

Received:	May	19, 2020
Revised:	May	27, 2020
Accepted:	May	27, 2020

การหาปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการบรรทุกสินค้า: กรณีศึกษาบริษัท ธนพิริยะจำกัด

เสกสรรค์ วินยางค์กุล¹ ภัทรวิดี ณ ลำปาง² ประเวช อนันต์เอื้อ³
วัชร วัธนาวิ⁴ ชีรวัชร แก้วเบ็ญ⁵ สุภาพร คำเตจา⁶ และ ชยากร พุทธกำเนิด⁷

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการจัดสินค้าที่เหมาะสมในการบรรทุกสำหรับรถบรรทุกในการขนส่งสินค้า และการกระจายสินค้า โดยใช้วิธีการจัดสินค้าโดยพิจารณาปริมาตรของสินค้าของการบรรทุกเพื่อขนส่งไปยัง สาขาต่างๆ ของ บริษัท ธนพิริยะ จำกัด (มหาชน) ซึ่งกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเป็นประเภทของรถแต่ละคันโดยแบ่งเป็น รถบรรทุก 4 ล้อเล็ก, 6 ล้อกลาง, 6 ล้อใหญ่, 6 ล้อใหญ่พิเศษ และ 10 ล้อ ที่มีขนาดบรรทุกแตกต่างกัน จำนวน 24 คัน และปริมาตรของสินค้าที่ทำการขนส่งระหว่างสาขา 21 สาขา และลูกค้า 12 สายอำเภอ โดยพิจารณา จากค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรพื้นที่เหลือ และใช้ตัวแบบปัญหา Bin Packing และวิธีการ หาค่าคำตอบที่ดีที่สุด โดยนำ 3 วิธีมาเปรียบเทียบกัน คือ วิธีซิมเพล็กซ์ (LP Simplex) วิธีการค้นหาค่าที่ดีที่สุด ของฝูงอนุภาค (Particle Swarm Optimization : PSO) และวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm : GA) เพื่อหารถบรรทุกที่เหมาะสมสำหรับปริมาณสินค้าและเหลือพื้นที่ในตู้บรรทุกน้อยที่สุด

ผลการวิจัยพบว่าเมื่อนำปริมาณพื้นที่เหลือจากรูปแบบเดิมมาเปรียบเทียบกับวิเคราะห์ทาง คณิตศาสตร์ทั้ง 3 วิธี สามารถลดพื้นที่ว่างในตู้บรรทุกและลดจำนวนรถบรรทุกลงจากรูปแบบเดิม ดังนี้ การลด พื้นที่ว่างในตู้บรรทุกลงจากรูปแบบเดิม โดยการวิเคราะห์ช่วงที่ 1 วิธีซิมเพล็กซ์ ลดได้ 1,831.7 ลูกบาศก์เมตร วิธีการค้นหาค่าที่ดีที่สุดของฝูงอนุภาค ลดได้ 1,685.58 ลูกบาศก์เมตรและวิธีเชิงพันธุกรรมลดได้ 1,699.47 ลูกบาศก์เมตรการวิเคราะห์ช่วงที่ 2 วิธีซิมเพล็กซ์ ลดได้ 1,703.98 ลูกบาศก์เมตร วิธีการค้นหาค่าที่ดีที่สุดของ ฝูงอนุภาค ลดได้ 1,400.58 ลูกบาศก์เมตรและวิธีเชิงพันธุกรรมลดได้ 1,511.21 ลูกบาศก์เมตร และทำการ ลดจำนวนรถบรรทุกลงจากรูปแบบเดิม โดยการวิเคราะห์ช่วงที่ 1 ได้ 15 คัน การวิเคราะห์ช่วงที่ 2 ได้ 28 คัน

คำสำคัญ: ปริมาณที่เหมาะสม; การบรรทุกสินค้า; วิธีซิมเพล็กซ์; วิธีการค้นหาค่าที่ดีที่สุดของฝูงอนุภาค; วิธีเชิงพันธุกรรม

ประเภทบทความ: บทความวิจัย

^{1,3,4,5,6,7} อาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
80 หมู่ 9 อาคารบริหารงานกลาง ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100, ประเทศไทย
อีเมล: seksanwin@yahoo.com

² นักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

An Optimization of quantity for Loading: A case study of Thanapiriya Co., Ltd.

Seksan Winyangkul¹ Phatharawadee N Lampang² Prawet Anan-uea³
Watchara Wattanarawee⁴ Teerawat Kaewpia⁵ Supaporn Kamtaeja⁶
and Chayakorn Putakamnerd⁷

Abstract

The purpose of this research is to arrangement suitable for loading in the transportation and product distribution by using the product arrangement method by considering the volume of goods of the truck for transportation to various branches of Thanapiriya Public Company Limited, which the sample group is the type of each vehicle, divided into 4 small wheels, 6 medium wheels trucks, 6 big wheels, 6 extra large wheels and 10 wheels with different payloads of 24 vehicles, and the goods transported between the 21 branches and 12 district customers by considering the average and the standard deviation of the volume of remaining space. the problem model using the Bin Packing Problem and the best way to find the optimization answer by comparing 3 methods: LP Simplex, Particle Swarm Optimization (PSO) and Genetic Algorithm (GA) to find suitable trucks for the quantity of products and remaining minimal space in the cabinet.

The results of the research found that when comparing the remaining space from the original model to the mathematical analysis of 3 methods, can reduce the space in the truck and reduce the number of trucks from the original appearance as follows. Reducing space in the truck from the original analyzing range 1, LP Simplex can be reduced to 1,831.7 m3. The method of PSO can be reduced by 1,685.58 m3 and the GA can be reduced by 1,699.47 m3. Analysis of range 2, LP Simplex can reduce 1,703.98 m3, the PSO can be reduced by 1,400.58 m3 and the GA can reduce 1,511.21 m3. Reducing of the number of trucks from the old model, by analyzing the first phase at 15 cars and analysis of the second phase at 28 cars.

Keywords: Optimization of quantity; Loading; LP Simplex; Particle Swarm Optimization; Genetic Algorithm

Type of Article: Research Article

^{1,3,4,5,6,7} Lecturer of Faculty of Industrial Technology, Chiang Rai Rajabhat University
80 Moo9, Ban Du, Mueang Chiang Rai District, Chiang Rai 57100, Thailand
E-mail: seksanwin@yahoo.com

² Faculty of Industrial Technology, Chiang Rai Rajabhat University

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการขนส่งเป็นหัวใจหลักในการประกอบธุรกิจการนำเข้าและส่งออก การขนส่งทางถนนโดยรถบรรทุกเป็นการขนส่งที่ผู้ประกอบการเลือกใช้มากที่สุดในที่สุด เพราะสามารถเข้าถึงได้มากกว่าการขนส่งแบบอื่น การบรรจุผลิตภัณฑ์เพื่อการขนส่งไปยังปลายทางที่มีระยะทางไกลนั้นจะทำให้เสียต้นทุนการขนส่งที่สูง การจัดเรียงสินค้าที่มีขนาด ปริมาณ และน้ำหนักที่ต่างกันในลักษณะที่ไม่เหมาะสม จะทำให้ใช้จำนวนตู้บรรทุกในการขนส่งเพิ่มขึ้น หากสามารถหาวิธีการจัดเรียงสินค้าให้เหมาะสมกับตู้บรรทุกได้จะสามารถลดจำนวนตู้บรรทุกลงได้ และส่งผลให้ช่วยลดต้นทุนการขนส่งสินค้าและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง

บริษัท ธนพิริยะ จำกัด (มหาชน) เป็นธุรกิจค้าปลีกและค้าส่งสินค้าอุปโภคบริโภค ที่มีศูนย์กระจายในการรับสินค้าอุปโภคบริโภคที่หลากหลายจากบริษัทผู้ผลิตต่าง ๆ มารวมไว้ด้วยกัน โดยได้กระจายสินค้าไปยังสาขาต่างๆ ของบริษัท ปัจจุบันมีทั้งหมด 21 สาขาที่อยู่ในจังหวัดเชียงรายอีกทั้งยังจัดส่งให้กับลูกค้าต่างอำเภอ โดยอยู่ในจังหวัดเชียงราย จังหวัดพะเยา และจังหวัดลำปาง โดยมีรูปแบบการจัดส่งเป็นแบบจัดส่งสินค้าตามใบสั่งซื้อของสาขา รถบรรทุก 1 คันจะจัดส่ง 1 สาขา ซึ่งจากรูปแบบการทำงานในขั้นตอนการจัดเรียงสินค้าเข้าตู้บรรทุกโดยมีขนาด ปริมาณ และน้ำหนักของสินค้าที่ไม่ได้รับการพิจารณาที่เหมาะสมกับตู้บรรทุกที่ใช้ในการขนส่ง โดยรูปแบบในการจัดเรียงสินค้าเข้าตู้บรรทุกของบริษัทจะเป็นแบบพิจารณาจากปริมาณของสินค้าที่มีอยู่แล้วเลือกใช้รถบรรทุกโดยอาศัยความชำนาญจากการทำงาน

ดังนั้น การวิเคราะห์การจัดสินค้าเพื่อทำการขนส่ง โดยหาปริมาณที่เหมาะสมสำหรับรถบรรทุกแต่ละคัน โดยจะทำให้ได้ปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการนำสินค้าเข้าในตู้บรรทุก และใช้เวลาในการจัดเรียงสินค้าเข้าตู้บรรทุกได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม

สำหรับรถบรรทุกที่ใช้เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการเลือกใช้รถบรรทุกที่เหมาะสมกับปริมาณที่จะนำส่ง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การจัดสินค้าที่เหมาะสมในการบรรทุกสำหรับรถบรรทุกในการขนส่งสินค้าและการกระจายสินค้ากรณีศึกษา บริษัท ธนพิริยะ จำกัด (มหาชน)

ขอบเขตของการวิจัย

การจัดสินค้าโดยพิจารณาปริมาตรและน้ำหนักของสินค้าของการบรรทุกเพื่อขนส่งไปยังสาขาต่างๆ ของ บริษัท ธนพิริยะ จำกัด (มหาชน)

ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาวิธีการจัดสินค้าโดยพิจารณาปริมาตรของสินค้าของการบรรทุกเพื่อขนส่งไปยังสาขาต่างๆ ของ บริษัท ธนพิริยะ จำกัด (มหาชน) จำนวน 21 สาขา และลูกค้าต่างอำเภอจำนวน 12 สายอำเภอ

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างประเภทของรถแต่ละคันโดยแบ่งเป็นรถบรรทุก 4 ล้อเล็ก, 6 ล้อกลาง, 6 ล้อใหญ่, 6 ล้อใหญ่พิเศษ และ 10 ล้อ ที่มีขนาดบรรทุกแตกต่างกัน จำนวน 24 คัน แบ่งเป็น 5 ประเภท ได้แก่ รถบรรทุก 4 ล้อเล็ก, 6 ล้อกลาง, 6 ล้อใหญ่, 6 ล้อใหญ่พิเศษ และ 10 ล้อ และปริมาตรของสินค้าที่ทำการขนส่งระหว่างสาขา 21 สาขา และลูกค้า 12 สายอำเภอ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาตรพื้นที่เหลือ

ขอบเขตด้านพื้นที่

บริษัท ธนพิริยะ จำกัด (มหาชน) ที่มีการขนส่งสินค้าไปยังสาขาจำนวน 21 สาขา และลูกค้า 12 สายอำเภอ ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย และพะเยา

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาการศึกษา 1 เดือน โดยพิจารณาในการขนส่งสินค้าในสาขาต่างๆ และลูกค้าสายอำเภอในเดือนกรกฎาคม 2561

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการตัดและการบรรจุ (Cutting and Packing Problems)

ปัญหาการตัดและการบรรจุนี้ได้มีการริเริ่มศึกษาตั้งแต่ ราวปีคริสต์ศักราช 1939 โดยนักเศรษฐศาสตร์ชาวรัสเซีย ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่การวิจัยดำเนินงาน (Operation Research) (Praditwong & Talethong, 2016) เริ่มมีบทบาทในงานวิศวกรรมอุตสาหการ ซึ่งเป็นการนำเอาวิธีการทางคณิตศาสตร์เข้าใช้ในการสร้างรูปแบบตามลักษณะของปัญหา แล้วจึงหาวิธีการคำนวณที่ถูกต้องและเหมาะสมกับรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และในปี 1940 ได้มีผู้เสนอวิธีการในการบรรจุสี่เหลี่ยมผืนผ้าลงในสี่เหลี่ยมจัตุรัส และเริ่มมีการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ทั้งทางด้านฮิวริสติก และวิธีการที่มีความแน่นอนในการแก้ปัญหา หลังจากนั้นได้มีการพัฒนากันอย่างต่อเนื่องในวงแคบๆ ต่อมาในปีคริสต์ศักราช 1961 (Bischoff & Marriott, 2017) เป็นผู้ริเริ่มในการหาวิธีการแก้ปัญหาการตัดวัสดุชนิดเดียวที่ทำให้สูญเสียวัสดุต่ำที่สุด (Cutting Stock Problem) โดยวิธีการสร้างรูปแบบการตัด (Pattern Generation Technique) ซึ่งอาศัยทฤษฎีกำหนดการเชิงเส้นตรง (Linear Programming) วิธีการนี้มีศักยภาพและง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกัน ได้แก่ ปัญหาการบรรจุ (Piyachayawat, Mungwattana & Supithak, 2017) (Packing Problem)

ประเภทของปัญหาการตัดและการบรรจุ (Classification of Cutting and Packing Problems)

ปัญหาการออกแบบการจัดวางบรรจุภัณฑ์

ออกเป็นปัญหาย่อยตามลักษณะการบรรจุได้ 5 แบบ (Praditwong & Talethong, 2016; Bischoff & Marriott, 2017) ได้แก่

1. ปัญหาการจัดวางรูปเหลี่ยมในรูปแบบ 2 มิติ (Two Dimensional Rectangular Packing Problem) เป็นปัญหาที่ใช้ในการออกแบบการตัดชิ้นส่วนสี่เหลี่ยมในแผ่นสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่เพื่อให้เหลือน้อยที่สุด โดยมีการกำหนดขนาดความกว้างความยาวของชิ้นส่วนที่ต้องการและความกว้างความยาวของแผ่นสี่เหลี่ยมที่ต้องการจะทำการตัด

2. ปัญหาการจัดวางบรรจุภัณฑ์บนแพเลตต์ (Pallet Loading Problem) ลักษณะของปัญหา คือ การบรรจุวัตถุสี่เหลี่ยมที่มีรูปแบบเดียวกันลงในพื้นที่สี่เหลี่ยมหรือแพเลตต์ โดยต้องการบรรจุให้ได้มากที่สุด มีกำหนดขนาดความกว้างและความยาวของแพเลตต์

3. ปัญหาการจัดวางบรรจุภัณฑ์ในอุปกรณ์บรรจุ (Bin – Packing Problem) โดยลักษณะของปัญหา คือ การบรรจุวัตถุสี่เหลี่ยมลงในพื้นที่สี่เหลี่ยมที่มีความสูงไม่จำกัด โดยมีการกำหนดความกว้างความยาวของวัตถุ จำนวนในการบรรจุ และความกว้างความยาวของสถานที่บรรจุและจัดวาง ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการจัดการให้ใช้ความสูงในการบรรจุต่ำที่สุด

4. ปัญหาการจัดการบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบ 3 มิติ (Three Dimensional Packing Problem) ลักษณะของปัญหามีกำหนดความกว้าง ความยาว ความสูง และจำนวนของบรรจุภัณฑ์เพื่อที่จะบรรจุลงในตู้คอนเทนเนอร์ที่มีขนาดที่แน่นอน โดยมีวัตถุประสงค์ต้องการให้มีการใช้ความยาวของตู้คอนเทนเนอร์มากที่สุด

5. ปัญหาการจัดวางชิ้นส่วนที่ไม่ใช่สี่เหลี่ยม (Non – Rectangular Packing Problem) สนใจปัญหาในการบรรจุวัตถุที่มีรูปทรงไม่ใช่สี่เหลี่ยม เช่น ทรงกลม ทรงกระบอก ลงในพื้นที่บรรจุโดยไม่จำเป็นต้องเป็นพื้นที่รูปทรงสี่เหลี่ยม

วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimization algorithms)

- วิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method)

เป็นวิธีทางพีชคณิต ที่อาศัยหลักการของแมทริกซ์เข้าช่วย ช่วยให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรได้ง่าย และสามารถเข้าใจแนวทางในการเปลี่ยนแปลงตัวแปรอย่างมีเหตุผล วิธีการเริ่มจากการเปลี่ยนตัวแปร โดยดูให้มีผลต่อจุดมุ่งหมาย โดยเน้นให้เข้าสู่เป้าหมายได้เร็วที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้จึงเป็นผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ (feasible)

- วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นเทคนิคสำหรับค้นหาผลเฉลย (solutions) หรือคำตอบโดยประมาณของปัญหาโดยอาศัยหลักการจากทฤษฎีวิวัฒนาการจากชีววิทยาและการคัดเลือกตามธรรมชาติ (natural selection) นั่นคือ สิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมที่สุดจึงจะรอดกระบวนการคัดเลือกได้เปลี่ยนแปลงสิ่งมีชีวิตให้เหมาะสมยิ่งขึ้น (Chien, Zheng & Gen, 2015) ด้วยตัวปฏิบัติการทางพันธุกรรม (genetic operator) เช่น

- การสืบพันธุ์ (reproduction)
- การกลายพันธุ์ (mutation)
- การแลกเปลี่ยนยีน (recombination)

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นการจำลองทางคอมพิวเตอร์ เพื่อแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด (optimal solution) โดยการแทนคำตอบที่มีอยู่ให้อยู่ในลักษณะโครโมโซม (chromosomes) แล้วปรับปรุงคำตอบละชุด (เรียกว่า individual) ด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวิวัฒนาการ (evolutionary operation) การเปลี่ยนแปลงยีนแบบสุ่ม ด้วยตัวปฏิบัติการทางพันธุกรรม (evolutionary operator) เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีขึ้น โดยทั่วไปจะแทนคำตอบด้วยเลขฐานสอง (สายอักขระของเลข 0 และ 1) การวิวัฒนาการ (evolution) เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (the fitness solution) จะเริ่มจากประชากรที่ได้จากการสุ่มทั้งหมดและจะทำเป็นรุ่นๆ ในแต่ละรุ่นคำตอบ

หลายชุดจะถูกสุ่มเลือกขึ้นมาเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการกลายพันธุ์ หรือ การแลกเปลี่ยนยีน ซึ่งสามารถทำการได้ระหว่างกลุ่มประชากร (Crossover) หรือภายในยีนเดียวกัน (Two positions at random) จนได้ประชากรรุ่นใหม่ ที่มีค่าความเหมาะสม (fitness) มากขึ้น (Gonçalves & Resende, 2013)

ขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์สำหรับวิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรม

สำหรับวิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรม สามารถแบ่งองค์ประกอบที่สำคัญออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

1. การเขียนรูปแบบจำลองพันธุกรรมเพื่อแสดงกลุ่มคำตอบของปัญหา (Genetic representation)
2. การกำหนดประชากรเริ่มต้น (Initial generation หรือ population)
3. การประเมินค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์หรือค่าฟิตเนส (Evaluation of fitness function)
4. ตัวดำเนินการวิวัฒนาการทางพันธุกรรม (Genetic operator) เพื่อที่จะสร้างพันธุกรรมรุ่นถัดไป (Next generation)
5. การกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในวิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรม

วิธีการค้นหาที่ดีที่สุดฝูงอนุภาค (Particle Swarm Optimization: PSO)

PSO เป็นการจำลองการหาอาหารของฝูงนกในการหาค่าเหมาะสมที่สุดแบบนี้ นกแต่ละตัวในฝูงจะถูกแทนด้วยอนุภาค (particle) ในอนุภาคแต่ละตัวจะมีค่า ฟิตเนส (fitness value) ที่บอกถึงระยะห่างของตัวมันจากแหล่งอาหาร โดยอนุภาคทั้งหมดจะบินตามอนุภาคที่มีค่าฟิตเนสที่ดีที่สุดในแต่ละช่วง/รอบ (Iteration) (Kennedy & Eberhart, 2001)

แนวคิดของ PSO จะเริ่มต้นด้วยการสุ่มหาตำแหน่งของอนุภาค (ซึ่งตำแหน่งต่างๆ ของอนุภาคเหล่านั้นก็คือคำตอบที่เป็นไปได้) ขึ้นมาชุดหนึ่ง จากนั้น

ก็จะหาค่าเหมาะสมที่สุดด้วยการปรับปรุงค่าในแต่ละรอบของการตัดสินใจ โดยที่อนุภาคแต่ละตัวจะมีการปรับปรุงค่าด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งตามค่าที่ดีที่สุด (Best) ซึ่งมี 2 ค่า ได้แก่

1. ค่าที่ดีที่สุดของอนุภาค (pbest: particle best) คือค่าตำแหน่งที่ดีที่สุดของการเคลื่อนที่ที่ผ่านมาของตัวมันเอง

2. ค่าที่ดีที่สุดของสากล (gbest: global best) คือค่าที่เป็นค่าที่ดีที่สุดของการเคลื่อนที่ที่ผ่านมาทั้งกลุ่ม (ฝูง)

การทำงานของ PSO เป็นกระบวนการที่ทำงานเป็นรอบ (Iteration) ซึ่งในแต่ละรอบของการทำงานความเร็วของอนุภาคแต่ละตัวจะถูกปรับปรุงโดยมีตัวแปรที่สำคัญ 3 ตัว คือ

1. ความเร็วปัจจุบันของอนุภาคนั้น (velocity)
2. ข้อมูลที่อนุภาคมีอยู่ (pbest)
3. ข้อมูลรวมของอนุภาคทั้งกลุ่ม (gbest)

หลังจากนั้นอนุภาคแต่ละตัวจะปรับตำแหน่งของมันโดยใช้ความเร็วใหม่ที่คำนวณได้ โดยพิจารณาจากสมการดังต่อไปนี้

คำนวณค่าความเร็วใหม่ของอนุภาคตามสมการที่ 1

$$v_{ik}(t+1) = v_{ik}(t) + [c_1 r_1 (p(t) - x_{ik}(t))] + [c_2 r_2 (g(t) - x_{ik}(t))] \quad (1)$$

