

การพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อกำหนดวิธีการการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้า ให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุด

The Development Algorithm for Determining Vehicle Routing to Minimize Transportation Cost.

ชัยยศ ผิวปานแก้ว¹ อนันต์ มุ่งวัฒนา²

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
chaitayot@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปัญหาการขนส่งในสถานการณ์จริงซึ่งมีลักษณะพิเศษ โดยลูกค้าถูกจัดให้อยู่ในเขตที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ตั้งของบริษัท ค่าใช้จ่ายในการขนส่งถูกกำหนดโดยผู้ให้บริการโลจิสติกส์ เขตที่อยู่ไกลจากจุดเริ่มต้นมากกว่าจะเสียค่าใช้จ่ายมากกว่า ตัวอย่างเช่น ต้องการส่งของให้ลูกค้า 2 แห่งในเขต A และอีก 2 แห่งในเขต B โดยที่เขต B อยู่ไกลกว่า หากมีความต้องการใช้รถบรรทุก 2 คัน จึงควรจัดการขนส่งโดยใช้รถบรรทุกส่งในเขต A และ B เขตละหนึ่งคัน แต่ถ้าหากจัดให้รถบรรทุกทั้งสองคันไปส่งสินค้าให้ลูกค้าทั้งในเขต A และเขต B จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่มากกว่าในกรณีแรก จึงควรมีการจัดวิธีการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ วิธีการในปัจจุบันขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความชำนาญของผู้จัดการขนส่ง ดังนั้นจึงได้ทำการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และอัลกอริทึมใหม่ขึ้นเพื่อปรับปรุงวิธีการขนส่ง ผลจากการทดลองใช้อัลกอริทึมใหม่พบว่าสามารถทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งลดลงได้ 5 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : การจัดเส้นทางขนส่ง, อัลกอริทึม

Abstract

In this research, a special type of actual transportation problem is investigated. Customers are grouped into different zones according their locations and transportation costs for customers from a logistics service provider (LSP) are set according to the zone. The further zone from the origin will cost more. The transportation cost charged by the logistics service provider is equal to the transportation cost of the furthest zone. For instance, if there two customers in zone A and two customers in zone B, and suppose that two trucks are needed and zone B is further than zone A, it would be better to schedule two customers in zone A in one trucks and two customers in zone B in another. If both trucks have to deliver products in both zone A and B, the transportation cost will be more. Previously, this problem has been solved by an existing algorithm which bases on the

experience of the truck schedulers. Thus a mathematical model and a new algorithm are developed. From the experimental results, the saving of five percent can be obtained from the new algorithm.

Keywords : vehicle routing, algorithm

1. คำนำ

ปัญหาการขนส่ง (Transportation Problem) เป็นส่วนสำคัญในการนำมาพิจารณาเกี่ยวกับการลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ เพราะหากสามารถจัดตารางและเส้นทางขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพ ย่อมทำให้เกิดต้นทุนที่ต่ำสามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้ งานวิจัยที่เกี่ยวกับปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทางได้รับความนิยมนำมาใช้ แต่เมื่อนำงานวิจัยทางปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทางไปใช้กับปัญหาที่เกิดขึ้นจริง จะประสบกับปัญหาที่มีความซับซ้อนภายใต้เงื่อนไขที่จำกัด ทั้งยังต้องการผลลัพธ์ในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้นเครื่องมือและอัลกอริทึมต่างๆ จึงได้ถูกพัฒนาเพื่อรับรองการเติบโตของธุรกิจการขนส่งที่มีความซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วสำหรับปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกันไป

บริษัทกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตสีและสารเคลือบผิวสำหรับอุตสาหกรรมไม้ พลาสติกพิเศษ สีทาเรือ สีทาป้องกันและสีสำหรับโครงสร้างเหล็ก ทำให้โรงงานกรณีศึกษาต้องให้บริการกลุ่มลูกค้าหลากหลาย ทางบริษัทได้ทำสัญญากับผู้ให้บริการด้านขนส่งสินค้า (3PLS) โดยระบุการใช้รถขนส่งสินค้า 2 ชนิด คือ รถปิกอัพ และรถบรรทุก 6 ล้อ ตามเงื่อนไขนี้ความสามารถในการบรรทุกน้ำหนักสินค้าได้ของปิกอัพ และรถบรรทุก 6 ล้อ ต้องไม่เกิน 1,000 และ 5,000 กิโลกรัมต่อคัน

