

การเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดแกนกระดาษด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรง

กรณีศึกษา: บริษัท บาร์โค้ด ทีทีอาร์ จำกัด

EFFICIENCY INCREASING IN PAPER CORE CUTTING BY LINEAR PROGRAMMING OPTIMIZATION: A CASE STUDY BARCODE TTR CO., LTD.

สุวิทย์ สงเคราะห์, ศักดิ์ชัย รักการ, อรรถกร กลั่นความดี และ ธนาคม สกกุลไทย

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ

1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

Suwit Songkroh, Sakchai Rakkarn, Attakorn Klungkuarmdee, and Thanakom Sakulthai

Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management,

Kasem Bundit University, Pattanakarn Campus

1761 Pattanakarn Rd., Suanluang Bangkok 10250, Thailand

บทคัดย่อ

แกนกระดาษเป็นวัสดุหลักของโครงสร้างหมึกพิมพ์บาร์โค้ด (Thermal Transfer Ribbon) ที่เป็นลักษณะวัสดุ 1 มิติ ที่มีขนาดความยาวและปริมาณการใช้สูง การนำแกนกระดาษมาใช้งานจำเป็นต้องตัดวัสดุคงคลังความยาวมาตรฐานให้ได้ขนาดความยาวตามที่ต้องการต่างๆ กัน จึงทำให้เกิดเศษเหลือจากการกระบวนการตัดและมีความสูญเสียเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนในการผลิต หัวหน้าฝ่ายผลิตมีหน้าที่เตรียมรายการความต้องการเพื่อให้พนักงานตัดแกนกระดาษซึ่งแบบแผนการตัดถูกสร้างขึ้นด้วย Algorithm ง่ายๆ ที่คิดขึ้นเองไม่มีการใช้เครื่องมือช่วยคำนวณ ส่งผลให้มีปริมาณเศษเหลือจากการตัดแกนกระดาษโดยเฉลี่ยมากกว่า 4% ของปริมาณแกนกระดาษที่เบิกใช้ การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดแกนกระดาษด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรง ซึ่งประกอบด้วยสองขั้นตอนหลักคือ การสร้างแบบจำลองการตัด (Formulation Model) และการคำนวณหาเศษเหลือที่น้อยที่สุด ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงและ Code VBA (Visual basic application) บน Microsoft Excel ผลการวิจัยนี้พบว่า การเขียน Code VBA สามารถจำลองตัวแปรอัตโนมัติได้อย่างรวดเร็วและแสดงรูปแบบในการตัดได้มากถึง 83 pattern และด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นตรงสามารถคำนวณหาเศษเหลือที่น้อยที่สุดได้โดยมีอัตราการสูญเสียเฉลี่ยเพียง 0.51% ซึ่งเศษเหลือจากการตัดแกนกระดาษลดลงถึง 87.9% ต่อเดือน

คำสำคัญ: หมึกพิมพ์รีบบ้อน, โปรแกรมเชิงเส้นตรง, รหัสควบคุมโปรแกรมประยุกต์อื่นๆ ด้วยภาษาวิซวลพื้นฐาน

ABSTRACT

The paper is the core of material Barcode printing (Thermal Transfer Ribbon), which is a one-dimensional materials with size length and high consumption Bringing the paper to the need to cut inventory standard length to length as required different. As a result, the remainder of the cutting process and has caused a lot of losses. Which directly affect the cost of production. Production Supervisor is responsible for preparing a list of demands to cut staff, cut the paper pattern was created with a simple Algorithm think of your own. With out the use of tools to help calculate As a result, the amount of debris left over from cutting the paper by more than 4% of the amount of paper used. This research aims to increase the efficiency of cut paper core with linear programming. Which consists of two main stages. Modeling the cut (Formulation Model) and the calculation of minimal residual. With linear programming and Code VBA (Visual basic application) on Microsoft Excel. This study found that writing Code VBA can simulate variable automatic, fast and show ways to cut up to 83 pattern and method of linear programming to calculate the remainder at least get a rate. The average loss was only 0.51%, the remainder of the core cut paper fell to 87.9% per month.

