

การเปรียบเทียบวิธีการจัดผังการวางสินค้า ในพื้นที่พักรอเพื่อลดเวลาขนถ่ายของรถบรรทุก

ดร.ศุภชัย ปทุมนากุล

อาจารย์

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

นายณัฐพล ชัยเบญจพล

นายวิฑูรย์ อาบสุวรรณ

นางสาววิภาดา สุวรรณอภิชน

นักศึกษาปริญญาตรี

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการลดเวลาของรถบรรทุกที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ยให้น้อยที่สุดในระบบการขนส่งในอุตสาหกรรม รถบรรทุกจะมารับสินค้าที่จุดรับสินค้าของโรงงาน รถแต่ละคันต้องการสินค้าต่างกัน และในปริมาณที่แตกต่างกัน ในขณะที่สินค้าที่จะส่งขึ้นบรรทุกจะถูกนำมาวางไว้ที่บริเวณพักสินค้า (loading area) ที่บริเวณพักสินค้านั้นจะถูกแบ่งออกเป็นพื้นที่วางสินค้าแต่ละชนิด พื้นที่วางสินค้าแต่ละพื้นที่มีขนาดเท่ากัน การขนถ่ายจากพื้นที่วางสินค้าไปยังจุดรับสินค้าจะทำโดยอุปกรณ์การขนถ่าย (รถยก) ชูตเดียว ดังนั้นการจัดลำดับการเข้ารับสินค้าของรถบรรทุก และการกำหนดตำแหน่งการวางสินค้าแต่ละประเภทในพื้นที่วางสินค้าจะมีผลต่อเวลาการขนถ่ายสินค้ามายังรถบรรทุก วัตถุประสงค์ของบทความนี้คือ การหาวิธีการกำหนดตำแหน่งการวางสินค้าแต่ละประเภทที่เหมาะสม เพื่อช่วยให้เวลาเฉลี่ยของรถบรรทุกที่อยู่ในระบบน้อยที่สุด การจำลองรูปแบบทางคณิตศาสตร์ และวิธีการทางฮิวริสติกได้ถูกพัฒนาขึ้นในบทความนี้ เพื่อที่จะใช้ในการจัดระบบดังกล่าว จากการทดสอบในตัว

อย่างปัญหาหนึ่งชุดพบว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีฮิวริสติกอยู่ในเกณฑ์ดี เมื่อเปรียบเทียบกับผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด (optimal solution) จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

An algorithm to assign storage areas of products for minimizing mean flow time of pick up trucks

Supachai Pathumnakul, Ph.D.

Lecturer

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering, Khon Kaen University

Mr. Nattapol Chaibenjapol

Mr. Withoon Arbsuwan

Miss Wipada Suwanapichon

Undergraduate Student

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering, Khon Kaen University, 40002

Abstract

In this paper, the problem of minimizing mean flow time of pick up trucks is addressed. There is a set of trucks that queue in front of the loading dock of a warehouse waiting to load products. The products are stored in the loading area which is separated into a set of storage areas. All storage areas have equal space. Each storage area contains only a product. A material handling equipment (Forklift) is used to carry product from its storage place to the pick up truck. The objective of this paper is to assign the storage area of each product that minimizes the mean flow time of trucks. In this paper, the mathematical model is formulated and an algorithm is developed to

solve some example problems. The results show that the developed algorithm gives solutions that close to the optimal solutions from mathematical model.

