วิธีฮิวริสติกสำหรับการจัดเส้นทางพาหนะเพื่อลดต้นทุนการขนส่ง กรณีศึกษา: บริษัทผ้าม่าน

วรพนธ์ ชีววรนนท์ตรี*, ณัฐพล บุญรักษ์

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร
*Corresponding author email: tananut12@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดเส้นทางการขนส่ง กรณีศึกษาบริษัทผ้าม่าน และเสนอแนวทางในการปรับปรุงการจัดเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสม โดยภายใต้เงื่อนไขขนาดของรถบรรทุกสินค้าบรรทุกได้สูงสุดไม่เกิน 50 ลัง จากนั้นผู้วิจัยได้ประยุกต์วิธีฮิวริสติกส์ในการจัดเส้นทางขนส่งด้วยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด เพื่อใช้จัดเส้นทางขนส่งที่เหมาะสมและทำการเปรียบเทียบกับวิธีการหาเส้นทางการขนส่งที่บริษัทผ้าม่านใช้อยู่ในปัจจุบัน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า การใช้ประสบการณ์และความชำนาญของพนักงานสามารถจัดเส้นทางการขนส่งได้ 10 เส้นทาง เป็นระยะทางรวมทั้งสิ้น 684 กิโลเมตร หรือคิดเป็นต้นทุนค่าขนส่ง 2,202.48 บาท/เดือน และเมื่อใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving algorithm) สามารถจัดเส้นทางการขนส่งได้ 10 เส้นทางเช่นกัน แต่มีระยะทางที่ต้องเดินทางรวมทั้งสิ้น 646 กิโลเมตร หรือคิดเป็นต้นทุนค่าขนส่ง 2,080.12 บาท/เดือน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสามารถลดระยะทางเท่ากับ 38 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 5.55 และลดต้นทุนค่าขนส่ง เท่ากับ 122.36 บาท/เดือน คิดเป็นร้อยละ 5.55

คำสำคัญ: การจัดเส้นทางการขนส่ง / ฮิวริสติกส์ / อัลกอริทึมแบบประหยัด

A Heuristic Method for Vehicle Routing Problem to reduce Transportation Cost Case Study: Curtain Manufacturer

Woraphon Cheewaworanontree*, Nattapon Boonrak

Industrial Technology Program, Faculty of Science and Technology,
Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok
*Corresponding author email: tananut12@gmail.com

Abstract

This research aimed to study the vehicle routing problem (VRP) in a curtain manufacturer case study and presented an appropriate improvement approach to the VRP problem under the condition of the maximum loading capacity not over 50 crates per truck. In the research, saving algorithm, one of the most known heuristic for VRP, was studied to establish appropriate truck routes and the results were compared to the truck routes determined by the current method being used by the company. The result of the study concludes that using employee's experience-and-skilled based method could generate 10 truck routes with a total travel distance of 684 kilometers and a cost of transport corresponding to 2,202.48 baht a month. Likewise, the use of saving algorithm generated 10 truck routes, but had a lower total travel distance at 646 kilometers with a cost of transport corresponding to 2,080.12 baht per month. The finding reveals that saving algorithm outperforms the experience-and-skilled based method in that the algorithm can reduce the total travel distance of the truck routes equal to 38 kilometers with a lower transportation cost of 122.36 baht a month corresponding 5.55% of cost saving.