KEYWORDS: Thermal Transfer Ribbon, linear programming, Code VBA

1. บทนำ

การวิจัยดำเนินงาน (Operation Research) ได้เริ่มการคิดค้นและพัฒนาในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยทางการทหารของประเทศอังกฤษ เพื่อศึกษาปัญหาและทำการตัดสินใจเลือกใช้แก้ปัญหาต่างๆ และทำการผลิตอาวุธยุทโธปกรณ์ในการทำสงครามที่มีทรัพยากรอยู่ในปริมาณที่จำกัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ส่วนสำคัญส่วนหนึ่งคือ หลักการผลิตผลิตภัณฑ์จำนวนมาก (Mass Production) ในการดำเนินภารกิจดังกล่าว ด้วยการประยุกต์ใช้หลักการและเทคนิคทางคณิตศาสตร์ ตรรกศาสตร์ ในการปรับปรุงประสิทธิภาพและแก้ปัญหาในการบริหารและการจัดการ ดังนั้นภายหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นต้นมา ประเทศต่างๆ ทั้งในทวีปยุโรป อเมริกา และเอเชียก็ได้นำเอาหลักการทางด้านการวิจัยดำเนินงานมาประยุกต์ใช้กับปัญหาการจัดการในงานอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และธุรกิจต่างๆ กันอย่างกว้างขวาง เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มากที่สุดในขณะที่ลดค่าใช้จ่ายและใช้ทรัพยากรต่างๆ ให้น้อยที่สุดและคุ้มค่าที่สุดเท่าที่จำเป็น

ปัญหาการตัดวัสดุ (Cutting Stockproblem) เป็นหนึ่งในหลากหลายปัญหาของการวิจัยดำเนินการที่ริเริ่มโดย Kantorovich นักเศรษฐศาสตร์ชาวรัสเซียในปีคริสต์ศักราช 1939 ซึ่งเป็นช่วงเดียวกันกับการวิจัยดำเนินงานเริ่มมีบทบาทในวิศวกรรมอุตสาหกรรมต่อมาในปีคริสต์ศักราช 1961 Gilmore และ Gomory เป็นผู้ริเริ่มในการหาวิธีการแก้ปัญหานี้ได้เป็นอย่างดี โดยวิธีการสร้างรูปแบบการตัด (Pattern Generation Technique) ในการแก้ปัญหาคutting stock problem นี้ได้เป็นอย่างดี โดยวิธีการสร้างรูปแบบการตัด (Pattern Generation Technique) ในการแก้ปัญหาคutting stock problem นี้ได้เป็นอย่างดี โดยวิธีการสร้างรูปแบบการตัด (Pattern Generation Technique) ในการแก้ปัญหาคutting stock problem นี้ได้เป็นอย่างดี โดยวิธีการสร้างรูปแบบการตัด (Pattern Generation Technique) ในการแก้ปัญหาคutting stock problem นี้ได้เป็นอย่างดี

