การปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่ง กรณีศึกษา ศูนย์กระจายสินค้าบริษัท ดีเอชแอล เอ็กเซล ซัพพลายเชน ประเทศไทย

เตชินี บุญรัตน์[1], ระวิวรรณ จึงวัชกุล[1], สถาพร โอภาสานนท์[2], ประพันธ์ รุจิอาภา[3]

[1,] วิทยาลัยนวัตกรรมอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สาขาการบริหารเทคโนโลยีค้าปลีก

[2] ที่ปรึกษา, [3] ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

การแข่งขันที่รุนแรงในธุรกิจขนส่งในปัจจุบันนี้ ทำให้ผู้ประกอบการหลายรายนำกลยุทธ์การลดค่าขนส่งและการปรับปรุงบริการในด้านต่าง ๆมาใช้ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งจากรถบรรทุกประเภท 6 ล้อของบริษัท DHL Exel Supply Chain (Thailand) ให้สามารถใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น จากช่วงเวลาที่รอคอยการขนส่งในรอบต่อไป เพื่อก่อให้เกิดรายได้เพิ่มขึ้น โดยออกแบบเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมในการกระจายสินค้าไปยังลูกค้ารายอื่น โดยใช้วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic) ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง ภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลา

คำสำคัญ: การจัดการขนส่ง (Transportation Management); ขนส่งเที่ยวกลับ (Backhauling); Heuristic; Traveling Salesman Problem (TSP)

1. ที่มาและความสำคัญ

การขนส่งเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่สำคัญที่สุดในการจัดการโลจิสติกส์ เนื่องจากมีผลกระทบอย่างมากต่อระดับการให้บริการลูกค้าและโครงสร้างต้นทุนของกิจการ จากผลการศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ต่อ GDP ในประเทศไทยโดยสถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์พบว่าต้นทุนการขนส่งสินค้าและบริการ (Transportation Cost) ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายขนย้ายสินค้าจากแหล่งผลิตไปยังปลายทางหรือผู้บริโภคขั้นสุดท้าย (ไม่รวมการขนส่งผู้โดยสาร) ตั้งแต่ปี พ.ศ.2543-2547 มีค่าดังตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าต้นทุนการขนส่งคิดเป็นสัดส่วนที่สูงมาก ประมาณ 43-46% ของต้นทุนรวมทั้งหมดทางด้านโลจิสติกส์

ตารางที่ 1: แสดงต้นทุนขนส่งของประเทศไทย (ต่อ GDP และต่อต้นทุนรวมด้านโลจิสติกส์), 2543-2547

	2543	2544	2545	2546	2547
Transportation Cost (%GDP)	9.47	9.19	8.05	7.75	7.14
TOTAL Logistics Cost (%GDP)	21.79	20.53	17.39	16.73	15.63
Transportation Cost (% of Total Logistics Cost)	43.46%	44.76%	46.29%	46.32%	45.68%

ที่มา: สุปรีย์ เทียนทำนูล, ต้นทุนโลจิสติกส์ต่อGDP: ตัวชี้วัดสมรรถนะด้านโลจิสติกส์ของประเทศ, สศช., 2549

ในสภาวะวิกฤตปัญหาด้านพลังงานเชื้อเพลิงที่มีการปรับราคาเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นทุนการขนส่งสินค้าเพิ่มขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อีกทั้งในธุรกิจนี้มีการแข่งขันที่รุนแรง ผู้ศึกษาตระหนักถึงการบริหารการใช้รถบรรทุกให้มีประสิทธิภาพโดยการใช้ประโยชน์จากรถบรรทุกอย่างเต็มที่ในการกระจายสินค้าให้กับลูกค้ารายอื่น เนื่องจากในปัจจุบันบริษัทยังมีรถบรรทุก 6 ล้อจำนวนหนึ่งที่มีเวลาว่างในการรอขนส่งรอบถัดไป หลังจากกระจายสินค้าให้ บิ๊กซี ซูเปอร์เซ็นเตอร์ซึ่งเป็นลูกค้าหลักที่ให้บริการแล้ว โดยต้องอาศัยการจัดเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้กระทบกับการขนส่งให้แก่ลูกค้ารายหลัก เนื่องจากการจัดเส้นทางเดินรถเป็นปัญหาในระดับปฏิบัติการที่มีความสำคัญเป็นงานพื้นฐานที่มีผลโดยตรงต่อคุณภาพการให้บริการและต้นทุนการขนส่ง ดังนั้น การบริหารการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยเพิ่มรายได้และโอกาสในการแข่งขันของบริษัท

2. กรอบแนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การขนส่งเป็นกระบวนการของการเคลื่อนย้ายสินค้าหรือบริการที่ช่วยให้เกิดอรรถประโยชน์ทั้งเวลาและสถานที่ โดยส่งผลให้ประสิทธิผลทางเศรษฐกิจดีขึ้น ดังจะเห็นได้จากการทำให้สินค้ามีมูลค่าสูงขึ้น รวมทั้งคงคุณภาพของสินค้า เนื่องจากสินค้าถูกส่งทันเวลาและทันต่อการใช้งาน แต่เนื่องจากการขนส่งประกอบด้วยกิจกรรมประกอบมากมาย เช่น กิจกรรมเพื่อการเก็บสินค้า เคลื่อนย้ายสินค้า ส่งสินค้า เป็นต้น ซึ่งแบ่งการบริหารเป็น 3 ระดับ คือ