ตามลำดับ จำนวนปลายทาง 4 จุดต่อเที่ยว ถ้ามีการขนส่งสินค้าไปยังปลายทางมากกว่า 4 จุด จะมีการเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นตามจำนวนจุดที่เพิ่มขึ้นของรถปิกอัพ และรถบรรทุก 6 ล้อ จุดละ 200 และ 500 บาท ตามลำดับ ค่าขนส่งสินค้าในแต่ละเที่ยว จะคิดตามจังหวัดที่ไกลที่สุดของการขนส่งที่เที่ยวนั้นๆ

ปัญหาการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษามีความแตกต่างจาก ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem) โดยปัญหา

ของบริษัทกรณีศึกษาที่มีความแตกต่างในเรื่องการคิดค่าใช้จ่ายขนส่ง โดยคิดค่าใช้จ่ายตามจังหวัด (ไม่ได้คิดตามระยะทางเหมือนปัญหา VRP ทั่วไป) นั่นคือ ในรถขนส่งสินค้าคันเดียวกัน ถ้าไปส่งสินค้าที่จังหวัดเดียวกัน จะมีค่าใช้จ่ายเท่ากัน แต่ถ้าวางส่งคันเดียวกันไปส่งสินค้ามากกว่า 1 จังหวัด จะคิดค่าใช้จ่ายตามจังหวัดที่มีค่าขนส่งสูงกว่าเป็นค่าใช้จ่ายของรถคันนั้น วิธีการแก้ปัญหาในอดีต ทางบริษัทจัดรถขนส่งสินค้าโดยการนำใบส่งของทั้งหมดมาจัดเรียงเป็นกลุ่มตามจังหวัดและหาปริมาณน้ำหนักสินค้ารวมในแต่ละจังหวัด หลังจากนั้นจึงนำมาจัดเป็นคันไป ตามน้ำหนักต่อคันที่ไม่เกินน้ำหนักตามเงื่อนไขและพิจารณาจำนวนจุดปลายทางประกอบด้วย ซึ่งผู้ที่มีหน้าที่จัดรถขนส่งสินค้าอาศัยลักษณะความชำนาญในการทำงานมานาน ในการตัดสินใจเลือกจุดปลายทางให้รถขนส่งแต่ละคันซึ่งจะทำให้เกิดความไม่แน่นอน และอาจต้องมีการฝึกความชำนาญหากมีการโยกย้ายตำแหน่งการทำงานของผู้มีหน้าที่จัดรถขนส่ง

ต่อมามีการพัฒนาซอฟต์แวร์และอัลกอริทึมขึ้นมาเพื่อการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าให้เหมาะสมกับลักษณะปัญหาการขนส่งชนิดนี้ [1] แต่พบว่ายังมีจุดอ่อนที่เกิดจากอัลกอริทึม ซึ่งลักษณะของปัญหา คือ

1. การเลือกชนิดรถ เนื่องจากอัลกอริทึมเดิมนั้นมีการเจาะจงประเภทของรถบรรทุกสินค้ามากเกินไปซึ่งบางครั้งการใช้รถชนิดตรงข้ามกันอาจมีค่าใช้จ่ายที่ถูกลง

2. การกำหนดลำดับการขนส่งสินค้าให้แก่ลูกค้า เนื่องจากอัลกอริทึมเดิมนั้นไม่ได้ให้ความสำคัญถึงเงื่อนไขเรื่องค่าใช้จ่ายตามจังหวัดที่จะคิดตามจังหวัดที่ไกลที่สุดของการขนส่งเที่ยวหนึ่งๆ ในทุกๆ ช่วงน้ำหนักบรรทุก เช่น น้ำหนักบรรทุกที่ช่วง 7,000 กิโลกรัมถึง 10,000 กิโลกรัม ซึ่งมีลักษณะของอัลกอริทึม คือ จัดเป็นรถบรรทุก 6 ล้อ 2 คัน และแสดงค่าขนส่งถ้ามีขนส่งเกิน 4 จุดต่อคัน ให้เพิ่มค่าใช้จ่ายจุดละ 500 บาท ซึ่งพบว่าหากการขนส่งสินค้าของรถบรรทุก 6 ล้อทั้ง 2 คันต่างมีจังหวัดที่มีค่าใช้จ่ายที่สูงนั้น จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่สูงทั้ง 2 คัน

