

การลดต้นทุนการขนส่งโดยการประยุกต์ใช้ปัญหาการจัดเส้นทาง
การเดินทาง: กรณีศึกษา บริษัทจำหน่ายอุปกรณ์ระดับยนต์
**MINIMIZATION OF TRANSPORTATION COST BY APPLYING
THE VEHICLE ROUTING PROBLEM: CASE STUDY OF CAR
ACCESSORY COMPANY**

ศิวพร สุกสี¹ และ ทาริณี มีเจริญ²

¹อาจารย์, สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, 186 ม.1 ถ.สุรินทร์-ปราสาท ต.นอกเมือง อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000,
siwaporn.k29@gmail.com

²อาจารย์, สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, 186 ม.1 ถ.สุรินทร์-ปราสาท ต.นอกเมือง อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000,
me.tarinee@gmail.com

Siwaporn Suksee¹ and Tarinee Meecharoen²

¹Lecturer, Major of Engineering and Technology Management, Faculty of Industrial
Technology, Surindra Rajabhat University, 186 Moo 1, Surin-Prasat Rd., Nok Mueang,
Mueang, Surin 32000, Thailand, siwaporn.k29@gmail.com

²Lecturer, Major of Engineering and Technology Management, Faculty of Industrial
Technology, Surindra Rajabhat University, 186 Moo 1, Surin-Prasat Rd., Nok Mueang,
Mueang, Surin 32000, Thailand, me.tarinee@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันในหลายๆ ธุรกิจประสบปัญหาต้นทุนการขนส่งที่นับเป็นต้นทุนที่สำคัญทั้งในส่วนการจัดหา
วัตถุดิบ การผลิต การขายและการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ รวมถึงการกระทบต่อต้นทุนรวมของ
ผลิตภัณฑ์และบริการ ซึ่งในงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการลดค่าใช้จ่าย
ทางด้านเชื้อเพลิงและกำหนดปริมาณการขนส่งที่แน่นอนให้แก่บริษัทจำหน่ายอุปกรณ์ระดับยนต์
ในจังหวัดสุรินทร์ ที่ต้องกระจายสินค้าแก่ลูกค้าในประเทศไทย คณะผู้วิจัยประยุกต์ใช้วิธีทาง
ฮิวริสติกส์ 2 วิธี ในการจัดเส้นทางรถในการรอบการขนส่ง 1 เดือน คือ วิธีการเดินทางจากเมือง
ที่ใกล้ที่สุดและอัลกอริทึมแบบประหยัดที่มีการปรับปรุงค่าตอบโดยใช้ตัวแบบของปัญหาการ

เดินทางของพนักงานขาย โดยใช้ฟังก์ชัน Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของแต่ละเส้นทาง ผลการเปรียบเทียบพบว่าต้นทุนการขนส่งรวมที่ได้จากการจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัดร่วมกับตัวแบบปัญหา TSP จะมีต้นทุนการขนส่งรวม 21,099.70 บาท แต่หากใช้วิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุดจะมีค่าต้นทุนการขนส่งรวม 20,647.38 บาท ดังนั้น แนวทางในการจัดเส้นทางรถจึงควรใช้ผลจากวิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้.

คำสำคัญ: การจัดเส้นทาง, วิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด, อัลกอริทึมแบบประหยัด, ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

ABSTRACT

Nowadays several businesses face with the capital cost, especially transportation cost. The main cost are material procurement, production, product selling and distribution. Also, transportation cost also affects the total cost of product and service. This research aimed to study the solution for reducing the transportation cost, mainly need to reduce the petrol cost, a part of transportation cost and determine the definite quantity of products for a car accessory company in Surin province, who distributes products to customers located around Thailand. Researchers applied 2 heuristics methods, the first is nearest neighbor heuristics and other is saving algorithm which improved delivery network using traveling salesman problem model (TSP model) and used solver function in Excel to find the optimal delivery network. The results showed that transportation cost from the saving algorithm with TSP model was 21,099.70 Baht but using the nearest neighbor heuristics, the transportation cost was 20,647.38 Baht. Therefore, solution for routing the vehicle should be the results from the nearest neighbor heuristics

KEYWORDS: vehicle routing, nearest neighbor algorithm, saving algorithms, traveling salesman problem

1. บทนำ

รถยนต์ถือเป็นปัจจัยอีกปัจจัยหนึ่งที่คนให้ความสำคัญรองจากปัจจัยสี นอกจากให้ความสะดวกสบายในการเดินทางแล้วยังช่วยบ่งบอกรสนิยมและฐานะของผู้ขับชื่อก็ด้วย ทำให้ตลาดรถยนต์ยังคงมีความน่าสนใจ [1] และมีแนวโน้มในการเติบโตทางการตลาดอย่างต่อเนื่อง โดยสถิติการจดทะเบียนรถใหม่ในปี 2560 เพิ่มขึ้นจากปี 2559 รวมร้อยละ 6.99 [2] ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากราคาน้ำมันที่

ลดระดับลงประกอบกับพลังงานทางเลือกที่มีรองรับมากขึ้นทำให้การตัดสินใจซื้อรถยนต์ยังคงสูงขึ้นสวนทางกับภาวะเศรษฐกิจภายในประเทศ นอกจากนี้ผู้ใช้รถยังต้องการสิ่งที่ตอบสนองความต้องการด้านอื่นๆ อีกที่ทำให้ผู้ใช้รถเกิดความพึงพอใจ เช่น ชุดอุปกรณ์ระดับยนต์ ซึ่งได้กลายมาเป็นสินค้าที่ผู้บริโภคซื้อเพื่อตอบสนองความต้องการด้านอารมณ์และจิตใจของผู้ใช้รถเองแม้ว่าจะมีราคาสูง [3] จากสาเหตุดังกล่าวจึงส่งผลดีต่ออุตสาหกรรมชิ้นส่วนระดับยนต์ทั้งในการผลิตชิ้นส่วนระดับยนต์เพื่อป้อนให้โรงงานประกอบรถยนต์โดยตรงแล้วยังส่งผลดีต่อยอดขายของบริษัทหรือร้านจำหน่ายอุปกรณ์ระดับยนต์อีกด้วย