Keywords: Vehicle routing problems / Heuristic technique / Saving algorithms

บทนำ

ปัญหาการกำหนดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle routing problem: VRP) เป็นปัญหาด้านการขนส่งและโลจิสติกส์รูปแบบหนึ่งที่มีการศึกษากันอย่างแพร่หลาย โดยมี Dantzig และ Ramser [1] เป็นผู้ริเริ่มศึกษาปัญหาการขนส่งน้ำมันไปยังสถานีจ่ายน้ำมันต่าง ๆ และงานวิจัยต่อ ๆ มีการเพิ่มเงื่อนไขและข้อจำกัดต่าง ๆ ทำให้ปัญหา VRP ได้รับความนิยมและมีการพัฒนาจนมีความหลากหลายมากขึ้นตามลำดับ ถึงแม้ว่าจะมีการศึกษามาอย่างยาวนานก็ตามที แต่ทว่ายังไม่มีวิธีการใดที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์แบบ เนื่องจากความยากในการหาคำตอบของปัญหา [2] แนวคิดของการขนส่งโดยทั่วไปจะมุ่งเน้นในส่วนของการจัดส่งสินค้าให้ถึงลูกค้าให้ได้เร็วที่สุดตามตารางเวลาที่ได้วางแผนไว้ ซึ่งอาจทำให้ละเลยในการวางแผนจัดลำดับเส้นทางการส่งสินค้าจากคลังสินค้ากลางไปยังลูกค้า ซึ่งการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้ากลางมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการขนส่งสินค้าในแต่ละครั้ง [3] เช่น จำนวนของสินค้าที่ต้องส่งให้กับลูกค้าแต่ละราย ปริมาตรสินค้าแต่ละชิ้น ความจุของรถที่สามารถบรรจุสินค้าได้ รวมถึงการจัดลำดับการส่งสินค้าให้ลูกค้าแต่ละราย ว่าควรจะจัดส่งให้ลูกค้ารายใดเป็นลำดับแรก และรายใดเป็นลำดับถัดต่อ ๆ ไป เพื่อให้การขนส่งในแต่ละครั้งมีการประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีการจัดเส้นทางการขนส่งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการขนส่ง กรณีศึกษา: บริษัทที่ประกอบธุรกิจการผลิตและจัดจำหน่ายผ้าม่าน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 โดยมีลูกค้าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร และจังหวัดในภาคกลาง ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก ประมาณ 120 ราย แต่ในการศึกษางานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยแบ่งพื้นที่ให้บริการลูกค้าเป็นจำนวน 20 ราย จากการเข้าเก็บข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ในการจัดเส้นทางการขนส่งเพื่อส่งมอบสินค้าให้ลูกค้านั้น บริษัทจะให้พนักงานที่มีประสบการณ์และความชำนาญทำหน้าที่กำหนดเส้นทางเดินรถสำหรับจัดส่งสินค้า ซึ่งพนักงานจะจัดเส้นทางขนส่งแบบเป็นคู่ที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกันให้เป็นเส้นทางการขนส่งเดียวกัน ไม่มีการพิจารณาเส้นทางที่เป็นมาตรฐานทำให้การจัดเส้นทางการขนส่งนั้นขาดประสิทธิภาพ หากในอนาคตมีการขยายตัวของจำนวนลูกค้ามากขึ้นอาจทำให้ประสิทธิภาพในการจัดเส้นทางลดลง

จากปัญหาที่กล่าวมาทีมผู้วิจัยได้พิจารณาการจัดเส้นทางการขนส่งแบบเดิมแล้วพบว่า มีความเสี่ยงกับค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่เกินความจำเป็น เนื่องจากการขนส่งแบบเดิมไม่มีข้อมูลอ้างอิงอย่างชัดเจนว่าเป็นการจัดเส้นทางการขนส่งที่ดีที่สุดและมีปัญหาการส่งสินค้าแบบไม่เต็มความสามารถที่รถขนส่งจะบรรทุกได้ ซึ่งจะทำให้การขนส่งสินค้าในหนึ่งรอบไม่คุ้มกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น จากปัญหาที่กล่าวไว้ข้างต้น ทำให้ทีมผู้วิจัยเห็นถึง

ความสำคัญในการแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในการจัดเส้นทางขนส่งให้กับบริษัทกรณีศึกษา โดยงานวิจัยนี้ได้นำวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับการเดินรถแบบ Saving algorithm เพื่อช่วยในการหาคำตอบ และจัดลำดับเส้นทางเดินรถขนส่งให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและได้ผลลัพธ์ในการจัดเส้นทางที่มีการใช้รถอย่างคุ้มค่า และให้ได้ต้นทุนในการขนส่งลดต่ำลง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อศึกษาการจัดเส้นทางการขนส่งสำหรับบริษัทผ้าม่าน 2. เพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงการจัดเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมโดยใช้วิธี Saving algorithm 3. เพื่อเปรียบเทียบระยะทางและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

วัสดุและวิธีการ

บริษัทกรณีศึกษาประกอบธุรกิจการผลิตและจัดจำหน่ายผ้าม่าน มีลูกค้าในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร และจังหวัดในเขตภาคกลาง ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก ประมาณ 120 ราย แต่ในการศึกษางานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครโดยแบ่งพื้นที่ให้บริการลูกค้าเป็นจำนวน 20 ราย โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยสรุปได้ดังภาพที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

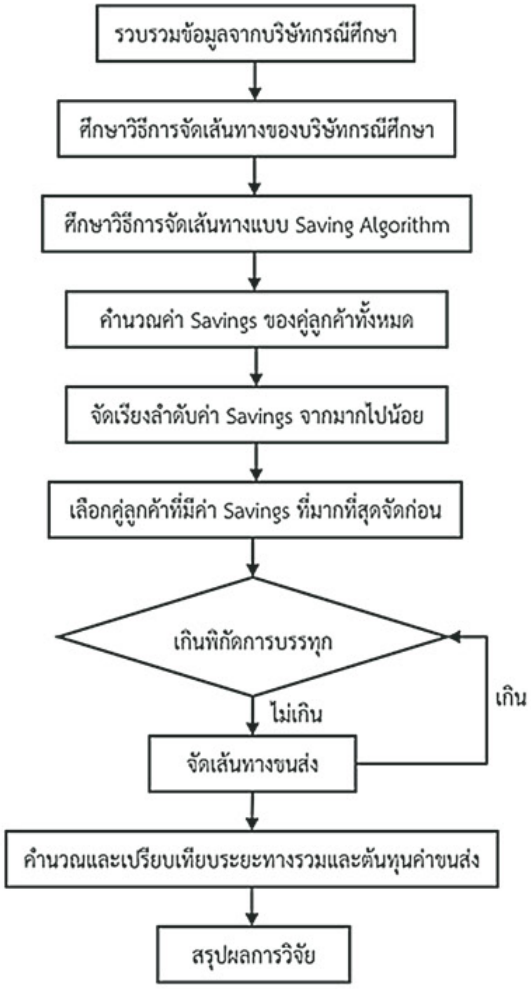
1. รวบรวมข้อมูลจากบริษัทกรณีศึกษาและสถานที่จัดส่งสินค้า

2. ศึกษาวิธีการจัดเส้นทางการขนส่งโดยพนักงานที่มีประสบการณ์และความชำนาญทำหน้าที่กำหนดเส้นทางเดินรถสำหรับจัดส่งสินค้า

3. ศึกษาทฤษฎีวิธีการจัดเส้นทางด้วยการใช้วิธี Saving algorithm ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่จัดอยู่ในประเภท Heuristic technique โดยผู้ที่ริเริ่มนำ Heuristic มาใช้แก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพเป็นครั้งแรกคือ Clarke และ Wright [4]

4. คำนวณการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธี Saving algorithm

5. เปรียบเทียบระยะทางและค่าใช้จ่ายในการขนส่งระหว่างวิธีการจัดเส้นทางการขนส่งแบบเดิมกับการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธี Saving algorithm



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ผลการศึกษา

1. จากการศึกษาและเก็บข้อมูลเบื้องต้น พบว่าบริษัทกรณีศึกษาผ้าม่านมีลูกค้าจำนวน 20 ราย ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งบริษัทจะให้พนักงานที่มีประสบการณ์และความชำนาญทำหน้าที่จัดเส้นทางการขนส่งสินค้าโดยจะจัดให้ลูกค้าที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกันให้เป็นเส้นทางการขนส่งเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะทางของลูกค้าจำนวน 20 ราย ในเขตกรุงเทพมหานคร (กิโลเมตร)

