนวน 10 ชุด

(E) เหล็กดัดหน้าต่างแบบที่ 2 จำนวน 10 ชุด

(F) ประตูรั้วสแตนเลส จำนวน 5 ชุด

(G) รั้วเหล็ก จำนวน 10 ชุด

(H) รั้วสแตนเลส จำนวน 15 ชุด

ในแต่ละกรณีศึกษาข้างต้น ประกอบด้วยรายการพัสดุแบบหนึ่งมิติที่เกี่ยวข้องดังนี้

หมายเหตุ สำหรับความยาว (ซม.) และจำนวนท่อนของรายการพัสดุแบบหนึ่งมิติ จะใช้สัญลักษณ์ดังนี้ (50/15) หมายถึง มีความยาวเท่ากับ 50 ซม. และต้องการจำนวน 15 ท่อน

(A) ประตูเหล็กดัด จำนวน 10 ชุด ประกอบด้วย

(A.1) เหล็กกล่องไม้ขีด ขนาด 1 นิ้ว x 2 นิ้ว: {(200/20), (195/20), (86/20), (80/30)}

(A.2) เหล็กเส้นขนาด 3/8 นิ้ว: {(95/40), (61/60), (8/120)}

(B) ประตูรั้วเหล็ก จำนวน 5 ชุด ประกอบด้วย

(B.1) เหล็กกล่องไม้ขีด ขนาด 2 นิ้ว x 2 นิ้ว: {(200/5), (186/10), (71/10)}

(B.2) เหล็กกล่องไม้ขีด ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว: {(60/45), (36/5), (34/5), (33/5), (28/5), (26/5), (18/5), (16/5)}

(C) โครงสร้างกันสาด จำนวน 2 ชุด ประกอบด้วย

เหล็กกล่องไม้ขีด ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว: {(324/8), (114/8), (98/8), (36/8), (25/8), (15.5/8)}

(D) เหล็กดัดหน้าต่างแบบที่ 1 จำนวน 10 ชุด ประกอบด้วย

เหล็กเส้นขนาด 3/8 นิ้ว: {(48/280), (122/30), (132/20), (107.5/20), (13/140), (30/80)}

(E) เหล็กดัดหน้าต่างแบบที่ 2 จำนวน 10 ชุด ประกอบด้วย

เหล็กแบนขนาด 3/8 นิ้ว: {(41/60), (43/30), (58/20), (96/40), (8/40), (30/40)}

(F) ประตูรั้วสแตนเลส จำนวน 5 ชุด ประกอบด้วย

(F.1) เหล็กสแตนเลส ขนาด 2 นิ้ว: {(395/10), (380/10), (180/10)}

(F.2) เหล็กสแตนเลส ขนาด 1 นิ้ว: {(41/10), (33/10), (128/145)}

(G) รั้วเหล็ก จำนวน 10 ชุด ประกอบด้วย

เหล็กกล่องไม้ขีด ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว: {(200/10), (135/20), (84/20), (26/10), (36/10), (43/10), (46/10), (44/10), (38/10), (25/150), (30/140)}

(H) รั้วสแตนเลส จำนวน 15 ชุด ประกอบด้วย

เหล็กสแตนเลส ขนาด 1 นิ้ว: {(98/60), (60/60), (70/45), (9/60)}

สำหรับความยาวของวัตถุดิบที่ผู้ประกอบการใช้ในทุกรายการข้างต้น จะมีความยาวเท่ากันทั้งหมดที่ระยะ 6 เมตร สำหรับตารางที่ 1 จะเป็นจำนวนวัตถุดิบที่ใช้และเศษที่เหลือโดยรวมจากกรณีศึกษาทั้งหมด

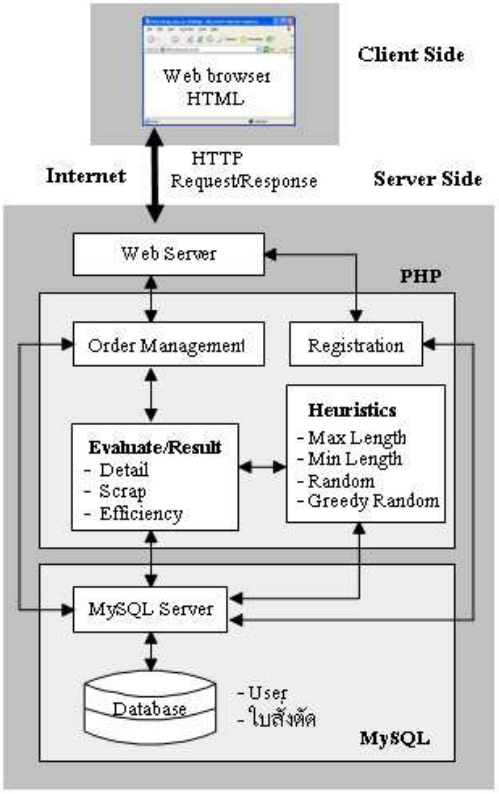
ตารางที่ 1 จำนวนวัตถุดิบที่ใช้และเศษที่เหลือของผู้ประกอบการ

