การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อสิ่งแวดล้อม

SOLUTION FOR THE GREEN VEHICLE ROUTING PROBLEM

วริสรา ลี้สกุลรักษ์[1] และ ตันติกร พิชญ์พิบุล[2]

[1] นักศึกษาหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะบริหารธุรกิจ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์, E-mail : varissra.lee@gmail.com

[2] อาจารย์ที่ปรึกษา คณะบริหารธุรกิจ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

บทคัดย่อ

ปัจจุบันปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ของภาคการขนส่งมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยลดอัตราการใช้เชื้อเพลิง และลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการขนส่งสินค้า โดยปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะนี้ ถูกแบ่งประเภทของปัญหาเพื่อเปรียบเทียบออกเป็น 2 ส่วนคือ รูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบมีข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการบรรทุก และรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อสิ่งแวดล้อม ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะนี้มีจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดที่จุดเดียวกัน คือ คลังสินค้า ภายใต้ข้อจำกัดความจุของยานพาหนะ โดยใช้วิธีการในการแก้ปัญหาคือ วิธีการหาจุดส่งที่ใกล้เคียงที่สุด และวิธีการหาค่าประหยัด จากการศึกษาพบว่าวิธีการหาค่าประหยัด สามารถจัดเส้นทางยานพาหนะ ที่สามารถช่วยลดอัตราการใช้เชื้อเพลิง ส่งผลทำให้ปริมาณการปล่อย CO_2 ลดลงได้ดีกว่าวิธีการหาจุดส่งที่ใกล้เคียงที่สุด ถึง 26.48% โดยเฉลี่ย

คำสำคัญ: ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ, วิธีการหาจุดส่งที่ใกล้เคียงที่สุด, วิธีการหาค่าประหยัด

ABSTRACT

Current carbon dioxide (CO_2) emission trends are rising in the transportation department. Thus, the objective of this research is reducing fuel consumption rates and reducing CO_2 emissions for transportation. The vehicle routing problem is divided for comparison into the two following parts: The Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) and the Green Vehicle Routing Problem (GVRP). The vehicle routing problem begins and ends at the same place, which is the depot, with limited of the vehicle capacity. The solving method is Nearest Neighbor Algorithm (NN) and the Clarke-Wright Savings Algorithm (CWS). The Clarke-Wright Savings Algorithm can reduce fuel consumption in addition to reducing CO_2 emission better than Nearest Neighbor Algorithm (on average) of 26.48%.

Keywords: Vehicle routing problem, Nearest Neighbor Algorithm, Clarke-Wright Savings algorithm