ลำดับ	ที่ตั้งลูกค้า	ระยะทางจาก บริษัทผ้าม่าน ถึง ตำแหน่งที่ตั้งร้าน ลูกค้า (กม.)	ลำดับ	ที่ตั้งลูกค้า	ระยะทางจาก บริษัทผ้าม่าน ถึง ตำแหน่งที่ตั้งร้าน ลูกค้า (กม.)
1	ร้าน A	2	11	ร้าน K	27
2	ร้าน B	5	12	ร้าน L	28
3	ร้าน C	13	13	ร้าน M	31
4	ร้าน D	15	14	ร้าน N	33
5	ร้าน E	16	15	ร้าน O	36
6	ร้าน F	17	16	ร้าน P	36
7	ร้าน G	17	17	ร้าน Q	38
8	ร้าน H	25	18	ร้าน R	48
9	ร้าน I	27	19	ร้าน S	49
10	ร้าน J	27	20	ร้าน T	50

จากการตารางที่ 1 สามารถสร้างเมตริกซ์ระยะทาง (Distance matrix) เป็นการบ่งชี้ระยะทางระหว่างทุก ๆ คู่ของสถานี (ลูกค้า) ที่จะต้องส่งสินค้า และระยะทางที่ใช้ในการประมาณต้นทุนการเดินทางระหว่างสถานที่คู่หนึ่ง ๆ [5] ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางเมตริกซ์การขนส่งระยะทางของลูกค้าจำนวน 20 ราย ในเขตกรุงเทพมหานคร (กิโลเมตร)

ลูกค้าที่ i	ระยะทางไปยังลูกค้าที่ I (กิโลเมตร)																				
	DC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2																				
2	5	4																			
3	13	14	19																		
4	15	15	13	23																	
5	16	18	22	9	27																
6	17	18	23	10	23	10															
7	17	16	15	24	32	30	31														
8	25	26	31	18	39	6	11	41													
9	27	28	34	20	34	8	13	41	3												
10	27	28	28	21	28	17	14	45	13	10											
11	27	28	34	16	34	8	13	41	4	6	14										
12	28	29	34	21	42	9	14	43	8	13	22	13									
13	31	33	37	22	45	12	17	47	10	7	17	7	8								
14	33	35	40	26	47	14	20	49	14	12	19	13	7	9							
15	36	46	45	23	57	22	26	48	26	29	38	28	23	26	22						
16	36	37	38	29	38	26	22	54	21	18	10	19	30	22	29	44					
17	38	39	45	29	52	18	24	53	16	13	11	17	17	6	17	32	22				
18	48	49	49	41	49	35	35	65	30	27	22	28	40	31	41	53	26	39			
19	49	50	65	42	63	33	35	65	29	21	24	21	21	19	8	29	33	13	44		
20	50	51	51	43	51	37	37	67	32	29	24	30	42	33	44	55	27	33	6	45	

2. นำข้อมูลจากตารางเมตริกซ์ระยะทางมาคำนวณระยะทางเมตริกซ์การประหยัดในการขนส่งโดยการจับคู่ทุกคู่ของลูกค้าทั้งหมด โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

$$S_{ij} = C_{Di} + C_{jD} - C_{ij}$$

เมื่อ i และ j คือลูกค้ารายที่ 1 ถึง 20 (i = 1, 2, 3,..., 20 และ j = 1, 2, 3,..., 20 โดย $i \neq j$) โดยที่

