

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการจัดรูปแบบการขนส่งสินค้าที่เน่าเสียได้ง่าย (Perishable products) ที่มีข้อจำกัดด้านอุณหภูมิ และข้อจำกัดด้านเวลาในการขนส่ง โดยมีแนวความคิดมาจากการขนส่งสินค้าที่จำเป็นต้องมีการเก็บรักษาในช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกันเพื่อรักษาคุณภาพของสินค้าที่ต่างชนิดกัน ซึ่งทำการจัดส่งจากศูนย์กระจายสินค้าหลักไปยังศูนย์กระจายสินค้าย่อยต่าง ๆ ในแต่ละวัน

โดยทั่วไปสินค้าที่เน่าเสียได้ง่ายนั้นนอกจากจะมีข้อจำกัดในเรื่องของอายุของสินค้าแล้ว ยังมีความจำเป็นต้องเก็บรักษาในอุณหภูมิที่เหมาะสมกับสินค้าชนิดนั้นทั้งในระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษาเพื่อรักษาคุณภาพของสินค้าก่อนถึงผู้บริโภค ปัจจุบันระบบการขนส่งสินค้าจำพวกนี้เป็นการขนส่งโดยใช้รถขนส่งสินค้าและใช้อุณหภูมิเดียวกัน เพื่อนำไปส่งยังศูนย์กระจายสินค้าย่อยต่าง ๆ โดยมีได้คำนึงถึงสภาพความเป็นจริงว่าสินค้าเหล่านั้นต้องใช้อุณหภูมิในการรักษาคุณภาพที่แตกต่างกันจึงทำให้สินค้ามีโอกาสที่จะเน่าเสียได้ง่ายขึ้น ทำให้เกิดการสูญเสียทั้งด้านปริมาณและด้านคุณภาพหรือหากการเก็บรักษาในระดับอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากขึ้น ดังนั้นจำเป็นต้องมีการจัดรูปแบบการขนส่งสินค้าโดยใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมกับสินค้าทุกประเภท วิธีการดังกล่าวจะทำให้สินค้ามีโอกาสที่จะเสียหายได้น้อยกว่า นอกจากนี้จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายโดยรวมน้อยที่สุดที่สามารถรักษาคุณภาพของสินค้าไว้ได้ ยังสามารถสร้างความมั่นใจให้กับผู้รับสินค้า สร้างความน่าเชื่อถือให้กับองค์กรและสามารถทำให้องค์กรนั้น ๆ มีผลกำไรเพิ่มมากขึ้น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดต้นทุนในการขนส่งน้อยที่สุด ซึ่งได้พิจารณาต้นทุน 4 ประการคือ ค่าน้ำมัน (Fuel Cost) ค่าเก็บรักษาสินค้าภายในตู้ขนส่ง (Holding Cost) ค่าวัสดุเพิ่มเติมความเย็น (Additional Cost) และค่าปรับ (Penalty Cost) โดยการพัฒนาเมตา-ฮิวริสติกส์สำหรับขนส่งสินค้าที่เน่าเสียได้ง่ายโดยใช้รถขนส่งและอุณหภูมิที่เหมาะสมไปส่งยังจุดต่างๆภายในระยะเวลาที่ลูกค้ากำหนด เพื่อหาคำคำตอบเริ่มต้นที่เรียกว่า "Initial Solution" และมีการพัฒนาคำตอบเริ่มต้นนี้โดยใช้วิธีทาบูเฮริสติกส์เรียกว่า "Heuristic" และเพื่อให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของวิธีวิทยาการศึกษาสำนึกนี้จึงได้สร้างค่าขอบเขตล่างเพื่อประเมินประสิทธิภาพของวิธีวิทยาการศึกษาสำนึกอีกด้วย

ในการประเมินประสิทธิภาพของค่าคำตอบต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบกับวิธีขีดจำกัดล่างพบว่า คำคำตอบของฮิวริสติกส์มีประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง 84.37-96.61% โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 91.50% ส่วนคำตอบเริ่มต้นมีประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง 74.50-96.61% โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 89.52% และการพัฒนาคำตอบของฮิวริสติกส์เมื่อเทียบกับคำตอบเริ่มต้นมีค่าระหว่าง 0.00-16.09% โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2.18%

นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนและการเปรียบเทียบพหุคูณแบบต้นแคณจากการออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบ  $2^k$  พบว่าคำตอบเริ่มต้นและฮิวริสติกส์ต่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยปัจจัยที่มีผลต่อคำตอบคือจำนวนศูนย์กระจายสินค้า ระยะทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้าและปริมาณสินค้า และปัจจัยร่วมที่มีผลต่อคำตอบคือปัจจัยร่วมระหว่างจำนวนศูนย์กระจายสินค้าและปริมาณสินค้า

This research presents transportation of perishable products considering both limited temperature and lead time. The concept is the vehicle carrying many types of products stored at different temperatures depending on the need of various customers at each time frame.

Generally, perishable products have limited life time. They also have to be stored at suitable temperatures during transportation and their good quality must be maintained. Presently, a vehicle is holding only one level of temperature for delivery to the depot. There is no consideration as to the mandatory storage temperature differences of those products. This may cause the products to perish and lose their quality as well as quantity. Storing at too low temperatures, which is a way to overcome the problem, will lead to high costs. Hence, it is necessary to have a means of transportation that is capable of different storage temperatures suitable for each product type, reducing their perishable chance. In addition, the total cost will be reduced, contributing to organizational reliability and to raising the profit.

The objective of this research was to design the vehicle routing in order to minimize the transportation costs consisting of 4 elements: (1) Fuel cost; (2) Holding cost; (3) Additional cost; and (4) Penalty cost. To solve the problem, the meta-heuristic algorithm was developed for delivery of products by the vehicle carrying many types of products stored at suitable temperatures with the time frame for the "Initial Solution". This initial solution for "Heuristic" was achieved by means of the Meta-heuristic called Tabu Search. To have an access to the heuristic performance, the result in term of solution quality was compared with the lower bound that was also developed for the problem.

For efficiency of solution by comparing with the lower bound, the efficiency of Heuristic was between 84.37-96.61%, the average being at 91.50%. The efficiency of the initial solution was between 74.50-96.61%, with an average of 89.52%. The improvement rate of Heuristic from the initial solution was between 0.00-16.09 %, the average being at 2.18%.

The Analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple range test of 2-level Factorial Design revealed that the averages of the initial solution and Heuristic were significant. The three main factors influencing the solution were the number of depots, the distances to the depots and the product quantities. The interaction affecting the solution was those between the number of depots and quantities of products.