

การศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการขนส่งแบบไป-กลับของการขนส่งสินค้า

ตันติกร พิชญ์พิบูล, เรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย *

* สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปทุมธานี 12121

โทร 0-29869009 ต่อ 2108 โทรสาร 0-2986-9112 E-mail ruengsak@siit.tu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาระบบในการจัดการการขนส่งสินค้า ซึ่งทำการขนส่งสินค้าจากคลังกลางไปยังหน่วยกระจายสินค้าหรือลูกค้าในแต่ละจังหวัดทั่วประเทศ ซึ่งในการจัดการการขนส่งจำเป็นต้องพิจารณาปริมาณการขนส่งในแต่ละครั้ง รวมทั้งเส้นทางที่รถขนส่งจะวิ่งเพื่อนำสินค้าไปส่งยังแต่ละจุด นอกจากนั้นยังจำเป็นต้องวางแผนการจัดการการขนส่งสินค้าในขากลับด้วย (ขนส่งสินค้าทั้งขาไปและขากลับ) เพื่อให้ต้นทุนโดยรวมของการขนส่งต่ำที่สุด วิธีการที่นำมาใช้เพื่อจัดการขนส่งในครั้งนี้เป็นวิธีการแบบฮิวริสติกส์ที่สามารถจัดเส้นทางขนส่งได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูง และในการทำงานจริงนั้น ทางผู้วิจัยได้พัฒนาซอฟต์แวร์ในการจัดการการขนส่งขึ้นมา ซึ่งสามารถใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอ โดยเปรียบเทียบกับวิธีการดั้งเดิม และพบว่ามีความประสิทธิภาพที่ดีกว่าในการลดต้นทุนของการขนส่ง และลดเวลาในการทำงานได้อีกด้วย

คำสำคัญ: การจัดการการขนส่ง; การจัดเส้นทางยานพาหนะ; การหาค่าตอบที่ดีที่สุด

1. บทนำ

การจัดเส้นทางยานพาหนะเป็นส่วนหนึ่งของการขนส่ง ซึ่งการขนส่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบหลักของระบบโลจิสติกส์ที่ใช้ในการกระจายสินค้าของคลังกลาง โดยเป็นตัวเชื่อมต่อกายในเครือข่ายการกระจายสินค้าระหว่างคลังกลาง และหน่วยกระจายสินค้า การจัดเส้นทางยานพาหนะเป็นการวางแผนจัดลำดับและเส้นทางขนส่งสินค้าไปยังหน่วยกระจายสินค้าต่างๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีต้นทุนโดยรวมต่ำสุด และสอดคล้องกับนโยบายของระบบโลจิสติกส์ การขนส่งสินค้าจากคลังกลางมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ซึ่งมีลักษณะแปรปรวนตลอดเวลา เช่น จำนวนของการจัดส่งสินค้า, ปริมาตรสินค้าของแต่ละจุดส่งสินค้า เป็นต้น ดังนั้นเพื่อรองรับความแปรปรวนดังกล่าว จึงต้องมีการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการขนส่งสินค้าอย่างสม่ำเสมอ เพื่อรักษาและปรับปรุงระดับการจัดการการขนส่งสินค้าให้ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ การวิเคราะห์ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะควรนำมาใช้เป็นมาตรฐานในการจัดเส้นทางขนส่ง เพื่อรองรับปัญหาและรักษาระดับมาตรฐานในการจัดการการขนส่ง เมื่อสภาพแวดล้อมของระบบเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น จำนวนของการจัดส่งสินค้า, ปริมาตรสินค้าต่อการจัดส่งสินค้า และระยะทางในการเดินทางระหว่างหน่วยกระจายสินค้าที่เปลี่ยนแปลงไป (การเกิดเส้นทางใหม่) เป็นต้น

การพัฒนาซอฟต์แวร์ในการจัดการการขนส่ง เพื่อใช้ในการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า จึงเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้ เพื่อให้บุคคลที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลที่ได้จากซอฟต์แวร์มาช่วยใช้ในการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าได้ ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ในการจัดการการขนส่ง เพื่อใช้ในการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าที่มีประสิทธิภาพ

นั้น จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากในการวิเคราะห์เส้นทางและวางแผนเส้นทาง เช่น ข้อมูลที่ตั้งของคลังกลาง ข้อมูลที่ตั้งของหน่วยกระจายสินค้า ข้อมูลปริมาณสินค้าที่ต้องจัดส่งไปยังหน่วยกระจายสินค้า เป็นต้น จาก การที่ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก และส่วนใหญ่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ในการวิเคราะห์เส้นทาง และวางแผนเส้นทาง จึงจำเป็นต้องใช้ซอฟต์แวร์ที่มีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ สามารถวิเคราะห์ข้อมูล คืบค้นข้อมูล แสดงผลข้อมูล ตลอดจนสามารถปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยได้เสมอเพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีประสิทธิภาพมากที่สุด

นอกจากการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม ในการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นในการจัดเส้นทางแล้วยังจำเป็น ที่จะต้องเลือกวิธีการแก้ปัญหาเส้นทางที่มีอยู่หลายวิธีการ ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการแก้ไขให้มากที่สุดด้วย โดยต้องมีความเหมาะสมกับข้อจำกัดที่มีอยู่เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพที่สุด งานวิจัย นี้เลือกวิธีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบฮิวริสติกส์ ใช้ช่วยในการจัดเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในกรณีขนส่งสินค้า เนื่องจากเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถจัดเส้นทางขนส่งได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูง

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการพัฒนาซอฟต์แวร์ในการจัดการการขนส่ง ที่ผสมผสานระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์กับวิธีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบฮิวริสติกส์ เพื่อลดค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นในเส้นทางเพื่อให้การ จัดการการขนส่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถลดเวลาในการทำงาน ตลอดจนสามารถใช้รถได้อย่างมี ประสิทธิภาพสูงสุด

