การจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีเมต้าฮิวริสติกส์: กรณีศึกษา บริษัทผู้ให้บริการขนส่ง

Metaheuristic for Transportation Routing: A Case Study of Transportation Company

ณัตพร ไชยเสนา
อาจารย์ประจำวิชาสาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
โทร. 095-998-9109, E-mail: naarre@rpu.c.th

Nattaporn Chaisena
Lecturer in Logistics Management, Faculty of Business Administration Faculty, Rajapruk University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเทคนิคในการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีการเมต้าฮิวริสติกส์มาใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าให้กับบริษัทกรณีศึกษาและนำมาช่วยในการลดระยะทางในการขนส่งให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด ผู้วิจัยได้มีการออกแบบจำลองและปรับปรุงให้ใกล้เคียงสอดคล้องกับปัญหาจริง โดยนำเทคนิควิธีการเมต้าฮิวริสติกส์ด้วยวิธีการสลับจุดส่งทีละ 3 จุด (3 - OPT)

ผลการวิจัย พบว่า การออกแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าโดยได้นำหลักการเมต้าฮิวริสติกส์ด้วยวิธีการสลับจุด 3 จุด 3 - OPT มาประยุกต์กับโปรแกรมจัดเส้นทางที่เขียนชุดคำสั่งลงบนโปรแกรม Visual Basic for Application (VBA) และทำงานบนโปรแกรม Microsoft Excel และดึงข้อมูลระยะทางด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยการเก็บข้อมูลตัวอย่าง 7 ชุดข้อมูล ระหว่างวันที่ 6 - 12 พฤศจิกายน 2560 ทดลองจัดเส้นทางด้วยวิธี 3 - OPT โดยเลือกรถบรรทุกประเภท 6 ล้อกลาง ผลที่ได้จากการทดลองสามารถลดระยะทางขนส่งรวมจากเดิม 5,005.93 กิโลเมตร เหลือเพียง 4,512.11 กิโลเมตร โดยสามารถลดระยะทางจากเดิมลง 493.82 กิโลเมตร และยังสามารถลดต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงลงได้ 7 วัน 12,389.94 บาท

คำสำคัญ: การจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า วิธีการเมต้าฮิวริสติกส์ วิธีการสลับจุดส่งทีละ 3 จุด (3 - OPT)

Abstract

The research purposes were to manage and reduce transportation routing of Transportation Company using metaheuristic technique. The design model corresponds to the problem by 3 - OPT. The 3 - OPT was applied with routing software in Visual Basic for Application (VBA) and process on Microsoft Excel. The

samples were 7 routes distance from Geographic Information System (GIS) of six-wheel truck between November 6 – 12, 2017. The results were found that;
The vehicle routing reduced the transportation distance from 5,005.93 KM to 4,512.11 KM; the distance reduced for 493.82 KM and reduced the cost of fuel for 12,389.94 Baht in 7 days.

Keywords: transportation routing, metaheuristics, 3 - OPT

บทนำ

การทำธุรกิจในปัจจุบันนี้มีการแข่งขันสูงถือเป็นเรื่องท้าทายสำหรับเจ้าของธุรกิจเป็นอย่างมากจึงจำเป็นจะต้องหาวิธีต่าง ๆ เพื่อทำให้ธุรกิจของตนสามารถอยู่ได้ เป็นที่แน่นอนว่าธุรกิจต่าง ๆ ได้เปรียบทางการแข่งขันได้นั้น จะต้องสามารถบริการลูกค้าได้รวดเร็วกว่าคู่แข่ง ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยอาศัยอยู่ภายใต้ต้นทุนที่เหมาะสมหรือต่ำกว่าคู่แข่ง ทำให้ธุรกิจต่าง ๆ หันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับการจัดการระบบให้ดีโดยการวางแผนการจัดการโลจิสติกส์ให้ดี ดังนั้นในปัจจุบัน โลจิสติกส์จึงมีบทบาทอย่างมากในกระบวนการทำงานในธุรกิจต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นในด้านการบริหารคลังสินค้า การวางแผนระบบการผลิต และด้านการขนส่ง ซึ่งในปัจจุบันจะพบว่าธุรกิจหลากหลายประเภทให้บริการเสริมโดยการขนส่งสินค้าเพื่อให้ลูกค้าเลือกที่จะมาใช้บริการมากยิ่งขึ้น ดังจะเห็นจากสถิติจำนวนใบอนุญาตประกอบการขนส่งและจำนวนผู้ประกอบการขนส่งทั่วประเทศ ข้อมูล ณ วันที่ 30 มิถุนายน 2559 กรมการขนส่งทางบก มีผู้ประกอบการขนส่งมากถึง 422,819 ราย (กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก ปี 2559)

