

การศึกษาหารูปแบบการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าที่เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนค่าขนส่ง: กรณีศึกษา บริษัทขายผลไม้ ABC

A STUDY OF THE APPROPRIATE VEHICLE ROUTING MODEL TO REDUCE TRANSPORTATION COST: CASE STUDY OF ABC FRUIT TRADING COMPANY

วารินทร์รัตน์ รินมุกดา¹ ตันติกร พิชญ์พิบูล² กิตติชัย ศรีสุขนาม³ และอนรรักษ์ วัฒนธาวรวงศ์⁴

Varinrat Rinnukda¹ Tantikorn Pichpibul² Kitichai Sreesuknam³ and Anuruck Watanathawornwong⁴

^{1,2,3,4}คณะบริหารธุรกิจ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

^{1,2,3,4}Faculty of Business Administration, Panyapiwat Institute of Management

บทคัดย่อ

บทความวิจัยฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาระบบการขนส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อลดต้นทุนค่าขนส่งสินค้า โดยเริ่มจากการศึกษาการจัดเส้นทางขนส่งของบริษัทกรณีศึกษา จากนั้นจึงนำวิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัดมาประยุกต์ใช้ และเมื่อได้เส้นทางที่เหมาะสมแล้ว จึงนำทั้ง 2 วิธีมาเปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่ง ผลการวิจัยพบว่า วิธีการที่นำเสนอสามารถลดต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งรวมร้อยละ 17.20 คิดเป็นระยะทางที่ลดลง 646 กิโลเมตร อีกทั้งอัตราการใช้รถขนส่งยังลดลง ร้อยละ 33.33 อีกด้วย

คำสำคัญ: ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ วิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัด

Abstract

The objective of this paper is to improve transportation efficiency by reducing the transportation cost. An existing vehicle routing of the company was studied, and we applied the savings algorithm to make the better routes. In the computational results, the transportation cost from both approaches was compared. It shows that the proposed approach can reduce total transportation cost by 17.20% (total traveling distance decreased by 646 Kilometers). Moreover, the number of vehicles used can be reduced by 33.33%.

Keywords: Vehicle routing problem, Savings algorithm

บทนำ

บริษัทขายผลไม้ ABC เป็นกรณีศึกษาที่ประกอบธุรกิจสินค้าเกษตร ขายส่งผลไม้ประเภทส้มโอให้กับกลุ่มลูกค้า Modern trade คือ TOPs Supermarket (Central Food Retail) โดยคลังสินค้าตั้งอยู่ที่ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ดำเนินธุรกิจในรูปแบบ Consignment มีพนักงานส่งเสริมการขายหรือ PC ประจำการอยู่ที่สาขา ปัจจุบันมีการส่งสินค้าให้ทั้งหมด 11 สาขา โดยมีสาขาที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำนวน 9 สาขา ได้แก่ เซ็นทรัลพระราม 9 เซ็นทรัลสีลม เซ็นทรัลชิดลม เซ็นทรัลสุขุมวิท เซ็นทรัลบางนา เซ็นทรัลแจ้งวัฒนะ เซ็นทรัลปิ่นเกล้า เซ็นทรัลลาดพร้าว และเดอะมอลล์ บางกะปิ และมีอีก 2 สาขา ที่อยู่ต่างจังหวัดคือ เซ็นทรัล พัทยา และเซ็นทรัลชลบุรี

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ระบบการจัดการขนส่งของบริษัทกรณีศึกษา มีปัญหาขาดการวางแผน การจัดเส้นทางขนส่งสินค้า เนื่องจากที่ผ่านมามีบริษัทนี้ ดำเนินธุรกิจแบบครอบครัวไม่มีการนำระบบบริหารจัดการด้านการขนส่งที่ดีเข้ามาบริหาร การจัดตารางงานขนส่งสินค้านั้นจะใช้ประสบการณ์และความชำนาญเส้นทางของพนักงานในการจัดเส้นทาง โดยพิจารณาจากที่ตั้งของลูกค้าแต่ละรายที่อยู่ใกล้กันให้เป็นเส้นทางขนส่งเดียวกัน ไม่มีการพิจารณาเส้นทางที่เป็นมาตรฐานทำให้การจัดเส้นทางขนส่งไม่มีประสิทธิภาพ

ดังนั้น เพื่อเป็นการช่วยให้บริษัทมีระบบการบริหารจัดการด้านการขนส่งที่ดีขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาหาแบบ การจัดการเส้นทางขนส่งสินค้าที่เหมาะสม โดยการนำวิธีการจัดเส้นทางเดินรถแบบประหยัด (Savings Algorithm) ของ Clarke & Wright (1964) มาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาเส้นทางขนส่งสินค้า ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะแสดงตัวอย่างวิธีการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า โดยการค้นหาตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้าจาก Google Maps จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับต้นทุนระหว่าง วิธีการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าแบบเดิม กับวิธีการจัดเส้นทางเดินรถแบบประหยัดเพื่อปรับปรุงกระบวนการ