2. ลักษณะของปัญหาที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

การจัดการการขนส่งสินค้าของกรณีศึกษา เริ่มต้นขนส่งสินค้าจากคลังสินค้ากลาง คือ จังหวัดอยุธยา ไปยังหน่วยกระจายสินค้าแต่ละจังหวัดทั่วประเทศ โดยทางผู้วิจัยได้ทำการแบ่งหน่วยกระจายสินค้าออกเป็น 4 ภาค แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วย

2.1. ภาคเหนือ จำนวน 17 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง อุตรดิตถ์ แพร่ น่าน พะเยา เชียงราย แม่ฮ่องสอน นครสวรรค์ อุทัยธานี กำแพงเพชร ตาก สุโขทัย พิษณุโลก พิจิตร เพชรบูรณ์

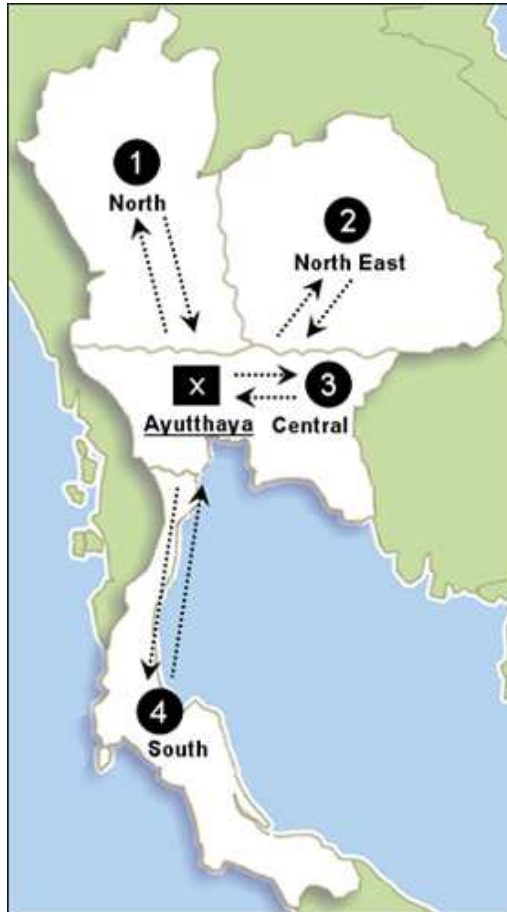
2.2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 19 จังหวัด ได้แก่ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ อุบลราชธานี ยโสธร ชัยภูมิ อำนาจเจริญ หนองบัวลำภู ขอนแก่น อุดรธานี เลย หนองคาย มหาสารคาม ร้อยเอ็ด กาฬสินธุ์ สกลนคร นครพนม มุกดาหาร

2.3. ภาคกลาง จำนวน 25 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ นนทบุรี ปทุมธานี อ่างทอง ลพบุรี สิงห์บุรี ชัยนาท สระบุรี ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี นครนายก สระแก้ว ราชบุรี กาญจนบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์

2.4. ภาคใต้ จำนวน 14 จังหวัด ได้แก่ นครศรีธรรมราช กระบี่ พังงา ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี ระนอง ชุมพร สงขลา สตูล ตรัง พัทลุง ปัตตานี ยะลา นราธิวาส

จากรูปที่ 1 ในแต่ละวันจะมีการขนส่งสินค้าขาไป จากคลังสินค้ากลางไปยังหน่วยกระจายสินค้าในแต่ละภาค และขนส่งสินค้าขากลับ จากหน่วยกระจายสินค้าในแต่ละภาคกลับมายังคลังสินค้ากลางตามความต้องการของหน่วยกระจายสินค้าในแต่ละจุด ซึ่งทุกจุดอาจไม่ได้มีความต้องการสินค้าทุกวัน โดยเริ่มต้นจากการขนส่งสินค้าขาไปจากคลังสินค้ากลาง หลังจากสินค้าทั้งหมดได้ถูกขนส่งแล้ว รถแต่ละคันที่ใช้ในการขนส่ง จะทำการขนส่งสินค้าขากลับ โดยเริ่มต้นจากหน่วยกระจายสินค้าท้ายสุดที่รถแต่ละคันได้ทำการขนส่งไปยัง

หน่วยกระจายสินค้าต่างๆ จนกว่าสินค้าจากกลับทั้งหมดได้ถูกขนส่ง หรือเกินปริมาณความจุของรถ หลังจากนั้นรถแต่ละคันจะนำสินค้ากลับไปยังคลังสินค้ากลาง แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 1: การขนส่งสินค้าแบบไป-กลับ จากคลังกลางไปยังหน่วยกระจายสินค้าทั้งหมด 4 ภาค (แยกจังหวัด)



รูปที่ 2: ตัวอย่างการขนส่งสินค้าแบบไป-กลับของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3. แนวความคิดเกี่ยวกับปัญหาการจัดรูปแบบเส้นทางยานพาหนะ

ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสม มีพื้นฐานเริ่มจากการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าที่อยู่ตามจุดต่างๆ โดยอาจมีข้อจำกัดด้านปริมาณการขนส่ง เวลาในการขนส่ง และระยะทางรวมของการขนส่งในแต่ละเที่ยว การแก้ปัญหาดังกล่าวเริ่มจากการจำแนกรูปแบบปัญหา และข้อจำกัดของปัญหา ในอดีตได้มีการศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางเดินทางไว้มากมาย สามารถจำแนกประเภทของปัญหาได้ดังนี้ (ทัศนวรรณ และคณะ, 2548)

