



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ โทร. 3307

ที่ ศธ 0529.8.5/พิเศษ

วันที่ ๙ พฤศจิกายน 2555

เรื่อง ขออนุมัติค่าตอบแทนการตีพิมพ์ผลงานในวารสารวิชาการระดับชาติ

เรียน รองคณบดีฝ่ายวิจัยและและบริกรวิชาการ ผ่านหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

ด้วยภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มีความประสงค์ขออนุมัติ ค่าตอบแทนการตีพิมพ์ผลงานในวารสารวิชาการระดับชาติ จำนวน 2 เรื่อง คือ

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสมดุลสายการประกอบ กรณีศึกษา: โรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป จ.อุบลราชธานี

ตีพิมพ์ในวารสาร วิศวกรรมสาร มช.

(ปีที่ 39 ฉบับที่ 2 เดือน เมษายน-มิถุนายน 2555)

ผู้เขียน นุชสรา เกียรติกรกฎ และปรีชา เกียรติกรกฎ

2. ระบบงานวางแผนการตัดสำหรับพัสดุแบบหนึ่งมิติบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ตีพิมพ์ในวารสาร วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.

(ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม-มิถุนายน 2555)

ผู้เขียน ปรีชา เกียรติกรกฎ และนุชสรา เกียรติกรกฎ

ทั้งนี้ ขอเบิกในส่วนของผู้เขียนทั้งสองชื่อ คือ นุชสรา เกียรติกรกฎ และปรีชา เกียรติกรกฎ โดยได้แนบเอกสารประกอบการพิจารณามาด้วยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

เรียน รองคณบดีฝ่ายวิจัยฯ

- 1 ชุดโปรดพิจารณา

ธาสฎา

ดร.ธรรมา ทิมขันธ์กุล

รองหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

15 Nov 2011
ธาสฎา E&E

15 Nov 2011

ตอบนี้ขอรับ 45 บาท

โดยโอนบัญชีธนาคารแห่งชาติ

9/11/2011

11/20/2011

ชื่อนาม: ศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เกียรติกรกฎ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุชสรา เกียรติกรกฎ

ผอ.ภาควิชา E&E มช.

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุชสรา เกียรติกรกฎ) ผอ.ภาควิชา E&E มช.

อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

Handwritten signature

นางสาว... ข้าราชการ... ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

ศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เกียรติกรกฎ

(นางสาว... (เรียนนาย) ... 14 Nov 2011

แบบแสดงหลักฐานการมีส่วนร่วมในผลงานทางวิชาการ

ข้อบทรความที่ 1 : “โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสมดุลสายการประกอบ กรณีศึกษา: โรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป จ.อุบลราชธานี”

ชื่อแหล่งตีพิมพ์ : วิศวกรรมสาร มช.

(ปีที่ 39 ฉบับที่ 2 เดือน เมษายน-มิถุนายน 2555)

ผู้ร่วมเขียนบทความ มีจำนวน 2 คน แต่ละคนมีส่วนร่วมดังนี้

ชื่อผู้ร่วมเขียนบทความ	หน่วยงาน	ปริมาณงาน/หน้าที่รับผิดชอบ
1. ผศ.ดร.นุชสรา เกรียงกรกฎ	วิศวกรรมอุตสาหกรรม	50%
2. ผศ.ดร.ปรีชา เกรียงกรกฎ	วิศวกรรมอุตสาหกรรม	50%

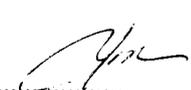
ข้อบทรความที่ 2 : “ระบบงานวางแผนการตัดสำหรับพัสดุแบบหนึ่งมิติบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต”

ชื่อแหล่งตีพิมพ์ : วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.

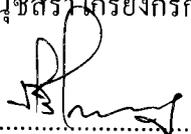
(ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม-มิถุนายน 2555)

ผู้ร่วมเขียนบทความ มีจำนวน 2 คน แต่ละคนมีส่วนร่วมดังนี้

ชื่อผู้ร่วมเขียนบทความ	หน่วยงาน	ปริมาณงาน/หน้าที่รับผิดชอบ
1. ผศ.ดร.ปรีชา เกรียงกรกฎ	วิศวกรรมอุตสาหกรรม	50%
2. ผศ.ดร.นุชสรา เกรียงกรกฎ	วิศวกรรมอุตสาหกรรม	50%

ลงชื่อ.....

(ผศ.ดร.นุชสรา เกรียงกรกฎ)

ลงชื่อ.....

(ผศ.ดร.ปรีชา เกรียงกรกฎ)



ที่ ศธ.0514.4.1.5/ 576

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
จังหวัดขอนแก่น 40002

๑๖ พฤษภาคม 2555

เรื่อง แจ้งการตีพิมพ์บทความ

เรียน อาจารย์นุชสรา เกียรติกรกฎ

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิชาการเรื่อง “โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสมดุลสายการประกอบกรณีศึกษา : โรงงานผลิตผ้าสำเร็จรูป จ.อุบลราชธานี” เพื่อส่งตีพิมพ์ในวิศวกรรมสาร มข. นั้น

บัดนี้ กองบรรณาธิการพิจารณาแล้ว เห็นสมควรตีพิมพ์บทความวิชาการของท่านลงในวิศวกรรมสาร มข. ปีที่ 39 ฉบับที่ 2 ประจำเดือนเมษายน - มิถุนายน 2555 ทั้งนี้ จึงขอแจ้งให้ท่านชำระเงินเพื่อเป็นค่าตีพิมพ์บทความ จำนวน 1,000 บาท (หนึ่งพันบาทถ้วน) โดยโอนเข้าบัญชีเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ เลขที่บัญชี 5513-00234-7 ธนาคารไทยพาณิชย์ สาขามหาวิทยาลัยขอนแก่น และโปรดส่งหลักฐานการโอนเงินไปที่กองบรรณาธิการวิศวกรรมสาร มข. E-mail: enjournal@kku.ac.th หรือชำระเป็นเงินสดที่เจ้าหน้าที่ประจำวิศวกรรมสาร มข. ตึกเพียรวิจิตร ชั้น 7 ภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์ หากพ้นระยะเวลาที่กำหนด จะถือว่าท่านสละสิทธิ์ในการตีพิมพ์บทความ

จึงเรียนมาเพื่อทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ปริญญา จินดาประเสริฐ)

บรรณาธิการ

วิศวกรรมสาร มข. โทร. 043-362145-6 ต่อ 603 โทรสาร 043-362142

หมายเหตุ : หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ คุณปรัชญาพร ไกรศรีวรรณะ (เจ้าหน้าที่ประจำวิศวกรรมสาร มข.)

ที่อยู่ : วิศวกรรมสาร มข. ตึกเพียรวิจิตร ชั้น 7 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

E-mail : enjournal@kku.ac.th



KKU ENGINEERING JOURNAL

วิศวกรรมสาร มข.

113

123

131

139

147

155

165

173

181

195

203

213



Vol. 39 No. 2 April - June 2012
ปีที่ 39 ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน 2555

ISSN 0125 - 8273

Finite element simulation of a laser scribing process for a head suspension in hard disk drives.....	113
<i>Teerawat Kumnorkaew and Vitoon Uthaisangsuk</i>	
การศึกษาความเหมาะสมเชิงวิศวกรรมโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กลำชีลอง.....	123
<i>วินัย ศรีอำพร ชาติชาย ไวยสุระสิงห์ สกลเกียรติ กวีพิชชาพัชร และสุริยะ ผลพูน</i>	
โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสมดุลสายการประกอบกรณีศึกษา: โรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป	
จ.อุบลราชธานี.....	131
<i>นุชสรา เกียรติกรกฎ และ ปรีชา เกียรติกรกฎ</i>	
การใช้ปูนขาวผสมแก้าลอยถ่านหินแทนที่ปูนซีเมนต์ในการผลิตคอนกรีตมวลเบาจากฝุ่นอะลูมิเนียมและ	
ผงอะลูมิเนียมบริสุทธิ์.....	139
<i>รุ่งโรจน์ ปิยะพานวัฒน์ และ เอกรัตน์ รวยรวย</i>	
การวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าสูญเสียของเซนเซอร์โหนด (Unde).....	147
<i>ธิดินันท์ ตะพานน้อย พรชัย พงษ์ภักทรานนท์ วรณรัช สันตอมรทัต และ คนดิด เจษฎ์พัฒนานนท์</i>	
การปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ : กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วน	
อิเล็กทรอนิกส์.....	155
<i>ฐิตภรณ์ ภูเพ็งใจ และ พรเทพ ขอบชายเกียรติ</i>	
พฤติกรรมทางทฤษฎีของการหล่อขึ้นแบบอิลาสโตไฮโดรไดนามิกที่สัมผัสเป็นวงกลมด้วยสารหล่อลื่น	
นิวโตเนียน.....	165
<i>ชนิษฐา วงษ์สีดาแก้ว</i>	
การประยุกต์อิวริสติกอัลกอริทึมในการจัดตารางการผลิตในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์.....	173
<i>พิลธดา ปั่นทองคำ และ วุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร</i>	
การเลือกสูตรและจัดตารางการผลิตสำหรับคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีการผลิตซ้อนทับ.....	181
<i>ณัฐพล สุเรนทร์พิทักษ์และ วิภาวี ธรรมภรณ์พิลาศ</i>	
การทำความสะอาดอ้อยในกระบวนการผลิตน้ำตาล.....	195
<i>สุพรรณ ยั่งยืน</i>	
การลดทอนของคลื่นในป่าชายเลน.....	203
<i>ธรรมบุญ รัศมีมาสเมือง</i>	
การสังเคราะห์เสียงร้องด้วยตัวกรองดิจิทัลและการประยุกต์ใช้งาน.....	213
<i>กิตติพงษ์ มีสวาสดี</i>	

Fini
Tee
An
Win
Cor
Nuc
Usir
Rur
Ana
Titir
The
Tita
The
Kha
App
Pini
Fori
Nat
Car
Sup
Wa
Tha
Gor
Kitti



โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสมดุลสายการประกอบ กรณีศึกษา : โรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป จ.อุบลราชธานี

Computer programming for assembly line balancing case study : apparel factory in Ubon Ratchathani

นุชสรา เกรียงกรกฎ* ปรีชา เกรียงกรกฎ

Nuchsara Kriengkarakot* and Preecha Kriengkarakot

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190

Received March 2012

Accepted June 2012

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับจัดสมดุลสายการประกอบในโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูปแห่งหนึ่งในจังหวัดอุบลราชธานี ผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา คือ เสื้อสไตล์ 53287 ซึ่งมีประสิทธิภาพสายการผลิตในปัจจุบันเท่ากับ 55.48 % ซึ่งยังอยู่ในระดับที่ต่ำ และการจัดสมดุลสายการประกอบในปัจจุบันยังทำได้ไม่เต็มประสิทธิภาพนัก เนื่องจากยังไม่มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการจัดสมดุลสายการประกอบ และยังใช้ประสบการณ์ของหัวหน้างานเป็นหลัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อปรับปรุงการจัดสมดุลสายการประกอบโดยใช้วิธีฮิวริสติก 4 วิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งได้แก่ วิธี Ranked Positional Weight, Maximum Task Time, Minimum Task Time และวิธี Greedy Randomized เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนสถานีงานและประสิทธิภาพของสายการผลิต ผลจากการวิจัยพบว่า การจัดสมดุลสายการประกอบในผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง 3 วิธี ให้ค่าผลลัพธ์ที่เท่ากัน และเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ซึ่งได้แก่ วิธี Maximum Task Time, Ranked Positional Weight และวิธี Greedy Randomized คือ จำนวนสถานีงานลดลงจาก 17 สถานีงาน เหลือ 12 สถานีงาน และค่าประสิทธิภาพของสายการผลิต เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 55.48 เป็นร้อยละ 78.60 และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถช่วยให้ทางโรงงานจัดสมดุลสายการประกอบได้รวดเร็วและเพิ่มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สมดุลสายการประกอบ วิธีฮิวริสติก โรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