3. ขีดจำกัดของอัลกอริทึมจากการศึกษาพบว่าอัลกอริทึมเดิมสามารถขนส่งสินค้าได้สูงสุด 11,000 กิโลกรัม เมื่อความต้องการสินค้าของลูกค้ามากกว่า 11,000 กิโลกรัมจะตัดน้ำหนักและน้ำหนักที่เหลือไปคำนวณโดยใช้อัลกอริทึมเดิม

ลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นจากอัลกอริทึมเดิมนั้นทั้ง 3 กรณีนี้ทำให้ค่าใช้จ่ายของการขนส่งของปัญหาการขนส่งชนิดนี้ยังคงมีค่าใช้จ่ายที่สูงอยู่ ดังนั้นการพัฒนาอัลกอริทึมให้ดีขึ้นจึงมีความสำคัญที่จะทำให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งลดลง

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทั่วไปของปัญหาการขนส่ง

ปัญหาการขนส่ง หมายถึง การวิเคราะห์ปัญหาที่กำหนดการเส้นตรงที่มีข้อกำหนดเฉพาะ ผู้วิเคราะห์ต้องการจัดส่งวัสดุหรือสินค้าจากแหล่งต้นทาง (Source) ไปยังจุดหมายปลายทาง (Destination) อย่างมีประสิทธิภาพ

ซึ่งจะหมายถึงการมีต้นทุนต่ำที่สุดหรือการได้รับผลตอบแทนสูงที่สุด โดยการวิเคราะห์ปัญหาการขนส่งจะต้องข้อมูล ต่อไปนี้

1. แหล่งต้นทาง หมายถึง จุดเริ่มต้นของการขนส่ง เช่น ท่าเรือ โรงงาน หรือ ศูนย์กระจายสินค้า
2. จุดหมาย หมายถึง จุดสิ้นสุดของการขนส่ง เช่น โกดังเก็บสินค้า โรงงาน หรือตลาด เป็นต้น โดยแหล่งต้นทางและจุดหมายอาจเป็นสถานที่เดียวกันขึ้นอยู่กับบทบาที่พิจารณา
3. อุปสงค์ของแหล่งปลายทาง หมายถึง ความต้องการปลายทางของแต่ละแห่ง
4. อุบัติการณ์ของแหล่งต้นทาง หมายถึง ปริมาณวัสดุหรือสินค้าที่มีอยู่และพร้อมจัดส่ง ณ แหล่งต้นทาง
5. ต้นทุนหรือผลตอบแทนต่อหน่วย หมายถึง ค่าใช้จ่ายหรือผลประโยชน์ที่ได้จากการขนส่งสินค้าจากแหล่งต้นทางไปยังจุดหมาย โดยคิดเป็นต้นทุนหรือผลตอบแทนต่อหน่วย

นอกจากนี้ลักษณะของปัญหาขนส่งยังมีลักษณะคล้ายกับปัญหาเซลส์แมน (TravelingSalesman Problem) [2] ปัญหาเซลส์แมนเป็นลักษณะปัญหาซึ่งนิยามคือ กำหนดให้พนักงานขายอยู่ที่คลังสินค้าแห่งหนึ่งและจะต้องไปยังเมืองต่างๆ ต้องเริ่มและจบที่คลังสินค้านั้นเท่านั้น และที่พิกัดได้แค่ครั้งเดียว และค่าใช้จ่ายโดยรวมของการไปเยี่ยมขมขมทั้งหมดต้องน้อยที่สุด ซึ่งค่าใช้จ่ายจะอยู่ในรูปของระยะทางและเวลาตัวแปรต่างๆ ที่เป็นไปได้มีดังนี้