กรณีศึกษา	วัตถุดิบที่ใช้ (ท่อน)	เศษเหลือโดยรวม (ซม.)
A.1	28	1180
A.2	15	580
B.1	7	630
B.2	7	545
C	9	500
D	45	890
E	18	530
F.1	21	3050
F.2	38	3500
G	29	740
H	23	630

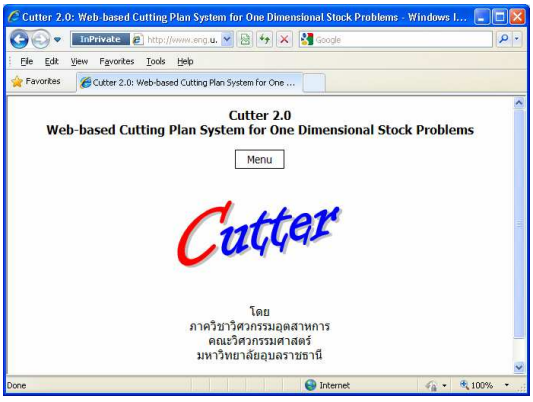
5. ระบบงาน Cutter 2.0

Cutter 2.0 คือ ระบบงานคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นให้ทำงานบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อใช้สำหรับวางแผนการตัดพัสดุแบบหนึ่งมิติ ถูกออกแบบให้ทำงานแบบ Client/Server โดยมีการติดต่อสื่อสารแบบ Request/Response ผ่านระบบอินเตอร์เน็ตโดยใช้โปรโตคอลแบบ HTTP โดยมีลักษณะการทำงานดังรูปที่ 5 จะเห็นว่าในการทำงานด้านขอใช้บริการ (client side) จะต้องทำงานผ่านโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ที่แสดงผลด้วยภาษา HTML จากนั้นก็จะติดต่อไปยัง Web Server แล้วส่งข้อมูลกลับมาตามที่ได้เขียนโปรแกรมเอาไว้ ส่วนการทำงานด้านให้บริการ (server side) จะเป็นหน้าที่ของ Web Server เตรียมให้บริการตามความต้องการ โดยได้ใช้โปรแกรมภาษา PHP ทำงานร่วมกับระบบฐานข้อมูล MySQL สำหรับชุดคำสั่งของระบบงาน ได้แก่ การลงทะเบียน (registration), การจัดการใบสั่งตัด (order management), วิธีฮิวริสติก (heuristics), การประเมินและผลลัพธ์ (evaluation & result) ส่วนระบบฐานข้อมูลได้แก่ ฐานข้อมูล User และใบสั่งตัด

เมื่อเข้าสู่ระบบงาน Cutter 2.0 จะมีหน้าแรกดังรูปที่ 6



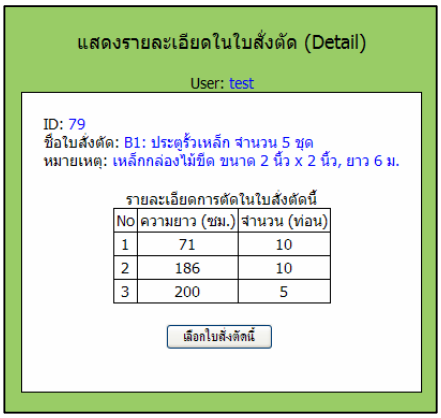
รูปที่ 5 การออกแบบระบบงาน Cutter 2.0



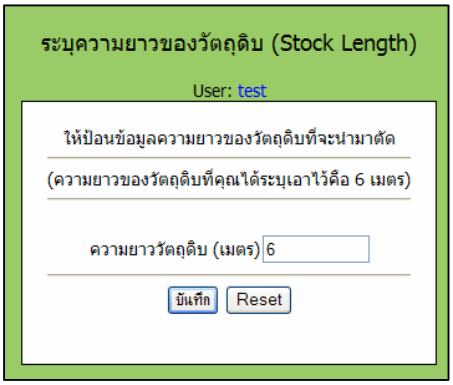
รูปที่ 6 หน้าแรกของระบบงาน Cutter 2.0

เนื่องจากระบบงาน Cutter 2.0 ได้ถูกออกแบบให้มีการทำงานใน 2 ส่วนหลักคือ ส่วนที่ใช้จัดการข้อมูลของปัญหาหรือใบสั่งตัด และส่วนที่ใช้วิเคราะห์หรือวางแผนการตัด ดังนั้นในการใช้งาน ผู้ใช้จะต้องทำการลงทะเบียนก่อน เมื่อเข้าสู่ระบบแล้วในเบื้องต้นจะต้องทำการจัดการข้อมูลของใบสั่งตัด โดยตั้งชื่อใบสั่งตัด กรอกข้อมูลของระยะความยาว และจำนวนที่ต้องการจะตัด ในที่นี้จะใช้ข้อมูลในส่วนของ B.1 คือเหล็กกล่องไม้ขีด

ขนาด 2 นิ้ว x 2 นิ้ว ที่มีรายการตัดที่ต้องการคือ {(200/5), (186/10), (71/10)} เป็นตัวอย่างข้อมูลใบสั่งตัดที่กรอกเข้าสู่ระบบงาน เมื่อระบบทำการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลแล้วจะได้ดังรูปที่ 7