3.1. ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย 1 คน (The Travelling Salesman Problem, TSP) โดยมีส่วนเชื่อว่าพนักงานขายจะต้องเดินทางผ่านทุกเมือง และเดินทางกลับมายังจุดเริ่มต้น โดยมีระยะทางรวมสั้นที่สุด

3.2. ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย M คน (The M-Travelling Saleman Problem, TSP-M) เป็นรูปแบบปัญหาที่พัฒนามาจากการเดินทางของพนักงานขาย 1 คน เป็นการเดินทางของพนักงาน M คน โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะทำให้ระยะทางรวมของพนักงานทั้งหมดนั้นสั้นที่สุด

3.3. ปัญหาที่กล่าวถึงจุดเส้นทางของยานพาหนะที่ใช้ขนส่งจากคลังสินค้า 1 แห่ง ไปยังจุดต่างๆ ที่มีความต้องการแน่นอน (The Single Depot, Multiple Vehicle, Node Routing Problem (Classical Vehicle Problem, VRP)) โดยมีระยะทางรวมสั้นที่สุด

3.4. ปัญหาที่พัฒนามาจากรูปแบบปัญหาที่ 3 โดยมีคลังสินค้าหลายแห่ง (The Multiple Depot, Multiple Vehicle, Node Routing Problem) โดยอาจมีข้อจำกัดด้านปริมาณความต้องการที่แน่นอน หรือไม่แน่นอน และข้อจำกัดด้านความสามารถในการเก็บสินค้าของคลังสินค้าแต่ละแห่ง

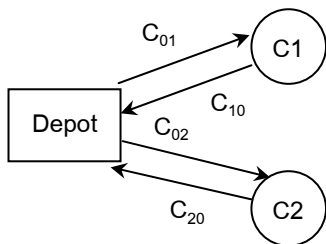
3.5. ปัญหาที่กล่าวถึงจุดเส้นทางของยานพาหนะที่ใช้ขนส่งจากคลังสินค้า 1 แห่ง ไปยังจุดต่างๆ แต่ความต้องการของจุดต่างๆ ไม่ทราบแน่นอน (The Single Depot, Multiple Vehicle, Node Routing Problem with Stochastic Demand) โดยมีระยะทางรวมสั้นที่สุด

จากการศึกษาลักษณะของปัญหาที่ใช้เป็นกรณีศึกษา จะพบว่ารูปแบบของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบปัญหาที่กล่าวถึงจุดเส้นทางของยานพาหนะ ที่ใช้ขนส่งจากคลังสินค้า 1 แห่ง ไปยังจุดต่างๆ ที่มีความต้องการแน่นอน (The Single Depot, Multiple Vehicle, Node Routing Problem (Classical Vehicle Problem, VRP)) คือ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับก่อนหลังในการขนส่งสินค้าไปยังตำแหน่งจุดส่งสินค้าต่างๆ โดยกลุ่มของยานพาหนะที่ตั้งอยู่ ณ คลังสินค้าแห่งเดียว สำหรับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะดังกล่าว มีงานวิจัยที่ได้นำมาประยุกต์ใช้ เพื่อหาคำตอบของปัญหา ดังนี้

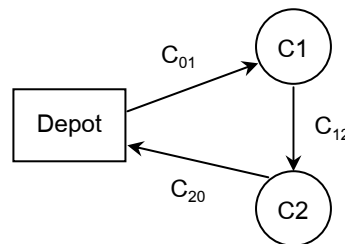
อุดม จาปะเกษตร และ พิภพ ลลิตาภรณ์ (2542) ได้เสนอวิธีการจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อขนส่งอะไหล่รถยนต์มาศูนย์กระจายสินค้ากลาง ไปยังศูนย์บริการต่างๆ โดยนำปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ โดยมีศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียว (Vehicle Routing Problem, VRP with single depot) มาประยุกต์ใช้ในการหาเส้นทาง ซึ่งผลการทดลองพบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถจัดสรรการใช้ประโยชน์ของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งดีขึ้น และทำให้เปอร์เซ็นต์เนลี่ยการเกิดความล่าช้าในการส่งของลดลง

4. วิธีการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบฮิวริสติกส์ของ Clarke-Wright

วิธีการจัดเส้นทางยานพาหนะที่นำเสนอเป็นวิธีการรวมจุดส่งสินค้าต่างๆ เข้าไว้ในเส้นทางหลัก แทนการจัดส่งสินค้าจากคลังสินค้าไป-กลับยังทุกๆ จุดส่งสินค้า แสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งการรวมจุดส่งสินค้าทำให้เกิดความประหยัดในการเดินทาง โดยการนำจุดส่งสินค้าจุดอื่นๆ มารวมกับเส้นทางหลัก แสดงดังรูปที่ 4 จะได้ค่าประหยัด = $(2C_{01}+2C_{02}) - (C_{01}+C_{02}+C_{12}) = C_{01}+C_{02}-C_{12}$



รูปที่ 3: การจัดส่งสินค้าไป-กลับทุกๆ จุดส่งสินค้า



รูปที่ 4: การรวมจุดส่งสินค้า

ทั้งนี้ค่าความประหยัดอาจพิจารณาจากค่าขนส่ง ระยะทางหรือค่าอื่นๆ ตามแต่ความเหมาะสม อีกทั้งควรพิจารณาความเป็นไปได้ของเส้นทาง ในกรณีที่มีการส่งสินค้าด้วยวิธีการรวมจุดส่งจะสามารถจัดส่งสินค้าได้ตามสภาพความเป็นจริงหรือไม่ (เครื่อวัลย์, 2547)

ตารางที่ 1: ตัวอย่างความต้องการในการขนส่ง

Customer	Province	Demand	Depot	Vehicle Capacity	Cost
1	Chiang Mai	85			
2	Lamphun	162			
3	Lampang	26	Ayutthaya	300 units	฿1 per km
4	Uttaradit	140			
5	Phrae	110			

จากตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างความต้องการในการขนส่งซึ่งสามารถแสดงขั้นตอนการทำงานของวิธีการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบฮิวริสติกส์ของ Clarke-Wright ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 5 และมีรายละเอียดดังนี้

4.1. สร้างเมตริกต้นทุน ระหว่างจุดส่งสินค้า 2 จุด คือ จุด i และจุด j แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: เมตริกต้นทุน

	0	1	2	3	4	5
0	-	685	664	594	529	595
1	-	-	21	96	236	205
2	-	-	-	75	215	184
3	-	-	-	-	140	109
4	-	-	-	-	-	74

4.2. คำนวณค่าความประหยัด (Savings)

4.2.1. คำนวณหาจำนวนคู่จุดส่งสินค้าทั้งหมด

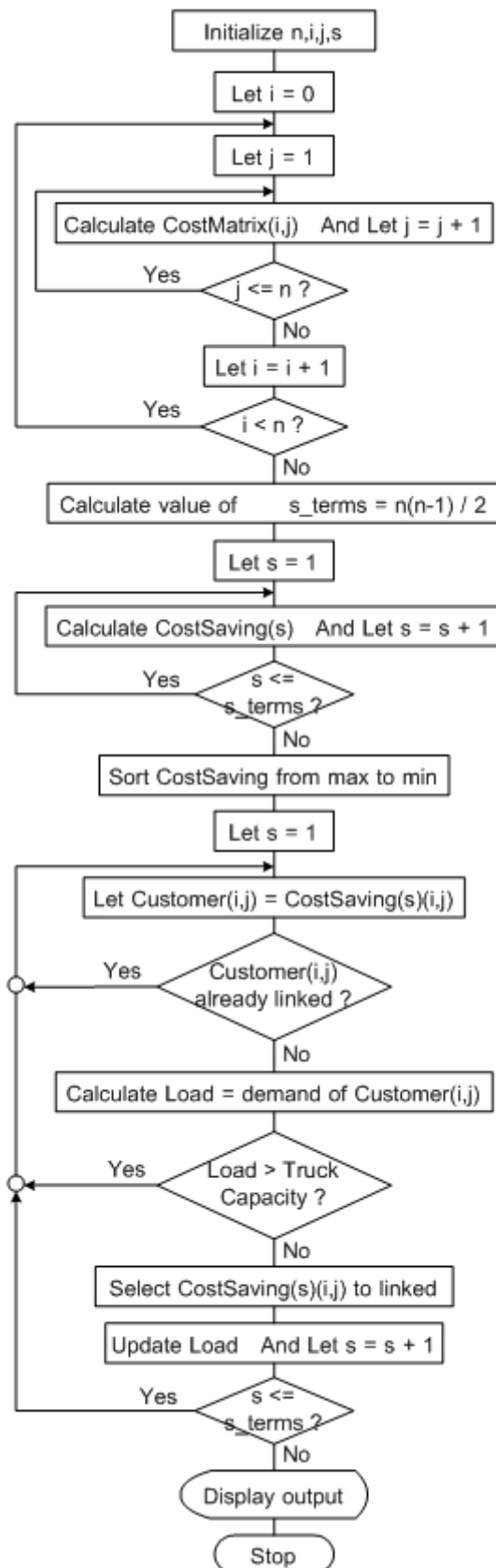
$$SavingTerms = \frac{n(n-1)}{2} = 10 \quad (1)$$

โดยที่ n คือจำนวนลูกค้าทั้งหมด

4.2.2. คำนวณหาค่าความประหยัดในแต่ละคู่จุดส่งสินค้า

$$S_{ij} = C_{01} + C_{02} - C_{ij} \quad (2)$$

โดยที่ S_{ij} คือค่าความประหยัด ระหว่างคู่จุดส่งสินค้า i และ j , C_{ij} เป็นค่าใช้จ่าย หรือระยะทางระหว่างคู่จุดส่งสินค้า i และ j , 0 แทนสัญลักษณ์ของคลังสินค้า เช่น C_{01} หมายถึงค่าใช้จ่ายในการขนส่งระหว่างคลังสินค้า และจุดส่งสินค้า 1 แสดงดังตารางที่ 3



รูปที่ 5: ขั้นตอนการทำงานของวิธีการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบฮิวริสติกส์ของ Clarke-Wright

ตารางที่ 3: ค่าความประหยัดในแต่ละคู่จุดส่งสินค้า

S ₁₂	C ₀₁ +C ₀₂ -C ₁₂	685+664-21=1328	S ₂₄	C ₀₂ +C ₀₄ -C ₂₄	664+529-215=978
S ₁₃	C ₀₁ +C ₀₃ -C ₁₃	685+594-96=1183	S ₂₅	C ₀₂ +C ₀₅ -C ₂₅	664+595-184=1075
S ₁₄	C ₀₁ +C ₀₄ -C ₁₄	685+529-236=978	S ₃₄	C ₀₃ +C ₀₄ -C ₃₄	594+529-140=983
S ₁₅	C ₀₁ +C ₀₅ -C ₁₅	685+595-205=1075	S ₃₅	C ₀₃ +C ₀₅ -C ₃₅	594+595-109=1080
S ₂₃	C ₀₂ +C ₀₃ -C ₂₃	664+594-75=1183	S ₄₅	C ₀₄ +C ₀₅ -C ₄₅	529+595-74=1050

4.2.3. เรียงลำดับค่าความประหยัดจากมากไปหาน้อย แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4: ค่าความประหยัดที่เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย

No	Link	Savings	No	Link	Savings
1	(1,2)	1328	6	(2,5)	1075
2	(1,3)	1183	7	(4,5)	1050
3	(2,3)	1183	8	(3,4)	983
4	(3,5)	1080	9	(1,4)	978
5	(1,5)	1075	10	(2,4)	978

