

การประยุกต์ใช้หลักการวิจัยดำเนินงานในการแก้ปัญหาการตัดวัตถุดิบ

Operations Research Application to Solve Cutting Stock Problems

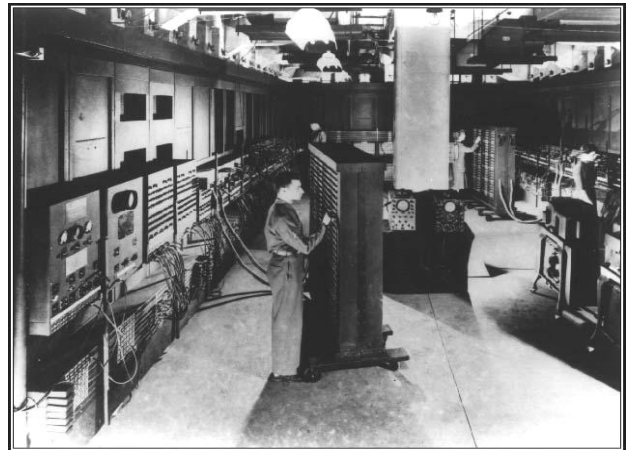
นราธิป แสงชัย¹

1. ความเป็นมาของการวิจัยดำเนินงาน

ลักษณะปัญหาในการผลิตของวิศวกรรมอุตสาหกรรมนั้นมีความหลากหลายและซับซ้อนมากขึ้นตามยุคสมัย เริ่มตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 17 ซึ่งเป็นยุคแห่งการปฏิวัติอุตสาหกรรมในประเทศอังกฤษ เริ่มต้นที่มีการใช้เครื่องจักรพลังไอน้ำทดแทนแรงงานคนในโรงงานที่โซโห ในปีคริสต์ศักราช 1795 โดย Matthew Boulton และ James Watt หลังจากนั้นเริ่มเกิดลักษณะของการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมขึ้นในเวลาต่อมา ทำให้วิทยาการทางด้านนี้เกิดขึ้นตามมาด้วยเช่นกัน เช่น การสร้างมาตรฐานการทำงานและผลิตภัณฑ์ การกำจัดความสูญเสียต่าง ๆ และการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพการพยากรณ์ การวางแผนโรงงานและที่ตั้ง การกำหนดอัตราค่าแรงงาน เป็นต้น โดยมี Adam Smith นักเศรษฐศาสตร์ชาวสกอตแลนด์ ริเริ่มพัฒนาการจัดแบ่งงานตามความถนัด พยายามลดเวลาในการสับเปลี่ยนงานของพนักงาน และพัฒนาอุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อช่วยในการทำงานให้สะดวกและรวดเร็วขึ้นในราวปีคริสต์ศักราช 1800 ต่อมาราวปีคริสต์ศักราช 1835 Charles Babbage มีบทบาททางด้านการกำหนดค่าจ้างที่เหมาะสมกับทักษะความสามารถในการทำงาน ซึ่งส่งผลให้การจัดการสามารถลดต้นทุนโดยรวมได้ ส่วนในทางประเทศสหรัฐอเมริกา นักวิทยาการทางด้านนี้ใช้ชื่อว่า การจัดการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Management) ต่อมาราวปีคริสต์ศักราช 1880 เป็นต้นมา

ความเป็นวิศวกรรมอุตสาหกรรมเริ่มชัดเจนมากขึ้นด้วยผลงานของ Frederick W. Taylor ซึ่งถือได้ว่าเป็นบิดาแห่งวิศวกรรมอุตสาหกรรม จากการพัฒนาหลักการตลอดจนการประยุกต์ใช้การจัดการทางวิทยาศาสตร์ทั้งทางด้านการปฏิบัติงานและการจัดการการผลิต ที่ว่าด้วยการออกแบบวิธีการทำงาน การวัดวิธีการทำงาน การวางแผน และการวางตารางการทำงานอย่างจริงจังและเป็นรูปธรรม สำหรับผลงานของ Frank และ Lillian Gilbreth เป็นทฤษฎีและเทคนิคทางด้านวิธีการทำงานและการวัดงาน ส่วน Henry L. Gantt นั้นเป็นงานทางด้านการวางแผนและการควบคุมการผลิต โดยเฉพาะเป็นที่มาของ Gantt Chart ที่รู้จักกันเป็นอย่างดี อีกทั้งเป็นต้นแบบของวิชาการทางด้านตารางการผลิต และสุดท้ายเป็นผลงานทางด้านการควบคุมคุณภาพของ W. A. Shewhart ในการใช้แผนภูมิควบคุมในการควบคุมคุณภาพการผลิต จนกระทั่งมาถึงช่วงปีคริสต์ศักราช 1920 ถึง 1930 ซึ่งเป็นช่วงหลัง