1. ปัญหาในระดับกลยุทธ์ (Strategic) มักเป็นปัญหาที่มีผลต่อองค์กรระยะยาว เช่น ปัญหาเกี่ยวกับการเลือกที่ตั้ง
2. ปัญหาในระดับยุทธวิธี (Tactical) เป็นการบริหารและวางแผนจัดสรรทรัพยากรต่างๆ ขององค์กรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เช่น ยวดยาน
3. ปัญหาในระดับปฏิบัติการ (Operational) เป็นปัญหาในระดับการควบคุมงานในแต่ละวัน โดยการแก้ปัญหาในระดับนี้ ต้องดำเนินการได้ง่ายขึ้น และรวดเร็ว เช่น การจัดเส้นทางเดินรถ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาปัญหาในระดับปฏิบัติการ คือ การออกแบบเส้นทางเดินรถในการขนส่งให้กับลูกค้ารายอื่น ซึ่งผู้ออกแบบจะต้องทราบกลุ่มปัญหา และวัตถุประสงค์ในการออกแบบเส้นทางตลอดจนทราบถึงข้อจำกัดและตัวแปรต่างๆ ในการเดินทาง ได้แก่ ที่ตั้งและจำนวนคลังสินค้า, ลูกค้า (ความต้องการสินค้า, ช่วงเวลาในการรับสินค้าและข้อจำกัด), ระบบเส้นทาง และรถขนส่ง

การจัดเส้นทางออกจากศูนย์กระจายสินค้า

งานศึกษาครั้งนี้เป็นการวางแผนการจัดเส้นทางของรถบรรทุก 6 ล้อ จากศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียวกระจายสินค้าให้กับลูกค้าในเขตกรุงเทพและปริมณฑลจำนวน 9 จุด ซึ่งต้องการแก้ปัญหาของการใช้รถ ให้เกิดประโยชน์สูงสุดภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยเลือกใช้วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic Method) เป็นการค้นหาคำตอบที่ใช้สามัญสำนึกของมนุษย์เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาอย่างง่ายเพื่อให้ได้คำตอบที่รวดเร็วที่สุด โดยคำตอบที่ได้ต้องดีเพียงพอและยอมรับได้ ซึ่งปัญหานี้จัดอยู่ในกลุ่มปัญหาแบบ VRP เป็นการหาจำนวนเส้นทางเดินรถและลำดับของการส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังจุดต่างๆ ภายใต้ข้อจำกัดของการจัดส่ง เช่น ความจุ หรือ ระยะเวลาในการขับขี่ เทคนิคในการวิเคราะห์ปัญหาจะเป็นวิธีการเดียวกับปัญหา TSP แต่ต้องตรวจสอบความจุของรถและเวลาเดินรถต้องไม่เกินข้อกำหนดทุกรอบของการวิเคราะห์ โดยเมื่อการจัดเส้นทางถึงขีดจำกัดก็ต้องเปลี่ยนรถหรือจัดเส้นทางใหม่เข้ามาเพิ่ม เทคนิคที่เลือกใช้ในการแก้ปัญหานี้คือ

<u>วิธี Two – Phase Algorithm (Split + TSP)</u>: *Cluster-First, Route-Second Method:* วิธีการนี้จะแก้ปัญหาเส้นทางโดยจัดกลุ่มลูกค้าก่อน แล้วค่อยทำการหาเส้นทางเดินรถ ขั้นแรกจะแบ่งจุดลูกค้าทั้งหมดให้เป็นกลุ่มย่อย (Cluster) โดยกำหนดจุดลูกค้า 1 จุดให้เป็น Seed Point โดยเลือกจากหลักเกณฑ์ความประหยัด (Saving) หรือ Insertion Procedure โดยการหาค่าประหยัด แล้วจึงเรียงค่าประหยัดจากมากไปหาน้อย เพื่อสร้างเส้นทางที่ทำให้เกิดค่าประหยัดสูงสุด โดยยังไม่เกินเงื่อนไขของรถ มีขั้นตอนการแก้ปัญหาดังนี้

<u>ขั้นที่1</u> เลือกลูกค้า 2 จุดที่มีค่า Savings มากที่สุด และตรวจสอบว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่ที่จะรวมลูกค้า i และ j ให้เข้าอยู่ในเส้นทางเดียวกันโดยไม่ทำให้ขัดแย้งกับเงื่อนไข อาจหมายถึง น้ำหนักของสินค้าจะต้องไม่เกินความสามารถในการบรรทุกของยานพาหนะ หรือ ระยะทาง / ระยะเวลาต้องไม่เกินกำหนดที่ตั้งไว้ หรือจำนวนของลูกค้าต้องไม่เกินลูกค้าที่มากที่สุดที่กำหนดไว้

<u>ขั้นที่2</u> ถ้ากำหนดให้ลูกค้าเข้าไปรวมอยู่ในเส้นทางใด ๆ แล้วเกินความสามารถของการบรรทุกของยานพาหนะ กำหนดให้ยานพาหนะคันดังกล่าวเดินทางกลับที่ Depot ทันที

<u>ขั้นที่ 3</u> รวมลูกค้าที่จุด i และ j เข้าเส้นทางใหม่เดียวกัน และลบเส้นทางเดิม D-i-D และ D-j-D ออก

<u>ขั้นที่ 4</u> กระทำซ้ำขั้นตอนที่ 1 โดยเลือกลูกค้าจุดถัดไปที่มีค่า saving มากที่สุด