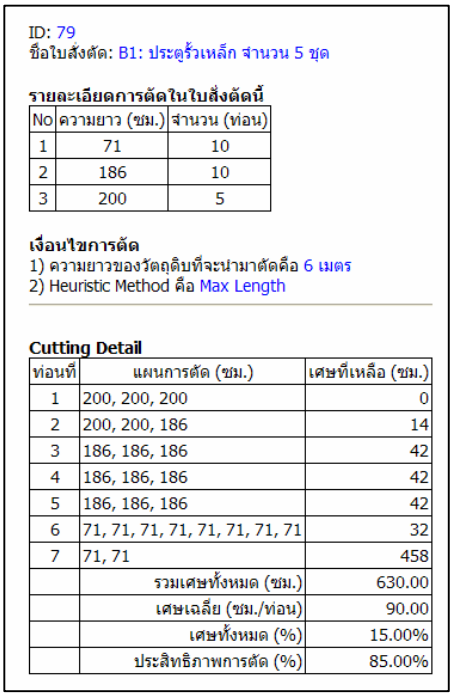
รูปที่ 7 ข้อมูลใบสั่งตัดที่กรอกเข้าสู่ระบบงาน



รูปที่ 8 กรอกความยาวของวัตถุดิบ

รูปที่ 9 เลือกวิธีฮิวริสติกที่ต้องการ

เมื่อมีข้อมูลของใบสั่งตัดแล้ว จะสามารถเข้าสู่ส่วนของการวิเคราะห์หรือวางแผนการตัดได้ โดยจะต้องกรอกระยะความยาวของวัตถุดิบดังรูปที่ 8 และเลือกวิธีฮิวริสติกที่ต้องการดังรูปที่ 9 ในที่นี้จะใช้ความยาววัตถุดิบ 6 เมตร พร้อมทั้งเลือกวิธีฮิวริสติกแบบ Max Length จะได้ผลการวางแผนการตัดจะได้ดังรูปที่ 10



ID: 79
ชื่อใบสั่งตัด: B1: ประตูรั้วเหล็ก จำนวน 5 ชุด

รายละเอียดการตัดในใบสั่งตัดนี้

No	ความยาว (ซม.)	จำนวน (ท่อน)
1	71	10
2	186	10
3	200	5

เงื่อนไขการตัด
1) ความยาวของวัตถุดิบที่จะนำมาตัดคือ 6 เมตร
2) Heuristic Method คือ Max Length

Cutting Detail

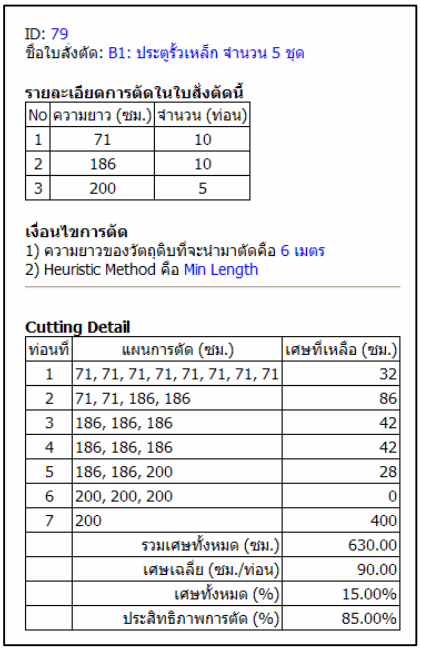
ท่อนที่	แผนการตัด (ซม.)	เศษที่เหลือ (ซม.)
1	200, 200, 200	0
2	200, 200, 186	14
3	186, 186, 186	42
4	186, 186, 186	42
5	186, 186, 186	42
6	71, 71, 71, 71, 71, 71, 71	32
7	71, 71	458
	รวมเศษทั้งหมด (ซม.)	630.00
	เศษเฉลี่ย (ซม./ท่อน)	90.00
	เศษทั้งหมด (%)	15.00%
	ประสิทธิภาพการตัด (%)	85.00%

รูปที่ 10 ผลการวางแผนการตัดแบบ Max Length

จากรูปที่ 10 ระบบจะแสดงผลการวางแผนการตัดแบบ Max Length ให้ทราบดังนี้ จะใช้วัตถุดิบจำนวน 7 ท่อน เศษรวมทั้งหมดเท่ากับ 630 ซม. เศษเฉลี่ยเท่ากับ 90 ซม.ต่อท่อน จำนวนเศษทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 15.00 และประสิทธิภาพการตัดเท่ากับร้อยละ 85.00 พร้อมทั้งจะแสดงรายละเอียดของการตัดในแต่ละท่อนของวัตถุดิบให้ทราบด้วย

เมื่อผู้ใช้เลือกวิธีฮิวริสติกแบบ Min Length, Random, และ Greedy Random ระบบงานจะแสดงผลการตัดดังรูปที่ 11, 12, และ 13 ตามลำดับ

ถ้านำแผนการตัดที่ได้ของแต่ละวิธีฮิวริสติกจากระบบงาน Cutter 2.0 มาเปรียบเทียบกันจะได้ดังตารางที่ 2 ดังนี้