สงครามโลกครั้งที่ 1 วิทยาการทางด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรมได้เกิดขึ้นอย่างมากมาและรวดเร็ว ทั้งทางด้านวิธีการทำงาน การวัดงาน การออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิต การกำหนดค่าแรงจูงใจ การประเมินงาน ทฤษฎีองค์การ การยศาสตร์ และการวางแผนและการควบคุมการผลิต พร้อมกับการเรียกวิทยาการเหล่านี้ว่า วิศวกรรมอุตสาหกรรม (Industrial Engineering) ต่อมาราวกลางปีคริสต์ศักราช 1940 การวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) ก็เริ่มมีบทบาทที่สำคัญอย่างมากควบคู่ไปกับวิศวกรรมอุตสาหกรรม จนกระทั่งแยกออกจากกันเสียมิได้ การวิจัยดำเนินงานจึงถูกรวมเข้าเป็นวิศวกรรมระบบ และอุตสาหกรรม (Industrial and System Engineering) ในราวกลางปีคริสต์ศักราช 1970 เป็นต้นมา ซึ่งการพัฒนาวิทยาการทางด้านนี้เกิดจากผลกระทบหลักสามประการ คือ ผลกระทบจากการวิจัยดำเนินงาน (Impact of Operations Research) ผลกระทบจากพัฒนาการทางด้านคอมพิวเตอร์ (Impact of Digital Computer) และผลจากความเร่งด่วนของอุตสาหกรรมบริการ (Emergence of Service Industries)

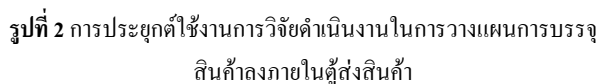
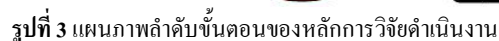


รูปที่ 1 ตัวอย่างเครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคเริ่มต้น

การวิจัยดำเนินงานได้เริ่มการคิดค้น และพัฒนาในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยทางการทหารของประเทศอังกฤษ เพื่อศึกษาปัญหาและทำการตัดสินใจเลือกใช้แก้ปัญหาต่างๆ และทำการผลิตอาวุธยุทโธปกรณ์ในการทำสงครามที่มีทรัพยากรอยู่ในปริมาณที่จำกัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ส่วนสำคัญส่วนหนึ่ง คือ หลักการผลิตผลิตภัณฑ์จำนวนมาก ๆ (Mass Production) ในการดำเนินการกิจดังกล่าว ด้วยการประยุกต์ใช้

¹ อาจารย์, ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คณิตศาสตร์และลักษณะของข้อมูลที่กำหนดไว้แล้ว ภายใต้เทคโนโลยี และเวลาในการหาผลลัพธ์ที่เหมาะสม เพื่อทำการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ในเบื้องต้น ต่อไปเป็นการทดสอบความถูกต้องและแม่นยำของผลลัพธ์ที่ได้ (Testing the Solution) และสุดท้ายเป็นการนำผลลัพธ์ดังกล่าวไป ประยุกต์ใช้งานจริง (Implementation) และพัฒนาวิธีการคำนวณต่อไป จากที่กล่าวมาสามารถสรุปเป็นลักษณะแผนภาพลำดับได้ดังรูปที่ 3