ปัจจุบันการแข่งขันในตลาดมีเพิ่มมากขึ้น ธุรกิจต่างๆ มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วโดยมีเป้าหมายเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์กรที่ต้องอาศัยการขนส่งเป็นกิจกรรมหลักจะได้รับผลกระทบโดยตรง จึงควรมีการนำความรู้ทางโลจิสติกส์มาประยุกต์ใช้ในการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะในการจัดส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพเพื่อลดระยะทางและลดต้นทุนการขนส่ง ให้มีศักยภาพในการแข่งขันเพิ่มมากขึ้น จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในการจัดเส้นทางยานพาหนะสำหรับขนส่งอุปกรณ์ระดับยนต์ของบริษัทกรณีศึกษาในจังหวัดสุรินทร์ ไปยังลูกค้าซึ่งเป็นตัวแทนจำหน่ายที่กระจายตัวอยู่ทั่วประเทศไทยจำนวน 20 แห่ง ซึ่งในเส้นทางการขนส่งเดิมเกิดต้นทุนเชื้อเพลิงจำนวนมากและปริมาณในการขนส่งที่ไม่แน่นอน

ในงานวิจัยนี้ได้เล็งเห็นถึงปัญหาดังกล่าวจึงได้นำวิธีการแก้ปัญหาวิธีวิธีวิสติกส์โดยวิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุดหรือเมืองพรมแดนและวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะอัลกอริทึมแบบประหยัดมาใช้ในการสร้างทัวรย์ย่อยของการจัดเส้นทางยานพาหนะขนส่ง จากนั้นปรับปรุงคำตอบโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขายเพื่อหาเส้นทางการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ สามารถลดค่าใช้จ่ายทางด้านเชื้อเพลิงและมีปริมาณขนส่งที่แน่นอน

2. ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

2.1 การจัดเส้นทางการเดินทาง (Vehicle routing)

ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem, VRP) คือ ปัญหาการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในการเคลื่อนย้ายวัตถุโดยการหาวิธีการวางแผนจัดลำดับและเส้นทางการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าหรือผู้บริโภคที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดเพื่อให้อุปกรณ์เกิดความพึงพอใจในบริการ [4] เป้าหมายสำคัญของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะคือ การพยายามออกแบบกลุ่มของยานพาหนะทุกคัน ให้มีการเดินทางโดยใช้ต้นทุนต่ำที่สุด ซึ่งมีจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ศูนย์กระจายสินค้า ยานพาหนะวิ่งไปตามเส้นทางที่จะส่งสินค้าโดยพิจารณาถึงเงื่อนไขหรือข้อจำกัดต่างๆ ด้วย เช่น เวลา จำนวนยานพาหนะ ระยะทาง เป็นต้น ซึ่งในการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ถือว่าเป็นปัญหาประเภท NP-hard [5] การใช้วิธีการแม่นยำ (Exact method) ในการหาคำตอบจะมีประสิทธิภาพในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก แต่ในความเป็นจริงปัญหามักมีขนาดใหญ่จึงนิยมใช้วิธีการทางฮิวริสติกส์ (Heuristics) และเมตะฮิวริสติกส์ (Metaheuristics) มาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติมากกว่า

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการทางฮิวริสติกส์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเส้นทาง ซึ่งวิธีการทางฮิวริสติกส์นี้เป็นหนึ่งในเทคนิคที่ใช้แก้ปัญหาเส้นทางในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมและให้คำตอบที่รวดเร็ว โดยคำตอบที่ได้ต้องเป็นคำตอบที่ดีเพียงพอและสามารถยอมรับได้ รูปแบบการแก้ปัญหาและการค้นหาคำตอบเป็นวิธีการคิดโดยใช้สามัญสำนึกของมนุษย์เข้าช่วยในการแก้ไขปัญหาอย่างง่ายและมีความสมเหตุสมผล ซึ่งแยกรายละเอียดของขั้นตอนได้ดังนี้

2.1.1 ระยะเวลาที่ 1: การสร้างทัวร์ (Tour construction)

ในขั้นตอนนี้เป็นวิธีการสร้างทัวร์ย่อย (Subtour) ที่เป็นไปได้จากคลังเก็บสินค้าหรือศูนย์การกระจายสินค้าแต่ในที่นี้คือบริษัทกรณีศึกษาไปสู่จุดลูกค้าโดยการคำนึงถึงข้อจำกัดต่างๆ ที่เกิดขึ้นและพยายามลดค่าใช้จ่ายให้มากที่สุด วิธีการแก้ปัญหาเส้นทางที่ผู้วิจัยเลือกใช้มี 2 วิธีดังนี้