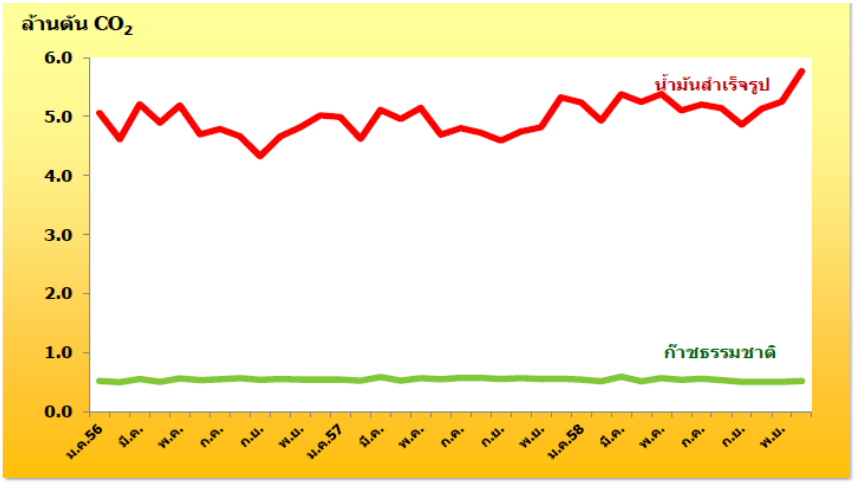
1. บทนำ

ในปัจจุบันประเทศต่างๆ ทั่วโลก ต่างให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่ทำให้แต่ละประเทศต้องเผชิญกับภาวะภัยแล้ง และน้ำท่วม ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ และคลื่นความร้อนที่นับวันจะทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น (วิกานดา วรรณวิเศษ, 2558) ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลกระทบจากปัญหาภาวะโลกร้อน ที่มีสาเหตุจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น แต่มีหนึ่งวิธีที่จะสามารถลดความแปรปรวนของสภาพอากาศที่เกิดขึ้นได้ คือ

การลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เพื่อบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน และลดการเกิดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งในภาคการขนส่งมีส่วนในการปล่อย CO_2 จากมลพิษที่เกิดจากการเผาผลาญพลังงานในการขนส่ง แสดงดังรูปที่ 1

หน่วย : ล้านตัน CO_2

	2555 (2012)	2556 (2013)	2557 (2014)	2558 (2015)	สัดส่วน (%)	การเปลี่ยนแปลง (%)			
						2555	2556	2557	2558
น้ำมันสำเร็จรูป	57.2	58.0	58.6	62.7	91	5.2	1.4	1.0	7.0
ก๊าซธรรมชาติ	5.9	6.5	6.7	6.5	9	20.8	10.2	3.1	-4.1
รวม	63.1	64.5	65.3	69.1	100	6.5	2.2	1.2	5.9



รูป 1 การปล่อย CO_2 ของภาคการขนส่ง

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

จากรูปที่ 1 เมื่อปริมาณการปล่อย CO_2 มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น การกำหนดเป้าหมาย เพื่อลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย จะต้องปรับเปลี่ยนวิธีคิด วิธีปฏิบัติ วิธีให้คุณค่า สู่เศรษฐกิจ และสังคมคาร์บอนต่ำบนพื้นฐานการพัฒนาที่ยั่งยืน (แผนยุทธศาสตร์ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน) พ.ศ.2559-2564) วิธีในการลดการปล่อย CO_2 ของภาคการขนส่ง คือการลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ซึ่งแปรผันตรง กับการลดการปล่อย CO_2

ซึ่งงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษารูปแบบในการจัดการเส้นทางยานพาหนะ ภายใต้ข้อจำกัดของ น้ำหนัก และปริมาตรความจุของรถ เพื่อพัฒนาระบบเส้นทางการขนส่งให้มีประสิทธิภาพ ร่วมกับการลดอัตราการใช้เชื้อเพลิง อันเป็นผลทำให้ปริมาณการปล่อย CO_2 มีปริมาณลดลง ซึ่งเป็นมลพิษทางอากาศ ที่เกิดจากการเผาผลาญพลังงานในการขนส่งสินค้าจากรถบรรทุก ให้ลดลงจึงถือเป็นส่วนช่วยในการรักษาสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืน ของภาคการขนส่ง

ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อสิ่งแวดล้อม (Green Vehicle Routing Problem: GVRP)

ปัญหาการจัดการเส้นทางยานพาหนะจากอดีต ถึงปัจจุบัน มีวิวัฒนาการจากการจัดเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด ต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด มาเป็นปัญหาการจัดการเส้นทางยานพาหนะเพื่อสิ่งแวดล้อม (GVRP)

งานวิจัยที่เกี่ยวกับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีจุดประสงค์ เพื่อลดอัตราการใช้พลังงานเชื้อเพลิง (Kara and Yetis, 2007) ได้พิจารณาต้นทุนจากการขนส่งที่มีผลกระทบจากน้ำหนัก และระยะทาง ที่มีการใช้พลังงานน้อยที่สุด โดยนำเสนอความสัมพันธ์ของการลดการใช้พลังงาน ร่วมกับเงื่อนไขของยานพาหนะในการกำหนดอัตราการใช้พลังงานเชื้อเพลิง (Xiao et al., 2012) ปัจจัยที่ใช้พิจารณาคือ ค่าระยะทาง และค่าน้ำหนัก ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น ที่ขึ้นอยู่กับน้ำหนักในการบรรทุก