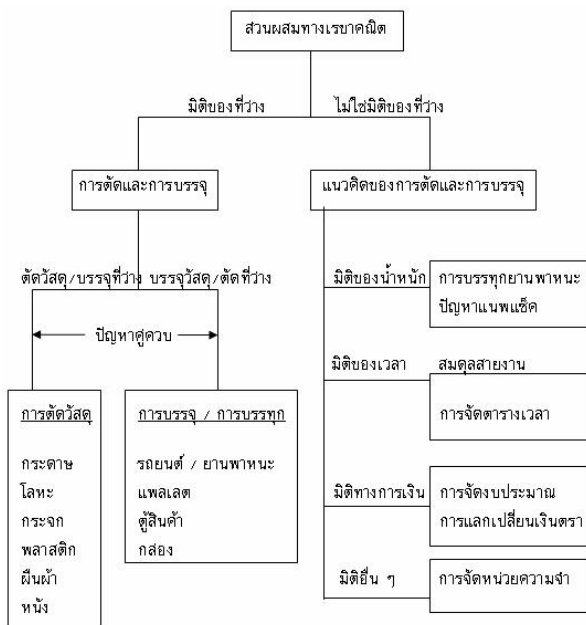


ขั้นตอนของการวิจัยดำเนินงานนั้น เป็นการประยุกต์ใช้หลักการเทคนิคทางคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ ที่เริ่มต้นด้วยการกำหนดปัญหา (Problem Formulation) ที่มีลักษณะ รูปแบบ ขอบข่าย และสมมติฐานที่ชัดเจน จากนั้นเป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ที่สอดคล้องตรงตามลักษณะของปัญหาที่กำหนดขึ้น แล้วจึงทำการรวบรวมข้อมูลต่างๆ (Data Gathering) จากนั้นหาวิธีการคำนวณ (Algorithm for Solving) ที่ถูกต้องและเหมาะสมกับแบบจำลองทาง

ปัญหาการตัดและการบรรจุ (Cutting and Packing Problems; C&P) จากการจัดกลุ่มประเภท พบว่า โครงสร้างทางตรรกะของลักษณะปัญหาแบบนี้มีความสัมพันธ์คู่ควบกัน ซึ่งสามารถกำหนดได้เป็นรูปแบบมาตรฐานของปัญหา C & P โดยใช้สัญลักษณ์ 4 ลำดับอักษร $\alpha/\beta/\gamma/\delta$ ที่บ่งบอกถึง จำนวนขนาดของมิติ การกำหนดชนิด ลักษณะของวัสดุขนาดใหญ และลักษณะของวัสดุขนาดย่อย ตามลำดับ ที่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบปัญหาการจัดตารางเวลาเครื่องจักรแบบขนาน ซึ่งเป็นมิติของเวลาในการทำงาน ดังนั้นจึงสามารถกำหนดเป็นรูปแบบมาตรฐานของปัญหา C & P เป็น 1/V/1/M ดังแสดงความสัมพันธ์ไว้ในตารางที่ 1 ดังนั้น การศึกษารูปแบบปัญหาการตัด การบรรจุและการจัดตารางเวลาเครื่องจักรแบบขนาน จึงเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาในการหาวิธีการในการแก้ปัญหาในลักษณะต่าง ๆ

ปัญหาการตัดวัสดุ (Cutting Stock Problem) เป็นหนึ่งในหลากหลาย
ปัญหาของการวิจัยดำเนินงาน ที่ริเริ่มโดย Kantorovich [4]

นักเศรษฐศาสตร์ชาวรัสเซียในปีคริสต์ศักราช 1939 ซึ่งเป็นช่วงเดียวกันกับการวิจัยดำเนินงานเริ่มมีบทบาทในวิศวกรรมอุตสาหกรรม ต่อมาในปีคริสต์ศักราช 1961 Gilmore และ Gomory [2-3] เป็นผู้ริเริ่มในการหาวิธีการแก้ปัญหานี้ได้เป็นอย่างดี โดยวิธีการสร้างรูปแบบการตัด (Pattern Generation Technique) ในการแก้ปัญหาคัดวัสดุมิติเดียว ให้สูญเสียวัสดุต่ำที่สุด โดยใช้ทฤษฎีโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear programming) ซึ่งทำให้ปัญหาและวิธีการนี้เป็นที่สนใจกันอย่างกว้างขวางในเวลาต่อมา Sweeney และ Paternoster [5] ได้ทำการศึกษาและรวบรวมงานวิจัย รวมทั้งการประยุกต์ใช้ในปัญหาหลักขณะนี้ได้มากกว่า 500 งาน นั่นเป็นเพราะว่าปัญหาการตัดวัสดุนั้นมีกันอย่างมากมายในหลากหลายอุตสาหกรรม การได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามีผลโดยตรงกับต้นทุนอย่างมาก และวิธีการนี้มีศักยภาพและง่ายต่อการนำไปประยุกต์กับปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกัน ที่สุดจนเป็นปัญหาคู่ควบกัน นั่นก็คือ ปัญหาการบรรจุ (Packing Problem) ซึ่งเริ่มมีการศึกษาราวปีคริสต์ศักราช 1970 และ Dyckhoff [1] ได้พบว่าโครงสร้างทางตรรกะของลักษณะปัญหาแบบนี้อาจจากการจัดกลุ่มประเภทของปัญหาการตัดและการบรรจุ (Classification of C&P Problems) ดังในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตของปัญหาการตัดและการบรรจุ

รูปแบบมาตรฐานของปัญหา C&P นี้สามารถสร้างให้เป็นประเภที่ชัดเจน โดยใช้สัญลักษณ์ 4 ลำดับอักษร $\alpha/\beta/\gamma/\delta$ ที่บ่งบอกถึงจำนวนขนาดของมิติ การกำหนดชนิด ลักษณะของวัสดุขนาดใหญ่ และลักษณะของวัสดุขนาดเล็ก

ลำดับอักษรที่ 1 (α) จำนวนขนาดของมิติ

(1) วัสดุมิติเดียว เป็นรูปแบบของการตัดหรือการบรรจุวัสดุในแนวเดียว เช่น การตัดเหล็กเส้น เชือก เหล็กม้วน ท่อโลหะม้วนกระดาษ โดยคำนึงถึงเฉพาะช่วงความยาวในการตัดเท่านั้น

(2) วัสดุสองมิติ เป็นรูปแบบของการตัดหรือการบรรจุวัสดุรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากขนาดต่าง ๆ ตามความต้องการจากวัสดุรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากหรือลงในพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเช่นเดียวกัน ดังเช่นตัวอย่างวัสดุต่อไปนี้ แผ่นโลหะ แผ่นกระจก แผ่นกราฟไฟท์ แผ่นพลาสติก เป็นต้น

(3) วัสดุสามมิติ เป็นรูปแบบของการตัดหรือการบรรจุวัสดุรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาดต่าง ๆ ตามความต้องการจากวัสดุรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์หรือบรรจุลงในภาชนะรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์เช่นเดียวกัน เช่น การตัดแท่งโลหะ แท่งไม้ พลาสติกแท่ง การบรรจุกล่อง การบรรจุตู้สินค้า เป็นต้น

(N) มากกว่าสามมิติ เป็นรูปแบบของการตัดหรือการบรรจุในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ที่มีตัวแปรมากกว่าสามตัวแปร

ลำดับอักษรที่ 2 (β) การกำหนดชนิด

(B) เลือกวัสดุขนาดเล็ก โดยกำหนดวัสดุขนาดใหญ่

(V) เลือกทั้งวัสดุขนาดใหญ่และวัสดุขนาดเล็ก

ลำดับอักษรที่ 3 (γ) ลักษณะของวัสดุขนาดใหญ่

(O) วัสดุขนาดใหญ่ชิ้นเดียว

(I) วัสดุขนาดใหญ่หลายชิ้นที่มีขนาดเท่ากัน

(V) วัสดุขนาดใหญ่หลายชิ้นที่มีขนาดแตกต่างกัน

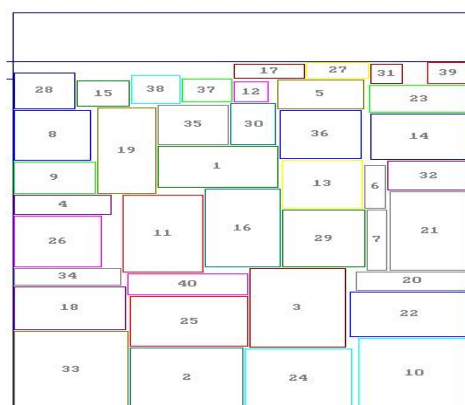
ลำดับอักษรที่ 4 (δ) ลักษณะของวัสดุขนาดเล็ก

(F) วัสดุขนาดเล็กมีจำนวนน้อยขนาดและมีขนาดที่แตกต่างกันน้อย

(M) วัสดุขนาดเล็กมีจำนวนมากขนาดและมีขนาดที่แตกต่างกันมาก

(R) วัสดุขนาดเล็กมีจำนวนมากขนาดและมีขนาดที่แตกต่างกันน้อย

(C) วัสดุขนาดเล็กมีจำนวนมากขนาดและมีขนาดที่ไม่แตกต่างกัน



รูปที่ 5 ตัวอย่างการบรรจุวัสดุรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากขนาดต่าง ๆ

จากการจำแนกประเภทดังกล่าวข้างต้น สามารถผสมผสานลักษณะของประเภทได้ทั้งสิ้น 96 ประเภทของปัญหาการตัดและการบรรจุ (C&P Problems) ที่สามารถบ่งบอกถึงลักษณะของประเภทของปัญหาดังกล่าวนี้ได้อย่างสะดวกและชัดเจน เช่นปัญหาการตัดวัสดุมิติเดียวเป็นประเภท 1/V/I/R ปัญหาการจัดตารางเวลาแบบหลายหน่วยผลิตเป็นประเภท 1/V/I/M และอีกหลากหลายลักษณะประเภทของปัญหาที่พบซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 แต่ในบทความนี้กล่าวเพียงปัญหาการตัดลักษณะหนึ่งมิติเท่านั้น ซึ่งรายละเอียดจะได้กล่าวในหัวข้อลำดับต่อไป