S_{ij} หมายถึง ระยะทางประหยัดเมื่อรวมลูกค้า i และลูกค้า j

C_{Di} หมายถึง ระยะทางจากบริษัทไปยังลูกค้า i

C_{jD} หมายถึง ระยะทางจากลูกค้า j ไปยังบริษัท

C_{ij} หมายถึง ระยะทางจากลูกค้า i ไปยังลูกค้า j

ตัวอย่าง การคำนวณหาค่าระยะทางประหยัดจากลูกค้าร้าน A (i = 1) ไปยังลูกค้าร้าน B (j = 2) สามารถหาค่าทางประหยัดได้ดังนี้

$$S_{ij} = C_{Di} + C_{jD} - C_{ij}$$

$$S_{ij} = (2+5) - 4$$

$$S_{ij} = 3 \text{ กิโลเมตร}$$

จากการคำนวณตัวอย่างพบว่า เมื่อทำการรวบเส้นทางของลูกค้าร้าน A (i = 1) และลูกค้าร้าน B (j = 2) เข้าด้วยกันทั้งไป-กลับ จะได้ค่าระยะทางประหยัดเท่ากับ 3 กิโลเมตร ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางเมตริกซ์การประหยัดในการขนส่ง

ลูกค้าที่ i	ระยะทางไปยังลูกค้าที่ i (กิโลเมตร)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1																				
2	3																			
3	1	-1																		
4	2	7	5																	
5	0	-1	20	4																
6	1	-1	20	9	23															
7	3	7	6	0	3	3														
8	1	-1	20	1	35	31	1													
9	1	-2	20	8	35	31	3	49												
10	1	4	19	14	26	30	-1	39	44											
11	1	-2	24	8	35	31	3	48	48	40										
12	1	-1	20	1	35	31	2	45	42	33	42									
13	0	-1	22	1	35	31	1	46	51	41	51	51								
14	0	-2	20	1	35	30	1	44	48	41	47	54	55							
15	-8	-4	26	-6	30	27	5	35	34	25	35	41	41	47						
16	1	3	20	13	26	31	-1	40	45	53	44	34	45	40	28					
17	1	-2	22	1	36	31	2	47	52	54	48	49	63	54	42	52				
18	1	4	20	14	29	30	0	43	48	53	47	36	48	40	31	58	47			
19	1	-11	20	1	32	31	1	45	55	52	55	56	61	74	56	52	74	53		
20	1	4	20	14	29	30	0	43	48	53	47	36	48	39	31	59	55	92	54	

3. ศึกษาความต้องการสินค้าของลูกค้าจำนวน 20 ร้าน ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนสิงหาคม โดยเฉลี่ย 4 เดือน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณความต้องการของลูกค้าในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนสิงหาคม

ลำดับ	ร้านค้า	ปริมาณการสั่งซื้อ (จำนวนลัง)
1	ร้าน A	24
2	ร้าน B	22
3	ร้าน C	23
4	ร้าน D	27
5	ร้าน E	24
6	ร้าน F	26
7	ร้าน G	25
8	ร้าน H	24
9	ร้าน I	23
10	ร้าน J	24
11	ร้าน K	26
12	ร้าน L	24
13	ร้าน M	24
14	ร้าน N	23
15	ร้าน O	24
16	ร้าน P	26
17	ร้าน Q	25
18	ร้าน R	25
19	ร้าน S	23
20	ร้าน T	24
รวม		**486**

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าความต้องการสินค้าของลูกค้าทั้ง 20 ร้าน ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนสิงหาคม มีความต้องการสินค้าทั้งหมด 486 ลัง

4. จับคู่ร้านค้าและความต้องการสินค้า ระหว่างบริษัท-ลูกค้า และลูกค้า-ลูกค้า ทุก ๆ คู่ทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตัวอย่างแสดงการจับคู่ร้านค้าและความต้องการสินค้า ร้าน F (i = 6) กับลูกค้าร้านอื่นที่เหลือ (j = 7, 8, 9, ..., 20) และปริมาณสินค้าที่ต้องบรรทุก