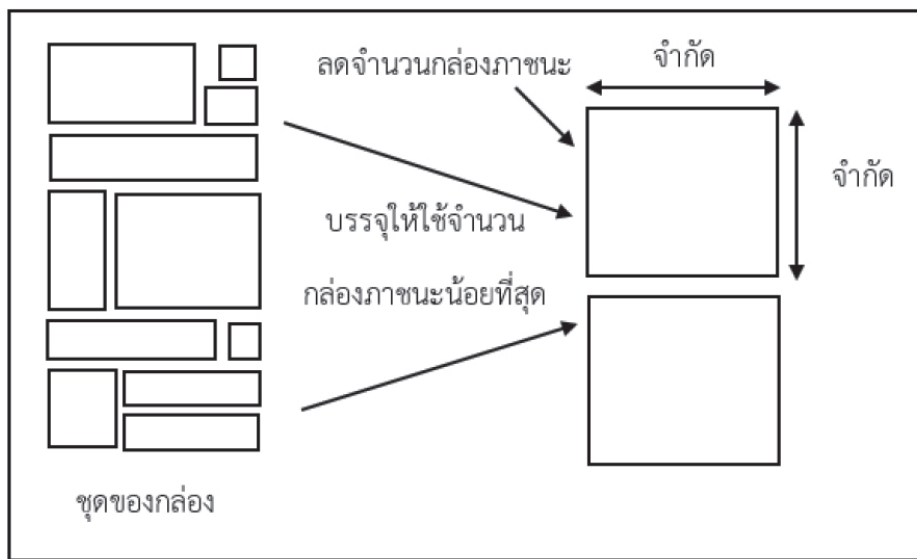
ปรับปรุงค่าตำแหน่งใหม่ของอนุภาคตามสมการที่ (2)

$$x_{ik}(t+1) = x_{ik}(t) + v_{ik}(t+1) \quad (2)$$

c_1, c_2 คือ ค่าคงที่บางครั้งถูกเรียกว่า ค่าแฟคเตอร์การเรียนรู้ (เอาไว้อัดงน้ำหนักความจำ) โดยทั่วไปจะเท่ากับ 2 แต่ก็สามารถใช้ค่าอื่นๆ ได้ โดยมีช่วงระหว่าง $[0,4]$ หรือ 0 ถึง 4

ตัวแบบปัญหาบรรจุผลิตภัณฑ์ (Bin packing)

ตัวแบบปัญหาบรรจุผลิตภัณฑ์ คือ การนำกล่องสี่เหลี่ยมที่มีขนาดเท่ากันหรือแตกต่างกันมาบรรจุใส่กล่องภาชนะที่มีปริมาตรที่จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดจำนวนกล่องภาชนะลง ดังแสดงในรูปภาพ 1 การประยุกต์ใช้ตัวแบบปัญหา Bin packing เป็นการจำลองสถานการณ์การบรรจุผลิตภัณฑ์ในตู้บรรจุทุกเพื่อให้สามารถเลือกใช้ประเภทของรถบรรทุกที่เหมาะสมสำหรับปริมาณผลิตภัณฑ์มากที่สุดและให้พื้นที่ของรถบรรทุกเหลือน้อยที่สุด สภาพปัจจุบันของกรณีศึกษาบริษัท ธนพิริยะ จำกัด (มหาชน) เนื่องจากปัจจุบันบริษัทใช้วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ในตู้บรรจุทุกโดยอาศัยความชำนาญจากการทำงานที่ยาวนานของพนักงานพิจารณาจากปริมาณสินค้าที่มีว่ามีปริมาณมากหรือน้อยของแต่ละสาขาแล้วเลือกรถบรรทุกที่จะนำส่งสินค้าไปยังสาขาโดยรถบรรทุก 1 คัน ต่อ 1 สาขา ดังนั้นถ้านำตัวแบบปัญหา Bin packing มาใช้จะสามารถลดระยะเวลาในการพิจารณาการเลือกใช้รถบรรทุกได้ เพราะตัวแบบปัญหา Bin packing (Blum & Roli, 2003) เป็นการจำลองสถานการณ์การบรรจุผลิตภัณฑ์ในตู้บรรจุทุกว่าปริมาณผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่จะสามารถบรรจุรถบรรทุกคันใดให้มีพื้นที่รถบรรทุกเหลือน้อยที่สุด (Blazewicz et al., 1996)



ภาพ 1 ตัวแบบปัญหา Bin packing

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ Bin packing

$$\text{Minimize } \sum_{i=1}^{21} v_{ij} \quad (3)$$

$$\text{Subject to } v_c - v_o \geq 0 \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^{21} v_{ij} \geq 1, \forall j \in \{1, \dots, 21\} \quad (5)$$

$$v_i \in \{0, 1\}, \forall i \in \{1, \dots, 24\} \quad (6)$$

$$v_{ij} \in \{0, 1\}, \forall i \in \{1, \dots, 24\}, \forall j \in \{1, \dots, 21\} \quad (7)$$

โดยสมการเป้าหมายดังแสดงในสมการที่ (3) แสดงถึงวัตถุประสงค์การบรรจุสินค้าโดยพิจารณา ค่าต่ำสุดของพื้นที่ที่บรรจุทุกให้มีพื้นที่เหลือน้อยที่สุด (Blum & Roli, 2003; Gonçalves & Resende, 2013) สมการที่ (4) ข้อกำหนดปริมาณของสินค้าไม่เกิน ปริมาณของรถบรรทุกสมการที่ (5) ข้อกำหนดปริมาณ สินค้าของแต่ละสาขาในการเลือกใช้รถบรรทุกที่เหมาะสม (โดยบางสาขาเป็นเส้นทางเดียวกันจึง บรรจุสินค้าในรถบรรทุกคันเดียวกัน) สมการที่ (6) ข้อกำหนดการเลือกใช้รถบรรทุกให้ขนส่งสินค้า สมการที่

(7) ข้อกำหนดการเลือกใช้รถบรรทุกให้บรรจุสินค้า ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าสินค้าจะต้องบรรจุทุกในรถคันใด ซึ่ง สินค้าจะต้องถูกบรรจุทุกในรถคันใดคันหนึ่ง

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษางานวิจัยเรื่อง การหาปริมาณการ บรรจุที่เหมาะสมสำหรับการบรรจุทุกสินค้า กรณีศึกษา บริษัท ธนพิริยะ จำกัด (มหาชน) โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

แบบฟอร์มรายงานการส่งสินค้าออกโดยแสดง รายละเอียดของรายการสินค้า, จำนวนสินค้า, รหัส สินค้า, ปริมาณสินค้า และราคาสินค้า

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

โปรแกรม Microsoft Excel และโปรแกรม วิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำการสอบถามข้อมูลจากผู้จัดการคลังสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าธนพิริยะ โดยมีหัวข้อในการสอบถามดังนี้

- ประเภทของรถบรรทุกที่บริษัทใช้ในการขนส่ง

- รายการสินค้าที่จัดส่งไปยังสาขาต่างๆ และลูกค้าต่างอำเภอ ย้อนหลัง

- การกระจายสินค้าไปแต่ละสาขา (1 คัน ต่อ 1 สาขา)

- วันที่จัดส่งสินค้าและวันที่จัดส่งไปยังสาขาต่างๆ และลูกค้าต่างอำเภอ

2. ลงพื้นที่เก็บข้อมูลปริมาณรถบรรทุกแต่ละประเภทและปริมาณของสินค้า

3. ทฤษฎีเกี่ยวข้องกับงานวิจัยเพื่อหาวิธีการช่วยแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง

4. หนังสือ บทความ งานวิจัย และวารสารเชิงวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการหาค่าที่เหมาะสม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์รูปแบบของปัญหาแล้วแบ่งลำดับขั้นตอนในการดำเนินงานคัดแยกข้อมูลที่ไม่มีผลกับงานวิจัยออกพิจารณาเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

2. ศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Bin Packing

3. ทำการสร้างสมการเป้าหมายโดยนำข้อมูลของจำนวนรถบรรทุกมาตั้งเป็นสมการเป้าหมายให้มีพื้นที่เหลือน้อยที่สุดบนรถบรรทุก โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel และโปรแกรมวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์