Juan R.Jaramillo (2011) ศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งเพื่อสิ่งแวดล้อม (Green Vehicle Routing Problem: GVRP) โดยหาค่าน้ำหนัก ค่าระยะทาง ที่น้อยที่สุด เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิง และการปล่อยก๊าซ CO_2 โดยใช้ Integer Linear Program formulation พบว่า GVRP ให้ค่าผลลัพธ์ที่น้อยที่สุด

Ilker kucukoglu et al. (2013) ศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง เพื่อสิ่งแวดล้อม ภายใต้ข้อจำกัดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงรวมต่ำที่สุด โดยใช้ linear programming ประมวลผลเทียบระหว่าง G-CVRP และ CVRP พบว่าค่าเฉลี่ย G-CVRP ให้ค่าปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิงน้อยกว่า 4.09 %

Ruengsak Kawtummachai,Tsutomu.Shohdohji (2014) ศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อสิ่งแวดล้อม (GVRP) รูปแบบปัญหาคือ บริษัทค้าปลีก แก้ปัญหาโดยใช้ Harmony Search Algorithm เพื่อลดอัตราการใช้พลังงานเชื้อเพลิงรวมทั้งหมด เทียบกับ วิธีการเดิมของบริษัท และ Clarke-Wright Savings Algorithm พบว่า Harmony Search Algorithm ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า Clarke-Wright Savings Algorithm 0.22% และให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีการเดิมของบริษัท 6.7%

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาปัญหา และพัฒนาการจัดการเส้นทางยานพาหนะเพื่อสิ่งแวดล้อม ที่สามารถลดอัตราการใช้เชื้อเพลิง และลดการปล่อย CO_2

3. การดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลของปัญหาต้นแบบมาตรฐาน (Standard Benchmark Problem) โดยใช้ปัญหาต้นแบบมาตรฐานของ Augerat et al.(1995) ชุด B ในแต่ละกลุ่มปัญหาจะมีลักษณะที่ตั้งคลังสินค้า จุดส่ง และปริมาณความต้องการสินค้า ที่แตกต่างกัน ในแต่ละกลุ่มปัญหาแทนด้วยอักษรย่อ ตัวอย่างเช่น ปัญหา B-n41-k6 ตัวอักษร B คือกลุ่มของปัญหา, n คือ จำนวนลูกค้า, k คือ จำนวนยานพาหนะที่สามารถใช้งาน

งานวิจัยนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

(1) การศึกษาปัญหาในรูปแบบ ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ แบบมีข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการบรรทุก (CVRP) โดยมีสมการเป้าหมายเพื่อ ลดระยะทางในการขนส่งรวม

(2) การศึกษาปัญหาในรูปแบบ ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อสิ่งแวดล้อม (GVRP) โดยมีสมการเป้าหมายเพื่อ ลดค่าน้ำหนัก และระยะทาง (Weight Distance) โดยรวมให้ต่ำที่สุด ซึ่งงานวิจัยนี้ ค่าน้ำหนักที่ใช้คำนวณ คือ น้ำหนักรถรวมกับ น้ำหนักสินค้า

โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาทั้งหมด 2 วิธี คือ วิธีการหาจุดส่งที่ใกล้เคียงที่สุด (Nearest Neighbor Algorithm: NN) และวิธีการหาค่าประหยัด (Clarke-Wright Savings Algorithm: CWS)

1. การจัดเส้นทางโดย วิธีการหาจุดส่งที่ใกล้ที่สุด (NN)

(1) คลังสินค้าเป็นจุดเริ่มต้น จากนั้นหาจุดส่งสินค้ารายต่อไปที่แสดงค่าระยะทางที่ใกล้ที่สุด