<u>ขั้นที่ 5</u> หยุดการทำงานเมื่อพบว่าค่า saving ที่เป็นบวก ถูกพิจารณาหมดแล้ว

เมื่อได้กลุ่มลูกค้าแล้วขั้นต่อไป คือ การแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถในกลุ่มลูกค้าย่อยที่ได้แบ่งไว้ในขั้นตอนแรกโดยวิธีการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) เพื่อค้นหาทัวร์ที่ดีที่สุดที่ผ่านจุดลูกค้าทั้งหมดใน Cluster นั้น ๆ โดยใช้วิธีการ***ปรับปรุงทัวร์ (Tour Improvement Procedures)***: เป็นการค้นหา Tour ที่ดีที่สุดจากทัวร์เริ่มต้นที่สร้างไว้ เป็นวิธีการปรับปรุงเส้นทางเป็นเดินรถที่มีอยู่แล้วซึ่งอาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดมาปรับปรุงเส้นทาง โดยการสลับหรือแลกเปลี่ยนเส้นทางเพื่อให้เส้นทางใหม่ที่พัฒนาขึ้นเป็นคำตอบที่ดีกว่าเดิม

วิธีการนี้นิยมใช้ในการแก้ปัญหา TSP ที่มีความซับซ้อน เพื่อลดการวิเคราะห์ปัญหา โดยการแลกเปลี่ยนเส้นทางเพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุดจากเส้นทางเดินรถที่มีอยู่แล้ว ซึ่งมีวิธีที่ใช้ คือ การเปลี่ยนเส้นทางขนส่งครั้งละ 2 เส้นทาง (2 – opt) หรือ การแลกเปลี่ยนเส้นทางขนส่งครั้งละ 3 เส้นทาง (3 - opt) หรือ มี k เส้นทาง (k – opt) โดยขั้นตอนการแก้ปัญหาดังนี้

<u>ขั้นที่ 1</u> หาเส้นทางเดินรถเบื้องต้นจากการจัดกลุ่มตามการหาค่าประหยัด (Saving)

<u>ขั้นที่ 2</u> ปรับปรุงเส้นทางโดยการสลับตำแหน่งใหม่ โดยลบเส้นทางเดิมที่มีอยู่ K เส้นทาง จากนั้นแทนที่เส้นทางใหม่ K เส้นทาง ที่ทำให้เส้นทางผ่านทุกจุดส่ง หลังจากนั้น ตรวจสอบเส้นทางใหม่ที่ปรับปรุงว่ามีค่าใช้จ่ายขนส่งที่ต่ำกว่าเส้นทางเดิมหรือไม่ ถ้าเส้นทางที่ได้ใหม่มีค่าต่ำกว่าเส้นทางเดิม แสดงว่าเส้นทางใหม่ที่ได้เป็นคำตอบที่ดีกว่า

3. วิธีการศึกษาปัญหา

สำหรับการศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่ง มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

3.1. ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์จากรถเพิ่ม

จากการศึกษาลักษณะการจัดการงานขนส่งจากผู้บริหารและศึกษาลักษณะงานจริงของ DESC พบว่า ยังไม่สามารถใช้ประโยชน์จากรถบรรทุกประเภท 6 ล้อได้เต็มที่ กล่าวคือ ยังมีช่วงเวลาที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ระหว่างเวลา 9.00น – 16.30 น เป็นเวลา 7:30 ชั่วโมง เนื่องจากเมื่อรถบางคันที่วิ่งกลับเข้ามายัง

DESC จะมีช่วงเวลาที่รถจะต้องรอส่งรอบต่อไปอีกครั้ง จึงมีความเป็นไปได้ที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้รถเพื่อก่อให้เกิดรายได้ที่เพิ่มขึ้น

3.2. ศึกษาที่ตั้งและข้อจำกัดของลูกค้า

การให้บริการลูกค้าที่นำเสนอในการศึกษาครั้งนี้ คือศูนย์กระจายสินค้าของบริษัท จอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่ภายในศูนย์กระจายสินค้าของ DESC สาขาบางบัวทอง จ. นนทบุรี เป็นสินค้ากลุ่ม Dry Grocery ต้องการกระจายสินค้าให้กับลูกค้าหลายรายในเขตกรุงเทพฯ ในเบื้องต้นนี้ทางศูนย์กระจายสินค้าจอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน ให้ทดลองกระจายสินค้าไปยังฟู้ดแลนด์ซุปเปอร์มาร์เก็ต เนื่องจากเป็นลูกค้ารายเล็กที่มีระบบทันสมัย มีรอบการสั่งสินค้าที่แน่นอน และความต้องการในแต่ละสาขาใกล้เคียงกัน ซึ่งมี 10 สาขาในกรุงเทพฯ แต่มี 1 สาขาที่ไม่สามารถใช้รถ 6 ล้อวิ่งได้ คือสาขาอาคารนายเลิศชั้นล่าง เนื่องจากติดปัญหาในโครงสร้างของตัวอาคาร จึงจำเป็นต้องใช้รถปิ๊กอัพ 4 ล้อในการวิ่ง ส่วนสาขาอื่นสามารถจัดวิ่งได้ รวมทั้งไม่มีข้อจำกัดเรื่อง truck ban และมีความคล่องตัวสูงกว่ารถ 18 ล้อ เมื่อวิ่งในเขตเมือง

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น พบว่าข้อจำกัดในการจัดเส้นทางรถของศูนย์กระจายสินค้าของบริษัท จอห์นสัน แอนด์ จอห์นสันและฟู้ดแลนด์ซุปเปอร์มาร์เก็ต มีดังนี้