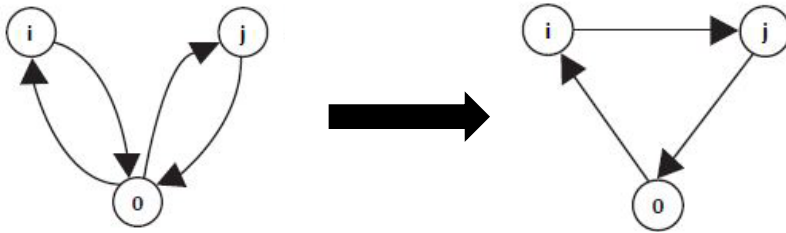
1) วิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุดหรือเมืองพรมแดน (Nearest neighbor heuristics) ซึ่งวิธีนี้กำหนดเส้นทางของการเดินทางของยานพาหนะขนส่ง โดยเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด [6] โดยสร้างเส้นทางจากบริษัท (DC) ไปยังลูกค้ารายต่างๆ ซึ่งเส้นทางเริ่มต้นคือบริษัทและเลือกเดินทางไปยังลูกค้าที่มีระยะทางใกล้ที่สุด จากนั้นค้นหาลูกค้าที่ยังไม่ได้จัดเข้าไปในเส้นทางจากบัญชีรายชื่อลูกค้าและมีระยะทางสั้นที่สุดที่ใกล้กับลูกค้ารายก่อนหน้าทีเลือกไป กระทำซ้ำจนกว่าลูกค้าทุกรายจะถูกจัดเข้าเส้นทาง ซึ่งปริมาณความต้องการรวมต้องไม่เกินความจุของยานพาหนะเมื่อความต้องการรวมของลูกค้าเกินข้อจำกัดของยานพาหนะให้หยุดเลือกเส้นทาง โดยให้เลือกเดินทางกลับไปยังบริษัท แล้วจึงกระทำซ้ำในขั้นตอนที่กล่าวมาไปเรื่อยๆ จนกว่าลูกค้าทุกรายจะถูกจัดเข้าในเส้นทาง

2) วิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving algorithm) ในปี ค.ศ. 1964 Clarke and Wright นักวิจัยในประเทศอังกฤษได้นำเสนอการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีความต้องการของลูกค้าหลายรายและยานพาหนะมีความจุหลายขนาดส่งสินค้าออกจากคลังพัสดุแห่งเดียว โดยพัฒนาขั้นตอนให้สามารถเลือกเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสมที่สุด และผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้คือทำให้ทราบจำนวนยานพาหนะที่จะใช้ในการขนส่ง และปริมาณสินค้าที่ขนส่งโดยยานพาหนะแต่ละคัน [7] โดยมีวิธีในการดำเนินงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกจุดเริ่มต้นจากจุดกระจายสินค้าขึ้นมาหนึ่งจุดให้เป็นจุดที่หนึ่ง

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่าของระยะทางในการขนส่งที่ประหยัด (Saving cost) หรือค่า S_{ij} ซึ่งก็คือความประหยัดระหว่างจุด i และ j โดยที่ i, j คือลูกค้าหรือตัวแทนจำหน่าย และ D คือจุดกระจายสินค้าหรือบริษัท โดยในงานวิจัยนี้ใช้ค่าระยะทางในการคำนวณค่า S_{ij} ด้วยสมการที่ (1)

$$S_{ij} = C_{iD} + C_{Dj} - C_{ij} \quad (1)$$



รูปที่ 1 แนวคิดของค่าความประหยัด [8]

ขั้นตอนที่ 3 เรียงลำดับค่า S_{ij} จากมากไปหาน้อย

ขั้นตอนที่ 4 สร้างเส้นทางของยานพาหนะโดยเชื่อมจุด i และ j ที่มีค่า S_{ij} มากที่สุด

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำจนกว่าจะจัดเส้นทางได้ครบ โดยมีเงื่อนไขของข้อจำกัดในการเดินทางแต่ละยานพาหนะจะต้องมีสินค้าไม่เกินความจุของยานพาหนะ และต้องใช้เวลาในการเดินทางไม่เกินระยะเวลาที่กำหนด แสดงดังรูปที่ 1 อัลกอริทึมแบบประหยัดเป็นทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับในการจัดการปัญหาการขนส่งยานพาหนะ ใจความของทฤษฎีไม่ซับซ้อน ค่าความประหยัด (S_{ij}) ที่ได้คือระยะทางที่สามารถลดได้ระหว่างลูกค้าใดๆ หากเกิดค่าความประหยัดสูงก็หมายความว่าสามารถลดระยะทางได้มาก

2.1.2 ระยะที่ 2: การปรับปรุงทัวร์ (Tour improvement)

ในระยะที่ 2 เป็นการค้นหาทัวร์ที่ดีที่สุดจากทัวร์ย่อยเริ่มต้นที่สร้างไว้จากวิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัดในระยะที่ 1 เป็นการปรับปรุงคำตอบ (Improvement solution) ที่โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบทวิภาค (Binary integer linear programming) ซึ่งเป็นหนึ่งในเทคนิคที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในปัญหาการกำหนดงานหรือปัญหาการขนส่ง [9] โดยใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimal solution) ของแต่ละเส้นทางที่ได้เบื้องต้นจากอัลกอริทึมแบบประหยัด โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ค่าขนส่งที่ต่ำที่สุด

ปัญหาการเดินทางของพนักงาน (Traveling salesman problem, TSP) ตัวแบบปัญหา TSP นิยมใช้ในการตัดสินใจหาเส้นทางการเดินทางเมื่อมีจุดหรือสถานที่ที่ต้องเดินทางไป k จุด โดยการ

เดินทางจะเริ่มจากสถานที่ใดสถานที่หนึ่งและเส้นทางการเดินทางต้องผ่านทุกสถานที่ k จุดเพียงสถานที่ละ 1 ครั้ง และท้ายที่สุดจะกลับมายังสถานที่เดิมที่เริ่มต้นเหมือนการเดินทางวนรอบ ซึ่งในเงื่อนไขบังคับแต่ข้อจะเป็นตัวแสดงข้อจำกัดของปัญหานี้ ซึ่งสามารถแสดงตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหา TSP กรณีตั้งข้อสมมติฐานว่าไม่มีข้อจำกัดทางทรัพยากรน้ำมันเชื้อเพลิง ได้ดังนี้ [10]

ดังนี้:

I, j ตัวแทนจำหน่ายรายที่ I หรือ j ($I, j = 1 \dots k$)

พารามิเตอร์:

Z ต้นทุนรวมการขนส่ง

C_{ij} ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงจากจุด i ไปจุด j

k จำนวนตัวแทนจำหน่าย

U จำนวนตัวแทนจำหน่ายที่อยู่ในเส้นทาง

V จำนวนตัวแทนจำหน่ายทั้งหมด

ตัวแปรตัดสินใจ:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{เมื่อมีการเดินทางจากจุด } i \text{ ไปจุด } j \\ 0 & \text{เมื่อไม่มีการเดินทางจากจุด } i \text{ ไปจุด } j \end{cases}$$

สมการเป้าหมาย:

ต้นทุนรวมการขนส่งที่ต่ำที่สุด ซึ่งในที่นี้พิจารณาจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งทั้งหมดทุกเส้นทาง ดังสมการที่ (2)

$$\text{Min } Z = \sum_{i \neq j} C_{ij} X_{ij} \quad (2)$$

เงื่อนไขบังคับ:

1) การเดินทางออกจากจุด i ใดๆ ต้องมีค่าเท่ากับ 1 (ณ จุดใดๆ สามารถเดินทางออกได้เพียงครั้งเดียว) ดังสมการที่ (3)

$$\sum_{j=1}^k X_{ij} = 1, \quad \forall i \quad (3)$$

2) การเดินทางเข้าจุด i ใดๆ ต้องมีค่าเท่ากับ 1 (ณ จุดใดๆ สามารถเดินทางเข้าได้เพียงครั้งเดียว) ดังสมการที่ (4)

$$\sum_{i=1}^k x_{ij} = 1, \forall j \quad (4)$$

3) ต้องไม่มีการเกิดการเดินทางย่อย (Subtour) ขึ้น หมายความว่า ในการเดินทางเริ่มต้นจากจุดใดจุดหนึ่งต้องเดินทางผ่านให้ครบทุกจุดที่เหลือและต้องไม่มีการแตกสายของวงรอบใหม่ของการเดินทางเส้นทางย่อยอื่นๆ ขึ้น ดังสมการที่ (5)

$$\sum_{i,j \in U} x_{ij} \leq |U| - 1, U \subset V, 2 \leq |U| \leq k - 2 \quad (5)$$

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางการเดินทางขององค์กรต่างๆ ทั้งในภาครัฐและเอกชนพบว่า การประยุกต์ใช้วิธีการจัดเส้นทางรูปแบบต่างๆ สามารถช่วยลดระยะทางการเดินทางและช่วยให้องค์กรลดต้นทุนค่าขนส่งได้ เช่น 1) การประยุกต์ฮิวริสติกส์สำหรับปัญหาการจัดเส้นทางเดินทางรถขนส่งอัญมณีโดยมีการจำกัดเวลาการเดินทางรถบรรทุกขนาดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร โดยจัดกลุ่มลูกค้าพื้นที่ที่มีเงื่อนไขการจำกัดช่วงเวลาในการเดินทางและกลุ่มลูกค้าในพื้นที่อื่นๆ จากนั้นสร้างคำตอบเริ่มต้นด้วยอัลกอริทึมแบบประหยัดและปรับปรุงด้วยวิธีการค้นหาคำตอบเฉพาะที่สามารถลดระยะทางจากเดิมร้อยละ 9.70 [11] 2) ในโรงงานน้ำดื่ม จ. เชียงราย แบ่งพื้นที่การบริการลูกค้าและประยุกต์ใช้อัลกอริทึมแบบประหยัดในการจัดเส้นทาง จากนั้นใช้ตัวแบบปัญหา TSP ในการปรับปรุงคำตอบให้ได้เส้นทางลดลงร้อยละ 4.16 [12] และ 3) ในมหาวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาสารคาม วิทยาเขตหาดใหญ่พิจารณาการจัดเส้นทางเก็บขยะมูลฝอยรอบมหาวิทยาลัยกรณี 1 และ 2 เส้นทาง เปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึมแบบประหยัดและฟังก์ชันวิธีการเชิงวิวัฒนาการ พบว่า ทั้งสองกรณีผลที่ได้จากฟังก์ชันวิธีการเชิงวิวัฒนาการให้ผลรวมระยะทางที่น้อยกว่า ซึ่งกรณี 1 เส้นทางสามารถช่วยลดระยะทางลงจากการรูปแบบการเดินทางปกติถึงร้อยละ 36.75 [13]

3. วิธีการศึกษา

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

การจัดเส้นทางรถขนส่งที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องศึกษาสภาพปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษาในด้านการจัดการเดินทางรถขนส่ง และเก็บรวบรวมข้อมูลองค์ประกอบพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเส้นทางเดินทางรถขนส่งสินค้า ซึ่งจะมีทั้งข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ

ที่เป็นเจ้าของบริษัทกรณีศึกษา และข้อมูลทุติยภูมิจากข้อมูลสารสนเทศที่บริษัทได้เก็บรวบรวมไว้ อยู่แล้วดังนี้

1) ตำแหน่งศูนย์กระจายสินค้าที่ทัวร์จะต้องเริ่มต้นและสิ้นสุด คือบริษัทกรณีศึกษาในจังหวัด สุรินทร์ ซึ่งตั้งอยู่บนพิกัด (X,Y) บน Google maps ที่ (14.88,103.49)

2) กลุ่มลูกค้าที่มีปริมาณการส่งสินค้า ซึ่งในที่นี้ลูกค้าคือตัวแทนจำหน่ายที่เป็นลูกค้าซึ่งอยู่ใน เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคกลางและภาคใต้ของประเทศไทยจำนวน 20 แห่ง แสดงพิกัดที่ตั้ง (X,Y) บน Google maps และปริมาณความต้องการสินค้าในเดือนหนึ่งๆ ได้ดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณความต้องการสินค้านรายเดือนของตัวแทนจำหน่ายแต่ละแห่ง