ลูกค้า i	ลูกค้า j	ปริมาณสินค้าที่ต้องบรรทุก (จำนวน 50 ลัง)
ร้าน F	ร้าน G	51
ร้าน F	ร้าน H	50
ร้าน F	ร้าน I	49
ร้าน F	ร้าน J	50
ร้าน F	ร้าน K	52
ร้าน F	ร้าน L	50
ร้าน F	ร้าน M	50
ร้าน F	ร้าน N	49
ร้าน F	ร้าน O	50
ร้าน F	ร้าน P	52
ร้าน F	ร้าน Q	51
ร้าน F	ร้าน R	51
ร้าน F	ร้าน S	49
ร้าน F	ร้าน T	50

จากตารางที่ 5 ตัวอย่างแสดงการจับคู่ร้านค้าและความต้องการสินค้า ร้าน F (i = 6) กับลูกค้าร้านอื่นที่เหลือ (j = 7, 8, 9, ..., 20) ซึ่งจะได้ทั้งหมด 14 คู่ จะเห็นได้ว่า ร้าน F - ร้าน G, ร้าน F – ร้าน K, ร้าน F – ร้าน P, ร้าน F – ร้าน Q, และร้าน F – ร้าน R ที่มีจำนวนผลรวมของสินค้าเกิน 50 ลัง เนื่องจากรถบรรทุก 1 คันสามารถบรรทุกสินค้าได้ไม่เกิน 50 ลัง และหากจับคู่ระหว่างบริษัท-ลูกค้า และลูกค้า-ลูกค้า ทุก ๆ คู่ร้านค้าทั้งหมดจะได้ 190 คู่ ซึ่งในการคำนวณทั้งหมดจะมีคู่ร้านค้าที่ไม่สามารถจัดเส้นทางขนส่งได้จำนวน 26 คู่ร้านค้า ดังนั้นจะได้คู่ร้านค้าทั้งหมด จำนวน 164 คู่ร้านค้าที่มีผลรวมของจำนวนลังที่จะบรรทุก ไม่เกิน 50 ลัง จึงสามารถนำมาจัดเส้นทางการขนส่งด้วยวิธี Saving algorithm ต่อไป แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เส้นทางที่ไม่สามารถจัดเส้นทางได้ จำนวน 26 คู่สาขา

ลำดับ	จับคู่ร้านค้า		จำนวนสินค้าเกิน (50 ลัง)	ลำดับ	จับคู่ร้านค้า		จำนวนสินค้าเกิน (50 ลัง)
1	ร้าน A	ร้าน D	51	14	ร้าน D	ร้าน T	51
2	ร้าน D	ร้าน E	51	15	ร้าน F	ร้าน G	51
3	ร้าน D	ร้าน F	53	16	ร้าน F	ร้าน K	52
4	ร้าน D	ร้าน G	52	17	ร้านF	ร้าน P	52
5	ร้าน D	ร้าน H	51	18	ร้าน F	ร้าน Q	51
6	ร้าน D	ร้าน J	51	19	ร้าน F	ร้าน R	51
7	ร้าน D	ร้าน K	53	20	ร้าน G	ร้าน K	51
8	ร้าน D	ร้าน L	51	21	ร้าน G	ร้าน P	51
9	ร้าน D	ร้าน M	51	22	ร้าน K	ร้าน P	52
10	ร้าน D	ร้าน O	51	23	ร้าน K	ร้าน Q	51
11	ร้าน D	ร้าน P	53	24	ร้าน K	ร้าน R	51
12	ร้าน D	ร้าน Q	52	25	ร้าน P	ร้าน Q	51
13	ร้าน D	ร้าน R	52	26	ร้าน P	ร้าน R	51

5. นำคู่ร้านค้าและความต้องการของสินค้า จำนวน 164 คู่ร้านค้า มาเรียงลำดับระยะทางประหยัด (S_{ij}) จากมากไปน้อยแล้วรวมเส้นทางของลูกค้า i และลูกค้า j ให้อยู่ในเส้นทางเดียวกันทำซ้ำจนสามารถจัดเส้นทางยานพาหนะได้ครอบคลุมลูกค้าทั้งหมด โดยมีเงื่อนไขข้อจำกัดการเดินทางแต่ละยานพาหนะต้องมีสินค้าไม่เกินความจุของยานพาหนะ (ไม่เกิน 50 ลัง) แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลจากการคำนวณจับคู่ saving เรียงจากค่ามากไปหาค่าน้อย