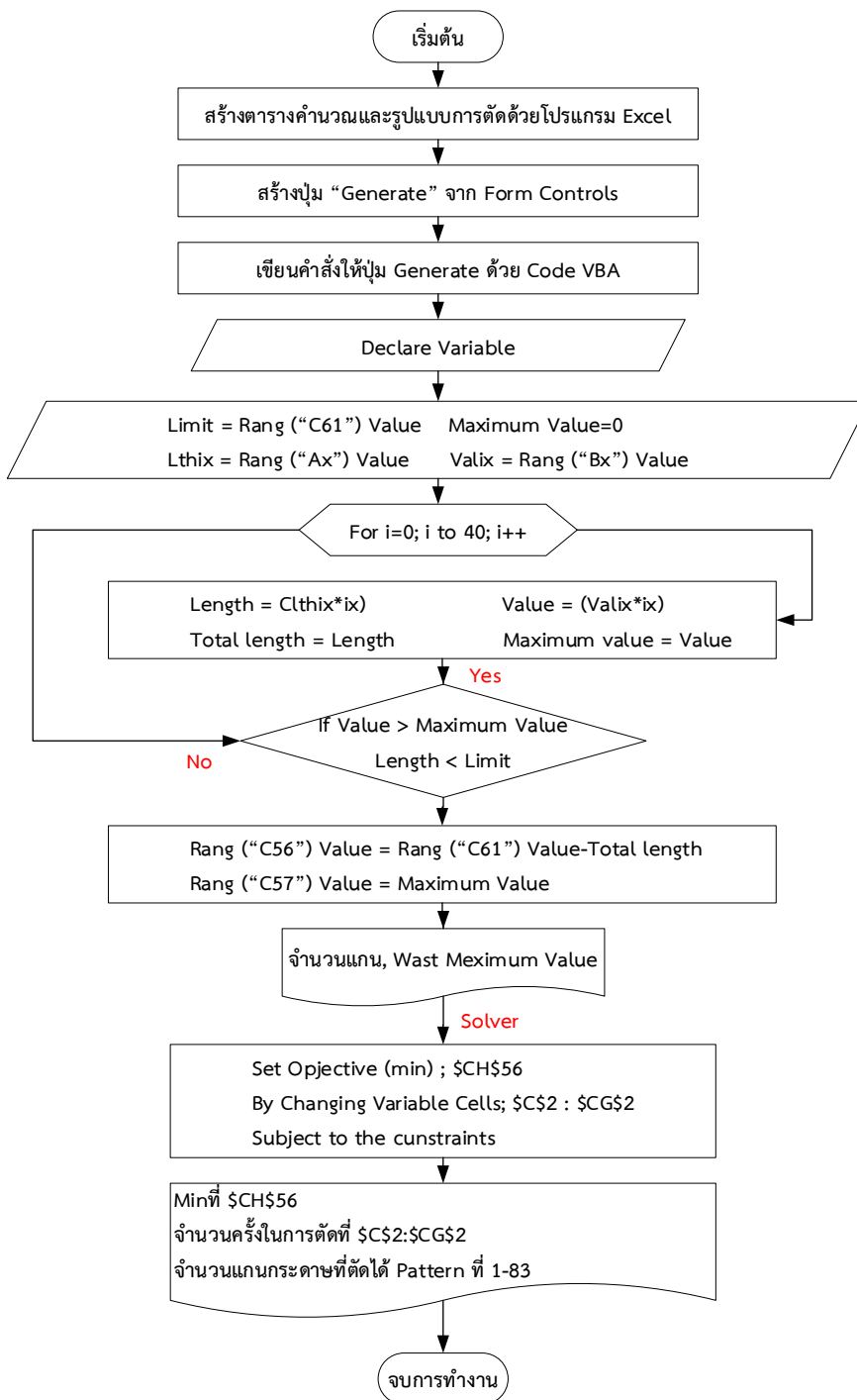
ในปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายตัวทางอุตสาหกรรมอย่างมากทำให้เกิดการแข่งขันค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ให้สามารถแข่งขันได้ การลดต้นทุนการผลิตก็เป็นกลยุทธ์หนึ่งในการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน ซึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ การใช้วัสดุอย่างคุ้มค่าก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ อุตสาหกรรมที่มีการใช้วัสดุและมีการสิ้นเปลืองสูงได้แก่อุตสาหกรรมที่มีการตัดวัสดุและเหลือเศษ ปัญหาในการตัดวัสดุส่วนใหญ่มักมีการใช้วัสดุขนาดมาตรฐานไม่คุ้มค่า เกิดการสูญเสียเศษวัสดุเป็นจำนวนมาก [2] ปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการแก้ปัญหาก็เป็นจำนวนมาก เช่น นางเยาว์ ชูสุข [3] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างสูตรอาหารให้ตรงตามโภชนาการและต้นทุนต่ำโดยใช้ Microsoft Excel ในการแก้ปัญหาคutting stock problem ซึ่งเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในอุตสาหกรรมอาหาร อาหารสัตว์ และประยุกต์ใช้งานอื่นๆ เช่น งานวิจัย

พอเจตน์ จิตพิพัฒน์พงศ์ และชุมพล มณฑาทิพย์กุล [4] ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม Excel Solver เพื่อปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังร้านค้าสาขาต่างๆ ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลจำนวน 17 สาขาเพื่อให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ต่ำกว่าวิธีการจัดเส้นทางในปัจจุบัน เมธินี ศรีกาญจน์ และชุมพล มณฑาทิพย์กุล [5] ได้ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังสินค้าที่มีการจัดวางสินค้าภายในไม่เหมาะสม ทำให้การใช้พื้นที่ได้อย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ โดยได้วิเคราะห์ตำแหน่งใหม่ในการจัดวางสินค้าโดยใช้หลักการตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Method) ร่วมกับ Solver ใน MS Excel เพื่อช่วยในการหาค่าตอบที่เหมาะสมที่สุดของการจัดวางสินค้า เอกชัย นิธิเสาวภาคย์และคณะ [6] ได้ศึกษาการวางแผนการผลิตระดับยุทธวิธีของระบบการผลิตปูนซีเมนต์ ซึ่งมีความซับซ้อนเป็นอย่างมาก เนื่องจากอุปสงค์ที่มีความไม่แน่นอน จำนวนเครื่องจักรที่ใช้มีหลายเครื่อง ซึ่งแต่ละเครื่องมีค่าใช้จ่ายในการผลิตปูนซีเมนต์แต่ละชนิดแตกต่างกัน ปัญหาการวางแผนการผลิตดังกล่าวได้ใช้โปรแกรม Excel Premium, Solver ในการแก้ปัญหาคutting stock problem บิยนุช บัวเล็กและคณะ [7] ทำการศึกษาการหารูปแบบการหีบสินค้าที่เหมาะสมเพื่อหาเส้นทางเดินรถหีบสินค้าภายในคลังสินค้าโดยให้มีระยะทางที่น้อยที่สุดและใช้เวลาในการเดินที่น้อยที่สุด เครื่องมือที่ใช้คือ Excel Premium Solver พัฒนาระบบ

สนับสนุนการตัดสินใจและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับหาเส้นทางการเดินที่สั้นที่สุด ศนิवार ศรีอุทาและคณะ [8] ศึกษาการจัดเตรียมเส้นทางการอพยพสำหรับพื้นที่เกิดอุทกภัยในประเทศไทย โดยพบว่าภัยพิบัติทางธรรมชาติในประเทศไทยได้เกิดขึ้นบ่อยครั้งโดยปราศจากสัญญาณเตือนล่วงหน้า จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะพัฒนาแผนอพยพเพื่อเพิ่มความปลอดภัยของผู้อยู่อาศัยและลดความเสียหายที่เกิดต่อทรัพย์สิน การแก้ไขปัญหานั้นในรูปแบบทางคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ใช้กับโปรแกรม Excel Solver เพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด ชาญวิทย์ วงศ์รัตนพรกุล [9] จากงานวิจัยที่ผ่านมามีพบว่าวิธีการหรือข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบหรือเลือกอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศในปัจจุบันยังไม่ใช่วิธีการที่มุ่งเน้นด้านการประหยัดพลังงานสูงสุด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะออกแบบโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์การทำงานและหามาตรฐานการประหยัดพลังงานสำหรับห้องเย็นแบบไหลสวนทาง โดยใช้แอปพลิเคชัน Solver ที่ทำงานบนโปรแกรม Microsoft Excel คำนวณหาคำตอบที่เหมาะสม ฉัตรทิพย์ มีสุขและคณะ [10] ได้ศึกษาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดรถเทรลเลอร์ในการขนส่งรถยนต์สินค้าเพื่อให้ได้ต้นทุนที่ต่ำสุดโดยใช้ Microsoft Excel Solver ในการหาคำตอบที่เหมาะสมภายในเวลาอันรวดเร็วอีกด้วย นันทวุฒิ ศรีปัตถาและสิริวงศ์ กลั่นคำสอน [11] ได้บริหารโครงการน้ำเสียของการประปาส่วนภูมิภาคด้วยวิธีโปรแกรมเชิงเส้นตรงโดย Microsoft Excel Solver ปณิตดา กองศิลป์ [12] ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการตัดร่วมกับลำดับการผลิต วิชา จำปางาม และสมชาย ชูโณม [13] ได้ใช้เทคนิคการพยากรณ์และตัวแบบคณิตศาสตร์ด้านโปรแกรมเชิงเส้นสำหรับการวางแผนการผลิตเพื่อให้เกิดกำไรสูงสุดแล้วนำไปประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver ษณรัช วงศ์เวไนย [14] ได้แก้ปัญหาการวางแผนออกแบบอากาศยานเบาเชิงหลักการโดยการพัฒนาโปรแกรมและใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลายตัวแปรด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรง

ทางบริษัทหมึกพิมพ์บาร์โค้ดใช้แกนกระดาษเป็นวัสดุหลักของโครงสร้าง Thermal Transfer Ribbon ที่เป็นลักษณะวัสดุ 1 มิติ การนำแกนกระดาษมาใช้งานนั้นต้องดำเนินการตัดจากวัสดุแกนกระดาษขนาดมาตรฐานจึงส่งผลให้เกิดเศษเหลือจากกระบวนการตัด อีกทั้งแบบแผนในการตัดยังถูกสร้างขึ้นแบบง่าย ๆ ที่คิดขึ้นเองไม่มีการใช้เครื่องมือช่วยคำนวณ จึงทำให้เกิดเศษเหลือจากการตัดโดยเฉลี่ยมากกว่า 4% ของปริมาณแกนกระดาษที่เบิกใช้งานวิจัยในครั้งนี้จึงได้นำหลักการโปรแกรมเชิงเส้นตรงมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งประกอบด้วยสองขั้นตอนหลักคือ การสร้างแบบจำลองการตัด (Formulation Model) และการคำนวณหาเศษเหลือที่น้อยที่สุดด้วย Code VBA และ Solver บน Microsoft Excel เพื่อแก้ปัญหาและตัดสินใจให้เกิดผลตามแนวทางการดำเนินงานให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Value)