บทนำ

การจัดระบบขนส่งสินค้าจากที่พักลิ้นค้าไปยังรถบรรทุกที่มารับสินค้ามีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่มีการผลิตสินค้าหลายชนิดมีคลังสินค้า หรือเป็นตัวแทนจำหน่ายที่มีการจัดเก็บสินค้าหลายๆ ประเภท และต้องมีการขนส่งสินค้าไปยังแหล่งต่างๆ เมื่อมีการจัดระบบการขนถ่ายหรือการจัดลำดับของการขนถ่ายที่ดี จะช่วยลดเวลาการขนถ่ายลงได้ รวมทั้งสามารถลดการสูญเสียค่าใช้จ่ายเนื่องจากการรอคอยของรถบรรทุก ปัญหาการจัดระบบพื้นที่จัดวางสินค้าคงคลัง และปัญหาของการจัดระบบคิวของรถบรรทุกนั้นเป็นปัญหาที่ได้รับการสนใจในการทำวิจัยอย่างแพร่หลายเช่น งานวิจัยของ Harica และ Jackson (Harica, M.A. and Jackson, P.L. 1995) ซึ่งได้นำเสนอวิธีการหาปริมาณการจัดส่งสินค้าหลายๆ ชนิดเข้าคลังสินค้าภายใต้ข้อจำกัดของพื้นที่คลังสินค้า นอกจากนี้ในปี 1996 Harica และ Jackson (Harica, M.A. and Jackson, P.L. 1995) ได้ทำการจัดตารางการวางสินค้าเพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำสุด ในปี 1998 นักวิจัยกลุ่มหนึ่งได้ทำการหาวิธีจัดตารางเวลาการส่งสินค้าเข้าคลังสินค้า และสายงานการผลิตของบริษัท Coors Brewing เพื่อที่จะให้เวลาการทำงานของรถบรรทุกที่ใช้ในการส่งของน้อยที่สุด (Whitley, L D. et .al. 1998)

ในบทความนี้ได้นำเสนอวิธีการจัดระบบดังกล่าวข้างต้น เพื่อที่จะช่วยให้เวลาเฉลี่ยของรถบรรทุกที่อยู่ในระบบน้อยที่สุด ซึ่งเวลาของรถบรรทุกที่อยู่ในระบบหมายถึง เวลาตั้งแต่ที่รถบรรทุกเริ่มเข้ามาอยู่ในคิวรอรับสินค้า จนถึงเวลาที่รถบรรทุกรับสินค้าที่ต้องการทั้งหมดแล้ว และออกไปจากจุดรับสินค้า

วิธีการที่พัฒนาขึ้นในบทความนี้ตั้งอยู่ในข้อสมมติที่ว่า ในแต่ละวันจะมีรถบรรทุกมารับสินค้าที่จุดรับสินค้าของโรงงาน หรือคลังสินค้า รถบรรทุกแต่ละคันต้องการสินค้าที่แตกต่างกันและในปริมาณที่แตกต่างกัน ในขณะที่บริเวณพักลิ้นค้านั้นจะมีสินค้าหลายประเภทที่ถูกนำมาจัดวางเพื่อรอการขนถ่ายขึ้นสู่รถบรรทุก บริเวณพักลิ้นค้าจะถูกแบ่งออกเป็นพื้นที่ย่อยหลาย

พื้นที่เพื่อที่จะเป็นที่วางสินค้าแต่ละประเภทเรียกว่า พื้นที่หรือจุดวางสินค้า ขนาดของจุดวางสินค้าแต่ละประเภทจะมีขนาดเท่ากัน และแต่ละจุดจะวางสินค้าได้ประเภทเดียว จะไม่มีการวางสินค้าปนกัน การขนถ่ายจะกระทำโดยการใช้อุปกรณ์ประเภทเดียว ซึ่งมีอยู่เพียงหนึ่งชุดเช่น รถยกหนึ่งคันทำการขนถ่ายสินค้าจากจุดวางสินค้าไปยังจุดรับสินค้าของรถบรรทุก ระยะทางและเวลาขนถ่ายจากจุดวางสินค้าแต่ละประเภทไปยังจุดรับสินค้าคงที่และรู้แน่นอน นอกจากนี้จำนวนและลำดับการเข้ารับสินค้าที่จุดรับสินค้าของรถบรรทุกจะรู้แน่นอนในแต่ละวัน เนื่องจากจะจัดให้รถที่มาถึงคลังสินค้าก่อนจะได้รับบริการก่อน (first in first out) และปริมาณการขนถ่ายสินค้าของสินค้าแต่ละประเภทในแต่ละวันจะรู้แน่นอน จากลักษณะของปัญหาดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การกำหนดตำแหน่งที่วางสินค้าแต่ละประเภทในบริเวณที่พักลำสินค้ามีส่วนสำคัญที่จะช่วยลดเวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยลง

ในบทความนี้ได้เปรียบเทียบวิธีการกำหนดตำแหน่งที่วางสินค้าแต่ละประเภท บริเวณที่พักลำสินค้าสองวิธี โดยวิธีที่หนึ่งจะทำการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหา และทำการหาคำตอบโดยใช้โปรแกรม LINDO (student version) ส่วนวิธีที่สองเป็นวิธีทางฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นมาใหม่

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหานำเสนอในหัวข้อถัดไป จากนั้นจะเป็นการนำเสนอวิธีการทางฮิวริสติกที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่ ผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาในทั้งสองวิธี และบทสรุปตามลำดับ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ปัญหาการกำหนดตำแหน่งที่วางสินค้าเพื่อให้เวลาในระบบโดยเฉลี่ยของรถบรรทุกต่ำสุดนั้นสามารถจำลองในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

Objective Function

$$\text{Min } Z = \frac{1}{n} \sum_{v=1}^n C_v \quad (1)$$

สมการที่ (1) เป็นสมการเป้าหมายเพื่อให้เวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยต่ำที่สุด สมการที่ (2) เป็นสมการที่กำหนดว่าเวลาขึ้นสินค้าหรือเวลาปฏิบัติงานของรถบรรทุกลำดับที่ k เท่ากับเวลาของการขนถ่ายจากจุดวางสินค้าไปยังจุดรับสินค้าทั้งหมด สมการที่ (3) เป็นสมการที่กำหนดว่าสินค้าหนึ่งชนิดจะวางลงบนเพียงพื้นที่เดียว สมการที่ (4) เป็นสมการที่กำหนดว่าพื้นที่วางสินค้าพื้นที่เดียวจะมีสินค้าเพียงชนิดเดียวเท่านั้น สมการที่ (5) เป็นสมการที่กำหนดว่าเวลาเริ่มทำงานของรถบรรทุกคันที่หนึ่งคือ เวลา 0 unit times สมการที่ (6) เป็นสมการที่กำหนดว่าเวลาเริ่มทำงานของรถบรรทุกคันที่ n คือเวลาของรถบรรทุกตั้งแต่คันที่ 1 ถึงคันที่ $n-1$ รวมกัน สมการที่ (7) เป็นสมการที่กำหนดว่าเวลาเสร็จงานของรถบรรทุกแต่ละคันคือเวลาเริ่มทำงานรวมกับเวลาปฏิบัติงานของรถคันนั้น สมการที่ (8) เป็นสมการที่กำหนดว่าเวลาเสร็จงานของรถบรรทุกที่เข้ารับสินค้าก่อนจะต้องเสร็จก่อนรถบรรทุกที่เข้ารับสินค้าหลัง สมการที่ (9) เป็นสมการที่กำหนดว่าค่า Y_{ij} จะต้องเป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น

แนวทางในการหาคำตอบ

เนื่องจากลักษณะของปัญหาการกำหนดพื้นที่พักรอสินค้านี้เป็นปัญหาที่จัดอยู่ในกลุ่มของปัญหาที่เวลาในการหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด (optimal solution) จะไม่เพิ่มขึ้นในรูปแบบโพลีโนเมียล หรือที่เรียกว่า NP-Problem (Non-polynomial problem) เมื่อขนาดปัญหาเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เวลาในการคำนวณ (computation time) หาผลเฉลยที่ดีที่สุดจะเพิ่มขึ้นมาก ดังนั้น การหาคำตอบโดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) จะเป็นวิธีการหาคำตอบที่ไม่เหมาะสมต่อปัญหาที่มีขนาดใหญ่เช่น มีสินค้ามากกว่า 15 ประเภท เนื่องจากต้องการเวลาในการหาคำตอบนาน อาทิ ปัญหาที่มีสินค้าเพียง 20 ประเภท บางปัญหาต้องการเวลาในการคำนวณหลายชั่วโมง ดังนั้น ในบทความนี้จึงได้พัฒนาวิธีการทางฮิวริสติกมาใช้ในการหาผลเฉลย ซึ่งวิธีการทางฮิวริสติกนั้นไม่สามารถรับประกันได้ว่าผลเฉลยที่ได้จะเป็นผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด แต่ควรจะเป็นวิธีการที่ให้ผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด หรือใกล้เคียงกับผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด และเวลาที่ต้องการในการคำนวณหาผลเฉลยจะเพิ่มขึ้นแบบโพลีโนเมียลเมื่อขนาดของปัญหาเพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อขนาดปัญหาใหญ่ขึ้น เวลาในการคำนวณหาคำตอบจะไม่มากขึ้นเท่าใดนัก

วิธีทางฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นนี้ได้ใช้หลักการสลับคู่ (pairwise interchange) เข้าช่วย โดยแบ่งวิธีการออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการสร้างคำตอบเบื้องต้น (initial solution) ซึ่งได้ใช้หลักการที่ว่า สินค้าใดที่ต้องมีการขนถ่ายมากที่สุดควรจะอยู่บนพื้นที่พักรอที่ใกล้ประตูมากที่สุด และไล่ลงไปเรื่อยๆ ดังนั้น สินค้าที่มีการขนถ่ายน้อยที่สุดจะอยู่บนพื้นที่พักรอที่ไกลจากประตูมากที่สุด ส่วนที่ 2 เป็นการพัฒนาคำตอบที่ได้ให้ดีขึ้น ซึ่งทำโดยการลองสลับพื้นที่พักรอระหว่างสินค้า 2 ประเภทที่วางอยู่ใกล้เคียงกัน (pairwise interchange) เพื่อหาคำตอบที่ดีขึ้น ซึ่งวิธีการนี้สามารถแสดงตามลำดับขั้นตอนได้ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาผลรวมของจำนวนรอบในการขนสินค้าแต่ละชนิด
- ขั้นตอนที่ 2 จัดลำดับสินค้าตามจำนวนรอบจากมากไปน้อย สินค้าใดที่มีรอบในการขนถ่ายมากที่สุดให้จัดวางลงบนพื้นที่ที่อยู่ใกล้ประตู หรือจุดรับสินค้าของรถบรรทุกมากที่สุด และจัดสินค้าที่มีจำนวนรอบในการขนถ่ายน้อยลงลงในพื้นที่ที่อยู่ห่างออกไปเรื่อยๆ ดังนั้น สินค้าที่มีจำนวนรอบในการขนถ่ายน้อยที่สุดจะอยู่ห่างจากจุดรับสินค้ามากที่สุด ในกรณีที่สินค้าที่มีจำนวนรอบในการขนถ่ายเท่ากัน ให้เลือกจัดสินค้าใดสินค้าหนึ่งก่อนโดยสุ่ม ในขั้นนี้เรียกคำตอบที่ได้ว่า คำตอบ G
- ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาเวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ย (mean flow time) ของคำตอบ G
- ขั้นตอนที่ 4 ใน คำตอบ G ให้ทำการสลับพื้นที่จัดวางสินค้าที่อยู่ติดกันทีละคู่ แล้วคำนวณหาเวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยของแต่ละคู่ที่สลับกัน
- ขั้นตอนที่ 5 เลือกคำตอบที่ดีที่สุด (ให้เวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ย ต่ำที่สุด) ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 เรียกคำตอบที่ถูกเลือกนี้ว่า คำตอบ B
- ขั้นตอนที่ 6 เปรียบเทียบเวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ย ระหว่าง คำตอบ G และ คำตอบ B ถ้าเวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยของ คำตอบ G น้อยกว่า หรือเท่ากับเวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยของ คำตอบ B ให้หยุดการหาคำตอบ คำตอบที่ดีที่สุดที่ได้จากวิธีนี้คือ คำตอบ G แต่ถ้าเวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยของ คำตอบ G มากกว่าเวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยของ คำตอบ B ให้กำหนด คำตอบ $G = \text{คำตอบ } B$ (Set $G = B$) แล้วกลับไปทำขั้นตอนที่ 3

ตัวอย่างการคำนวณโดยวิธีการทางฮิวริสติก

ในหัวข้อนี้ จะเป็นการแสดงตัวอย่างการคำนวณโดยใช้ฮิวริสติกวิธีที่พัฒนาขึ้นดังที่นำเสนอในหัวข้อที่ผ่านมา