1. คลังสินค้าเป็นแบบแห่งเดียวหรือหลายแห่ง
2. จำนวนพนักงานขายอาจจะเป็นค่าคงที่หรือแบบผันแปรก็ได้
3. ค่าใช้จ่ายคงที่เมื่อจำนวนพนักงานขายไม่คงที่ ทำให้แต่ละคนต้องมีค่าใช้จ่ายคงที่ ในกรณีนี้จะมีจำนวนพนักงานขายน้อยที่สุดด้วย
4. เรื่องของเวลาที่ไปเยี่ยมขมขมมีการระบุไว้
5. ข้อจำกัดอื่นๆ ที่อาจเกี่ยวข้อง เช่น ระยะทางที่พนักงานเดินทางได้มากที่สุดหรือน้อยสุด

2.2 ชนิดของปัญหาขนส่ง [3]

ชนิดของปัญหาขนส่งมีหลายชนิด สามารถจำแนกชนิดหลักๆ ได้ 5 ชนิด คือ ปัญหาขนส่งที่มีเรื่องเวลาที่เกี่ยวข้อง (Vehicle routing problem with time windows) ปัญหาขนส่งที่เกี่ยวข้องเรื่องน้ำหนักในการบรรทุก (Capacitated vehicle routing problem) ปัญหาขนส่งที่มีหลากหลายจุดเริ่มต้น (Multi-depot vehicle routing problem) ปัญหาขนส่งที่ระบุลูกค้าชัดเจนแน่นอน (Site dependent vehicle routing problem) และปัญหาขนส่งที่มีน้ำหนักบรรทุกมาเกี่ยวข้องแต่ปลายทางไม่ต้องกลับมาที่จุดเริ่มต้นแรก (Open vehicle routing problem) แต่ละชนิดจะมีลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้

2.2.1 ปัญหาขนส่งที่เกี่ยวข้องเรื่องน้ำหนักในการบรรทุก (CVRP)

คือปัญหาขนส่งที่เกี่ยวข้องกับการทราบความต้องการของลูกค้าว่ามีความต้องการสินค้าจำนวนเท่าไร น้ำหนักเท่าไร แต่จะมีข้อจำกัดด้านการบรรทุกสินค้าของพาหนะว่าสามารถรับน้ำหนักได้ปริมาณเท่าไร ต้องมีการจัดปริมาณสินค้าให้สอดคล้องกับปริมาณพาหนะ ซึ่งสิ่งที่ต้องการคือหาต้นทุนที่ต่ำที่สุดในเส้นทางขนส่งแต่ละเที่ยว

2.2.2 ปัญหาขนส่งที่มีเรื่องเวลามาเกี่ยวข้องกับ (VRPTW)

เป็นปัญหาที่ใกล้เคียงกับปัญหาขนส่งที่เกี่ยวข้องเรื่องน้ำหนักในการบรรทุก (CVRP) แต่มีเงื่อนไขเพิ่มเติมเรื่องเวลาจะต้องไปถึงลูกค้าภายในเวลาใด

2.2.3 ปัญหาขนส่งที่มีหลากหลายจุดเริ่มต้น (MDVRP)

เป็นปัญหาขนส่งแบบมีหลายๆคลังสินค้าหรือมีหลายๆจุดเริ่มต้นแล้วจึงจัดสรรไปส่งจุดหมายปลายทางแต่ละที่หรือหลายๆที่ก็ได้ เช่น มีคลังสินค้าอยู่ 5 แห่ง ต่างสถานที่กันต้องนำสินค้าจากทั้ง 5 แห่งนี้ไปส่งให้ลูกค้าจำนวน 30 รายที่มีปริมาณความต้องการที่แตกต่างกันและมีที่ตั้งกระจายอยู่ทั่วไปจะต้องจัดสรรเส้นทางขนส่งอย่างไร ทราบจำนวนและที่ตั้งของคลังสินค้าทุกคลังสินค้ามีขนาดใหญ่พอที่จะเก็บสินค้าได้ รถ

ขนส่งมีข้อจำกัดของการบรรทุกจากคลังไปยังลูกค้า รถทุกคันเริ่มต้นและสิ้นสุดที่คลังสินค้าเดิมทราบตำแหน่งและความต้องการของลูกค้าทุกๆลูกค้าจะไปส่งสินค้าเพียงครั้งเดียวเท่านั้น

2.2.4 ปัญหาขนส่งที่ระบุลูกค้าชัดเจนแน่นอน (SDVRP)