ทำงานของแผนกขนส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยไม่ใช้การดำเนินธุรกิจแบบแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า ในแต่ละวัน เพื่อเป็นประโยชน์สูงสุดให้กับบริษัทได้ดำเนินธุรกิจอย่างยั่งยืน และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ที่นับวันยิ่งทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่ามีมีความจำเป็น อย่างยิ่งที่จะต้องทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาหาแบบ การจัดเส้นทางขนส่งสินค้าที่เหมาะสม เพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพในการทำงานและลดต้นทุนด้านการขนส่ง แนวความคิดในการวิจัยนี้สามารถเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ ดำเนินธุรกิจจำหน่ายสินค้าให้กับกลุ่มลูกค้า Modern trade และผู้ประกอบการรายใหม่ที่กำลังจะก้าวเข้าสู่ตลาด Modern trade หรือผู้ประกอบการที่กำลังประสบปัญหา ด้านการขนส่งสินค้า

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการจัดเส้นทางเดินรถแบบประหยัด
2. เพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาการดำเนินงาน และพัฒนาระบบการขนส่งสินค้าของบริษัท กรณีศึกษา ให้เป็นระบบและมีมาตรฐานมากยิ่งขึ้น
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการ ใหม่ที่นำเสนอกับวิธีการเดิมของบริษัทกรณีศึกษา

ทบทวนวรรณกรรม

รูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถมีอยู่หลายแบบ แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับรายละเอียด และข้อจำกัดของ ปัญหานั้นๆ โดยคำนึงถึงความแตกต่างของวัตถุประสงค์ ในการจัดเส้นทางขนส่งที่เป็นไปได้ โดยในงานวิจัยนี้ จะมุ่งเน้นไปที่ 2 รูปแบบ จำแนกโดย Toth & Vigo (2002) ดังนี้

1. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถแบบมีข้อจำกัดเรื่อง ความสามารถในการบรรทุก ซึ่งปัญหานี้เป็นการจัดส่ง สินค้าให้กับลูกค้าทุกราย เป้าหมายสำคัญของปัญหานี้คือ การพยายามออกแบบกลุ่มของรถขนส่งให้มีการเดินทาง ใช้ต้นทุนในการขนส่งที่ต่ำที่สุด โดยมีจุดเริ่มต้นและจุด

สิ้นสุดที่จุดเดียวกันคือ ศูนย์กระจายสินค้า

2. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่มีข้อจำกัดเรื่องการใช้เวลาทำงานในการขนส่งสินค้า และความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่ง ซึ่งลักษณะของปัญหานี้ถูกต่อยอดจากปัญหาในแบบแรก โดยเพิ่มเรื่องการใช้เวลาทำงานมากที่สุดที่สามารถยอมรับได้

จากนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งมีดังต่อไปนี้

กวี ศรีเมือง (2550) ทำการศึกษาการหาจำนวนรถขนส่งที่เหมาะสมในการขนส่งสินค้าในธุรกิจค้าปลีก โดยมีที่อุปสรรคอุปเปอร์มาร์เก็ต เป็นกรณีศึกษา โดยใช้วิธี Branch-and-Bound และวิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัดในการแก้ปัญหาเส้นทางของสินค้าที่ต้องพ่วงกันไปหรือการส่งสินค้าไม่เต็มคัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอัตราการบรรทุกในเชิงปริมาตรหรือเชิงน้ำหนัก ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางในการประมาณจำนวนรถขนส่งที่ใช้และใช้ประกอบการพิจารณาการจัดซื้อ จัดหารถขนส่งให้เพียงพอกับความต้องการในการขนส่งสินค้า รวมถึงสามารถลดจำนวนรถเสริม รถร่วม และสามารถหมุนเวียนรถขนส่งสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

พรพรรณ โตโภชนพันธุ์ (2558) ได้ศึกษาการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อลดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันภายใต้ข้อจำกัดในการบรรทุก กรณีศึกษา บริษัทจำหน่ายสินค้าประเภทอุปโภคบริโภค ในจังหวัดระยอง โดยเป็นศูนย์กระจายสินค้าที่ทำการกระจายสินค้าไปยังลูกค้าตามจุดต่างๆ 77 จุด โดยในอดีตพบว่าการจัดเส้นทางแบบเดิม มีการจัดเส้นทางเดินรถที่ใช้ประสิทธิภาพของบุคลากรอาจจะมีประสิทธิภาพไม่ดีพอ ผู้วิจัยจึงเลือกแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ โดยใช้วิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัดมาสร้างแบบการจัดเส้นทางเดินรถเบื้องต้น และนำความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่บรรทุกของสินค้ากับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงในการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อลดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน ผลการวิจัยพบว่า ระยะทางที่ได้จากการจัดเส้นทางเดินรถแบบใหม่ลดลงจากเดิม

คิดเป็น 21.63% อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันแบบใหม่ลดลงจากเดิม คิดเป็น 28.24% ค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่งแบบใหม่ลดลงจากเดิม 11.78% และทำให้เวลาที่ใช้ในการขนส่งแบบใหม่ลดลงจากเดิม 21.63% ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางเดินรถได้ดี และการจัดเส้นทางแบบใหม่มีความเข้าใจง่ายสามารถนำไปใช้งานได้จริง

นคร ไชยวงศ์ศักดิ์ และคณะ (2558) ได้ศึกษาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งโดยใช้วิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัด และตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงาน ซึ่งผลการทดลองพบว่าการจัดเส้นทางโดยวิธีการดังกล่าวทำได้ง่ายและรวดเร็ว ได้ระยะทางที่สั้นที่สุดในแต่ละเส้นทาง

