

**การสร้างระบบการตัดสินใจของปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง  
สำหรับผลิตภัณฑ์หลายประเภทและกำหนดเวลาการขนส่ง  
Developing Decision Support System of Multi-Product Vehicle  
Routing Problem with Discrete Shipping Time**

อัญชลี สุพิทักษ์<sup>1</sup>, นัฐมา ชุกกลิ่น<sup>2</sup>, ศาริยา จิระทาน<sup>2</sup>

**บทคัดย่อ**

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจด้านการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าของโรงงานกรณีศึกษา เพื่อจัดเส้นทางที่เหมาะสมและใช้ทรัพยากรการขนส่งได้แก่ น้ำมันหรือระยะทางการขนส่งและจำนวนรถน้อยที่สุด ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้อัลกอริทึมของมูลค่าประหยัด (Saving Algorithm) ในการแก้ปัญหาโดยสร้างโปรแกรมด้วย Visual C# เพื่อการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานและใช้ Microsoft Office Access เพื่อจัดเก็บฐานข้อมูล และทำการแก้ไขปรับปรุงโปรแกรมให้เหมาะสมกับสภาพการทำงานจริงของโรงงานกรณีศึกษา การวัดประสิทธิภาพของโปรแกรมดำเนินการโดยเปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมกับข้อมูลการจัดเส้นทางของโรงงานกรณีศึกษาโดยพนักงานจำนวน 34 ตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า การจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมทำให้ระยะทางในการขนส่งลดลงโดยเฉลี่ย ร้อยละ 51.41 และการใช้ความสามารถในการบรรทุกของรถมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยจาก ร้อยละ 63.87 เป็น ร้อยละ 72.91

**คำสำคัญ:** ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ, อัลกอริทึมระยะประหยัด, ประสิทธิภาพการใช้รถ, การจัดเส้นทางขนส่ง

**Abstract**

This study aimed to develop decision support program of vehicle routing problem for case study factory. The program objective was to solve for suitable vehicle routing decisions which minimized transportation resources such as transportation distance and number of vehicles. We applied saving algorithm by using Visual C# to develop user interface part and using Microsoft Office Access to develop database. Developed program was improved to synchronize with real working situations of case study. The program effectiveness was evaluated by comparing the results from applying this program with manual routing decisions of case study for 34 samples. In conclusion, average travelling distance decreased about 51.41% and the average vehicle loading efficiency increased from 63.87% to 72.91%.

<sup>1</sup>อาจารย์ประจำ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

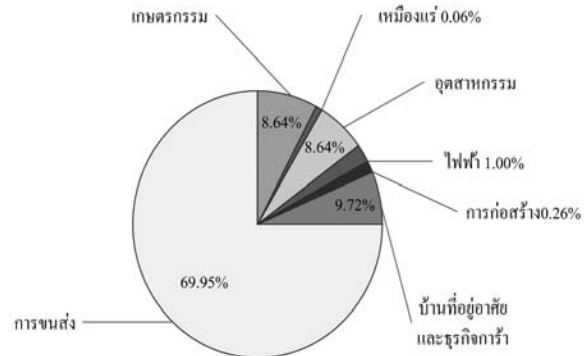
<sup>2</sup>นักศึกษา สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

**Keywords:** Decision support system, saving algorithm, vehicle loading efficiency, vehicle routing problem

## ความนำ

การจัดการโลจิสติกส์มีบทบาทสำคัญในปัจจุบัน เพื่อการแข่งขันทางธุรกิจ โดยเฉพาะในยุคที่ต้นทุนโลจิสติกส์สูงขึ้นเนื่องจากภาวะราคาน้ำมันที่มีราคาสูงเป็นผลให้ต้นทุนสินค้าต่อหน่วยสูงขึ้น นอกจากนี้จากรายงานการใช้น้ำมันสำเร็จรูปในด้านต่าง ๆ ของสำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงานพบว่า การใช้พลังงานในภาคการขนส่งมีสัดส่วนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 69.95 ดังแผนภูมิรูป 1