4.3. การรวมจุดส่งสินค้า พิจารณาจุดส่งสินค้าตามลำดับค่าความประหยัดจากมากไปหาน้อย โดย

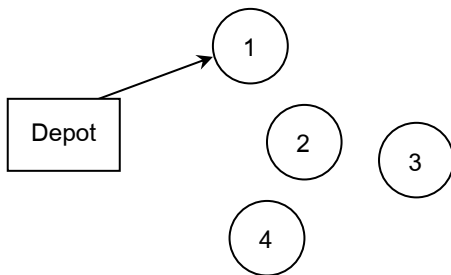
- 4.3.1. ถ้าคู่จุดส่งสินค้าที่ i และ j ได้ถูกรวมแล้ว ให้พิจารณาจุดส่งสินค้าถัดไป
- 4.3.2. คำนวณค่า Load จากผลรวมของปริมาณสินค้าของจุดส่งสินค้า ณ คู่จุดส่งสินค้า i และ j
- 4.3.3. ถ้าค่า Load มีค่ามากกว่าปริมาณความจุของรถบรรทุก ให้พิจารณาจุดส่งสินค้าต่อไป
- 4.3.4. ทำการรวมจุดส่งสินค้า และปรับปรุงค่า Load จากจุดส่งสินค้าที่รวมกันทั้งหมด
- 4.3.5. ถ้าจำนวนคู่จุดส่งสินค้ายังไม่ครบตามจำนวน ให้พิจารณาจุดส่งสินค้าถัดไป

ตารางที่ 5: การรวมจุดส่งสินค้า

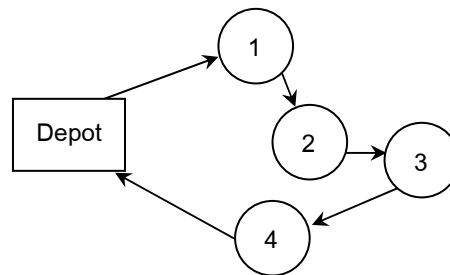
No	Link	Load	Flag
1	(1,2)	85+162=247<300	Linked and update Load=247
2	(1,3)	247+26=273<300	Linked and update Load=273
3	(2,3)	-	Already linked
4	(3,5)	273+110=383>300	Capacity overloaded
5	(1,5)	273+110=383>300	Capacity overloaded
6	(2,5)	273+110=383>300	Capacity overloaded
7	(4,5)	140+110=250<300	Linked and update Load=250
8	(3,4)	-	Already linked
9	(1,4)	-	Already linked
10	(2,4)	-	Already linked

5. วิธีการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบฮิวริสติกส์โดยวิธี Nearest Neighbor

วิธีการจัดเส้นทางยานพาหนะดังกล่าว เป็นวิธีการค้นหาจุดส่งสินค้าที่อยู่ใกล้กับจุดส่งสินค้าจุดสุดท้ายมากที่สุด โดยที่มีปริมาณสินค้าไม่เกินความจุของรถขนส่งสินค้า ถ้าปริมาณสินค้าของจุดส่งสินค้าเกินความจุของรถขนส่งสินค้า ก็จะเริ่มใช้รถขนส่งสินค้าคันใหม่ โดยความใกล้อาจพิจารณาจากระยะทางหรือระยะเวลาในการขนส่งสินค้าได้ตามแต่ความเหมาะสม ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากกำหนดจุดเริ่มต้นของเส้นทางขนส่ง ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ใกล้กับคลังสินค้ามากที่สุด แสดงดังรูปที่ 6 หลังจากนั้นจึงค้นหาจุดที่อยู่ใกล้จุดสุดท้ายของเส้นทางมากที่สุด เพิ่มจุดเข้าเส้นทาง และทำวนซ้ำจนจุดทุกจุดอยู่ในเส้นทาง จากนั้นเชื่อมจุดสุดท้ายเข้ากับจุดเริ่มต้น แสดงดังรูปที่ 7 (เครื่อวัลย์, 2547)



รูปที่ 6: การค้นหาจุดส่งที่อยู่ใกล้กับคลังสินค้ามากที่สุด โดยวิธี Nearest Neighbor



รูปที่ 7: การค้นหาจุดส่งสินค้าที่อยู่ใกล้จุดส่งมากที่สุด โดยวิธี Nearest Neighbor

6. การประเมินประสิทธิภาพของวิธีการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบฮิวริสติกส์

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการขนส่งสินค้า โดยใช้วิธีการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบฮิวริสติกส์ของ Clarke-Wright ข้อมูลที่ศึกษาได้นำมาจากการจำลองสถานการณ์การขนส่งสินค้า จำนวน 120 ตัวอย่าง แบ่งออกเป็นภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ภาคกลาง, ภาคใต้ จำนวนภาคละ 30 ตัวอย่าง ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 7 และตารางที่ 8 แล้วนำมาประมวลผลโดยใช้ซอฟต์แวร์ในการจัดการการขนส่ง หลังจากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบระหว่างวิธีการดั้งเดิม (Nearest Neighbor) และวิธีการที่นำเสนอ (Clarke-Wright) ซึ่งเป็นชุดข้อมูลเดียวกันมาประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ CPU AMD 1.6 GHz RAM 960 MB โดยมีการกำหนดตัวแปร และค่าพารามิเตอร์ แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6: การกำหนดตัวแปร และค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผล

รายละเอียด	ชุดข้อมูล
จำนวนของคลังกลาง	1
จำนวนของหน่วยกระจายสินค้า	4 – 10 (ตัวเลขสุ่ม)
ค่าขนส่งในแต่ละหน่วยต่อระยะทาง	
- กรณีรถบรรทุกสินค้า	฿2 ต่อ กม.
- กรณีรถเปล่า	฿1 ต่อ กม.
ความจุของรถขนส่ง	20,000 กก. ต่อคัน
ความต้องการสินค้าของหน่วยกระจายสินค้าในแต่ละคลัง	1,000 – 9,000 กก. (ตัวเลขสุ่ม)

ตารางที่ 7: ตัวอย่างของปัญหาที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ (เข้าไป)

No	Customer (Province)										Demand (Kg)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	12	14	8	3	6	16	4	7	15	-	6,714	8,114	6,401	2,381	4,689	1,712	5,189	8,893	5,898	-
2	15	8	10	2	4	5	6	13	17	14	4,310	1,691	7,278	4,092	6,309	4,300	8,520	3,181	8,940	7,126
3	12	16	4	6	5	15	9	10	14	-	7,982	3,479	8,908	6,855	5,958	4,097	8,760	3,943	7,615	-
4	14	12	5	3	8	15	7	2	-	-	1,800	1,138	2,882	3,856	4,099	5,587	8,739	4,953	-	-
5	10	8	2	1	6	5	16	-	-	-	2,971	5,032	8,119	4,702	1,135	1,742	8,939	-	-	-
6	2	15	16	6	5	4	10	14	-	-	8,947	7,941	6,411	3,595	2,595	7,684	8,279	3,045	-	-
7	8	15	7	11	9	-	-	-	-	-	8,448	5,010	8,019	8,700	5,188	-	-	-	-	-
31	32	28	22	36	33	27	25	20	34	-	3,578	8,888	2,366	6,929	1,999	6,867	1,882	4,338	2,969	-
32	34	25	26	36	19	21	-	-	-	-	7,617	5,495	6,080	8,473	8,223	5,891	-	-	-	-
33	26	30	22	33	21	34	-	-	-	-	1,491	4,922	2,009	3,640	8,926	3,203	-	-	-	-
34	33	23	35	21	19	30	32	24	28	-	8,135	8,982	4,921	1,178	4,223	2,759	5,723	5,680	8,843	-
35	19	25	32	26	30	29	-	-	-	-	6,500	7,567	5,884	5,152	4,398	6,501	-	-	-	-
36	31	33	34	21	19	18	28	22	20	-	7,515	3,700	8,054	7,447	7,828	3,874	1,784	8,493	6,530	-
37	23	34	26	24	20	21	30	28	27	-	2,287	3,111	2,929	8,893	6,999	5,843	3,051	3,428	3,269	-
61	39	61	58	51	41	42	47	54	52	37	3,352	7,105	4,564	2,832	5,457	5,000	4,891	7,359	8,986	3,851
62	54	59	52	56	43	41	61	39	-	-	6,620	6,258	2,578	1,684	7,621	5,604	1,699	2,859	-	-
63	58	57	56	38	55	40	-	-	-	-	6,905	4,039	1,572	6,497	1,994	6,750	-	-	-	-
64	57	53	52	58	42	38	40	47	45	-	5,369	1,824	8,936	3,256	8,972	1,283	7,044	1,038	6,883	-
65	54	56	42	45	39	53	61	49	51	57	5,047	4,242	7,710	3,340	7,756	5,195	5,418	4,901	7,125	7,912
66	57	46	47	50	48	56	-	-	-	-	2,356	1,666	7,274	8,150	5,632	5,406	-	-	-	-
67	38	49	39	47	41	56	58	55	-	-	8,821	4,118	5,798	4,935	2,253	3,423	1,287	8,033	-	-
91	65	64	74	70	-	-	-	-	-	-	6,003	8,103	7,783	3,878	-	-	-	-	-	-
92	72	68	66	73	71	74	67	63	-	-	1,535	6,328	7,731	8,766	3,656	3,541	7,769	8,655	-	-
93	64	74	67	70	73	63	76	66	71	-	8,877	8,858	4,588	8,719	4,181	7,187	2,434	7,182	8,404	-
94	67	71	69	63	66	-	-	-	-	-	6,414	7,459	8,842	8,841	6,533	-	-	-	-	-
95	64	67	76	63	73	66	65	71	-	-	3,727	7,265	3,043	4,501	8,723	3,386	4,416	5,383	-	-
96	71	69	65	64	73	72	63	-	-	-	1,693	4,741	6,383	1,006	6,311	6,214	8,783	-	-	-
97	66	70	64	65	67	68	74	73	72	-	4,372	1,427	1,761	5,458	6,678	2,279	4,260	8,237	5,917	-

ตารางที่ 8: ตัวอย่างของปัญหาที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ (ขากลับ)