จากผลลัพธ์ของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษารูปแบบการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าที่เหมาะสม มีผู้สนใจนำวิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัดมาทดลองและปรับใช้แก้ปัญหาการจัดเส้นทางให้เหมาะกับปัญหาที่มีอยู่จริงภายใต้ข้อจำกัดของแต่ละบริษัทเพื่อวัตถุประสงค์เดียวกัน คือ ต้องการลดต้นทุนด้านการขนส่งสินค้า และวิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัด ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่เป็นที่ยอมรับในการจัดการปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า เนื่องจากเข้าใจง่าย สามารถนำมาปรับใช้กับปัญหาจริงของผู้วิจัยได้เพื่อเป็นการศึกษาหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด ผู้วิจัยจึงทำการทดลองเปรียบเทียบต้นทุน และเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างวิธีการจัดเส้นทางเดินรถแบบเดิมของบริษัทกรณีศึกษากับวิธีการใหม่ที่นำเสนอ เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาไปนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาการดำเนินงาน และพัฒนาระบบการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาให้เป็นระบบและมีมาตรฐานในการจัดเส้นทางเดินรถให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อทำการพัฒนาการจัดเส้นทางเดินรถให้มีมาตรฐานของบริษัทกรณีศึกษา

โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทำการศึกษานี้มีเงื่อนไขดังนี้

1. การขนส่งสินค้าให้ลูกค้านั้นจะต้องไม่เกินความจุของรถขนส่งแต่ละคัน

2. การขนส่งสินค้าให้ลูกค้านั้นจะทำการส่งสินค้าในช่วงเวลา 8.30-17.30 น. ของทุกวันจันทร์-วันเสาร์

โดยเวลาปฏิบัติงานของพนักงานขนส่งสินค้า คือ วันจันทร์-วันเสาร์ ตั้งแต่เวลา 8.30-17.30 น. รวมเวลาในการปฏิบัติงาน 9 ชั่วโมง พักเที่ยง 1 ชั่วโมง เหลือเวลาในการปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมง คิดเป็นเวลาทั้งสิ้น 480 นาที และเวลาที่ใช้ในแต่ละจุดส่งสินค้านั้นจะต้องมีขั้นตอนที่เกี่ยวข้อง แสดงดังตารางที่ 1

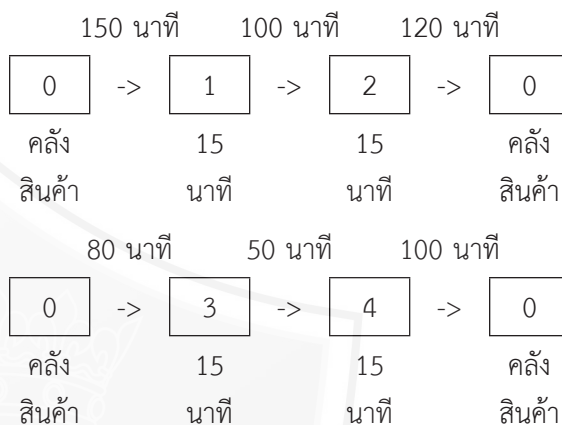
ตารางที่ 1 เวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้าแต่ละจุด

ลำดับ	รายละเอียด	เวลาเฉลี่ย (นาที)
1	จอดรถเข้า-ออก	5
2	ลงสินค้า	5
3	ตรวจรับสินค้า	5

ดังนั้นในแต่ละวันพนักงานจะต้องขับรถไปส่งสินค้าให้กับลูกค้าทั้งหมดไม่เกิน 11 สาขา จึงต้องมีการวางแผนการจัดเส้นทางภายใต้เงื่อนไขเรื่องความจุของรถขนส่งไม่ให้เกินที่กำหนด และภายใต้เงื่อนไขเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ตั้งแต่จุดเริ่มต้น (คลังสินค้า) ไปยังจุดหมาย (ลูกค้า) และกลับมายังจุดเริ่มต้นอีกครั้ง ตลอดจนรวมเวลาที่ต้องใช้ในแต่ละจุดส่งสินค้า ซึ่งเวลาที่ใช้ทั้งหมดจะต้องไม่เกินเงื่อนไขคือ 480 นาที เมื่อครบกำหนดความจุหรือครบกำหนดเวลาจะต้องเริ่มเส้นทางรถขนส่งใหม่ให้กับรถขนส่งคันถัดไป แสดงดังภาพที่ 1

สมมติฐานของการวิจัย

1. การเก็บข้อมูลระยะทางจะไม่รวมจุดกลับรถ (ระยะทางขาไปและขากลับเท่ากัน)



ภาพที่ 1 ตัวอย่างเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้า

2. ในการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้าจะให้ความสำคัญกับลูกค้าเท่ากันหมด โดยจะทำการเลือกลูกค้าจุดใดในการเดินทางก่อนก็ได้

3. ไม่มีเงื่อนไขในการรับสินค้า ลูกค้าทุกรายสามารถรับสินค้าได้ทุกวันจันทร์-วันเสาร์ ตั้งแต่เวลา 8.30-17.30 น.

4. ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าจะไม่รวมค่าซ่อมบำรุงและค่าจ้างของพนักงานขนส่ง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาแบบการจัดเส้นทางขนส่งที่เหมาะสม โดยกลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ศึกษานั้นมีข้อมูลที่ตั้ง (พิกัด) แสดงดังตารางที่ 2 และข้อมูลความต้องการสินค้าของลูกค้าแต่ละรายใน 1 สัปดาห์ (6 วันทำงาน) โดยมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 พิกัดของลูกค้ากลุ่มตัวอย่าง

ลำดับ	ลูกค้า	พิกัด Latitude	พิกัด Longitude
0	คลังสินค้า	14.066528	100.636643
1	พระราม 9	13.766633	100.610732
2	สีลม	13.735339	100.535386
3	ชิดลม	13.744170	100.544342
4	สุขุมวิท	13.730092	100.607193
5	บางนา	13.685020	100.633273
6	แจ้งวัฒนะ	13.909157	100.528422
7	ปิ่นเกล้า	13.791297	100.476375
8	ลาดพร้าว	13.831723	100.559580
9	บางกะปิ	13.778081	100.642886
10	พญา	12.935094	100.883274
11	ชลบุรี	13.337480	100.968648

ตารางที่ 3 ความต้องการสินค้าของกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับ	ลูกค้า	จำนวนความต้องการสินค้า วันที่ (กระสอบ)					
		1	2	3	4	5	6
1	พระราม 9	10	10	10	15	10	15
2	สีลม	15	10	15	10	10	15
3	ชิดลม	10	10	10	15	10	15
4	สุขุมวิท	10	5	5	15	10	15
5	บางนา	10	10	15	15	10	15
6	แจ้งวัฒนะ	10	10	10	15	15	10
7	ปิ่นเกล้า	5	5	10	10	5	10
8	ลาดพร้าว	10	10	10	15	10	10
9	บางกะปิ	10	10	10	10	10	10
10	พญา	25	20	25	20	20	20
11	ชลบุรี	15	10	15	10	15	10

หลังจากนั้นจึงทำการค้นหาระยะทาง และเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเริ่มต้น (คลังสินค้า) ไปยังจุดหมาย (ลูกค้า) ในแต่ละจุด โดยใช้ Google Maps ในการค้นหาพิกัดของลูกค้า และเส้นทางแต่ละจุดที่ใช้ระยะทางสั้นที่สุด และเวลาที่ใช้ในการเดินทางน้อยที่สุด โดยมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

บริษัทกรณีนีศึกษานั้นมีผลิตภัณฑ์ที่ทำการขนส่งคือส้มโอ (ผล) บรรจุกระสอบ กระสอบละ 20 ลูก ซึ่งบรรจุในกระสอบที่มีขนาดเท่าๆ กัน ใช้รถกระบะ 4 ล้อ ในการขนส่ง มีความจุสูงสุดอยู่ที่ 80 กระสอบ มีรถขนส่งสินค้า 3 คัน

วิธีการจัดเส้นทางของบริษัทกรณีนีศึกษา

ในการจัดเส้นทางของการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีนีศึกษานั้นจะใช้ประสบการณ์และความชำนาญเส้นทางของพนักงานในการจัดเส้นทาง โดยมีการจัดเส้นทางเดินรถไว้อย่างชัดเจน 3 เส้นทาง คือ สายนอก สายใน และต่างจังหวัด ซึ่งจะขนส่งเหมือนกันทุกวัน แม้ว่ายอดสั่งซื้อจากสาขาในแต่ละวันจะไม่เท่ากัน โดยมีเส้นทางการขนส่งสินค้า ดังนี้

สายนอก รถคันที่ 1 คลังสินค้า-พระราม 9-ชิดลม-สุขุมวิท-สีลม-บางนา-คลังสินค้า

สายใน รถคันที่ 2 คลังสินค้า-แจ้งวัฒนะ-ลาดพร้าว-ปิ่นเกล้า-บางกะปิ-คลังสินค้า

ต่างจังหวัด รถคันที่ 3 คลังสินค้า-ชลบุรี-พญา-คลังสินค้า

ดังนั้น ผู้วิจัยสามารถคำนวณระยะทางรวมของการขนส่งสินค้าได้ ดังนี้

เส้นทางที่ 1 จากคลังสินค้าไปจุดส่งที่ 1, 3, 4, 2, 5 และกลับมากังคลังสินค้า คำนวณระยะทางได้ $48+4+5+10+16+62$ เท่ากับ 145 กิโลเมตร

เส้นทางที่ 2 จากคลังสินค้าไปจุดส่งที่ 6, 8, 7, 9 และกลับมากังคลังสินค้า คำนวณระยะทางได้ $29+16+15+25+46$ เท่ากับ 131 กิโลเมตร

