

การจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้
กรณีศึกษา บริษัท ไดนามิคทรานสปอร์ต จำกัด

ขวัญชนก วิเชียรวรรณ

การศึกษารายบุคคลนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยี
และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2562

Transportation Routing for Less than Container Load Mode:

A Case study of Dynamic Transport Company Limited

Kwanchanok Wicheanwan

An Individual Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

College of Innovative Technology and Engineering

Dhurakij Pundit University

2019



ใบรับรองการศึกษารายบุคคล

วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อการศึกษารายบุคคล การจัดเส้นทางกรชนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้

กรณีศึกษา บริษัท ไดนามิกทรานสปอร์ต จำกัด

เสนอโดย

ขวัญชนก วิเชียรวรรณ

สาขาวิชา

การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล อาจารย์ ดร.สมหญิง งามพรประเสริฐ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบการศึกษารายบุคคลแล้ว

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชีรเดช วุฒิไพพันธ์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล

(อาจารย์ ดร.สมหญิง งามพรประเสริฐ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรณรัตน์)

วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กิรติพรานนท์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่²⁰ เดือน ...^{กุมภาพันธ์} พ.ศ. ...²⁵⁶²...

หัวข้อการศึกษารายบุคคล	การจัดเส้นทางขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้ : กรณีศึกษา บริษัทไดนามิก ทรานสปอร์ต จำกัด
ชื่อผู้เขียน	ขวัญชนก วิเชียรวรรณ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สมหญิง งามพรประเสริฐ
อาจารย์ที่ปรึกษา ร่วม	ศศ.ดร.ณัฐพัชร์ อารีรัชกุลกานต์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคในการจัดเส้นทางขนส่งและลดระยะทางโดยรวมในการขนส่งสินค้าแบบเปิดตู้ขนส่งหน้าตู้ให้กับบริษัทกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจำนวน 6 เดือน ของปี พ.ศ. 2561 คือ เดือนพฤษภาคม – เดือนตุลาคม ซึ่งในแต่ละเดือนไม่ได้มีความต้องการสินค้าทุกวัน และไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาในการขนส่ง ได้แก่ (1) ใช้ข้อมูลการขนส่งสินค้าเฉพาะลูกค้ากลุ่มที่เป็นโรงงานอาหารสัตว์ของเครือซีพีเอฟ จำนวน 16 แห่ง (2) รับสินค้าที่สถานี ICD (Inland Container Depot) ลาดกระบัง (3) ใช้ยานพาหนะประเภทรถเทรลเลอร์ 22 ล้อ ความจุที่ยานพาหนะสามารถรับได้ คือ 35,000 กิโลกรัม มาใช้ในการจัดเส้นทางเท่านั้น จากข้อมูลที่ได้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์สภาพปัญหาปัจจุบันของเส้นทางขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้ พบว่าการขนส่งสินค้ายังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ส่งผลให้มีระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้าโดยรวมทั้ง 6 เดือน 25,601.9 กิโลเมตร จำนวนเที่ยวโดยรวม 112 เที่ยว และต้นทุนค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงโดยรวม 250,025.45 บาท ผู้วิจัยจึงได้ตัดสินใจดำเนินการปรับปรุงการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้โดยการประยุกต์ใช้วิธีเซฟวิงอัลกอริทึม (Saving Algorithm)

ผลจากการปรับปรุงสามารถลดระยะทางโดยรวมทั้ง 6 เดือนได้ 8,500.3 กิโลเมตร ลดจำนวนเที่ยวโดยรวมได้ 73 เที่ยว และลดต้นทุนค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงโดยรวมได้ 82,772.28 บาท ซึ่งคิดเป็น 33.20 % ของระยะทางโดยรวมที่ประหยัดได้ 65.18 % ของจำนวนเที่ยวโดยรวมที่ประหยัดได้ และ 33.11 % ของต้นทุนค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงโดยรวมที่ประหยัดได้

Individual Study Title	Transportation Routing for Less than Container Load Mode: A Case study of Dynamic Transport Company Limited
Author	Kwanchanok wicheanwan
Individual Study Advisor	Dr. Somying Ngarnpornprasert
Co - Individual Study Advisor	Asst. Prof. Natapat Areerakulkarn, Ph.D.
Department	Engineering Management
Academy Years	2018

ABSTRACT

This research aimed to study the transportation routing techniques and reduce the overall transportation distance of Less than Container Load (LCL) shipment for the case company. The researcher collected data over a 6-month period, from May to October 2018, of which there was no demand for products everyday and no time constraint on transportation, i.e. (1) only cargo information of 16 customers who were CPF Group's feed mills being used (2) goods being picked up at ICD (Inland Container Depot), Lat Krabang (3) only 22-wheelers with 35,000 kg capacity being used. From the obtained data, the researcher analyzed the current transportation routing problems of the LCL shipment, and found that the transportation of goods was not as effective as it should be. This caused total transportation distance of 25,601.9 kilometers, a total number of 112 trips, and a total fuel cost of 250,025.45 baht for the 6-month period. The researcher decided to improve the transportation routes of the LCL shipment by applying the Savings Algorithm.

The results of the improvement indicated that over the 6-month period, there were reductions in the total distance by 8,500.3 kilometers, the total number of trips by 73 trips and the total fuel cost by 82,772.28 baht, representing a 33.20% reduction in the total distance, a 65.18% reduction in the number of trips and a 33.11% reduction in the total fuel cost.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษารายบุคคลฉบับนี้สำเร็จล่วงได้ก็เนื่องจากความกรุณาของ ดร.สมหญิง งามพรประเสริฐ ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล ซึ่งกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ แนวทางในการดำเนินการวิจัย ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขการศึกษารายบุคคลฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบการศึกษารายบุคคลทุกท่าน ที่ช่วยแนะนำและช่วยแก้ไขการศึกษารายบุคคลจนสำเร็จ

ขอขอบคุณนายฉัตรชัย สิทธิบรรเจิด ที่ได้ให้ข้อมูลการขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้ของบริษัท ไคนามิคทรานสปอร์ต จำกัดในการทำวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัยทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนด้านการศึกษาแก่ผู้วิจัยเสมอมา ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาจนสามารถศึกษาและทำการศึกษารายบุคคลจนสำเร็จ

ขวัญชนก วิเชียรวรรณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๑
สารบัญตาราง.....	๕
สารบัญภาพ.....	๘
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ความหมายของการขนส่ง.....	4
2.2 รูปแบบของการขนส่งสินค้า.....	5
2.3 ลักษณะของการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก.....	6
2.4 การจัดเส้นทางการเดินทาง.....	7
2.5 ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทาง.....	10
2.6 เทคนิคการหาคำตอบ.....	11
2.7 การจัดกลุ่มปัญหาการจัดเส้นทางของการขนส่ง.....	12
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	17
3.1 ขั้นตอนการศึกษาและรวบรวมข้อมูล.....	18
3.2 การเลือกเครื่องมือที่เหมาะสม.....	20
3.4 คุณลักษณะของซอฟต์แวร์ Google Maps.....	23

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการดำเนินงานวิจัย.....	22
4.1 กรณีศึกษาบริษัท 'ไดนามิค ทรานสปอร์ต จำกัด'.....	22
4.2 การขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้.....	23
4.3 ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์.....	24
4.4 การวิเคราะห์สภาพปัญหาปัจจุบันของเส้นทางการขนส่งสินค้า.....	32
4.5 การหาเส้นทางการขนส่งสินค้าใหม่ด้วยวิธีเซฟวิงอัลกอริทึม.....	39
5. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	64
5.1 สรุปผลการดำเนินงานและเปรียบเทียบ.....	64
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	79
บรรณานุกรม.....	80
ก ข้อมูลการหาค่าความประหยัด (เดือนพฤษภาคม – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561)	83
ข ราคาน้ำมัน ปตท. (เดือนพฤษภาคม – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561).....	130
ประวัติผู้เขียน.....	133

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เปรียบเทียบคุณลักษณะของรูปแบบการขนส่งต่างๆ.....	5
3.1 ประเภทและข้อจำกัดด้านน้ำหนักและปริมาตร.....	19
3.2 ข้อมูลสถานที่ตั้งของบริษัทลูกค้า ปริมาณสินค้าที่ต้องขนส่ง และ เวลาที่ใช้ในการลง.....	20
4.1 ข้อมูลปริมาณสินค้าที่แต่ละโรงงานสั่งต่อครั้ง (กิโลกรัม).....	25
4.2 ข้อมูลปริมาณสินค้าและที่อยู่ลูกค้าที่ต้องจัดส่ง เดือนพฤษภาคม.....	26
4.3 ข้อมูลปริมาณสินค้าและที่อยู่ลูกค้าที่ต้องจัดส่ง เดือนมิถุนายน.....	28
4.4 ข้อมูลปริมาณสินค้าและที่อยู่ลูกค้าที่ต้องจัดส่ง เดือนกรกฎาคม.....	29
4.5 ข้อมูลปริมาณสินค้าและที่อยู่ลูกค้าที่ต้องจัดส่ง เดือนสิงหาคม.....	30
4.6 ข้อมูลปริมาณสินค้าและที่อยู่ลูกค้าที่ต้องจัดส่ง เดือนกันยายน.....	31
4.7 ข้อมูลปริมาณสินค้าและที่อยู่ลูกค้าที่ต้องจัดส่ง เดือนตุลาคม.....	32
4.8 เส้นทางการขนส่งเดิม เดือนพฤษภาคม.....	34
4.9 เส้นทางการขนส่งเดิม เดือนมิถุนายน.....	35
4.10 เส้นทางการขนส่งเดิม เดือนกรกฎาคม.....	36
4.11 เส้นทางการขนส่งเดิม เดือนสิงหาคม.....	37
4.12 เส้นทางการขนส่งเดิม เดือนกันยายน.....	38
4.13 เส้นทางการขนส่งเดิม เดือนตุลาคม.....	39
4.14 เส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนพฤษภาคม.....	42
4.15 เส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนมิถุนายน.....	43
4.16 เส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนกรกฎาคม.....	43
4.17 เส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนสิงหาคม.....	44
4.18 เส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนกันยายน.....	45
4.19 เส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนตุลาคม.....	45
4.20 การเปรียบเทียบเส้นทางขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนพฤษภาคม.....	49

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.21 การเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนมิถุนายน.....	51
4.22 การเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนกรกฎาคม.....	52
4.23 การเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนสิงหาคม.....	54
4.24 การเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนกันยายน.....	55
4.25 การเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนตุลาคม.....	57
4.26 การเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม เดือนพฤษภาคม.....	58
4.27 การเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม เดือนมิถุนายน.....	59
4.28 การเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม เดือนกรกฎาคม.....	60
4.29 การเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม เดือนสิงหาคม.....	61
4.30 การเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม เดือนกันยายน.....	62
4.31 การเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม เดือนตุลาคม.....	63
5.1 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนพฤษภาคม.....	65

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.2 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนมิถุนายน.....	66
5.3 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนกรกฎาคม.....	68
5.4 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนสิงหาคม.....	69
5.5 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนกันยายน.....	71
5.6 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนตุลาคม.....	72
5.7 สรุปเปรียบเทียบระยะเวลาทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม โดยรวมทั้ง 6 เดือน.....	74
5.8 สรุปเปรียบเทียบจำนวนเที่ยวในการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม โดยรวมทั้ง 6 เดือน.....	75
5.8 สรุปเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม โดยรวมทั้ง 6 เดือน.....	77

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การส่งสินค้าแบบ 1 เที่ยว ต่อ 1 ลูกค้า.....	8
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	17
3.2 รถเทรลเลอร์พื้นเรียบ.....	18
3.3 ตัวอย่างแผนที่ถูกเก็บแมพ.....	21
4.1 บริษัท ไดนามิกทรานสปอร์ต จำกัด.....	22
4.2 การขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้.....	23
4.3. สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง ICD.....	24
4.4 ข้อมูลที่ตั้งลูกค้า.....	25
4.5 รูปแบบการให้บริการของบริษัท ไดนามิก ทรานสปอร์ต จำกัด.....	33
4.6 ระยะเวลาระหว่างบริษัทฯ ICD และแต่ละ โรงงานของลูกค้า.....	41
5.1 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนพฤษภาคม.....	65
5.2 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนมิถุนายน.....	67
5.3 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนกรกฎาคม.....	68
5.4 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนสิงหาคม.....	70
5.5 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนกันยายน.....	71
5.6 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนตุลาคม.....	73
5.7 สรุปเปรียบเทียบระยะเวลาการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม โดยรวมทั้ง 6 เดือน.....	74
5.8 สรุปเปรียบเทียบจำนวนเที่ยวในการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม โดยรวมทั้ง 6 เดือน.....	76

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.9 สรุปเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม โดยรวมทั้ง 6 เดือน.....	78



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โดยสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบันนี้มีการแข่งขันทั้งทางด้านสินค้าและบริการอย่างเข้มข้น บริษัทต่างๆ เริ่มนำระบบโลจิสติกส์ (Logistics) และโซ่อุปทาน (Supply Chain) เข้ามาเพื่อใช้พัฒนา และเพิ่มขีดความสามารถในบริษัทยังผลให้มีความได้เปรียบทางธุรกิจต่อคู่แข่งทางการค้า เนื่องจาก สามารถจัดการให้มีต้นทุนต่ำ สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ตรงตามเป้าหมายที่ ลูกค้าต้องการและลูกค้าพึงพอใจ ทำให้บริษัทสามารถเพิ่มส่วนแบ่งการตลาดและกำไร การขนส่ง เป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการโลจิสติกส์ โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเชิง ปฏิบัติการ กำหนดโครงสร้างให้มีประสิทธิผล สามารถจัดส่งสินค้าตามคำสั่งซื้อด้วยปริมาณที่ ถูกต้องตรงตามความต้องการของลูกค้า คุณภาพดีไม่แตกหรือสูญหาย ในเวลาที่กำหนด ตรงตาม สถานที่ที่ต้องการ ภายใต้นต้นทุนที่ต่ำและสอดคล้องกับกระบวนการ โลจิสติกส์ เช่น บางครั้งอาจจะ มีการใช้รถยนต์ต่างกัน เส้นทางเดินรถที่แตกต่างกัน เครือข่ายกระจายสินค้าและทำเลที่ตั้งแตกต่างกัน ซึ่งกิจกรรมขนส่งสามารถรวมส่งหรือแยกส่งได้ จึงต้องทาทุกอย่างให้ถูกต้องเพื่อให้สอดคล้อง กับกลยุทธ์ทางโลจิสติกส์ มีการตัดสินใจเกี่ยวกับการขนส่งให้ชัดเจนให้สามารถรองรับกับ ความ ต้องการของลูกค้าได้ มีการจัดระดับการให้บริการลูกค้าอย่างชัดเจนแต่ต้องคำนึงถึงต้นทุนที่เกิดขึ้น ด้วย เพราะในปัจจุบันค่าเชื้อเพลิงมีราคาสูงแม้จะมีพลังงานทดแทนเกิดขึ้นแล้วก็ตาม และรอบเวลา ในการดำเนินงานสอดคล้องกับกลยุทธ์ทุกระดับ การขนส่งมีความหมายต่อการขายและจัดจำหน่าย เป็นอย่างมาก เพราะการขนส่งเป็นปัจจัยที่ช่วยเพิ่มคุณค่าของสินค้าหรือบริการ ทำให้ผู้บริโภคที่อยู่ใน สถานที่ต่างๆ ได้มีสินค้าหรือบริการบริโภคตามที่ตนต้องการ การขนส่งจะช่วยนำสินค้าจาก แหล่งผลิตผ่านมือคนกลางจนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค ดังนั้นการดำเนินธุรกิจใดๆย่อมอาศัยการขนส่ง ทั้งสิ้น

การที่บริษัทมีระบบการขนส่งสินค้าที่ดีจะช่วยสนับสนุนนโยบายการให้บริการลูกค้า เพราะสามารถส่งสินค้าจาก โรงงานหรือคลังสินค้าไปยังลูกค้าปลายทางได้อย่างรวดเร็ว สินค้าอยู่ใน สภาพที่ดีตามปริมาณและเงื่อนไขที่ตกลงกัน ส่งตามสถานที่และเวลาที่กำหนด สร้างความ ประทับใจให้กับลูกค้า ส่งผลให้ช่วยเพิ่มยอดจำนวนการสั่งซื้อสินค้าได้อีกทาง

เนื่องจากบริษัทไดนามิคทรานสปอร์ต จำกัด ได้ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการขนส่งสินค้า ซึ่งมีบริการขนส่งสินค้าในหลายรูปแบบ โดยหนึ่งในนั้นก็คือการขนส่งสินค้าด้วยรถเทรลเลอร์ ซึ่ง

การขนส่งสินค้าด้วยรถชนิดนี้จะเป็นลักษณะของการขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้คือ สายเรือ จะยกตู้สินค้ามาที่ลานเปิดตู้ แล้วเราก็นำรถบรรทุกของเราเข้าไปขนถ่ายสินค้าจากตู้ที่ลานนั้น แล้วนำสินค้าไปส่งยังสถานที่ที่ลูกค้ากำหนด ซึ่งในขณะนี้บริษัทไดนามิคทรานสปอร์ต จำกัด ยังไม่มีการจัดเส้นทางขนส่งที่เป็นระบบ โดยยังจัดส่งสินค้าตามใบจองงานของลูกค้า และด้วยกระบวนการในการปฏิบัติงานยังไม่มีวางแผนการขนส่ง จึงทำให้การขนส่งสินค้าไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ทำให้ลดโอกาสในการเพิ่มกำไรในการจัดส่งสินค้า

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้ จึงได้ศึกษาการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า ที่จะส่งสินค้าให้กับลูกค้าแต่ละราย โดยมุ่งเน้นที่จะลดระยะทางในการขนส่งโดยรวมให้สั้นลง และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับสภาพปัจจุบันเพื่อหาคำตอบ ตลอดจนสามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเทคนิคในการจัดเส้นทางขนส่งให้กับบริษัทกรณีศึกษา โดยการใช้เส้นทางปรับปรุงโดยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม
2. เพื่อศึกษาวิธีการนำเทคนิคในการจัดเส้นทางขนส่งให้ช่วยในการลดระยะทางในการขนส่งโดยรวม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. วางแผนจัดเส้นทางขนส่งสินค้าโดยใช้ข้อมูลเฉพาะลูกค้ากลุ่มที่เป็น โรงงานอาหารสัตว์ของเครือซีพีเอฟ จำนวน 16 แห่ง เท่านั้น
2. ใช้ข้อมูลการขนส่งสินค้าในจำนวน 6 เดือน ของปี พ.ศ. 2561 คือเดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม ซึ่งในแต่ละเดือนไม่ได้มีความต้องการสินค้าทุกวัน และไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาในการขนส่ง มาจัดเส้นทางขนส่งใหม่
3. ใช้ข้อมูลการรับสินค้าที่สถานี ICD (Inland Container Depot) ลาดกระบัง เท่านั้น
4. ใช้ยานพาหนะประเภทรถเทรลเลอร์ 22 ล้อ ความจุที่ยานพาหนะสามารถรับได้ คือ 35,000 กิโลกรัม มาใช้ในการจัดเส้นทางเท่านั้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดระยะทางในการขนส่งโดยรวมลดลงทำให้ลดต้นทุนในการขนส่งได้