4. สรุปผลและเสนอแนะ

ผลการวิจัย

รูปแบบของการขนส่งแบบเดิม

จากการสอบถามผู้จัดการคลังสินค้ารูปแบบการจัดส่งแบบเดิมจะจัดส่งสินค้า 1 สาขา ต่อ 1 คัน โดยพิจารณาจากราคาของสินค้า ซึ่งในกรณีที่ปริมาณสินค้าน้อยใช้รถบรรทุกที่มีขนาดใหญ่จะทำให้เหลือพื้นที่ในรถบรรทุกมากและในทางกลับกันกรณีที่ปริมาณสินค้ามากใช้รถบรรทุกที่มีขนาดเล็ก ทำให้รถวิ่งหลายเที่ยวใน 1 สาขา ซึ่งเป็นการเลือกใช้รถบรรทุกไม่เหมาะสมกับปริมาณสินค้า ผู้วิจัยจึงได้ใช้ตัวแบบปัญหา Bin Packing ในการหาพื้นที่ให้เหลือน้อยสุดและใช้วิธีหาค่าที่ดีที่สุด วิธีการหาค่าที่ดีที่สุด ผูกอนุภาค (Particle Swarm Optimization: PSO) และวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- การรวมสาขาที่มีเส้นทางเดินรถเส้นเดียวกัน ให้บรรจุสินค้าในรถบรรทุกคันเดียวกัน โดยที่ปริมาณสินค้าห้ามเกินปริมาณรถบรรทุกที่มากที่สุดของรถบรรทุกที่มีอยู่

- การแบ่งช่วงเป็น 2 ช่วงในการวิเคราะห์ของข้อมูล เพราะ Solver ใน Excel สามารถรับตัวแปรได้มากที่สุด 200 ตัวแปร แต่ในข้อมูลมี 504 ตัวแปร โดยประมาณ (21 สาขา * 24 คัน) จึงทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งเดียวโดยได้แบ่งรถบรรทุกและสาขาโดยแสดงปริมาณรถบรรทุกในช่วงที่ 1 และ 2 ได้ทำการแบ่งปริมาณรถบรรทุก และสาขา ออกเป็น 2 ช่วงโดยพิจารณาจากปริมาตรจากน้อยไปมากของทั้งรถบรรทุก และสาขา การวิเคราะห์ในการขนส่งสินค้าในแต่ละวันซึ่งในแต่ละวันสาขาที่ทำการส่งมีจำนวนสาขาที่ไม่เท่ากันโดยมากที่สุดจะอยู่ที่ 12 คัน กับ 16 สาขา อยู่ที่ 192 ตัวแปร ดังแสดงในตาราง 1 และ ตาราง 2

ตาราง 1

ปริมาณของรถบรรทุกในช่วงที่ 1

ประเภทรถ	ปริมาณ (m ³)
4 ล้อเล็ก	7.384608
4 ล้อเล็ก	7.384608
6 ล้อกลาง	16.39225
6 ล้อกลาง	16.39225
6 ล้อกลาง	16.53000
6 ล้อกลาง	16.9936
6 ล้อกลาง	17.80908
6 ล้อใหญ่	21.00945
6 ล้อใหญ่	21.00945
6 ล้อใหญ่	21.00945
6 ล้อใหญ่	21.00945
6 ล้อใหญ่	21.00945

โดยมีสาขาที่ทำการขนส่งในช่วงที่ 1 และ 2 ในวันอาทิตย์ จันทร์ อังคาร พุธ พฤหัสบดี ศุกร์ และเสาร์ ดังแสดงในตาราง 3 และตาราง 4 ซึ่งพิจารณาจากค่า Max, Min โดยการหาปริมาณการบรรทุกที่เหมาะสมสำหรับการบรรทุกสินค้าในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้ (กรณีไม่มีค่า Max, Min แสดงถึงการขนส่งของสินค้านั้นมีการขนส่งเพียงครั้งเดียว)

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยปริมาณการบรรจุ

SD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานปริมาณการบรรจุ
โดยกำหนดให้

$Max = \bar{X} + SD$ และ $Min = \bar{X} - SD$

ดังตัวอย่างในตาราง 5 และตัวอย่างการบรรทุกปริมาณรถ (cm³) ปริมาณขึ้นรถ (cm³) พื้นที่ที่เหลือ (cm³) และประเภทรถบรรทุกเนื่องจากข้อมูลที่ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์เป็นปริมาณสินค้าเฉลี่ยในระยะเวลา 1 เดือน จึงไม่สามารถแสดงการเปรียบเทียบประเภทรถบรรทุกที่ใช้แบบเดิมกับการจัดกลุ่มได้ จึงจัดทำตัวอย่างการเปรียบเทียบประเภทรถบรรทุกที่ใช้ใน 1 วัน ดังตาราง 6 ของปริมาณในการขนส่งจากผลรวมของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในระยะเวลา 1 เดือนในเดือนกรกฎาคม 2561

ตาราง 2

ปริมาณของรถบรรทุกในช่วงที่ 2

ประเภทรถ	ปริมาตร (m ³)
6 ล้อใหญ่	23.54000
6 ล้อใหญ่	24.00346
6 ล้อใหญ่	26.62000
6 ล้อใหญ่ (พิเศษ)	31.46000
6 ล้อใหญ่ (พิเศษ)	31.46000
6 ล้อใหญ่ (พิเศษ)	31.46000
6 ล้อใหญ่ (พิเศษ)	31.46000
6 ล้อใหญ่ (พิเศษ)	31.46000
6 ล้อใหญ่ (พิเศษ)	31.46000
10 ล้อ	33.94800
10 ล้อ	35.97615
10 ล้อ	35.97615

ตาราง 3

สาขาในช่วงที่ 1

วัน	สาขา
อาทิตย์	แม่สาย, เหมืองแดง Max, เหมืองแดง Min, หอนาฬิกา, บ้านใหม่, ศรีทรายมูล, ป่าก่อ, เด่นปลีก, เด่นสง, เวียงป่าเป้า, แม่ชะจาน
จันทร์	แม่สาย, เหมืองแดง Max, เหมืองแดง Min, เวียงป่าเป้า, แม่ชะจาน Max, แม่ชะจาน Min, ศรีทรายมูล Max, ศรีทรายมูล Min, ป่าก่อ Max, ป่าก่อ Min, แม่จัน Min, แม่ฟ้าหลวง, เด่นปลีก Max, เด่นปลีก Min, พาน Max, พาน Min, หอนาฬิกา Max, หอนาฬิกา Min, บ้านใหม่, บ้านดู่ Max, ห้วยไคร้ Max, แม่จัน Max
อังคาร	ท่าวังทอง Max, ท่าวังทอง Min, ศรีทรายมูล Max, เด่นสง Max, ป่าก่อ Max, ป่าก่อ Min, หอนาฬิกา Max, หอนาฬิกา Min, บ้านใหม่, พาน Max, พาน Min, แม่สาย Max, แม่สาย Min, เหมืองแดง
พุธ	เวียงป่าเป้า Max, เวียงป่าเป้า Min, แม่ชะจาน Max, แม่ชะจาน Min, เชียงแสน Max, เชียงแสน Min, พาน Min, เทิง Max, เทิง Min, บ้านดู่ Max, บ้านดู่ Min, หอนาฬิกา,

ผ่านการรับรองคุณภาพจากศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI.) อยู่ในกลุ่ม 2 สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

ตาราง 3

สาขาในช่วงที่ 1 (ต่อ)