ID: 79
ชื่อใบสั่งตัด: B1: ประตูรั้วเหล็ก จำนวน 5 ชุด

รายละเอียดการตัดในใบสั่งตัดนี้

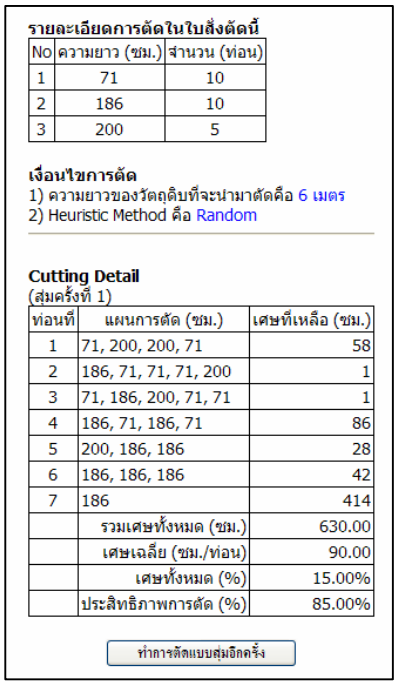
No	ความยาว (ซม.)	จำนวน (ท่อน)
1	71	10
2	186	10
3	200	5

เงื่อนไขการตัด
1) ความยาวของวัตถุดิบที่จะนำมาตัดคือ 6 เมตร
2) Heuristic Method คือ Min Length

Cutting Detail

ท่อนที่	แผนการตัด (ซม.)	เศษที่เหลือ (ซม.)
1	71, 71, 71, 71, 71, 71, 71, 71	32
2	71, 71, 186, 186	86
3	186, 186, 186	42
4	186, 186, 186	42
5	186, 186, 200	28
6	200, 200, 200	0
7	200	400
	รวมเศษทั้งหมด (ซม.)	630.00
	เศษเฉลี่ย (ซม./ท่อน)	90.00
	เศษทั้งหมด (%)	15.00%
	ประสิทธิภาพการตัด (%)	85.00%

รูปที่ 11 ผลการวางแผนการตัดแบบ Min Length



รายละเอียดการตัดในใบสั่งตัดนี้

No	ความยาว (ซม.)	จำนวน (ท่อน)
1	71	10
2	186	10
3	200	5

เงื่อนไขการตัด
1) ความยาวของวัตถุดิบที่จะนำมาตัดคือ 6 เมตร
2) Heuristic Method คือ Random

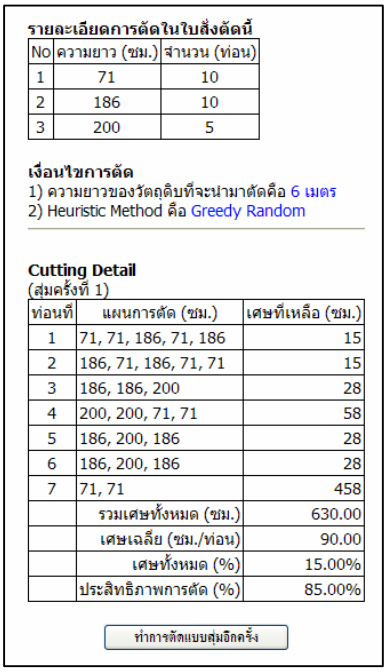
Cutting Detail
(สุ่มครั้งที่ 1)

ท่อนที่	แผนการตัด (ซม.)	เศษที่เหลือ (ซม.)
1	71, 200, 200, 71	58
2	186, 71, 71, 71, 200	1
3	71, 186, 200, 71, 71	1
4	186, 71, 186, 71	86
5	200, 186, 186	28
6	186, 186, 186	42
7	186	414
	รวมเศษทั้งหมด (ซม.)	630.00
	เศษเฉลี่ย (ซม./ท่อน)	90.00
	เศษทั้งหมด (%)	15.00%
	ประสิทธิภาพการตัด (%)	85.00%

ทำการตัดแบบสุ่มอีกครั้ง

รูปที่ 12 ผลการวางแผนการตัดแบบ Random

สำหรับการตัดแบบ Random และ Greedy Random นั้นจะแตกต่างจากแบบ Max Length และ Min Length กล่าวคือเนื่องจากเป็นการตัดแบบสุ่ม ดังนั้นสามารถทำการสุ่มได้หลายครั้งตามที่ผู้ใช้ต้องการ ซึ่งแผนการตัดที่ได้จากการสุ่มในแต่ละครั้งก็จะแตกต่างกันออกไป ระบบงานสามารถแสดงรายงานบันทึกผลการสุ่ม



รายละเอียดการตัดในใบสั่งตัดนี้

No	ความยาว (ซม.)	จำนวน (ท่อน)
1	71	10
2	186	10
3	200	5

เงื่อนไขการตัด
1) ความยาวของวัตถุดิบที่จะนำมาตัดคือ 6 เมตร
2) Heuristic Method คือ Greedy Random

Cutting Detail
(สุ่มครั้งที่ 1)

ท่อนที่	แผนการตัด (ซม.)	เศษที่เหลือ (ซม.)
1	71, 71, 186, 71, 186	15
2	186, 71, 186, 71, 71	15
3	186, 186, 200	28
4	200, 200, 71, 71	58
5	186, 200, 186	28
6	186, 200, 186	28
7	71, 71	458
	รวมเศษทั้งหมด (ซม.)	630.00
	เศษเฉลี่ย (ซม./ท่อน)	90.00
	เศษทั้งหมด (%)	15.00%
	ประสิทธิภาพการตัด (%)	85.00%