เป็นปัญหาที่มีการระบุลูกค้าที่แน่นอนว่าจะต้องไปส่งสินค้าให้กับลูกค้าที่ไหนบ้าง

2.2.5 ปัญหาขนส่งที่มีน้ำหนักบรรทุกมาเกี่ยวข้อง แต่ปลายทางไม่ต้องกลับมาที่จุดเริ่มต้นแรก (OVRP)

เป็นปัญหาที่ใกล้เคียงกับปัญหาขนส่งที่เกี่ยวข้องกับเรื่องน้ำหนักในการบรรทุก(CVRP) แต่ว่าหลังจากบริการลูกค้ารายสุดท้ายแล้วไม่ต้องกลับมาที่คลังสินค้าหรือไม่ต้องกลับมาที่จุดเริ่มต้นเดิม

3. การดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาลักษณะของปัญหาและพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ปัญหาจากโรงงานกรณีศึกษาสามารถนำมาพัฒนาเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีดังนี้ กำหนดให้

A_p คือ ค่าขนส่ง จำนวนตามจังหวัดที่มีค่าใช้จ่ายสูงสุด สำหรับรถ 6 ล้อ คันที่ t

A_p คือ ค่าขนส่ง จำนวนตามจังหวัดที่มีค่าใช้จ่ายสูงสุด สำหรับรถปิกอัพ คันที่ p

B_t คือ จำนวนจุดลูกค้าที่เกินกว่า 4 จุด สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อ คันที่ t

B_p คือ จำนวนจุดลูกค้าที่เกินกว่า 4 จุด สำหรับรถปิกอัพ คันที่ p

W_t คือ น้ำหนักสินค้า ที่ลูกค้าที่ i ต้องการ

W_t คือ น้ำหนักบรรทุกสินค้าได้ ของรถบรรทุก 6 ล้อ คันที่ t

W_p คือ น้ำหนักบรรทุกสินค้าได้ ของรถปิกอัพ คันที่ p

X_t^i คือ มีค่าเป็น 1 เมื่อ รถบรรทุก 6 ล้อ คันที่ t ไปส่งสินค้าให้ลูกค้า i

X_p^i คือ มีค่าเป็น 1 เมื่อ รถ ปิกอัพ คันที่ p ไปส่งสินค้าให้ลูกค้า i

N คือ จำนวนลูกค้าทั้งหมด

T คือ จำนวนรถบรรทุก 6 ล้อทั้งหมด

P คือ จำนวนรถปิกอัพทั้งหมด

สมการเป้าหมาย

$$\text{Min} \sum_{t=1}^T (A_T + 500B_T) + \sum_{p=1}^P (A_p + 200B_p) \quad (1)$$

ข้อจำกัด

$$\sum_{i=1}^N W_t + \sum_{i=1}^N W_p = W_i \quad ; t=1, \dots, T, p=1, \dots, P \text{ และ } i=1, \dots, N \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N W_t \leq 5,000 \quad ; t=1, \dots, T \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^N W_p \leq 1,000 \quad ; p=1, \dots, P \quad (4)$$

$$\sum_{t=1}^N X_t^i - 4 = B_t \quad ; t=1, \dots, T \quad (5)$$

$$\sum_{t=1}^N X_p^i - 4 = B_p \quad ; t=1, \dots, P \quad (6)$$

$$X_t^i, X_p^i \in \{0,1\}$$

$$A_t, A_p, W_t, W_p \geq 0$$

$$W_i > 0$$

สมการที่ (1) แสดงสมการเป้าหมาย ค่าใช้จ่ายจากการขนส่งที่ต่ำที่สุด

สมการที่ (2) แสดงน้ำหนักรวมของรถ 6 ล้อและรถปิกอัพ จะเท่ากับน้ำหนักที่ลูกค้าต้องการ

สมการที่ (3) แสดงน้ำหนักที่บรรทุกไปในรถ 6 ล้อ ต้องไม่เกินความสามารถในการบรรทุกได้คือ 5,000 กิโลกรัม

สมการที่ (4) แสดงน้ำหนักที่บรรจุทุกไปในรถบรรทุก ต้องไม่เกินความสามารถในการบรรจุได้คือ 1,000 กิโลกรัม