วัน	สาขา
พุธ	บ้านใหม่ Max, บ้านใหม่ Min, แม่จัน, แม่ฟ้าหลวง Max, แม่ฟ้าหลวง Min, แม่สาย Max, แม่สาย Min, เหมืองแดง, เด่นสง Max, พาน Max
พฤหัสบดี	ศรีทรายมูล, ป่าก่อ, บ้านดู่ Max, บ้านดู่ Min, เด่นสง Max, หอนาฬิกา, บ้านใหม่ Max, บ้านใหม่ Min, แม่สาย, เหมืองแดง, เชียงแสน Max, เชียงแสน Min
ศุกร์	บ้านดู่ Max, บ้านดู่ Min, เวียงชัย Max, เวียงชัย Min, ห้วยไคร้, หอนาฬิกา Max, หอนาฬิกา Min, บ้านใหม่, แม่สาย Max, แม่สาย Min, เหมืองแดง Max, เหมืองแดง Min, เชียงแสน Max, เชียงแสน Min, แม่จัน Max, แม่จัน Min, เด่นปลีก Max, ศรีทรายมูล Max, ศรีทรายมูล Min, ป่าก่อ Max, ป่าก่อ Min
เสาร์	แม่จัน, แม่ฟ้าหลวง Max, แม่ฟ้าหลวง Min, เด่นปลีก Max, เด่นปลีก Min, บ้านดู่ Max, บ้านดู่ Min, เด่นสง Max, เวียงป่าเป้า Max, เวียงป่าเป้า Min, แม่ชะจาน Max, แม่ชะจาน Min, แม่สาย, พาน

ตาราง 4

สาขาในช่วงที่ 2

วัน	สาขา
อาทิตย์	แม่สาย, เหมืองแดง Max, เหมืองแดง Min, หอนาฬิกา, บ้านใหม่, ศรีทรายมูล, ป่าก่อ, เด่นปลีก, เด่นสง, เวียงป่าเป้า, แม่ชะจาน
จันทร์	แม่สาย, เหมืองแดง Max, เหมืองแดง Min, เวียงป่าเป้า, แม่ชะจาน Max, แม่ชะจาน Min, ศรีทรายมูล Max, ศรีทรายมูล Min, ป่าก่อ Max, ป่าก่อ Min, แม่จัน Min, แม่ฟ้าหลวง, เด่นปลีก Max, เด่นปลีก Min, พาน Max, พาน Min, หอนาฬิกา Max, หอนาฬิกา Min, บ้านใหม่, บ้านดู่ Max, ห้วยไคร้ Max, แม่จัน Max
อังคาร	ท่าวังทอง Max, ท่าวังทอง Min, ศรีทรายมูล Max, เด่นสง Max, ป่าก่อ Max, ป่าก่อ Min, หอนาฬิกา Max, หอนาฬิกา Min, บ้านใหม่, พาน Max, พาน Min, แม่สาย Max, แม่สาย Min, เหมืองแดง
พุธ	เวียงป่าเป้า Max, เวียงป่าเป้า Min, แม่ชะจาน Max, แม่ชะจาน Min, เชียงแสน Max, เชียงแสน Min, พาน Min, เทิง Max, เทิง Min, บ้านดู่ Max, บ้านดู่ Min, หอนาฬิกา, บ้านใหม่ Max, บ้านใหม่ Min, แม่จัน, แม่ฟ้าหลวง Max, แม่ฟ้าหลวง Min, แม่สาย Max, แม่สาย Min, เหมืองแดง, เด่นสง Max, พาน Max

ผ่านการรับรองคุณภาพจากศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI.) อยู่ในกลุ่ม 2 สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

ตาราง 4

สาขาในช่วงที่ 2 (ต่อ)

วัน	สาขา
พฤหัสบดี	ศรีทรายมูล, ป่าก่อ, บ้านดู่ Max, บ้านดู่ Min, เด่นสง Max, หอนาฬิกา, บ้านใหม่ Max, บ้านใหม่ Min, แม่สาย, เหมืองแดง, เชียงแสน Max, เชียงแสน Min
ศุกร์	บ้านดู่ Max, บ้านดู่ Min, เวียงชัย Max, เวียงชัย Min, ห้วยไคร้, หอนาฬิกา Max, หอนาฬิกา Min, บ้านใหม่, แม่สาย Max, แม่สาย Min, เหมืองแดง Max, เหมืองแดง Min, เชียงแสน Max, เชียงแสน Min, แม่จัน Max, แม่จัน Min, เด่นปลีก Max, ศรีทรายมูล Max, ศรีทรายมูล Min, ป่าก่อ Max, ป่าก่อ Min
เสาร์	แม่จัน, แม่ฟ้าหลวง Max, แม่ฟ้าหลวง Min, เด่นปลีก Max, เด่นปลีก Min, บ้านดู่ Max, บ้านดู่ Min, เด่นสง Max, เวียงป่าเป้า Max, เวียงป่าเป้า Min, แม่ชะจาน Max, แม่ชะจาน Min, แม่สาย, พาน

ตาราง 5

ผลรวมของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณสินค้าสาขาบ้านดู่

วัน	$\bar{X} \pm SD$	
	Max	Min
อาทิตย์	16.5779	
จันทร์	35.4576	15.3069
อังคาร	9.9870	
พุธ	18.8624	10.2071
พฤหัสบดี	16.0722	8.9271
ศุกร์	14.5347	7.2271
เสาร์	15.1646	9.8147

* (หน่วย ลูกบาศก์เมตร (m³))

ตาราง 6

ตัวอย่างปริมาณสินค้าที่ต้องจัดส่งใน 1 วัน

สาขา	ประเภทรถ	ปริมาณรถ(cm ³)	ปริมาณขึ้นรถ(cm ³)	พื้นที่ที่เหลือ(cm ³)
บ้านดู่	6 ล้อใหญ่	24,003,460	15,908,770.23	8,094,689.77
หอนาฬิกา	6 ล้อกลาง	16,392,250	6,961,805.93	9,430,444.08
บ้านใหม่	6 ล้อกลาง	16,993,600	8,992,764.23	8,000,835.77

ผ่านการรับรองคุณภาพจากศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI.) อยู่ในกลุ่ม 2 สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

ตาราง 6

ตัวอย่างปริมาณสินค้าที่ต้องจัดส่งใน 1 วัน (ต่อ)

สาขา	ประเภทรถ	ปริมาณรถ(cm ³)	ปริมาณขึ้นรถ(cm ³)	พื้นที่ที่เหลือ(cm ³)
ศรีทรายมูล	6 ล้อใหญ่	21,009,450	11,283,948.34	9,725,501.66
ปากอ่	6 ล้อกลาง	16,530,000	9,945,003.20	6,584,996.80
เด่นปลีก	6 ล้อใหญ่	21,009,450	9,411,856.98	11,597,593.02
เด่นสง	10 ล้อ	33,948,000	14,757,725.51	19,190,274.49
แม่สาย	6 ล้อใหญ่ (พิเศษ)	31,460,000	8,152,803.44	23,307,196.57
ห้วยไคร้	6 ล้อใหญ่ (พิเศษ)	31,460,000	4,966,083.24	26,493,916.76
แม่จัน	6 ล้อใหญ่	21,009,450	9,065,985.98	11,943,464.02
แม่ฟ้าหลวง	6 ล้อใหญ่	23,540,000	391,931.53	23,148,068.47
เหมืองแดง	6 ล้อกลาง	16,530,000	200,494.46	16,329,505.54
เวียงป่าเป้า	6 ล้อใหญ่ (พิเศษ)	31,460,000	22,161,047.78	9,298,952.22
แม่ชะจาน	6 ล้อใหญ่	23,540,000	10,311,824.01	13,228,175.99

การลดปริมาณพื้นที่ว่างในตู้บรรทุก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลใน Solver โดยเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Select a Solving Method) คือ Simplex LP และการวิเคราะห์ปริมาณพื้นที่ว่างใน

ตู้บรรทุกที่มีค่าน้อยที่สุดจากการประมวลผลจำนวน 30 รอบ วิธีการค้นหาค่าที่ดีที่สุดผองอนุภาค (PSO) และวิธีเชิงพันธุกรรม (GA) ในช่วงที่ 1 และ 2 ได้ผลดังแสดงในตาราง 7 และตาราง 8