(2) ค้นหาจุดส่งรายต่อไปที่แสดงค่าระยะทางที่ใกล้ที่สุดโดยพิจารณาค่าระยะทาง และต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขความสามารถในการบรรทุก ของยานพาหนะที่ใช้ขนส่ง ถ้ามีข้อจำกัดใดเกินความสามารถจะต้องหาจุดส่งอื่นที่ใกล้รองลงมา ถ้าเส้นทางอื่นที่ถูกเลือกทุกเส้นทางเกินความสามารถในการบรรทุกอีก จึงเลือกยานพาหนะขนส่งคันต่อไป

2. การจัดเส้นทางโดย วิธีการหาค่าประหยัด (CWS)

จากรูปที่ 3 แสดงการทำงาน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) หาค่าประหยัด จากสมการที่ 1

$$S_{i,j} = C_{i,0} + C_{0,j} - C_{i,j} \quad \ldots (1)$$

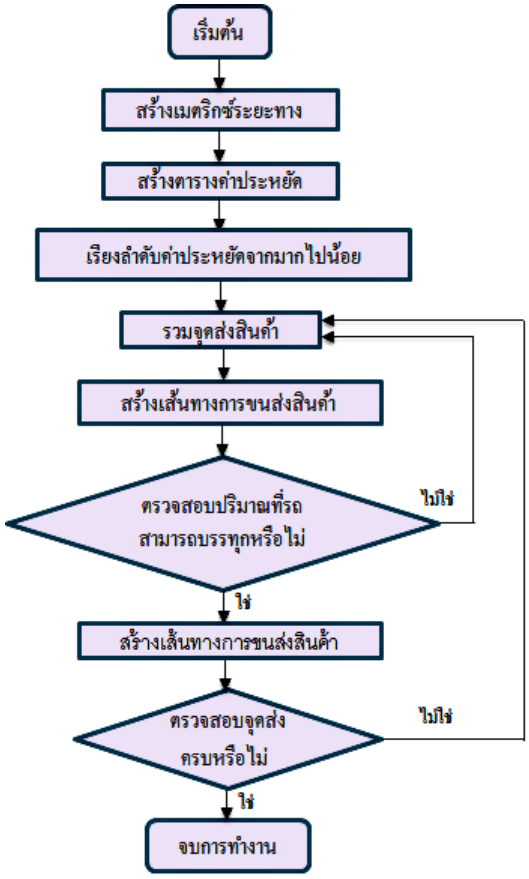
โดย $S_{i,j}$ คือ ค่าประหยัด จากจุด i ไปยังจุดส่ง j

$C_{i,0}$ คือ ค่าระยะทาง จากจุด i ไปยังคลังสินค้า 0

$C_{0,j}$ คือ ค่าระยะทาง จากคลังสินค้า 0 ไปยังจุด j

(2) เรียงลำดับค่า S_{ij} จากค่าประหยัดมากไปหาน้อย

(3) สร้างเส้นทางของยานพาหนะที่ใช้ขนส่ง โดยการเชื่อมจุดส่ง i และ j ที่แสดงค่าประหยัด (S_{ij}) มากที่สุดภายใต้ เงื่อนไขความสามารถในการบรรทุก ของยานพาหนะที่ใช้ขนส่ง



รูป 3 ขั้นตอนการทำงานของวิธีการหาค่าประหยัด

การคำนวณหาอัตราการใช้น้ำมัน (Fuel Consumption)

กำลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ตามทฤษฎี P_{ij} ในหน่วยจูล (J) เนื่องจากค่ากำลังงานในการเคลื่อนที่จากจุดส่ง i ไปยังจุดส่ง j (Tânia et al., 2012)

$$P_{ij} = (u + g\sin\theta + g\,C_r\cos\theta)\ (cw + \mu_{ij})\ d_{ij} + 0.5C_d O\rho v^2{}_{ij} d_{ij} \quad \ldots (2)$$