ทำการตัดแบบสุ่มอีกครั้ง

รูปที่ 13 ผลการวางแผนการตัดแบบ Greedy Random

ตารางที่ 2 รายละเอียดของแผนการตัดที่ได้ของกรณีศึกษา B.1

วิธีฮิวริสติก	รายละเอียดของแผนการตัดที่ได้
Max Length	(1) 200, 200, 200 (2) 200, 200, 186 (3) 186, 186, 186 (4) 186, 186, 186 (5) 186, 186, 186 (6) 71, 71, 71, 71, 71, 71, 71, 71 (7) 71, 71
Min Length	(1) 71, 71, 71, 71, 71, 71, 71, 71 (2) 71, 71, 186, 186 (3) 186, 186, 186 (4) 186, 186, 186 (5) 186, 186, 200 (6) 200, 200, 200 (7) 200
Random	(1) 71, 200, 200, 71 (2) 186, 71, 71, 71, 200 (3) 71, 186, 200, 71, 71 (4) 186, 71, 186, 71 (5) 200, 186, 186 (6) 186, 186, 186 (7) 186
Greedy Random	(1) 71, 71, 186, 71, 186 (2) 186, 71, 186, 71, 71 (3) 186, 186, 200 (4) 200, 200, 71, 71 (5) 186, 200, 186 (6) 186, 200, 186 (7) 71, 71

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บคือ วัตถุดิบท่อนที่, ตัวเลขนอกวงเล็บคือ ระยะความยาวที่จะต้องตัด

ของทุกครั้ง วิเคราะห์ผลการสุ่ม พร้อมทั้งแสดงแผนการตัดที่ดีที่สุดจากการสุ่มทั้งหมดให้ผู้ใช้งานได้ทราบดังเช่น รูปที่ 14 เป็นผลการตัดแบบ Random โดยมีการสุ่มจำนวน 3 ครั้ง จะเห็นว่าแผนการตัดที่ดีที่สุดจากการสุ่มจำนวน 3 ครั้งนั้นก็คือ ใช้วัตถุดิบจำนวน 7 ท่อน พร้อมกับระบบงานก็จะแสดงรายละเอียดของการตัดต่างๆ ให้ทราบ

รายงานบันทึกผลการสุ่ม (Random)
(จากการสุ่ม 3 ครั้ง)

จำนวนวัตถุดิบที่ใช้ (ท่อน)	เศษรวมทั้งหมด (ซม.)	เศษเฉลี่ย (ซม./ท่อน)	เศษทั้งหมด (%)	ประสิทธิภาพการตัด (%)	(สุ่มครั้งที่)
7	630.00	90.00	15.00%	85.00%	1
7	630.00	90.00	15.00%	85.00%	2
7	630.00	90.00	15.00%	85.00%	3 (ล่าสุด)

วิเคราะห์ผลการสุ่ม (Random)
(จากการสุ่ม 3 ครั้ง)

จำนวนวัตถุดิบที่ใช้ (ท่อน)	จำนวนการสุ่ม (ครั้ง)
7	3

ผลการตัดที่ดีที่สุดจากการสุ่มแบบ Random (Best Random)
(จากการสุ่ม 3 ครั้ง)

ท่อนที่	แผนการตัด (ซม.)	เศษที่เหลือ (ซม.)
1	71, 200, 200, 71	58
2	186, 71, 71, 71, 200	1
3	71, 186, 200, 71, 71	1
4	186, 71, 186, 71	86
5	200, 186, 186	28
6	186, 186, 186	42
7	186	414
	รวมเศษทั้งหมด (ซม.)	630.00
	เศษเฉลี่ย (ซม./ท่อน)	90.00
	เศษทั้งหมด (%)	15.00%
	ประสิทธิภาพการตัด (%)	85.00%

รูปที่ 14 ผลการวางแผนการตัดแบบ Random (สุ่มจำนวน 3 ครั้ง)

เนื่องจากระบบงาน Cutter 2.0 มีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลใบสั่งตัดได้หลายรายการ ดังนั้นจึงสามารถนำเอากรณีศึกษาข้างต้นทั้ง 11 รายการ ป้อนเข้าสู่ระบบงานทำเป็นฐานข้อมูลของใบสั่งตัดได้ ซึ่งจะได้ผลดังรูปที่ 15

แสดงใบสั่งตัดของคุณทั้งหมด (All)