ตารางที่ 4 ระยะทาง (กิโลเมตร) ระหว่างจุดส่งสินค้า 2 จุด

จุดส่ง สินค้า	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0.0	48.0	49.0	48.0	49.0	62.0	29.0	51.0	33.0	46.0	171.0	121.0
1	48.0	0.0	10.0	4.0	4.0	18.0	23.0	15.0	12.0	10.0	140.0	89.0
2	49.0	10.0	0.0	7.0	10.0	16.0	26.0	13.0	15.0	20.0	150.0	87.0
3	48.0	4.0	7.0	0.0	5.0	16.0	23.0	14.0	10.0	15.0	145.0	87.0
4	49.0	4.0	10.0	5.0	0.0	14.0	25.0	17.0	14.0	11.0	141.0	79.0
5	62.0	18.0	16.0	16.0	14.0	0.0	42.0	34.0	30.0	13.0	123.0	71.0
6	29.0	23.0	26.0	23.0	25.0	42.0	0.0	31.0	16.0	33.0	163.0	110.0
7	51.0	15.0	13.0	14.0	17.0	34.0	31.0	0.0	15.0	25.0	155.0	102.0
8	33.0	12.0	15.0	10.0	14.0	30.0	16.0	15.0	0.0	19.0	150.0	95.0
9	46.0	10.0	20.0	15.0	11.0	13.0	33.0	25.0	19.0	0.0	134.0	85.0
10	171.0	140.0	150.0	145.0	141.0	123.0	163.0	155.0	150.0	134.0	0.0	58.0
11	121.0	89.0	87.0	87.0	79.0	71.0	110.0	102.0	95.0	85.0	58.0	0.0

ตารางที่ 5 ระยะเวลาเดินทาง (นาที) ระหว่างจุดส่งสินค้า 2 จุด

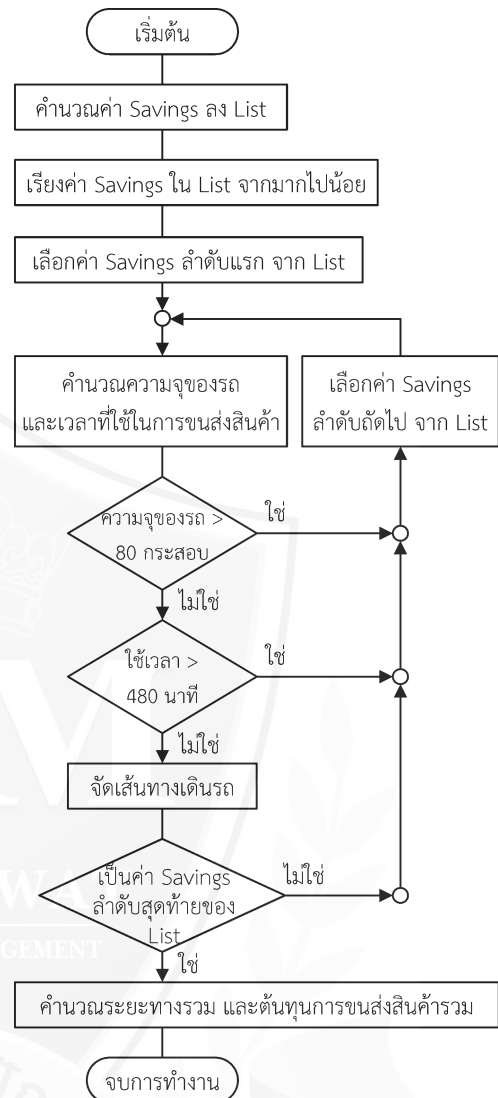
จุดส่ง สินค้า	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0.0	47.0	48.0	52.0	48.0	50.0	27.0	52.0	37.0	46.0	131.0	94.0
1	47.0	0.0	16.0	14.0	12.0	21.0	24.0	25.0	17.0	18.0	109.0	71.0
2	48.0	16.0	0.0	18.0	24.0	24.0	30.0	29.0	24.0	30.0	121.0	74.0
3	52.0	14.0	18.0	0.0	13.0	18.0	22.0	23.0	13.0	20.0	110.0	69.0
4	48.0	12.0	24.0	13.0	0.0	26.0	32.0	33.0	25.0	25.0	119.0	74.0
5	50.0	21.0	24.0	18.0	26.0	0.0	43.0	44.0	34.0	28.0	104.0	58.0
6	27.0	24.0	30.0	22.0	32.0	43.0	0.0	34.0	23.0	37.0	128.0	89.0
7	52.0	25.0	29.0	23.0	33.0	44.0	34.0	0.0	26.0	39.0	129.0	90.0
8	37.0	17.0	24.0	13.0	25.0	34.0	23.0	26.0	0.0	24.0	114.0	75.0
9	46.0	18.0	30.0	20.0	25.0	28.0	37.0	39.0	24.0	0.0	106.0	72.0
10	131.0	109.0	121.0	110.0	119.0	104.0	128.0	129.0	114.0	106.0	0.0	53.0
11	94.0	71.0	74.0	69.0	74.0	58.0	89.0	90.0	75.0	72.0	53.0	0.0

เส้นทางที่ 3 จากคลังสินค้าไปจุดส่งที่ 11, 12 และ กลับมาคลังสินค้า คำนวณระยะทางได้ $121+58+171$ เท่ากับ 350 กิโลเมตร

จากนั้นรวมระยะทางของทั้ง 3 เส้นทางได้ $145+131+350$ เท่ากับ 626 กิโลเมตร และนำมาคำนวณ ต้นทุนการขนส่งสินค้า (ระยะทาง $\times$ ต้นทุนค่าขนส่ง) โดยมีค่าขนส่งสินค้าอยู่ที่ 2.50 บาทต่อกิโลเมตร (อ้างอิงจากการเก็บข้อมูลต้นทุนการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา ณ เดือนกุมภาพันธ์ 2559) จะได้ต้นทุนการขนส่งสินค้าของการจัดเส้นทางเดินรถของบริษัทกรณีศึกษา อยู่ที่วันละ 1,565 บาท

วิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัด

เป็นการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าโดยใช้การคำนวณ เพื่อทำการค้นหาเส้นทางที่ประหยัด (Savings) สำหรับ ทุกคู่จุดส่ง i และ j แต่เนื่องจากวิธีการจัดเส้นทางแบบ ประหยัดในรูปแบบเดิมนั้นไม่ได้รองรับการแก้ปัญหา การจัดเส้นทางที่มีเวลาการทำงานเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย มีเพียงเงื่อนไขเดียวคือ การขนส่งสินค้าต้องไม่เกินความจุ ของรถขนส่งที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุง ขั้นตอนโดยการเพิ่มเงื่อนไขเวลาการทำงานของพนักงาน ขนส่งสินค้าเข้าไปด้วย ซึ่งผู้วิจัยจะแสดงวิธีการจัดเส้นทาง ที่นำเสนอโดยยกตัวอย่างจากจำนวนความต้องการสินค้า ในวันที่ 1 จากตารางที่ 3 แสดงดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการจัดเส้นทางที่นำเสนอ

จากภาพที่ 2 ขั้นตอนจะเริ่มต้นจากการคำนวณหา
ค่า Savings ($S_{i,j}$) ด้วยสมการดังนี้

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

โดย $S_{i,j}$ คือค่า Savings ระหว่างคู่จุดส่งสินค้า i และ j , $C_{i,j}$ แทนระยะทางระหว่างคู่จุดส่งสินค้า i และ j และ 0 แทนคลังสินค้า เช่น $C_{i,0}$ คือ ระยะทางระหว่างจุดส่ง i ไปยังคลังสินค้า โดยจะต้องคำนวณหาค่า Savings ทุกคู่ i และ j ตั้งแต่จุดส่ง 1 ถึงจุดส่ง 11

หลังจากคำนวณเสร็จแล้วค่า Savings ของทุกคู่ i และ j จะถูกจัดเก็บลง List และทำการเรียงลำดับค่า Savings จากมากไปน้อย ซึ่งเมื่อเรียงเสร็จแล้ว แสดงดังตารางที่ 6 ค่า Savings แต่ละค่าจะถูกตรวจสอบเงื่อนไข โดยนำมาคำนวณความจุและเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้า ตั้งแต่ลำดับที่ 1-55 จนได้เส้นทางการขนส่งสินค้า ดังนี้
รถคันที่ 1 คลังสินค้า-ชิดลม-พระราม 9-สุขุมวิท-

บางนา-ชลบุรี-พัทยา-คลังสินค้า

รถคันที่ 2 คลังสินค้า-สีลม-ปิ่นเกล้า-เดอะมอลล์

บางกะปิ-ลาดพร้าว-แจ้งวัฒนะ-คลังสินค้า

ดังนั้น ผู้วิจัยสามารถคำนวณระยะทางรวมของการขนส่งสินค้าได้ ดังนี้

เส้นทางที่ 1 จากคลังสินค้าไปจุดส่งที่ 3, 1, 4, 5, 11, 10 และกลับมาคลังสินค้า คำนวณระยะทางได้ 370 กิโลเมตร

เส้นทางที่ 2 จากคลังสินค้าไปจุดส่งที่ 2, 7, 9, 8, 6 และกลับมาคลังสินค้า คำนวณระยะทางได้ 151 กิโลเมตร

จากนั้นรวมระยะทางของทั้ง 2 เส้นทางได้ 521 กิโลเมตร และนำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณต้นทุนการขนส่งสินค้า จะได้การจัดเส้นทางเดินรถแบบใหม่ ที่มีต้นทุนการขนส่งสินค้าอยู่ที่ 1,302.50 บาท

ตารางที่ 6 การคำนวณความจุและเวลาที่ใช้

ลำดับ	i, j	Savings	ตรวจสอบเงื่อนไข
1	10,11	234	รวมจุดส่ง เส้นทางที่ 1: 0-10-11-0, ความจุรวม 40, เวลารวม 308 นาที
2	5,11	112	รวมจุดส่ง เส้นทางที่ 1: 0-10-11-5-0, ความจุรวม 50, เวลารวม 337 นาที
3	5,10	110	-
4	4,5	97	รวมจุดส่ง เส้นทางที่ 1: 0-10-11-5-4-0, ความจุรวม 60, เวลารวม 376 นาที
5	2,5	95	-
6	5,9	95	-
7	3,5	94	-

ลำดับ	i, j	Savings	ตรวจสอบเงื่อนไข
8	1,4	93	รวมจุดส่ง เส้นทางที่ 1: 0-10-11-5-4-1-0, ความจุรวม 70, เวลารวม 402 นาที
9	1,3	92	รวมจุดส่ง เส้นทางที่ 1: 0-10-11-5-4-1-3-0, ความจุรวม 80, เวลารวม 436 นาที
10	1,5	92	-
11	3,4	92	-
12	4,11	91	-
13	2,3	90	-
14	2,4	88	-
15	1,2	87	-