ค่าพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในการขับเคลื่อน E_{ij} ในหน่วยกิโลจูล (kJ) เนื่องจากค่าพลังงานงานที่เกิดขึ้นในการเคลื่อนที่จากจุดส่ง i ไปยังจุดส่ง j

$$E_{ij} = R\,B\,N\,(d_{ij}/v_{ij}) + (P_{ij}/\varepsilon + P_a)/\eta/1{,}000 \quad \ldots (3)$$

อัตราการใช้ปริมาณพลังงานเชื้อเพลิง F_{ij} ในหน่วย ลิตร (litre) ในระยะทางการขนส่งจาก จุดส่ง i ไปยังสุดส่ง j ค่าคงที่ 43.2 kJ/g คือค่าความร้อนต่ำ ของน้ำมันดีเซล (Barth et al., 2004)

$$F_{ij} = E_{ij}/(43.2\,fd) \quad \ldots (4)$$

ความหมายค่าตัวแปรที่ใช้ ดังนี้

u ค่าความเร่ง (m/s²), g ค่าคงที่แรงโน้มถ่วง (m/s²), θ ระดับความโค้งของถนน (degrees) , C_r ค่าสัมประสิทธิ์ ความต้านทานการหมุน ,cw ค่าน้ำหนักรถ (kg) , d_{ij} ค่าระยะทางระหว่าง i และ j (m) , C_d ค่าสัมประสิทธิ์ แรงต้านอากาศ , O ผิวหน้าผิวด้านหน้าของรถยนต์ (m²) , ρ ค่าความหนาแน่นอากาศ (kg/m³) ,v_{ij} ค่าความเร็วในการเข้าโค้ง ระหว่าง i และ j (m/s) , R ตัวคูนอันเนื่องมาจากแรงเสียดทานของเครื่องยนต์ (KJ/rev/litre) , B ค่าความจุของเครื่องยนต์ (litre) , N ค่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rev/s), ε ประสิทธิภาพของระบบส่งกำลัง, P_a ค่าพลังงานที่สูญเสียไปเนื่องจากระบบต่างๆ ของเครื่องยนต์ อาทิ เช่น แอร์ (KJ) , η ค่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์, fd ค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิง (g/l), μ_{ij} ค่าน้ำหนักสินค่าที่บรรทุกระหว่าง i และ j (kg)

การคำนวณหาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Emissions of CO_2)

หน่วยวัดอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 ลิตรของ น้ำมันดีเซล มีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 2.6676 kg of CO_2 (Defra, 2011)

$$\text{Emissions of } CO_2 = F \times 2.6676 \quad \ldots (5)$$

F อัตราการใช้ปริมาณพลังงานเชื้อเพลิง ในหน่วย ลิตร (litre)

4. ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง ปัญหาต้นแบบมาตรฐาน (Standard Benchmark Problem) ชุด B แต่ละกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะกระจุกตำแหน่งของจุดส่งสินค้า และปริมาณความต้องการสินค้าที่มีปริมาณใกล้เคียงกันโดยเฉลี่ยในแต่ละจุดส่ง จากการศึกษาพบว่า วิธีการหาค่าประหยัด (CWS) ให้ผลลัพธ์ค่าน้ำหนัก และระยะทาง (Weight Distance) ต่ำกว่าวิธีการหาจุดส่งที่ใกล้เคียงที่สุด (NN) ซึ่งสามารถช่วยลดอัตราการใช้เชื้อเพลิง และช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แสดงดังตารางที่ 1 และ 2

เมื่อพิจารณาตัวแปร ที่ส่งผลต่อค่าน้ำหนัก และระยะทาง (Weight Distance) และอัตราการใช้เชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับน้ำหนักของค่าตัวแปรนั้น อาทิเช่น B-n31-k5, B-n31-k5 และ B-n31-k5 ซึ่งมีจำนวนยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งเท่ากัน แต่จำนวนจุดส่งสินค้าเพิ่มขึ้น เท่ากับมีปริมาณความต้องการสินค้าที่เพิ่มมากขึ้น การประมวลผลการจัดเส้นทางของทั้ง 2 วิธีการ พบว่าการอัตราการใช้เชื้อเพลิง การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจุดส่งสินค้าเพิ่มขึ้น เป็นต้น