สมการที่ (5) แสดงจำนวนลูกค้ำที่เกินจาก 4 ที่ ของรถ 6 ล้อแต่ละคัน

สมการที่ (6) แสดงจำนวนลูกค้ำที่เกินจาก 4 ที่ ของรถบรรทุกแต่ละคัน

จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาสามารถหาคำตอบโดยใช้ Premium Solver Platform เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากอัลกอริทึมที่จะทำการพัฒนาขึ้นมาใหม่

3.2 ศึกษาอัลกอริทึมเดิมเพื่อหาข้อบกพร่อง

จากการศึกษาอัลกอริทึมเดิมพบว่าสามารถพัฒนาอัลกอริทึมใหม่ให้ดีกว่าเดิม เนื่องจากยังพบข้อบกพร่องบางประการ เช่น

การขนส่งบางกรณี ขนส่งด้วยรถบรรทุก 4 ล้อสองคน มีค่าใช้จ่ายคันละ 1,740 บาท ค่าใช้จ่ายรวม 3,480 บาท หากส่งด้วยรถ 6 ล้อคันเดียวจะมีค่าใช้จ่าย 3,263 บาท ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่ถูกลงกว่า

ลักษณะการแบ่งชนิดรถไว้ในแต่ละระดับน้ำหนักไว้อย่างชัดเจน ซึ่งพบว่าความยืดหยุ่นในการจัดชนิดรถขนส่งมีน้อยมาก

อัลกอริทึมเดิมมีการระบุน้ำหนักบรรทุกในการขนส่งมากที่สุดแค่ 11,000 กิโลกรัม

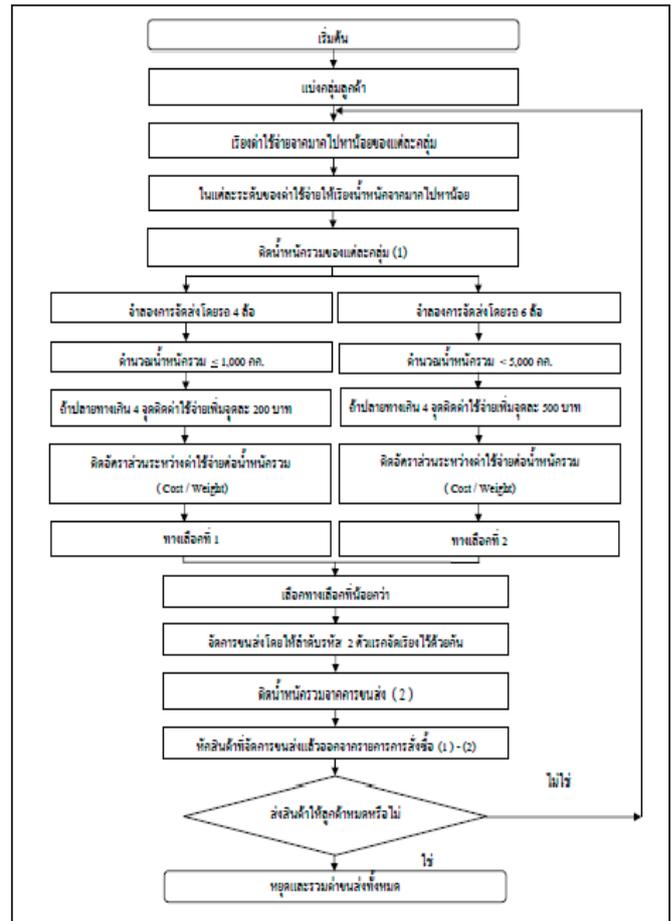
3.3 การพัฒนาอัลกอริทึมใหม่

การพัฒนาอัลกอริทึมใหม่นี้ให้ความสำคัญต่อปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนค่าขนส่งคือให้ความสำคัญกับการเรียงลำดับราคาค่าขนส่งและจากนั้นให้ความสำคัญด้านน้ำหนัก โดยอัลกอริทึมใหม่แสดงในรูปที่ 1