บริษัทกรณีศึกษาที่ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูล เป็นบริษัทผู้ให้บริการขนส่งทางด้านโลจิสติกส์รับขนส่งสินค้าไปยังห้างสรรพสินค้าต่าง ๆ โดยถ้าบริษัทมีแผนการส่งสินค้าให้เกิดความคุ้มค่าในแต่ละเที่ยว และสามารถลดระยะทางในการวิ่งของรถขนสินค้า จะส่งผลให้ต้นทุนการจัดส่งสินค้าลดลง ทำให้บริษัทมีโอกาสในการแข่งขันทางการค้ามากยิ่งขึ้น สำหรับปัญหาของบริษัทกรณีศึกษานี้ พบว่าขั้นตอนในการส่งสินค้าให้ลูกค้าแต่ละรายนั้นยังไม่ได้นำหลักการวิชาการมาใช้ในการจัดสรรเส้นทางการเดินรถให้คุ้มค่า อาศัยเพียงความคุ้นเคยของพนักงานที่จัดเส้นทางการเดินรถเพียงอย่างเดียว โดยไม่ได้คำนึงถึงระยะทางและจำนวนสินค้าในแต่ละเที่ยว ใช้หลักการสถานที่ใกล้ไปส่งด้วยกัน โดยไม่พิจารณาหลักเกณฑ์อื่น อาศัยเพียงความชำนาญของพนักงานขับรถเท่านั้น ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการใช้ทรัพยากรในแต่ละเที่ยวบรรทุกอย่างไม่คุ้มค่า

ดังนั้นจึงเป็นที่มาของงานวิจัยในการประยุกต์ใช้วิธีการเมต้าฮิวริสติกส์ ด้วยวิธี 3 OPT ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีหนึ่งของวิธีการเมต้าฮิวริสติกส์ สำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถของบริษัทกรณีศึกษา ที่จะส่งสินค้าให้ลูกค้าแต่ละราย โดยมุ่งเน้นที่จะลดระยะทางการขนส่งให้มีระยะทาง

โดยรวมสั้นที่สุด และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับสภาพปัจจุบันเพื่อหาคำตอบ ตลอดจนสามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อนำเทคนิคในการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีการเมต้าฮิวริสติกส์มาใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าให้กับบริษัทกรณีศึกษา

2. เพื่อนำเทคนิคในการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีการเมต้าฮิวริสติกส์มาช่วยในการลดระยะทางในการขนส่งให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด

แนวคิดและทฤษฎี ที่ได้นำมาใช้อ้างอิง ความหมายของการขนส่ง รูปแบบของการขนส่งสินค้า ลักษณะของการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก การจัดเส้นทางการเดินรถ (Vehicle Routing) ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถ เทคนิคการหาคำตอบ ระบบสานสนเทศทางภูมิศาสตร์ Visual Basic

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้นำมาศึกษาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย งานวิจัยของ ปาลีรัฐ บุญก่อน (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้าตามจุดต่าง ๆ เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจผู้ใช้ระบบ โดยมีศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียวและมีรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถแบบมีข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการบรรทุกโดยพิจารณาเรื่องน้ำหนักและปริมาตรสินค้าให้อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่จำกัดเรื่องความสามารถในการบรรทุกโดยพิจารณาเรื่องน้ำหนักและปริมาตรสินค้าให้อยู่ภายใต้เงื่อนไขของความจุรถโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด วิธีที่ใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าของงานวิจัยนี้ คือ วิธีฮิวริสติกส์แบบ Saving Algorithm ของ Clarke and Wright โดยใช้วิธี 2 – OPT ปรับปรุงเส้นทางและมีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมด้วยโดยจัดทำโปรแกรมลงบน Visual Basic for Application (VBA) ใน Microsoft Excel ผลลัพธ์ที่แสดงออกมาสามารถระบุตำแหน่งจุดส่งสินค้า ปริมาตรและน้ำหนักสินค้าที่รถบรรทุกแต่ละคันบรรทุกไปซึ่งผลลัพธ์ที่ได้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพอรรถประโยชน์การใช้รถมากขึ้นภายในระยะเวลาสั้นลงและสามารถลดเวลาที่ใช้ในการจัดรถได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลตัวอย่าง อรประไพ จารุพัฒน์ และ ปวีณา เชาวลิตวงศ์ (2556) ได้ศึกษาฮิวริสติกส์สำหรับการจัดเส้นทางลำดับการส่งสินค้าของรถแต่ละคันจากจุดปล่อยรถแห่งเดียวหรือหลายแห่ง เพื่อให้ลูกค้าทุกรายได้รับสินค้าโดยปัญหาการจัดเส้นทางมีหลากหลายแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์และข้อจำกัด สำหรับการจัดเส้นทางเดินรถตามลักษณะการเดินทางจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ 1. เส้นทางเดินแบบปิด คือ รถแต่ละคันต้องออกและกลับมาสู่จุดปลายรถเดิม 2. เส้นทางเดินแบบเปิด คือ รถขนส่งไม่ต้องย้อนกลับมายังจุดปล่อยรถหลังจากส่งสินค้าให้กับลูกค้ารายสุดท้าย โดยได้นำวิธีฮิวริสติกส์มาใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่ง คือ การจัดแบบแทรกงาน (Insertion Heuristic) ซึ่งการหาคำตอบของวิธีนี้ในแต่ละรอบจะทำการค้นหาว่า งานขนส่งที่รอการ

จัดลงเส้นทางในแต่ละจุดรับ-ส่งสามารถแทรกลงในเส้นทางที่จัดค้างอยู่ได้ตำแหน่งใดบ้าง โดยพยายามแทรกบนเส้นทางที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด และต้องคำนึงถึงข้อจากัดหลักของความจุรถและเวลาในการส่งมอบ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