ตารางที่ 1 แสดงประเภทของปัญหาการตัดและการบรรจุ

ลักษณะของปัญหา	ประเภทของปัญหา
(Classical) Knapsack problem	1/B/O/-
Pallet loading problem	2/B/O/C
More-dimensional knapsack problem	N/B/O/-
Dual-bin packing problem	1/B/O/M
Vehicle loading problem	1/V/I/F, 1/V/I/M
Container loading problem	3/V/I/-, 3/B/O/-
(Classical) Bin packing problem	1/V/I/M
(Classical) Cutting stock problem	1/V/I/R
2-dimensional bin packing problem	2/V/D/M
2-dimensional cutting stock problem	2/V/I/R
General cutting stock or trim loss problem	1/-/-, 2/-/-, 3/-/-
Assembly line balancing problem	1/V/I/M
Multi-processor scheduling problem	1/V/I/M
Memory allocation problem	1/V/I/M
Change making problem	1/B/O/R
Multi-period capital budgeting problem	N/B/O/-

3.2 สมการทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการตัดลักษณะหนึ่งมิติ

ปัญหาการตัดลักษณะหนึ่งมิตินั้นเป็นการตัดวัสดุขนาดมาตรฐานให้ได้ตามจำนวนที่ลูกค้าต้องสั่งให้ทางโรงงานจำนวน d_i ชิ้น โดยที่มีขนาดความยาว $l_i, i = 1, \dots, n$ โดยที่ต้องการใช้วัสดุขนาดมาตรฐานในการตัด หรือต้องการให้เกิดเศษเหลือจากการตัดให้น้อยที่สุด โดยข้อมูลที่เกี่ยวข้องปัญหาการตัดหนึ่งมิติตามที่กล่าวมาแสดงได้ในรูปที่ 6

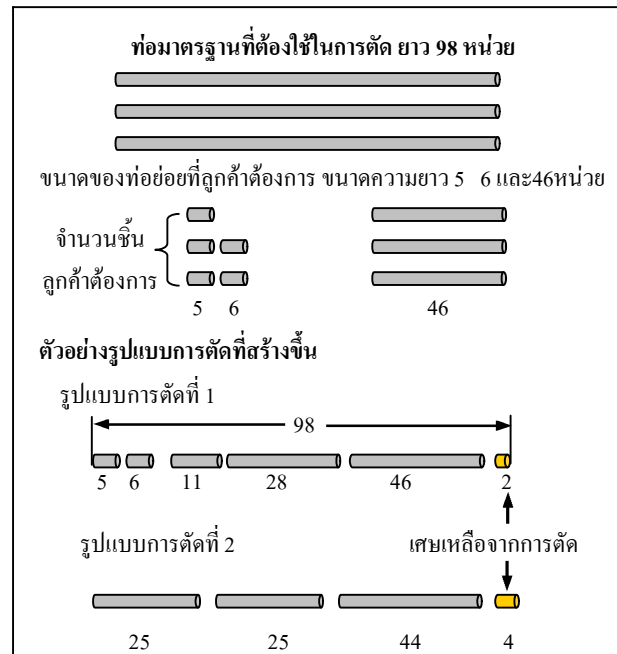
Gilmore และ Gomory [2] เสนอวิธีการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง โดยการใช้ปัญหานี้แบบ (Knapsack Problem) ในการสร้างสมมติ (Column Generation) หรือการสร้างรูปแบบการตัดใหม่ โดยรายละเอียดของแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นตรงกำหนดให้ วัสดุขนาดมาตรฐานมีความยาว L ; $\max_{1 \leq i \leq n} l_i \leq L$ เวกเตอร์ของรูปแบบการตัดเป็น $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ ที่ประกอบด้วยขนาดความยาว l_i จำนวน a_i ชิ้นขนาดความ