1) ฟู้ดแลนด์ซุปเปอร์มาร์เก็ตจะสั่งสินค้าไปยังบริษัท จอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน ในวันศุกร์เพื่อส่งสินค้าวันเสาร์ ซึ่งมี Lead Time 2 วัน
2) ศูนย์กระจายสินค้าของจอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน จะจัดสินค้าและเตรียมเอกสารต่างๆ ให้เสร็จเรียบร้อยตั้งแต่เวลา 6.00 น และมี Window Time 24 ชม.
3) ฟู้ดแลนด์ซุปเปอร์มาร์เก็ตแต่ละสาขาต้องการสินค้าของบ.จอห์นสัน แอนด์ จอห์นสันครั้งละประมาณ 100 – 150 กล่อง ต่อการสั่งสินค้า 1 ครั้ง/สัปดาห์
4) Window Time ของฟู้ดแลนด์ซุปเปอร์มาร์เก็ต คือ 8 .00 – 16.00 น
5) รถที่วิ่งกระจายสินค้าให้ฟู้ดแลนด์ซุปเปอร์มาร์เก็ตในเขตกรุงเทพฯใช้ความเร็ว 35 กม./ชม.
6) รถที่วิ่งรอบนอกเขตเมืองใช้ความเร็ว 45 กม./ชม.
7) รถ 6 ล้อ รับน้ำหนักได้ประมาณ 5 ตันหรือ ประมาณการสินค้า Dry Grocery (Non-Food) จำนวน 600 – 800 กล่อง
8) เวลาในการโหลดสินค้าขึ้นรถ 6 ล้อ ที่ศูนย์กระจายสินค้าของบริษัท จอห์นสัน แอนด์ จอห์นสันประมาณใช้เวลา 30 นาที

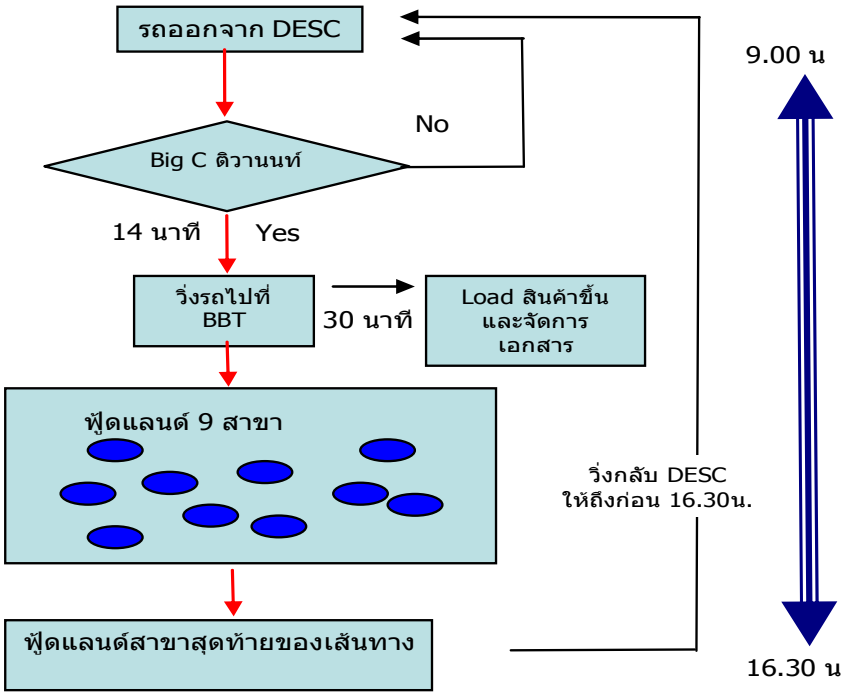
3.3. วางแผนกระบวนการทำงานและขั้นตอนของรถวิ่งกระจายสินค้า

กระบวนการทำงานและขั้นตอนแสดงรายละเอียดในรูปที่ 1 ดังนี้

1) รถออกจากศูนย์กระจายสินค้า DESC วังน้อยไปส่งสินค้าที่ Big C
2) เลือกสาขาของ Big C ที่สามารถไปรับสินค้าศูนย์กระจายสินค้าจอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน โดยใช้ระยะเวลาวิ่งรถที่สั้นที่สุด ซึ่งเป็นสาขารัตนาธิเบศน์ แต่ไม่สามารถใช้สาขานี้ได้ เพราะรถที่ใช้เป็นรถ 18 ล้อ ดังนั้นจึงเลือกสาขาที่มีระยะทางยาวกว่า สาขาถัดมาคือสาขาติวานนท์ ซึ่งใช้รถ 6 ล้อในการวิ่ง ประมาณ 5 คัน/วัน

3) เมื่อโหลดสินค้าลงที่ Big C เสร็จแล้ว รถจะรอออกจาก Big C ติวานนท์เวลา 9.00 น. เนื่องจากติด Truck ban หลังจากนั้นวิ่งรถเปล่าไปรับสินค้าที่ศูนย์กระจายสินค้าจอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน

4) จากนั้นรถวิ่งไปกระจายสินค้าให้กับฟู้ดแลนด์ซุปเปอร์มาร์เก็ตทั้ง 9 สาขาในกทม.โดยให้เสร็จภายในเวลา 16.30 น เพื่อรอการขนส่งสินค้าให้กับ Big C ต่อไป