Abstract

The aim of this research was to develop computer programming for assembly line balancing in apparel factory in Ubon Ratchathani province. The case study was T-shirt style 53287. The efficiency of production line was 55.48%, it was quite very low due to no computer programming for line balancing and the factory balanced line with the traditional method. Then, we have developed a computer programming in order to improve the balance of the assembly line. The heuristic method was applied using the rules of Maximum Task Time, Minimum Task Time, Ranked Positional Weight, and Greedy Randomized to determine the optimal solutions related to the number of stations and line efficiency. From the result, it was found that three heuristic rules given the best and the same solutions which were produced by the use of Maximum Task Time, Ranked Positional Weight and Greedy

*Corresponding author. . Tel.: +66-4535-3300 ext. 3357; fax.: +66-4535-3333

Email address: ennuchkr@ubu.ac.th

Randomized respectively. The minimum number of stations were reduced from 17 stations to 12 stations and the line efficiency was increased from 55.48 percent to 78.60 percent. The developed computer programming can balance the assembly line faster and more efficient.

Keywords: Computer programming, Assembly line balancing, Heuristic method, Apparel factory

1. บทนำ

เนื่องจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจในปัจจุบัน ทำให้ธุรกิจหรืออุตสาหกรรมต่างๆมากมายประสบปัญหา มีเพียงธุรกิจหรืออุตสาหกรรมบางกลุ่มที่อยู่รอดได้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นธุรกิจที่มีการส่งออก ธุรกิจอุตสาหกรรม การส่งออกเสื้อผ้าสำเร็จรูป เป็นธุรกิจหนึ่งที่สามารถดำรงอยู่ได้ภายใต้ภาวะวิกฤตนี้ เนื่องจากประเทศไทยยังมีระดับค่าแรงงานที่ไม่สูงมาก อีกทั้งในเรื่องทักษะการทำงานคุณภาพ และการออกแบบก็ไม่ได้ด้อยไปกว่าประเทศอื่นๆ ดังนั้นในสภาวะการณ์แข่งขันทางธุรกิจที่รุนแรง ทำให้กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป ไม่ว่าจะเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ หรือรายเล็ก จำเป็นต้องผลิตสินค้าให้มีความหลากหลายทั้งในเรื่องของรูปแบบ ขนาด และหลากหลายรุ่น เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจให้กับผู้บริโภคสินค้า ดังนั้น การบริหารการผลิตที่มีการวางแผนและควบคุมการผลิตที่ดี จึงเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้เพื่อให้องค์กรมีประสิทธิภาพในการผลิตที่สามารถลดต้นทุนและทำให้เกิดการเพิ่มผลผลิตได้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสมดุลสายการประกอบ ในขั้นตอนการเย็บเสื้อผ้าของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ศึกษา ของโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปแห่งหนึ่งในจังหวัดอุบลราชธานี เนื่องจากในปัจจุบันทางโรงงานยังไม่มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดสมดุลสายการประกอบ ซึ่งยังใช้ประสบการณ์ของหัวหน้างานเป็นหลัก และค่าประสิทธิภาพของสายการผลิตยังมีค่าไม่สูงมากนัก

จากการทบทวนงานวิจัย ที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมสิ่งทอ เครื่องนุ่งห่ม และในอุตสาหกรรมอื่นๆ ภายในประเทศส่วนใหญ่ จะเป็นการเพิ่มผลผลิตและประยุกต์วิธีการจัดสมดุลสายการประกอบ ในกรณีศึกษาต่างๆดังนี้ [1] ได้ศึกษาการสมดุลเย็บประกอบหนัง สำหรับหุ้มเบาะรถยนต์ โดยใช้หลักการสมดุลสายการผลิตทางทฤษฎี และการสมดุล

สายการผลิต โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วย ในการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีการต่างๆ จากนั้นเลือกวิธีที่เหมาะสมที่จะนำมาปรับปรุงสายการผลิต ผลจากการศึกษา พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตจากเดิม 45.54 % เพิ่มขึ้นเป็น 92.86 % และจากนั้น [2] ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การจัดสมดุลสายการประกอบในโรงงานผลิตอุปกรณ์เครื่องครัว : กรณีศึกษา สายการประกอบหม้อหุงข้าวไฟฟ้า ซึ่งเป็นการศึกษาเวลาดำเนินการการผลิต และใช้เทคนิคการจัดสมดุลการผลิตทั้ง 3 วิธี ของ Kilbridge & Wester, Helgeson & Birnie และ COMSOAL ผลการศึกษา พบว่า เทคนิคการจัดสมดุลการผลิตทั้ง 3 วิธีดังกล่าว ให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกัน คือ สามารถจัดสถานีงานใหม่ได้ 9 สถานีงาน จากเดิม 14 สถานีงาน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตจากเดิม 50% เพิ่มขึ้นเป็น 78% และ [3] ได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพที่เหมาะสมที่สุดของสายการผลิต โดยทำการเปรียบเทียบการจัดสมดุลสายการผลิตใน 2 ลักษณะคือ (1) แบบวิธีปกติหรือแบบที่กำหนดให้รอบเวลาการผลิตมีเพียงค่าคงที่ค่าเดียว และ(2)แบบที่รอบเวลาการผลิตแปรเปลี่ยนตามเงื่อนไขการผลิต ซึ่งในการจัดสมดุลสายการผลิต จะใช้วิธีวิวิธวิธีจำนวน 4 วิธี คือ วิธีเวลาที่มากที่สุด, วิธีเวลาที่น้อยที่สุด, วิธีงานที่มีน้ำหนักตำแหน่งสูงสุด, และวิธีงานที่มีจำนวนงานตามหลังที่มากที่สุด หลังจากนั้นทำการทดสอบวิธีการต่างๆกับปัญหาตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนสถานีงานและประสิทธิภาพของสายการผลิต ทั้งนี้เพื่อหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด ผลจากการศึกษาหลังจากที่ทดสอบกับปัญหาตัวอย่าง สรุปได้ว่า (1) กรณีการจัดสมดุลแบบปกติ คือที่ค่ารอบเวลาการผลิตเท่ากับ 13 นาที/ชิ้นวิธีที่ให้ค่าคำตอบที่ดีที่สุดคือ วิธีงานที่มีน้ำหนักตำแหน่งสูงสุด และวิธีงานที่มีจำนวนงานตามหลังที่มากที่สุด คือให้ค่าจำนวนสถานีงานน้อยสุดคือ 9 สถานีงาน และค่าประสิทธิภาพสายการผลิตเป็น 89.74% และ (2) กรณีการจัดสมดุลแบบที่รอบเวลาการผลิตแปรเปลี่ยนตามเงื่อนไขการผลิตที่กำหนดนั้น ที่รอบเวลาการผลิตเท่ากับ

18 นาที/ชิ้น วิธีเวลาที่ยาวที่สุด และวิธีงานตามหลังที่ยาวที่สุด จะให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

และสำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสมดุลสายการประกอบในต่างประเทศ เริ่มมีการวิจัยครั้งแรกในปี ค.ศ. 1955 โดย [4] ได้ทำการตีพิมพ์และเผยแพร่งานวิจัยเรื่อง "The Assembly Line Balancing Problem" เป็นครั้งแรกนอกจากนี้ ก็มีการพัฒนาวิธีการฮิวริสติกต่างๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบ ได้แก่ [5] ได้พัฒนาวิธีการใช้ค่าน้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weight; RPW) และจากนั้น [6] ได้เสนอ เทคนิค COMSOAL ที่เป็นวิธีทางฮิวริสติก ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดสายงานประกอบ และในปี ค.ศ. 2005 [7] ได้ทำการ ออกแบบระบบที่ปรึกษา สำหรับการจัดสมดุลสายการประกอบ ฮาร์ดดิสค์บนระบบอินเตอร์เน็ต โดยใช้หลักการฮิวริสติก 3 วิธี คือวิธี RPW, COMSOAL และวิธีของ Kilbridge and Wester ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลของสายการประกอบ ฮาร์ดดิสค์ที่มี 21 ชิ้นงาน

สรุปผลจากการทบทวนงานวิจัย พบว่า วิธีฮิวริสติก ยังคงเป็นวิธีที่นักวิจัยให้ความสนใจ เพื่อนำไปใช้ในการหาผลลัพธ์ สำหรับแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการประกอบ รวมถึงการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการจัดสมดุลการประกอบในระบบอุตสาหกรรมการผลิตก็ยังมีไม่มาก ซึ่งก็เป็นเรื่องที่น่าสนใจในการทำวิจัยต่อไป

2. วิธีการวิจัย

วิธีการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาสภาพปัจจุบัน และกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง

2.2 เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และศึกษาสภาพปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตในปัจจุบันของแผนกเย็บเสื้อสไตล์ 53287 ไหล่ A14 โดยตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขั้นตอนการผลิตและเวลามาตรฐานในการผลิตทั้ง 17 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 1 และตารางที่ 1 ตามลำดับ



รูปที่ 1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการเย็บประกอบและเวลามาตรฐานของการเย็บผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

St.	ขั้นตอน	จำนวนคนงาน	Std.Time(min)
1	เย็บต่อปลายคอ 3 ชั้น	1	0.30
2	เย็บติดปลายคอ	1	0.25
3	โพ้งต่อไหล่ 2 ข้าง	1	0.39
4	ลาโรยไหล่ 2 ข้าง	1	0.27
5	โพ้งต่อแขนขวา	1	0.36
6	โพ้งต่อแขนซ้าย	1	0.45
7	ลาโรยแขน 2 ข้าง	1	0.81
8	โพ้งขวา	1	0.62
9	ลาโรยขวา	1	0.34
10	โพ้งซ้ายพร้อมสอดป้ายข้าง	1	0.67
11	ลาโรยซ้าย	1	0.40
12	ลากันคอ	1	0.54
13	ลาต่อคอ	1	0.37
14	ลาปลายแขนซ้าย	1	0.51
15	ลาปลายแขนขวา	1	0.49
16	ลาชาย	1	0.62
17	ลาปิดคอ	1	0.25
เวลารวม			7.64