ลำดับ	i	j	i (km)	j (km)	รวม	ขากลับ	saving
1	18	20	48	50	98	6	92
2	14	19	33	49	82	8	74
3	13	17	31	38	69	6	63
4	10	16	27	36	63	10	53
5	8	9	25	27	52	3	49
6	11	12	27	28	55	13	42
7	5	15	16	36	52	22	30
8	3	6	13	17	30	10	20
9	2	4	5	15	20	13	7
10	1	7	2	17	19	16	3

จากตารางที่ 7 แสดงผลจากการ เรียงค่า saving มากไปยังค่า saving น้อย โดยแต่ล่ะคู่จะถูกกำหนดเงื่อนไขความจุของยานพาหนะได้ไม่เกิน 50 ลัง จะเห็นได้ว่า มีจำนวน 10 คู่หรือ 20 ร้านค้า ที่มีการจัดเส้นทางการขนส่งไม่ซ้ำกันและอยู่ภายใต้เงื่อนไข

6. นำข้อมูลที่ได้จากคำนวณวิธี Saving algorithms ในตารางที่ 7 มาเปรียบเทียบกับเส้นทางและระยะก่อนปรับปรุงโดยที่ใช้ประสบการณ์และความชำนาญของพนักงานและหลังปรับปรุงที่ใช้วิธี Saving algorithms

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบระหว่างเส้นทางเดินรถเส้นทางก่อน-หลังปรับปรุงโดยวิธี Saving algorithm

ลำดับ	ก่อนปรับปรุงโดยใช้ประสบการณ์			หลังปรับปรุงโดยวิธี Saving algorithm		
	เส้นทาง	จำนวนลัง	ระยะทาง (km)	เส้นทาง	จำนวนลัง	ระยะทาง (km)
1	0-1-16-0	50	75	0-18-20-0	49	104
2	0-3-7-0	48	54	0-14-19-0	46	90
3	0-2-4-0	49	33	0-13-17-0	49	75
4	0-5-6-0	50	43	0-10-16-0	50	73
5	0-8-9-0	47	55	0-8-9-0	47	55
6	0-10-11-0	50	68	0-11-12-0	50	68
7	0-12-15-0	48	87	0-5-15-0	48	74
8	0-13-17-0	49	75	0-3-6-0	49	40
9	0-14-19-0	46	90	0-1-7-0	49	34
10	0-18-20-0	49	104	0-2-4-0	49	33
	ระยะทางรวม (km)		**684**	**ระยะทางรวม (km)**		**646**

จากตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าการจัดเส้นทางการขนส่งโดยใช้ประสบการณ์และความชำนาญของพนักงาน จะต้องใช้การเดินทางเป็นระยะทางรวมทั้งสิ้น 684 กิโลเมตร หรือคิดเป็นต้นทุนค่าขนส่ง 684 × 3.22 = 2,202.48 บาท/เดือน เมื่อปรับปรุงเส้นทางโดยใช้วิธี Saving algorithm จะได้เส้นทางการขนส่ง 10 เส้นทางเช่นกัน แต่มีระยะทางที่ต้องเดินทางรวมทั้งสิ้น 646 กิโลเมตร หรือคิดเป็นต้นทุนค่าขนส่ง 646 × 3.22 = 2,080.12 บาท/เดือน ดังนั้นจะเห็นได้สามารถลดระยะทางเท่ากับ 38 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 5.55 และลดต้นทุนค่าขนส่ง เท่ากับ 122.36 บาท/เดือน คิดเป็นร้อยละ 5.55 ตามลำดับ