แห่ง ที่	พิกัด (X,Y)	ปริมาณความ ต้องการ (กก.)	แห่ง ที่	พิกัด (X,Y)	ปริมาณความ ต้องการ (กก.)
1	(15.12,104.32)	140	11	(12.81,99.98)	210
2	(15.61,105.03)	155	12	(15.81,102.04)	300
3	(15.82,103.89)	280	13	(12.38,99.86)	250
4	(16.18,103.3)	210	14	(10.23,99.09)	560
5	(14.59,103.41)	75	15	(7.91,98.37)	850
6	(13.74,100.78)	200	16	(16.39,103.37)	210
7	(14.67,100.46)	150	17	(14.64,102.79)	80
8	(13.59,100.61)	350	18	(14.97,102.1)	450
9	(13.83,99.86)	250	19	(13.68,100.12)	325
10	(14.02,99.54)	175	20	(14.60,101.00)	280

3) ระยะทางระหว่างลูกค้ากับลูกค้า และลูกค้ากับศูนย์กระจายสินค้า เพื่อพิจารณาระยะทางขนส่งที่เหมาะสมที่สุดในการขนส่งอุปกรณ์ระดับยนต์ของบริษัทกรณีศึกษาที่ถือเป็นจุดกระจายสินค้า (Distribution center, DC) กับของตัวแทนจำหน่าย โดยแสดงระยะทางระหว่างจุดแต่ละจุด ซึ่งสามารถดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เมตริกซ์ระยะทางระหว่างจุดใด ๆ (หน่วย: กม.)

ij	DC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DC		107	221	127	173	35	436	384	450	497	514	596	233	649	922	1267	204	96	173	472	309
1	107		114	115	186	139	544	491	558	604	627	703	285	757	1029	1375	206	203	278	579	417
2	221	114		157	230	252	665	612	678	731	753	830	395	877	1150	1502	249	316	394	700	540
3	127	115	157		75	165	523	471	537	583	606	683	244	736	1008	1354	99	218	259	157	400
4	173	186	230	75		208	479	426	493	539	562	638	166	692	964	1310	30	208	215	514	354
5	35	139	252	165	208		413	361	427	474	496	573	265	626	899	1244	240	73	174	449	289
6	436	544	665	523	479	413		130	35	113	176	203	343	256	528	877	511	354	267	101	127
7	384	491	612	471	426	361	130		140	174	152	285	259	338	610	956	453	286	209	157	75
8	450	558	678	537	493	427	35	140		106	151	172	359	225	497	843	527	361	284	81	141
9	497	604	731	583	539	474	113	174	106		110	138	398	192	464	810	566	400	323	46	187
10	514	627	753	606	562	496	176	152	151	110		185	420	238	510	846	588	421	344	92	205
11	596	703	830	683	638	573	203	285	172	138	185		505	62	334	680	637	506	429	139	287
12	233	285	395	244	166	265	343	259	359	398	420	505		554	826	1172	189	216	108	377	216
13	649	757	877	736	692	626	256	338	225	192	238	62	554		283	629	726	559	482	192	340
14	922	1029	1150	1008	964	899	528	610	497	464	510	334	826	283		356	998	831	754	464	612
15	1267	1375	1502	1354	1310	1244	877	956	843	810	846	680	1172	629	356		1347	1181	1103	813	958
16	204	206	249	99	30	240	511	453	527	566	588	637	189	726	998	1347		239	254	544	384
17	96	203	316	218	208	73	354	286	361	400	421	506	216	559	831	1181	239		102	377	217
18	173	278	394	259	215	174	267	209	284	323	344	429	108	482	754	1103	254	102		300	140
19	472	579	700	157	514	449	101	157	81	46	92	139	377	192	464	813	544	377	300		163
20	309	417	540	400	354	289	127	75	141	187	205	287	216	340	612	958	384	217	140	163	

4) ในงานวิจัยนี้พิจารณาต้นทุนการขนส่งเพียงค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของบริษัทรถบรรทุกที่ใช้ยานพาหนะขนส่งเป็นรถบรรทุก 4 ล้อ ขนาดบรรทุก 1,000 กก. ขับเคลื่อนด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน 9.8 กม.ต่อลิตร

3.2 แก้ปัญหาการขนส่งด้วยวิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด (Nearest neighbor heuristics) และวิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving algorithm)

สร้างทัวรีย่อยของโครงข่ายเส้นทางการเดินทางรถขนส่งอุปกรณ์ระดับยนต์จากบริษัทรถบรรทุกที่ จ.สุรินทร์ ไปสู่ตัวแทนจำหน่ายที่อยู่ ณ จุดต่างๆ ทั่วประเทศไทย 20 แห่ง โดยใช้วิธีฮิวริสติกส์ 2 วิธี คือ 1) วิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุดหรือเมืองพรมแดน และ 2) วิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัดการ ซึ่งในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินทางรถขนส่งนี้จะพิจารณาข้อจำกัดของน้ำหนักการบรรทุกของรถขนส่ง และมีเป้าหมายเพื่อลดต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิง

3.3 ปรับปรุงคำตอบด้วยตัวแบบของปัญหาการเดินทางของพนักงาน (Traveling salesman problem, TSP) และเปรียบเทียบผลลัพธ์

เมื่อได้ทัวรีย่อยของโครงข่ายเส้นทางการเดินทางรถขนส่งจากข้อ 3.2 แล้ว สำหรับวิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัดสามารถใช้ตัวแบบปัญหา TSP ปรับปรุงคำตอบในแต่ละเส้นทางทัวรีย่อยได้ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดการจัดลำดับของตัวแทนจำหน่ายในแต่ละเส้นทางทัวรีย่อย โดยพิจารณา