2.3 ศึกษาหลักการ และทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับจัดสมดุลสายการประกอบ โดยประยุกต์ใช้วิธีอิวิริสติกต่างๆ 4 วิธี ซึ่งได้แก่ วิธี Ranked Positional Weight, Maximum Task Time, Minimum Task Time และวิธี Greedy Randomized ในการจัดสมดุลสายการประกอบของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เนื่องจากเป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในเบื้องต้น และปัญหาตัวอย่างเป็นปัญหาที่ไม่ซับซ้อนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีอิวิริสติกที่มีประสิทธิภาพและที่ใช้ทั่วไป ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยาก และสามารถเข้าใจได้ง่ายสำหรับผู้ใช้งาน

2.5 เปรียบเทียบผล การจัดสมดุลสายการประกอบก่อนและหลังปรับปรุง และเสนอแนะให้กับทางโรงงาน

3. หลักการสมดุลสายการประกอบและวิธีอิวิริสติก

การจัดสมดุลสายการประกอบ เป็นการทำให้สถานีการทำงานต่างๆ มีอัตราการทำงานหรือเวลาที่ใช้ในการทำงานในการผลิตแต่ละชิ้นเท่าๆ กัน ถ้าเวลาในการผลิตไม่เท่ากันแล้ว อัตราการผลิตของสินค้านั้นจะถูกกำหนดโดยเวลาการทำงานของสถานีงานที่ใช้เวลามากที่สุด ซึ่งเราเรียกเวลาในการกำหนดอัตราการผลิตนี้ว่า รอบเวลาการทำงานหรือรอบเวลาการผลิต โดยทั่วไปในการจัดสมดุลสายการผลิต จะต้องเริ่มด้วยการกำหนดรอบเวลาการทำงาน ลำดับชั้นงานย่อยต่างๆ (Precedence diagram) และเวลามาตรฐานของการทำงานแต่ละชิ้นของงานนั้น จากนั้นพยายามรวมงานย่อยเข้าด้วยกันให้เป็นสถานีงาน โดยจัดให้มีเวลาว่างเกิดขึ้นน้อยที่สุด [1]

3.1 แผนภาพลำดับชั้นงาน (Precedence diagram) แสดงลำดับชั้นต่อนงานย่อยต่างๆ โดยจะมีจุดเชื่อม (node) แทนงานย่อย และลูกศรเป็นตัวกำหนดทิศทางการทำงาน ซึ่งจะเริ่มจากด้านซ้ายสุดของผังประกอบจนเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ทางด้านขวามือ และมีเวลาของแต่ละงานย่อยกำกับอยู่ด้านบน ตัวอย่างของและแผนภาพลำดับชั้นงานของผลิตภัณฑ์ที่ศึกษา ดังในรูปที่ 2

3.2 ประสิทธิภาพของสายการผลิต (Line Efficiency; E) จะเป็นดัชนีที่แสดงให้เห็นถึง ความสามารถของการจัดงานลงในสถานีงาน เพื่อให้เกิดเวลาสูญเปล่าน้อยที่สุด สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$E = (\sum t / mc) * (100) \quad (1)$$

โดยค่า E เป็นค่า เปอร์เซ็นต์ ; $\sum t$ = เวลาชิ้นงานรวม, m = จำนวนสถานีงาน, c = รอบเวลาผลิต

3.3 การสูญเสียความสมดุล (Balance Delay; D) เป็นเครื่องชี้ถึงประสิทธิภาพของสายการผลิต หรือการผลิตที่มีความไม่สมบูรณ์เกิดขึ้น โดยพิจารณาที่เวลาสูญเปล่า (Idle time) ของการจัดงานลงในสถานีงาน มีสูตรการคำนวณคือ

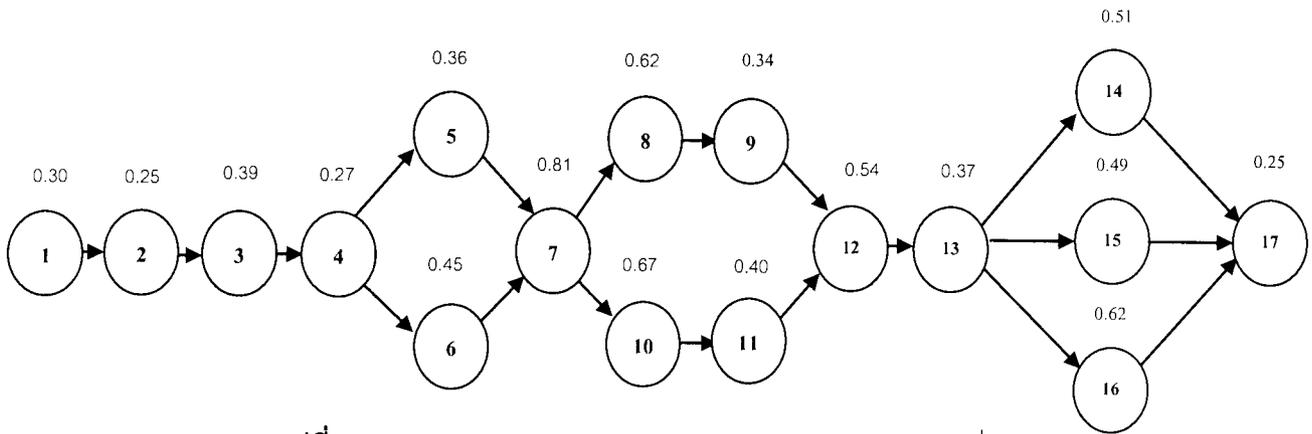
$$D = ((mc - \sum t) / mc) * 100 \quad (2)$$

$$\text{หรือ} \quad D = 100 - E \quad (3)$$

ซึ่งจากการศึกษาขั้นตอนการเย็บของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างจะมีทั้งหมด 17 ขั้นตอนย่อยหรือสถานีงาน มีผลรวมของเวลางานทั้งหมดเป็น 7.64 นาที จากข้อมูลข้างต้น จึงทำการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของสายการผลิตในปัจจุบันของทางโรงงาน จากการศึกษาขั้นตอนการเย็บ ตามตารางที่ 1 พบว่า ขั้นตอนที่ 7 ใช้เวลาในการเย็บมากที่สุดคือ 0.81 นาที ดังนั้น จึงกำหนดรอบเวลาการผลิต โดยใช้เวลาการทำงานของสถานีงานที่มากที่สุด คือเท่ากับ 0.81 นาที และทำการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของสายการผลิตในปัจจุบันของทางโรงงานได้ตามสูตรที่ (1) ดังนี้

$$E = (7.64/17 \times 0.81) \times 100 = 55.48\%$$

จากการคำนวณ ค่าประสิทธิภาพของสายการผลิตในปัจจุบัน คิดเป็น 55.48% ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ ดังนั้นจึงหาแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีอิวิริสติกมาช่วยในการจัดสมดุลสายการประกอบให้สามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากขึ้น



รูปที่ 2 แผนภาพ Precedence Diagram ของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ศึกษา

3.4 วิธีฮิวริสติก วิธีฮิวริสติกต่างๆ ที่ได้ประยุกต์ใช้มี 4 วิธี ซึ่งได้แก่

(1) วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุด (Maximum Task Time; Max. Time) ลำดับแรกจะทำการเลือกงานย่อยต่างๆ ที่พร้อมจะถูกมอบหมายให้เข้าสถานีนงาน โดยงานย่อยที่ถูกเลือกเป็นงานที่มีเวลามากที่สุดก่อน

(2) วิธีการใช้เกณฑ์เวลาน้อยที่สุด (Minimum Task Time; Min. Time) ลำดับแรกจะทำการเลือกงานย่อยต่างๆ ที่พร้อมจะถูกมอบหมายให้เข้าสถานีนงาน โดยงานย่อยที่ถูกเลือกเป็นงานที่มีเวลาน้อยที่สุดก่อน

(3) วิธีการใช้เกณฑ์น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weight; RPW) โดยการจัดงานย่อยเข้าสถานีนงานตามลำดับค่า RPW ซึ่งค่า RPW คือ ผลรวมของเวลางานย่อยที่กำลังพิจารณารวมกับเวลาทุกชั้นงานที่ตามหลังงานย่อยนั้น ถ้าค่า RPW ของงานย่อยที่พร้อมจะถูกมอบหมายใดมีค่าสูงที่สุดก็就会被เลือกเข้าสถานีนงานก่อน

(4) วิธี Greedy Randomized วิธีการสุ่มแบบ Greedy นี้จะทำการสุ่มเลือกงานย่อยต่างๆ ซึ่งจะมีโอกาสในการถูกเลือกเพื่อจัดเข้าสถานีนงานไม่เท่ากัน โดยที่งานย่อยที่มีเวลางานมากกว่า จะมีโอกาสถูกสุ่มเลือก

มากกว่า ซึ่งจะพิจารณาจากค่าโอกาสความน่าจะเป็น (probability value) ของงานย่อยนั้นๆ ในการสุ่มเลือกงานเพื่อจัดเข้าสถานีนงาน โดยค่าโอกาสของความน่าจะเป็นของแต่ละงานย่อย จะคำนวณได้จากสมการที่ (4)

$$P_{kj} = \frac{[t_j]}{\sum_{i \in S_k} [t_i]} \quad (4)$$

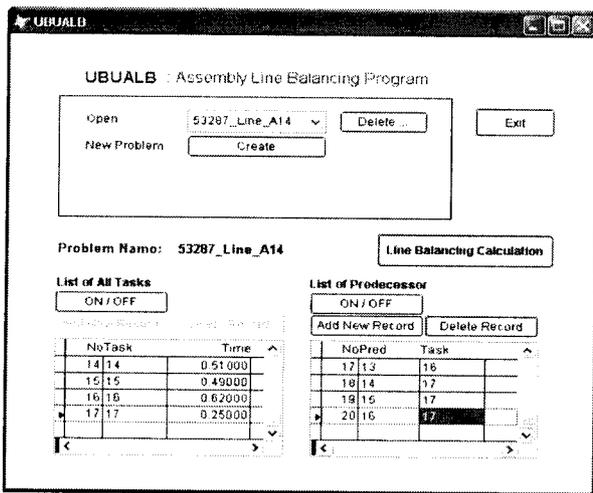
โดยที่ค่า P_{kj} = ค่าความน่าจะเป็นของงาน j ที่จะถูกจัดงานลงในสถานีนงานที่ k , t_j คือเวลางานย่อยที่ j และ $\sum_{i \in S_k} [t_i]$ เป็นค่าผลรวมของเวลางานย่อยทั้งหมดที่มีโอกาสถูกเลือกที่จะถูกจัดลงในสถานีนงานที่ k

4. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดสมดุลสายการประกอบ

งานวิจัยนี้ ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดสมดุลการประกอบ ในโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปตัวอย่าง บนโปรแกรม Visual FoxPro เวอร์ชัน 6.0 เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ และมีความสามารถในด้านการจัดการฐานข้อมูลโปรแกรมหนึ่ง ที่สามารถจัดสมดุลงานในปัญหาขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ ที่มีขั้นตอนงานย่อย 500 ขั้นตอน หรือมากกว่านั้นได้ ทั้งนี้ ได้ทำการทดสอบโปรแกรมกับปัญหาตัวอย่าง ในหลายๆขนาด จากทางเว็บไซต์ [9] ซึ่งส่วนใหญ่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน จะรันบนระบบดอส และมีวิธีฮิวริสติกที่ไม่หลากหลาย มีข้อจำกัดและไม่ยืดหยุ่นสำหรับผู้ใช้งานในระบบ