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ลำดับ	ปัญหา	ระยะทาง (กิโลเมตร) : CVRP		น้ำหนัก ระยะทาง (กิโลกรัม·กิโลเมตร) : GVRP	
		NN	CWS	NN	CWS
1	B-n31-k5	955.06	681.16	122,649.80	97,260.33
2	B-n34-k5	901.62	794.33	127,108.70	113,083.45
3	B-n35-k5	1,223.55	978.33	163,818.16	143,426.85
4	B-n38-k6	1,269.70	832.09	162,996.07	118,691.16
5	B-n39-k5	1,060.15	566.71	131,650.54	81,992.28
6	B-n41-k6	1,088.38	898.09	154,421.82	131,547.12
7	B-n43-k6	970.99	781.96	129,060.41	114,198.10
8	B-n44-k7	1,188.95	937.74	160,096.40	137,549.97
9	B-n45-k5	1,129.52	757.16	146,329.27	115,311.13
10	B-n45-k6	1,083.34	727.84	141,525.62	105,806.78

ตาราง 2 อัตราการใช้เชื้อเพลิง และอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ลำดับ	ปัญหา	อัตราการใช้เชื้อเพลิง (ลิตร)			อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์)		
		NN	CWS	ค่าผลต่าง (%)	NN	CWS	ค่าผลต่าง (%)
1	B-n31-k5	215.70	153.99	-28.61	575.41	410.78	-28.61
2	B-n34-k5	203.80	179.56	-11.89	543.66	479.01	-11.89
3	B-n35-k5	276.44	221.22	-19.97	737.44	590.13	-19.97
4	B-n38-k6	286.76	188.10	-34.40	764.98	501.79	-34.40
5	B-n39-k5	239.37	128.13	-46.47	638.55	341.80	-46.47
6	B-n41-k6	246.03	203.08	-17.45	656.32	541.73	-17.45
7	B-n43-k6	219.36	176.81	-19.39	585.18	471.67	-19.39
8	B-n44-k7	268.64	212.04	-21.06	716.62	565.65	-21.06
9	B-n45-k5	255.12	171.27	-32.86	680.58	456.90	-32.86
10	B-n45-k6	244.71	164.56	-32.75	652.79	439.00	-32.75
	ค่าเฉลี่ย			-26.48			

5. การอภิปรายผล

งานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อสิ่งแวดล้อม โดยมีข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการบรรทุก (İlker Küçükoğlu et al., 2014) เพื่อให้เกิดปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่น้อยที่สุด พิจารณาข้อจำกัด ค่าน้ำหนัก และค่าระยะทาง เปรียบเทียบพบว่า ค่าเฉลี่ยค่าระยะทาง CVRP 353.81 กิโลเมตร G-CVRP 378.13 กิโลเมตร และค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิง CVRP 26.79 ลิตร G-CVRP 25.61 ลิตร ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยเรื่องนี้คือ เมื่อศึกษาการจัดเส้นทางเพื่อสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณารูปแบบการจัดเส้นทางเพื่อสิ่งแวดล้อมสามารถช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิง

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่าวิธีการหาค่าประหยัด (CWS) สามารถจัดเส้นทางยานพาหนะ ที่ช่วยลดอัตราการใช้เชื้อเพลิง ส่งผลทำให้ปริมาณการปล่อย CO_2 ลดลงถึง 26.48% โดยเฉลี่ยของทุกกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเทียบกับวิธีการหาจุดส่งที่ใกล้เคียงที่สุด (NN) จึงถือเป็นวิธีการที่มีส่วนช่วยในการรักษาสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืน ของภาคการขนส่ง หากพิจารณามุมมองการลดอัตราการใช้เชื้อเพลิง ด้านเศรษฐศาสตร์ สามารถช่วยองค์กร หรือหน่วยงาน ลดต้นทุนการขนส่ง และด้านสิ่งแวดล้อมสามารถช่วยลดมลภาวะ (ปริมาณการปล่อย CO_2) ทางอากาศลงสืบเนื่องจากปริมาณการปล่อย CO_2 เป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจก ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนที่ตอนนี้เป็นปัญหาทั่วโลกที่กำลังเผชิญอยู่

จากการศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ พบว่าตัวแปรที่ส่งผลต่อค่าน้ำหนัก ค่าระยะทาง อัตราการใช้เชื้อเพลิง และปริมาณการปล่อย CO_2 มีดังนี้ ปริมาณความต้องการสินค้า, ลักษณะตำแหน่งที่ตั้งของจุดส่ง และคลังสินค้า, จำนวนยานพาหนะที่ใช้ขนส่ง และค่าระยะทาง ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของค่าตัวแปรนั้น

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองใช้กับปัญหาต้นแบบมาตรฐานที่มีความหลากหลาย ของตำแหน่งที่ตั้งคลังสินค้าและจุดส่งสินค้า สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาและ สถานการณ์จริง โดยการเลือกค่าตัวแปรให้เหมาะสมกับรูปแบบปัญหาจริง เนื่องจากปริมาณความต้องการสินค้า และน้ำหนักสินค้า ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงอาจจะมีปริมาณที่มากน้อยต่างกันในแต่ละจุดส่ง ในจุดส่งที่มีน้ำหนักมาก การส่งสินค้าจากคลังไปยังจุดส่งจะทำให้เกิดปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่มากกว่าจุดส่งที่มีน้ำหนักน้อยกว่า การพิจารณาการขนส่งต้องเกิดจากค่าน้ำหนักและค่าระยะทางควบคู่กันในการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิง ค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิง ควรที่จะเป็นค่าสัมประสิทธิ์และ ค่าตัวแปรที่เกิดขึ้นจริง ของยานพาหนะนั้นจริงๆ เพื่อให้เกิดค่าผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงค่าความจริงมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์พยากรณ์ และสารสนเทศพลังงาน. (2559). การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการใช้พลังงานปี 2558: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.

สำนักยุทธศาสตร์ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน). (2557). ยุทธศาสตร์องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) พ.ศ.2559-2564. (หน้า 36). สำนักยุทธศาสตร์ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน).

Barth M., Scora G., and Younglove T. (2004). Modal emissions model for heavy-duty diesel vehicles. *Journal of the Transportation Research Board*. (1880), 10-20.

Defra. (2012). Guidelines to Defra/DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting. *A Green Vehicle Routing Problem*. 48(100-114). สืบค้นเมื่อ January 15, 2017, https://www.gov.uk/guidance/measuring-and-reporting-environmental-impacts-guidance-for-businesses

Ilker kucukoglu et al. (2013). A Green Capacitated Vehicle Routing Problem with Fuel Cosumption Optimization Model In *International Journal of Computational Engineering Research*. Vol.03

İlker Küçükoğlu, Seval Ene, Ash Aksoy, Nursel Öztürk. (2014). A memory structure adapted simulated annealing algorithm for a green vehicle routing problem In *ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION SENSING,MONITORING, MODELING AND REMEDIATION*.Turkey: Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering, Uludag University.

Juan R.Jaramillo (2011). *The Green Vehicle Routing Problem*. Department of Business Administration Albany State University.

Ruengsak Kawtummachai,Tsutomu.Shohdohji (2014) . A Hybrid Harmony Search (HHS) Algorithm for a Green Vehicle Routing Problem (GVRP) *In 4th International Conference on Engineering Optimization*. September 8-11, Portugal

Tânia Rodrigues Pereira Ramos, Maria Isabel Gomes, Ana Paula Barbosa-PÓvoa. (2012). Minimizing CO_2 Emissions in a Recyclable Waste Collection System with Multiple Depots In *EUROMA/POMS Joint Conference*, Netherlands: Amsterdam.