2. วิธีการดำเนินการวิจัย



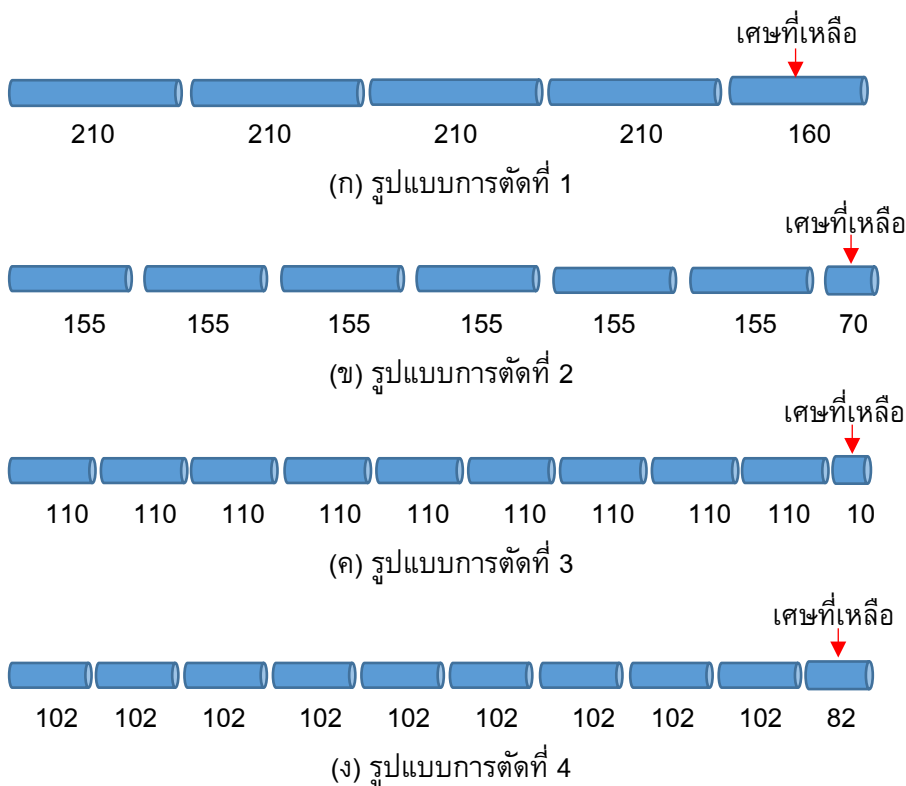
รูปที่ 1 Flow Chart วิธีการดำเนินการวิจัย

ตัวอย่างแสดงข้อมูลความยาวและปริมาณที่ลูกค้าต้องการ ปัญหาในการตัดดั่งกล่าว ต้องเลือกวัสดุคงคลังความยาวมาตรฐาน 1,000 mm มาตัดให้ได้ตามขนาดความยาวต่างๆ และปริมาณที่ลูกค้าต้องการ แสดงข้อมูลดังตารางตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลการตัด

ขนาดแกนกระดาศที่ ลูกค้าต้องการ (mm)	จำนวนที่ต้องการ (Pcs.)	จำนวนที่ตัดได้ (Pcs.)	เศษที่เหลือทิ้ง (mm)
210	3	4	160
155	2	6	70
110	5	9	10
102	3	9	82

ก่อนกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการตัดสินใจนั้นต้องอาศัยรูปแบบการตัดจากขนาดมาตรฐาน 1,000 mm โดยสามารถสร้างรูปแบบได้ด้วยรูปภาพดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวอย่างรูปแบบการตัดลักษณะต่างๆ

โดยต้องการวางแผนการตัดให้เกิดเศษเหลือในการตัดน้อยที่สุด และต้องการทราบรูปแบบการตัดเพื่อใช้ในการสั่งงานการตัดแกนกระดาษให้ได้ตามปริมาณที่ต้องการ

การกำหนดตัวแปรตัดสินใจของปัญหาต้องอาศัยรูปแบบการตัด (pattern) จากขนาดมาตรฐาน 1,000 mm เพื่อใช้เป็นตัวแปรซึ่งสามารถกำหนดหรือจำลองตัวแปรด้วยโปรแกรม Excel Solver โดยการเขียน code VBA (visual basic application) ซึ่งจะได้รูปแบบการตัดในการจำลองตัวแปรอย่างอัตโนมัติช่วยให้การประยุกต์นำคำตอบจากการคำนวณสามารถนำไปใช้งานสั่งตัดให้ได้ตามปริมาณที่ต้องการได้ง่ายขึ้น โดยมีวิธีในการประมวลผลจำลองตัวแปร (algorithm) ดังนี้

2.1 วิธีในการประมวลผลการจำลองตัวแปร (algorithm)

2.1.1 เริ่มต้น

2.1.2 กำหนดค่าและระบุตัวแปร

2.1.3 pattern 1-51 สุ่มตัวเลขแบบวนรอบตั้งแต่ 0-40 Size หลัก โดยที่

- ผลรวมของ length น้อยค่าหรือเท่ากับ 1,000 mm
- ผลรวมของ Maximum value น้อยกว่า Value