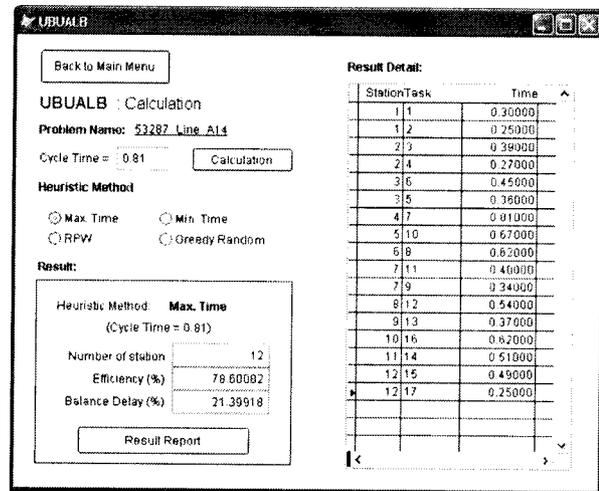
ซึ่งปัจจุบันทางโรงงานยังไม่มีโปรแกรมเพื่อช่วยในการจัดสมดุลงาน อีกทั้งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตก็มีความหลากหลายและซับซ้อนมากขึ้น คือมีขั้นตอนงานย่อย 15-50 ขั้นตอนซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มปัญหาขนาดเล็กถึงขนาดกลางดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาโปรแกรมนี้ขึ้นมา ซึ่งสามารถใช้ได้ใน

ทุกผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มความสะดวกและรวดเร็วให้กับทางโรงงาน โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับจัดสมดุลสายการประกอบ ได้ถูกออกแบบให้มีการทำงาน 2 ส่วนคือ ส่วนที่ใช้จัดการข้อมูลของปัญหา และส่วนที่ใช้วิเคราะห์หรือจัดสมดุลสายการประกอบ เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมา ในเบื้องต้นจะต้องทำการจัดการข้อมูลของปัญหา โดยตั้งชื่อปัญหาและกรอกข้อมูลของงาน, เวลา, ลำดับก่อนหลังของงานตามแผนภาพลำดับขั้นงาน ในที่นี้จะใช้ข้อมูลของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของเสื้อสไตรล์ 53287 ไหล่ A14 ที่มีจำนวนงานย่อยทั้งหมด 17 งาน เป็นข้อมูลที่กรอกเข้าสู่โปรแกรม จะได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การจัดการข้อมูลปัญหา (กรอกข้อมูลงาน เวลา ลำดับก่อนหลังของงาน)

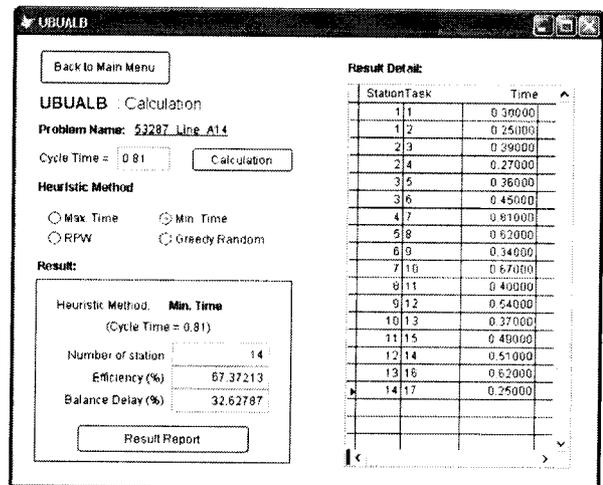
เมื่อมีข้อมูลของปัญหาแล้ว จะสามารถเข้าสู่การวิเคราะห์หรือจัดสมดุลสายการประกอบได้ ซึ่งผู้ใช้จะต้องกรอกข้อมูลของรอบเวลาการผลิต และเลือกวิธีฮิวริสติกที่จะใช้กับปัญหา ก่อน ในที่นี้จะใช้รอบเวลาการผลิตเท่ากับ 0.81 นาที ตามเวลางานย่อยที่มากที่สุดของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างนี้ แต่ทั้งนี้ ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนรอบเวลาการผลิตได้ ตามแผนการผลิตที่ทางโรงงานต้องการ และจากนั้นทำการเลือกวิธีฮิวริสติกที่จะใช้กับปัญหา โดยจะเลือก วิธี Max. Time ก่อน ผลการจัดสมดุลสายการประกอบจะได้ดังรูปที่ 4



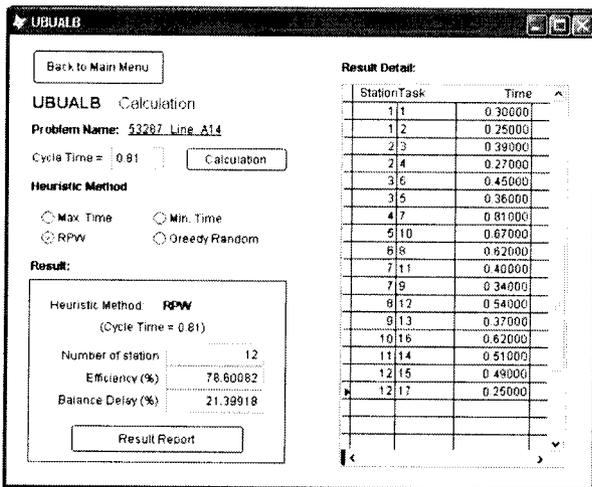
รูปที่ 4 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธี Max. Time

ผลการจัดสมดุลด้วยวิธี Max. Time ในรูปที่ 4 คือ จัดได้จำนวน 12 สถานีงาน ประสิทธิภาพของสายการผลิตเท่ากับ 78.60% และค่าการสูญเสียความสมดุลเท่ากับ 21.40% และนอกจากนี้ โปรแกรมสามารถแสดงรายละเอียดของงานย่อยในแต่ละสถานีงานด้วย

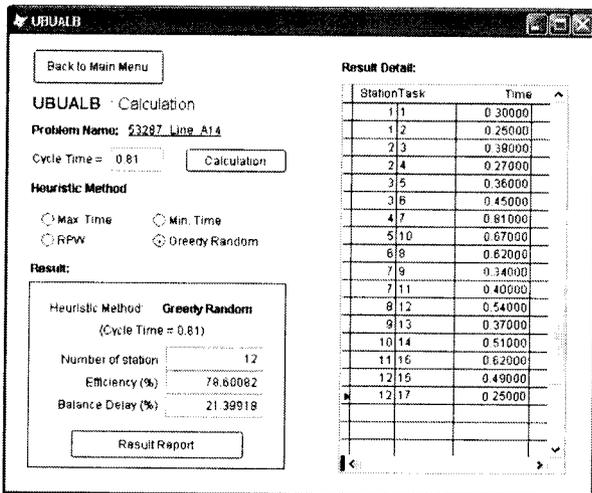
จากนั้น เมื่อผู้ใช้เลือกวิธีฮิวริสติกแบบ Min Time, RPW, และ Greedy Random โปรแกรมจะแสดงผลการจัดสมดุลสายการประกอบ ดังในรูปที่ 5, 6, และ 7 ตามลำดับ และโปรแกรมยังสามารถพิมพ์รายงานผลการจัดสมดุลสายการประกอบได้ ดังรูปที่ 8 ดังนี้



รูปที่ 5 ผลการจัดสมดุลสายการประกอบด้วยวิธี Min. Time



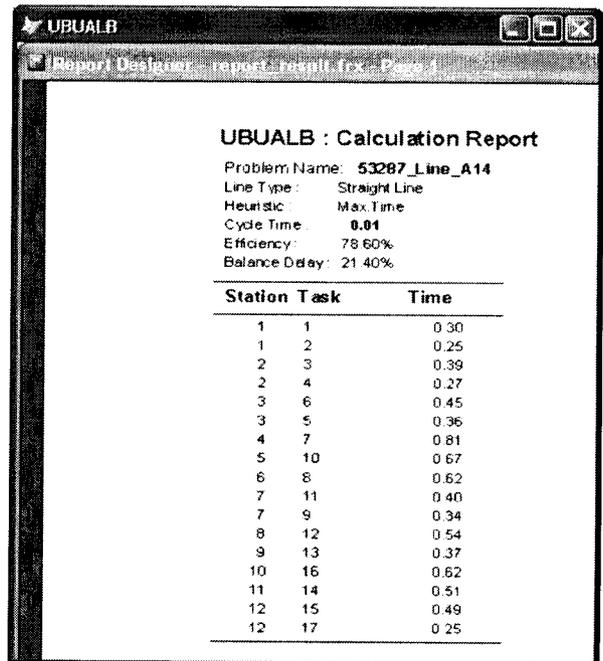
รูปที่ 6 ผลการจัดสมดุสสายการประกอบด้วยวิธี RPW



รูปที่ 7 ผลการจัดสมดุสสายการประกอบด้วยวิธี Greedy Random

5. ผลการวิจัย

ในการจัดสมดุสสายการประกอบ ผลที่ได้จากการจัดสมดุสงานของแผนกเย็บ เสื้อสไตส์ 53287 ของโรงงานตัวอย่าง โดยวิธีฮิวริสติกวิธีต่างๆ ดังแสดงใน ตารางที่ 2



รูปที่ 8 ตัวอย่างรายงานผลการจัดสมดุส

ตารางที่ 2 ผลการจัดสมดุสสายการประกอบของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่าง ด้วยวิธีฮิวริสติกส์ต่างๆ

ข้อมูลการจัดสมดุส	หลังปรับปรุง				
	ก่อน	Max T.	Min.T.	RPW	Greedy Random.
สถานีงาน	17	12	14	12	12
E (%)	55.48	78.60	67.37	78.60	78.60
Balance Delay (%)	44.52	21.40	32.63	21.40	21.40

จากตารางที่ 2 แสดงผลของการจัดสมดุสสายการประกอบของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ศึกษา ด้วยวิธีฮิวริสติกส์ต่างๆ พบว่า วิธี Maximum Task Time, Ranked Positional Weight, และวิธี Greedy Randomized ให้ค่าคำตอบที่เท่ากันและเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด คือ มีจำนวนสถานีงานลดลง

จาก 17 สถานีงาน เหลือ 12 สถานีงาน และค่าประสิทธิภาพของสายการผลิต เพิ่มขึ้นจาก 55.48% เป็น 78.60% มีค่าการสูญเสียความสมดุล ลดลงจาก 44.52% เป็น 21.40 %

6. สรุปผลและเสนอแนะ

6.1 ผลที่ได้จากการจัดสมดุลสายการประกอบของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ด้วยวิธีฮิวริสติกส์ พบว่า มี 3 วิธี ที่ให้ผลลัพธ์ที่เท่ากัน ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 2 ดังนั้น ในตัวอย่างปัญหานี้ สามารถเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งก็ได้ เพื่อนำไปปรับปรุงการจัดสมดุลสายการประกอบของโรงงาน ทั้งนี้จะต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่นๆ ร่วมด้วยตามความเหมาะสม เช่น ความยาก-ง่ายในการทำงาน การโยกย้ายเครื่องจักร และนอกจากนี้ ยังต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้ที่รับผิดชอบในสายการผลิตนั้นๆ ด้วย จึงจะส่งผลให้การจัดสมดุลสายการผลิตเป็นไปอย่างเหมาะสมทั้งในทางทฤษฎีและปฏิบัติ