รูปที่ 1: กระบวนการทำงานและขั้นตอนของรถวิ่งกระจายสินค้า

3.4. กระบวนการออกแบบเส้นทางเดินรถ

C_{Di} = แทนค่าใช้จ่ายในการขนส่งระหว่าง Depot ถึงลูกค้า i

C_{jD} = แทนค่าค่าใช้จ่ายในการขนส่งระหว่าง j ถึง Depot

งานศึกษาในครั้งนี้เป็นการสร้างเมตริกซ์ของระยะเวลาระหว่างจุดต่อจุดโดยประยุกต์ใช้วิธีการคำนวณค่าความประหยัด (Saving) ข้างต้น เนื่องจากการขนส่งในครั้งนี้ไม่ได้วิ่งรถกลับมายังจุดเดิม (Depot) โดยมีจุดเริ่มต้นที่ศูนย์กระจายสินค้าบริษัทจอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน อ.บางบัวทอง และจุดสุดท้ายที่ศูนย์กระจายสินค้า DESC วังน้อย ดังนั้นจากจุดส่งจุดแรกจะเป็นระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้าบริษัท จอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน อ.บางบัวทองถึงฟู้ดแลนด์ซุปเปอร์มาร์เก็ตสาขาแรกของเส้นทางและสาขาสุดท้ายของเส้นทางนั้น จะเป็นระยะทางจากของฟู้ดแลนด์ซุปเปอร์มาร์เก็ตถึงศูนย์กระจายสินค้า DESC วังน้อย สามารถแสดงวิธีการคำนวณเมตริกซ์ได้โดยแยกเป็น 2 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 Saving เมตริกซ์ที่ 1 Depot

- คำนวณค่าความประหยัด (Saving) ซึ่งเขียนแทนด้วย S_{ij} ระหว่างลูกค้า 2 จุดที่ i และลูกค้าที่ j จากจุด D1 (ศูนย์กระจายสินค้าจอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน บางบัวทอง)

$$St_{ij} = t_{D1i} + t_{jD1} - t_{ij} \quad (1)$$

โดยที่ t_{D1i} = ระยะเวลาเดินทางจากศูนย์กระจายสินค้าจอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน บางบัวทอง ไปยังจุดส่ง i

t_{jD1} = ระยะเวลาเดินทางจากจุดส่ง j ไปยังศูนย์กระจายสินค้าจอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน บางบัวทอง

t_{ij} = ระยะเวลาเดินทางจากจุดส่ง i ไปจุดส่ง j

- คำนวณค่าความประหยัด (Saving) ซึ่งเขียนแทนด้วย S_{ij} ระหว่างลูกค้า 2 จุดที่ i และลูกค้าที่ j จากจุด D2 (ศูนย์กระจายสินค้า DESC วังน้อย)

$$St_{ij} = t_{D2i} + t_{jD2} - t_{ij} \quad (2)$$

โดยที่ t_{D2i} = ระยะเวลาเดินทางจากศูนย์กระจายสินค้า DESC วังน้อยไปยังจุดส่ง i

t_{jD2} = ระยะเวลาเดินทางจากจุดส่ง j ไปยังศูนย์กระจายสินค้า DESC วังน้อย

t_{ij} = ระยะเวลาเดินทางจากจุดส่ง i ไปจุดส่ง j

จากนั้นตรวจสอบและปรับค่าการประหยัดดังนี้

1. ค่า $S_{ij} = 0$ ถ้าจุดส่ง i เป็นจุดส่งเดียวกับ j
2. ตั้งค่าเป็น $S_{ij} = 0$ ถ้าค่าประหยัดที่คำนวณได้น้อยกว่า 0

กำหนดตัวแปรแทนฟู้ดแลนด์ซุปเปอร์มาร์เก็ตเป็นตัวแปรต่างๆ ตามตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2: แสดงตัวแปรแทนสาขาของฟู้ดแลนด์ซุปเปอร์มาร์เก็ต

สาขาของฟู้ดแลนด์	ตัวแปร
สุขุมวิท 16	A
หัวหมาก	B
จรัญสนิทวงศ์ 30	C
ลาดพร้าว	D
แจ้งวัฒนะ	E
พัฒน์พงษ์	F
เพชรบุรีตัดใหม่	G
รามอินทรา	H
ศรีนครินทร์	I

หลังจากตรวจสอบและปรับค่าการประหยัดแล้วแสดงผลในตารางที่ 3

ตารางที่ 3: แสดงเมตริกซ์ของค่า S_{ij} ของกรณีที่ 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A		2.10	1.51	1.21	-	1.55	1.68	1.74	2.17
B	1.38		1.45	1.60	0.59	1.73	1.66	1.91	2.31
C	1.16	1.16		0.87	0.13	1.27	0.87	1.16	1.21
D	0.85	1.31	0.94		-	1.03	0.82	1.49	1.35
E	-	0.34	0.25	-		-	-	0.90	0.07
F	0.87	1.12	1.03	0.79	-		1.01	0.94	1.39
G	1.62	1.67	1.24	1.19	-	1.07		0.90	1.35
H	0.26	0.50	0.11	0.44	-	-	0.15		1.15
I	1.52	1.73	0.99	1.13	-	0.85	1.43	-	

หมายเหตุ

พื้นที่สีเทา : $St_{ij} = t_{D1i} + t_{jD1} - t_{ij}$

พื้นที่สีขาว : $St_{ij} = t_{D2i} + t_{jD2} - t_{ij}$

กรณีที่ 2 Saving เมตริกซ์ที่ 2 Depot

- คำนวณค่าความประหยัด (Saving) ซึ่งเขียนแทนด้วย S_{ij} ระหว่างลูกค้า 2 จุดที่ i จากจุด D1 (ศูนย์กระจายสินค้าจอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน บางบัวทอง)และลูกค้าที่ j ไปยังจุดD2 (ศูนย์กระจายสินค้า DESC วังน้อย)

$$St_{ij} = t_{D1i} + t_{jD2} - t_{ij} \quad (3)$$

โดยที่ t_{D1i} = ระยะเวลาเดินทางจากศูนย์กระจายสินค้าจอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน บางบัวทอง ไปยังจุดส่ง i