ลำดับ	i, j	Savings	ตรวจสอบเงื่อนไข
16	2,7	87	รวมจุดส่ง เส้นทางที่ 2: 0-2-7-0, ความจุรวม 20, เวลารวม 159 นาที
17	3,7	85	-
18	1,7	84	-
19	1,9	84	-
20	4,9	84	-
21	2,11	83	-
22	4,7	83	-
23	9,10	83	-
24	3,11	82	-
25	9,11	82	-
26	1,11	80	-
27	1,10	79	-
28	3,9	79	-
29	4,10	79	-
30	5,7	79	-
31	2,9	75	-
32	3,10	74	-
33	7,9	72	รวมจุดส่ง เส้นทางที่ 2: 0-2-7-9-0, ความจุรวม 30, เวลารวม 207 นาที
34	3,8	71	-
35	2,10	70	-
36	7,11	70	-

ลำดับ	i, j	Savings	ตรวจสอบเงื่อนไข
37	1,8	69	-
38	7,8	69	-
39	(4,8)	68	-
40	(2,8)	67	-
41	(7,10)	67	-
42	(5,8)	65	-
43	(8,9)	60	รวมจุดส่ง เส้นทางที่ 2: 0-2-7-9-8-0, ความจุรวม 40, เวลารวม 237 นาที
44	(8,11)	59	-
45	(1,6)	54	-
46	(3,6)	54	-
47	(8,10)	54	-
48	(4,6)	53	-
49	(2,6)	52	-
50	(5,6)	49	-
51	(6,7)	49	-
52	(6,8)	46	รวมจุดส่ง เส้นทางที่ 2: 0-2-7-9-8-6-0, ความจุ รวม 50, เวลารวม 265 นาที
53	(6,9)	42	-
54	(6,11)	40	-
55	(6,10)	37	-

ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นที่จะศึกษาหาวิธีการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้าที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถแบบประหยัด ในรูปแบบที่มีเงื่อนไขเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งสินค้า เพิ่มเติมจากวิธีการในรูปแบบเดิม โดยผู้วิจัยได้นำกลุ่มตัวอย่างคือ ข้อมูลความต้องการสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา จำนวน 1 สัปดาห์ ในเดือนกุมภาพันธ์ 2559 มาใช้ โดยมีผลการวิจัยดังต่อไปนี้

เปรียบเทียบผลการวิจัย วิธีการจัดเส้นทางเดินรถแบบเดิม และแบบใหม่

ผลการวิจัยที่ได้จากการจัดเส้นทางรถแบบใหม่ สามารถแสดงผลลัพธ์ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าตามระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง (กิโลเมตร) และจำนวนรถที่ใช้ในการขนส่ง แสดงดังตารางที่ 7 ซึ่งจากชุดข้อมูลตัวอย่างของกรณีศึกษาที่นำมาทดลองใช้กับวิธีการจัดเส้นทางเดินรถแบบประหยัดที่มีการเพิ่มเติม

เงื่อนไขเรื่องเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งสินค้า แสดงให้เห็นว่า สามารถลดระยะทางในการขนส่งรวมได้อย่างชัดเจน ทำให้ระยะทางที่ลดลงมีผลต่อต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งรวมลดลง 1,615 บาท คิดเป็นร้อยละ 17.20 และอัตราการใช้รถขนส่งในการขนส่งสินค้าลดลงอีกร้อยละ 33.33

เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้สอยพื้นที่บนรถขนส่งสินค้า (Utilization) ระหว่างวิธีการเดิม และวิธีการที่นำเสนอ

การใช้งาน หรือการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่มีอยู่เป็นอีกหนึ่งตัวชี้วัดที่จะสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งผู้วิจัยได้นำกลุ่มตัวอย่างมาทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้สอยพื้นที่บนรถขนส่งสินค้า โดยนำผลการจัดเส้นทางเดินรถของบริษัทกรณีศึกษาที่ใช้ประสบการณ์และความชำนาญเส้นทางของพนักงานมาเปรียบเทียบกับวิธีการจัดเส้นทางเดินรถแบบประหยัด แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ผลลัพธ์ระหว่างวิธีการเดิม กับวิธีการใหม่ที่นำเสนอ

ผลลัพธ์ / วันที่	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	ผลรวม
ผลลัพธ์ของวิธีการจัดเส้นทางแบบเดิมของบริษัทกรณีศึกษา							
- ระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้า (กม.)	626	626	626	626	626	626	3,756
- ต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งสินค้า (บาท)	1,565	1,565	1,565	1,565	1,565	1,565	9,390
- จำนวนรถขนส่งที่ใช้ในการขนส่ง (คัน)	3	3	3	3	3	3	18
ผลลัพธ์ของวิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัดที่นำเสนอ							
- ระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้า (กม.)	521	518	521	515	521	515	3110
- ต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งสินค้า (บาท)	1,302.5	1,295	1,302.5	1,287.5	1,302.5	1,287.5	7,775
- จำนวนรถขนส่งที่ใช้ในการขนส่ง (คัน)	2	2	2	2	2	2	12

ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพของการใช้สอยพื้นที่บนรถขนส่งสินค้าระหว่างวิธีการเดิม กับวิธีการใหม่ที่น่าสนใจ