ยาว l_i จำนวน a_i ชิ้น เป็นต้น ดังนั้น j กำหนดลำดับของรูปแบบการตัด ดังนั้น

a_{ij} = จำนวนชิ้นของขนาดความยาว l_i ที่ตัดโดยรูปแบบการตัดที่ j

x_j = จำนวนครั้งที่รูปแบบการตัดที่ j ถูกใช้

d_i = จำนวนที่ต้องการของขนาดความยาว l_i



รูปที่ 6 ลักษณะของการตัดวัสดุมิติเดียว

ซึ่งสามารถกำหนดเป็นปัญหาจำนวนเต็มเชิงเส้นตรงขนาดใหญ่ได้ ดังนี้

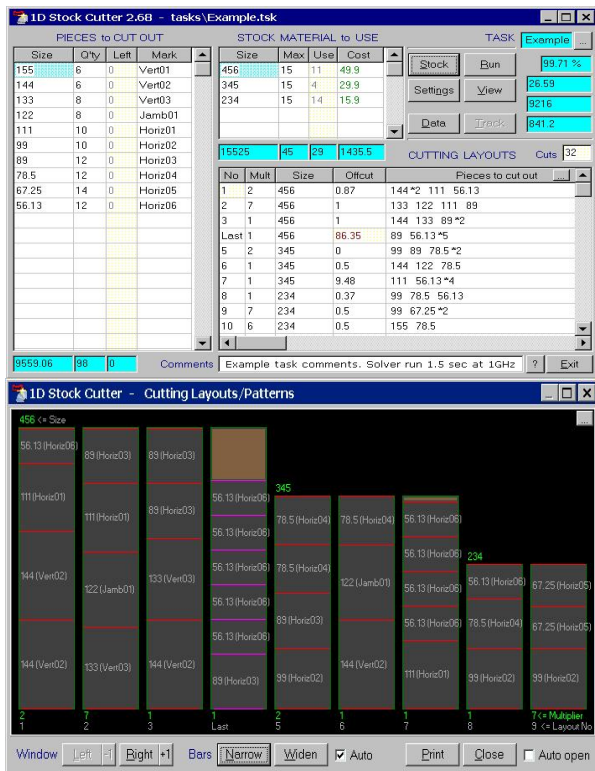
$$\text{สมการเป้าหมาย } \min Z = \sum_{j=1}^m c_j x_j \quad (1)$$

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

$$x_j \geq 0 \text{ และ เลขจำนวนเต็ม} \quad (3)$$

โดยที่ $a_{ij} x_j$ คือ จำนวนชิ้นของขนาดความยาว l_i ที่ได้จากการตัดรูปแบบ j c_j คือต้นทุนวัสดุขนาดมาตรฐานรูปแบบ j

จากแนวคิดสมการทางคณิตศาสตร์ปัญหาการตัดและบรรจุ ลักษณะหนึ่งมิติที่ได้กล่าวมา ได้มีผู้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปในเชิงพาณิชย์ (Commercial Software) ออกมาเป็นจำนวนมาก เพื่อตอบสนองลูกค้าซึ่งเป็นกลุ่มอุตสาหกรรม ที่ต้องวางแผนการตัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงเพราะปัจจุบันการวางแผนอาศัยประสบการณ์ของผู้วางแผนเป็นหลักดังตัวอย่างโปรแกรมสำเร็จรูป 1D Stock Cutter ที่สามารถช่วยวางแผนการตัดชิ้นงานตามแนวยาว หรือวางแผนการบรรจุโดยการพิจารณาได้น้ำหนัก (ที่มา: www.astrokettle.com) ซึ่งสามารถช่วยลดเศษเหลือจากการตัด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้คนงานวางแผนได้ประมาณ 1 – 10%



รูปที่ 7 ผลลัพธ์จากการคำนวณ โปรแกรม 1D Stock Cutter

3.3 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

การตัดลักษณะหนึ่งมิติ

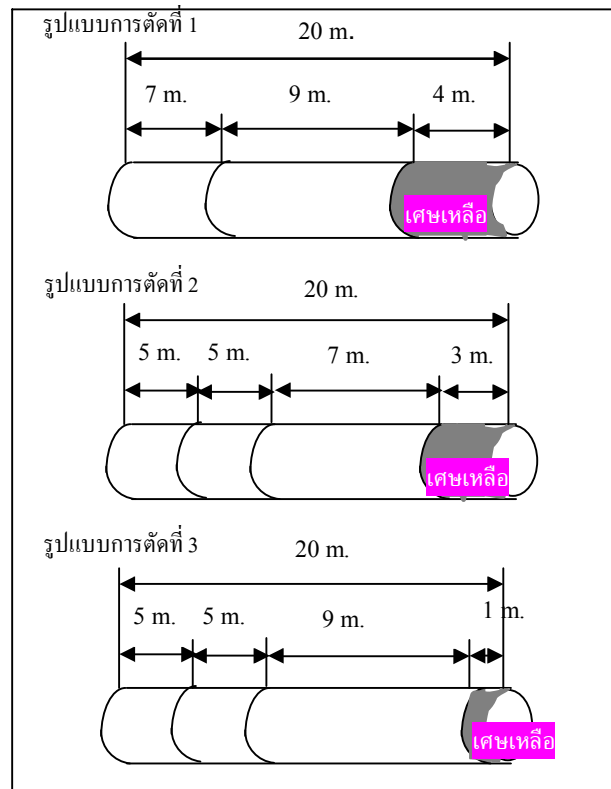
ปัญหาในการตัดดังกล่าว ต้องการเลือกวัตถุดิบขนาดมาตรฐาน 20 เมตร มาตัดให้ได้ตามขนาดความยาวต่างๆ และปริมาณที่ต้องการของลูกค้า ดังแสดงข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลขนาดความยาวและปริมาณที่ต้องการของลูกค้า