2. สามารถลดจำนวนยานพาหนะในการขนส่งสินค้า เนื่องจากจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าลดลงได้
3. สามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้าลงได้



บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะอธิบายถึงทฤษฎีต่างๆที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการของทางทฤษฎีโดยการนำทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์หรือปรับเปลี่ยนเพื่อใช้ในการจัดเส้นทาง การขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้ กรณีศึกษา บริษัท ไคนามิคทรานสปอร์ต จำกัด เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการขนส่งสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงช่วยในการจัดเส้นทางขนส่งให้กับบริษัท กรณีศึกษาโดยให้ได้ระยะทางสั้นที่สุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ความหมายของการขนส่ง

แลมเบิร์ต, สตีล และเอลแรม (2546: 137) อธิบายว่า การขนส่ง หมายถึง การเคลื่อนย้าย สินค้าจากสถานที่ผลิตไปยังสถานที่บริโภคสินค้านั้น ซึ่งการเคลื่อนย้ายสินค้านี้ระหว่างสถานที่ ดังกล่าวก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้า ซึ่งมูลค่าเพิ่มนี้เรียกว่า อรรถประโยชน์ด้านสถานที่ (Place Utility) นอกจากนี้การขนส่งยังก่อให้เกิดอรรถประโยชน์ด้านเวลา (Time Utility) ซึ่งเกิดขึ้นจากการ เก็บรักษาสินค้าไว้จนกระทั่งเกิดความต้องการในการบริโภคสินค้านั้น

วิโรจน์ พุทธิวิธิ อธิบายว่า การขนส่งเป็นการเคลื่อนย้ายสินค้าและบริการจากแหล่งผู้ผลิตหรือผู้จัดเก็บ ไปยังลูกค้าในระดับต่าง ๆ การขนส่งจะเป็นตัวขับเคลื่อนสินค้าหรือ บริการเข้าไปยังกลุ่มเป้าหมายทางการตลาด ทำให้สินค้าและบริการถูกส่งมอบไปที่ที่ต้องการ บริโภค และสินค้าหรือบริการนั้นจะเป็นที่รู้จักมากขึ้น

วิโรจน์ พุทธิวิธิ (2547: 170) จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า การขนส่ง คือ การเคลื่อนย้ายบุคคลหรือสิ่งของจากสถานที่หนึ่ง ไปยังอีกสถานที่หนึ่ง ซึ่งก่อให้เกิดอรรถประโยชน์ด้านสถานที่ และเวลา และมีรูปแบบในการขนส่ง ที่หลากหลาย ดังจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

2.2 รูปแบบของการขนส่งสินค้า

ในด้านกายภาพ (Physical view) การขนส่งสินค้า สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 รูปแบบ (วิโรจน์ พุทธิวิธิ, 2547: 173-176) ได้แก่

2.2.1 การขนส่งสินค้าทางถนน (Road transportation) คือการขนส่งที่ใช้รถยนต์ในการ บรรทุกสินค้า และขนส่งระหว่างตำแหน่งต่าง ๆ ที่มีแผ่นดินเชื่อมกัน การขนส่งเกือบทุกกรณีจะต้อง อาศัย

การขนส่งทางถนน เพราะเป็นการขนส่งที่สามารถเข้าถึงต้นทางและปลายทางได้อย่างสะดวก รวดเร็ว

2.2.2 การขนส่งสินค้าทางราง (Rail transportation) เป็นการขนส่งผ่านระบบรางที่มี อุปกรณ์หลัก คือ ขบวนรถไฟ ระบบนี้มีข้อจำกัดในด้านสถานที่ตั้งของตำแหน่งสถานี ที่มีเฉพาะเท่าที่ ภาครัฐของประเทศนั้น ๆ สร้างไว้เท่านั้น ซึ่งไม่ครอบคลุมทุกที่ แต่เป็นรูปแบบการขนส่งที่มีต้นทุนต่ำกว่าการขนส่งสินค้าทางถนน โดยเหมาะสำหรับการขนส่งสินค้าปริมาณมากและในระยะทางไกล

2.2.3 การขนส่งสินค้าทางน้ำ (Water transportation) เป็นรูปแบบการขนส่งที่ประหยัด ที่สุด โดยจะใช้เรือสินค้าที่มีขนาดใหญ่ในการขนส่งสินค้าทำให้ขนส่งได้ครั้งละมาก ๆ แต่มีความเร็วต่ำ จึงเป็นระบบขนส่งหลักของการขนส่งระหว่างประเทศ

2.2.4 การขนส่งสินค้าทางอากาศ (Air transportation) เป็นรูปแบบการขนส่งที่ใช้ เครื่องบินในการขนส่งสินค้า จึงมีความรวดเร็ว และค่าขนส่งที่สูง และสินค้ามีความปลอดภัยกว่าการขนส่งในรูปแบบอื่น

2.2.5 การขนส่งทางท่อ (Pipeline transportation) เป็นการขนส่งซึ่งใช้สำหรับการขนส่งของเหลว โดยมีการกำหนดที่ตั้งของสถานที่ส่งและรับแน่นอนและใช้ในการขนส่งที่สร้างขึ้นเฉพาะเท่านั้น เช่น ปิโตรเลียม น้ำประปา ก๊าซธรรมชาติ

จากรูปแบบการขนส่งสินค้าที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น แต่ละรูปแบบการขนส่งมีความเหมาะสม กับประเภทสินค้าและลักษณะการขนส่งที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของการขนส่งสินค้า ในแต่ละรูปแบบ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบคุณลักษณะของรูปแบบการขนส่งต่าง ๆ

คุณลักษณะ	ทางถนน	ทางราง	ทางน้ำ	ทางอากาศ	ทางท่อ
ความเร็วการขนส่ง	2	3	4	1	5
ความมีพร้อมบริการ	1	2	4	3	5
ความเร็วของระเบียบขั้นตอน	2	3	4	5	1
ปริมาณที่ขนส่งได้	3	2	1	4	5
ความยืดหยุ่นตามความต้องการ	2	4	5	3	1
รวม	10	14	18	16	17

หมายเหตุ. 1 = ดีมาก, 2 = ดี, 3 = ปานกลาง, 4 = พอใช้ และ 5 = ไม่ดี (วิโรจน์ พุทธิวิถิ, 2547: 178)

จากตารางที่ 2.1 สรุปได้ว่า การขนส่งสินค้าทางถนนถือเป็นการขนส่งที่สะดวกที่สุด เนื่องจากสามารถเข้าถึงได้ทุกจุด ถึงแม้ว่าจะมีต้นทุนการขนส่งสูงกว่าการขนส่งในรูปแบบอื่น ๆ

2.3 ลักษณะของการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก

อุตสาหกรรมการขนส่งด้วยรถบรรทุกแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ การบรรทุกสินค้าเต็มรถ (TL: Truck load) และ การบรรทุกสินค้าไม่เต็มรถ (LTL: Less than truck load) ค่าใช้จ่ายในการบรรทุกแบบ TL นั้นไม่ขึ้นกับปริมาณสินค้าที่จะทำการขนส่ง แต่อัตราค่าบริการจะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทาง ส่วนค่าใช้จ่ายในการบรรทุกแบบ LTL จะขึ้นอยู่กับปริมาณที่ถูกบรรทุกไว้และระยะทางที่รถวิ่งไป อัตราค่าบริการของ LTL จะคิดจากความเหมาะสมและค้ำของปริมาณสินค้าในการส่งแต่ละครั้ง การขนส่งโดยรถบรรทุกมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการขนส่งทางรถไฟ แต่มีข้อดีคือ สามารถส่งสินค้าตามลูกค้าต้องการได้รวดเร็วกว่าแบบประตูบ้านถึงประตูบ้าน (Door to door)

การปฏิบัติการของ TL มีค่าใช้จ่ายค่าน้อย มีรถบรรทุกเพียง 2-3 คัน สามารถก้าวเข้าสู่ธุรกิจรับขนส่งได้ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของธุรกิจแบบ TL คือ เวลาที่สูญเปล่าและระยะทางที่รถวิ่งระหว่างการบรรทุกสินค้า ดังนั้นผู้ทำการขนส่งจึงพยายามที่จะจัดตารางเวลาในการขนส่งให้ตรงตามความต้องการในการบริการโดยพยายามลดเวลาสูญเปล่าและเวลาในการวิ่งที่ไม่เกิดประโยชน์ให้มากที่สุด

การตั้งราคาของการขนส่งแบบ TL พิจารณาจากปริมาณสินค้าที่ค้ำมากที่สุดและระยะทางที่รถวิ่งโดยใช้รถพ่วงที่มีขนาดต่างๆ กันและดูจากขนาดของรถพ่วงที่ใช้ว่าการขนส่งมีความเหมาะสมกับการขนส่งระหว่างต้นทางและปลายทางหรือไม่

การขนส่งแบบ LTL จะตั้งราคาตามความเหมาะสมกับปริมาณสินค้าน้อยๆ ส่วนมากจะมีขนาดครึ่งหนึ่งของการบรรทุกเต็มคันรถ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งแบบ TL มีแนวโน้มสูงกว่าเมื่อมีการขนส่งสินค้าขนาดใหญ่ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งนี้จะสอดคล้องกับปริมาณสินค้าที่บรรทุกและระยะทางที่รถวิ่ง การขนส่งแบบ LTL ใช้เวลาการขนส่งนานกว่าเนื่องจากมีสินค้าจำนวนมากที่ต้องใช้เวลาในการยกขึ้น-ลงมากกว่า การขนส่งแบบ LTL จะเหมาะกับการขนส่งสินค้าที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าที่จะส่งทางไปรษณีย์ แต่ต้องมีขนาดน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของการบรรทุกเต็มคัน

สิ่งสำคัญในการลดค่าใช้จ่ายของ LTL คือ ความสามารถในการรวบรวมสินค้าที่ผู้ส่งสินค้าสามารถทำได้สำหรับการขนส่งนั้นๆ ผู้ทำการส่งแบบ LTL จะใช้ศูนย์กลางในการรวบรวมเป็นที่ซึ่งรถบรรทุกจะขนส่งสินค้าขนาดเล็ก ๆ จากแหล่งหนึ่งไปยังจุดหมายปลายทางต่างๆ ที่อยู่ในพื้นที่เดียวกัน ซึ่งจะทำให้ผู้ที่ทำการขนส่งแบบ LTL สามารถปรับปรุงการใช้รถบรรทุกได้ถึงแม้จะเป็นการเพิ่มเวลาในการขนส่ง แต่บริษัทขนาดใหญ่จะพอใจกับข้อดีของอุตสาหกรรม LTL ในการให้ความสำคัญต่อการรวบรวมสินค้าและค่าใช้จ่ายคงที่ในการตั้งศูนย์กลางรวบรวมสินค้า การที่ LTL มีบทบาทสำคัญมากขึ้นในธุรกิจเนื่องจากมีความหนาแน่นของจุดรับส่งสินค้ามากขึ้นต่อพื้นที่หนึ่งๆ

ประเด็นที่สำคัญสำหรับธุรกิจ LTL นั้นจะรวมถึงสถานที่ตั้งของศูนย์ในการรวบรวมสินค้า การกำหนดปริมาณที่ต้องบรรทุกสำหรับรถบรรทุก และการจัดตารางเวลาและเส้นทางในการรับส่งสินค้า โดยมีเป้าหมายคือ การทำให้เกิดค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดในการรวบรวมสินค้าโดยไม่ส่งผลกระทบต่อเวลาในการส่งและความน่าเชื่อถือ

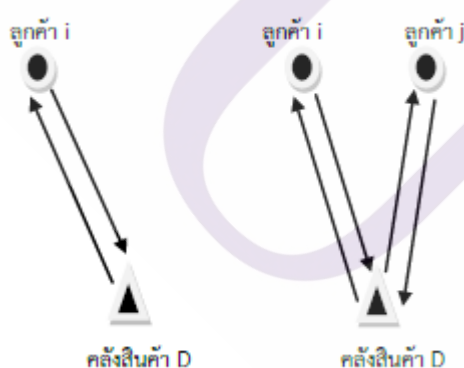
2.4 การจัดเส้นทางการเดินทาง (Vehicle Routing)

เป็นปัญหาประจำของบริษัทขนส่ง ในแต่ละวันจะมีลูกค้าจำนวนหนึ่งมากบ้างน้อยบ้าง ต้องการให้นำสินค้าไปส่งให้ ปัญหาที่น่าท้าทายคือ ผู้จัดการจะต้องใช้รถขนส่งกี่คันและควรจะจัดลำดับการส่งสินค้าอย่างไร รถคันไหนควรไปส่งสินค้าให้แก่ลูกค้ารายใดบ้าง และจะจัดลำดับการส่งสินค้าของลูกค้าแต่ละรายอย่างไร ในทางคณิตศาสตร์แล้วถือว่าปัญหาการจัดเส้นทางเดินทาง (Vehicle Routing Problem) เป็นปัญหาที่ยากมากๆ ในการที่จะวิเคราะห์หาแผนการเดินทางที่ดีที่สุดในการวางแผนที่เป็นไปได้จำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากคำสั่งซื้อจากลูกค้าและรถส่งสินค้ามีจำนวนมาก ซึ่งแทบจะไม่มีโอกาสเลยที่จะจัดเส้นทางเดินทางให้ประหยัดที่สุด อย่างดีที่สุดคงทำได้เพียงการวิเคราะห์ให้ได้แผนที่ค่อนข้างดีมาใช้ปฏิบัติเท่านั้น ในกรณีที่มีลูกค้าจำนวนมาก การหาเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดแล้วเลือกเอาเส้นทางขนส่งที่มีต้นทุนต่ำที่สุด เป็นสิ่งที่แทบจะเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติ เพราะจะต้องใช้เวลาในการคำนวณวิเคราะห์ยาวนานมากจนไม่ทันการณ์ จึงจำเป็นต้องมีวิธีการอื่นๆ มาช่วยให้ได้คำตอบที่เร็ว ซึ่งมีวิธีการหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการจัดเส้นทางเดินทาง ได้แก่ การจัดเส้นทางโดยค่าประมาณ (Approximation Methods) ซึ่งคำตอบของเส้นทางขนส่งที่ได้รับจากการใช้วิธีการนี้อาจจะไม่ดีที่สุดแต่จะได้อาชีพที่พึงพอใจ ภายในระยะเวลาที่ไม่นานมาก นำไปใช้งานได้ทันเวลา วิธีการจัดเส้นทางโดยค่าประมาณนี้ยังมีหลากหลายวิธี คำตอบที่ได้รับจากแต่ละวิธีอาจจะมีคุณภาพแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะ

รายละเอียดของปัญหาแต่ละกรณี ซึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมและเข้าใจง่ายวิธีการหนึ่งคือวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม (Saving Algorithm) ซึ่งเสนอโดย Clarke and Wright นักวิจัยในประเทศอังกฤษ ใน ค.ศ. 1964 ซึ่งได้พิจารณาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีความต้องการของลูกค้าหลายราย และยานพาหนะมีความจุหลายขนาดส่งสินค้าออกจากคลังพัสดุแห่งเดียว งานวิจัยนี้ได้พัฒนาขั้นตอนให้สามารถเลือกเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสมที่สุด และผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้คือ ทำให้ทราบจำนวนยานพาหนะที่จะใช้ในการขนส่ง และปริมาตรสินค้าที่ขนส่งโดยยานพาหนะแต่ละคัน โดยมีวิธีในการดำเนินงานดังนี้

1. เลือกจุดเริ่มต้นจากคลังสินค้าขึ้นมาหนึ่งปุมให้เป็นปุมที่หนึ่ง
2. คำนวณค่าของระยะเวลา, ระยะทางหรือค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ประหยัด (Saving Cost), $S_{ij} = C_iD + CD_j - C_{ij}$ เมื่อ i, j คือลูกค้า และ D คือคลังสินค้า
3. เรียงลำดับค่า S_{ij} จากมากไปหาน้อย
4. สร้างเส้นทางของยานพาหนะโดยเชื่อมปุม i และ j ที่มีค่า S_{ij} มากที่สุด
5. ทำซ้ำจนกว่าจะจัดเส้นทางได้ครบ โดยมีเงื่อนไขของข้อจำกัดในการเดินทางแต่ละยานพาหนะจะต้องมีสินค้าไม่เกินความจุของยานพาหนะ และต้องใช้เวลาในการเดินทางไม่เกินระยะเวลาที่กำหนด

วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมเป็นทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับในการจัดการปัญหาการขนส่งยานพาหนะ ใจความของทฤษฎีไม่ซับซ้อน คือ พิจารณาการส่งจากคลังสินค้า D



ภาพที่ 2.1 การส่งสินค้า แบบ 1 เทียบ ต่อ 1 ลูกค้า

จากรูปที่ 1 ถ้าใช้รถ 1 คัน วิ่งส่งสินค้าให้ลูกค้า 2 ราย (i และ j) ในเที่ยวเดียวกัน ระยะทางทั้งหมดจะลดลงเท่ากับ $S(i, j) = 2d(D, i) + 2d(D, j) - [d(D, i) + d(i, j) + d(D, j)] = d$

$D, i) + d(D, j) - d(i, j)$ ค่า Saving $S(i, j)$ ที่ได้ คือระยะทางที่สามารถลดได้ หากระยะทางระหว่างลูกค้าใด ทำให้เกิดค่า Saving สูงก็หมายความว่า สามารถลดระยะทางได้มาก

โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) เป็นเทคนิคที่รู้จักกันแพร่หลายและเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยดำเนินงาน(Operations Research) ในหลาย ๆ หน่วยงานได้ประยุกต์ใช้วิธีการทางโปรแกรมเชิงเส้น ในการแก้ปัญหาทางการจัดสรรปัจจัยหรือทรัพยากร (allocating resource) โดยที่ปัจจัยหรือทรัพยากรมีความหมายรวมถึงวัตถุดิบ กำลังคน เวลา สถานที่ เงิน หรือความรู้ความสามารถต่างๆ โดยมีลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆเป็นแบบเชิงเส้น มีจุดหมายเพื่อแก้ปัญหาและตัดสินใจให้เกิดผลตามแนวทางการดำเนินงานที่ดีที่สุด (OPTimal) เช่น กำไรสูงสุด ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด หรือแนวทางการดำเนินงานอื่นๆที่ให้ผลประโยชน์มากที่สุดต่อระบบนั้น ๆ โดยพิจารณาเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่กำหนด เช่น สภาพตลาด การขาดแคลนวัตถุดิบ กำลังคนเงินทุน สถานที่ ความรู้ข้อกำหนดของกฎหมายและระเบียบต่างๆของสังคม นโยบายของฝ่ายบริหาร ขอบข่ายของธุรกิจที่ดำเนินอยู่และอื่นๆ เทคนิคทางการโปรแกรม เชิงเส้นนี้พัฒนามาจากผลความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีแนวคิดริเริ่มมาจากนักคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์หลาย ๆ ท่าน ซึ่งได้นำไปใช้ในทฤษฎีเกมส์ รวมทั้งถูกพัฒนานำไปใช้ในทางการขนส่ง ปัญหาทางโภชนาการ และปัญหาทางการวางแผนโครงการในกองทัพ ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันในหลายๆวงการในการนำเทคนิคทางการโปรแกรมเชิงเส้นไปใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ทางการเกษตร ทางเศรษฐศาสตร์ และการจัดการเกี่ยวกับการผลิตทางอุตสาหกรรม โปรแกรมเชิงเส้นประกอบไปด้วย 2 ส่วนดังนี้

1. มีสมการกำหนดเป้าหมาย (objective function) คือสมการแสดงความสัมพันธ์ของต้นทุน กำไร เพื่อให้กำหนดเป้าหมายสูงสุดหรือต่ำสุด
2. มีสมการแสดงขอบข่าย (constraints) ซึ่งแสดงข้อจำกัดต่างๆของปัจจัยหรือทรัพยากรในรูปสมการหรืออสมการ โดยที่สมการต่างๆทั้งหมดเป็นสมการเชิงเส้น

2.5 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

การจัดเส้นทางในการเดินรถที่ดีและมีประสิทธิภาพนั้น จะส่งผลให้สามารถลดระยะทางในการขนส่งได้ และในบางครั้งยังสามารถลดจำนวนยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งได้อีกด้วย เมื่อ ระยะทางและจำนวนยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งลดลง ส่งผลให้มลพิษที่เกิดขึ้นจากการขนส่ง ลดลงและยังทำให้ต้นทุนในการขนส่งของบริษัทลดลงอีกด้วย ซึ่งรูปแบบในการจัดเส้นทาง

การขนส่งสามารถแบ่งได้เป็น 13 รูปแบบ (ศิริวรรณ โพธิ์ทอง: ออนไลน์ 2553) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest Path) เป็นการจัดเส้นทางของการขนส่งโดยให้มีการขนส่งสินค้าจากบริษัทไปยังลูกค้าทุกๆ รายให้มีระยะทางรวมในการขนส่งที่น้อยที่สุด โดยหาเส้นทางที่มีระยะทางสั้นสุดระหว่างจุดเริ่มต้นกับจุดหมาย (Thomas, Charles and Ronald, 1990)

2. ปัญหาการเดินทางของเซลส์แมน (Traveling Salesman Problem: STP) เป็นการจัดเส้นทางของการขนส่งโดยให้มีการขนส่งสินค้าจากบริษัทไปยังลูกค้าทุกๆ รายให้มีระยะทางรวมในการขนส่งที่น้อยที่สุด โดยรวมระยะทางการเดินทางของพาหนะที่ใช้ในการขนส่งสินค้ากลับมายังบริษัท ด้วย

3. ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) เป็นการจัดเส้นทางในการขนส่งสินค้าโดยหาจำนวนยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งสินค้า ที่เหมาะสมกับปริมาณสินค้าพร้อมทั้งหาเส้นทางในการขนส่งสินค้าที่ เหมาะสม ภายใต้ข้อกำหนดในเรื่องของ ค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุด

4. ปัญหาการขนส่ง (Transportation Problem) เป็นการจัดเส้นทางในการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าหลายแห่งไปยังลูกค้าหลายราย โดยการปริมาณในการขนส่งสินค้าต้องเท่ากับปริมาณความต้องการของลูกค้าที่ตั้ง ไว้และเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด

5. การไหลของค่าใช้จ่ายอย่างต่ำสุด (Minimum Cost Flow) เป็นการจัดเส้นทางในการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังลูกค้าแต่ละราย ตามปริมาณและจำนวนที่ลูกค้าต้องการและมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุด

6. ต้นไม้แบบทอดขามเล็กสุด (Minimum Spanning Tree) เป็นการจัดเส้นทางของการขนส่งสินค้าโดยพิจารณาถึงความเชื่อมโยงของเส้นทางที่ ใช้ในการขนส่ง โดยระยะทางรวมในการขนส่งน้อยที่สุด โดยวิธีนี้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยหลาย ๆ ด้าน

7. การเลือกทำเลที่ตั้ง (Facility Location) เป็นการหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของจุดกระจายสินค้า เพื่อให้การขนส่งสินค้าจากบริษัทไปยังลูกค้ามีระยะทางและค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด

8. การบรรจุสิ่งของลงกล่อง (Bin Packing) เป็นวิธีการจัดจำนวนพาหนะที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการขนส่งสินค้าให้เพียงพอกับปริมาณสินค้าที่ต้องส่ง ไปให้ลูกค้า

9. การจัดตารางเครื่องจักรโพลีโพลี (Parallel Machine Scheduling) เป็นการ จัด เส้นทางในการขนส่งสินค้าโดยคำนึงถึงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการโพลีโพลีสินค้าไปยัง พาหนะที่ใช้ในการขนส่งเพื่อให้พาหนะที่เสร็จเป็นลำดับสุดท้ายใช้เวลาที่น้อยที่สุด

10. การจัดตารางงานของพนักงาน (Crew Scheduling) เป็นวิธีการจัดตารางทำงานของ พนักงานที่ดำเนินงานเกี่ยวกับการขนส่ง เช่น พนักงานขับรถ พนักงานโพลีโพลีสินค้า

11. การวางแผนขนสินค้าบนเครื่องบิน (Aircraft Load Planning) เป็นวิธีการจัด แผนการวางแผนการขนสินค้าในท้องเครื่องบินให้สมดุล เพื่อความปลอดภัยและประหยัดน้ำมัน

12. การจัดแผนการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือ (Container Handling at Ports) การวางแผนการเคลื่อนย้ายตู้คอนเทนเนอร์ไปมาระหว่างเรือกับท่าเรือ และ ท่าเรือกับรถบรรทุก

13. วิธีศึกษาสำนึก (Heuristics) เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้ในการค้นหาคำตอบที่ ใกล้เคียงคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งรูปแบบการแก้ปัญหาและการค้นหาคำตอบ จะเป็นวิธีการคิด อย่างมีเหตุผลซึ่งอาศัยการกำหนดกฎเกณฑ์บางประการขึ้นมา เพื่อหาคำตอบที่ดีและเหมาะสมใน ระดับหนึ่ง ถึงแม้ว่าจะไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดแต่จะได้คำตอบที่รวดเร็วโดยคำตอบที่ได้นั้นจะต้องเป็น คำตอบที่ดีเพียงพอและยอมรับได้ และวิธีการแก้ปัญหาจะพัฒนาขึ้นตามระดับความยากง่ายของ ปัญหาซึ่งจะนำความคิด สามัญสำนึกของมนุษย์ผนวกเข้ากับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ใน การแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการแบ่งพื้นที่ออกเป็นกลุ่ม (Cluster First – Route Second) แล้วทำการจัด เส้นทางเดินรถโดยใช้วิธีเลือกจุดที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Approach)

2.6 เทคนิคการหาคำตอบ

2.6.1 วิธีหาคำตอบโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำเอาปัญหาที่เกิดขึ้นจริงมา สร้างเป็นสมการแบบจำลองขึ้น โดยจะมีการสร้างแบบจำลองในส่วนที่เป็นสมการ วัตถุประสงค์ และส่วนที่เป็นข้อจำกัดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งสามารถใช้คนหรือคอมพิวเตอร์ในการ แก้ไขปัญหาได้ แต่ในการใช้คนกรณีที่มีตัวแปรมากอาจจะทำให้ไม่สามารถหาคำตอบที่ดี ได้ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยนั้นจะทำให้สามารถรองรับปัญหาที่ใหญ่ได้และใช้เวลาในการหา คำตอบเร็วกว่าการใช้คน อย่างไรก็ตามการหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางคอมพิวเตอร์จะได้คำตอบที่ ใกล้เคียงกับคำตอบที่เหมาะสมที่สุดแต่ยังใช้เวลาในการหาคำตอบที่นาน ถ้าตัวแปรเยอะมากเวลา ในการหาคำตอบจะทวีคูณขึ้นไป

2.6.2 วิธีการหาคำตอบโดยใช้วิธีฮิวริสติก เป็นวิธีการที่อาศัยการกำหนดกฎเกณฑ์บาง ประการ ขึ้นมาโดยใช้สามัญสำนึกของมนุษย์เข้าช่วยในการแก้ปัญหา เพื่อหาคำตอบที่ดีและเหมาะสม ใน

ระดับหนึ่งถึงแม้ไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด แต่สามารถให้คำตอบได้ภายในเวลาที่เหมาะสมไม่นานเกินไป รูปแบบการแก้ไขปัญหาและการค้นหาคำตอบเป็นวิธีการที่คิดอย่างมีเหตุผลตามประสบการณ์และความสมเหตุสมผลที่มีการพัฒนามานานกว่า 20 ปี วิธีการแก้ไขปัญหามักจะถูกพัฒนาการตามระดับ ความยากง่าย ของปัญหาโดยมีการนำสามัญสำนึกของมนุษย์ผนวกเข้ากับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เทคนิคการหาคำตอบด้วยวิธีฮิวริสติกส์เป็นแนวทางที่พยายามลดความซับซ้อนของปัญหา ดังนั้น วิธีฮิวริสติกส์จึงมีรูปแบบในการแก้ปัญหาค่อนข้างยืดหยุ่นอย่างมาก ส่งผลให้ในปัญหาหนึ่งๆอาจมีวิธี ในการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ที่แตกต่างกันมากมายหลายวิธี และแม้ว่าวิธีฮิวริสติกส์จะได้รับผลเฉลยที่ดีที่สุด แต่วิธีนี้ก็มักมีจุดเด่นอยู่ที่ความรวดเร็วในการคำนวณผลเฉลย

2.7 การจัดกลุ่มปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง

ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งสามารถจัดกลุ่มตามลักษณะของปัญหาได้ดังนี้

2.7.1 จัดกลุ่มตามการแก้ปัญหของทางจัดเส้นทางขนส่ง

2.7.1.1 วิธีการแม่นยำ (Exact method) วิธีการนี้ใช้พื้นฐานจากการโปรแกรมเชิงเส้น การโปรแกรมจำนวนเต็ม หรือวิธีการอื่นที่จะทำให้ได้ค่าที่ดีที่สุด เช่น วิธีการตัดแบบระนาบ (cutting plane method) วิธีบริวนซ์แอนด์บาว (branch and bound method)

2.7.1.2 วิธีการฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นวิธีการเมื่อดำเนินการเรียบร้อยแล้วจะได้ค่าที่ดี แต่อาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด แต่ใช้ระยะเวลาสั้นกว่าวิธีการแบบแม่นยำสำหรับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ เช่น วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) วิธีการอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization) วิธีการค้นหาต้องห้าม (Tabu Search) วิธีการเลียนแบบการอบอ่อน (Simulated Annealing) วิธีการหาค่าที่ดีที่สุดด้วยฝูงอนุภาค (Particle Swarm Optimization) เป็นต้น

2.7.1.3 การจำลองแบบปัญหา (Simulation) ใช้การจำลองแบบปัญหาส่วนใหญ่จะใช้กับปัญหาที่มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น เช่น ความต้องการไม่แน่นอน ระยะเวลาการให้บริการไม่แน่นอน

2.7.2 จัดกลุ่มตามลักษณะความต้องการของลูกค้า

2.7.2.1 ค่าความต้องการของลูกค้าทราบค่าและแน่นอน (Deterministic Demand) มีการเก็บข้อมูลความต้องการของลูกค้าที่แน่นอนโดยมีการสั่งซื้อสินค้าก่อนและจัดเส้นทางขนส่ง หรือทำการประมาณค่าจากการใช้ค่าเฉลี่ยหรือค่าทางสถิติอย่างใดอย่างหนึ่ง

2.7.2.2 ค่าความต้องการของลูกค้าทราบค่าแต่ไม่ทราบค่าที่แน่นอน (Stochastic Demand) ในกลุ่มนี้ความต้องการของลูกค้าจะทราบค่าแต่อาจจะมีค่าที่ไม่แน่นอน ซึ่งทำให้ต้องใช้เทคนิคในการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากข้อ 2.7.2.1

2.7.2.3 ไม่ทราบค่าความต้องการของลูกค้า ซึ่งเป็นความต้องการที่ไม่ทราบค่าขณะวางแผนแต่ทราบเมื่อไปถึงลูกค้า

2.7.3 จัดกลุ่มตามข้อจำกัดของเวลา (Time Windows) ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่สำคัญกับการจัดเส้นทาง เนื่องจากบางครั้งเวลาให้บริการลูกค้าหรือเวลาในการเดินทางจะมีผลต่อเส้นทางที่ได้จากการจัดด้วยวิธีการต่าง ๆ สามารถแบ่งกลุ่มได้ดังนี้

2.7.3.1 แบบไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา (No time windows) ในกลุ่มนี้จะไม่คำนึงถึงข้อจำกัดด้านเวลาต่าง ๆ โดยจะทำการจัดเฉพาะเส้นทางการเดินทางเท่านั้น

2.7.3.2 แบบมีข้อจำกัดด้านเวลาแบบไม่เคร่งครัด (Soft time windows) ในกลุ่มนี้จะมีข้อจำกัดทางด้านเวลาแต่ไม่เคร่งครัด สามารถส่งสินค้าช้าหรือเร็วกว่ากำหนดได้บ้าง อย่างไรก็ตามข้อจำกัดด้านเวลานี้จะมีผลต่อการจัดเส้นทางเช่นเดียวกัน

2.7.3.3 แบบมีข้อจำกัดด้านเวลาอย่างเคร่งครัด (Strict time windows) กลุ่มนี้การจัดเส้นทางจะคำนึงถึงระยะเวลาในการเดินทางและเวลาในการให้บริการอย่างเคร่งครัด หากเดินทางผิดเวลาหรือไปถึงลูกค้าผิดเวลาจะทำให้เส้นทางนั้นเป็นเส้นทางที่ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถให้บริการลูกค้าได้

2.7.3.4 แบบมีข้อจำกัดด้านเวลาที่มีทั้งเคร่งครัดและไม่เคร่งครัด (Mixed) กลุ่มนี้จะมีทั้งลูกค้าทั้งที่เคร่งครัดเรื่องเวลาที่มาถึงของรถจัดส่งสินค้าหรือเวลาในการให้บริการ และไม่เคร่งครัดในเรื่องเวลาในปัญหาเดียวกัน ซึ่งจะทำให้การดำเนินการด้วยวิธีการต่าง ๆ มีความแตกต่างกันออกไปหรือมีผลต่อการจัดเส้นทางเช่นเดียวกัน

2.7.4 จัดกลุ่มตามเวลาในการวางแผนการเดินทาง (Time horizon) ในกลุ่มนี้จะเน้นการจัดกลุ่มแบบการจัดกลุ่มแบบครั้งเดียวในการวางแผนหนึ่งครั้ง เช่น การเดินทางส่งสินค้าทุกวันจะเดินทางด้วยเส้นทางเดียวกัน และการจัดแบบหลายครั้ง เช่น วางแผนเป็นเดือนหรือปี โดยในแต่ละวันอาจมีเส้นทางการเดินทางที่ไม่เหมือนกัน

2.7.4.1 แบบคาบเวลาเดียว (Single period) กลุ่มนี้จะวางแผนครั้งเดียวและดำเนินการเช่นเดียวกันในทุกคาบเวลา

2.7.4.2 แบบหลายคาบเวลา (Multi period) เป็นการวางแผนแบบหลายคาบเวลา และมีเส้นทางที่แตกต่างกันไปในแต่ละคาบเวลา

2.7.5 จัดกลุ่มตามจำนวนของจุดเริ่มต้น (Number of Origin points) จุดเริ่มต้นที่แตกต่างกันจะทำให้ได้ระยะทางที่แตกต่างกันไป การวางแผนการจัดเส้นทางบางครั้งอาจจะมีจุดเริ่มต้นเดียว บางครั้งจะต้องวางแผนให้กับคลังสินค้าหลายจุดไปพร้อม ๆ กัน สามารถแบ่งกลุ่มตามจำนวนของจุดเริ่มต้นได้เป็น

2.7.5.1 มีจุดเริ่มต้นเดียว (Single Depot) การเริ่มต้นของทุกเส้นทางจะเริ่มต้นจากคลังสินค้าเพียงแห่งเดียว

2.7.5.2 มีจุดเริ่มต้นหลายจุด (Multi Depot) ในกลุ่มนี้จะต้องวางแผนให้มีคลังสินค้าหลายแห่งโดยทำการจัดเส้นทางไปพร้อม ๆ กัน

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทวินันท์ สิมะจาริก และคณะ (2552) ได้นำเสนองานวิจัยเรื่องการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง กรณีศึกษาโรงงานเคมีภัณฑ์ เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาในการขนส่งและหาแนวทางการลดค่าใช้จ่ายการขนส่งสินค้า พบว่าค่าเชื้อเพลิงเป็นปัญหาที่ทำให้ต้นทุนของบริษัทสูง ซึ่งมีสาเหตุมาจากปัจจัยภายใน คือ การกำหนดเส้นทางที่เป็นมาตรฐานและปัจจัยภายนอก คือ อัตราค่าเชื้อเพลิงในตลาดโลกที่มีความผันผวน คณะผู้วิจัยจึงได้กำหนดเส้นทางการขนส่งสินค้าแบบใหม่ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเส้นทางแบบวิธีการแบบจำลองการขนส่ง (Transportation model) และวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับรถบรรทุก (Truck routing) รวบรวมสินค้าเพื่อจัดเส้นทางให้ลูกค้าที่มีเส้นทางการขนส่งในทางเดียวกันรวมเข้าด้วยกัน เพื่อลดจำนวนเที่ยวและระยะทางในการขนส่งสินค้า หลังจากนั้นนำมาเปรียบเทียบหาวิธีการที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดและเหมาะสมที่สุดจากผลการดำเนินงานพบว่าวิธีการแบบจำลองการขนส่งและวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับรถบรรทุกทำให้จำนวนเที่ยว ระยะทางในการขนส่งสินค้า ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงจากการดำเนินงานแบบเดิม

วิไลวรรณ แก่นสาร และ สมบัติ สินธุเชาน์ (2556) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการฮิวริสติกส์ สำหรับระบบการจัดการขยะซึ่งจัดทำเพื่อแก้ปัญหาในการลดต้นทุนต่าง ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม พร้อมทั้งเกิดการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างดีอีกทั้งยังมีวิธีการที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน โดยเนื้อหาในงานวิจัยนี้ได้บอกถึงการประยุกต์วิธีการหาคำตอบโดยวิธีการ Saving heuristic , Nearest heuristic และ Max-Nearest เพื่อทำการเปรียบเทียบกัน โดยพิจารณาจากผลลัพธ์ที่ได้ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน โดยมีเงื่อนไขดังนี้ ความสามารถในการบรรจุที่เท่ากัน และมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง ผลทดลองของ งานวิจัยนี้จะเห็นว่าวิธี Saving heuristic ให้คำตอบที่ดีที่สุดคือมีระยะทาง

รวม 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 สามารถลดระยะทางลงได้พร้อม กับสามารถควบคุม เวลาในการเก็บขยะได้อีกด้วย

อรประไพ จารุพัฒน์ และ ปวีณา เชาวลิทวงศ์ (2556) ได้ศึกษาอิทธิพลของการจัด เส้นทางลำดับการส่งสินค้าของรถแต่ละคันจากจุดปล่อยรถแห่งเดียวหรือหลายแห่ง เพื่อให้ลูกค้าทุกรายได้รับสินค้าโดยปัญหาการจัดเส้นทางมีหลากหลายแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์และ ข้อจำกัด สำหรับการจัดเส้นทางเดินรถตามลักษณะการเดินทางจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ 1. เส้นทางเดินแบบปิด คือ รถแต่ละคันต้องออกและกลับมาสู่จุดปลายทางเดิม 2. เส้นทางเดิน แบบเปิด คือ รถขนส่งไม่ต้องย้อนกลับมายังจุดปล่อยรถหลังจากส่งสินค้าให้กับลูกค้ารายสุดท้าย โดยได้นำ วิธีอิทธิพลศาสตร์มาใช้ในการจัดเส้นทางรถขนส่ง คือ การจัดแบบแทรกงาน (Insertion Heuristic) ซึ่งการหาคำตอบของวิธีนี้ในแต่ละรอบจะทำการค้นหาว่า งานขนส่งที่รอการจัดลง เส้นทางในแต่ละจุดรับ-ส่งสามารถแทรกลงในเส้นทางที่จัดค้างอยู่ได้ตำแหน่งใดบ้าง โดยพยายาม แทรกบนเส้นทางที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด และต้องคำนึงถึงข้อจำกัดหลักของความจุ รถและเวลาในการส่งมอบ

พลอยพรรณ ศรีกิจการ และ อรุโอร แสงสว่าง (2556) ได้ศึกษาเส้นทางเดินรถขนส่ง เครื่องสำอาง โดยจัดทำเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการจัดเส้นทางรถซึ่งได้ปรับปรุง เกี่ยวกับวางแผนและออกแบบเส้นทางเดินรถขนส่งเครื่องสำอางของบริษัทมาร์คอัพคอสเมติก โดย ทำการจัดส่งสินค้าไปยังร้านตัวแทนจำหน่าย 20 ร้าน ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ปัญหาของ งานวิจัยนี้คือปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman problem) ซึ่งได้ประยุกต์ใช้ หลักเมตาวิธีอิทธิพลศาสตร์โดยวิธีการจำลองการอบเหนียว (Simulated Annealing) ในการแก้ปัญหา เพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินทางผ่านเมืองต่างๆเมือง เมืองละหนึ่งครั้งแล้วกลับมายัง จุดเริ่มต้น จากวิธีการหาคำตอบที่ใกล้เคียงที่สุดซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในปัจจุบัน โดยส่งสินค้าไปยังจุดที่ ใกล้ที่สุดก่อน มีระยะทางรวม 377.3 กิโลเมตรต่อวัน บริษัทจัดส่งสินค้าทุกวันศุกร์ที่ 2 และวันศุกร์ ที่ 4 ของเดือน ในระยะเวลา 1 เดือน จะใช้ระยะทางการวิ่งงานรวมทั้งสิ้น $377.3 \times 2 = 754.6$ กิโลเมตร และเมื่อใช้วิธีการจำลองการอบเหนียว (SA) ในการออกแบบเส้นทางเดินรถพบว่า รถสามารถ วิ่งงานด้วยระยะทางเพียง 347.8 กิโลเมตรต่อวัน ดังนั้นในระยะเวลา 1 เดือน จะมีระยะทางรวม ทั้งสิ้น $347.8 \times 2 = 695.6$ กิโลเมตร ซึ่งลดลงจากเดิม 7.81 เปอร์เซ็นต์ หรือ 59 กิโลเมตรต่อเดือน

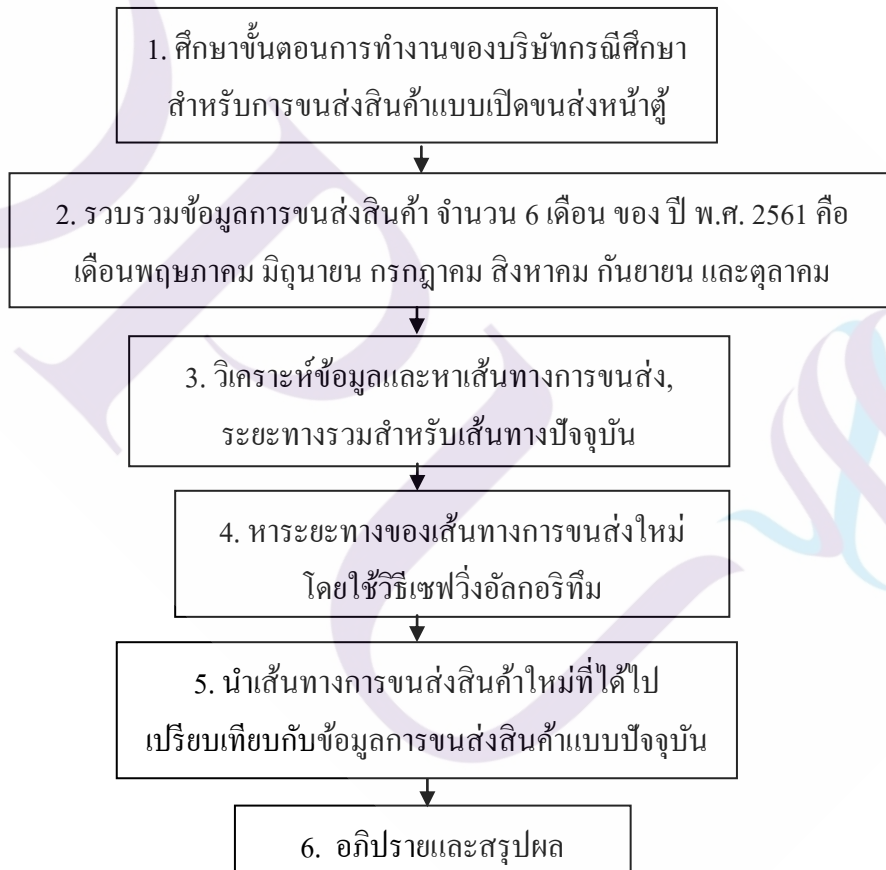
วัลลภ รัตนถาวร และ สිරง ปรีชานนท์ (2553) ได้ศึกษาอิทธิพลสำหรับปัญหาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าแบบพลวัตโดยมีข้อจำกัดด้านขนาด เพื่อให้ค่าใช้จ่ายรวมของการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าตลอดช่วงเวลาการวางแผนมีค่าน้อยที่สุด ด้วยการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม โดยจะพิจารณาจากความต้องการของลูกค้าว่ามีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและเป็นฟังก์ชันของเวลา งานวิจัยนี้ได้นำเสนอขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการค้นหาแบบทำบุญ โดยใช้วิธีการประมาณเซตข้างเคียงแทนวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด และวิธีการแก้ปัญหาแบบพันธุกรรม (GA) จากการทดสอบสมรรถนะของอิทธิพลที่พัฒนาขึ้นสามารถสรุปได้ว่า วิธีการค้นหาแบบทำบุญจะให้ประสิทธิภาพในด้านเวลาในการหาคำตอบที่ดีกว่าขั้นตอนวิธีพันธุกรรมในทุกชนิดของปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อจำนวนคาบเวลาอยู่ในระยะเวลาการวางแผนของปัญหาแบบพลวัตเพิ่มสูงขึ้น ด้านคุณภาพของคำตอบวิธีการค้นหาแบบทำบุญจะให้คุณภาพของคำตอบที่ดีกว่าขั้นตอนวิธีพันธุกรรมเพียงเล็กน้อย



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในส่วน of ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยนั้น เริ่มจากขั้นตอนการศึกษาและเก็บข้อมูล ปัจจุบันได้แก่ ข้อมูลลูกค้า, ที่อยู่, จำนวนสินค้าที่ลูกค้าสั่ง และเส้นทางการขนส่งปัจจุบัน หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการปรับปรุงการจัดเส้นทางขนส่งด้วยวิธีใหม่ และจึงนำผลของการจัดเส้นทางใหม่ไปทำการเปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางแบบปัจจุบัน รายละเอียดของขั้นตอนงานวิจัยแสดงดังรูปที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลเส้นทางสำหรับการขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้ของบริษัท กระจกศึกษา จำนวน 6 เดือน ของ ปี พ.ศ. 2561 คือเดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม เฉพาะลูกค้ากลุ่มที่เป็นโรงงานอาหารสัตว์ของเครือซีพีเอฟ 16 แห่ง และซึ่งในแต่ละเดือนลูกค้าไม่ได้มีความต้องการสินค้าทุกวัน โดยแสดงข้อมูลวันที่ให้บริการเฉพาะวันจันทร์ ถึงศุกร์ เท่านั้น เนื่องจากกรมศุลกากรเป็นส่วนราชการระดับกรม มีหน้าที่เก็บภาษีอากรขาเข้าและขาออกเป็นรายได้ของรัฐ จะทำงานเฉพาะวันจันทร์ถึงวันศุกร์ โดยผู้วิจัยจะใช้เฉพาะรถเทรลเลอร์ สำหรับให้บริการขนส่งสินค้า ซึ่งสามารถจุสินค้าได้ 35,000 กิโลกรัม สินค้าที่จะทำการขนส่งจะบรรจุอยู่บนพาเลทที่มีขนาดเท่ากัน ตามภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 รถเทรลเลอร์พื้นเรียบ

งานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้รถประเภทรถเทรลเลอร์ 22 ล้อ มาใช้ในการจัดเส้นทาง การขนส่งสินค้าเท่านั้น โดยมีข้อจำกัด ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ประเภทและข้อจำกัดด้านน้ำหนักและปริมาตร

ประเภทรถ	ขนาดรถ (m) (กว้าง * ยาว)	ปริมาตรบรรทุก (กิโลกรัม)
รถเทรลเลอร์	2.48*7.035	35,000

3.2.1 ระยะทาง ข้อมูลระยะทางถือเป็นตัวข้อมูลจำเป็นที่ต้องประกอบในการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า การได้มาซึ่งข้อมูลส่วนนี้จะมีหลากหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นมาจากข้อมูลจริง จากการคำนวณจากจุดละติจูด/ลองจิจูด หรือได้จากการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ อย่างไรก็ตามการได้มาซึ่งระยะทางไม่ว่าจะวิธีใดล้วนแต่มีเป้าหมายในการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าเดียวกันคือ ต้องการจัดเส้นทางเดินรถให้มีระยะทางที่ต่ำที่สุด

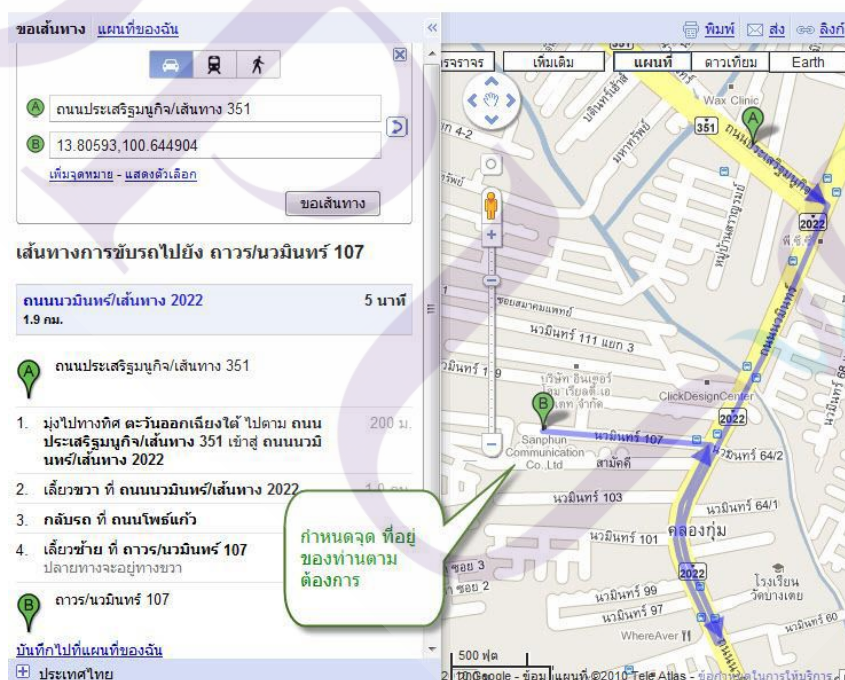
ทางบริษัทได้มีการเก็บการรวบรวมข้อมูลของลูกค้าจากใบจองงานของลูกค้า(ใบแจ้งสถานที่รับสินค้า)ในแต่ละวัน โดยมีข้อมูลของลูกค้า ปริมาตรของสินค้า ตัวอย่างใบจองงาน ดังแสดงในภาพที่ 3.3

ระดับหนึ่งแต่ยากที่จะเปลี่ยนแปลงรายงานต่าง ๆ ให้เป็นไปในรูปแบบที่ต้องการได้ หรือทำการพัฒนาเครื่องมือขึ้นมารองรับการจัดเส้นทางการเดินทางเอง ในที่นี้ได้ทำการเลือกใช้เครื่องมือสำหรับการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทางครั้งนี้

3.3.1 โปรแกรมกูเกิ้ลแมพ (Google Maps) คือบริการเกี่ยวกับแผนที่ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ของกูเกิ้ล (Google) ซึ่งเราสามารถเรียกใช้ได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป

3.3 คุณลักษณะของซอฟต์แวร์ Google Maps

3.3.1 Google Maps คือ บริการของ Google ที่ให้บริการเทคโนโลยีด้านแผนที่ที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้งานง่ายและให้ข้อมูลของธุรกิจในพื้นที่ได้แก่ ที่ตั้งของธุรกิจ รายละเอียดการติดต่อ เส้นทางจราจร และระยะทางจากเมืองหนึ่งไปอีกเมือง เป็นการให้บริการที่ไม่คิดค่าใช้จ่าย มีส่วนประกอบที่ทำให้ผู้ใช้เข้าใจง่ายคือแผนที่และภาพถ่ายดาวเทียมคุณภาพดี ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก ในมาตราส่วนต่างๆ ตามความเหมาะสม ดังตัวอย่างแสดงในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างแผนที่กูเกิ้ลแมพ

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

เนื้อหาในบทนี้ ผู้วิจัยจะกล่าวถึงสภาพปัญหาปัจจุบันของเส้นทางการขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้ การแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินงานวิจัยดังกล่าว ตามวิธีการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

4.1 กรณีศึกษาบริษัท ไดนามิค ทรานสปอร์ต จำกัด

4.4.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา

บริษัท ไดนามิคทรานสปอร์ต จำกัด เป็นผู้ให้บริการขนส่งครบวงจร ได้แก่ บริการขนส่งภายในประเทศ บริการคลังสินค้า บริการขนส่งข้ามแดน โดยรถบรรทุกขนาดใหญ่ ปัจจุบันทางบริษัทฯ มีรถบรรทุกเป็นของตัวเองทั้งสิ้นกว่า 1,500 คัน และมีรถร่วมบริการอีกกว่า 3,000 คัน ให้บริการโดยพนักงานขับรถบรรทุกที่มีประสบการณ์สูง และผ่านหลักสูตรการอบรมต่างๆ ในระดับมืออาชีพ

รถบรรทุกที่ทางบริษัทให้บริการ

1. รถพ่วง สำหรับสินค้าประเภท เทกอง, กระจสบ
2. รถเทรลเลอร์ สำหรับสินค้าบรรจุตู้ลงคอนเทนเนอร์
3. รถเทรลเลอร์หางพื่นเรียบ สำหรับสินค้าประเภท กระจสบ จัมโบ้แบ็ค และเครื่องจักร

เป็นต้น

ที่ตั้งบริษัทกรณีศึกษา : 202 อาคาร เลอ คอง คอร์ด์ ถนนรัชดาภิเษก แขวงห้วยขวาง

เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร 10310 โทรศัพท์: 02-646-7309-10



ภาพที่ 4.1 บริษัท ไดนามิคทรานสปอร์ต จำกัด

4.2 การขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้

การขนส่งสินค้าด้วยรถชนิดนี้จะเป็นลักษณะของการขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้ คือ สายเรือจะยกตู้สินค้ามาที่ลานเปิดตู้ แล้วเราก็นำรถบรรทุกของเราเข้าไปขนถ่ายสินค้าจากตู้ที่ลานนั้น แล้วนำสินค้าไปส่งยังสถานที่ที่ลูกค้ากำหนด



ภาพที่ 4.2 การขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้

4.2.1 ข้อมูลทั่วไปของสถานที่ที่รับสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้

สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง (ICD, Inland Container Depot) หมายถึง สถานที่ที่ถูกกำหนดให้เป็นจุดที่ให้บริการแก่ผู้ส่งและผู้รับสินค้าในระบบตู้สินค้า (ผู้นำเข้า/ผู้ส่งออก) สถานที่ดังกล่าวนี้จะต้องสามารถให้บริการแก่ลูกค้าระบบ CY และ CFS รวมทั้งจะต้องมีบริการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการขนส่งตู้สินค้า เช่น มีบริการของศุลกากร เครื่องมือยกขน รถบรรทุก เป็นต้น ICD จะมีบริการเหมือนท่าเรือทุกอย่าง ยกเว้นท่าเทียบจอดเรือ โดยมักจะเรียก ICD ว่าเป็นท่าเรือบก หรือ ทรายพอร์ต (Dry Port)