ประสิทธิภาพ / วันที่	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6
ประสิทธิภาพของการใช้สอยพื้นที่บนรถขนส่งสินค้า ของวิธีการจัดเส้นทางแบบเดิม ของบริษัทกรณศึกษา						
- รถขนส่งคันที่ 1	68.75%	56.25%	68.75%	87.50%	62.50%	93.75%
- รถขนส่งคันที่ 2	56.25%	43.75%	50.00%	62.50%	50.00%	50.00%
- รถขนส่งคันที่ 3	50.00%	37.50%	50.00%	37.50%	43.75%	37.50%
ประสิทธิภาพของการใช้สอยพื้นที่บนรถขนส่งสินค้า ของวิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัดที่น่าสนใจ						
- รถขนส่งคันที่ 1	100.00%	93.75%	100.00%	93.75%	93.75%	93.75%
- รถขนส่งคันที่ 2	75.00%	43.75%	68.75%	93.75%	62.50%	87.50%

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษารูปแบบการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้าที่เหมาะสมในธุรกิจสินค้าเกษตร (ขายส่งส้มโอ) ของบริษัทกรณศึกษา เป็นการศึกษาเพื่อการแก้ไขปัญหาในการวางแผนการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้า และเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายจากการขนส่งสินค้าให้กับบริษัทกรณศึกษา โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำวิธีการจัดเส้นทางเดินรถแบบประหยัดมาประยุกต์ใช้ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดด้านการบรรทุก และข้อจำกัดด้านระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้าตามที่กำหนด ข้อมูลจำนวนลูกค้า และปริมาณความต้องการสินค้า ที่นำมาทดลองใช้นั้นเป็นชุดข้อมูลจริงจากบริษัทกรณศึกษา ในเดือนกุมภาพันธ์ 2559 (6 วันทำงาน) นำมาเปรียบเทียบ

ผลลัพธ์ระหว่างวิธีการจัดเส้นทางรถขนส่งแบบเดิมที่ใช้ประสิทธิภาพของพนักงานในการจัดเส้นทาง กับวิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัดที่น่าสนใจ จากผลการวิจัยสามารถสรุปผลลัพธ์ของการจัดเส้นทางเดินรถได้ ดังนี้ วิธีการจัดเส้นทางเดินรถที่น่าสนใจนั้น สามารถลดระยะทางที่ใช้ในการขนส่งรวมจากเดิมที่ใช้ 3,756 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ เหลือ 3,110 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ ลดลง 646 กิโลเมตร ทำให้ระยะทางที่ลดลงมีผลต่อต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งรวม จากเดิมที่ใช้ 9,390 บาทต่อสัปดาห์ เหลือ 7,775 บาทต่อสัปดาห์ ลดลง 1,615 บาทต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 17.20 และอัตราการไ้รถในการขนส่งสินค้ายังลดลงร้อยละ 33.33 อีกด้วย

References

- Chaiwongsakda, N., Ananaue, P., Jeenaboonrueang, N., Winyangkul, S., Sinnarong, K., Jakkaew, T., Jaibal, W. & Srisawang, N. (2015). Vehicle Routing by Using a Saving Algorithm and the Traveling Salesman Problem: A Case Study of a Drinking Water Factory. *Thai Journal of Operations Research*, 3(1), 51-61. [in Thai]
- Clarke, G. & Wright, J. W. (1964). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Operations Research*, 12, 568-581.
- Srimuang, K. (2007). *Fleet Size Determination in Freight Transportation for Retail Business A Case Study of TOPS Supermarket*. Master of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok. [in Thai]
- Tophochanapun, P. (2015). *Reduction of Fuel Consumption for the Capacitated Vehicle Routing Problem Case Study of a Consumer Product Company*. Master of Business Administration, Panyapiwat Institute of Management. [in Thai]
- Toth, P. & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications, Philadelphia.





Name and Surname: Varinrat Rinmukda

Highest Education: M.B.A. in Business Administration (Major Logistics Management), Panyapiwat Institute of Management

University or Agency: Panyapiwat Institute of Management

Field of Expertise: Logistics Management

Address: 85/1 Moo 2, Chaengwattana Rd., Bang Talad, Pakkred, Nonthaburi 11120



Name and Surname: Tantikorn Pichpibul

Highest Education: Ph.D. in Engineering, Sirindhorn International Institute of Technology, Thammasat University

University or Agency: Panyapiwat Institute of Management

Field of Expertise: Information System, Supply Chain and Logistics Management

Address: 85/1 Moo 2, Chaengwattana Rd., Bang Talad, Pakkred, Nonthaburi 11120



Name and Surname: Kitichai Sreesuknam

Highest Education: M.B.A. in Business Administration Retail Business Management, Panyapiwat Institute of Management

University or Agency: Panyapiwat Institute of Management

Field of Expertise: Retail Business Management

Address: 85/1 Moo 2, Chaengwattana Rd., Bang Talad, Pakkred, Nonthaburi 11120



Name and Surname: Anuruck Watanathawornwong

Highest Education: Ph.D. in Political Science, Ramkhamhaeng University

University or Agency: Panyapiwat Institute of Management

Field of Expertise: Political Science, Management, Merchandising & Marketing

Address: 85/1 Moo 2, Chaengwattana Rd., Bang Talad, Pakkred, Nonthaburi 11120