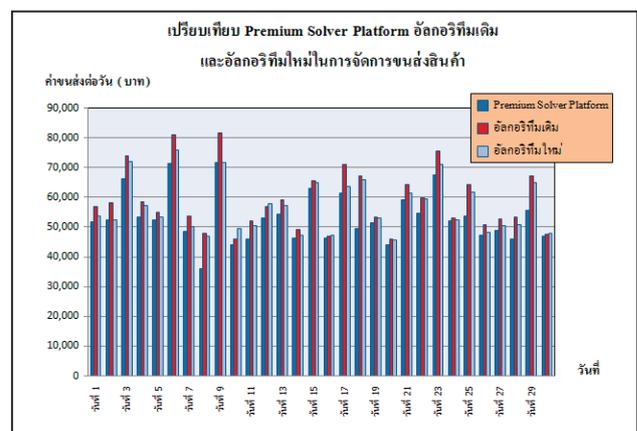
3.4 การวิเคราะห์ผลที่ได้จากอัลกอริทึมใหม่

การวิเคราะห์ผลที่ได้จากอัลกอริทึมใหม่ ทำโดยเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจากการสั่งซื้อที่เกิดขึ้นโดยใช้อัลกอริทึมเดิม อัลกอริทึมใหม่ และผลจากการคำนวณแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นจำนวน 89 วัน

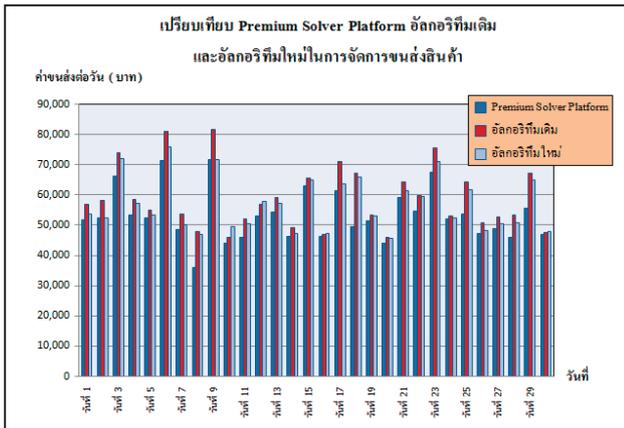
ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้อัลกอริทึมเดิมและอัลกอริทึมใหม่สามารถเขียนการคำนวณจากโปรแกรม Eclipse ภาษา Java Standard Edition โดยผลจากการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นแสดงในรูปที่ 2 รูปที่ 3 และรูปที่ 4



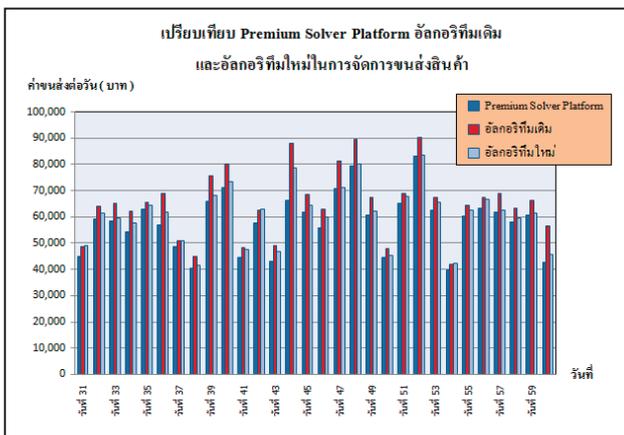
รูปที่ 1 อัลกอริทึมใหม่



รูปที่ 2 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรายวันที่ 1-29 ของเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551



รูปที่ 3 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรายวันของวันที่ 1 ถึงวันที่ 30 ของข้อมูลที่สร้างขึ้น



รูปที่ 4 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรายวันของวันที่ 31 ถึงวันที่ 60 ของข้อมูลที่สร้างขึ้น