พื้นที่โครงการ รวมประมาณ 645 ไร่ แยกออกตามประเภทของพื้นที่ใช้สอยเป็น 2 ส่วน ได้แก่

- พื้นที่สัมปทาน 6 สถานี 380 ไร่
- พื้นที่ส่วนกลางและส่วนอำนวยความสะดวก 265 ไร่

- ออกแบบเพื่อ รองรับปริมาณตู้คอนเทนเนอร์ผ่านเข้า-ออก ได้ ปีละ 400,000 (ใน 5 ปีแรก) – 600,000 TEU

- งบประมาณในการก่อสร้าง 2,943.543 ล้านบาท

- เปิดดำเนินการ เมื่อวันที่ 9 เมษายน พ.ศ. 2539

ขีดความสามารถ สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง (ICD) ได้ถูกออกแบบไว้เพื่อรองรับปริมาณคอนเทนเนอร์ได้ปีละประมาณ 400,000 ถึง 600,000 ตู้ (นับเป็นหน่วยคอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุต) ปัจจุบันได้รับการพัฒนาปรับปรุงขีดความสามารถให้รองรับตู้สินค้าได้ปีละประมาณ 1 ล้านตู้

ที่ตั้งสถานี ICD : 33/4 หมู่ 1 ถนนเจ้าคุณทหาร แขวงคลองสามประเวศ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์: 0-2737-9967-9 , โทรสาร 0-2737-9272-9

E-mail : licd@railway.co.th



ภาพที่ 4.3 สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง ICD

4.3 ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์

จากการศึกษาการขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้ของบริษัท ไดนามิก ทรานสปอร์ต ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์แบ่งออกได้เป็นส่วนต่างๆดังนี้

- ข้อมูลที่ตั้งลูกค้า เพื่อใช้ในการเส้นทางรถเดินรถ ดังแสดงในภาพที่ 4.4

ShipToID	ShipToName	ShipAddress1	ShipAddress2	ShipAddress3	ShipAddress4	ShipAddress5	ShipPostCode
0	บริษัท ไคนามิคทราฟฟิค จำกัด	อาคารเลข กองครีต 202	อ.รัชดาภิเษก	แขวงห้วยขวาง	เขตห้วยขวาง	กรุงเทพมหานคร	10310
1	ไอซีดี (ICD, Inland Container Depot)	33/4 หมู่ 1	อ.เจ้าคุณทหาร	แขวงคลองสามประเวศ	เขตลาดกระบัง	กรุงเทพมหานคร	10520
2	โรงงานCPF บางนา	11/1 กม 2.5	อ.บางนา-ตราด	แขวงบางนา	เขตบางนา	กรุงเทพมหานคร	10260
3	บริษัท เพอร์เฟค คอมพาเนียน กรุ๊ป จำกัด	169 กม 23 หมู่ 16	อ.เทพารักษ์	ค.บางเสาธง	อ.บางเสาธง	สมุทรปราการ	10540
4	โกดัง TSL	116 หมู่ 4		ค.บางจาก	อ.พระประแดง	สมุทรปราการ	10130
5	โกดัง โชยทอ	120 ซ. วัฒนา	อ.สุขสวัสดิ์	ค.ปากคลองบางปลากด	อ.พระสมุทรเจดีย์	สมุทรปราการ	10290
6	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำมหาชัย	82/2 หมู่ 4	อ.พระรามที่2 (กม.41.5)	ค.บางโพธิ์	อ.เมือง	สมุทรสาคร	74000
7	โรงงานCPF ท่าเรือ	63 หมู่ 7	อ.ท่าเรือ-ท่าลาน	ค.จำปา	อ.ท่าเรือ	พระนครศรีอยุธยา	13130
8	โรงงานข้าว นครหลวง	135 หมู่ 5		ค.แม่ลา	อ.นครหลวง	พระนครศรีอยุธยา	13260
9	โรงงานCPF ศรีราชา	242/4 หมู่ 10	อ.สุขุมวิท	ค.บางพระ	อ.ศรีราชา	ชลบุรี	20110
10	โรงงานCPF บ้านบึง	99 ม.9	อ.บ้านบึง-แกลง	ค.หนองอ้อ	อ.บ้านบึง	ชลบุรี	20220
11	โรงงานCPF ราชบุรี	80/3 หมู่ 8	อ.เพชรเกษม	ค.คอนกระเบื้อง	อ.บ้านโป่ง	ราชบุรี	70110
12	โรงงานCPF หนองแค	61/2 หมู่ 2	อ.ถนนสายศรี	ค.ธารเกษม	อ.พระพุทธบาท	สระบุรี	18120
13	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำหนองแค	57 หมู่ 5	อ.พหลโยธิน (กม.91)	ค.หนองไผ่น้ำ	อ.หนองแค	สระบุรี	18140
14	โรงงานCPF โคนกุ่ม	50/1 หมู่ 10		ค.โคกกุ่ม	อ.เมือง	ลพบุรี	15210
15	โรงงานCPF โคราช	86 หมู่ 6	อ.มิตรภาพ	ค.โคกกรวด	อ.เมือง	นครราชสีมา	30280
16	โรงงานCPF ปักธงชัย	250 หมู่ 6		ค.ตะกั่ว	อ.ปักธงชัย	นครราชสีมา	30150
17	โรงงานCPF ขอนแก่น	555 หมู่ 8	อ.มิตรภาพ	ค.ท่าพระ	อ.เมือง	ขอนแก่น	40260

ภาพที่ 4.4 ข้อมูลที่ตั้งลูกค้า

- ข้อมูลปริมาณสินค้าที่แต่ละโรงงานส่งต่อครั้ง (กิโลกรัม) ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลปริมาณสินค้าที่แต่ละโรงงานส่งต่อครั้ง (กิโลกรัม)

ShipToID	ShipToName	ปริมาณสินค้าที่ส่งต่อครั้ง (กิโลกรัม)
0	บริษัท ไคนามิคทราฟฟิค จำกัด	-
1	ไอซีดี (ICD, Inland Container Depot)	-
2	โรงงานCPF บางนา	10000
3	บริษัท เพอร์เฟค คอมพาเนียน กรุ๊ป จำกัด	8000
4	โกดัง TSL	3500

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ShipToID	ShipToName	ปริมาณสินค้าที่ส่งต่อครั้ง (กิโลกรัม)
5	โกดัง ไชยพร	3500
6	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำมหาชัย	8000
7	โรงงานCPF ท่าเรือ	8000
8	โรงงานข้าว นครหลวง	5500
9	โรงงานCPF ศรีราชา	10000
10	โรงงานCPF บ้านบึง	8500
11	โรงงานCPF ราชบุรี	8000
12	โรงงานCPF หนองแค	7000
13	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำหนองแค	7500
14	โรงงานCPF โคกตูม	10000
15	โรงงานCPF โคราข	12000
16	โรงงานCPF ปักธงชัย	9000
17	โรงงานCPF ขอนแก่น	15000

- ข้อมูลปริมาณสินค้าและที่อยู่ลูกค้าที่ต้องจัดส่ง โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลการส่งสินค้าตามใบจองงานของลูกค้า จำนวน 6 เดือน ของปี พ.ศ. 2561 คือเดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม ซึ่งในแต่ละเดือนไม่ได้มีความต้องการสินค้าทุกวัน ดังแสดงในตารางที่ 4.2 4.3 4.4 4.5 4.6 และ 4.7

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลปริมาณสินค้าและที่อยู่ลูกค้าที่ต้องจัดส่ง เดือนพฤษภาคม

ข้อมูลเดือนพฤษภาคม				
ShipToDate	ShipToID	ShipToName	ShipAddress	Volume (KGS)
03/05/61	2	โรงงานCPF บางนา	กรุงเทพมหานคร	10000
	6	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำมหาชัย	สมุทรสาคร	8000

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ข้อมูลเดือนพฤษภาคม				
ShipToDate	ShipToID	ShipToName	ShipAddress	Volume (KGS)
	4	โกดัง TSL	สมุทรปราการ	3500
10/05/61	2	โรงงานCPF บางนา	กรุงเทพมหานคร	10000
	11	โรงงานCPF ราชบุรี	ราชบุรี	8000
	6	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำมหาชัย	สมุทรสาคร	8000
	7	โรงงานCPF ท่าเรือ	พระนครศรีอยุธยา	8000
11/05/62	6	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำมหาชัย	สมุทรสาคร	8000
	2	โรงงานCPF บางนา	กรุงเทพมหานคร	10000
	12	โรงงานCPF หนองแค	สระบุรี	7000
	3	บริษัท เพอร์เฟ็ค คอมพานีเยน กรุ๊ป จำกัด	สมุทรปราการ	8000
16/05/62	6	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำมหาชัย	สมุทรสาคร	8000
	13	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำหนองแค	สระบุรี	7500
	2	โรงงานCPF บางนา	กรุงเทพมหานคร	10000
	14	โรงงานCPF โลกคูม	ลพบุรี	10000
	5	โกดัง ไชยพร	สมุทรปราการ	3500
17/05/62	9	โรงงานCPF ศรีราชา	ชลบุรี	10000
	13	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำหนองแค	สระบุรี	7500
22/05/62	2	โรงงานCPF บางนา	กรุงเทพมหานคร	10000
	15	โรงงานCPF โคราช	นครราชสีมา	12000
	7	โรงงานCPF ท่าเรือ	พระนครศรีอยุธยา	8000
28/05/62	7	โรงงานCPF ท่าเรือ	พระนครศรีอยุธยา	8000
	12	โรงงานCPF หนองแค	สระบุรี	7000
	17	โรงงานCPF ขอนแก่น	ขอนแก่น	15000

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลปริมาณสินค้าและที่อยู่ลูกค้าที่ต้องจัดส่ง เดือนมิถุนายน

ข้อมูลเดือนมิถุนายน				
ShipToDate	ShipToID	ShipToName	ShipAddress	Volume (KGS)
06/06/62	6	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำมหาชัย	สมุทรสาคร	8000
	5	โกดัง ไชยพร	สมุทรปราการ	3500
13/06/61	2	โรงงานCPF บางนา	กรุงเทพมหานคร	10000
	12	โรงงานCPF หนองแค	สระบุรี	7000
	14	โรงงานCPF โคกตูม	ลพบุรี	10000
14/06/61	4	โกดัง TSL	สมุทรปราการ	3500
	11	โรงงานCPF ราชบุรี	ราชบุรี	8000
	6	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำมหาชัย	สมุทรสาคร	8000
	8	โรงงานข้าว นครหลวง	พระนครศรีอยุธยา	5500
28/06/61	3	บริษัท เพอร์เฟค คอมพานีเยน กรุ๊ป จำกัด	สมุทรปราการ	8000
	10	โรงงานCPF บ้านบึง	ชลบุรี	8500
	7	โรงงานCPF ท่าเรือ	พระนครศรีอยุธยา	8000
	14	โรงงานCPF โคกตูม	ลพบุรี	10000
	5	โกดัง ไชยพร	สมุทรปราการ	3500

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลปริมาณสินค้าและที่อยู่ลูกค้าที่ต้องจัดส่ง เดือนกรกฎาคม

ข้อมูลเดือนกรกฎาคม				
ShipToDate	ShipToID	ShipToName	ShipAddress	Volume (KGS)
05/07/61	12	โรงงานCPF หนองแค	สระบุรี	7000
	7	โรงงานCPF ท่าเรือ	พระนครศรีอยุธยา	8000
	15	โรงงานCPF โคราซ	นครราชสีมา	12000
11/07/61	2	โรงงานCPF บางนา	กรุงเทพมหานคร	10000
	8	โรงงานข้าว นครหลวง	พระนครศรีอยุธยา	5500
13/07/61	16	โรงงานCPF ปักธงชัย	นครราชสีมา	9000
	13	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำหนองแค	สระบุรี	7500
	3	บริษัท เพอร์เฟค คอมพานีขน กรุ๊ป จำกัด	สมุทรปราการ	8000
	11	โรงงานCPF ราชบุรี	ราชบุรี	8000
	6	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำมหาชัย	สมุทรสาคร	8000
16/07/61	9	โรงงานCPF ศรีราชา	ชลบุรี	10000
	5	โกดัง ไชยพร	สมุทรปราการ	3500
18/07/61	7	โรงงานCPF ท่าเรือ	พระนครศรีอยุธยา	8000
	2	โรงงานCPF บางนา	กรุงเทพมหานคร	10000
	4	โกดัง TSL	สมุทรปราการ	3500
20/07/61	17	โรงงานCPF ขอนแก่น	ขอนแก่น	15000
	14	โรงงานCPF โลกอุดม	ลพบุรี	10000
	12	โรงงานCPF หนองแค	สระบุรี	7000
31/07/61	11	โรงงานCPF ราชบุรี	ราชบุรี	8000
	6	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำมหาชัย	สมุทรสาคร	8000
	2	โรงงานCPF บางนา	กรุงเทพมหานคร	10000
	7	โรงงานCPF ท่าเรือ	พระนครศรีอยุธยา	8000

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลปริมาณสินค้าและที่อยู่ลูกค้าที่ต้องจัดส่ง เดือนสิงหาคม

ข้อมูลเดือนสิงหาคม				
ShipToDate	ShipToID	ShipToName	ShipAddress	Volume (KGS)
06/08/61	3	บริษัท เพอร์เฟค คอมพาเนียน กรุ๊ป จำกัด	สมุทรปราการ	8000
	13	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำหนองแค	สระบุรี	7500
	8	โรงงานข้าว นครหลวง	พระนครศรีอยุธยา	5500
08/08/61	10	โรงงานCPF บ้านบึง	ชลบุรี	8500
	5	โกดัง ไชยพร	สมุทรปราการ	3500
	9	โรงงานCPF ศรีราชา	ชลบุรี	10000
09/08/61	15	โรงงานCPF โครราช	นครราชสีมา	12000
	12	โรงงานCPF หนองแค	สระบุรี	7000
	4	โกดัง TSL	สมุทรปราการ	3500
	2	โรงงานCPF บางนา	กรุงเทพมหานคร	10000
10/08/61	6	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำมหาชัย	สมุทรสาคร	8000
	14	โรงงานCPF โคกตูม	ลพบุรี	10000
22/08/61	16	โรงงานCPF ปักธงชัย	นครราชสีมา	9000
	8	โรงงานข้าว นครหลวง	พระนครศรีอยุธยา	5500
27/08/61	12	โรงงานCPF หนองแค	สระบุรี	7000
	2	โรงงานCPF บางนา	กรุงเทพมหานคร	10000
	7	โรงงานCPF ท่าเรือ	พระนครศรีอยุธยา	8000
30/08/61	11	โรงงานCPF ราชบุรี	ราชบุรี	8000
	5	โกดัง ไชยพร	สมุทรปราการ	3500
	17	โรงงานCPF ขอนแก่น	ขอนแก่น	15000
	3	บริษัท เพอร์เฟค คอมพาเนียน กรุ๊ป จำกัด	สมุทรปราการ	8000

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลปริมาณสินค้าและที่อยู่ลูกค้าที่ต้องจัดส่ง เดือนกันยายน

ข้อมูลเดือนกันยายน				
ShipToDate	ShipToID	ShipToName	ShipAddress	Volume (KGS)
06/09/61	15	โรงงานCPF โคราซ	นครราชสีมา	12000
	12	โรงงานCPF หนองแค	สระบุรี	7000
	7	โรงงานCPF ทำเรือ	พระนครศรีอยุธยา	8000
07/09/61	8	โรงงานข้าว นครหลวง	พระนครศรีอยุธยา	5500
	6	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำมหาชัย	สมุทรสาคร	8000
	2	โรงงานCPF บางนา	กรุงเทพมหานคร	10000
	11	โรงงานCPF ราชบุรี	ราชบุรี	8000
19/09/61	10	โรงงานCPF บ้านบึง	ชลบุรี	8500
	14	โรงงานCPF โคกคูม	ลพบุรี	10000
	4	โกดัง TSL	สมุทรปราการ	3500
	13	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำหนองแค	สระบุรี	7500
	9	โรงงานCPF ศรีราชา	ชลบุรี	10000
30/09/61	7	โรงงานCPF ทำเรือ	พระนครศรีอยุธยา	8000
	3	บริษัท เพอร์เฟค คอมพาเนี่ยน กรุ๊ป จำกัด	สมุทรปราการ	8000
	16	โรงงานCPF ปักธงชัย	นครราชสีมา	9000
	5	โกดัง ไชยพร	สมุทรปราการ	3500

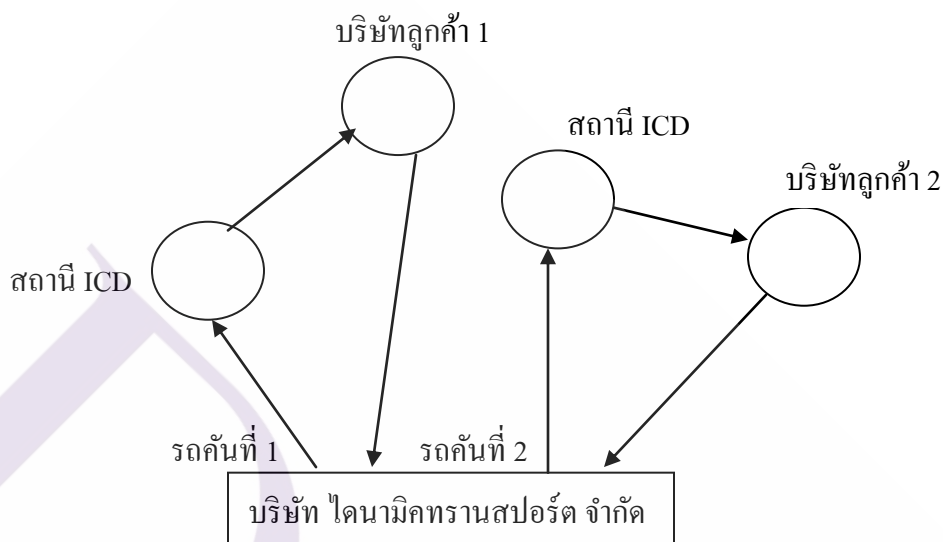
ตารางที่ 4.7 ข้อมูลปริมาณสินค้าและที่อยู่ลูกค้าที่ต้องจัดส่ง เดือนตุลาคม