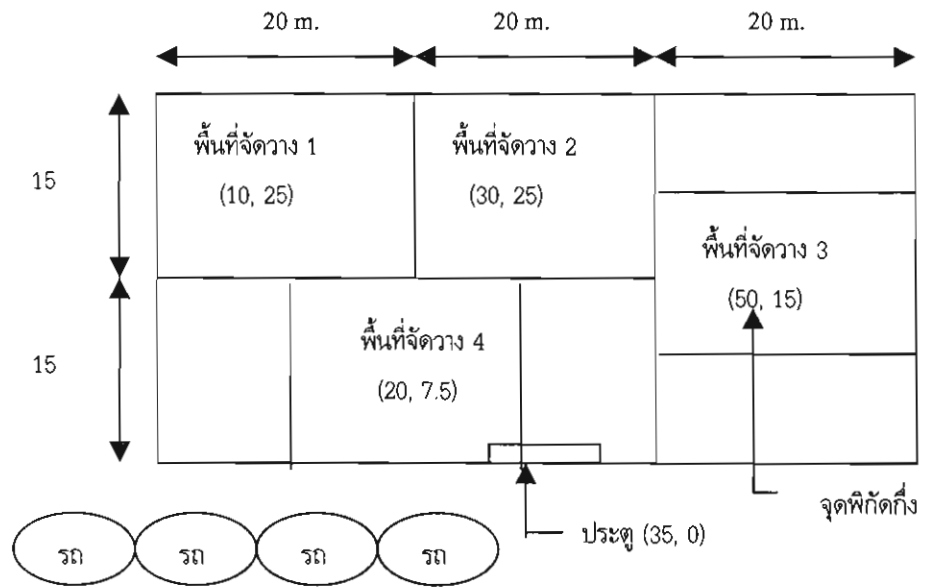
สมมติว่า มีสินค้า 4 ประเภท คือ A B C และ D และมีรถบรรทุก 4 คันที่จะมารับสินค้าที่จุดรับสินค้า จำนวนรอบของการขนถ่ายสินค้าแต่ละประเภทไปยังรถบรรทุกแต่ละคันมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1 พื้นที่จัดวางสินค้าบริเวณพักสินค้ามีลักษณะได้ดังรูปที่ 1 ระยะห่างจากจุดพักสินค้าไปยังประตู คำนวณโดยใช้พิกัดของจุดกึ่งกลางของจุดพักแต่ละจุดกับจุดกึ่งกลางของประตูหรือจุดรับสินค้าของรถบรรทุกโดย

$$\text{ระยะทาง} = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j|$$

ตารางที่ 1

แสดงจำนวนรอบที่จะต้องมีการขนถ่ายสินค้าของรถแต่ละคัน (R_{ki})

หมายเลขรถบรรทุก	ชนิดสินค้า			
	A	B	C	D
รถบรรทุกหมายเลข 1	2	0	1	3
รถบรรทุกหมายเลข 2	2	2	1	2
รถบรรทุกหมายเลข 3	0	3	1	2
รถบรรทุกหมายเลข 4	1	2	3	0
รวม(รอบ)	5	7	6	7



รูปที่ 1 ผังแสดงพื้นที่จัดวางสินค้าในบริเวณพื้นที่วางสินค้า

สมมติว่าเวลาในการขนถ่ายสินค้าคือ 2 unit times ต่อ 1 หน่วยระยะทาง ดังนั้น เวลาที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้าจากพื้นที่ที่ 1 ไปยังประตู (T_1) = 100 unit times เวลาที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้าจากพื้นที่ที่ 2 ไปยังประตู (T_2) = 60 Unit Time เวลาที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้าจากพื้นที่ที่ 3 ไปยังประตู (T_3) = 60 unit times และเวลาที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้าจากพื้นที่ที่ 4 ไปยังประตู (T_4) = 45 unit times