บริษัทกรณีศึกษาที่มีที่ตั้งอยู่บริเวณถนน บรมราชชนนี ตำบลบางเตย อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ใช้กรณีศึกษาเพียงบริษัทเดียวเท่านั้น เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษานี้ เป็นผู้ให้บริการขนส่งและกระจายสินค้าให้กับ ผู้ประกอบการอุตสาหกรรม ห้าง ร้าน ในเขตกรุงเทพมหานคร ปริมณฑล และต่างจังหวัด ปัจจุบันมีลูกค้าใช้บริการไม่น้อยกว่า 2,000 ราย และเป็นบริษัทที่ให้บริการด้านโลจิสติกส์แบบครบวงจร

3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการทำงานวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

1. ศึกษาขั้นตอนการทำงานของบริษัทกรณีศึกษา โดยเน้นศึกษาในส่วนการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าพร้อมทั้งศึกษาแนวทางการพัฒนา
2. กำหนดปัญหาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย
3. ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าเพื่อนำมารวบรวมและใช้เป็นเอกสารประกอบการวิเคราะห์
4. วิเคราะห์ข้อมูลและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องใช้ในการพัฒนาสามารถแบ่งออกเป็นแต่ละประเภท ดังนี้

- ข้อมูลรถที่ใช้ในการขนส่งสินค้า เช่น ประเภทของรถ น้ำหนักที่รถแต่ละประเภทสามารถบรรทุกได้ ปริมาตรที่รถแต่ละประเภทสามารถบรรจุได้และจำนวนรถบรรทุกแต่ละประเภท
- ระยะเวลาที่พนักงานใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า
- ข้อมูลเรื่องตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้าแต่ละราย
- ขนาดและน้ำหนักของสินค้า
- ระยะทางจากคลังสินค้าไปยังลูกค้าแต่ละราย

5. ออกแบบฐานข้อมูลและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณทางโปรแกรม
6. ทำการทดลองการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าด้วยโปรแกรม
7. สรุปผลการวิจัย

4. แบบจำลองโปรแกรมการจัดเส้นทางเดินรถขนส่ง

การวิจัยเรื่อง การจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธีเมต้าฮิวริสติกส์ กรณีศึกษา บริษัทผู้ให้บริการขนส่งทางด้านโลจิสติกส์ ผู้วิจัยได้มีการปรับปรุงให้ใกล้เคียงและสอดคล้องกับปัญหาจริงให้มากขึ้นโดยมีการออกแบบจำลองดังนี้

4.1 การออกแบบการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า

งานวิจัยการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าได้มีการออกแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถดังนี้

4.1.1 การสร้างเมตริกซ์ระยะทาง

งานวิจัยการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งนี้มีการจัดเรียงข้อมูลระยะทางในรูปแบบของเมตริกซ์ซึ่งจากงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการจัดเส้นทางเดินรถนั้นมีการเลือกใช้เมตริกซ์ระยะทาง 2 แบบด้วยกัน คือ เมตริกซ์แบบครึ่งชุด (Half - Matrix) และเมตริกซ์แบบเต็มชุด (Full - Matrix) โดยเมตริกซ์ทั้ง 2 แบบนั้นมีความแตกต่างกันที่แบบครึ่งชุดนั้นระยะทางจะมีเพียงครึ่งเมตริกซ์นั้นหมายถึง ระยะทางการวิ่ง ไป – กลับ นั้นมีระยะทางเท่ากัน รูปแบบเมตริกซ์แบบนี้จะง่ายต่อการคำนวณเนื่องจากสามารถลดจำนวนครั้งในการคิดคำนวณหาค่าประหยัดไปได้ถึงครั้งหนึ่ง ส่วนเมตริกซ์ระยะทางแบบเต็มชุดนั้นมีระยะทางในการวิ่ง ไป – กลับ ที่ไม่เท่ากันจึงมีการจัดเรียงข้อมูลเต็มเมตริกซ์ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้การจัดเรียงข้อมูลระยะทางเมตริกซ์แบบเต็มชุดเพื่อให้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากขึ้น เนื่องจากรถขนส่งในสถานการณ์จริงนั้นระยะทางการวิ่งรถ ไป – กลับ มีความเป็นไปได้ที่ระยะทางไม่เท่ากัน ซึ่งในเมตริกซ์ระยะทางนี้เป็นข้อมูลของระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้ารายต่าง ๆ และระยะทางระหว่างลูกค้าในแต่ละราย หรือระยะทางจากจุด i ไป j โดยมีการกำหนดให้ระยะทางที่จุด i ไป j ที่เป็นตำแหน่งเดียวกันนั้นมีค่าเท่ากับ 0 ดังตารางเมตริกซ์ระยะทาง