ข้อมูลเดือนตุลาคม				
ShipToDate	ShipToID	ShipToName	ShipAddress	Volume (KGS)
01/10/61	6	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำมหาชัย	สมุทรสาคร	8000
	12	โรงงานCPF หนองแค	สระบุรี	7000
	2	โรงงานCPF บางนา	กรุงเทพมหานคร	10000
10/10/61	11	โรงงานCPF ราชบุรี	ราชบุรี	8000
	13	โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำหนองแค	สระบุรี	7500
	4	โกดัง TSL	สมุทรปราการ	3500
	8	โรงงานข้าว นครหลวง	พระนครศรีอยุธยา	5500
11/10/61	17	โรงงานCPF ขอนแก่น	ขอนแก่น	15000
	15	โรงงานCPF โครราช	นครราชสีมา	12000
	14	โรงงานCPF โครกคูม	ลพบุรี	10000
31/10/61	9	โรงงานCPF ศรีราชา	ชลบุรี	10000
	3	บริษัท เพอร์เฟค คอมพาเนียน กรุ๊ป จำกัด	สมุทรปราการ	8000
	2	โรงงานCPF บางนา	กรุงเทพมหานคร	10000
	10	โรงงานCPF บ้านบึง	ชลบุรี	8500
	5	โกดัง ไชยพร	สมุทรปราการ	3500

เมื่อเราได้ข้อมูลสินค้าและที่อยู่ลูกค้าแล้ว จากนั้นทำการวิเคราะห์สภาพปัญหาปัจจุบันของการขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้ของทั้ง 6 เดือน แล้วนำมาสรุปข้อมูลการเดินทาง ระยะทางในแต่ละเส้นทาง รวมถึงระยะทางรวมต่อวัน และระยะทางรวมของทั้งเดือน ดังแสดงในหัวข้อ 4.4

4.4 การวิเคราะห์สภาพปัญหาปัจจุบันของเส้นทางขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้

จากการศึกษารูปแบบการให้บริการรถรับส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้ของบริษัท กรณีศึกษาสามารถจำลองรูปแบบการให้บริการได้ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ภาพแบบการให้บริการของบริษัท ไดนามิก ทรานสปอร์ต จำกัด

จากภาพที่ 4.5 จุดเริ่มต้นคือ บริษัท ไดนามิก ทรานสปอร์ต คู่ข้อมูลการจ้างงานของลูกค้าจากใบจ้างงานแล้วนำรถออกไปรับสินค้าของลูกค้าจากสถานี ICD ไปส่งยังบริษัทลูกค้าโดยนำรถไปรับสินค้า รถ 1 คันต่อ 1 ลูกค้า ซึ่งการให้บริการลูกค้าแต่ละครั้งไม่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลตามใบจ้างงานของลูกค้า ณ วันนั้นๆทั้งหมดเพื่อจัดรถและเส้นทางการขนส่งไปยังบริษัทลูกค้า ซึ่งแต่ละครั้งรถทุกคันจะต้องไปส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าเพียงเจ้าเดียวแล้วกลับมาที่ บริษัท ไดนามิกทรานสปอร์ตทำให้เกิดการขนส่งที่ไม่มีประสิทธิภาพ ต้นทุนในการขนส่งไม่คุ้มค่า เพราะไม่มีการจัดเส้นทางการเดินรถ ทำให้เสี่ยงกับค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นโดยไม่จำเป็น

4.4.1 หาเส้นทางการขนส่ง, ระยะทางรวมและระยะเวลารวม (ต่อวัน) สำหรับเส้นทางปัจจุบัน

โดยเส้นทางการขนส่งปัจจุบันนั้นจัดโดยใช้ข้อมูลการส่งสินค้าตามใบจ้างงานของลูกค้าในแต่ละวันที่มีการให้ส่งสินค้า จำนวน 6 เดือน ของปี พ.ศ. 2561 คือเดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม ซึ่งในแต่ละเดือนไม่ได้มีความต้องการสินค้าทุกวัน ดังแสดงในตารางที่ 4.8 4.9 4.10 4.11 4.12 และ 4.13

ตารางที่ 4.8 เส้นทางการขนส่งเดิม เดือนพฤษภาคม

เดือนพฤษภาคม			
วันที่	เส้นทางเดิม	ระยะทางรวม (กม.)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
03/05/61	0-1-2-0	72.6	333.7
	0-1-6-0	170.1	
	0-1-4-0	91	
10/05/61	0-1-2-0	72.6	698
	0-1-11-0	209.1	
	0-1-6-0	170.1	
	0-1-7-0	246.2	
11/05/61	0-1-6-0	170.1	636.5
	0-1-2-0	72.6	
	0-1-12-0	291.2	
	0-1-3-0	102.6	
16/05/61	0-1-6-0	170.1	829.7
	0-1-13-0	179.2	
	0-1-2-0	72.6	
	0-1-14-0	312.2	
	0-1-5-0	95.6	
17/05/61	0-1-9-0	214.1	393.3
	0-1-13-0	179.2	
22/05/61	0-1-2-0	72.6	824
	0-1-15-0	505.2	
	0-1-7-0	246.2	
28/05/61	0-1-7-0	246.2	1426.6
	0-1-12-0	291.2	
	0-1-17-0	889.2	
	ระยะทางรวม (กม.)	5141.8	

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าระยะทางรวมของเส้นทางเดิมในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561 จะมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 5,141.8 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.9 เส้นทางการขนส่งเดิม เดือนมิถุนายน

เดือนมิถุนายน			
วันที่	เส้นทางเดิม	ระยะทางรวม (กม.)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
06/06/61	0-1-6-0	170.1	265.7
	0-1-5-0	95.6	
13/06/61	0-1-2-0	72.6	676
	0-1-12-0	291.2	
	0-1-14-0	312.2	
14/06/61	0-1-4-0	91	689.5
	0-1-11-0	209.1	
	0-1-6-0	170.1	
	0-1-8-0	219.3	
28/06/61	0-1-3-0	102.6	986
	0-1-10-0	229.4	
	0-1-7-0	246.2	
	0-1-14-0	312.2	
	0-1-5-0	95.6	
	ระยะทางรวม (กม.)	2617.2	

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าระยะทางรวมของเส้นทางเดิมในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561 จะมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 2,617.2 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.10 เส้นทางการขนส่งเดิม เดือนกรกฎาคม

เดือนกรกฎาคม			
วันที่	เส้นทางเดิม	ระยะทางรวม (กม.)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
05/07/61	0-1-12-0	291.2	1042.6
	0-1-7-0	246.2	
	0-1-15-0	505.2	
11/07/61	0-1-2-0	72.6	291.9
	0-1-8-0	219.3	
13/07/61	0-1-16-0	497.2	1158.2
	0-1-13-0	179.2	
	0-1-3-0	102.6	
	0-1-11-0	209.1	
	0-1-6-0	170.1	
16/07/61	0-1-9-0	214.1	309.7
	0-1-5-0	95.6	
18/07/61	0-1-7-0	246.2	409.8
	0-1-2-0	72.6	
	0-1-4-0	91	
20/07/61	0-1-17-0	889.2	1492.6
	0-1-14-0	312.2	
	0-1-12-0	291.2	
31/07/61	0-1-11-0	209.1	698
	0-1-6-0	170.1	
	0-1-2-0	72.6	
	0-1-7-0	246.2	
	ระยะทางรวม (กม.)	5402.8	

จากตารางที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าระยะทางรวมของเส้นทางเดิมในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 จะมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 5,402.8 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.11 สรุปเส้นทางกรขนส่งเดิม เดือนสิงหาคม

เดือนสิงหาคม			
วันที่	เส้นทางเดิม	ระยะทางรวม (กม.)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
06/08/61	0-1-3-0	102.6	501.1
	0-1-13-0	179.2	
	0-1-8-0	219.3	
08/08/61	0-1-10-0	229.4	539.1
	0-1-5-0	95.6	
	0-1-9-0	214.1	
09/08/61	0-1-15-0	505.2	960
	0-1-12-0	291.2	
	0-1-4-0	91	
	0-1-2-0	72.6	
10/08/61	0-1-6-0	170.1	482.3
	0-1-14-0	312.2	
22/08/61	0-1-16-0	497.2	716.5
	0-1-8-0	219.3	
27/08/61	0-1-12-0	291.2	610
	0-1-2-0	72.6	
	0-1-7-0	246.2	
30/08/61	0-1-11-0	209.1	1296.5
	0-1-5-0	95.6	
	0-1-17-0	889.2	
	0-1-3-0	102.6	
	ระยะทางรวม (กม.)	5105.5	

จากตารางที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าระยะทางรวมของเส้นทางเดิมในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 จะมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 5,105.5 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.12 เส้นทางการขนส่งเดิม เดือนกันยายน

เดือนกันยายน			
วันที่	เส้นทางเดิม	ระยะทางรวม (กม.)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
06/09/61	0-1-15-0	505.2	1042.6
	0-1-12-0	291.2	
	0-1-7-0	246.2	
07/09/61	0-1-8-0	219.3	671.1
	0-1-6-0	170.1	
	0-1-2-0	72.6	
	0-1-11-0	209.1	
19/09/61	0-1-10-0	229.4	1025.9
	0-1-14-0	312.2	
	0-1-4-0	91	
	0-1-13-0	179.2	
	0-1-9-0	214.1	
30/09/61	0-1-7-0	246.2	941.6
	0-1-3-0	102.6	
	0-1-16-0	497.2	
	0-1-5-0	95.6	
	ระยะทางรวม (กม.)	3681.2	

จากตารางที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าระยะทางรวมของเส้นทางเดิมในเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 จะมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 3,681.2 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.13 เส้นทางการขนส่งเดิม เดือนตุลาคม

เดือนตุลาคม			
วันที่	เส้นทางเดิม	ระยะทางรวม (กม.)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
01/10/61	0-1-6-0	170.1	533.9
	0-1-12-0	291.2	
	0-1-2-0	72.6	
10/10/61	0-1-11-0	209.1	698.6
	0-1-13-0	179.2	
	0-1-4-0	91	
	0-1-8-0	219.3	
11/10/61	0-1-17-0	889.2	1706.6
	0-1-15-0	505.2	
	0-1-14-0	312.2	
31/10/61	0-1-9-0	214.1	714.3
	0-1-3-0	102.6	
	0-1-2-0	72.6	
	0-1-10-0	229.4	
	0-1-5-0	95.6	
	ระยะทางรวม (กม.)	3653.4	

จากตารางที่ 4.13 จะเห็นได้ว่าระยะทางรวมของเส้นทางเดิมในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 จะมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 3,653.4 กิโลเมตร

4.5 การหาเส้นทางการขนส่งสินค้าใหม่ด้วยวิธีเซฟวิงอัลกอริทึม

การหาเส้นทางการขนส่งจะถูกสร้างขึ้น เพื่อนำมาเป็นเครื่องมือในการจัดสรรจำนวนสินค้า และโรงงานในแต่ละเส้นทางการขนส่งให้เป็นไปตามอุปสงค์และอุปทาน เพื่อพิจารณาระยะทางขนส่งที่เหมาะสมที่สุด โดยการนำมาสร้างตารางระยะทางของบริษัทฯ กับสถานที่รับสินค้า (ICD) บริษัทฯ กับโรงงาน และสถานที่รับสินค้า (ICD) กับโรงงาน จึงทำการเก็บบันทึกระยะเส้นทางเดิน

4.5.1 วิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm)

ขั้นตอนที่ 1 จัดทำเมทริกซ์แสดงระยะทางระหว่าง บริษัท ใดนามิค ทรานสปอร์ตไปยัง สถานี ICD รวมถึงระยะทางระหว่างลูกค้าแต่ละราย (ดังแสดงในภาพที่ 4.6)

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดระยะทางและค่า Saving ของลูกค้าทุกราย

กำหนด $S(j, k)$ = ค่า Saving จากลูกค้า j ไปลูกค้า k

$S(k, j)$ = ค่า Saving จากลูกค้า k ไปลูกค้า j

$d(D, i)$ = ระยะทางจากบริษัท D ไปจุดรับสินค้า i

$d(i, j)$ = ระยะทางจากจุดรับสินค้า i (ICD) ไปลูกค้า j

$d(i, k)$ = ระยะทางจากจุดรับสินค้า i (ICD) ไปลูกค้า k

$d(j, D)$ = ระยะทางจากลูกค้า j ไปบริษัท D

$d(k, D)$ = ระยะทางจากลูกค้า k ไปบริษัท D

$d(j, k)$ = ระยะทางจากลูกค้า j ไปลูกค้า k

$d(k, j)$ = ระยะทางจากลูกค้า k ไปลูกค้า j

ค่าความประหยัดสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$S(j, k) = [d(D, i) + d(i, j) + d(j, D)] + [d(D, i) + d(i, k) + d(k, D)] - [d(D, i) + d(i, j) + d(j, k) + d(k, D)]$$

$$S(j, k) = d(j, D) + d(D, i) + d(i, k) - d(j, k) \dots\dots\dots(1)$$

$$S(k, j) = [(d(D, i) + d(i, j) + d(j, D)) + (d(D, i) + d(i, k) + d(k, D))] - [(d(D, i) + d(i, k) + d(k, j) + d(j, D))]$$

$$S(k, j) = d(k, D) + d(D, i) + d(i, j) - d(k, j) \dots\dots\dots(2)$$

(เมื่อ j, k คือ ลูกค้า D คือ บริษัท และ i คือ ICD)

เปรียบเทียบผลประหยัดที่ได้ระหว่างสมการ (1) และ (2) แล้วเลือกสมการที่ได้ผลประหยัดมากกว่ามาไว้เพื่อพิจารณาในการเรียงลำดับค่าความประหยัด

ขั้นตอนที่ 3 เรียงลำดับค่าความประหยัดจากมากไปหาน้อย

ขั้นตอนที่ 4 รวมเส้นทางของลูกค้าที่มีค่าความประหยัดสูงสุดในเส้นทางเดียวกัน พิจารณาเส้นทางการส่งสินค้า โดยเลือกลูกค้าที่มีระยะทางประหยัดมากที่สุดพิจารณาเป็นลำดับแรก เมื่อได้จุดรับและจุดส่งสินค้าที่ต่อเนื่องกัน จึงพิจารณาเส้นทางการส่งสินค้า โดยเลือกลูกค้าที่มีระยะทางประหยัดมากที่สุดเพื่อพิจารณาเป็นลำดับถัดไป

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำจนกระทั่งจัดเส้นทางเดินรถได้ครอบคลุมลูกค้าทั้งหมด โดยที่มีเงื่อนไข
ข้อจำกัดในการเดินทางว่าจำนวนลูกค้าและสินค้าจะต้องไม่เกินความจุของรถ

ขั้นตอนที่ 6 รวมระยะการเดินทางเป็นระยะการเดินทางรวมของเส้นทางนั้น

ขั้นตอนที่ 7 ถ้าระยะทางไม่เหมาะสมกันให้ทำการหาเส้นทางใหม่

4.5.2 ระยะทางระหว่างบริษัทฯ ICD และแต่ละโรงงานของลูกค้า (Distance Matrix) หน่วย :
กิโลเมตร

ในกรณีนี้มีระยะทางระหว่างบริษัทฯ ICD และแต่ละโรงงานของลูกค้าทั้งหมด 18
แห่ง ดังแสดงในภาพที่ 4.6

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	0	25.2	24.6	46	22.3	24.6	62.2	107	91.1	102	110	84.3	129	77.1	139	240	236	432
1	25.2	0	22.8	31.4	43.5	45.8	82.7	114	103	86.9	94.2	99.6	137	76.9	148	240	236	432
2	24.6	22.8	0	28.4	23.6	25.9	63.6	128	112	84.2	91.5	98.6	150	97.4	160	261	256	452
3	46	31.4	28.4	0	36	38.4	76.1	133	122	75.5	82.9	117	156	96.1	166	258	255	455
4	22.3	43.5	23.6	36	0	5.2	47.6	139	126	107	115	86	169	109	183	273	270	464
5	24.6	45.8	25.9	38.4	5.2	0	50.9	138	125	106	113	84.9	170	108	179	270	272	465
6	62.2	82.7	63.6	76.1	47.6	50.9	0	164	148	151	158	60.5	186	135	196	296	294	489
7	107	114	128	133	139	138	164	0	19.1	182	177	169	27.2	39.6	37.1	156	154	350
8	91.1	103	112	122	126	125	148	19.1	0	192	190	149	41.5	49	51.4	173	171	366
9	102	86.9	84.2	75.5	107	106	151	182	192	0	47.6	178	212	163	223	283	267	464
10	110	94.2	91.5	82.9	115	113	158	177	190	47.6	0	180	201	153	212	259	243	440
11	84.3	99.6	98.6	117	86	84.9	60.5	169	149	178	180	0	194	134	205	300	297	493
12	129	137	150	156	169	170	186	27.2	41.5	212	201	194	0	61.4	11	160	157	334
13	77.1	76.9	97.4	96.1	109	108	135	39.6	49	163	153	134	61.4	0	83.9	172	170	366
14	139	148	160	166	183	179	196	37.1	51.4	223	212	205	11	83.9	0	155	152	323
15	240	240	261	258	273	270	296	156	173	283	259	300	160	172	155	0	27	201
16	236	236	256	255	270	272	294	154	171	267	243	297	157	170	152	27	0	218
17	432	432	452	455	464	465	489	350	366	464	440	493	334	366	323	201	218	0

ภาพที่ 4.6 ระยะทางระหว่างบริษัทฯ ICD และแต่ละโรงงานของลูกค้า

4.5.3 หาเส้นทางการขนส่ง, ระยะทางรวมและระยะทางรวม (ต่อวัน) ด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมหาเส้นทางการขนส่งสินค้า จำนวน 6 เดือน ของปี พ.ศ. 2561 คือเดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม ซึ่งในแต่ละเดือนไม่ได้มีความต้องการสินค้าทุกวัน ดังแสดงในตารางที่ 4.14 4.15 4.16 4.17 4.18 และ 4.19

ตารางที่ 4.14 เส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนพฤษภาคม

เดือนพฤษภาคม			
วันที่	เส้นทางใหม่	ระยะทางรวม (กม.)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
3/5/61	0-1-6-4-2-0	203.7	203.7
10/5/61	0-1-11-6-2-7-0	483.9	483.9
11/5/61	0-1-3-6-2-12-0	475.3	475.3
16/5/61	0-1-13-14-0	325	509.7
	0-1-6-5-2-0	184.7	
17/5/61	0-1-9-13-0	352.2	352.2
22/5/61	0-1-15-7-2-0	573.8	573.8
28/5/61	0-1-17-12-7-0	925.4	925.4
	ระยะทางรวม (กม.)	3524	

จากตารางที่ 4.14 จะเห็นได้ว่าระยะทางรวมของเส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561 จะมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 3,524 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.15 เส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนมิถุนายน

เดือนมิถุนายน			
วันที่	เส้นทางใหม่	ระยะทางรวม (กม.)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
6/6/61	0-1-6-5-0	183.4	183.4
13/6/61	0-1-12-14-2-0	357.8	357.8
14/6/61	0-1-11-6-4-8-0	450	450
28/6/61	0-1-7-14-0	265.3	580.6
	0-1-10-3-5-0	315.3	
	ระยะทางรวม (กม.)	1571.8	

จากตารางที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าระยะทางรวมของเส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561 จะมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 1,571.8 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.16 เส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนกรกฎาคม

เดือนกรกฎาคม			
วันที่	เส้นทางใหม่	ระยะทางรวม (กม.)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
5/7/61	0-1-15-12-7-0	559.4	559.4
11/7/61	0-1-2-8-0	251.1	251.1
13/7/61	0-1-13-16-0	508.1	815.5
	0-1-11-6-3-0	307.4	

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

เดือนกรกฎาคม			
วันที่	เส้นทางใหม่	ระยะทางรวม (กม.)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
16/7/61	0-1-9-5-0	242.7	242.7
18/7/61	0-1-2-4-7-0	317.6	317.6
20/7/61	0-1-12-14-17-0	928.2	928.2
31/7/61	0-1-11-6-2-7-0	483.9	483.9
	ระยะทางรวม (กม.)	3598.4	

จากตารางที่ 4.16 จะเห็นได้ว่าระยะทางรวมของเส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 จะมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 3,598.4 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.17 เส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนสิงหาคม

เดือนสิงหาคม			
วันที่	เส้นทางใหม่	ระยะทางรวม (กม.)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
6/8/61	0-1-13-8-3-0	319.1	319.1
8/8/61	0-1-10-9-5-0	297.6	297.6
9/8/61	0-1-15-12-2-4-0	722.1	722.1
10/8/61	0-1-14-6-0	431.4	431.4
22/8/61	0-1-16-8-0	523.3	523.3
27/8/61	0-1-7-12-2-0	341	341
30/8/61	0-1-3-5-11-17-0	1104.9	1104.9
	ระยะทางรวม (กม.)	3740	

จากตารางที่ 4.17 จะเห็นได้ว่าระยะทางรวมของเส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 จะมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 3,740 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.18 เส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนกันยายน

เดือนกันยายน			
วันที่	เส้นทางใหม่	ระยะทางรวม (กม.)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
6/9/61	0-1-15-12-7-0	559.4	559.4
7/9/61	0-1-11-6-2-8-0	452	452
19/9/61	0-1-10-9-4-0	296.3	621.3
	0-1-13-14-0	325	
30/9/61	0-1-16-7-3-5-0	611.2	611.2
	ระยะทางรวม (กม.)	2243.9	

จากตารางที่ 4.18 จะเห็นได้ว่าระยะทางรวมของเส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมในเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 จะมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 2,243.9 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.19 เส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนตุลาคม

เดือนตุลาคม			
วันที่	เส้นทางใหม่	ระยะทางรวม (กม.)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
1/10/61	0-1-2-6-12-0	426.6	426.6
10/10/61	0-1-13-8-11-4-0	408.4	408.4
11/10/61	0-1-15-17-0	898.2	1210.4
	0-1-14-0	312.2	

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

เดือนตุลาคม			
วันที่	เส้นทางใหม่	ระยะทางรวม (กม.)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
31/10/61	0-1-10-9-3-5-0	305.5	378.1
	0-1-2-0	72.6	
	ระยะทางรวม (กม.)	2423.5	

จากตารางที่ 4.19 จะเห็นได้ว่าระยะทางรวมของเส้นทางใหม่ที่หาด้วยวิธีเซฟวิงอัลกอริทึมในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 จะมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 2,423.5 กิโลเมตร

4.5.3.1 ตัวอย่างการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าของวันที่ 11/10/61

ขั้น 1 สร้าง เมตริกซ์ระยะทาง(Distance Matrix)

	0	1	14	15	17
0	0	25.2	139	240	432
1	25.2	0	148	240	432
14	139	148	0	155	323
15	240	240	155	0	201
17	432	432	323	201	0

ขั้น 2 คำนวณระยะทางและค่า Saving ของลูกค้าทุกราย

$$\begin{aligned}
 S(14,15) &= d(0,14) + d(0,1) + d(1,15) - d(14,15) \\
 &= 139.0 + 25.2 + 240.0 - 155.0 \\
 &= 249.2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S(15,14) &= d(0,15) + d(0,1) + d(1,14) - d(15,14) \\
 &= 240.0 + 25.2 + 148.0 - 155.0 \\
 &= 258.2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S(14,17) &= d(0,14) + d(0,1) + d(1,17) - d(14,17) \\
 &= 139.0 + 25.2 + 432.0 - 323.0 \\
 &= 273.2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S(17,14) &= d(0,17) + d(0,1) + d(1,14) - d(17,14) \\
 &= 432.0 + 25.2 + 148.0 - 323.0 \\
 &= 282.2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S(15,17) &= d(0,15) + d(0,1) + d(1,17) - d(15,17) \\
 &= 240.0 + 25.2 + 432.0 - 201.0 \\
 &= 496.2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S(17,15) &= d(0,17) + d(0,1) + d(1,15) - d(17,15) \\
 &= 432.0 + 25.2 + 240.0 - 201.0 \\
 &= 496.2
 \end{aligned}$$

เปรียบเทียบผลประหยัดที่ได้ระหว่าง $S(j, k)$ และ $S(k, j)$ ของแต่ละคู่ แล้วเลือก $S(j, k)$ หรือ $S(k, j)$ ของแต่ละคู่ที่ได้ผลประหยัดมากกว่ามาไว้เพื่อพิจารณาในการเรียงลำดับค่าความประหยัด
ขั้น 3 จัดลำดับลูกค้าในเส้นทาง

- เรียงลำดับความประหยัดจากมากไปหาน้อย

15	17	496.2
17	15	496.2
17	14	282.2
15	14	258.2

0-1-15-17-0 สินค้าที่ต้องส่งรวม = 12,000 + 15,000 = 27,000 กิโลกรัม
(ไม่เกินความจุของยานพาหนะที่รับได้)

และลูกค้าจุดที่ 14 ที่เมื่อนำเข้าไปในเส้นทางที่ 1 แล้วเกินความจุยานพาหนะที่รับได้
สามารถนำมาจัดเส้นทางใหม่ คือ

0-1-14-0 สินค้าที่ต้องส่งรวม = 10,000 กิโลกรัม

เมื่อนำลูกค้าทุกจุดที่ต้องทำการส่งสินค้าในวันที่ 11/10/61 มาจัดเส้นทางจนครบแล้ว
สรุปว่าต้องทำการส่งทั้งหมด 2 เที่ยว คือ 2 เส้นทางนั่นเอง และเมื่อตรวจสอบจำนวนที่ลูกค้าสั่งให้ส่งใน
วันที่ 11/10/61 พบว่าครบตามจำนวน คือ 37,000 กิโลกรัม การจัดเส้นทางนี้สามารถลดเที่ยวการส่งจาก
เดิมได้ 1 เที่ยว

4.5.4 การเปรียบเทียบระหว่างเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ้ง อัลกอริทึม (Saving Algorithm)

เปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งสินค้า จำนวน 6 เดือน ของปี พ.ศ. 2561 คือเดือนพฤษภาคม
มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม ดังแสดงในตารางที่ 4.20 4.21 4.22 4.23 4.24 และ
4.25

ตารางที่ 4.20 การเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึม เดือนพฤษภาคม

เดือนพฤษภาคม				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึม	
	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
3/5/61	0-1-2-0	333.7	0-1-6-4-2-0	203.7
	0-1-6-0			
	0-1-4-0			
10/5/61	0-1-2-0	698	0-1-11-6-2-7-0	483.9
	0-1-11-0			
	0-1-6-0			
	0-1-7-0			

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

เดือนพฤษภาคม				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	
	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
11/5/61	0-1-6-0	636.5	0-1-3-6-2-12-0	475.3
	0-1-2-0			
	0-1-12-0			
	0-1-3-0			
16/5/61	0-1-6-0	829.7	0-1-13-14-0	509.7
	0-1-13-0			
	0-1-2-0			
	0-1-14-0			
	0-1-5-0			
17/5/61	0-1-9-0	393.3	0-1-9-13-0	352.2
	0-1-13-0			
22/5/61	0-1-2-0	824	0-1-15-7-2-0	573.8
	0-1-15-0			
	0-1-7-0			
28/5/61	0-1-7-0	1426.6	0-1-17-12-7-0	925.4
	0-1-12-0			
	0-1-17-0			
	ระยะทางรวม (กม.)	5141.8	ระยะทางรวม (กม.)	3524

จากตารางที่ 4.20 เปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือน พฤษภาคม จะสามารถเห็นได้ว่าเมื่อใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมในการหาเส้นทางการขนส่งสินค้านั้น สามารถลดระยะทางรวมของทั้งเดือนได้ 1,617.8 กิโลเมตร จากการขนส่งสินค้าแบบเดิม

ตารางที่ 4.21 การเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนมิถุนายน

เดือนมิถุนายน				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	
	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
6/6/61	0-1-6-0	265.7	0-1-6-5-0	183.4
	0-1-5-0			
13/6/61	0-1-2-0	676	0-1-12-14-2-0	357.8
	0-1-12-0			
	0-1-14-0			
14/6/61	0-1-4-0	689.5	0-1-11-6-4-8-0	450
	0-1-11-0			
	0-1-6-0			
	0-1-8-0			
28/6/61	0-1-3-0	986	0-1-7-14-0	580.6
	0-1-10-0			
	0-1-7-0			
	0-1-14-0			
	0-1-5-0			
	ระยะทางรวม (กม.)	2617.2	ระยะทางรวม (กม.)	1571.8

จากตารางที่ 4.21 เปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือน มิถุนายน จะสามารถเห็นได้ว่าเมื่อใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมในการหาเส้นทางการขนส่งสินค้านั้น สามารถลดระยะทางรวมของทั้งเดือนได้ 1,045.4 กิโลเมตร จากการขนส่งสินค้าแบบเดิม

ตารางที่ 4.22 การเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม เดือนกรกฎาคม

เดือนกรกฎาคม				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	
	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
5/7/61	0-1-12-0	1042.6	0-1-15-12-7-0	559.4
	0-1-7-0			
	0-1-15-0			
11/7/61	0-1-2-0	291.9	0-1-2-8-0	251.1
	0-1-8-0			
13/7/61	0-1-16-0	1158.2	0-1-13-16-0	815.5
	0-1-13-0			
	0-1-3-0		0-1-11-6-3-0	
	0-1-11-0			
	0-1-6-0			
16/7/61	0-1-9-0	309.7	0-1-9-5-0	242.7
	0-1-5-0			

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

เดือนกรกฎาคม				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	
	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
18/7/61	0-1-7-0	409.8	0-1-2-4-7-0	317.6
	0-1-2-0			
	0-1-4-0			
20/7/61	0-1-17-0	1492.6	0-1-12-14-17-0	928.2
	0-1-14-0			
	0-1-12-0			
31/7/61	0-1-11-0	698	0-1-11-6-2-7-0	483.9
	0-1-6-0			
	0-1-2-0			
	0-1-7-0			
	ระยะทางรวม (กม.)	5402.8	ระยะทางรวม (กม.)	3598.4

จากตารางที่ 4.22 เปรียบเทียบเส้นทางรถขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนกรกฎาคม จะสามารถเห็นได้ว่าเมื่อใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมในการหาเส้นทางรถขนส่งสินค้านั้นสามารถลดระยะทางรวมของทั้งเดือนได้ 1,804.4 กิโลเมตร จากการขนส่งสินค้าแบบเดิม

ตารางที่ 4.23 การเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ้ง อัลกอริทึม เดือนสิงหาคม

เดือนสิงหาคม				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึม	
	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
6/8/61	0-1-3-0	501.1	0-1-13-8-3-0	319.1
	0-1-13-0			
	0-1-8-0			
8/8/61	0-1-10-0	539.1	0-1-10-9-5-0	297.6
	0-1-5-0			
	0-1-9-0			
9/8/61	0-1-15-0	960	0-1-15-12-2-4-0	722.1
	0-1-12-0			
	0-1-4-0			
	0-1-2-0			
10/8/61	0-1-6-0	482.3	0-1-14-6-0	431.4
	0-1-14-0			
22/8/61	0-1-16-0	716.5	0-1-16-8-0	523.9
	0-1-8-0			
27/8/61	0-1-12-0	610	0-1-7-12-2-0	341
	0-1-2-0			
	0-1-7-0			

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

เดือนสิงหาคม				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	
	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
30/8/61	0-1-11-0	1296.5	0-1-3-5-11-17-0	1104.9
	0-1-5-0			
	0-1-17-0			
	0-1-3-0			
	ระยะทางรวม (กม.)	5105.5	ระยะทางรวม (กม.)	3740

จากตารางที่ 4.23 เปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนสิงหาคม จะสามารถเห็นได้ว่าเมื่อใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมในการหาเส้นทางการขนส่งสินค้านั้น สามารถลดระยะทางรวมของทั้งเดือนได้ 1,365.5 กิโลเมตร จากการขนส่งสินค้าแบบเดิม

ตารางที่ 4.24 การเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม เดือนกันยายน

เดือนกันยายน				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	
	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
6/9/61	0-1-15-0	1042.6	0-1-15-12-7-0	559.4
	0-1-12-0			
	0-1-7-0			

ตารางที่ 4.24 (ต่อ)

เดือนกันยายน				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	
	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
7/9/61	0-1-8-0	671.1	0-1-11-6-2-8-0	452
	0-1-6-0			
	0-1-2-0			
	0-1-11-0			
19/9/61	0-1-10-0	1025.9	0-1-10-9-4-0	621.3
	0-1-14-0		0-1-13-14-0	
	0-1-4-0			
	0-1-13-0			
	0-1-9-0			
30/9/61	0-1-7-0	941.6	0-1-16-7-3-5-0	611.2
	0-1-3-0			
	0-1-16-0			
	0-1-5-0			
	ระยะทางรวม (กม.)	3681.2	ระยะทางรวม (กม.)	2243.9

จากตารางที่ 4.24 เปรียบเทียบเส้นทางรถขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนกันยายน จะสามารถเห็นได้ว่าเมื่อใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมในการหาเส้นทางรถขนส่งสินค้านั้น สามารถลดระยะทางรวมของทั้งเดือนได้ 1,437.3 กิโลเมตร จากการขนส่งสินค้าแบบเดิม

ตารางที่ 4.25 การเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม เดือนตุลาคม

เดือนตุลาคม				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	
	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	เส้นทาง	ระยะทางรวม (ต่อวัน)
1/10/61	0-1-6-0	533.9	0-1-2-6-12-0	426.6
	0-1-12-0			
	0-1-2-0			
10/10/61	0-1-11-0	698.6	0-1-13-8-11-4-0	408.4
	0-1-13-0			
	0-1-4-0			
	0-1-8-0			
11/10/61	0-1-17-0	1706.6	0-1-15-17-0	1210.4
	0-1-15-0		0-1-14-0	
	0-1-14-0			
31/10/61	0-1-9-0	714.3	0-1-10-9-3-5-0	378.1
	0-1-3-0			
	0-1-2-0		0-1-2-0	
	0-1-10-0			
	0-1-5-0			
	ระยะทางรวม (กม.)	3653.4	ระยะทางรวม (กม.)	2423.5

จากตารางที่ 4.25 เปรียบเทียบเส้นทางรถขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือน ตุลาคม จะสามารถเห็นได้ว่าเมื่อใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมในการหาเส้นทางรถขนส่งสินค้านั้น สามารถลดระยะทางรวมของทั้งเดือนได้ 1,229.9 กิโลเมตร จากการขนส่งสินค้าแบบเดิม

4.5.5 การเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม (Saving Algorithm)

เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง จำนวน 6 เดือน ของปี พ.ศ. 2561 คือเดือน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม ดังแสดงในตารางที่ 4.26 4.27 4.28 4.29 4.30 และ 4.31

ตารางที่ 4.26 การเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม เดือน พฤษภาคม

เดือน พฤษภาคม				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	
	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
3/5/61	333.7	3146.79	203.7	1920.89
10/5/61	698	6582.14	483.9	4563.18
11/5/61	636.5	6129.50	475.3	4577.14
16/5/61	829.7	7990.01	509.7	4908.41
17/5/61	393.3	3853.03	352.2	3450.39
22/5/61	824	8182.32	573.8	5697.83
28/5/61	1426.6	13928.37	925.4	9034.99
รวมทั้งสิ้น	5141.8	49812.16	3524	34152.83

จากตารางที่ 4.26 เปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม เดือนพฤษภาคม โดยบริษัทกรณีศึกษาคิดต้นทุนอัตรา การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 3 กิโลเมตร/ลิตร และใช้น้ำมันดีเซล ปตท. ซึ่งจะขึ้นอยู่กับราคาในแต่ละวัน ดังนั้นในเส้นทางเดิมจะมีค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งเดือน 49,812.16 บาท และเมื่อจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม (Saving Algorithm) แล้ว จะมีค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งเดือน 34,152.83 บาท หรือสามารถลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของทั้งเดือนได้ 15,659.33 บาท

ตารางที่ 4.27 การเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม เดือนมิถุนายน

เดือนมิถุนายน				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	
	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
6/6/61	265.7	2549.83	183.4	1760.03
13/6/61	676	6487.35	357.8	3433.69
14/6/61	689.5	6616.90	450	4318.50
28/6/61	986	9462.31	580.6	5765.36
รวมทั้งสิ้น	2617.2	25116.40	1571.8	15277.57

จากตารางที่ 4.27 เปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม เดือนมิถุนายน โดยบริษัทกรณีศึกษาคิดต้นทุน อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 3 กิโลเมตร/ลิตร และใช้น้ำมันดีเซล ปตท. ซึ่งจะขึ้นอยู่กับราคาในแต่ละวัน ดังนั้นในเส้นทางเดิมจะมีค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งเดือน 25,116.40 บาท และเมื่อจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม (Saving Algorithm) แล้ว จะมีค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งเดือน 15,277.57 บาท หรือสามารถลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของทั้งเดือนได้ 9,838.82 บาท

ตารางที่ 4.28 การเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิเศษวิ่ง อัลกอริทึม เดือนกรกฎาคม

เดือนกรกฎาคม				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิเศษวิ่งอัลกอริทึม	
	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
5/7/61	1042.6	10005.48	559.4	5368.38
11/7/61	291.9	2830.46	251.1	2434.83
13/7/61	1158.2	11230.68	815.5	7907.63
16/7/61	309.7	3003.06	242.7	2353.38
18/7/61	409.8	3905.39	317.6	3026.73
20/7/61	1492.6	14224.48	928.2	8845.75
31/7/61	698	6861.34	483.9	4756.74
รวมทั้งสิ้น	5402.8	52060.89	3598.4	34693.43