ลำดับ	ความยาวความต้องการ (l _i)	จำนวนที่ต้องการ (d _i)
1	5	200
2	7	560
3	9	700

โดยต้องการวางแผนการตัดให้เกิดเศษเหลือในการคัตน้อยที่สุด และต้องการทราบรูปแบบการตัด เพื่อใช้ในการสั่งงานการตัดให้ได้ตามปริมาณที่ต้องการ

ก่อนกำหนดตัวแปรตัดสินใจของปัญหาคือต้องอาศัยรูปแบบการตัดจากขนาดมาตรฐาน 20 เมตร เพื่อใช้เป็นตัวแปร สามารถรูปแบบการตัดต่างๆ ได้ดังรูปที่ 8 จากตัวอย่างรูปแบบการตัดที่เราสร้างขึ้นมาเป็นส่วนช่วยให้การประยุกต์นำคำตอบจากการคำนวณสามารถนำไปใช้งาน เพื่อสั่งตัดให้ได้ตามปริมาณที่ต้องการง่ายขึ้น ดังนั้น เราสามารถแสดงตารางสรุปรูปแบบการตัดทั้งหมดที่เป็นไปได้ดังตารางที่ 3



รูปที่ 8 ตัวอย่างรูปแบบการตัดลักษณะต่างๆ

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลรูปแบบการตัดรูปแบบต่างๆ

ความยาวความต้องการ (เมตร)	รูปแบบการตัด					
	1	2	3	4	5	6
5	0	2	2	4	1	0
7	1	1	0	0	2	0
9	1	0	1	0	0	2
เศษเหลือ	4	3	1	0	1	2

สามารถแสดงสมการทางคณิตศาสตร์จากสมการ(1)-(3) โดยใช้ข้อมูลได้จากตัวอย่างได้ดังนี้

$$\text{Min } Z = 4x_1 + 3x_2 + x_3 + x_5 + 2x_6$$

ST.

$$2x_2 + 2x_3 + 4x_4 + x_5 \geq 200$$

$$x_1 + x_2 + 2x_5 \geq 560$$

$$x_1 + x_3 + 2x_6 \geq 700$$

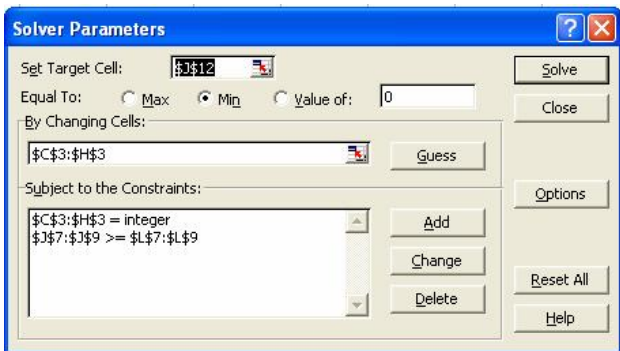
$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0 \text{ และจำนวนเต็ม}$$

เมื่อสร้างสมการเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งจำเป็นต้องใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเข้าช่วยในการคำนวณ เช่น Lindo AMPL และ CPLEX เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมเหมาะสมกับปัญหา หรือลักษณะสมการที่มีตัวแปรจำนวนมาก แต่ก็มีความแพงเพราะเป็นโปรแกรม