6.2 ทางโรงงานสามารถใช้โปรแกรมนี้เพื่อจัดสมดุลสายการประกอบในกรณีของผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้

6.3 ควรทำการพัฒนาวิธีการฮิวริสติก หรือวิธีอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น มาใช้ในการจัดสมดุลสายการประกอบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตให้สูงขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัย จากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการวิจัยในครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Chetharat W and Soodchada P. The study of line balancing for leather car seat assembly: case study. Project Report in the Bachelor degree of Industrial Engineering. Ubon Ratchathani University, 2000 (In Thai).
- [2] Aiemtakul S, Maiudom C, Yoadpijit N. and Jongprasithiporn M. Assembly line balancing in the factory of kitchen utensils in case study : assembly line of electric rice cooker. Proceeding of IE Network #13. By the Industrial Engineering Department of Chiang Mai University. 2004 (In Thai).
- [3] Kriengorakot N, Kriengkorakot P. Line Balancing for Varied Cycle Time Following Production Constraints. The UBU Science and Technology journal. 2011;13(2): 73-79. (In Thai).
- [4] Salvesson, M.E. The Assembly Line Balancing Problem. The Journal of Industrial Engineering. 1955;6(3): 8-25.
- [5] Helgeson W.P. and Birnie D.P. Assembly Line Balancing Using the Ranked Positional Weight Technique. The Journal of Industrial Engineering, 1961;12(6):394-398.
- [6] Arcus A.L. COMSOAL: A Computer Method of Sequencing Operations for Assembly Lines. International Journal of Production Research. 1966; 4(4): 259-277.
- [7] Jiao J, Kumer A and Martin W. A Web-based Interactive Adviser for Assembly Line Balancing. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. (2005).
- [8] Sareungkansiri C. Production planning and control. Technology Promotion Association (Thailand-Japan), 1995. P. 220-223. (In Thai).
- [9] Problem data set from, <http://www.assembly-line-balancing.de>.



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ หน่วยสนับสนุนการวิจัยและบริการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ โทร.3319

ที่ ศธ 0529.8.1.3/ 932

วันที่ 24 พฤษภาคม 2555

เรื่อง ตอบรับบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.

เรียน ผศ.ดร.ปรีชา เกรียงกรกฎ

ตามที่ ท่านได้ส่งบทความวิจัย เรื่อง “ระบบงานวางแผนการตัดสำหรับพัสดุแบบหนึ่งมิติบนเครื่อง
ข่ายอินเตอร์เน็ต” โดยมีผู้เขียนร่วมคือ ผศ.ดร.นุชสรุา เกรียงกรกฎ เพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์
ม.อบ. ตามความทราบแล้วนั้น

บัดนี้ กองบรรณาธิการ ได้พิจารณาแล้วเห็นชอบในการนำบทความของท่าน เพื่อตีพิมพ์ในวารสาร
วิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. ประเภท บทความวิจัย และยินดีจะแจ้งให้ทราบว่าบทความของท่านมีกำหนด
ตีพิมพ์ ในวารสารฯ ฉบับที่ 1 ปีที่ 5 ประจำเดือน มกราคม – มิถุนายน 2555 ทั้งนี้หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ท่านจะให้
ความสนใจ ในการส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ ในวารสารฯ ในโอกาสต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง)

บรรณาธิการ วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.

ISSN 1906-392X

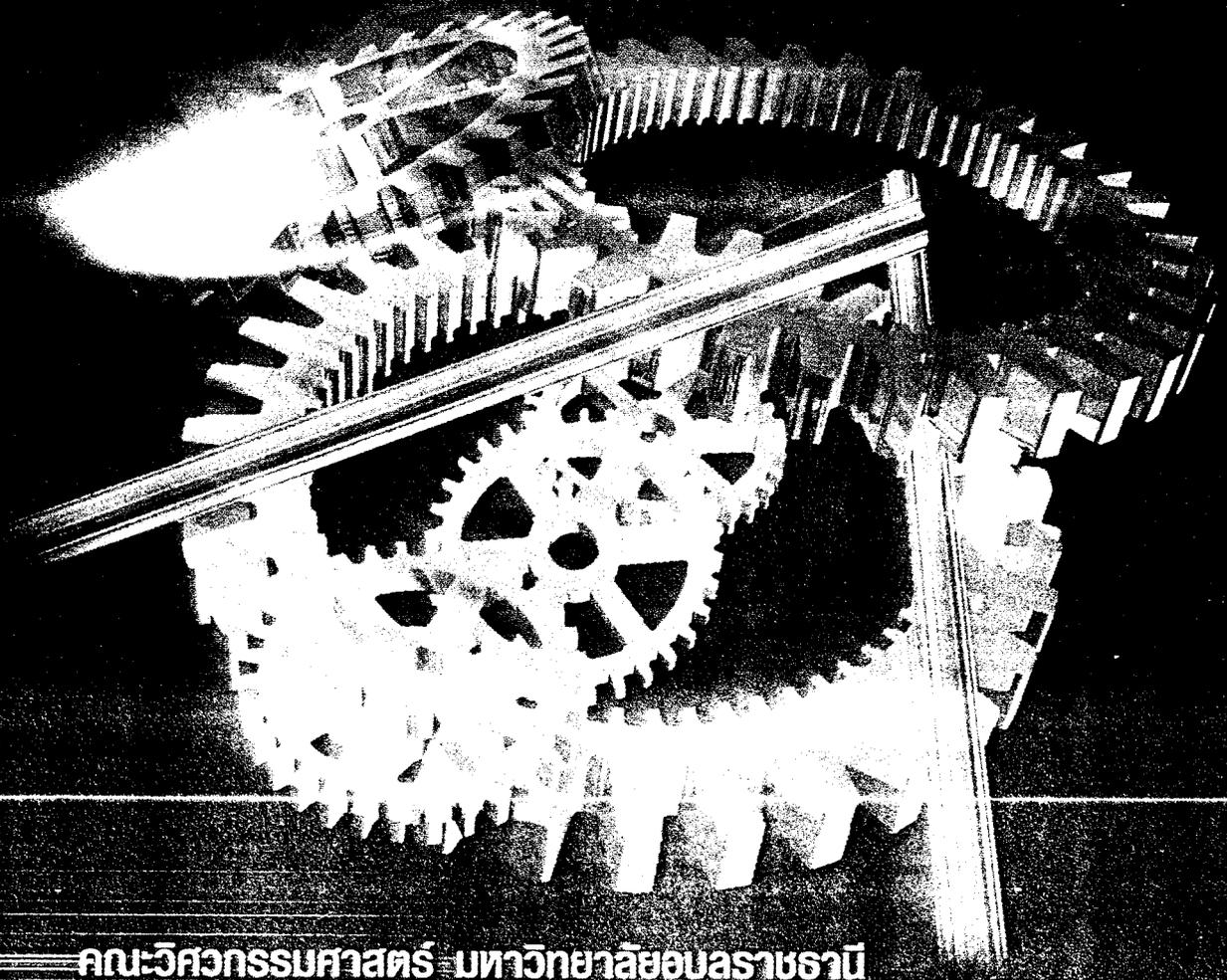


UBU Engineering Journal

วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อุบ.

ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2555

Vol.5 No.1 January - June 2012



คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

สารบัญ

บทความวิจัย

หน้า

- ระบบงานวางแผนการตัดสำหรับวัสดุแบบหนึ่งมิติบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
ปรีชา เกรียงกรกฎ นุชสรา เกรียงกรกฎ 1
- การศึกษาผลกระทบของมุมมองของร่องล้อยางตีนตะขากที่มีต่อการกระจายตัวของพลังงานความเครียดภายใต้การรับภาระแบบสถิตย์
ศุภสิทธิ์ รอดขวัญ ชุติมา ศักดิ์ชินบุตร ชนะ รักษ์ศิริ 13
- การบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนฟีนอลโดยใช้แอกทิเวเต็ดสลัดจ์ดักคิด
พงศธร ทวีธนวาณิชย์ สุมนา สิริพัฒนานกุล 21
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพกรณีศึกษา
รูปหอมสมุนไพรไพล่ยุง
อภิสิทธิ์ แก้วชาลูน นลิน เพียรทอง 29
- การปรับแก้และนำเสนอข้อมูลระดับน้ำที่ถูกต้องตามเวลาจริงสำหรับระบบเฝ้าระวังอุทกภัย 40
บงกช สุขอนันต์ มงคล ปุษยตานนท์ กฤษณ์ ศรีวีรมาศ
- การออกแบบวงจรกรองสัญญาณแถบความถี่หูดผ่านไมโครสตริปโดยใช้โครงสร้าง
แบบเดือยพับครึ่งและการประยุกต์ใช้งาน
อลงกรณ์ หลงกุล นิวัตร์ อังควิศิษจุพันธ์ ณัฐวุฒิ สุวรรณทา 48

บทความวิชาการ

- การตัดแปรแร่ดินมอนตมอริลไลต์เพื่อการทำจัสซีอ้อมจากน้ำเสีย: บทวิจารณ์
จักรกฤษณ์ อัมพูช 56

ที่ผ่านมา
บทความ
นักวิจัย
นข้อมูล
รอ้างอิง
ตรฐาน

กรรม
วิธีการ
แหล่ง
สำคัญ
วิธีการ
ของเรา
องเรา

ระบบงานวางแผนการตัดสำหรับพัสดุแบบหนึ่งมิติบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต Web-based Cutting Plan System for One Dimensional Stock Problem

ปรีชา เกรียงกรกฎ* นุชสรุา 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

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

คำหลัก ปัญหาตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติ ฮิวริสติกอินเทอร์เน็ต

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 ท่อน้ำ เป็นต้น พักุแบบหนึ่งมิตินี้จะไม่พิจารณาความกว้างและความหนา จะพิจารณาเฉพาะความยาวเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ดังรูปที่ 1 พักุแบบหนึ่งมิติมักจะถูกใช้เป็นองค์ประกอบในชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ



(ก) ท่อนเหล็ก

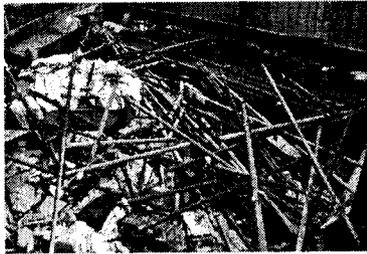


(ข) เหล็กเส้น

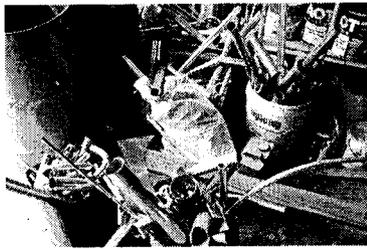
รูปที่ 1 ตัวอย่างพัสดุแบบหนึ่งมิติ

ปัญหาตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิตินั้นจะเป็นการพิจารณาตัดวัสดุโดยใช้ความยาวเป็นเกณฑ์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งลักษณะปัญหาตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติคือ เมื่อมีวัตถุดิบหรือวัสดุแบบหนึ่งมิติอยู่จำนวนหนึ่งแล้วจะต้องตัดวัสดุตั้งกล่าวตามความยาวและจำนวนที่ต้องการ จะต้องตัดวัสดุตั้งกล่าวอย่างไรโดยใช้จำนวนวัตถุดิบให้น้อยที่สุด รวมทั้งให้มีเศษเหลือน้อยที่สุดด้วย