ขั้นตอนการคำนวณ

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาผลรวมของจำนวนรอบในการขนสินค้าแต่ละชนิด

$$A = 5 \quad B = 7 \quad C = 6 \quad D = 7$$

ขั้นตอนที่ 2 จัดลำดับสินค้าตามจำนวนรอบจากมากไปน้อย สินค้าใดที่มีรอบในการขนถ่ายมากที่สุดให้จัดวางลงบนพื้นที่ที่อยู่ใกล้ประตูหรือจุดรับสินค้าของรถบรรทุกมากที่สุด จะได้ คำตอบ G

พื้นที่	1	2	3	4
สินค้า	A	C	B	D

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาเวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ย (mean flow time) ของ คำตอบ G

Processing time ของรถบรรทุกแต่ละคัน

$$P_1 = (2 \times 100) + (1 \times 60) + (3 \times 45) = 395 \text{ unit times}$$

$$P_2 = (2 \times 100) + (2 \times 60) + (1 \times 60) + (2 \times 45) = 470 \text{ unit times}$$

$$P_3 = (3 \times 60) + (1 \times 60) + (2 \times 45) = 330 \text{ unit times}$$

$$P_4 = (1 \times 100) + (2 \times 60) + (3 \times 60) = 400 \text{ unit times}$$

คำนวณหาเวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยได้จากความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

เวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ย

$$= \frac{395 + (395 + 470) + (395 + 470 + 330) + (395 + 470 + 330 + 400)}{4}$$

$$= 1012.5 \text{ unit times}$$

ขั้นตอนที่ 4 ใน คำตอบ G ให้ทำการสลับพื้นที่จัดวางสินค้าที่อยู่ติดกันทีละคู่ แล้วคำนวณหาเวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยของแต่ละคู่ที่สลับกัน

แบบที่ 1

พื้นที่	1	2	3	4
สินค้า	C	A	B	D

แบบที่ 1 เวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยมีค่า = 982.5 unit times

แบบที่ 2

พื้นที่	1	2	3	4
สินค้า	A	B	C	D

แบบที่ 2 เวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยมีค่า = 1012.5 unit times

แบบที่ 3

พื้นที่	1	2	3	4
สินค้า	A	C	D	B

แบบที่ 3 เวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยมีค่า = 1042.5 unit times

แบบที่ 4

พื้นที่	1	2	3	4
สินค้า	D	C	B	A

แบบที่ 4 เวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยมีค่า = 1108.75 unit times

ขั้นตอนที่ 5 เลือกคำตอบที่ดีที่สุด (ให้เวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยต่ำที่สุด) ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 เรียกคำตอบที่ถูกเลือกนี้ว่า คำตอบ B : ซึ่งคือคำตอบแบบที่ 1 (B = แบบที่ 1)

ขั้นตอนที่ 6 เปรียบเทียบเวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยระหว่าง คำตอบ G และ คำตอบ B เนื่องจากเวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยของ คำตอบ G = 1012.5 unit times มากกว่าเวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยของ คำตอบ B = 982.5 unit times กำหนดให้ คำตอบ G = คำตอบ B (Set G = B) แล้วกลับไปทำขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3. คำตอบ G คือ

พื้นที่	1	2	3	4
สินค้า	C	A	B	D

และเวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยคือ 982.5 Unit times

จากนั้นทำขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนต่อไปจนกว่าจะไม่มีคำตอบที่ดีขึ้น จึงหยุดการหาคำตอบ ในตัวอย่างนี้คำตอบที่ได้คือ

พื้นที่	1	2	3	4
สินค้า	C	A	B	D

โดยที่เวลาของรถบรรทุกในระบบโดยเฉลี่ยคือ 982.5 unit times

การเปรียบเทียบผลลัพธ์

ในบทความนี้ได้ทดสอบวิธีทางฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ใน 20 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 2 ปัญหาที่ใช้ในการเปรียบเทียบมี 20 ปัญหา เริ่มตั้งแต่ปัญหาที่มีจำนวนสินค้า 4 ประเภท และรถ 4 คัน จนถึงปัญหาจำนวนสินค้า 10 ประเภท และจำนวนรถ 5 คัน โดยปัญหาแต่ละปัญหาจะใช้วิธีการแบบจำลองคณิตศาสตร์ และวิธีการทางฮิวริสติกในการหาคำตอบ และนำคำตอบที่ได้จากทั้งสองวิธีมาเปรียบเทียบกันพบว่า วิธีการทางฮิวริสติกให้ผลเฉลยที่เร็วกว่าวิธีการหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดอยู่ประมาณ 0.69% โดยเฉลี่ย และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานประมาณ 1.18