จากระยะทางที่ส่งผลค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นสำคัญ จากนั้นเมื่อได้รูปแบบการจัดเส้นทางทั้งหมดแล้ว ให้พิจารณาต้นทุนการขนส่งรวมเพื่อเปรียบเทียบว่ารูปแบบการจัดเส้นทางการเดินทางจากวิธีใด ก่อให้ต้นทุนการขนส่งรวมที่ต่ำที่สุด

3.4 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยเลือกรูปแบบการจัดเส้นทางที่ดีที่สุด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดเส้นทางการเดินทางขนส่งอุปกรณ์ระดับบัณฑิตของบัณฑิตวิทยาลัย

4. ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ผลการจัดเส้นทางการเดินทาง

จากตำแหน่งของบัณฑิตวิทยาลัยที่ตั้งอยู่ในจังหวัดสุรินทร์ ในแต่ละเดือนต้องส่งสินค้าระดับบัณฑิตไปยังตัวแทนจำหน่ายที่กระจายอยู่ทั่วประเทศทั้ง 20 แห่ง ซึ่งจากเมตริกซ์ระยะทางซึ่งเป็นผลที่ได้มาจากการใช้ Google maps วัดระยะทางระหว่างจุดแต่ละจุด และต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในการคิดต้นทุนการขนส่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (6) โดยอ้างอิงราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (ดีเซล) ณ วันที่ 2 พฤษภาคม 2560 อยู่ที่ราคา 25.19 บาทต่อลิตร [14]

$$\text{ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร (บาท/กม.)} = \frac{\text{ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ลิตร)}}{\text{อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (กม./ลิตร)}} \quad (6)$$

$$\text{เมื่อแทนค่าจะได้ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร จะมีค่าเท่ากับ } \frac{25.19}{9.8} = 2.57 \text{ บาท/กม.}$$

และเมื่อจัดเส้นทางด้วยวิธีการต่างๆ สามารถแสดงผลได้ดังนี้

4.1.1 ผลการจัดเส้นทางการเดินทางด้วยวิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด (Nearest neighbor heuristics)

เส้นทางขนส่งที่ได้จากวิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด มีทัวรย์ย่อยรวมทั้งสิ้น 6 เส้นทาง สามารถแสดงเส้นทางแต่ละเส้นได้ดังตารางที่ 3 คิดเป็นระยะทางรวม 8,034 กม. และมีต้นทุนทางด้านเชื้อเพลิงรวม $2.57 \times 8,034 = 20,647.38$ บาท

ตารางที่ 3 เส้นทางขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาด้วยวิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด

ลำดับ	เส้นทาง	น้ำหนักบรรทุก (กก.)	ระยะทาง (กม.)
1	บริษัท - 5 - 17 - 18 - 12 - บริษัท	905	551
2	บริษัท - 1 - 2 - 3 - 4 - 16 - บริษัท	995	687
3	บริษัท - 20 - 7 - 6 - 8 - บริษัท	980	999
4	บริษัท - 19 - 9 - 10 - 11 - บริษัท	960	1,409
5	บริษัท - 13 - 14 - บริษัท	810	1,854
6	บริษัท - 15 - บริษัท	850	2,534
รวมทั้งสิ้น		5,500	8,034
ต้นทุนการขนส่งรวม (บาท)		20,647.38	

4.1.2 ผลการจัดเส้นทางการเดินทางด้วยวิธีกอลิทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm)

ก่อนดำเนินการจัดเส้นทางทัวรีย่อยแต่ละเส้น คณะผู้วิจัยพิจารณาจำนวนเส้นทางขั้นต่ำ (Minimum route) ได้จากสมการที่ (7)

$$\text{จำนวนเส้นทางขั้นต่ำ} = \frac{\text{ปริมาณความต้องการรวม (กก.)}}{\text{ความจุยานพาหนะ (กก./เส้นทาง)}} \quad (7)$$

เมื่อแทนค่าจะได้จำนวนเส้นทางขั้นต่ำเท่ากับ $\frac{5,500}{1,000} = 5.5 \approx 6$ เส้นทาง จากนั้นทำการจัด

เส้นทางโดยการพิจารณาค่า Saving (S_{ij}) ที่เรียงจากมากที่สุดไปน้อยที่สุดทีละค่า สามารถจัดเส้นทางได้ทั้งหมด 6 เส้นทางตามจำนวนเส้นทางขั้นต่ำ แสดงรายละเอียดของแต่ละเส้นทางดังตารางที่ 4 โดยมีระยะทางรวม 8,210 กม. และต้นทุนทางด้านเชื้อเพลิงเท่ากับ $2.57 \times 8,210 = 21,099.70$ บาท

ตารางที่ 4 เส้นทางขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาด้วยวิธีการอัลกอลิทึมแบบประหยัด

เส้นทาง	ลำดับเส้นทาง	น้ำหนักบรรทุก (กก.)	ระยะทาง (กม.)
1	บริษัท - 14 - 13 - 7 - บริษัท	960	1,926
2	บริษัท - 10 - 9 - 11 - 19 - บริษัท	960	1,373
3	บริษัท - 5 - 17 - 20 - 6 - 8 - บริษัท	985	937

ตารางที่ 4 เส้นทางขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาด้วยวิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัด (ต่อ)

เส้นทาง	ลำดับเส้นทาง	น้ำหนักบรรทุก (กก.)	ระยะทาง (กม.)
4	บริษัท – 3 – 4 – 16 – 12 – บริษัท	1,000	654
5	บริษัท – 18 – 1 – 2 – บริษัท	745	786
6	บริษัท – 15 – บริษัท	850	2,534
รวมทั้งสิ้น		5,500	8,210
ต้นทุนการขนส่งรวม (บาท)		21,099.70	