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



(ก)



(ข)

รูปที่ 2 เศษวัสดุที่เกิดขึ้นจากการตัด

ส่วนวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาในงานวิจัยนี้ จะใช้วิธีฮิวริสติก (heuristic) ซึ่งถือได้ว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง มีการนำไปใช้ในงานวิจัยมากมาย เป็นการวิเคราะห์วิธีการตัดวัสดุในหลักเกณฑ์แบบต่าง ๆ เช่น ใช้ความยาวที่มากที่สุด ใช้ความยาวที่น้อยที่สุด ใช้การสุ่ม เป็นต้น เพื่อพิจารณาว่าหลักเกณฑ์แบบใดใช้จำนวนวัตถุดิบน้อยที่สุด รวมทั้งมีเศษวัสดุเหลือทิ้งน้อยที่สุด ดังนั้นในการวางแผนการตัดวัสดุจะทดลองวิเคราะห์ด้วยหลักเกณฑ์แบบฮิวริสติกข้างต้น เพื่อพิจารณาว่าหลักเกณฑ์ใดให้ประโยชน์สูงสุด ซึ่งจะทำให้การตัดวัสดุนั้นมีความมั่นใจ มีประสิทธิภาพผลและ

ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

นอกจากนั้นในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังนั้นการพัฒนาระบบงานวางแผนการตัดสำหรับพัสดุแบบหนึ่งมิติให้ทำงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะช่วยทำให้งานวางแผนการตัดดังกล่าวมีความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาระบบงานวางแผนการตัดบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับจัดการปัญหาตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติด้วยวิธีฮิวริสติกข้างต้น โดยมีชื่อว่า Cutter 2.0 เป็นระบบงานที่ใช้วิเคราะห์วางแผนการตัดในลักษณะต่างๆ ผู้ใช้งานป้อนข้อมูลความยาวและจำนวนที่ต้องการตัดต่างๆ เลือกวิธีฮิวริสติก ระบบงานจะทำการวิเคราะห์ผลการตัดด้วยวิธีดังกล่าวให้ทราบ เพื่อให้การวางแผนการตัดวัสดุเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

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

แผนการตัดไม้แต่ละขนาดให้เหลือเศษน้อยที่สุด (2) กรองเอาวิธีการตัดไม้ที่เหลือเศษเกินกว่าที่จะยอมรับได้ออกจากการพิจารณา และ (3) นำวิธีการตัดไม้ที่เหลืออยู่มาพิจารณาร่วมกันเพื่อตัดไม้ให้ได้ชิ้นส่วนตามต้องการมากที่สุด ซึ่งหากยังไม่ครบจำนวนตามที่ต้องการจะวางแผนในรอบถัดไปจนกว่าจะได้จำนวนตามต้องการ งานวิจัยนี้ใช้ตัวแบบโปรแกรมเลขจำนวนเต็ม ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Lingo โดยนำไปทดลองในโรงงานผลิตกรอบรูปไม้ พบว่าวิธีการใหม่ใช้เวลาคำนวณน้อยกว่าวิธีเดิม และมีปริมาณเศษอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ 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 ซึ่งได้นำไปทดสอบกับงานตัดเหล็กในอุตสาหกรรมอุตสาหกรรมต่อเนื่อง พบว่าผลที่ได้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่น่าพอใจ

สำหรับการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับระบบงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตพบว่ามีการพัฒนาเพื่อช่วยเป็นเครื่องมือในการทำงานต่าง ๆ เช่น ระบบสนับสนุนการบริหารโครงการด้วย CPM และ PERT ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [6] เป็นงานวิจัยที่สร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ทำงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อใช้ในการหาเส้นทางวิกฤตของโครงการด้วยวิธี CPM และ PERT โดยผลที่ได้จะเป็นรายงานของเวลาต่าง ๆ ได้แก่ เวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด เวลาเริ่มต้นช้าที่สุด เวลาเสร็จเร็วที่สุด เวลาเสร็จช้าที่สุด และเวลาสำรองเหลือของกิจกรรม นอกเหนือจากนั้นระบบยังสามารถแสดงภาพข่ายงานชนิด AON ได้อีกด้วย ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล ใช้ Internet Explorer เป็นโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ และใช้โปรแกรม PHP เป็นภาษาหลักในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เครื่องมือที่ใช้ทดสอบระบบเป็นแบบสอบถาม เมื่อนำระบบไปทดลองใช้แล้วพบว่า ระบบมีประสิทธิภาพใน

ระดับดี ระบบงานต่อมาได้แก่ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในระบบการปลูกพืชบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [7] เป็นงานวิจัยที่สร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับการเลือกปลูกพืช โดยใช้หลักการของการวิจัยดำเนินงาน ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นตรงและใช้ Simplex Algorithm ในการหาผลเฉลย โดยมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ กำไรสูงสุดของระบบการปลูกพืช ภายใต้ข้อจำกัด 2 อย่าง คือ เงื่อนไขทางด้านพื้นที่ และเงื่อนไขด้านต้นทุนการผลิตพืช มาใช้เป็นตัวแบบในการวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Microsoft Access เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล ใช้ IIS (internet information server) เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็น Web Server และใช้โปรแกรม ASP เป็นภาษาหลักในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ หลังจากได้นำระบบไปทดลองใช้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พบว่าให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำและน่าเชื่อถือในระดับหนึ่ง ถ้าต้องการให้ระบบนี้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ควรจะต้องมีการปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูลให้ทันสมัยอยู่เสมอ และระบบงานที่ประยุกต์ใช้หลักการตรรกศาสตร์คลุมเครือไปพัฒนาเข้ากับระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ทำงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [8] ใช้สำหรับวิเคราะห์ความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในการทำธุรกิจทางอินเทอร์เน็ต หรือ E-Commerce ระบบถูกสร้างด้วยภาษา ASP โดยใช้ Access เป็นระบบฐานข้อมูลเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความเสี่ยง ระบบนี้ออกแบบไว้ให้สามารถแจกแจงความเสี่ยงได้ 51 ประเภท ระบบสนับสนุนการตัดสินใจนี้ได้ถูกใช้งานและมีการประเมินพบว่าผู้ใช้งานส่วนใหญ่ให้คะแนนความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดี

2. รูปแบบปัญหา

รูปแบบปัญหาการตัดแบ่งวัสดุแบบหนึ่งมิติ มีวัตถุประสงค์คือต้องการใช้จำนวนวัตถุดิบให้น้อยที่สุด โดยถือว่าวัตถุดิบที่จะนำมาตัดนั้นมีจำนวนไม่จำกัด สำหรับเงื่อนไขการตัดคือ วัตถุดิบแต่ละท่อนจะถูกตัดแบ่งตามความยาวที่ต้องการที่ระยะ d_i โดย $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ซึ่งจะต้องห้ามเกินความยาวของวัตถุดิบมีระยะความยาว L สำหรับรูปแบบสมการโปรแกรมเชิงเส้นตรงในลักษณะของวัตถุประสงค์และเงื่อนไขดังกล่าวสามารถแสดงได้ในสมการที่ (1) และ (2) ตามลำดับดังนี้

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

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

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

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

โดย Z = จำนวนวัตถุตัด

x_i = วัตถุตัดที่ i

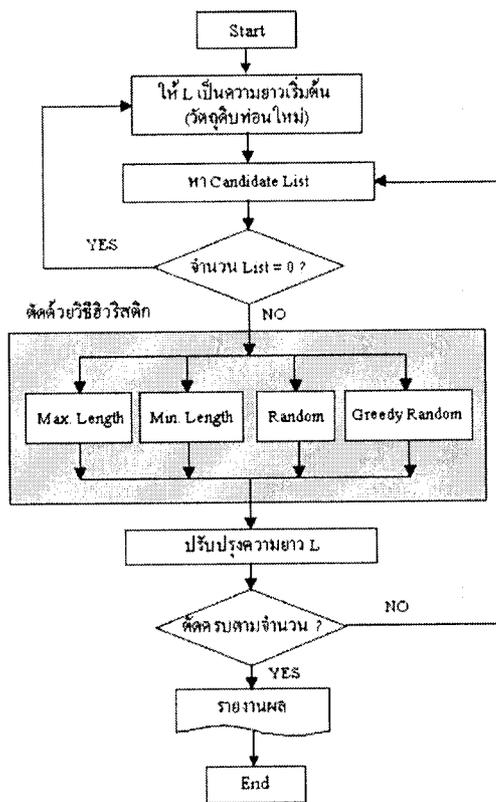
L = ขนาดความยาวของวัตถุตัด

m = จำนวนรายการที่ต้องการตัดทั้งหมด

d_j = ขนาดความยาวที่ต้องการตัดที่ j
และยังไม่ถูกตัด

3. ขั้นตอนการตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติด้วยวิธีฮิวริสติก

ในการตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติด้วยวิธีฮิวริสติก จะมีขั้นตอนดังรูปที่ 3 ดังนี้



รูปที่ 3 ขั้นตอนการตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติด้วยวิธีฮิวริสติก

จากรูปที่ 3 มีขั้นตอนดังนี้

1) ใช้ความยาวของวัตถุตัดที่มีระยะความยาว 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 โดยความยาวที่มากที่สุดจะมีโอกาสถูกเลือกมากกว่าความยาวที่น้อย

3.2) เมื่อเลือกความยาวได้แล้ว ให้ปรับปรุงความยาว L ให้เป็นความยาวที่เหลือของวัตถุตัด โดยการนำความยาวที่เลือกได้จากวิธีฮิวริสติกข้างต้น ไปหักออกจากความยาว L