t_{jD2} = ระยะเวลาเดินทางจากจุด j ไปยังศูนย์กระจายสินค้า DESC วังน้อย

t_{ij} = ระยะเวลาเดินทางจากจุดส่ง i ไปจุดส่ง j

จากนั้นตรวจสอบและปรับค่าการประหยัด

- คำนวณค่าความประหยัด (Saving) ซึ่งเขียนแทนด้วย S_{ij} ระหว่างลูกค้า 2 จุดที่ i จากจุด D2 (ศูนย์กระจายสินค้า DESC วังน้อย) และ ลูกค้าที่ j ไปยังจุด D1 (ศูนย์กระจายสินค้าจอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน บางบัวทอง)

$$St_{ij} = t_{D2i} + t_{jD1} - t_{ij} \quad (4)$$

โดยที่ t_{D2i} = ระยะเวลาเดินทางจากศูนย์กระจายสินค้า DESC วังน้อยไปยังจุดส่ง i

t_{jD1} = ระยะเวลาเดินทางจากจุด jไปศูนย์กระจายสินค้าจอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน บางบัวทอง

t_{ij} = ระยะเวลาเดินทางจากจุดส่ง i ไปจุดส่ง j

จากนั้นตรวจสอบและปรับค่าการประหยัดดังแสดงผลในตารางที่ 4

ตารางที่ 4: แสดงเมตริกซ์ของค่า S_{ij}ของกรณีที่ 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A		1.71	1.12	0.82	-	1.15	1.28	1.35	1.08
B	1.78		1.13	1.27	0.26	1.40	1.33	1.58	0.89
C	1.55	1.49		0.90	0.17	1.31	0.91	1.20	0.75
D	1.25	1.63	0.90		-	1.07	0.85	1.52	1.09
E	-	0.67	0.22	-		-	-	0.98	-
F	1.27	1.45	0.99	0.76	-		0.74	0.66	0.61
G	2.02	1.99	1.20	1.15	-	1.35		1.23	0.59
H	0.66	0.82	0.07	0.40	-	-	-		-
I	1.91	2.05	0.95	1.09	-	1.13	1.09	-	

หมายเหตุ

พื้นที่สีเทา : $St_{ij} = t_{D1i} + t_{jD2} - t_{ij}$

พื้นที่สีขาว : $St_{ij} = t_{D2i} + t_{jD1} - t_{ij}$

ขั้นตอนการจัดจุดส่งลงไปในเส้นทาง : เส้นทางที่ 1

ขั้นตอนที่ 1 หาค่าที่มากที่สุดในกรณีที่ 2 (Saving เมตริกซ์ที่ 2 Depot) เป็นลำดับแรกโดยใช้ตารางที่ 4 ตรวจสอบค่าประหยัดที่มากที่สุด จะได้จุดส่ง 2 จุดคือ S (I, B) = 2.05 ชม ดังนั้น จุดที่ I และ B จะถูกกำหนดให้อยู่ในเส้นทางเดียวกัน

ขั้นตอนที่ 2 เนื่องจากจุด Depot ไม่ได้เป็นจุดเดียวกัน ดังนั้นจึงหาจุดที่ 3 ให้เข้ามาอยู่ในเส้นทางโดยการนำจุดที่ I และ B ไปหาค่า Saving มากที่สุดในตารางที่ 3 (ค่า Saving แบบ 1 Depot) โดยไม่ซ้ำกับจุด (I,B)ที่เลือกไปแล้วในขั้นตอนที่ 1 โดยที่จุดส่งที่ I (ในพื้นที่สีเทา, แถวและคอลัมน์ ที่ I) มีค่า Saving มากที่สุดคือ (I,A) = 1.52 ชม.และหาค่า Saving ที่มากที่สุดที่จุดส่ง B (ในพื้นที่สีขาว, แถวและคอลัมน์ ที่ B) คือ (A,B) = 2.10 ชม

ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบจุดส่งที่เลือกทั้ง 2 ด้านเลือกจุดส่งที่มีค่ามากที่สุดคือ (A, B) เข้ามาอยู่ในเส้นทาง ดังนั้นจุดส่งที่ได้คือ I, B และ A

ขั้นตอนที่ 4 จากจุดส่งที่ได้จากขั้นตอนข้างต้นนั้น นำมาหาเส้นทางที่ดีที่สุดโดยวิธี 2 – opt หรือการเปลี่ยนเส้นทางขนส่งครั้งละ 2 เส้นทาง ซึ่งเป็นวิธีการปรับปรุงเส้นทางเป็นเดินรถที่มีอยู่แล้วซึ่งอาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดมาปรับปรุงเส้นทาง โดยการสลับหรือแลกเปลี่ยนเส้นทางเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีกว่าเดิม ดังผลการปรับปรุงเส้นทางที่ได้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5: แสดงการปรับปรุงเส้นทาง ที่จุดส่ง I, BและA

ลำดับที่	เส้นทาง	เวลา(ชม.)
1	BigC-BBT-I-B-A-WN	7.90
2	BigC-BBT-A-I-B-WN	7.30
3	BigC-BBT-A-B-I-WN	7.77
4	BigC-BBT-B-I-A-WN	7.37
5	BigC-BBT-B-A-I-WN	7.88
6	BigC-BBT-I-A-B-WN	7.95

ดังนั้นจากตารางที่ 5 เส้นทางที่เลือกในการกระจายสินค้าในครั้งนี้คือ เส้นทางลำดับที่ 2 = Big C-BBT-A-I-B-WN รวมระยะเวลาวิ่งรถและโหลดสินค้าแค่ละสาขา = 7 ชม 16 นาที รายละเอียดแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6: แสดงเส้นทางที่จุดส่ง A-I-B

ลำดับการส่ง	ระยะเวลาระหว่างจุดส่ง	ระยะเวลาโหลด/สาขา	ระยะเวลารวม (ชม:นาที)	จำนวนสินค้า กล่อง/สาขา	ความจุรถ (กล่อง)	เวลา
Big C	0	0				9:00 น.
BBT	0.23	0.5	0:43		450	9:43 น.
A	1.11	0.80	1:54	150	300	11:37 น.
I	0.43	1.10	1:31	150	150	13:08 น.
B	0.41	0.70	1:06	150	0	14:14 น.
WN	2.03	0	2:02			16:16 น.