สำเร็จรูปในเชิงพาณิชย์ ดังนั้น ในบทความนี้จะได้เสนอการใช้โปรแกรม Microsoft Excel Solver ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย และสามารถช่วยในการคำนวณได้เช่นเดียวกัน แต่เวลาในการประมวลผล และจำนวนตัวแปรในการคำนวณ อาจน้อยกว่าโปรแกรมสำเร็จรูปในเชิงพาณิชย์อยู่มาก แต่ก็เพียงพอต่อการใช้งานในขนาดของตัวแปรไม่เกิน 100 ตัวแปร ส่วนการเรียกใช้งาน Microsoft Excel Solver สามารถเรียกคำสั่ง Tools/Solver จะปรากฏหน้าจอโปรแกรมช่วยดังรูปที่ 10 โดยโปรแกรม Solver จะมีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ด้วยกัน 3 ส่วนคือ Set Target Cell ใช้กำหนดว่าช่องเซลล์ใดในโปรแกรม Microsoft Excel คือ สมการต้นทุนรวม/ผลรวมเศษเหลือจากการตัด ส่วน By Changing Cells คือใช้กำหนดว่าช่องเซลล์ใดเป็นตัวแปร x_j ซึ่งเมื่อโปรแกรม Solver คำนวณเสร็จสิ้น ช่องเซลล์ดังกล่าวก็คือผลลัพธ์ของคำตอบนั่นเอง และส่วน Constraints คือ การกำหนดเงื่อนไขของปัญหาให้โปรแกรม Solver รับทราบ

รูปที่ 9 แสดงการสร้างแบบจำลองปัญหาการตัด

บนโปรแกรม Microsoft Excel



รูปที่ 10 แสดงหน้าจอโปรแกรมช่วย Solver ในการช่วยแก้ปัญหา

รูปที่ 11 แสดงผลการคำนวณการแก้ปัญหาการตัด

ผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่าควรตัดรูปแบบการตัดที่ 5 จำนวน 280 ครั้ง และตัดรูปแบบการตัดที่ 6 จำนวน 350 ครั้ง จากแผนการตัดดังกล่าวสามารถตัดตามความยาวที่ถูกกำหนดการขนาด 5, 7 และ 9 เมตร ได้จำนวน 280 560 และ 700 ชิ้น ตามลำดับ ซึ่งแผนดังกล่าวจะทำให้เกิดผลรวมเศษเหลือจากการตัดต่ำที่สุด คือ 960 เมตร

4. สรุป

จากที่ได้กล่าวมาตลอดบทความคงพอแสดงให้เห็นถึงตัวอย่างแนวการประยุกต์หลักการวิจัยดำเนินงาน เพื่อช่วยแก้ปัญหาในส่วนภาคอุตสาหกรรม โดยตัวอย่างที่ยกมาเป็นเพียงส่วนของปัญหาการตัดวัตถุดิบภายในโรงงาน ซึ่งโดยทั่วไปมักจะมีเรื่องของการวางแผนการตัดที่เหมาะสม ทำให้เกิดเศษเหลือจากการตัด หรือใช้วัตถุดิบมาตรฐานมากเกินไป ความจำเป็นทำให้ทางโรงงานต้องมีต้นทุนในการผลิตเพิ่ม ซึ่งเรายังสามารถนำหลักการวิจัยดำเนินงานไปแก้ปัญหาได้อีกหลายปัญหา เช่น ปัญหาการจัดวางสินค้าภายในรถบรรทุก (Loading Problem) ปัญหาการจัดลำดับและตารางเวลาการผลิต (Sequencing and Scheduling Problems) ปัญหาการสมดุลสายงานการประกอบ (Assembly Line Balancing Problem) และปัญหาการวางแผนขนส่ง (Transportation Problem) เป็นต้น ปัญหาที่กล่าวเพิ่มเติมมานั้นในเชิงอุตสาหกรรมแล้วถือเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้องค์กรต่าง ๆ นั้นมีความสามารถเหนือคู่แข่ง เพราะมีการทำงานที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นนั่นเอง

เอกสารอ้างอิง

1. Dyckhoff, H. "A typology of cutting and packing problems. European Journal of Operational Research." 44, 1990, pp45-159.
2. Gilmore, P.C. and R.E. Gomory. "A linear programming approach to the cutting-stock problem." Operations Research 9, 1961, pp 849-859.
3. Gilmore, P.C. and R.E. Gomory. "A linear programming approach to the cutting-stock problem : Part II." Operations Research 11, 1963, pp 863-888.
4. Kantorovich, L.V. "Mathematical methods of organization and planning production." Management Science 6, 1960, pp 366-442.
5. Sweeney and Paternoster. "Cutting and packing problems :An updated literature review." Working paper No. 654, University of Michigan. School of Business, 1991.