User: test

จำนวนใบสั่งตัดของคุณที่อยู่ในระบบทั้งหมด = 11

No	ID	ชื่อใบสั่งตัด	Remark	รายละเอียด
1	81	A1: ประตูเหล็กตัด จำนวน 10 ชุด	เหล็กกล่องไม้ขีด ขนาด 1 นิ้ว x 2 นิ้ว, ยาว 6 ม.	เปิดดูใบสั่งตัดนี้
2	80	A2: ประตูเหล็กตัด จำนวน 10 ชุด	เหล็กเส้นขนาด 3/8 นิ้ว, ยาว 6 ม.	เปิดดูใบสั่งตัดนี้
3	79	B1: ประตูรั้วเหล็ก จำนวน 5 ชุด	เหล็กกล่องไม้ขีด ขนาด 2 นิ้ว x 2 นิ้ว, ยาว 6 ม.	เปิดดูใบสั่งตัดนี้
4	78	B2: ประตูรั้วเหล็ก จำนวน 5 ชุด	เหล็กกล่องไม้ขีด ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว, ยาว 6 ม.	เปิดดูใบสั่งตัดนี้
5	77	C: โครงสร้างกันสาด จำนวน 2 ชุด	เหล็กกล่องไม้ขีด ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว, ยาว 6 ม.	เปิดดูใบสั่งตัดนี้
6	76	D: เหล็กตัดหน้าต่างแบบที่ 1 จำนวน 10 ชุด	เหล็กเส้นขนาด 3/8 นิ้ว, ยาว 6 ม.	เปิดดูใบสั่งตัดนี้
7	75	E: เหล็กตัดหน้าต่างแบบที่ 2 จำนวน 10 ชุด	เหล็กแบนขนาด 3/8 นิ้ว, ยาว 6 ม.	เปิดดูใบสั่งตัดนี้
8	74	F1: ประตูรั้วสแตนเลส จำนวน 5 ชุด	เหล็กสแตนเลส ขนาด 2 นิ้ว, ยาว 6 ม.	เปิดดูใบสั่งตัดนี้
9	73	F2: ประตูรั้วสแตนเลส จำนวน 5 ชุด	เหล็กสแตนเลส ขนาด 1 นิ้ว, ยาว 6 ม.	เปิดดูใบสั่งตัดนี้
10	72	G: รั้วเหล็ก จำนวน 10 ชุด	เหล็กกล่องไม้ขีด ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว, ยาว 6 ม.	เปิดดูใบสั่งตัดนี้
11	70	H: รั้วสแตนเลส จำนวน 15 ชุด	เหล็กสแตนเลส ขนาด 1 นิ้ว, ยาว 6 ม.	เปิดดูใบสั่งตัดนี้

รูปที่ 15 ความสามารถในการจัดเก็บใบสั่งตัดได้หลายรายการ

สำหรับการวิเคราะห์แผนการตัดของกรณีศึกษาอื่นๆ ข้างต้นทั้งหมดนั้น จะทำในลักษณะเช่นเดียวกันกับกรณีของ B.1

6. ผลการทดสอบ

เมื่อนำมากรณีศึกษาทั้งหมดข้างต้นมาทดสอบการวางแผนการตัดด้วยระบบงาน Cutter 2.0 ซึ่งในแต่ละกรณีศึกษาจะทดสอบด้วยวิธีฮิวริสติกทั้ง 4 วิธี (สำหรับวิธีการสุ่มทั้งวิธี Random และ Greedy Random นั้น จะใช้การสุ่มจำนวน 50 รอบในแต่ละครั้ง แล้วเลือกผลลัพธ์ที่ดีที่สุด) จะได้ผลดังตารางที่ 3 และ 4 ดังนี้

ตารางที่ 3 จำนวนวัตถุดิบที่ใช้ (ท่อน) และเศษเหลือโดยรวม (ซม.)

กรณีศึกษา	วิธีฮิวริสติก			
	Max	Min	Random	Greedy
A.1	21 / 580	21 / 580	22 / 1180	21 / 580
A.2	15 / 580	15 / 580	15 / 580	15 / 580
B.1	7 / 630	7 / 630	7 / 630	7 / 630
B.2	7 / 545	7 / 545	7 / 545	7 / 545
C	9 / 500	12 / 2300	9 / 500	9 / 500
D	45 / 890	47 / 2090	45 / 890	44 / 290
E	18 / 530	18 / 530	18 / 530	18 / 530
F.1	20 / 2450	23 / 4250	20 / 2450	20 / 2450
F.2	37 / 2900	38 / 3500	37 / 2900	37 / 2900
G	28 / 140	29 / 740	29 / 740	29 / 740
H	23 / 630	23 / 630	23 / 630	23 / 630

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการตัด (%)

กรณีศึกษา	วิธีฮิวริสติก			
	Max	Min	Random	Greedy
A.1	95.40%	95.40%	91.06%	95.40%
A.2	93.56%	93.56%	93.56%	93.56%
B.1	85.00%	85.00%	85.00%	85.00%
B.2	87.02%	87.02%	87.02%	87.02%
C	90.74%	68.06%	90.74%	90.74%
D	96.70%	92.59%	96.70%	98.90%
E	95.09%	95.09%	95.09%	95.09%
F.1	79.58%	69.20%	79.58%	79.58%
F.2	86.94%	84.65%	86.94%	86.94%
G	99.17%	95.75%	95.75%	95.75%
H	95.43%	95.43%	95.43%	95.43%
เฉลี่ย	91.33%	87.43%	90.62%	91.22%

หมายเหตุ ตัวเลขที่มีการขีดเส้นใต้ หมายถึง เป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบจากวิธีฮิวริสติกทั้ง 4 วิธี ในกรณีศึกษาเดียวกัน

สำหรับเวลาในการประมวลผลของระบบงาน Cutter 2.0 นั้นได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผล Intel Core2 Duo ความเร็ว 2.33 GHz, RAM ขนาด 2 GB ใช้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Window XP และใช้โปรแกรมเว็บบราวเซอร์ Internet Explorer 8.0