3.3) กลับไปขั้นตอนที่ 2 อีกครั้ง โดยให้ใช้ความยาวที่เหลือแทนความยาว L

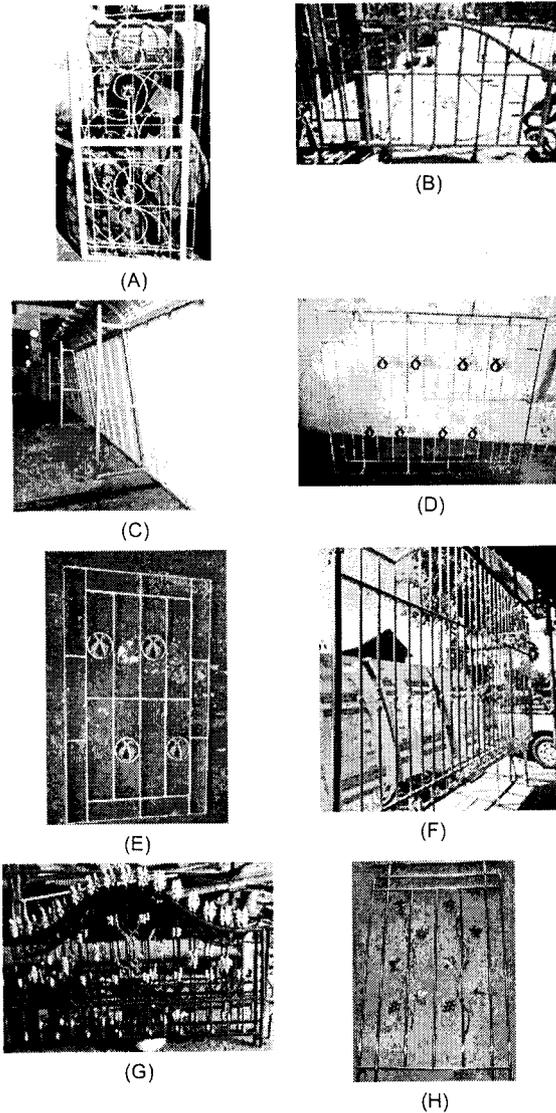
4) ถ้าไม่มีจำนวนรายการความยาวใน Candidate List ให้กลับไปขั้นตอนที่ 1 อีกครั้ง โดยใช้ความยาวของวัตถุตัดที่มีระยะความยาว L เป็นความยาวเริ่มต้นอีกครั้ง

5) ทำขั้นตอนที่ 2 ถึง 4 ซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งความยาวและจำนวนที่ต้องการตัด ถูกนำไปตัดจนหมด

6) สรุปผลการตัด โดยนับจำนวนวัตถุตัด, ประสิทธิภาพการตัด, เศษที่เหลือจากการตัดทั้งแบบรวมและเฉลี่ย

4. กรณีศึกษา

ในการทดสอบระบบ ได้นำข้อมูลจากผู้ประกอบการต่าง ๆ มาวางแผนการตัด โดยมีกรณีศึกษาดังรูปที่ 4 ดังนี้



รูปที่ 4 กรณีศึกษาที่นำมาศึกษา

จากรูปที่ 4 มีรายละเอียดดังนี้

- (A) ประตูเหล็กตัด จำนวน 10 ชุด
- (B) ประตูรั้วเหล็ก จำนวน 5 ชุด
- (C) โครงสร้างกันสาด จำนวน 2 ชุด
- (D) เหล็กตัดหน้าต่างแบบที่ 1 จำนวน 10 ชุด
- (E) เหล็กตัดหน้าต่างแบบที่ 2 จำนวน 10 ชุด
- (F) ประตูรั้วสแตนเลส จำนวน 5 ชุด
- (G) รั้วเหล็ก จำนวน 10 ชุด
- (H) รั้วสแตนเลส จำนวน 15 ชุด

ในแต่ละกรณีศึกษาข้างต้น ประกอบด้วยรายการวัสดุแบบหนึ่งมิติที่เกี่ยวข้องดังนี้

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

(A) ประตูเหล็กตัด 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) เหล็กตัดหน้าต่างแบบที่ 1 จำนวน 10 ชุด

ประกอบด้วย

เหล็กเส้นขนาด 3/8 นิ้ว: {{(48/280), (122/30),

(132/20), (107.5/20), (13/140), (30/80)}

(E) เหล็กตัดหน้าต่างแบบที่ 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

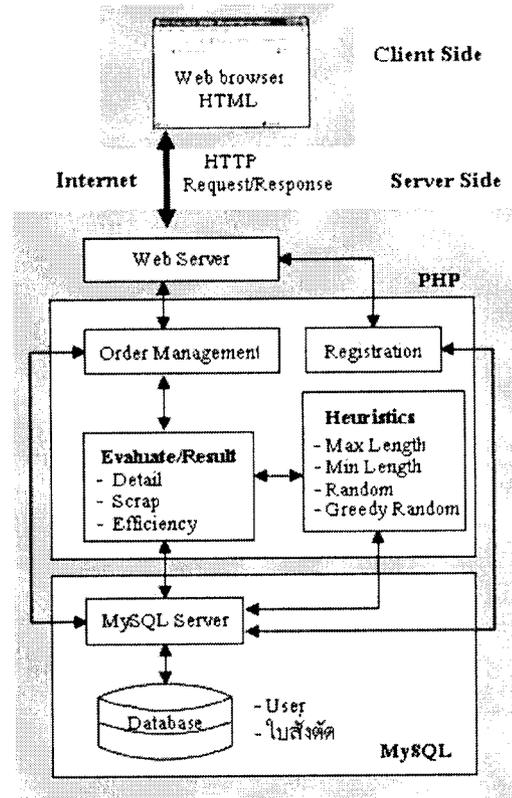
ตารางที่ 1 จำนวนวัตถุดิบที่ใช้และเศษที่เหลือของผู้ประกอบการ

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

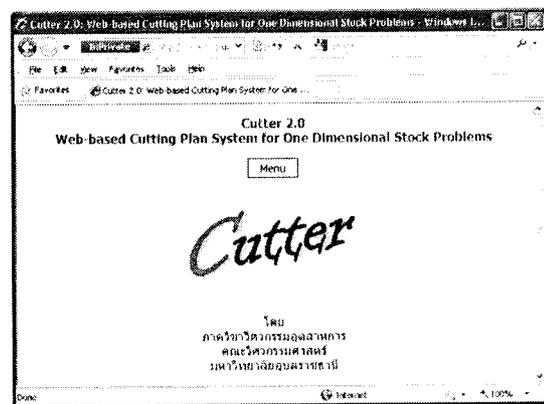
5. ระบบงาน Cutter 2.0

Cutter 2.0 คือ ระบบงานคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นให้ทำงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อใช้สำหรับวางแผนการตัดพัสดุแบบหนึ่งมิติ ถูกออกแบบให้ทำงานแบบ Client/Server โดยมีการติดต่อสื่อสารแบบ Request/Response ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตโดยใช้โปรโตคอลแบบ HTTP โดยมีลักษณะการทำงานดังรูปที่ 5 จะเห็นว่าในการทำงานด้านขอใช้บริการ (client side) จะต้องทำงานผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ที่แสดงผลด้วยภาษา HTML จากนั้นก็จะติดต่อไปยัง Web Server แล้วส่งข้อมูลกลับมาตามที่ได้เขียนโปรแกรมเอาไว้ ส่วนการทำงานด้านให้บริการ (server side) จะเป็นหน้าที่ของ Web Server เตรียมให้บริการตามความต้องการ โดยได้ใช้โปรแกรมภาษา PHP ทำงานร่วมกับระบบฐานข้อมูล MySQL สำหรับชุดคำสั่งของระบบงาน ได้แก่ การลงทะเบียน (registration), การจัดการใบสั่งตัด (order management), วิธีวิริสติก (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 ได้ถูกออกแบบให้มีความทำงานใน 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

แสดงรายละเอียดใบสั่งตัด (Detail)

User: test

ID: 79
ชื่อใบสั่งตัด: B1: ประตุร์เหล็ก จำนวน 5 ชุด
หมายเหตุ: เหล็กกล่องไม้ขีด ขนาด 2 นิ้ว x 2 นิ้ว, ยาว 6 ม.

รายละเอียดการตัดใบสั่งตัดนี้

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

รูปที่ 7 ข้อมูลใบสั่งตัดที่กรอกเข้าสู่ระบบงาน

ระบุความยาวของวัตถุดิบ (Stock Length)

User: test

ให้ป้อนข้อมูลความยาวของวัตถุดิบที่จะนำมาตัด
(ความยาวของวัตถุดิบที่คุณได้ระบุเอาไว้คือ 6 เมตร)

ความยาววัตถุดิบ (เมตร)

รูปที่ 8 กรอกความยาวของวัตถุดิบ

เลือกวิธีการตัด (Heuristic)

User: test

ID: 79
ชื่อใบสั่งตัด: B1: ประตุร์เหล็ก จำนวน 5 ชุด
หมายเหตุ: เหล็กกล่องไม้ขีด ขนาด 2 นิ้ว x 2 นิ้ว, ยาว 6 ม.
(ความยาวของวัตถุดิบที่คุณได้ระบุเอาไว้คือ 6 เมตร)

ให้เลือกวิธี Heuristic ที่ต้องการ

Max Length
 Min Length
 Random
 Greedy Random

รูปที่ 9 เลือกวิธีฮิวริสติกที่ต้องการ

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

ID: 79
ชื่อใบสั่งตัด: B1: ประตุร์เหล็ก จำนวน 5 ชุด

รายละเอียดการตัดใบสั่งตัดนี้

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, 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 มาเปรียบเทียบกับกันจะได้ดังตารางที่ 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) ความยาวของวัสดุที่ใช้นามาคัดคือ 6 เมตร
2) Heuristic Method คือ Min Length

Cutting Detail
(สูตรที่ 1)

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%

ผลการคำนวณอัตโนมัติ

รูปที่ 11 ผลการวางแผนการตัดแบบ Min Length

รายละเอียดการตัดในใบสั่งตัดนี้

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

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

Cutting Detail
(สูตรที่ 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%

ผลการคำนวณอัตโนมัติ

รูปที่ 13 ผลการวางแผนการตัดแบบ Greedy Random

รายละเอียดการตัดในใบสั่งตัดนี้

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

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

Cutting Detail
(สูตรที่ 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%

ผลการคำนวณอัตโนมัติ

รูปที่ 12 ผลการวางแผนการตัดแบบ Random

สำหรับการตัดแบบ Random และ Greedy Random นั้นจะแตกต่างจากแบบ Max Length และ Min Length กล่าวคือเนื่องจากการตัดแบบสุ่ม ดังนั้นสามารถทำการสุ่มได้หลายครั้งตามที่ผู้ใช้งานต้องการ ซึ่งแผนการตัดที่ได้จากการสุ่มในแต่ละครั้งก็จะแตกต่างกันออกไป ระบบงานสามารถแสดงรายงานบันทึกผลการสุ่ม

ตารางที่ 2 รายละเอียดของแผนการตัดที่ได้ของกรณีศึกษา B.1

วิธีวิธิตัก	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 วัสดุท่อนที่, ตัวเลขนอกวงเล็บคือ ระยะความยาวที่จะต้องตัด

ของทุกครั้ง วิเคราะห์ผลการสุ่ม พร้อมทั้งแสดงแผนการตัดที่ดีที่สุดจากการสุ่มทั้งหมดให้ผู้ใช้งานได้ทราบดังเช่นรูปที่ 14 เป็นผลการตัดแบบ Random โดยมีการสุ่มจำนวน 3 ครั้ง จะเห็นว่าแผนการตัดที่ดีที่สุดจากการสุ่มจำนวน 3 ครั้งนั้นก็คือ ใช้วัสดุท่อนจำนวน 7 ท่อน พร้อมกับระบบงานก็จะแสดงรายละเอียดของการตัดต่างๆ ให้ทราบ

รายงานบันทึกผลการสุ่ม (Random) (จากการสุ่ม 3 ครั้ง)					
จำนวนวัตถุที่ใช้ (ท่อน)	เศษรวมทั้งหมด (ซม.)	เศษเฉลี่ย (ซม./ท่อน)	เศษทั้งหมด (%)	ประสิทธิภาพการตัด (%)	(สมครั้งที่)
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)	
จำนวนวัตถุที่ใช้ (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