เส้นทางที่ 2

หลังจากได้เส้นทางแรกแล้ว สร้างตารางเมตริกซ์ของค่า Saving ใหม่โดยลบเส้นทางที่ถูกใช้ไปแล้วออก แสดงในตารางที่ 7 และ 8

ตารางที่ 7: แสดงเมตริกซ์ของค่า saving St ij (2 Depot) เมื่อได้เส้นทางแรกแล้ว

	C	D	E	F	G	H
C		0.90	0.17	1.31	0.91	1.20
D	0.90		-	1.07	0.85	1.52
E	0.22	-		-	-	0.98
F	0.99	0.76	-		0.74	0.66
G	1.20	1.15	-	1.35		1.23
H	0.07	0.40	-	-	-	

ตารางที่ 8: แสดงเมตริกซ์ของค่า S_{ij} (1 Depot) เมื่อได้เส้นทางแรกแล้ว

	C	D	E	F	G	H
C		0.87	0.13	1.27	0.87	1.16
D	0.94		-	1.03	0.82	1.49
E	0.25	-		-	-	0.90
F	1.03	0.79	-		1.01	0.94
G	1.24	1.19	-	1.07		0.90
H	0.11	0.44	-	-	0.15	

ดำเนินวิธีการหาเส้นทางตามขั้นตอนการหาเส้นทางที่ 1 จะได้จุดส่งคือ D, H และ G จากนั้นนำมาหาเส้นทางที่ดีที่สุดโดยวิธี 2 – opt หรือการเปลี่ยนเส้นทางขนส่งครั้งละ 2 เส้นทาง ดังผลการปรับปรุงเส้นทางที่ได้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 9: แสดงการปรับปรุงเส้นทาง ที่จุดส่ง D, Hและ G

ลำดับที่	เส้นทาง	เวลา(ชม.)
1	BigC-BBT-D-H-G-WN	7.17
2	BigC-BBT-D-G-H-WN	8.15
3	BigC-BBT-H-G-D-WN	7.02
4	BigC-BBT-H-D-G-WN	6.33
5	BigC-BBT-G-D-H-WN	7.75
6	BigC-BBT-G-H-D-WN	7.48

ดังนั้นจากตารางที่ 9 เส้นทางที่เลือกในการกระจายสินค้าในครั้งนี้คือ เส้นทางลำดับที่ 4 = BigC-BBT-H-D-G-WN รวมระยะเวลาวิ่งรถและโหลดสินค้าแค่ละสาขา = 6 ชม 44 นาที รายละเอียดแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10: แสดงเส้นทาง ที่จุดส่ง H-D-G

ลำดับการส่ง	ระยะเวลาระหว่างจุดส่ง	ระยะเวลาโหลด/สาขา	ระยะเวลารวม (ชม:นาที)	จำนวนสินค้า กล่อง/สาขา	ความจุรถ (กล่อง)	เวลา
Big C	0	-				9:00 น.
BBT	0.23	0.50	0:43		450	9:43 น.
H	0.67	1.00	1:40	150	300	11:23 น.
D	0.43	0.80	1:23	150	150	12:46 น.
G	0.58	0.70	1:16	150	0	14:02 น.
WN	1.43	-	1:42			15:44 น.

เส้นทางที่ 3

หลังจากได้เส้นทางที่ 2 แล้ว สร้างตารางเมตริกซ์ของค่า saving ใหม่โดยลบเส้นทางที่ถูกใช้ไปแล้วออก แสดงในตารางที่ 11 และ 12

ตารางที่ 11: แสดงเมตริกซ์ของค่า saving St ij (2 Depot) เมื่อได้เส้นทางที่2 แล้ว

	C	E	F
C		0.17	1.31
E	0.22		-
F	0.99	-	

ตารางที่ 12: แสดงเมตริกซ์ของค่า S_{ij}(1 Depot)เมื่อได้เส้นทางที่ 2แล้ว

	C	E	F
C		0.13	1.27
E	0.25		-
F	1.03	-	

จากตารางแสดงเมตริกซ์ของค่า Saving St ij ข้างต้น จะเหลือจุดส่งสุดท้าย คือ C, E และ F จากนั้น นำมาหาเส้นทางที่ดีที่สุดโดยวิธี 2 – opt 2 เส้นทาง ดังผลการปรับปรุงเส้นทางที่ได้ในตารางที่ 13

ตารางที่ 13: แสดงการปรับปรุงเส้นทาง ที่จุดส่ง C, EและF

ลำดับที่	เส้นทาง	เวลา(ชม.)
1	BigC-BBT-C-E-F-WN	8.55
2	BigC-BBT-C-F-E-WN	7.52
3	BigC-BBT-E-C-F-WN	7.58
4	BigC-BBT-E-F-C-WN	7.56
5	BigC-BBT-F-C-E-WN	7.22
6	BigC-BBT-F-E-C-WN	8.24

ดังนั้นจากตารางที่ 13 เส้นทางที่เลือกในการกระจายสินค้าในครั้งนี้คือ เส้นทางลำดับที่ 5 = Big C-BBT-F-C-E-WN รวมระยะเวลาวิ่งรถและโหลดสินค้าแค่ละสาขา = 7ชม 11 นาที รายละเอียดแสดงใน

ตารางที่ 14

ตารางที่ 14: แสดงเส้นทางที่จุดส่ง F-C-E

ลำดับการส่ง	ระยะเวลาระหว่างจุดส่ง	ระยะเวลาโหลด/สาขา	ระยะเวลารวม (ชม:นาที)	จำนวนสินค้า กล่อง/สาขา	ความจุรถ (กล่อง)	เวลา
Big C	0	0				9:00 น.
BBT	0.23	0.5	0:43		450	9:43 น.
F	1.18	1.1	1:16	150	300	10:59 น.
C	0.69	0.6	1:17	150	150	12:16 น.
E	0.75	1.2	2:57	150	0	15:13 น.
WN	0.97		0:58			16:11 น.