No	Customer (Province)										Demand (Kg)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	10	12	2	16	4	6	3	1	-	2,148	5,519	1,542	4,881	7,148	5,465	5,712	1,405	5,974	-
2	11	12	6	13	14	-	-	-	-	-	4,061	7,775	5,187	5,776	5,770	-	-	-	-	-
3	3	16	15	8	7	9	10	5	2	12	4,892	5,176	5,065	3,872	5,065	5,703	4,547	8,080	8,913	7,701
4	7	15	3	8	6	14	-	-	-	-	2,073	5,755	8,746	8,131	6,105	5,814	-	-	-	-
5	2	5	3	9	4	16	15	7	8	-	7,263	4,370	6,481	2,835	2,137	8,629	8,738	4,482	6,706	-
6	11	5	4	6	9	3	10	-	-	-	5,008	2,475	7,060	6,509	7,496	7,821	1,768	-	-	-
7	11	4	5	6	14	7	17	-	-	-	1,533	5,866	7,568	3,229	4,014	3,853	8,343	-	-	-
31	22	18	20	25	26	35	21	23	24	-	8,690	4,899	4,463	3,671	1,120	3,183	6,721	2,689	2,124	-
32	31	19	20	22	27	30	-	-	-	-	5,092	7,067	2,875	3,520	6,716	6,419	-	-	-	-
33	33	21	18	26	30	22	35	25	34	-	6,094	6,404	7,808	3,944	8,683	1,482	8,454	8,972	3,130	-
34	24	27	31	29	32	-	-	-	-	-	6,420	7,959	7,377	4,292	7,879	-	-	-	-	-
35	30	25	28	32	22	20	26	27	33	35	7,789	4,315	8,913	1,040	4,987	2,205	2,084	5,078	8,741	5,695
36	26	29	27	19	31	34	-	-	-	-	7,568	2,554	5,105	5,199	4,260	7,723	-	-	-	-
37	30	27	29	20	18	24	22	28	34	-	4,636	7,663	4,577	3,871	5,098	8,360	3,703	3,668	8,248	-
61	52	61	56	50	48	40	42	55	54	-	7,867	7,490	5,780	1,528	3,468	2,850	6,531	8,790	5,971	-
62	39	48	59	61	37	49	-	-	-	-	5,846	4,511	3,837	7,810	1,931	2,350	-	-	-	-
63	40	53	56	57	59	47	46	52	-	-	1,624	6,117	4,767	4,460	8,309	2,453	5,262	6,205	-	-
64	58	61	48	40	60	53	45	49	46	37	4,732	4,757	6,488	4,480	2,231	6,250	5,975	7,441	4,087	8,003
65	53	44	50	43	49	41	-	-	-	-	1,155	8,896	4,737	3,747	1,965	7,527	-	-	-	-
66	48	54	41	42	51	58	52	-	-	-	1,566	1,922	5,931	5,197	7,292	4,495	4,434	-	-	-
67	40	49	56	51	42	52	59	60	-	-	6,092	3,246	1,158	6,093	4,068	3,853	8,960	3,697	-	-
91	75	76	68	69	64	70	65	72	67	73	1,575	7,859	7,036	8,224	4,278	1,016	1,277	6,347	2,958	7,257
92	67	65	71	68	63	74	72	-	-	-	9,000	2,711	4,374	3,851	8,632	8,346	2,379	-	-	-
93	67	73	72	69	65	75	74	70	-	-	1,618	7,748	8,742	5,792	8,293	4,023	4,321	1,062	-	-
94	65	71	70	64	67	72	63	-	-	-	6,716	2,634	3,579	3,215	4,154	7,223	3,288	-	-	-
95	63	68	64	65	66	67	69	73	71	-	4,044	5,311	8,190	2,135	8,517	4,493	4,228	3,955	4,083	-
96	75	69	74	70	73	-	-	-	-	-	4,848	8,964	4,816	8,745	3,444	-	-	-	-	-
97	64	70	69	72	71	73	-	-	-	-	2,993	8,924	4,331	5,294	6,653	5,544	-	-	-	-

ผลลัพธ์จากการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบฮิวริสติกส์โดยวิธี Nearest Neighbor แสดงดังตารางที่ 9 และวิธี Clarke-Wright แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 9: ตัวอย่างของผลลัพธ์จากการ

จัดเส้นทางยานพาหนะแบบ

ฮิวริสติกส์โดยวิธี Nearest Neighbor

No	Vehicle Qty	Weight (Ton)	Distance (Km)	Cost (Baht)
1	3	89.78	4,714	151,113
2	3	84.32	5,236	132,129
3	4	116.61	6,845	225,091
4	2	69.67	6,102	135,016
5	2	84.28	5,816	134,187
6	3	86.64	5,755	156,489
7	3	69.77	6,988	169,890
31	3	77.38	6,033	160,454
32	3	73.47	5,816	154,430
33	2	79.16	5,874	153,491
34	3	84.37	6,077	163,197
35	2	86.85	5,215	138,274
36	3	87.63	5,814	160,611
37	3	89.63	5,903	156,953
61	3	103.68	3,853	106,982
62	2	61.20	4,179	79,952
63	2	66.96	2,670	61,567
64	3	99.04	3,776	111,604
65	3	86.68	3,181	102,665
66	2	61.32	3,632	72,966
67	3	75.84	3,137	92,523
91	2	73.60	6,846	202,309
92	3	87.27	9,287	283,102
93	4	102.03	10,313	292,117
94	3	68.90	7,595	203,885
95	3	85.40	10,127	270,604
96	2	65.95	6,749	180,346
97	3	74.13	8,439	230,061

ตารางที่ 10: ตัวอย่างของผลลัพธ์จากการ

จัดเส้นทางยานพาหนะแบบ

ฮิวริสติกส์โดยวิธี Clarke-Wright

No	Vehicle Qty	Weight (Ton)	Distance (Km)	Cost (Baht)
1	3	89.78	4,637	151,122
2	3	84.32	4,557	125,509
3	3	116.61	5,835	184,999
4	2	69.67	4,232	153,881
5	2	84.28	3,758	129,544
6	3	86.64	4,632	151,434
7	2	69.77	5,440	159,980
31	2	77.38	4,423	138,463
32	2	73.47	4,494	126,398
33	2	79.16	3,925	125,433
34	3	84.37	5,120	149,544
35	2	86.85	3,004	114,072
36	3	87.63	4,464	123,465
37	2	89.63	4,160	136,484
61	4	103.68	2,925	85,302
62	2	61.20	2,246	67,621
63	2	66.96	1,571	56,167
64	3	99.04	2,723	92,340
65	3	86.68	2,459	72,968
66	2	61.32	2,466	73,890
67	2	75.84	2,183	67,535
91	2	73.60	5,344	181,743
92	3	87.27	8,010	252,043
93	4	102.03	9,638	257,695
94	2	68.90	5,930	150,642
95	2	85.40	7,445	239,225
96	2	65.95	5,614	183,017
97	2	74.13	6,705	186,460

ผลการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์ในการจัดการการขนส่ง ระหว่างวิธีการดั้งเดิม (Nearest Neighbor) และวิธีการที่นำเสนอ (Clarke-Wright) โดยใช้ชุดข้อมูลเดียวกัน แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11: ผลการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างวิธีการดั้งเดิม และวิธีการที่นำเสนอ

	วิธีการดั้งเดิม (Nearest Neighbor)	วิธีการที่นำเสนอ (Clarke-Wright)	ผลต่าง	ร้อยละ ผลต่าง
จำนวนชุดข้อมูล	120	120	-	-
เวลาที่ใช้คำนวณรวม (วินาที)	151	250	-99	65.56

ตารางที่ 11: ผลการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างวิธีการดั้งเดิม และวิธีการที่นำเสนอ (ต่อ)

	วิธีการดั้งเดิม (Nearest Neighbor)	วิธีการที่นำเสนอ (Clarke-Wright)	ผลต่าง	ร้อยละ ผลต่าง
จำนวนรถที่ใช้ในการขนส่งรวม (คัน)	317	284	33	10.41
จำนวนรถที่ใช้ในการขนส่งเฉลี่ย (คัน)	2.64	2.37	0.27	10.23
ปริมาณสินค้ารวม (ตัน)	9,544.06	9,544.06	-	-
ระยะทางขนส่งรวม (กม.)	727,473	541,938	185,535	25.50
ต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งรวม (บาท)	19,390,391	17,051,476	2,338,915	12.06

จากตารางที่ 11 จะเห็นว่าการทำงานของวิธีการที่นำเสนอ (Clarke-Wright) แสดงให้เห็นว่าค่าที่ได้จากวิธีการดังกล่าวแตกต่างจากวิธีการดั้งเดิม (Nearest Neighbor) โดยสามารถลดจำนวนรถที่ใช้ในการขนส่งรวม, ลดจำนวนรถที่ใช้ในการขนส่งเฉลี่ย และใช้ระยะทางขนส่งรวมน้อยลง จึงส่งผลให้สามารถลดต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งรวมได้ 12.06 เปอร์เซ็นต์ เป็นจำนวนเงิน 2,338,915 บาท และในการประมวลผลของวิธี Clarke-Wright ใช้เวลาเพียง 250 วินาที ต่อการประมวลผล 120 ตัวอย่าง และสามารถประมวลผลข้อมูลทั้งหมดได้ในครั้งเดียว

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

ในการแก้ปัญหาการขนส่งสินค้า เพื่อศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมนั้น สามารถจัดทำได้โดยใช้วิธีการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบฮิวริสติกส์ของ Clarke-Wright จากการทดลองประมวลผลข้อมูลของการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้ากลาง คือ จังหวัดอยุธยาไปยังหน่วยกระจายสินค้าแต่ละจังหวัดทั่วประเทศ พบว่าประสิทธิภาพของวิธี Clarke-Wright อยู่ในเกณฑ์ที่ดี กล่าวคือเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการดั้งเดิม (Nearest Neighbor) นั้นวิธีการที่นำเสนอ (Clarke-Wright) สามารถลดจำนวนรถที่ใช้ในการขนส่งรวมได้ 10.41 เปอร์เซ็นต์, ลดจำนวนรถที่ใช้ในการขนส่งเฉลี่ยได้ 10.23 เปอร์เซ็นต์, ใช้ระยะทางในการขนส่งรวมน้อยลง 25.50 เปอร์เซ็นต์ และลดต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งรวมได้ 12.06 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งซอฟต์แวร์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมานั้น ยังสามารถประมวลผลวิธี Clarke-Wright จำนวน 120 ตัวอย่างด้วยเวลาเพียง 250 วินาที ได้ทั้งหมดในครั้งเดียว อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าการประมวลผลด้วยวิธีการที่นำเสนอยังต้องมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น จำนวนหน่วยกระจายสินค้า, เส้นทางของการขนส่งสินค้าระหว่างหน่วยกระจายสินค้า และระยะทางการขนส่งสินค้าระหว่างหน่วยกระจายสินค้า เป็นต้น ซึ่งค่าของพารามิเตอร์ที่กำหนดขึ้นนี้ อาจมีผลต่อการประมวลผลและประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา จึงควรพิจารณาและกำหนดค่าที่เหมาะสมสำหรับปัญหาประเภทนี้ เพื่อให้สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจสำหรับการจัดเส้นทางยานพาหนะได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

บรรณานุกรม

- [1] เครือวัลย์ จำปาเงิน, 2547, การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้าเพื่อการบริโภคสู่ร้านค้าปลีกในสถานบริการน้ำมันในจังหวัดนนทบุรี, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาภูมิศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [2] ผนกร อินทร์พยุง, 2548, การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมการขนส่งและโลจิสติกส์, ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- [3] ทศนวรรณ กังฮา, ศิวิสสา จงรักษ์, พัชรภรณ์ เนียมมณี, 2548, "การจัดเส้นทางเดินรถของรถรับ-ส่งนักเรียนโดยการใช้อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม," การประชุมวิชาการการวิจัยดำเนินงาน, 49-58.
- [4] นันทิกา ชัยกัณหา, ศุภชัย ปทุมนากุล, 2546, การจัดกลุ่มเกษตรกรไร่อ้อยเพื่อให้ระยะทางขนส่งรวมสูงสุดต่ำที่สุด, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [5] อุดม จาปะเกษตร, พิภพ ลลิตาภรณ์, 2542, "การจำลองสถานการณ์ การจัดเส้นทางยานพาหนะสำหรับศูนย์กระจายสินค้า กรณีศูนย์กลางบริการอะไหล่รถยนต์," การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ, 930-938.