2.1.4 แสดงค่าจำนวนแกน (size หลัก), waste, maximum value

2.1.5 patten 52-83 สุ่มค่าเลขแบบวนรอบตั้งแต่ 0-40 ที่ size หลัก 0-1 ที่ size รอง โดยที่

- ผลรวมของ length น้อยค่าหรือเท่ากับ 1,000 mm
- ผลรวมของ Maximum value น้อยกว่า Value

2.1.6 แสดงค่าจำนวนแกน (size หลัก, size รอง, waste, mazimum value)

2.1.7 จบการทำงาน

2.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เราสามารถแสดงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยสมการจากตารางคำนวณและรูปแบบในการตัดจากโปรแกรม Excel Philip debrah [15] ได้เสนอวิธีโปรแกรมเชิงเส้นตรงโดยการใช้หลักการแก้ปัญหาด้วย Knapsack Problem ในการสร้างรูปแบบการตัดดังนี้

สมการเป้าหมาย Min Z

$$Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (1)$$

ข้อจำกัด

$$Z = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i ; 1, \dots, m \tag{2}$$

$$x_j \geq 0 \text{ และเลขจำนวนเต็ม} \tag{3}$$

- โดยที่ a_{ij} = ความยาวแกนลำดับที่ i ที่ใช้ใน pattern ที่ j หนึ่งหน่วย
 c_j = ความยาวที่เหลือจากการตัด (waste) ในแต่ละ pattern
 x_j = รูปแบบในการตัด (pattern) ที่ j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)
 b_i = จำนวนที่ลูกค้าสั่ง (order) ชนิดที่ i ที่มี ($i = 1, 2, 3, \dots, m$)

ตารางที่ 2 แบบจำลองการตัด

Length	Value	จำนวนครั้งในการตัด							Cutting (PCS.)	Order (PCS.)	1319	
		0	0	0	57	0	0	0			Stock (PCS.)	
		Pattern										
		1	2	3	4	5	.....	83			
279.0	5.58	3					.....		6	6	0
220.0	4.4		4				.....		12	9	3
210.0	4.2			4			.....		0	0	0
165.0	3.3				6		.....		342	342	0
160.0	3.2					6	.....		32	28	4
.....	
25.4	0.508						.....	1	117	104	13
Waste		163	120	160	10	40	.....	6.6	6,752.60		
Maximum value		16.74	17.6	16.8	19.8	19.2	.....	19.87			
Generate									0.51%			
									1,312,247.40	1,235,916.60	6.18%	
									1,319,000.00		76,330.80	

Paper Core S.T. 1000

สามารถแสดงสมการทางคณิตศาสตร์จากสมการ (1)-(3) โดยใช้ข้อมูลจากตัวอย่างดังนี้

$$\text{Min } Z = 163x_1 + 120x_2 + 160x_3 + 10x_4 + 40x_5 + \dots + 6.6x_{83}$$

$$\text{Solution } 3x_1 \geq 6$$

$$4x_2 \geq 9$$

$$4x_3 \geq 0$$

$$6x_4 \geq 342$$

$$6x_5 \geq 28$$

$$\dots \geq \dots$$

$$x_{83} \geq 104$$

$$x_1 \dots x_{83} \geq 0 \text{ และเป็นจำนวนเต็ม}$$

เมื่อสร้างสมการเสร็จเรียบร้อยแล้วก็ถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาดังกล่าวซึ่งจำเป็นต้องใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเข้ามาช่วยในการคำนวณและเขียนคำสั่งจำลองตัวแปรอัตโนมัติในการวิจัยนี้ได้นำเสนอการใช้โปรแกรม Microsoft Excel solver ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย และสามารถช่วยในการคำนวณได้เช่นเดียวกับโปรแกรมเชิงพานิชย์แต่เวลาในการประมวลผลและจำนวนตัวแปรในการคำนวณและเงื่อนไขข้อจำกัด โปรแกรมและการเขียนคำสั่งที่อาจจะด้อยกว่าโปรแกรมสำเร็จรูปในเชิงพานิชย์อยู่มากแต่ก็เพียงพอต่อการทำงานวิจัยในครั้งนี้ส่วนการเรียกใช้งานสามารถเรียกคำสั่ง Data แล้วเลือกที่ solver จะปรากฏหน้าจอโปรแกรมโดยจะมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการคือ

1. Input (length (mm), order (PCS) ,paper core S.T)
2. Changing cells (จำนวนครั้งในการตัดที่จะเปลี่ยนค่าไปตาม Objective function)
3. Objective cell (mm) (ผลลัพธ์ที่มีค่าน้อยที่สุดที่ต้องการหรือเศษเหลือจากการตัดน้อยสุด)