จากผลการคำนวณข้างต้นสามารถสรุปเส้นทางการกระจายสินค้าของฟู้ดแลนด์ซุปเปอร์มาร์เก็ต ได้ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15: แสดงเส้นทางในการกระจายสินค้าของฟู้ดแลนด์ซุปเปอร์มาเก็ต

Truck	Route	Start	Finish	Case	Distance(km)	Costs (Bht)
1	BigC-BBT-A-I-B-WN	9:00	16:16	450	256.49	2,380.23
2	BigC-BBT-H-D-G-WN	9:00	15:44	450	215.63	2001.05
3	BigC-BBT-F-C-E-WN	9:00	16:11	450	290.38	2696.58

หมายเหตุ : ต้นทุนการวิ่งรถ 6 ล้อ ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลเท่ากับ 9.28 บาท/กิโลเมตร ณ ต้นทุนราคาน้ำมันเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 อัตรา 27 บาท/ลิตร (ข้อมูลบาท/กม.ของ DESC)

3.5. คำนวณต้นทุนและเปรียบเทียบต้นทุนกับกำไรที่เกิดขึ้น

DESC สาขาศูนย์กระจายสินค้าบางบัวทองคิดค่าขนส่งกับ Subcontractor ในการขนส่งสินค้าด้วยรถ 6 ล้อ ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลเป็นอัตราเดียว คือ 2,600 บาท/เที่ยว และBig C จ่ายให้ DESC สาขาติวานนท์เป็นอัตรา 2,240 บาท (ข้อมูลโดย DESC ณ เดือนกันยายน 2550) สามารถคำนวณต้นทุนและรายได้ ได้ดังตาราง 16

ตารางที่ 16: แสดงต้นทุนและผลตอบแทนที่ได้ในการกระจายสินค้าให้กับฟู้ดแลนด์ซุปเปอร์มาร์เก็ต

เส้นทางที่	อัตราค่าขนส่งที่ Big C จ่าย DESC ติวานนท์ (บาท)	อัตราค่าขนส่งที่ J&J จ่ายในกรุงเทพ (บาท)	ต้นทุน (บาท)	ผลตอบแทนที่ได้ (บาท)
1	2,240	2,600	2,380.23	2,459.77
2	2,240	2,600	2001.05	2,838.95
3	2,240	2,600	2696.58	2,143.42

เมื่อพิจารณาตารางข้างต้นแล้วนั้น DESC ควรที่จะใช้ประโยชน์จากรถเพิ่มโดยการวิ่งรถให้กับ DESC ศูนย์กระจายสินค้าของจอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน บางบัวทองดังรายละเอียดด้านล่าง

ผลตอบแทนที่ได้ที่วิ่งรถให้ DESC ศูนย์กระจายสินค้าของจอห์นสัน แอนด์ จอห์นสัน

รถวิ่ง 1 เที่ยว (3 เส้นทาง) / สัปดาห์ ผลตอบแทนที่ได้ 7,442.14 บาท

รถวิ่ง 4 เที่ยว (3 เส้นทาง) / เดือน ผลตอบแทนที่ได้ 29,768.56 บาท

รถวิ่ง 48 เที่ยว (3 เส้นทาง) / ปี ผลตอบแทนที่ได้ 357,222.17 บาท

4. สรุปผลการจัดเส้นทางการกระจายสินค้า

จากข้อเสนอแนะที่ให้การปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่ง โดยรับจ้างขนกระจายสินค้าให้กับลูกค้ารายอื่น นอกจากจะได้ประโยชน์จากรายได้ที่เพิ่มขึ้นแล้ว ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้รถได้อย่างเต็มที่ ทั้งนี้ในอนาคต DESC ยังสามารถใช้ประโยชน์จากรถที่มีชั่วโมงการวิ่งเหลืออยู่จากการวิ่งกลับจากการส่งของ Big Cสาขาอื่นๆ ในการบริการลูกค้าอื่นเพิ่มขั้นได้อีกมาก แต่ทั้งนี้จะต้องอาศัยการวางแผนในเรื่องการจัดการการขนส่งเข้ามาช่วยในการดำเนินการอย่างยิ่ง เพราะจะต้องไม่กระทบกับรถที่ใช้งานหลักและจะต้องเกิดความคุ้มค่าอย่างแท้จริง

5. บรรณานุกรม

[1] กมลชนก สุทธิวาทนฤพุฒิ และคณะ (แปลและเรียบเรียง), *การจัดการโลจิสติกส์* , 2541

[2] ณกร อินทร์พยุง, *Discrete Optimization in transport and Logistic*, 2548

[3] ธเนศ ทักษินวราจาร,*การจัดเส้นทางเดินรถด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อกระจายสินค้า*, 2547

[4] วรศักดิ์ ทุมมานนท์, *การประยุกต์ระบบต้นทุนฐานกิจกรรมกับสถาบันการศึกษา,* 2538