ตารางที่ 1 ตัวอย่างเมตริกซ์ระยะทาง

	D001	Cus001	Cus002	Cus003	Cus004	Cus005	Cus006	Cus007	Cus008	Cus009	Cus010
D001	0.00	24.41	42.93	13.81	26.92	28.07	52.29	22.44	24.08	46.13	19.01
Cus001	27.70	0.00	20.09	30.29	20.58	2.40	26.87	29.73	18.24	38.12	9.64
Cus002	42.85	20.42	0.00	45.43	32.38	20.17	14.28	44.87	35.31	51.47	23.47
Cus003	12.74	25.21	44.58	0.00	29.09	31.52	53.08	11.62	13.58	35.36	21.92
Cus004	26.53	19.19	30.42	29.47	0.00	17.37	44.78	33.16	27.11	48.67	17.92
Cus005	27.74	2.61	19.51	31.87	18.83	0.00	24.83	31.31	20.02	36.36	7.89
Cus006	51.20	26.61	17.00	53.79	43.64	24.23	0.00	45.10	35.40	57.53	39.51
Cus007	24.67	22.84	40.59	12.66	35.99	25.73	46.13	0.00	8.21	20.57	24.24
Cus008	23.28	15.82	33.33	13.96	30.05	19.02	42.54	8.60	0.00	28.64	13.47
Cus009	44.25	32.06	49.82	25.04	48.57	34.96	55.06	18.02	23.52	0.00	34.35
Cus010	18.39	8.24	23.20	21.16	19.33	10.14	39.73	20.60	14.55	36.70	0.00

โดยระยะทางที่บรรจุลงในตารางเมตริกซ์นี้ได้จากการประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โดยการดึงข้อมูลระยะทางจาก Google Map มาจัดเก็บไว้ในโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์

4.1.2 การประยุกต์ใช้วิธี 3 - OPT ในการปรับปรุงเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า

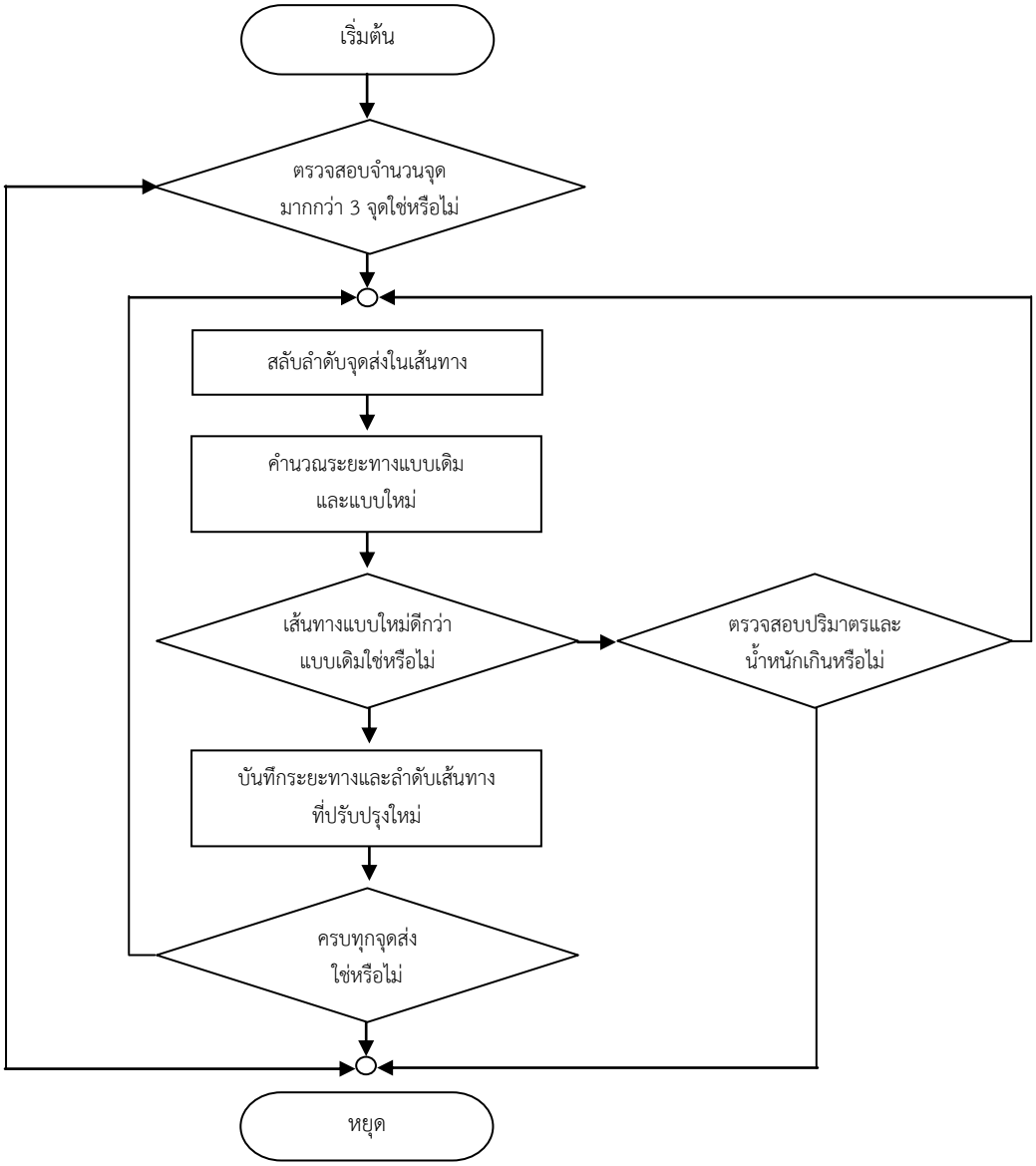
การปรับปรุงเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า คือการนำเส้นทางจากเดิมของบริษัทที่จัดโดยพนักงานขับรถมาทำการปรับเปลี่ยนปรับปรุงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ลดระยะทางในการขนส่งน้อยลงจากวิธีการเดิม การปรับปรุงเส้นทางนั้นถูกนำมาใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถอย่างแพร่หลายโดยการประยุกต์เทคนิคฮิวริสติกส์ต่าง ๆ มาใช้ ในงานวิจัยนี้มีการปรับปรุงเส้นทางโดยใช้วิธี 3 – OPT หรือวิธีการสลับจุดส่งทีละ 3 จุด โดยวิธีการนี้จะเป็นวิธีการสลับลำดับจุดส่งเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับวิธีปัจจุบันของบริษัทที่ใช้อยู่ และนำข้อมูลที่ได้จากมาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบผ่านโปรแกรม Visual Basic for Application (VBA) ใน Microsoft Excel และดึงข้อมูลระยะทางด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ซึ่งมีขั้นตอนในการปรับปรุงดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างเส้นทางเริ่มต้นก่อนโดยเลือกทุกจุดที่เป็นไปได้