3. ผลการวิจัย

ปัญหาในการตัดแกนกระดาษดังกล่าว ต้องการเลือกวัตถุดิบที่ขนาดความยาวมาตรฐาน 1,000 mm มาตัดให้ได้ตามขนาดความยาวต่างๆ และปริมาณที่ต้องการของลูกค้าต่อเดือน โดยแสดงตารางข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ตัวอย่างตารางข้อมูลบางส่วนเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม

Length (mm)	May (PCS.)	Jun (PCS.)	Jul (PCS.)
279	6	30	21
240			12
220	9	226	4
210		12	
170			28
.....
70	214	414	245
68	32	79	
65	131	107	667
64	36	83	
60	215	234	131
56	143	519	404
55	318	272	368
53	45	30	45
50.8		45	
50	208	382	302
45	61	720	76
44	77	20	
40		259	343
38.1	102		
38		22	
36	30		
35		50	166
33	144	40	168
30	3		36
25.4		120	
25	104		105

จากข้อมูลปริมาณและความต้องการของแกนกระดาษทั้งสามเดือนนี้ สามารถนำมาใส่ในแบบจำลองการตัดที่ได้สร้างไว้ด้วยโปรแกรม Excel ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตัวอย่างผลจากการคำนวณรูปแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรง เดือนพฤษภาคม 2558 (Pattern 44-83)

		จำนวนครั้งในการตัด											
พ.ค.2558		11	2	0	0	14	8	3	0	0			1319
		Pattern											
Length	Value	44	45	46	47	79	80	81	82	83	Cutting (PCS.)	Order (PCS.)	Stock (PCS.)
279.0	5.58										6	6	0
165.0	3.3										342	342	0
154.0	3.08										6	0	6
152.4	3.048										54	50	4
150.0	3										876	875	1
130.0	2.6										14	12	2
40.0	0.8				25	1					88	77	11
38.0	0.76										104	102	2
35.0	0.7										56	30	26
33.0	0.66								1		150	144	6
25.4	0.508									1	117	104	13
Waste		0	10	32	0	0	3	1	1.8	6.6	6,752.60		
Maximum value		20	19.8	19.36	20	20	19.94	19.98	19.96	19.87			
Generate											0.51%		
											1,312,247.40	1,235,916.60	6.18%
											1,319,000.00		76,330.80

ผลจากการ Generate เลือกตัวแปรจำนวนแกนในแต่ละ pattern แบบอัตโนมัตินั้นแสดงให้เห็นว่าในแต่ละขนาดแกนจะถูกคำนวณหาจำนวนที่พอดีที่สุดเพื่อให้เหลือเศษน้อยที่สุดตั้งแต่ pattern 1-83 จากคำนวณด้วย solver ตามหลักการโปรแกรมเชิงเส้นตรงแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมจะเลือก pattern ที่มีเศษเหลือน้อยที่สุดมาพิจารณาก่อนตามลำดับจนได้คำตอบที่ดีที่สุดนั้นคือของเสียที่น้อยที่สุดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปผลการคำนวณรูปแบบการตัดปัจจุบันและรูปแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรง

Month ของเสีย	รูปแบบการตัดปัจจุบัน		รูปแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรง	
	mm	%	mm	%
May-15	60,119.60	4.79%	6,752.60	0.51%
June-15	55,687.40	4.15%	4,124.60	0.30%
July-15	56,628.40	4.15%	9,999.40	0.71%

4. สรุป

จากการศึกษาการแก้ปัญหาการตัดแกนกระดาษด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรงนั้นสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปผลการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง

สรุป		
Month	ของเสีย	
	mm	%
May-15	53,367.00	88.77%
June-15	51,562.80	92.59%
July-15	46,629.00	82.34%
เฉลี่ย	50,519.60	87.90%

จากผลการวิจัยจะพบว่ารูปแบบการตัดในปัจจุบันนั้นจะมีเศษเหลือจากการตัดมากถึง 4.79% แต่เมื่อใช้วิธีโปรแกรมเชิงเส้นตรงสามารถลดเศษเหลือได้น้อยสุดที่ 0.3% ต่อเดือน ด้วยวิธีการนี้เปรียบเทียบกับวิธีการตัดแกนกระดาษในปัจจุบันพบว่าเศษเหลือจากการตัดแกนลดลงเฉลี่ย 87.9% ต่อเดือน

References

- [1] Naratip Sangsay. (2007). "Operations Research Application to Solve Cutting Stock Problems". **The Journal of Industrial Technology**. Vol. 3 (No. 1). (In Thai).