การจัดเส้นทางขนส่งเป็นกิจกรรมหนึ่งใน 13 กิจกรรมของการจัดการโลจิสติกส์และถือเป็นกิจกรรมหลัก (Ballou, 1999) การจัดเส้นทางขนส่งมีบทบาทสำคัญในระบบการกระจายสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้าที่ตั้งอยู่อย่างกระจัดกระจาย เพื่อตอบสนองความต้องการสินค้าของลูกค้าด้วยต้นทุนที่มีประสิทธิภาพ การทดแทนสินค้าให้ลูกค้าจำนวนมากตามช่วงเวลาต่างๆ ที่ลูกค้าต้องการและข้อจำกัดด้านความสามารถบรรทุกของรถทำให้การจัดเส้นทางขนส่งเป็นปัญหาที่ซับซ้อน การตัดสินใจด้านการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับสถานประกอบการขนาดเล็กที่ทำโดยพนักงานที่มีประสบการณ์ทำให้แนวปฏิบัติที่ได้ไม่ให้ประโยชน์สูงสุด การใช้โปรแกรมเพื่อการจัดการโลจิสติกส์เป็นแนวทางที่ทำให้การตัดสินใจด้านการดำเนินงานมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด แต่เนื่องจากต้นทุนของโปรแกรมหาดังกล่าวมีราคาแพงจึงทำให้สถานประกอบการขนาดเล็กไม่นิยมลงทุน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างและพัฒนาโปรแกรมเพื่อการจัดเส้นทางขนส่งให้กับกรณีศึกษาเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจด้านการจัดเส้นทางขนส่งของสถานประกอบการขนาดเล็ก



รูป 1 แผนภูมิแสดงปริมาณการใช้น้ำมันสำเร็จรูป  
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

Lawler et al. (1986) ได้กล่าวไว้ว่าระบบการกระจายสินค้าเกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรรถเพื่อตอบสนองความต้องการสินค้าของลูกค้า นักวิจัยจึงได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวางสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งที่มีรูปแบบที่แตกต่างกันไปและศึกษาอัลกอริทึมต่างๆ เพื่อการแก้ปัญหาดังกล่าว อัลกอริทึมของการหาระยะประหยัด (Saving Algorithm) เป็นวิธีทางฮิวริสติกส์ที่เสนอเป็นครั้งแรกโดย Clarke และ Wright (1964) คือเป็นการหาระยะทางที่จะประหยัดได้เมื่อรวมการส่งลูกค้าสองตำแหน่งเข้าด้วยกันแทนการส่งสินค้าให้ลูกค้าแต่ละรายแยกกัน ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถหาคำตอบในปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งที่มีจุดขนส่งไม่เกิน 20 จุดได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากให้คำตอบในเวลาที่ยอมรับได้และคำตอบที่ได้ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่อัลกอริทึมดังกล่าวจะให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุดแต่ใช้เวลาในการหาคำตอบน้อยกว่า

ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งได้มีศึกษากันอย่างกว้างขวางในรูปแบบของปัญหาที่แตกต่างกันดังงานวิจัย

ของ Viswatathan (1997) ซึ่งศึกษาปัญหาการกระจายสินค้าหลายชนิดที่คำนึงถึงต้นทุนค่าขนส่งและต้นทุนสินค้าคงคลังร่วมกัน Bertazzi et al. (1997) ศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งและการจัดการสินค้าคงคลังเมื่อมีความถี่การขนส่งไม่ต่อเนื่อง Gaur และ Fisher (2004) ได้ศึกษาปัญหาการทดแทนสินค้าแบบต่อเนื่องหรือเรียกว่า Periodic IRP ในขณะที่ Chan และคณะ (2002) ศึกษาปัญหาการกระจายสินค้าเมื่อต้นทุนมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น และ Bertazzi (2008) ศึกษานโยบายการจัดเส้นทางขนส่งลูกค้าเป็นอิสระแยกกันเมื่อรอบเวลาการขนส่งเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง

ดังนั้นการประยุกต์ Saving Algorithm เพื่อหาคำตอบการตัดสินใจด้านการขนส่งโดยการสร้างและพัฒนาโปรแกรมด้วย Visual C# ในการเชื่อมต่อโปรแกรมกับผู้ใช้และสร้างฐานข้อมูลการขนส่งด้วย Microsoft Access สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็กเพื่อลดต้นทุนค่าโปรแกรมจึงเป็นแนวทางการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างระบบการตัดสินใจในการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับหลายผลิตภัณฑ์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการประยุกต์ใช้โปรแกรมการจัดเส้นทางกับพนักงานของ โรงงานกรณีศึกษา
3. เพื่อเปรียบเทียบผลด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยการเปรียบเทียบระยะทาง

## วิธีการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

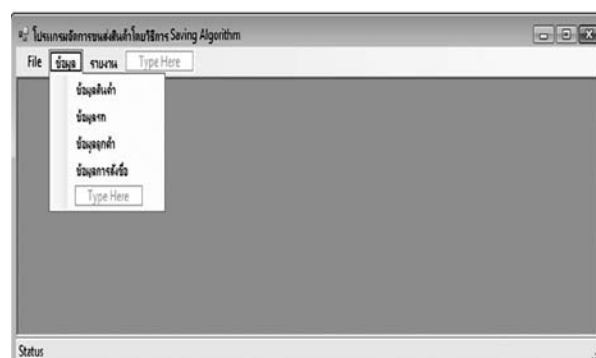
### 1. การศึกษาตัวอย่างและสร้างโปรแกรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางขนส่งของโรงงานกรณีศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการตัดสินใจด้านการขนส่งคือ ปริมาณที่จัดส่งของลูกค้า ตำแหน่งหรือที่อยู่ลูกค้า จำนวน

รถบรรทุก น้ำหนักบรรทุกสูงสุดของรถแต่ละคัน และช่วงเวลาของลูกค้าต้องการให้นำสินค้าเข้า ผู้วิจัยจึงออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนค่าต่างๆได้เหมาะสมในการตัดสินใจแต่ละครั้ง พร้อมทั้งสร้างฐานข้อมูลที่จำเป็นในการตัดสินใจ ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรมมีดังต่อไปนี้

1.1 ส่วนของฐานข้อมูลดังรูป 2 ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้

- (1) ข้อมูลลูกค้า ที่อยู่
- (2) ข้อมูลรถได้แก่รหัสหรือทะเบียนรถ ประเภทรถ พิกัดน้ำหนักบรรทุก สถานะภาพการใช้งานรถ (พร้อมใช้หรือไม่พร้อม)
- (3) ข้อมูลสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ซึ่งประกอบด้วยรหัสสินค้า ความยาวและน้ำหนัก
- (4) ข้อมูลการสั่งซื้อเช่น วันที่ส่ง วันที่ส่งรายละเอียดสินค้าและปริมาณขนส่ง ดังตัวอย่างหน้าการใช้งานของโปรแกรมในรูปที่ 2



รูป 2 ตัวอย่างโปรแกรมการจัดเส้นทางขนส่งที่เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล

1.2 ส่วนของโปรแกรม ส่วนของโปรแกรมประกอบด้วย

- (1) ข้อมูลนำเข้าซึ่งได้จากการใช้ฐานข้อมูลที่สร้างไว้และการเลือกหรือการตัดสินใจของผู้ใช้โปรแกรม
- (2) ตัวแบบการคำนวณการตัดสินใจด้านเส้นทางขนส่งโดยผู้วิจัยประยุกต์ใช้อัลกอริทึม

ระยะประหยัดในการคำนวณ ภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลาการขนส่ง ทรัพยากรรถที่มีอยู่ และน้ำหนักบรรทุกที่จำกัด เพื่อจัดเส้นทางขนส่งผลิตภัณฑ์หลายผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าที่อยู่อย่างกระจัดกระจายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การประยุกต์ใช้วิธี Saving อัลกอริทึมในการหาคำตอบประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

**ขั้นที่ 1** หาคำตอบเริ่มต้น (Initial Solution) คือการส่ง สินค้าของลูกค้าที่แยกกันหรือเรียกว่าการส่งอย่างอิสระ (Independent routing) โดยการหาระยะทางไปกลับของลูกค้าแต่ละราย กล่าวคือเป็นการกำหนดให้เส้นทางหนึ่งเส้นทางมีลูกค้าเพียงจำนวน 1 รายเท่านั้น ดังนั้น เราจะได้จำนวนเส้นทางเท่ากับจำนวนลูกค้าทั้งหมด สำหรับระยะทางระหว่างตำแหน่งต่างๆที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้จากการสืบค้นใน Google map