ขั้นตอนที่ 2 ปรับปรุงเส้นทางโดยการสลับตำแหน่งจุดส่งใหม่โดยใช้วิธี 3 – OPT โดยลบเส้นทางที่มีอยู่ 3 เส้นทาง จากนั้นแทนที่เส้นทางใหม่แทนเส้นทางเดิม ที่ทำให้เส้นทางผ่านทุกจุดส่ง หลังจากนั้นตรวจสอบเส้นทางใหม่ที่ปรับปรุงว่ามีค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ต่ำกว่าเส้นทางเดิมหรือไม่ ถ้าเส้นทางที่ได้ใหม่มีค่าต่ำกว่าเส้นทางทางเดิม แสดงว่าเส้นทางใหม่ที่ได้เป็นคำตอบที่ดีกว่า

ขั้นตอนที่ 3 หลังจากทำการสลับลำดับจุดส่งเรียบร้อยแล้วและไม่ขัดแย้งกับต่อเงื่อนไขหรือข้อกำหนดในการขนส่งแล้วนั้นจะทำการตรวจสอบระยะทางที่ได้จากการปรับปรุงเพื่อเปรียบเทียบกับระยะทางที่ได้ก่อนปรับปรุง หากผลที่ได้จากการปรับปรุงนั้นได้ค่าระยะทางที่ดีกว่าการจัดเส้นทางในขั้นตอนแรก เส้นทางที่ได้จากการปรับปรุงจะถูกบันทึกไว้

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อได้เส้นทางที่เกิดจากการสลับลำดับจุดส่งและได้ค่าที่ประหยัดดีขึ้นแล้ว ทำการสลับลำดับจุดส่งเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ เพื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางที่ถูกบันทึกไว้หากเจอลำดับจุดส่งที่ให้ค่าประหยัดกว่าเส้นทางที่ถูกบันทึกไว้ก่อนหน้าให้บันทึกเส้นทางใหม่และทำซ้ำจนกระทั่งเกิดการสลับครบทุกจุด ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภูมิการจัดเส้นทางการเดินรถด้วยวิธี 3 - OPT

4.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยมีรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถแบบ VRP จึงสามารถเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ดังต่อไปนี้

กำหนดให้ค่าคงที่

N = จำนวนจุดส่ง

K = จำนวนรถบรรทุก

S_{ij} = ระยะทางการเดินทางจากจุดส่ง i ไปยังจุดส่ง j

W_j = น้ำหนักสินค้าที่ขนส่งไปยังจุดส่ง j

V_j = ปริมาตรสินค้าที่ขนส่งไปยังจุดส่ง j

W_k = น้ำหนักของสินค้าที่รถบรรทุก k สามารถบรรทุกได้

V_k = ปริมาตรของสินค้าที่รถบรรทุก k สามารถบรรทุกได้

ตัวแปรการตัดสินใจ

X_{ijk} = 1 เมื่อเดินทางจากจุดส่ง i ไปยังจุดส่ง j โดยรถบรรทุก k หากเป็นกรณีอื่นเท่ากับ 0

U_i = ตัวแปรสำหรับป้องกันการเกิดรอบการขนส่งย่อย (Sub tour) ที่อาจเกิดขึ้นในคำตอบ

หาค่าต่ำสุด

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}\sum^{K} s_{ij}\,x_{ijk} \qquad (4.1)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\sum_{\substack{i=1\\ i\neq j}}^{N}\sum_{k=1}^{K} x_{ijk=1} \quad ; j = 2,.....,N \qquad (4.2)$$

$$\sum_{\substack{i=1\\ i\neq j}}^{N}\sum_{k=1}^{K} x_{ijk=1} \quad ; i = 2,.....,N \qquad (4.3)$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_{ihk} - \sum_{j=1}^{N} x_{hjk} = 0 \quad ; h = 1,.....,N, k = 1,.....,k \qquad (4.4)$$

$$\sum_{j=2}^{N}\sum_{\substack{i=1\\ i\neq j}}^{N} w_k\,x_{ijk} \le w_k \quad ; k = 1,.....k \qquad (4.5)$$