- [2] Nareerat Talek. (2013). **The One-Dimensional Cutting Stock Problem with usable left over-LP Approach**. Master of Engineering. Industrial Engineering. Thammasat University. (In Thai).
- [3] Nongyao choosuk. (2010). "Solving Linear Programming using Microsoft Excel for Food Formula". **King Mongkut's Agro-Industry Journal**. Vol. 2 (No. 1): Pages1-10. (In Thai).
- [4] Phorjet Jittipitpong and Chumphon Monthatipkul. (2009). "Application of Excel Solver.In order to Improve the Transportation cargo". **Thai value Chain Management and Logistics Conference**. 19-21/November/2009. The Tide Resort Hotel Bangsaen: Pages 167-176. (In Thai).
- [5] Mathinee Srikan and Chumpol Monthatipkul. (2013). "Efficiency Improvement of Location Assignment of product in a warehouse". **WMS Journal of Management Walailak University**. Vol. 2 (No. 3): Pages 8-20. (In Thai).
- [6] Ekamai Nithisoawapak and et al. (2009). "Tactical Production Planning of a Cement Production System by Mathematical Programming". **The Journal of KMUTNB**. Vol.19 (No. 2). (In Thai).
- [7] Piyanuch Bualek and et al. (2011). "A Decision Support System for Optimal Picking Pattern". **IE Network Conference 2011**. 20-21/October/2011. Ambassador city Jomtien. Chonburi. (In Thai)
- [8] Saniwan sri-Uta and et al. (2012). "Preparing Evacuation Routing for Regional Flooding in Thailand". **IE Network Conference 2012**. 17-19/October/2012. Cha-am. Phetchaburi. (In Thai)
- [9] Chaiwit wongratanapornkul and Naratip Sangsay. (2004). "Design of Program for Determinating Energy Conservation Measure to Cooling Tower". **ME-NETT 18**. 18-20/October/2004. Khon Kaen. (In Thai).
- [10] Chattip Meesuk and et al. (2012). "A Decision Support System for Trailer Assignment in Automobile Transportation". **IE Network Conference 2012**. 17-19/October/2012. Cha-am. Phetchaburi. (In Thai).
- [11] Nuntawut Sripatta and Sirang Klankamsorn. (2014). **The Water Loss Control Project in Provincial of Waterworks Authority**. Master of Engineering. Faculty of Engineering Management. Kasetsart University Chonburi. (In Thai).

- [12] Panadda Kongsilp. (2012). "Development of Mathematical Models for Cutting Stock Problem with Production Sequencing". **IE Network Conference 2012**. 17-19/October/2012. Cha-am. Phetchaburi. (In Thai).
- [13] Wichan Champangam and Somchai Chuchom. (2015). "Production Planning for SME". **RMUTP Research Journal**. Special Issue. 20/MAY/2015. Bangkok: Pages 244-252. (In Thai).
- [14] Thanarat Wognwenay. (2009). **Light Aircraft Conceptual Design Concept Synthesis and Optimization**. Master of Engineering. Faculty Aerospace Engineering. Kasetsart University. (In Thai).
- [15] Philip Debrah. (2011) **Cutting Stock Problem based on the Linear Programming approach**. Master of Science. Faculty of Science and Technology. University of science and technology, Kumasi.

ประวัติผู้เขียนบทความ



สุวิทย์ สงเคราะห์ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้จัดการฝ่ายการผลิต บริษัท แอช ซาอินดัสตรี (ไทยแลนด์) จำกัด หมายเลขโทรศัพท์ 089-860-4934 E-mail:suwit.ie@gmail.com จบการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขา วิศวกรรมอุตสาหการ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตตาก และวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต



ศักดิ์ชาย รักษการ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต หมายเลขโทรศัพท์ 089-781 6187 E-Mail: s.rakkarn2010@gmail.com จบการศึกษา วศ.บ. และ วศ.ม. สาขา วิศวกรรมอุตสาหการ และปริญญาเอกที่ Ph.D. Systems and Control ที่ Case Western Reserve University, Ohio, ประเทศสหรัฐอเมริกา



อัทธกร กลั่นความดี ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ และ
อาจารย์ที่ปรึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการ
งานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต จบการศึกษา
วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) เกียรตินิยม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย M.S.
(Mechanical Engineering) University of Illinois at Urbana, U.S.A. และ
Ph.D. (Mechanical Engineering) University of Illinois at Urbana, U.S.A.



ธนาคม สุกุทัย ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรม
ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต จบการศึกษา วศ.บ. (อุตสาหกรรม) จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย B.Sc. (Industrial Engineering) University of Utah
U.S.A.M.M (Management) สถาบันศินทร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Ph.D. (Fuels Engineering) University of Utah U.S.A.