**ขั้นที่ 2** คำนวณค่าประหยัด (Saving) ซึ่งเขียนแทนด้วย  $S_{ij}$  ระหว่าง ลูกค้า  $i$  และลูกค้า  $j$  ดังสมการ (1)

$$S_{ij} = C_{Di} + C_{jD} - C_{ij} \quad (1)$$

โดยที่  $C_{ij}$  เป็นค่าใช้จ่าย เวลา หรือ ระยะทางระหว่างลูกค้า  $i$  และลูกค้า  $j$  ในตัวอย่างสมการข้างต้นนี้  $D$  แทนศูนย์กระจายสินค้าหรือโรงงาน (Depot) ดังนั้น  $C_{Di}$  คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการขนส่งระหว่าง Depot ไปยังลูกค้า  $i$

**ขั้นที่ 3** จัดลำดับค่าประหยัด ( $S_{ij}$ ) จากค่ามากไปค่าน้อย กรณีที่ค่าระยะประหยัดมีเครื่องหมายเป็นลบ หมายความว่า การรวมลูกค้า  $i$  และลูกค้า  $j$  ไม่ได้ทำให้ประหยัดระยะทาง ต้นทุน หรือเวลา ดังนั้นให้กำหนดค่าระยะประหยัดของลูกค้า  $i$  และ  $j$  เป็นศูนย์ ( $S_{ij} = 0$ )

**ขั้นที่ 4** เลือกคู่ลูกค้าที่มีค่าระยะประหยัดมากที่สุดแล้วรวมให้เป็นเส้นทางเดียวกัน

**ขั้นที่ 5** ตรวจสอบข้อจำกัดด้านความสามารถในการบรรทุก ถ้าน้ำหนักรวมจากการทำขั้นที่ 4 มากกว่าน้ำหนักที่จำกัดไว้ให้ไปขั้นที่ 6 มิฉะนั้นแล้ว

ให้ไปขั้นที่ 7

**ขั้นที่ 6** พิจารณาคู่ลูกค้าที่มีระยะประหยัดมากที่สุดมารองลงมาแล้วไปทำขั้นที่ 5

**ขั้นที่ 7** รวมลูกค้า  $i$  และลูกค้า  $j$  จะได้เส้นทางใหม่ดังนี้  $D - i - j - D$  คำนวณระยะทางขนส่งของเส้นทางที่ได้

**ขั้นที่ 8** ตรวจสอบว่าพิจารณาคู่ลูกค้าทั้งหมดแล้วหรือไม่ย้อน ถ้าไม่ให้กลับไปทำขั้นที่ 4

**ขั้นที่ 9** หยุดการทำงาน

1.3 ส่วนของการรายงานผลการคำนวณ ซึ่งประกอบด้วยรายงานการจัดเส้นทาง รายงานข้อมูลการสั่งซื้อ รายงานข้อมูลสินค้า รายงานข้อมูลรถและรายงานข้อมูลลูกค้า

## 2. การประยุกต์ใช้โปรแกรมและเปรียบเทียบผล

ผู้วิจัยได้ทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมและนำโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาทดลองใช้กับกรณีศึกษาโดยทำการจัดเส้นทางขนส่งตามการปฏิบัติงานรายวันด้วยตัวอย่างจำนวน 34 วัน จำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 12 ประเภทของโรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นเหล็กเส้นที่มีความยาวและหน้าตัดแตกต่างกันไป และทำการปรับปรุงโปรแกรมเพื่อให้เหมาะสมกับโรงงานกรณีศึกษา

จากการทดลองใช้โปรแกรมการจัดเส้นทางขนส่งกับโรงงานกรณีศึกษา ผู้วิจัยเปรียบเทียบผลดังนี้

1) เปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรม โดยพิจารณาน้ำหนักบรรทุกรวมเทียบกับพิกัดน้ำหนักของรถโดยการหาค่าร้อยละประสิทธิภาพการบรรทุกของรถในแต่ละวันเปรียบเทียบกับระหว่างการจัดเส้นทางโดยใช้โปรแกรมกับโดยพนักงานดังสมการ (2)

$$\%VLE = \frac{TotalLoading}{VehicleCapacity} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ

$\%VLE$

คือร้อยละประสิทธิภาพการบรรทุก (Vehicle Loading Efficiency Percentage)