$$\sum_{j=2}^{N}\sum_{\substack{i=1\\ i\neq j}}^{N} v_k\,x_{ijk} \le v_k \quad ; k = 1,.....k \qquad (4.6)$$

$$(N-3)\,x_{jik} + (N-1)\,x_{jik} + U_i \le U_j + (N-2); i = 2,....,N; j = 2,...,N; k = 1,...,k \qquad (4.7)$$

$$x_{ijk} \in (0,1); i = 1,....,N; j = 1,...,N; k = 1,...,k \qquad (4.8)$$

ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์

หาค่าระยะทางในการขนส่งที่น้อยที่สุด

ภายใต้เงื่อนไข

สมการที่ (4.2) กำหนดให้การวิ่งเข้าจุดส่งสินค้าในแต่ละจุดอนุญาตให้รถวิ่งเข้าเพียง 1 คันเท่านั้น

สมการที่ (4.3) กำหนดให้การวิ่งออกจุดส่งสินค้าในแต่ละจุดอนุญาตให้รถออกเพียง 1 คันเท่านั้น

สมการที่ (4.4) กำหนดให้แต่ละจุดส่งสินค้าเมื่อมีรถบรรทุกวิ่งเข้าแล้วต้องมีการวิ่งออกจากจุดส่งนั้น ๆ ด้วย

สมการที่ (4.5) กำหนดให้การบรรทุกสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคันมีน้ำหนักรวมไม่เกินน้ำหนักที่รถบรรทุกสามารถรับได้

สมการที่ (4.6) กำหนดให้การบรรทุกสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคันมีปริมาตรรวมไม่เกินปริมาตรที่รถบรรทุกสามารถรับได้

สมการที่ (4.7) เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดเส้นทางเดินรถย่อย (Sub tour)

สมการที่ (4.8) กำหนดตัวแปรตัดสินใจการตัดสินใจ X_{ijk} มีค่าเป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น

4.3 ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิง

ในส่วนของต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษา พบว่า รถบรรทุกสินค้ามีต้นทุนค่าขนส่งคือ ค่าก๊าซ LPG และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ผู้วิจัยจะช่วยแก้ปัญหาการคิดลดต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเท่านั้น ซึ่งต้นทุนน้ำมันต่อหน่วยผลิตนั้นสามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

ต้นทุนน้ำมัน/หน่วยผลิต = (อัตราการใช้) x (ราคาน้ำมัน/หน่วย)

ผลการวิจัย

ผลการทดลองในงานวิจัยนี้ได้จากการทดลองจากกลุ่มตัวอย่างของบริษัทกรณีศึกษาโดยเลือกชุดข้อมูลมาทำการทดลองเป็นข้อมูลช่วงวันที่ 6 - 12 พฤศจิกายน 2560 และเป็นจุดส่งที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ขนาดของข้อมูลมีจำนวนจุดส่งแตกต่างกันไป จากการนำชุดข้อมูลมาทดลองพบว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีการจัดโดยใช้พนักงานจัดมาทำการเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดเส้นทางเดินรถโดยใช้โปรแกรมจัดเส้นทางที่เขียนชุดคำสั่งลงบนโปรแกรม Visual Basic for Application (VBA) และทำงานบนโปรแกรม Microsoft Excel และดึงข้อมูลระยะทางด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สามารถลดระยะทางขนส่งรวมจากเดิม 5,005.93 กิโลเมตร เหลือ 4,512.11 กิโลเมตร โดยสามารถลดระยะทางจากเดิมลง 493.82 กิโลเมตร รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.2 และสามารถลดต้นทุนค่าน้ำมันเชื่อเพลิงสามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิง = (อัตราการใช้) x (ราคาน้ำมัน/หน่วย)

วิธีเดิม

ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงในการส่งสินค้า 7 วัน = 5,005.93 * 25.09

= 125,598.78 บาท

วิธี 3 - OPT

ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงในการส่งสินค้า 7 วัน = 4,512.11 * 25.09

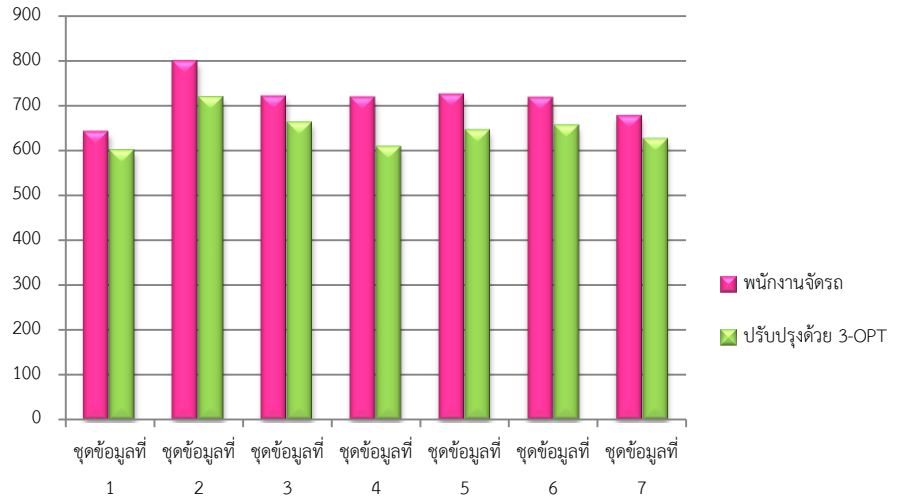
= 113,208.84 บาท

ดังนั้นในการขนส่งสินค้าจำนวน 7 วัน สามารถลดต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงลงได้