ตาราง 7

ปริมาณของพื้นที่ว่างในตู้บรรทุกจากรูปแบบเดิมเปรียบเทียบกับวิธีการหาค่าที่ดีที่สุดจากการวิเคราะห์ช่วงที่ 1

	ปริมาณเดิม	LP Simplex	PSO	GA
อาทิตย	384.54	33	40.82	75.97
จันทร์	200.63	31.51	88.58	45.14
อังคาร	335.05	42.89	43.31	47.51
พุธ	231.73	29.12	47.23	38.73
พฤหัสบดี	361.16	57.49	62.11	101.46
ศุกร์	242.47	32.94	87	36.75
เสาร์	379.34	76.27	80.29	89.89

* (หน่วย ลูกบาศก์เมตร (m³))

ตาราง 8

ปริมาณของพื้นที่ว่างในตู้บรรทุกจากรูปแบบเดิมเปรียบเทียบกับวิธีการหาค่าที่ดีที่สุดการวิเคราะห์ช่วงที่ 2

	ปริมาณเดิม	LP Simplex	PSO	GA
อาทิตย์	219.5	12.52	18.85	26.4
จันทร์	338.3	71.68	125.22	71.68
อังคาร	252.95	21.55	72.01	26.85
พุธ	394.57	119.56	174.42	175.01
พฤหัสบดี	156.88	13.34	64.2	26.1
ศุกร์	350.31	24.29	93.78	31.62
เสาร์	266.57	12.16	30.02	110.21

* (หน่วย ลูกบาศก์เมตร (m³))

การลดจำนวนรถบรรทุก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลวิธีการหาค่าคำตอบที่ดีที่สุด (Optimization algorithms) คือวิธีการ Simplex LP วิธีการค้นหาค่าที่ดีที่สุดฝูงอนุภาค (Particle Swarm Optimization: PSO) และวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) แล้วเลือกปริมาณที่น้อยที่สุดของแต่ละวิธีมาพิจารณาโดยเปรียบเทียบกับรูปแบบเดิมสามารถลดจำนวนรถบรรทุกได้ตามตาราง 10 และตาราง 11 ดังนี้

ตัวอย่างการลดจำนวนของรถบรรทุกในวันอาทิตย์ เดือนกรกฎาคม 2561 ตามตาราง 9

ตาราง 9

การเปรียบเทียบรูปแบบเดิม, สมการเชิงเส้นตรง LP Simplex, PSO, GA

สาขา	รูปแบบเดิม	LP Simplex	PSO	GA
พญาเม็งราย	6 ล้อใหญ่	4 ล้อเล็ก	4 ล้อเล็ก	4 ล้อเล็ก
เวียงชัย	6 ล้อใหญ่	6 ล้อกลาง	6 ล้อกลาง	6 ล้อกลาง
ท่าวังทอง	6 ล้อใหญ่ (พิเศษ)	6 ล้อกลาง	6 ล้อกลาง	4 ล้อเล็ก
เชียงคำ	10 ล้อ	6 ล้อกลาง	6 ล้อใหญ่	6 ล้อกลาง
เชียงแสน	6 ล้อใหญ่, 6 ล้อใหญ่ (พิเศษ)	6 ล้อกลาง	6 ล้อใหญ่	6 ล้อกลาง
บ้านดู่	6 ล้อกลาง	6 ล้อกลาง	6 ล้อกลาง	6 ล้อใหญ่
เทิง	6 ล้อใหญ่	6 ล้อใหญ่	6 ล้อใหญ่	6 ล้อกลาง
แม่ฟ้าหลวง, แม่จัน, ห้วยไคร้	6 ล้อใหญ่, 6 ล้อใหญ่ (พิเศษ)	6 ล้อใหญ่	6 ล้อใหญ่	6 ล้อใหญ่

ตาราง 10

จำนวนรถบรรทุกจากรูปแบบเดิมเปรียบเทียบกับวิธีการหาค่าที่ดีที่สุดการวิเคราะห์ช่วงที่ 1

	ปริมาณเดิม	LP Simplex, PSO, GA	จำนวนที่ลด
อาทิตย์	11	8	3
จันทร์	9	9	0
อังคาร	13	11	2
พุธ	10	8	2
พฤหัสบดี	14	10	4
ศุกร์	10	9	1
เสาร์	14	11	3

* (หน่วย คัน)

ตาราง 11

จำนวนรถบรรทุกจากรูปแบบเดิมเปรียบเทียบกับวิธีการหาค่าที่ดีที่สุดการวิเคราะห์ช่วงที่ 2

	ปริมาณเดิม	LP Simplex, PSO, GA	จำนวนที่ลด
อาทิตย์	11	6	5
จันทร์	15	10	5
อังคาร	10	7	3
พุธ	14	10	4
พฤหัสบดี	10	6	4
ศุกร์	13	9	4
เสาร์	10	7	3

* (หน่วย คัน)

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

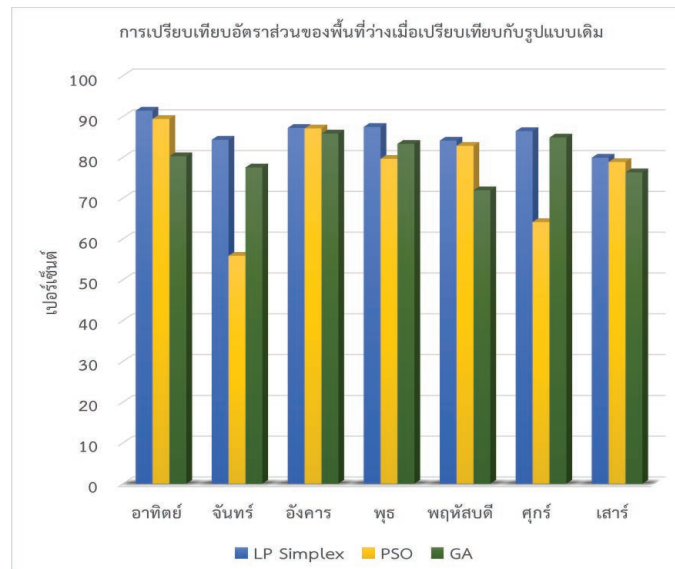
สรุปผลการวิจัย

จากการเลือกใช้รถบรรทุกในรูปแบบเดิมได้พิจารณาจากยอดขายของแต่ละสาขาโดยไม่ได้พิจารณาขนาดและปริมาณทำให้การเลือกใช้รถบรรทุกได้ไม่เหมาะสมกับปริมาณสินค้า ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 วิธี คือ สมการเชิงเส้นตรง LP Simplex วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm:

GA) และวิธีการค้นหาค่าที่ดีที่สุดฝูงอนุภาค (Particle Swarm Optimization: PSO) โดยการเลือกใช้รถบรรทุกนั้นจะพิจารณาจากขนาด ปริมาณของสินค้า และปริมาณรถบรรทุก ทำให้รถบรรทุกที่เลือกใช้เหมาะสมกับปริมาณสินค้า ซึ่งทั้ง 3 วิธี สามารถลดพื้นที่ว่างในตู้บรรทุกและลดจำนวนรถบรรทุกจากรูปแบบเดิมดังนี้