วิจารณ์และสรุป

จากการศึกษาการจัดเส้นทางการขนส่งโดยการเปรียบเทียบเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้าโดยการใช้ประสบการณ์และความชำนาญของพนักงานกับการจัดเส้นทางการขนส่งแบบใหม่โดยวิธีแบบ Saving algorithm สรุปแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบระยะทางและค่าใช้จ่ายการขนส่ง

ผลลัพธ์	วิธีจัดแบบเดิม	วิธี Saving algorithm
เส้นทางการขนส่ง	10 เส้นทาง	10 เส้นทาง
ระยะทางทั้งหมด	684 กิโลเมตร	646 กิโลเมตร
อัตราค่าขนส่ง	3.22 บาท/กม.	3.22 บาท/กม.
รวมค่าขนส่ง	2,202.48 บาท/ เดือน	2,080.12 บาท/เดือน

จากตารางที่ 9 เป็นการบ่งชี้ให้เห็นว่า โรงงานกรณีศึกษาควรปรับเปลี่ยนวิธีการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าเสียใหม่ โดยสามารถใช้ Saving algorithm เป็นวิธีการมาตรฐานสำหรับการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าแทน เนื่องจากเส้นทางที่ได้จาก Saving algorithm เป็นคำตอบที่มีประสิทธิภาพเหนือกว่าวิธีการจัดเส้นทางขนส่งที่อาศัยเพียงประสบการณ์ของพนักงาน กล่าวคือ ระยะทางและค่าขนส่งของคำตอบ (เส้นทางขนส่ง) ที่ได้จาก Saving algorithm มีค่าน้อยกว่าระยะทางและค่าขนส่งของคำตอบที่ได้จากการใช้ประสบการณ์ของพนักงาน

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเฉพาะกับบริษัทกรณีศึกษาในเขตพื้นทีกรุงเทพมหานครเท่านั้น การศึกษาวิจัยที่ควรดำเนินการต่อยอดเพื่อให้สามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้กับภาคอุตสาหกรรมได้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดข้อเสนอแนะในการวิจัยดังนี้

1. ขยายขอบเขตการพิจารณาการจัดส่งสินค้าให้ครอบคลุมลูกค้าทุกพื้นที่
2. ทดลองเทคนิคการจัดเส้นทางที่เหมาะสมด้วยวิธีอื่น เช่น Local search, Relaxations, Heuristics หรือเทคนิค Metaheuristics เป็นต้น เพื่อเปรียบเทียบคำตอบที่ได้กับวิธี Saving algorithm
3. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถติดตั้งลงบนสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต เพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดเส้นทางเดินรถแบบออนไลน์และเกิดความรวดเร็วในการกำหนดเส้นทางขนส่งมากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวอย่างหนึ่งของกลไกที่สอดคล้องกับนโยบายและแผนพัฒนาของรัฐบาลให้ประเทศก้าวเข้าสู่ยุค Thailand 4.0

เอกสารอ้างอิง

1. Dantzig GB, Ramser JH. The truck dispatching problem. Manag Sci 1959;6:80-91.

2. ฐิตินนท์ ศรีสุวรรณดี, ระพีพันธ์ ปิตาคะโส. การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งยานพาหนะด้วยวิธีการอาณานิคมมด กรณีศึกษาบริษัทเจียรนัยน้ำดื่ม จำกัด. วารสารมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2555;17:706-14.
3. Pichpibul, Kawtummachai. Delivery routing optimization for an inbound-outbound logistic case. Proceedings of the Ninth International Conference on Industrial Management (ICIM 2008). 2008.
4. Clarke G, Wright JW. Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. Oper Res 1964;12:568-81.
5. ปฏิพัทธ์ หงษ์สุวรรณ, วิชัย จันทรักษา, สรรวิทย์ เชื้อพิสุทธิ์กุล. การศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำดื่มจังหวัดสมุทรสงคราม. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2556; 16-18 ตุลาคม 2556; พัทยา จังหวัดชลบุรี.