*Total Loading* คือน้ำหนักบรรทุกรวม  
*Vehicle Capacity* คือ พิกัดน้ำหนักบรรทุกของรถ

2) ผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมโดยพิจารณาจากระยะการเดินทางของรถต่อวันเทียบกับระยะการเดินทางต่อวันเมื่อจัดโดยพนักงานและคำนวณค่าร้อยละส่วนต่างระยะการเดินทางเมื่อจัดด้วยพนักงานเทียบกับโปรแกรมดังสมการ (3)

$$\%TraDisDev = \frac{TraDis_{Manual} - TraDis_{Program}}{TraDis_{Manual}} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ

$\%TraDisDev$  คือ ร้อยละความแตกต่างด้านระยะทางเทียบกับการจัดโดยพนักงาน (Travelling Distance Deviation)

$TraDis_{Manual}$  คือ ระยะทางขนส่งจากการจัดเส้นทางโดยพนักงาน

$TraDis_{Program}$  คือ ระยะทางขนส่งจากการจัดเส้นทางโดยโปรแกรม

### สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการประยุกต์ใช้โปรแกรมด้วยตัวอย่างจากการจัดเส้นทางขนส่งของกรณีศึกษาจำนวน 34 ตัวอย่างระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน 2553 โดยการรายงานผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมประกอบด้วยวันที่ส่ง รหัสรถที่ใช้ ชื่อลูกค้าที่รถไปส่ง รหัสและรายละเอียดสินค้า น้ำหนักบรรทุก และระยะทางที่รถเดินทาง ดังตัวอย่างในรูป 3

| รายงานการจัดเส้นทาง                           |          |          |            |          |            |                  |         |         |  |
|-----------------------------------------------|----------|----------|------------|----------|------------|------------------|---------|---------|--|
| วันที่ 3/21/2011                              |          |          |            |          |            |                  |         |         |  |
| วันที่                                        | รถ       | รถคันที่ | ชื่อลูกค้า | รถคันที่ | ชื่อลูกค้า | รายละเอียดสินค้า | น้ำหนัก | ระยะทาง |  |
| สรุป 8/5/2010                                 |          |          |            |          |            |                  |         |         |  |
| 1                                             | TOYOTA 1 | 106      | Cus13      | 4        | 4016Ns-1   | Ns-1             | 634     | 0       |  |
| น้ำหนักรวม 634.00 กก. ระยะทางรวม 0.00 กม.     |          |          |            |          |            |                  |         |         |  |
| สรุป 8/5/2010                                 |          |          |            |          |            |                  |         |         |  |
| 23                                            | HINO 5   | 101      | Cus02      | 1        | 27506/E&A  | E&A              | 2,032   | 53      |  |
| 23                                            | HINO 5   | 100      | Cus08      | 8        | 3183/519   | 519              | 508     | 9       |  |
| 23                                            | HINO 5   | 114      | Cus05      | 5        | 41415/Ns   | Ns-2             | 2,908   | 0       |  |
| 23                                            | HINO 5   | 107      | Cus09      | 1        | 27506/E&A  | E&A              | 523     | 89      |  |
| น้ำหนักรวม 5,971.00 กก. ระยะทางรวม 131.00 กม. |          |          |            |          |            |                  |         |         |  |

รูป 3 ตัวอย่างการรายงานผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรม

จากการวิจัยได้ผลดังสรุปในตาราง 1 และสามารถอธิบายผลได้ดังต่อไปนี้

1. ระยะทางที่ได้จากการจัดเส้นทางโดยใช้โปรแกรมลดลงโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 51.41 ของระยะทางการขนส่งที่จัดโดยพนักงาน 2) การใช้ประโยชน์ด้านการบรรทุกของรถเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 63.87 เป็นร้อยละ 72.91 กล่าวคือบรรทุกได้เต็มคันมากขึ้น

2. จากผลการคำนวณด้วยโปรแกรมจำนวนรถหรือจำนวนเที่ยวที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าลดลง โดยเฉลี่ยจาก 10 เที่ยวเป็น 6 เที่ยวหรือลดลงร้อยละ 33.49