ทดสอบกับกรณีศึกษาข้างต้น พบว่าสามารถแบ่งออกได้ 3 ลักษณะ คือ ปัญหาขนาดเล็ก (มีจำนวนรายการตัดประมาณ 1-30 รายการ) ได้แก่ กรณีศึกษา B.1 และ F.1 จะใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 5-10 วินาที ปัญหาขนาดกลาง (มีจำนวนรายการตัดประมาณ 31-100 รายการ) ได้แก่ กรณีศึกษา A.1, B.2, และ C จะใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 1-2 นาที, และปัญหาขนาดใหญ่ (มีจำนวนรายการตัดมากกว่า100 รายการขึ้นไป) ได้แก่ กรณีศึกษา A.2, D, E, F.2, G, และ H จะใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 3-7 นาที

7. การอภิปรายผล

จากผลการทดสอบการตัดที่ได้ในตารางที่ 3 และ 4 นั้น จะเห็นได้ว่าระบบงาน Cutter 2.0 จะช่วยให้เห็นถึงจำนวนวัตถุดิบที่จะต้องใช้และเศษที่เหลือจากการตัดโดยรวมที่น้อยที่สุด พร้อมทั้งทราบด้วยว่าวิธีฮิวริสติกใดที่มีประสิทธิภาพการตัดที่มากที่สุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบผลการตัดระหว่างผู้ประกอบการและ Cutter 2.0

กรณีศึกษา	วัตถุดิบ (ท่อน)/เศษรวม (ซม.)		หมายเหตุ
	ผู้ประกอบการ	Cutter 2.0	
A.1	22 / 1180	21 / 580	น้อยกว่า
A.2	15 / 580	15 / 580	
B.1	7 / 630	7 / 630	
B.2	7 / 545	7 / 545	
C	9 / 500	9 / 500	
D	45 / 890	44 / 290	น้อยกว่า
E	18 / 530	18 / 530	
F.1	21 / 3050	20 / 2450	น้อยกว่า
F.2	38 / 3500	37 / 2900	น้อยกว่า
G	29 / 740	28 / 140	น้อยกว่า
H	23 / 630	23 / 630	

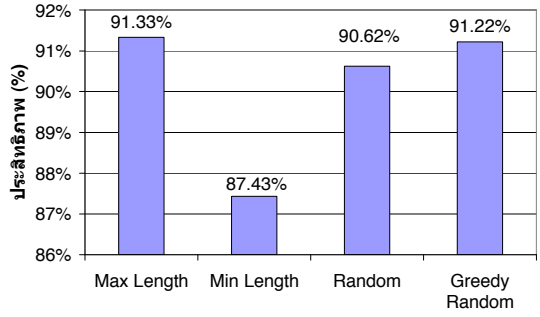
หมายเหตุ ตัวเลขที่มีการขีดเส้นใต้ หมายถึงระบบงาน Cutter 2.0 ใช้วัตถุดิบและมีเศษเหลือโดยรวมน้อยกว่าผู้ประกอบการ

ถ้านำผลการตัดของผู้ประกอบการและผลการตัดที่ดีที่สุดของระบบงาน Cutter 2.0 ในแต่ละกรณีปัญหามาเปรียบเทียบกันจะได้ดังตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าระบบงาน Cutter 2.0 สามารถทำให้จำนวนวัตถุดิบและเศษที่เหลือโดยรวมในหลายกรณีศึกษาลดลงได้ ซึ่งพบว่าเมื่อปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้น การใช้ระบบงาน Cutter 2.0 มีแนวโน้มที่จะใช้วัตถุดิบน้อยกว่าผลจากผู้ประกอบการ ดังนั้นระบบงานจะสามารถช่วยให้ผู้ประกอบการลดต้นทุนในส่วนของวัตถุดิบ รวมทั้งช่วยวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบและรูปแบบรายละเอียดแผนการตัดที่ดีที่สุดได้อีกด้วย

นอกจากนั้นถ้าพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะในส่วนของจำนวนผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้และประสิทธิภาพการตัดโดยเฉลี่ยของวิธีฮิวริสติกทั้ง 4 วิธี จากกรณีศึกษาทั้ง 11 กรณี จะได้ดังตารางที่ 6 และรูปที่ 16

ตารางที่ 6 จำนวนผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้และประสิทธิภาพการตัดโดยเฉลี่ยในแต่ละวิธี

วิธีฮิวริสติก	จำนวนผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้	ประสิทธิภาพการตัดเฉลี่ย (%)
Max Length	10	91.33%
Min Length	6	87.43%
Random	8	90.62%
Greedy Random	10	91.22%



รูปที่ 16 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการตัดโดยเฉลี่ยในแต่ละวิธี

จากตารางที่ 6 และรูปที่ 16 จะเห็นว่าวิธี Max Length และ Greedy Random ได้จำนวนผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในจำนวนที่สูงสุดเท่ากัน แต่ประสิทธิภาพการตัดโดยเฉลี่ยของวิธี Max Length จะสูงกว่าวิธี Greedy Random