125, 598.78 - 113,208.84 = 12,389.94 บาท

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบระยะทางหลังจากการปรับปรุงเส้นทาง

การเปรียบเทียบผล		ชุดข้อมูล ที่ 1 6 พ.ย.60	ชุดข้อมูล ที่ 2 7 พ.ย.60	ชุดข้อมูล ที่ 3 8 พ.ย.60	ชุดข้อมูล ที่ 4 9 พ.ย.60	ชุดข้อมูล ที่ 5 10 พ.ย.60	ชุดข้อมูล ที่ 6 11 พ.ย.60	ชุดข้อมูล ที่ 7 12 พ.ย.60	รวม ระยะทาง (KM)
ระยะทาง (km)	พนักงานจัดรถ	642.91	799.86	721.66	719.19	725.78	718.41	678.12	5,005.93
	ปรับปรุงด้วยวิธี 3 – OPT	599.91	717.91	661.65	608.06	644.35	654.84	625.33	4,512.11
เปรียบเทียบระยะทาง		**-42.94**	**-81.95**	**-60.01**	**-111.13**	**-81.43**	**-63.57**	**-52.79**	**-493.82**



ภาพที่ 2 การเปรียบเทียบระยะทางระหว่างพนักงานจัดรถและวิธี 3 - OPT

อภิปรายผล

ในการวิจัยเรื่องนี้มีข้อค้นพบที่เด่น ๆ เห็นควรนำมาอภิปรายโดยใช้หลักตรรกวิทยาและอภิปรายผลการวิจัยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัยทุกข้อทุกประเด็น ดังต่อไปนี้

ผลการวิจัยพบว่า เมื่อนำทฤษฎีเทคนิคทางเมต้าฮิวริสติกส์มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้ามาประยุกต์กับโปรแกรมจัดเส้นทางที่เขียนชุดคำสั่งลงบนโปรแกรม Visual Basic for Application (VBA) และทำงานบนโปรแกรม Microsoft Excel ก็สามารถลดระยะทางขนส่งลงได้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับวิธีการจัดเส้นทางแบบเดิมของบริษัทซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิไลวรรณ์ แก่นสาร และ สมบัติ สินธุเชาน์ (2556) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการฮิวริสติกส์ สำหรับระบบการจัดการขยะซึ่งจัดทำเพื่อแก้ปัญหาในการลดต้นทุนต่าง ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม พร้อมทั้งเกิดการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างดีอีกทั้งยังมีวิธีการที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อนโดยเนื้อหาใน งานวิจัยนี้ได้บอกถึงการประยุกต์วิธีการหาคำตอบโดยวิธีการ Saving heuristic, Nearest heuristic และ Max - Nearest เพื่อทำการเปรียบเทียบกันโดย

พิจารณาจากผลลัพธ์ที่ได้ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน ผลทดลองของงานวิจัยนี้จะเห็นว่า วิธี Saving heuristic ให้คำตอบที่ดีที่สุด คือ มีระยะทางรวม 55.022 กิโลเมตร และวิธี Nearest heuristic ต่อด้วยวิธี Max-nearest คือ 62.152 กิโลเมตร และ 67.196 กิโลเมตร ตามลำดับ ซึ่งในปัจจุบันเส้นทางในการเก็บขยะจะมีระยะทางรวมอยู่ที่ 62.246 กิโลเมตร ดังนั้นจาก การทดลองจะเห็นว่าวิธี Saving และ Nearest สามารถลดระยะทางลงได้พร้อมกับสามารถควบคุม เวลาในการเก็บขยะได้อีกด้วย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปาลีรัฐ บุญก่อน (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้าตามจุดต่าง ๆ เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจผู้ใช้ระบบ โดยมีศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียวและมีรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถแบบมีข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการบรรทุกโดยพิจารณาเรื่องน้ำหนักและปริมาตรสินค้าให้อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่จำกัดเรื่องความสามารถในการบรรทุกโดยพิจารณาเรื่องน้ำหนักและปริมาตรสินค้าให้อยู่ภายใต้เงื่อนไขของความจุรถโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด วิธีที่ใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าของงานวิจัยนี้ คือ วิธีฮิวริสติกส์แบบ Saving Algorithm ของ Clarke and Wright โดยใช้วิธี 2 –OPT ปรับปรุงเส้นทางและมีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมด้วยโดยจัดทำโปรแกรมลงบน Visual Basic for Application (VBA) ใน Microsoft Excel ผลลัพธ์ที่แสดงออกมาสามารถระบุตำแหน่งจุดส่งสินค้า ปริมาตรและน้ำหนักสินค้าที่รถบรรทุกแต่ละคันบรรทุกไปซึ่งผลลัพธ์ที่ได้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพอรรถประโยชน์การใช้รถมากขึ้นภายในระยะเวลาสั้นลงและสามารถลดเวลาที่ใช้ในการจัดรถได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลตัวอย่าง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