การวิเคราะห์ช่วงที่ 1

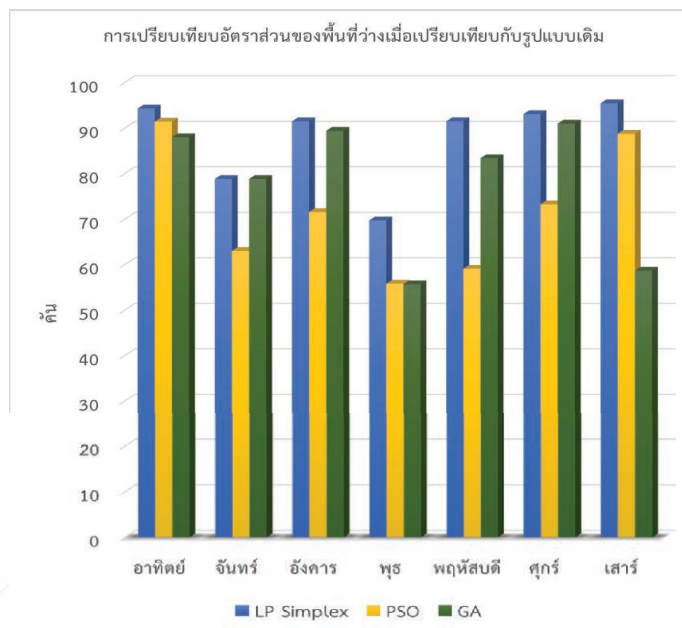
การลดพื้นที่ว่างในตู้บรรทุกจากรูปแบบเดิม โดยการค้นหาค่าที่ดีที่สุดได้ 77% และวิธีเชิง
โดย วิธีสมการเชิงเส้นตรง LP Simplex ลดได้ 86% พันธกรรมลดได้ 80% ตามภาพ 2



ภาพ 2 การเปรียบเทียบอัตราส่วนของพื้นที่ว่างเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเดิม ช่วงที่ 1

การวิเคราะห์ช่วงที่ 2

การลดพื้นที่ว่างในตู้บรรทุกจากรูปแบบเดิม โดยการค้นหาค่าที่ดีที่สุดได้ 72% และวิธีเชิง
โดย วิธีสมการเชิงเส้นตรง LP Simplex ลดได้ 88% วิธี พันธกรรมลดได้ 78% ตามภาพ 3



ภาพ 3 การเปรียบเทียบอัตราส่วนของพื้นที่ว่างเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเดิม ช่วงที่ 2

อภิปรายผล

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลของโปรแกรมได้คำตอบดังนี้

การหารถบรรทุกที่เหมาะสมสำหรับปริมาณสินค้าการเลือกรถบรรทุกที่เหมาะสมกับปริมาณสินค้าโดยการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 วิธี สมการเชิงเส้นตรง LP Simplex วิธีเชิงพันธุกรรม (GA) และวิธีการค้นหาค่าที่ดีที่สุดฝูงอนุภาค (PSO) สามารถลดพื้นที่ว่างในตู้บรรทุกลงจากรูปแบบเดิม ดังนี้

การวิเคราะห์ช่วงที่ 1 วิธีสมการเชิงเส้นตรง LP Simplex ลดได้ 1,831.7 ลูกบาศก์เมตรวิธีการค้นหาค่าที่ดีที่สุดฝูงลดได้ 1,685.58 ลูกบาศก์เมตรและวิธีเชิงพันธุกรรมลดได้ 1,699.47 ลูกบาศก์เมตร

การวิเคราะห์ช่วงที่ 2 วิธีสมการเชิงเส้นตรง LP Simplex ลดได้ 1,703.98 ลูกบาศก์เมตรวิธีการค้นหาค่าที่ดีที่สุดฝูงลดได้ 1,400.58 ลูกบาศก์เมตรและวิธีเชิงพันธุกรรมลดได้ 1,511.21 ลูกบาศก์เมตร

จากการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 วิธีพบว่าวิธีสมการเชิงเส้นตรง LP Simplex สามารถลดพื้นที่ว่างในตู้บรรทุกลงจากรูปแบบเดิมได้มากกว่าอีก 2 วิธี เนื่องจากวิธีสมการเชิงเส้นตรง LP Simplex ได้พิจารณาการบรรจุสินค้าใส่ตู้บรรทุกกว่าปริมาณสินค้าที่มีอยู่จะสามารถบรรจุรถบรรทุกคันใดให้มีพื้นที่รถบรรทุกเหลือน้อยที่สุดจึงทำให้ลดพื้นที่ว่างบรรทุกได้

มากกว่าอีก 2 วิธีดังนั้นจากการศึกษาในครั้งนี้ผลที่ได้จึงเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้คือ การจัดสินค้าที่เหมาะสมในการบรรทุกสำหรับรถบรรทุกในการขนส่งสินค้าและการกระจายสินค้า

ข้อเสนอแนะการวิจัย

ผู้สนใจที่จะนำผลงานวิจัยนี้ไปปรับปรุงวิจัยครั้งต่อไปควรดำเนินการต่อไปนี้

1. ควรศึกษาในด้านของข้อจำกัดและรูปแบบปัญหาให้มีความหลากหลาย เช่น ช่วงระยะเวลาที่รถบรรทุกเข้า-ออก และการหาคำตอบโปรแกรมในการเลือกใช้รถบรรทุกแบบวนซ้ำ คือ ถักรถบรรทุก 6 ล้อกลางมี 5 คัน การ Ran ของโปรแกรมจะเลือกรถบรรทุกคันที่ 1 เสมอทำให้ไม่มีการกระจายตัวในการเลือกรถบรรทุกคันอื่น

2. การเลือกใช้วิธีเมตาฮิวริสติกส์วิธีอื่นๆ เช่น วิธีการหาคำตอบแบบทาบู (Tabu Search), วิธีครอส-เอนโทรปี (Cross-Entropy Method), การหาค่าเหมาะสมโดยอัลกอริทึมของกวาง (Siamese Rhinoceros Beetles Optimization Alogrthm, SirSA) เป็นต้น

3. ควรมีการพิจารณาเกี่ยวกับกฎหมายการบรรทุกน้ำหนักสินค้า ตามประเภทของรถบรรทุก เพื่อพิจารณาถึงข้อจำกัดในการเลือกรถบรรทุกที่เหมาะสมสำหรับการขนส่ง

เอกสารอ้างอิง

- Bischoff, E. E., & Marriott, M. D. (2017). A comparative evaluation of heuristics for Container Loading. **European Journal of Operational Research**, 44(2), 267-276
- Blazewicz et al. (1996). **Scheduling Computer and Manufacturing Processes**. Berlin: Springer, 1996b.
- Blum, C., & Roli, A. (2003). Metaheuristics in combinatorial optimization: Overview and Conceptual comparison. **ACM Computing surveys**, 35(3), 268-308.
- Chien, C. F., Zheng, J. N., & Gen, M. (2015). Multi-Objective Multi-Population Biased Random-Key Genetic Algorithm for the 3-D Container Loading Problem. **Computers & Industrial Engineering**, 89, 80-87
- Dyckhoff, H., (1990). A typology of cutting and packing problems. **European Journal of Operational Research**, 44, 145-159.
- Gonçalves, J. F., & Resende, M. G. C. (2013). A Biased Random Key Genetic Algorithm for 2D and 3D Bin Packing Problems. **International Journal of Production Economics**, 145, 500-510
- Kang, K., Moon, I., & Wang, H. (2012). A hybrid Genetic Algorithm with a New Packing Strategy for the Three-Dimensional Bin Packing Problem. **Applied Mathematics and Computation**, 219, 1287-1299.
- Piyachayawat, T., Mungwattana, A., & Supithak, W. (2017). An Evolutionary Algorithm for solving the Multi-Size Pallet Loading Problem in a Lamps and Lighting Factory: A Case Study. **Thai Journal of Operations Research**, 5(1), 48-59 [in Thai]
- Praditwong, K., & Talethong, T. (2016). Genetic Algorithms with Local Search to Solve Three Dimensional Bin Packing. Veridian E-Journal, **Science and Technology Silpakorn University**, 3(6), 43-56.[in Thai]