เส้นทางของทัวร์ย่อยที่ได้จากวิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัดเปรียบเสมือนการแบ่งกลุ่มลูกค้าให้มีขนาดปัญหาเล็กลงเพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหาในการจัดลำดับการส่งสินค้าไปยังตัวแทนจำหน่ายแต่ละจุดของแต่ละเส้นทาง ซึ่งในการปรับปรุงคุณภาพคำตอบนั้นจะใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบทวิภาคด้วยตัวแบบปัญหา TSP โดยใช้ฟังก์ชัน Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของแต่ละเส้นทาง เพื่อก่อให้เกิดระยะทางรวมที่น้อยที่สุดและส่งผลให้มีต้นทุนรวมในการขนส่งต่ำที่สุด

ตารางที่ 5 เส้นทางขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาด้วยวิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัด หลังการปรับปรุงคำตอบโดยใช้ตัวแบบปัญหา TSP

เส้นทาง	ลำดับเส้นทาง	น้ำหนักบรรทุก (กก.)	ระยะทาง (กม.)
1	บริษัท – 14 – 13 – 7 – บริษัท	960	1,926
2*	บริษัท – 19 – 9 – 11 – 10 – บริษัท	960	1,355
3	บริษัท – 5 – 17 – 20 – 6 – 8 – บริษัท	985	937
4	บริษัท – 3 – 4 – 16 – 12 – บริษัท	1,000	654
5	บริษัท – 18 – 1 – 2 – บริษัท	745	786
6	บริษัท – 15 – บริษัท	850	2,534
รวมทั้งสิ้น		5,500	8,192
ต้นทุนการขนส่งรวม (บาท)		21,053.44	

หมายเหตุ *เส้นทางที่มีการเปลี่ยนแปลงคำตอบ

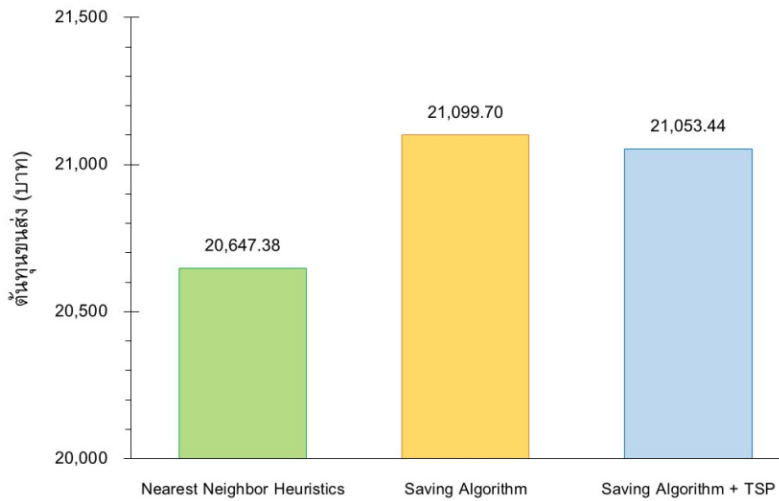
จากเดิมเมื่อเปรียบเทียบกับผลการจัดเส้นทางในตารางที่ 4 ในเส้นทางที่ 2 คือ บริษัท – 10 – 9 – 11 – 19 – บริษัท มีระยะทาง 1,373 กม. และในจากตารางที่ 5 เส้นทางที่ 2 มีการปรับปรุงคำตอบของการจัดเส้นทาง โดยเปลี่ยนแปลงเป็น บริษัท – 19 – 9 – 11 – 10 – บริษัท มีระยะทาง 1,355 กม. ส่งผลให้การจัดเส้นทางมีระยะทางรวมลดลงจากเดิม 18 กม. ซึ่งเมื่อรวมระยะทางทั้ง 6 เส้นทางที่ได้จากวิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัดหลังการปรับปรุงคำตอบโดยใช้ตัวแบบปัญหา TSP จะได้ระยะทางรวมที่ต่ำที่สุด 8,192 กม. เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจัดเส้นทางทั้งหมด สามารถคิดเป็นต้นทุนค่าขนส่งรวม $2.57 \times 8,192 = 21,053.44$ บาท

4.2 การเปรียบเทียบผล

จากการจัดเส้นทางการเดินทางของบริษัทจำหน่ายอุปกรณ์ระดับยนต์สามารถสรุปผลในภาพรวมดังตารางที่ 6 จะเห็นว่า จำนวนเส้นทางที่ได้จากการจัดเส้นทางของทุกวิธีนั้นมีจำนวนเท่ากันคือ 6 เส้นทาง และเมื่อพิจารณาจากรูปที่ 2 จะเห็นว่า ต้นทุนการขนส่งรวมที่ได้จากการจัดเส้นทางเดินทางด้วยวิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัดมีค่าสูงสุดที่ 21,099.70 บาท และเมื่อปรับปรุงคำตอบโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบทวีภาคด้วยตัวแบบปัญหา TSP ต้นทุนการขนส่งรวมจะลดลงมาที่ 21,053.44บาท แต่ถ้าหากใช้วิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุดจะมีต้นทุนการขนส่งรวมต่ำที่สุดคือ 20,647.38 บาท

ตารางที่ 6 สรุปจำนวนเส้นทาง ระยะทางรวม และต้นทุนการขนส่งรวมของแต่ละวิธีการ

วิธีการจัดเส้นทางเดินทาง	จำนวนเส้นทาง	ระยะทางรวม (กม.)	ต้นทุนการขนส่งรวม (บาท)
การเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด (Nearest neighbor heuristics)	6	8,034	20,647.38
อัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving algorithm)	6	8,210	21,099.70
อัลกอริทึมแบบประหยัดร่วมกับการใช้ตัวแบบปัญหา TSP (Saving algorithm and Traveling salesman problem)	6	8,192	21,053.44