งานวิจัยที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดเส้นทางเดินรถให้กับบริษัทกรณีศึกษาซึ่งสามารถนำไปใช้ได้แต่ต้องมีการประยุกต์ให้เข้ากับการระบบการทำงานของบริษัทก่อน จึงควรมีการจัดทำฐานข้อมูลเพิ่มเติม

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มในเรื่องของรายละเอียดของสินค้า ปริมาตรของตัวสินค้า น้ำหนักของตัวสินค้า ที่อยู่ของลูกค้า ตำแหน่งพิกัดละติจูด/ลองติจูด

2) ควรมีการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมถึงเรื่องของต้นทุนมีการเพิ่มตัวแปรในการขนส่งโดยคิดเป็นบาทต่อกิโลเมตรและครอบคลุมถึงด้านเวลาในการขนส่งด้วย

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบกปี (2559)

จตุรวิทย์ ศศิธรานนท์ และ ธราธร กูลภัทรนิรันดร์. (2550). **การประยุกต์วิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับการแก้ปัญหาการจัดการการขนส่งสินค้า กรณี มีข้อจำกัดด้านเวลา**. สาขาเทคโนโลยีโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

ชัยวัฒน์ สุขไมตรี. (2550). **การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าโดยวิธีมูลค่า**. สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการการขนส่งของโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ธรินี มณีศรี. (2550). **การพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีหลายคลังสินค้าและมีความไม่แน่นอนภายใต้กรอบเวลา**. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

ปาลีรัฐ บุญก่อน. (2554). **แนวทางการพัฒนาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า กรณีศึกษา ศูนย์กระจายสินค้าประเภทเซรามิค**. สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัยการจัดการนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ผกาวดี แสงสุวรรณ. (2555). **ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแบบหลายวัตถุประสงค์ที่มีวิวัฒนาการทำงานร่วมกันสำหรับแก้ปัญหาการจัดตารางสอน**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติประยุกต์และเทคโนโลยีสารสนเทศ) คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

พลอยพรรณ ศรีกิจการ และ อรอุไร แสงสว่าง. (2556). **การออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเส้นทางเดินรถขนส่งเครื่องสำอาง.** วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา. 7(2): ธันวาคม 2556.

พิมพ์ชนก สุวรรณศรี (2558). **การศึกษารูปแบบการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม**. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

วิไลวรรณ์ แก่นสาร และ สมบัติ สินธุเชาน์. (2556). *การเปรียบเทียบวิธีการฮิวริสติกส์สำหรับระบบการจัดการขยะ.* **วารสารวิชาการ Thai VCML.** 6(2) ธันวาคม 2556.

อนันต์ มุ่งวัฒนา และ ธรินี มณีศรี. (2555). **การเปรียบเทียบขั้นตอนวิธีเมต้าฮิวริสติกสำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีกรอบเวลากรณีมีรถขนส่งหลายขนาดและแบ่งแยกส่งสินค้าได้.** การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ.

อรประไพ จารุพัฒน์ และ ปวีณา เชาวลิตวงศ์. (2556). *ฮิวริสติกสำหรับการจัดเส้นทางเดินรถแบบเปิดเพื่อ ลดต้นทุนการขนส่ง.* **วารสารวิศวกรรมศาสตร์,** 4(3): พฤษภาคม 2556

Boonkon, P. (2011). **Approaches to development of transportation routing: a case study of ceramic distribution center.** Logistics Management, Graduate

School, Innovation Management, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)

Jaruphat, A. and Chaowalitawong, P. (2013). *Heuristic for open vehicle routing for transportation cost reduction.* **Journal of Engineering,** 4(3): May 31, 2013.

Kaensan, W. and Sinthuchao, S. (2013). *Comparison of heuristic methods for waste management systems.* **Thai VCML Journal.** 6(2): December 2013. (in Thai)

Maneesir, Th. (2007). **Developing algorithms for multi-warehouse transport problem and uncertainty under time frame.** Industrial Engineering Program, Faculty of Engineering, Sripatum University. (in Thai)

Mungwattana, A. and Maneesri, Th. (2012). **Comparison of meta- heuristic algorithms for solving time-bound routing problems in case of multi-size transport vehicles and separable transport**. Industrial Engineering Network Conference. (in Thai)

Saengsuwan, Ph. (2012). **Multi-objective genetic algorithms under the shared evolution with scheduling problem solution**. Master of Science's thesis (Applied Statistics and Information Technology), Faculty of Applied Statistics, National Institute of Development Administration. (in Thai)

Sasitharanon, J. and KulphatNiran, T. (2007). **Application of genetic methods for solving time-limited cargo handling problems**. Logistics Technology, Mahanakorn University of Technology. (in Thai)

Srikitchakarn, P. and Saengsawang, A. (2013). **Design to optimize the transport routing for cosmetics.** Journal of Industrial Education. 7(2): December 2013. (in Thai)

Sukmitree, C. (2007). **Increasing the efficiency of routing in goods transportation with value method.**Master's thesis, Logistics Management,Burapha University. (in Thai)

Suwannasri, P. (2015). **A study of transport route modeling using genetic algorithm.** Chiang Mai Rajabhat University. (in Thai)

Transport Statistics Division, Department of Transportation, Department of Land Transport (2016) (in Thai)