3.4.1 เปรียบเทียบอัลกอริทึมเดิมและอัลกอริทึมใหม่

จากการศึกษาพบว่าค่าใช้จ่ายของอัลกอริทึมเดิมมีค่าเฉลี่ยคือ 52,586 บาทต่อวันและค่าใช้จ่ายของอัลกอริทึมใหม่มีค่าเฉลี่ยคือ 50,213 บาทต่อวัน ค่าใช้จ่ายของอัลกอริทึมใหม่ต่ำกว่าอัลกอริทึมเดิมมีค่าเฉลี่ยคือ 2,372 บาทต่อวัน คิดเป็น 4.51% ของอัลกอริทึมเดิม จำนวนวันที่ทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายคือ 87 วัน ซึ่งพบว่าค่าใช้จ่ายที่ลดลง 69 วันคิดเป็น 79.31% ของจำนวนวันที่ทำการเปรียบเทียบทั้งหมด แต่ผลการวิจัยพบว่าอัลกอริทึมใหม่ที่ได้พัฒนาขึ้นมาขณะนี้ยังไม่สามารถครอบคลุมการแก้ปัญหาได้ทุกกรณี การขนส่งบางวันมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น อัลกอริทึมที่ได้พัฒนาขึ้นมาเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างอัลกอริทึมเดิมและอัลกอริทึมใหม่ในกรณีของการขนส่งที่มีขนาดเล็กๆ พบว่ามีค่าใช้จ่ายที่ลดลงมาไม่มากนัก แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกรณีการขนส่งที่มีขนาดใหญ่จะพบว่าอัลกอริทึมของทั้งสองแบบมีค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกัน อัลกอริทึมใหม่จะมีข้อได้เปรียบอัลกอริทึมเดิมอย่างมากเมื่อนำหนักรวมในกลุ่มนั้นๆ มีค่ามากกว่า 11,000 กิโลกรัมขึ้นไป

3.4.2 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับอัลกอริทึมใหม่

ค่าใช้จ่ายของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยคือ 47,835 บาทต่อ

วัน ค่าใช้จ่ายของอัลกอริทึมใหม่มีค่าเฉลี่ยคือ 50,213 บาทต่อวัน ค่าใช้จ่ายของอัลกอริทึมใหม่มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยคือ 2,378 บาทต่อวัน คิดเป็น 4.97% ของค่าใช้จ่ายของการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

4. สรุป

ผลการวิจัยพบว่าการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นการหาคำตอบที่คิดว่าอัลกอริทึมใหม่เป็นการหาคำตอบที่ดีที่สุดแต่ข้อเสียของการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์คือ ต้องใช้เวลาในการหาคำตอบนานซึ่งทำให้ไม่สามารถตอบสนองได้ทันตามความต้องการของลูกค้า การหาคำตอบนั้นจะต้องมีการป้อนข้อมูลและตั้งค่าของ Parameters ในโปรแกรม Premium Solver Platform ใหม่ทุกๆ ครั้งของการคำนวณจึงทำให้เกิดความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ง่ายหากพนักงานที่ใช้ไม่มีความรู้ความสามารถของการใช้โปรแกรมนี้ดีพอและการใช้โปรแกรมนี้ในการหาคำตอบนี้จะต้องแยกกลุ่มการขนส่งโดยพนักงานเองจึงทำให้เสียเวลาในการแยกกลุ่ม อีกทั้งโปรแกรม Premium Solver Platform ยังมีราคาแพง หากบริษัทกรณีขาดพนักงานที่มีความรู้ความสามารถในการใช้ Premium Solver Platform และขาดเงินลงทุนของการซื้อโปรแกรม Premium Solver Platform อัลกอริทึมใหม่จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ใช้แก้ปัญหาของการขนส่งชนิดนี้

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอัลกอริทึมของลักษณะปัญหาการขนส่งชนิดนี้ให้ดีขึ้นเพื่อกำหนดวิธีการการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้าให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุด จากการศึกษาพบว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถหาคำตอบได้ที่ดีที่สุดรองลงมาคืออัลกอริทึมใหม่และ

อัลกอริทึมเดิมตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมพบว่าอัลกอริทึมใหม่ให้คำตอบที่ดีกว่าอัลกอริทึมเดิมในส่วนของการค่าใช้จ่ายเฉลี่ยที่ต่ำกว่าอัลกอริทึมเดิมถึง 4.51% และเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจากจำนวนวันทั้งหมดพบว่าจำนวนวันที่มีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าอัลกอริทึมเดิมถึง 79.31% จากข้อสรุปที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมใหม่ให้คำตอบที่ดีกว่าอัลกอริทึมเดิมซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] นวียา ศรีนวล. 2552. การพัฒนาวิธีการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้าให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุด.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [2] Bektas, T. 2006. The multiple traveling salesman problem: an overview of formulations and solution procedures. **Omega**. 34 :209-219..
- [3] Pisinger, D. and S. Ropke. 2007. A general heuristic for vehicle routing problems.**Computer & Operation Research**. 34 : 2403-2435.