รูปที่ 2 การเปรียบเทียบผลรวมต้นทุนการขนส่งที่ได้จากแต่ละวิธีการ

5. สรุปผลการวิจัย

ในการประยุกต์ใช้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทางขนส่งสินค้าไปยังตัวแทนจำหน่าย 20 แห่งที่อยู่ทั่วประเทศในรอบ 1 เดือนสำหรับบริษัทจำหน่ายอุปกรณ์ระดับยนต์ กรณีศึกษา จังหวัดสุรินทร์ ซึ่งในการศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อหาแนวทางในการลดต้นทุนการขนส่งและใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเส้นทางและปริมาณการขนส่งสินค้าที่แน่นอนในแต่ละเส้นทาง โดยเปรียบเทียบผลจากวิธีการจัดเส้นทาง 2 วิธี คือ วิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด และวิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัด ร่วมกับการปรับปรุงคำตอบโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบทวีภาคด้วยตัวแบบปัญหา TSP ผลที่ได้พบว่า ทั้ง 2 วิธี ได้จำนวนเส้นทางทั้งหมด 6 เส้นทาง แต่วิธีการที่ให้ต้นทุนการขนส่งรวมต่ำที่สุดคือ วิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด มีระยะทาง 8,034 กม. คิดเป็นต้นทุนการขนส่งรวม 20,647.38 บาท ในขณะที่วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดร่วมกับตัวแบบปัญหา TSP มีระยะทางรวม 8,192 กม. คิดเป็นต้นทุนการขนส่งรวม 21,053.44 จะเห็นว่า บริษัทกรณีศึกษา ควรใช้การจัดเส้นทาง การเดินทางด้วยวิธีการเดินทางจากเมืองที่ใกล้ที่สุด ซึ่งจะสามารถช่วยลดต้นทุนการขนส่งได้ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดร่วมกับตัวแบบปัญหา TSP

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษา บริษัทอุบลรัตน์เซฟตี้กลาส จ.สุรินทร์ ที่ได้ให้ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้

References

- [1] Saranyu Tantiseree. Automotive market and competition. Bangkok: Grand Prix; 2002. (In Thai)
- [2] Transport Statistics Sub-division, Department of Land Transport. A number of new registered vehicles in 2017 [Internet]. 2018 [cited 2018 May 18]. Available from: http://apps.dlt.go.th/statistics_web/brochure/newcar17.pdf (In Thai)
- [3] Tanyamas Woonsiri. Marketing mix factor and motivation affecting behavior and tendency of decision buying behavior on body kits in the future on “HAPER” brand in Thailand [Thesis]. Bangkok: Srinakharinwirot University; 2011. (In Thai)
- [4] Nakorn Inpayung. Discrete optimization in transport and logistics. Bangkok: Se-Education; 2005. (In Thai)
- [5] Lenstra JK, Rinnooy Kan AHG. Complexity of vehicle routing and scheduling problems. *Networks* 1981;11(2):221-7.
- [6] Kamol Chairat. Infrastructure efficiency improvement of garbage collecting system by vehicle routing problem method case study of Luang Nuea, Doi Saket, Chiang Mai [Independent Study]. Chiang Mai: Chiang Mai University; 2015. (In Thai)
- [7] Clarke G, Wright JW. Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Oper Res* 1964;12:568-81.
- [8] Struwig CB, Ruthven GA, Leipzig KV. The application of design criteria for locating a hub configured supply chain for a restaurant cluster in the stellenbosch area. *JTSCM* 2013;7(1);1-7.
- [9] Saksit Sukamek. Optimization modeling by Excel (Solver). Bangkok: Se-Education; 2014. (In Thai)
- [10] Rapeepan Pitakaso. Differential evolution algorithm for vehicle routing and logistic problem. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University; 2016. (In Thai)
- [11] Apichart Manee-ngam, Kanokporn Sripatomsawat, Apinanthana Udomsakdikul. Application of heuristics method for solving concrete block vehicle routing problems with traffic time restriction for trucks in Bangkok. In: Ubon Ratchathani University, editors. *OR-network*; 2013 Nov 11-14; Nakhon Ratchasima, Thailand. 2013. p. 534-41. (In Thai)
- [12] Nakorn Chaiwongsakda, Prawet Anunauea, Niwest Jeenaboonrueang, Seksan Winyangkul, Kwanruan Sinnarong, Thanakorn Jakkaew, et al. Vehicle routing by using

a saving algorithm and the traveling salesman problem: a case study of a drinking water factory. TJOR 2015;3(1):51-61. (In Thai)

[13] Nutnicha Rungrodchatchaval, Intuon Sriswang, Wanatchapong Kongkaew. Application of the vehicle routing problem for solid waste collection: a case study of Prince of Songkla University, Hat Yai Campus. TJOR 2016;4(2):18-31. (In Thai)

[14] Energy Policy and Planning Office. Gasoline price situation [Internet]. 2017 [cited 2017 May 2]. Available from: [http://27.254.37.81/eposite/index.php/th/petroleum/price/oilprice?orders\[publishUp\]=publishUp&issearch=1](http://27.254.37.81/eposite/index.php/th/petroleum/price/oilprice?orders[publishUp]=publishUp&issearch=1). (In Thai)

ประวัติผู้เขียนบทความ



ศิวพร สุขสี อาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สำเร็จการศึกษา วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยขอนแก่น วท.บ. (เทคโนโลยีการผลิต) มหาวิทยาลัยขอนแก่น E-mail: siwaporn.k29@gmail.com
งานวิจัยที่สนใจ : Logistics and Supply Chain Management



ธาริณี มีเจริญ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สำเร็จการศึกษา วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยขอนแก่น E-mail: me.tarinee@gmail.com
งานวิจัยที่สนใจ : Operations research, Optimization, Production and operations

Article History:

Received: November 12, 2018

Revised: March 6, 2019

Accepted: April 11, 2019