แสดงใบสั่งตัดของชุดทั้งหมด (All)			
User: test			
รายงานใบสั่งตัดของชุดที่อยู่ในระบบทั้งหมด = 11			
NoID	ชื่อใบสั่งตัด	Remark	รายละเอียด
1	B1A: บรรจุเหล็ก จำนวน 10 ชุด	เหล็กกล่องชนิด ขนาด 1 นิ้ว x 2 นิ้ว, ยาว 6 ม.	ใช้ตามสั่งตัด
2	B1A2: บรรจุเหล็ก จำนวน 10 ชุด	เหล็กกล่องขนาด 3/8 นิ้ว, ยาว 6 ม.	ใช้ตามสั่งตัด
3	B1B: บรรจุเหล็ก จำนวน 5 ชุด	เหล็กกล่องชนิด ขนาด 2 นิ้ว x 2 นิ้ว, ยาว 6 ม.	ใช้ตามสั่งตัด
4	B1B2: บรรจุเหล็ก จำนวน 5 ชุด	เหล็กกล่องชนิด ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว, ยาว 6 ม.	ใช้ตามสั่งตัด
5	C: บรรจุเหล็กเสริม จำนวน 2 ชุด	เหล็กกล่องชนิด ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว, ยาว 6 ม.	ใช้ตามสั่งตัด
6	D: บรรจุเหล็กเสริม จำนวน 1 ชุด	เหล็กกล่องขนาด 3/8 นิ้ว, ยาว 6 ม.	ใช้ตามสั่งตัด
7	E: บรรจุเหล็กเสริม จำนวน 1 ชุด	เหล็กกล่องขนาด 3/8 นิ้ว, ยาว 6 ม.	ใช้ตามสั่งตัด
8	F1: บรรจุเหล็กเสริม จำนวน 5 ชุด	เหล็กกล่องขนาด ขนาด 2 นิ้ว, ยาว 6 ม.	ใช้ตามสั่งตัด
9	F2: บรรจุเหล็กเสริม จำนวน 5 ชุด	เหล็กกล่องขนาด ขนาด 1 นิ้ว, ยาว 6 ม.	ใช้ตามสั่งตัด
10	G: บรรจุเหล็ก จำนวน 10 ชุด	เหล็กกล่องชนิด ขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว, ยาว 6 ม.	ใช้ตามสั่งตัด
11	H: บรรจุเหล็ก จำนวน 15 ชุด	เหล็กกล่องขนาด ขนาด 1 นิ้ว, ยาว 6 ม.	ใช้ตามสั่งตัด

รูปที่ 15 ความสามารถในการจัดเก็บใบสั่งตัดได้หลายรายการ

สำหรับการวิเคราะห์แผนการตัดของกรณีศึกษาอื่นๆ ข้างต้นทั้งหมดนั้น จะทำในลักษณะเช่นเดียวกันกับกรณีของ B.1

6. ผลการทดสอบ

เมื่อนำมากรณีศึกษาทั้งหมดข้างต้นมาทดสอบการวางแผนการตัดด้วยระบบงาน Cutter 2.0 ซึ่งในแต่ละกรณีศึกษาจะทดสอบด้วยวิธีฮิวริสติกทั้ง 4 วิธี (สำหรับ

วิธีการสุ่มทั้งวิธี Random และ Greedy Random นั้น จะใช้การสุ่มจำนวน 50 รอบในแต่ละครั้ง แล้วเลือกผลลัพธ์ที่ดีที่สุด จะได้ผลดังตารางที่ 3 และ 4 ดังนี้

ตารางที่ 3 จำนวนวัตถุที่ใช้ (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 เป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับจากวิธีฮิวริสติกทั้ง 4 วิธี ในกรณีศึกษาเดียวกัน

สำหรับเวลาในการประมวลผลของระบบงาน Cutter 2.0 นั้นได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผล Intel Core2 Duo ความเร็ว 2.33 GHz, RAM ขนาด 2 GB ใช้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Window XP และใช้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ 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 (มีจำนวนรายการตัดมากกว่า 100 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 จะช่วยให้เห็นถึงจำนวนวัตถุที่จะต้องใช้และเศษที่เหลือจากการตัดโดยรวมที่น้อยที่สุด พร้อมทั้งทราบด้วยว่าวิธีวิธิตัดใดที่มีประสิทธิภาพการตัดที่มากที่สุดในแต่ละกรณี

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบผลการตัดระหว่างผู้ประกอบการและ Cutter 2.0

กรณีศึกษา	วัตถุ (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

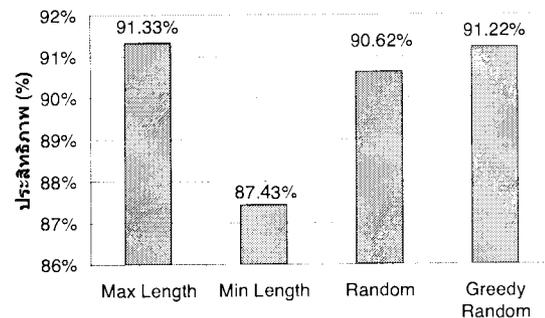
ถ้านำผลการตัดของผู้ประกอบการและผลการตัดที่ดีที่สุดของระบบงาน Cutter 2.0 ในแต่ละกรณีปัญหา มาเปรียบเทียบกับกันจะได้ตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าระบบงาน Cutter 2.0 สามารถทำให้จำนวนวัตถุดิบและเศษที่เหลือ

โดยรวมในหลายกรณีศึกษาลดลงได้ ซึ่งพบว่าเมื่อปัญหา มีขนาดใหญ่ขึ้น การใช้ระบบงาน Cutter 2.0 มีแนวโน้มที่จะใช้วัตถุดิบน้อยกว่าผลจากผู้ประกอบการ ดังนั้นระบบงานจะสามารถช่วยให้ผู้ประกอบการลดต้นทุนใน ส่วนของวัตถุดิบ รวมทั้งช่วยวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ และรูปแบบรายละเอียดแผนการตัดที่ดีที่สุดได้อีกด้วย

นอกจากนั้นถ้าพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะใน ส่วนของจำนวนผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้และประสิทธิภาพการตัด โดยเฉลี่ยของวิธีวิธิตัดทั้ง 4 วิธี จากกรณีศึกษาทั้ง 11 กรณี จะได้ตารางที่ 6 และรูปที่ 16

ตารางที่ 6 จำนวนผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้และประสิทธิภาพการตัด โดยเฉลี่ยในแต่ละวิธี

วิธีวิธิตัด	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 ได้จำนวนผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ในจำนวนที่สูงสุดเท่ากัน แต่ประสิทธิภาพการตัดโดยเฉลี่ยของวิธี Max Length จะสูงกว่าวิธี Greedy Random ส่วนวิธี Random จะได้ทั้งจำนวนผลลัพธ์ที่ดีที่สุด และประสิทธิภาพการตัดโดยเฉลี่ยที่ต่ำกว่าทั้งวิธี Max Length และ Greedy Random

ส่วนวิธี Min Length เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่ต่ำที่สุด คือได้ทั้งจำนวนผลลัพธ์ที่ดีที่สุด และประสิทธิภาพการตัดโดยเฉลี่ยน้อยที่สุด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับวิธีวิธิตัดทั้ง 4 วิธี

สำหรับเวลาในการประมวลผลของระบบงาน Cutter 2.0 นั้นจะเห็นได้ว่าระบบงาน Cutter 2.0 จะต้องใช้เวลาทำงานในช่วงหนึ่ง เนื่องจากเป็นระบบที่ทำงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตต้องใช้เวลากลับส่งข้อมูลระหว่างเครื่อง Client และเครื่อง Server จำนวนผู้ใช้งานมีผลต่อเวลาประมวลผลของระบบงาน ซึ่งถ้ามีผู้ใช้งานหลายคนในช่วงเวลาที่ระบบกำลังประมวลผล จะทำให้ระบบงาน ใช้เวลาในการประมวลผลมากขึ้น และถ้ามีผู้ใช้งานจำนวนน้อยในช่วงเวลาที่ระบบกำลังประมวลผล จะทำให้ระบบงานใช้เวลาในการประมวลผลน้อยลง ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบในปัญหากรณีศึกษาเดียวกัน

8. สรุปผล

ระบบงาน Cutter 2.0 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาให้สามารถทำงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์วางแผนการตัดแบ่งพัสดุแบบหนึ่งมิติ โดยสามารถเลือกวิธีวิธีตัดได้ 4 วิธี คือ Max Length, Min Length, Random, และ Greedy Random ระบบงานจะทำการวิเคราะห์และแสดงผลการตัดในลักษณะต่างๆ เช่น จำนวนวัตถุดิบที่ต้องใช้ทั้งหมด ประสิทธิภาพการตัด ปริมาณเศษ รายละเอียดการตัด เป็นต้น รวมทั้งสามารถเปลี่ยนระยะเวลาความยาวของวัตถุดิบที่จะตัดได้ ทำให้การวางแผนการตัดเป็นไปอย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

9. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากระบบงาน Cutter 2.0 มีข้อจำกัด คือ มีวิธีวิธีตัดจำนวน 4 วิธี และในการตัดแต่ละครั้งจะพิจารณาความยาวของวัตถุดิบเพียงระยะเวลาความยาวเดียวเท่านั้น ซึ่งอาจจะไม่ครอบคลุมในบางปัญหา ดังนั้นจึงควรเพิ่มจำนวนของวิธีวิธีตัดให้มากขึ้น และเพิ่มความสามารถของระบบงานให้สามารถพิจารณาเลือกตัดความยาวของวัตถุดิบได้หลายระยะในคราวเดียวกัน เพื่อให้การตัดแต่ละครั้งประหยัด และได้ประโยชน์สูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ความเห็นในรายงาน

ผลการวิจัยนี้เป็นของผู้วิจัย ผู้ให้ทุนไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] นราธิป แสงชัย และ พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล. 2544. ปัญหาการตัด 1 มิติภายใต้เงื่อนไขความต้องการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา. การประชุมข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ครั้งที่ 10, อุบลราชธานี, ประเทศไทย, 25-26 ตุลาคม 2544: 468-475.
- [2] สุเทพ บุตรดี, สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร และ กัญจนาทองสนิท. 2544. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการตัดสินใจการตัดลู่มีเนียมโพรไฟล์ที่เหมาะสม โดยวิธีลินเนียโปรแกรมมิ่งและฮิวลิستيك. การประชุมข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ครั้งที่ 10, อุบลราชธานี, ประเทศไทย, 25-26 ตุลาคม 2544: 28-35.
- [3] วิริยชัย ดิษเสถียร และ จรัมพร หรรษมนตร์. 2547. การวางแผนการตัดไม้แบบ 3 มิติโดยวิธีแยกพิจารณา. การประชุมข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม 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 ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. สารนิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [7] สมพงษ์ เฉษฐาธรรมสถิต, ชูดี ม่วงประเสริฐ และ เกียรติกร แก้วตระกูลพงษ์. 2548. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในระบบการปลูกพืชบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. 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.