สรุป

ปัญหาการจัดผังการวางสินค้าในพื้นที่พักรอ เพื่อลดเวลาในการขนถ่ายของรถบรรทุก ได้ถูกนำเสนอในบทความนี้ ปัญหาได้ถูกจำลองให้อยู่ในรูปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และทำการหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด (optimal solution) จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม LINDO (student version) ในการหาคำตอบ ถึงแม้ว่าคำตอบที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะเป็นผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด แต่เนื่องจากลักษณะปัญหาการกำหนดตำแหน่งที่วางสินค้าเป็นปัญหาที่ไม่ใช่รูปแบบโพลีโนเมียล (NP problem) การแก้ปัญหาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะเป็นไปได้ยาก หรือเป็นไปไม่ได้เลยในปัญหาที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้น ในบทความนี้ ผู้เขียนได้นำเสนอวิธีการหาคำตอบโดยแนวทางฮิวริสติก ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมในการ

แก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้ดีกว่าการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และจากผลการเปรียบเทียบพบว่า วิธีการทางฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นมาในบทความนี้ให้คำตอบที่ใกล้เคียงกับคำตอบที่เป็นผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งคำตอบที่ได้แตกต่างจากผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดประมาณ 0.69% โดยเฉลี่ย และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.18 ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพดีเพียงพอในการแก้ปัญหาในลักษณะนี้ และสามารถที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถที่จะใช้วิธีการหาคำตอบจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้

เอกสารอ้างอิง

- Hariga, M.A. and Jackson, P.L. 1995, ***"Time-variant lot sizing models for the warehouse scheduling problem"*** IIE Transactions vol. 27 no. 2, pp. 162-170.
- Hariga, M.A. and Jackson, P.L. 1996, ***"The warehouse scheduling problem: Formulation and algorithms"*** IIE Transactions vol. 28 no. 2, pp. 115-127.
- Witley, L.D., Howe, A.E., Rana, S., Watson, J.P. and Barbulescu, L. 1998 ***"Comparing heuristic search methods and genetic algorithms for warehouse scheduling"*** 1998 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics 11-14 Oct. 1998 Fort Collins, CO, USA Vol.3 pp.2430-2435.

ตารางที่ 2

แสดงผลเปรียบเทียบวิธีการที่พัฒนาขึ้นกับวิธีการหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด (optimal solution)

ตัวอย่างที่	จำนวนสินค้า	จำนวนรถ	ผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด	ผลเฉลยจากวิธีที่พัฒนาขึ้น	% ความแตกต่าง
1	4	4	982.500	982.500	0.000
2	4	5	1134.000	1134.000	0.000
3	4	6	1370.000	1370.000	0.000
4	5	4	1613.125	1613.125	0.000
5	5	5	2197.500	2244.500	2.139
6	5	6	1824.532	1906.667	4.502
7	6	4	2075.000	2075.000	0.000
8	6	5	2130.000	2130.000	0.000
9	6	6	2364.640	2374.167	0.403
10	6	6	3015.600	3035.000	0.643
11	7	6	2275.460	2299.167	1.042
12	7	6	2578.385	2581.667	0.127
13	7	6	3047.561	3055.833	0.271
14	8	5	1702.000	1748.000	2.703
15	8	5	1906.000	1906.000	0.000
16	8	5	1908.000	1908.000	0.000
17	9	5	2117.000	2124.000	0.331
18	9	5	2517.000	2523.000	0.238
19	10	5	2904.000	2904.000	0.000
20	10	5	6636.000	6548.000	1.326
เฉลี่ย					0.69
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน					1.18

หมายเหตุ ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างมีผังโรงงานและจำนวนการขนถ่ายที่แตกต่างกัน