ส่วนวิธี Random จะได้ทั้งจำนวนผลลัพธ์ที่ดีที่สุดและประสิทธิภาพการตัดโดยเฉลี่ยที่ต่ำกว่าทั้งวิธี Max Length และ Greedy Random

ส่วนวิธี Min Length เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่ต่ำที่สุด คือได้ทั้งจำนวนผลลัพธ์ที่ดีที่สุด และประสิทธิภาพการตัดโดยเฉลี่ยน้อยที่สุด เมื่อนำมาเปรียบเทียบจากวิธีฮิวริสติกทั้ง 4 วิธี

สำหรับเวลาในการประมวลผลของระบบงาน Cutter 2.0 นั้นจะเห็นได้ว่าระบบงาน Cutter 2.0 จะต้องใช้เวลาทำงานในช่วงหนึ่ง เนื่องจากเป็นระบบที่ทำงานบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตต้องใช้เวลาการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่อง Client และเครื่อง Server จำนวนผู้ใช้งานมีผลต่อเวลาประมวลผลของระบบงาน ซึ่งถ้ามีผู้ใช้งานหลายคนในช่วงเวลาที่ระบบกำลังประมวลผล จะทำให้ระบบงาน ใช้เวลาในการประมวลผลมากขึ้น และถ้ามีผู้ใช้งานจำนวนน้อยในช่วงเวลาที่ระบบกำลังประมวลผลจะทำให้ระบบงานใช้เวลาในการประมวลผลน้อยลง ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบในปัญหากรณีศึกษาเดียวกัน

8. สรุปผล

ระบบงาน Cutter 2.0 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาให้สามารถทำงานบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์วางแผนการตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติ โดยสามารถเลือกวิธีฮิวริสติกได้ 4 วิธี คือ Max Length, Min Length, Random, และ Greedy Random ระบบงานจะทำการวิเคราะห์และแสดงผลการตัดในลักษณะต่างๆ เช่น จำนวนวัตถุดิบที่ต้องใช้ทั้งหมด ประสิทธิภาพการตัด ปริมาณเศษ รายละเอียดการตัด เป็นต้น รวมทั้งสามารถเปลี่ยนระยะความยาวของวัตถุดิบที่จะตัดได้ ทำให้การวางแผนการตัดเป็นไปอย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

9. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากระบบงาน Cutter 2.0 มีข้อจำกัด คือ มีวิธีฮิวริสติกจำนวน 4 วิธี และในการตัดแต่ละครั้งจะพิจารณาความยาวของวัตถุดิบเพียงระยะความยาวเดียวเท่านั้น ซึ่งอาจจะไม่ครอบคลุมในบางปัญหา ดังนั้นจึงควรเพิ่มจำนวนของวิธีฮิวริสติกให้มากขึ้น และเพิ่มความสามารถของระบบงานให้สามารถพิจารณาเลือกตัดความยาวของวัตถุดิบได้หลายระยะในคราวเดียวกัน เพื่อให้การตัดแต่ละครั้งประหยัด และได้ประโยชน์สูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ความเห็นในรายงานผลการวิจัยนี้เป็นของผู้วิจัย ผู้ให้ทุนไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

เอกสารอ้างอิง

[1]นราธิป แสงช้าย และ พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล. 2544. ปัญหาการตัด 1 มิติภายใต้เงื่อนไขความต้องการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา. การประชุมข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 10, อุบลราชธานี, ประเทศไทย, 25-26 ตุลาคม 2544: 468-475.

[2] สุเทพ บุตรดี, สมเกียรติ จงประสิทธิพร และ กัญจนา ทองสนิท. 2544. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการตัดสินใจการตัดอลูมิเนียมโพรไฟล์ที่เหมาะสม โดยวิธีลินเนียโปรแกรมมิ่งและฮิวลิสติก. การประชุมข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 10, อุบลราชธานี, ประเทศไทย, 25-26 ตุลาคม 2544: 28-35.

[3] วิริยชัย ดิษเสถียร และ จรัมพร หรรษมนตร์. 2547. การวางแผนการตัดไม้แบบ 3 มิติโดยวิธีแยกพิจารณา. การประชุมข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 13, เชียงใหม่, ประเทศไทย, 20-22 ตุลาคม 2547: 661-668.

[4] Gradisar, Miro and Trkman, Peter. 2005. A combined approach to the solution to the general one-dimensional cutting stock problem. Computers & Operations Research 32: 1793-1807.

[5] Chien-Tung Yang, Tso-Chung Sung, and Wei-Chu Weng. 2006. An improved tabu search approach with mixed objective function for one-dimensional cutting stock problems. Advances in Engineering Software 37: 502-513.

[6] ศันสนีย์ เลี้ยงพานิชย์. 2546. การพัฒนาระบบสนับสนุนการบริหารโครงการด้วย CPM และ PERT ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต. สารนิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[7] สมพงษ์ เจษฎาธรรมสถิต, ชุติ ม่วงประเสริฐ และ เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2548. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในระบบการปลูกพืชบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต. การประชุมวิชาการ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[8] Ngai, E.W.T. and Wat, F.K.T. 2005. Fuzzy decision support system for risk analysis in e-commerce development. Decision Support Systems, 40: 235-255.