3. ผลการจัดเส้นทางขนส่งด้วยโปรแกรมทำให้รถขนส่งเดินทางระยะทางสั้นลงและจำนวนเที่ยวลดลงซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการใช้พลังงานน้ำมันในภาคการขนส่งซึ่งผู้วิจัยประมาณว่าค่าพลังงานที่คาดว่าจะลดลงสามารถเทียบเคียงเป็นสัดส่วนเดียวกับค่าร้อยละของระยะที่ลดลง และค่าร้อยละจำนวนเที่ยวการขนส่งที่ลดลง

ตาราง 1

สรุปผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมเปรียบเทียบกับการจัดเส้นทางโดยพนักงาน

|                                           | การจัดเส้นทางโดยพนักงานในปัจจุบัน | การจัดเส้นทางโดยใช้โปรแกรม | ความแตกต่าง (ร้อยละ) |
|-------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------|
| ผลการคำนวณ                                |                                   |                            |                      |
| 1. ระยะทางโดยเฉลี่ยต่อวัน (กม.)           | 1,121                             | 521                        | 51.41                |
| 2. ประสิทธิภาพการบรรทุกโดยเฉลี่ย (ร้อยละ) | 63.87                             | 72.91                      | 9.04                 |
| 3. จำนวนรถโดยเฉลี่ย (คันหรือเที่ยว)       | 10                                | 6                          | 33.49                |

ดังนั้นผลการวิจัยสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ระยะทางในการเดินทางโดยเฉลี่ยต่อวันน้อยกว่าการจัดเส้นทางโดยพนักงาน

2. การใช้ประโยชน์ด้านน้ำหนักบรรทุกมากกว่า กล่าวคือสามารถบรรทุกได้เต็มคันมากขึ้นหรือน้ำหนัก

บรรทุกต่อเที่ยวโดยเฉลี่ยมากขึ้น

3. จำนวนรถที่ใช้น้อยลงหรือจำนวนเที่ยวในการขนส่งลดลง

งานวิจัยนี้ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมการจัดเส้นทางขนส่งให้กับสถานประกอบการขนาดเล็ก แทนการใช้การจัดเส้นทางโดยพนักงานและการใช้ซอฟต์แวร์ที่มีราคาแพงโดยโปรแกรมที่ได้จะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจด้านการจัดเส้นทางขนส่งให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

#### ข้อเสนอแนะ

การจัดทำโปรแกรมการจัดเส้นทางขนส่งนี้สามารถนำไปพัฒนาเพื่อประยุกต์ใช้กับการจัดการการ

ขนส่งในภาคเกษตรกรรม โดยผู้วิจัยมีแนวคิดในการต่อยอดงานวิจัยนี้ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้อัลกอริทึมการแก้ปัญหาอื่น ๆ ในการหาคำตอบของปัญหาหรือการประยุกต์ใช้โปรแกรมในภาคเกษตรกรรมเพื่อลดต้นทุนค่าขนส่งและลดการใช้พลังงานน้ำมันสำเร็จต่อไป

#### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน แผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงานเป็นอย่างสูง

---

### เอกสารอ้างอิง

- Ballou, R. H. (2002). *Bussiness Logistics/ Supply Chain Management* (5th ed.). New York: Pearson Prentice Hall.
- Chan, L. M. A., Muriel, A., Shen, Z.-J. M., Simchi-Levi, D., and Teo., C.-P. (2002). Effective Zero Inventory-Ordering Policies for the Single Warehouse Multiretailer Problem with Pricewise Linear Cost Structures. *Management Science*, 48(11), 1446-1460.
- Bertazzi, L. (2008). Analysis of Direct Shipping Policies in an Inventory-Routing Problem with Discrete Shipping Times. *Management Science*, 54(4), 748-762.
- Gaur, V. & Fisher, M. L. (2004). A Periodic Inventory Routing Problem at a Supermarket Chain. *Operations Research*, 52(6), 813-822.
- Gurbuz, M. C., Moinszadeh, K. & Zhou, Y. P. (2007). Coordinated Replenishment Strategies in Inventory/Distribution Systems. *Management Science*, 53(2), 293-307.
- Teo, C. P. & Shu, J. (2004). Warehouse-Retailer Network Design Problem. *Operations Research*, 52(3), 396-407.
- Viswanathan, S. & Mathur, K. (1997). Integrating Routing and Inventory Decision in One Warehouse Multiretailer Multiproduct Distribution Systems. *Management Science*, 43(3), 294-312.