จากตารางที่ 4.28 เปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิเศษวิ่ง อัลกอริทึม เดือนกรกฎาคม โดยบริษัทกรณีศึกษาคิดต้นทุนอัตรา การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 3 กิโลเมตร/ลิตร และใช้น้ำมันดีเซล ปตท. ซึ่งจะขึ้นอยู่กับราคาในแต่ละวัน ดังนั้นในเส้นทางเดิมจะมีค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งเดือน 52,060.89 บาท และเมื่อจัดเส้นทางด้วยวิเศษวิ่ง อัลกอริทึม (Saving Algorithm) แล้ว จะมีค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งเดือน 34,693.43 บาท หรือสามารถลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของทั้งเดือนได้ 17,367.46 บาท

ตารางที่ 4.29 การเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิเศษฟิวจ์ อัลกอริทึม เดือนสิงหาคม

เดือนสิงหาคม				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิเศษฟิวจ์อัลกอริทึม	
	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
6/8/61	501.1	4859.00	319.1	3094.21
8/8/61	539.1	5227.47	297.6	2885.73
9/8/61	960	9436.80	722.1	7098.24
10/8/61	482.3	4741.01	431.4	4240.66
22/8/61	716.5	6971.55	523.3	5091.71
27/8/61	610	5935.30	341	3317.93
30/8/61	1296.5	12787.81	1104.9	10898.00
รวมทั้งสิ้น	5105.5	49958.94	3740	36626.48

จากตารางที่ 4.29 เปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิเศษฟิวจ์ อัลกอริทึม เดือนสิงหาคม โดยบริษัทกรณิศศึกษาคิดค้นทุนอัตรา การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 3 กิโลเมตร/ลิตร และใช้น้ำมันดีเซล ปตท. ซึ่งจะขึ้นอยู่กับราคาในแต่ละวัน ดังนั้นในเส้นทางเดิมจะมีค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งเดือน 49,958.94 บาท และเมื่อจัดเส้นทางด้วยวิเศษฟิวจ์ อัลกอริทึม (Saving Algorithm) แล้ว จะมีค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งเดือน 36,626.48 บาท หรือสามารถลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของทั้งเดือนได้ 13,332.46 บาท

ตารางที่ 4.30 การเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิธีเซฟวิ้ง อัลกอริทึม เดือนกันยายน

เดือนกันยายน				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึม	
	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
6/9/61	1042.6	10387.77	559.4	5573.49
7/9/61	671.1	6686.39	412.2	4503.43
19/9/61	1025.9	10221.38	622	6190.22
30/9/61	941.6	9381.47	611.2	6089.59
รวมทั้งสิ้น	3681.2	36677.02	2243.9	22356.72

จากตารางที่ 4.30 เปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิธีเซฟวิ้ง อัลกอริทึม เดือนกันยายน โดยบริษัทกรณีสึกษาคัดต้นทุนอตรา การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 3 กิโลเมตร/ลิตร และใช้น้ำมันดีเซล ปตท. ซึ่งจะขึ้นอยู่กับราคาราคาในแต่ ละวัน ดังนั้นในเส้นทางเดิมจะมีค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งเดือน 36,677.02 บาท และเมื่อจัด เส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ้ง อัลกอริทึม (Saving Algorithm) แล้ว จะมีค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งเดือน 22,356.72 บาท หรือสามารถลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของทั้งเดือนได้ 14,320.30 บาท

ตารางที่ 4.31 การเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิธีเซฟวิ้ง อัลกอริทึม เดือนตุลาคม

เดือนตุลาคม				
วันที่	เส้นทางเดิม		การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ้งอัลกอริทึม	
	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	ระยะทางรวม (ต่อวัน)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
1/10/61	533.9	5319.423667	426.6	4250.36
10/10/61	698.6	6960.384667	408.4	4069.03
11/10/61	1706.6	17003.42467	1210.4	12059.62
31/10/61	714.3	7116.809	387	3767.14
รวมทั้งสิ้น	3653.4	36400.042	2423.5	24146.14

จากตารางที่ 4.31 เปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของวิธีเซฟวิ้ง อัลกอริทึม เดือนตุลาคม โดยบริษัทกรณีศึกษาคิดต้นทุนอัตรา การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 3 กิโลเมตร/ลิตร และใช้น้ำมันดีเซล ปตท. ซึ่งจะขึ้นอยู่กับราคาราคาในแต่ละวัน ดังนั้นในเส้นทางเดิมจะมีค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งเดือน 36,400.042 บาท และเมื่อจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ้ง อัลกอริทึม (Saving Algorithm) แล้ว จะมีค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งเดือน 24,146.14 บาท หรือสามารถลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของทั้งเดือนได้ 12,253.90 บาท

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการดำเนินงานและเปรียบเทียบ ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

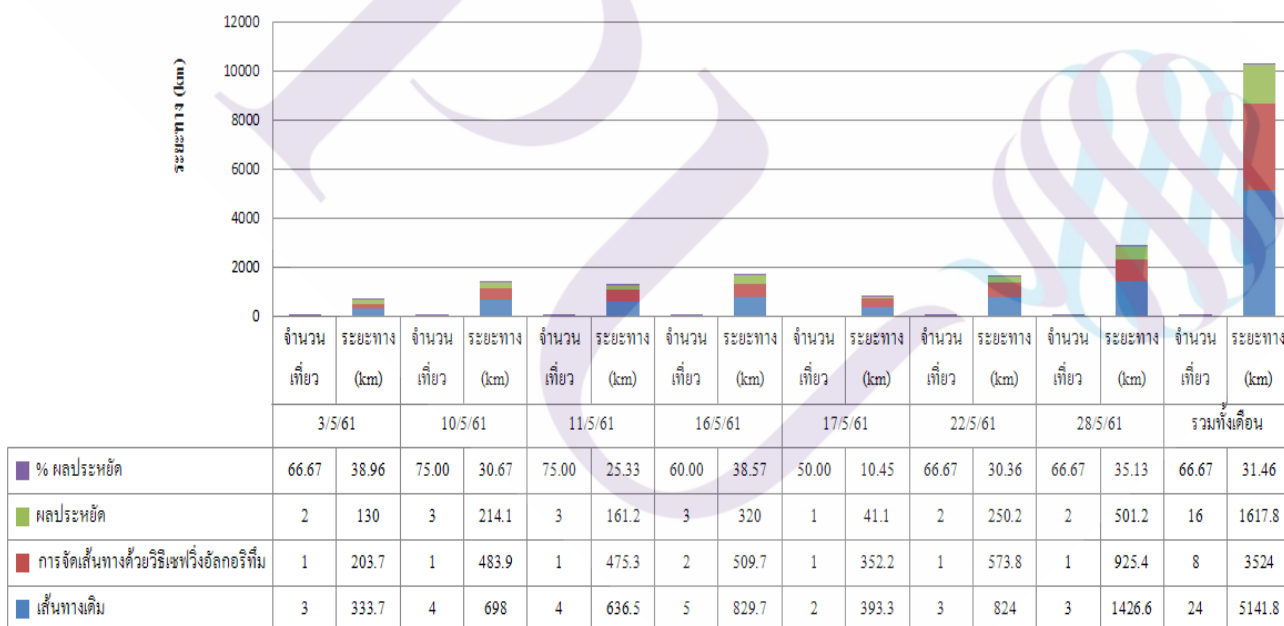
5.1 สรุปผลการดำเนินงานและเปรียบเทียบ

จากการศึกษาการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้ กรณีศึกษา บริษัทไดนามิก ทรานสปอร์ต จำกัด จุดประสงค์หลักของงานวิจัยในครั้งนี้คือเพื่อศึกษาเทคนิคในการจัดเส้นทางรถขนส่งให้กับบริษัทกรณีศึกษา โดยการใช้เส้นทางปรับปรุงด้วยวิธีเซฟวิงอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เป็นวิธีที่หาคำตอบที่เหมาะสมแต่อาจจะไม่ได้ค่าที่ต่ำที่สุด (Heuristic Method) มาจัดเส้นทางในการขนส่งสินค้า เพื่อลดระยะทางในการขนส่งโดยรวมในแต่ละวันที่มีการขนส่งสินค้าจำนวน 6 เดือน ของปี พ.ศ. 2561 คือเดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม ซึ่งในแต่ละเดือนไม่ได้มีความต้องการสินค้าทุกวัน และไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาในการขนส่งพบว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ กล่าวคือการจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิงอัลกอริทึมนั้นสามารถที่จะช่วยลดระยะทางในการขนส่งสินค้า จึงทำให้สามารถเพิ่มโอกาสในการลดต้นทุนในการขนส่งสินค้าได้ อันเนื่องมาจากจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าลดลง ทำให้มีโอกาสในการลดการใช้ยานพาหนะในการขนส่งสินค้าเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งผลลัพธ์ดังกล่าวจะสรุปให้เห็นได้ดังตารางที่ 5.1 5.2 5.3 5.4 5.5 และ 5.6

ตารางที่ 5.1 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนพฤษภาคม

วันที่	3/5/61		10/5/61		11/5/61		16/5/61		17/5/61		22/5/61		28/5/61		รวมทั้งเดือน	
	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)
	เส้นทางเดิม	3	333.7	4	698	4	636.5	5	829.7	2	393.3	3	824	3	1426.6	24
การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	1	203.7	1	483.9	1	475.3	2	509.7	1	352.2	1	573.8	1	925.4	8	3524
ผลประหยัด	2	130	3	214.1	3	161.2	3	320	1	41.1	2	250.2	2	501.2	16	1617.8
% ผลประหยัด	66.67	38.96	75.00	30.67	75.00	25.33	60.00	38.57	50.00	10.45	66.67	30.36	66.67	35.13	66.67	31.46

สรุปการเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนพฤษภาคม



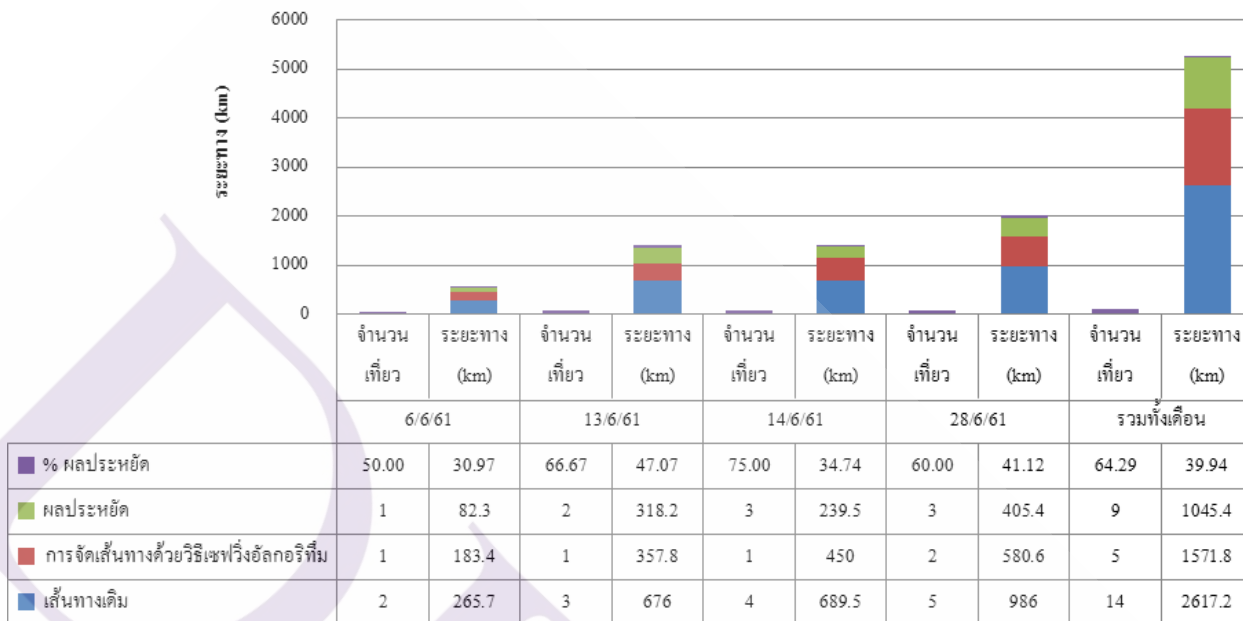
ภาพที่ 5.1 สรุปเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิมและวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนพฤษภาคม

จากตารางที่ 5.1 และรูปที่ 5.1 แผนภูมิสรุปและเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนพฤษภาคม จะสรุปได้ว่าระยะทางหลังปรับปรุงด้วยการใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมนั้นทำให้เกิดผลประหยัดขึ้นทั้งในแง่ของระยะทาง และจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้า โดยในส่วนของระยะทางนั้น สามารถลดระยะทางรวมของทั้งเดือนไปได้ 1,617.8 กิโลเมตร คิดเป็น % ผลประหยัดได้ 31.46 % และลดจำนวนเที่ยวในการส่งสินค้าได้ถึง 16 เที่ยว คิดเป็น % ผลประหยัดได้ 66.67 % ซึ่ง % ผลประหยัด คือ เปอร์เซ็นต์ที่เมื่อปรับปรุงแล้วจะสามารถลดระยะทาง และจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าลงได้ประมาณกี่เปอร์เซ็นต์ จากระยะทางและจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าก่อนปรับปรุง

ตารางที่ 5.2 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมิถุนายน

วันที่	6/6/61		13/6/61		14/6/61		28/6/61		รวมทั้งเดือน	
	จำนวน เที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวน เที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวน เที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวน เที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวน เที่ยว	ระยะทาง (km)
เส้นทางเดิม	2	265.7	3	676	4	689.5	5	986	14	2617.2
การจัดเส้นทางด้วยวิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม	1	183.4	1	357.8	1	450	2	580.6	5	1571.8
ผลประหยัด	1	82.3	2	318.2	3	239.5	3	405.4	9	1045.4
% ผลประหยัด	50.00	30.97	66.67	47.07	75.00	34.74	60.00	41.12	64.29	39.94

สรุปการเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม
เดือนมิถุนายน



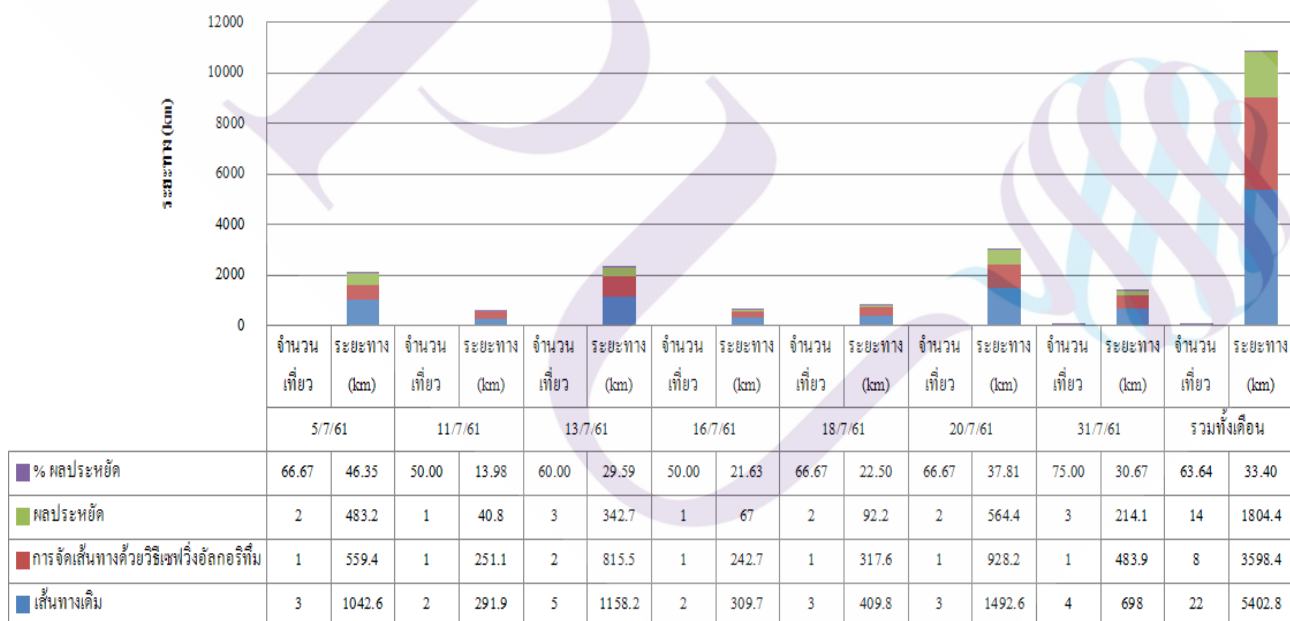
ภาพที่ 5.2 สรุปเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิมและวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนมิถุนายน

จากตารางที่ 5.2 และรูปที่ 5.2 แผนภูมิสรุปและเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิมและวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนมิถุนายน จะสรุปได้ว่าระยะทางหลังปรับปรุงด้วยการใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมนั้นทำให้เกิดผลประหยัดขึ้นทั้งในแง่ของระยะทาง และจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้า โดยในส่วนของระยะทางนั้น สามารถลดระยะทางรวมของทั้งเดือนไปได้ 1,045.4 กิโลเมตร คิดเป็น % ผลประหยัดได้ 39.94 % และลดจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าได้ถึง 9 เที่ยว คิดเป็น % ผลประหยัดได้ 64.29 % ซึ่ง % ผลประหยัด คือ เปอร์เซ็นต์ที่เมื่อปรับปรุงแล้วจะสามารถลดระยะทางและจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าลงได้ประมาณกี่เปอร์เซ็นต์ จากระยะทางและจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าก่อนปรับปรุง

ตารางที่ 5.3 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนกรกฎาคม

วันที่	5/7/61		11/7/61		13/7/61		16/7/61		18/7/61		20/7/61		31/7/61		รวมทั้งเดือน	
	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)
เส้นทางเดิม	3	1042.6	2	291.9	5	1158.2	2	309.7	3	409.8	3	1492.6	4	698	22	5402.8
การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	1	559.4	1	251.1	2	815.5	1	242.7	1	317.6	1	928.2	1	483.9	8	3598.4
ผลประหยัด	2	483.2	1	40.8	3	342.7	1	67	2	92.2	2	564.4	3	214.1	14	1804.4
% ผลประหยัด	66.67	46.35	50.00	13.98	60.00	29.59	50.00	21.63	66.67	22.50	66.67	37.81	75.00	30.67	63.64	33.40

สรุปการเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม
เดือนกรกฎาคม



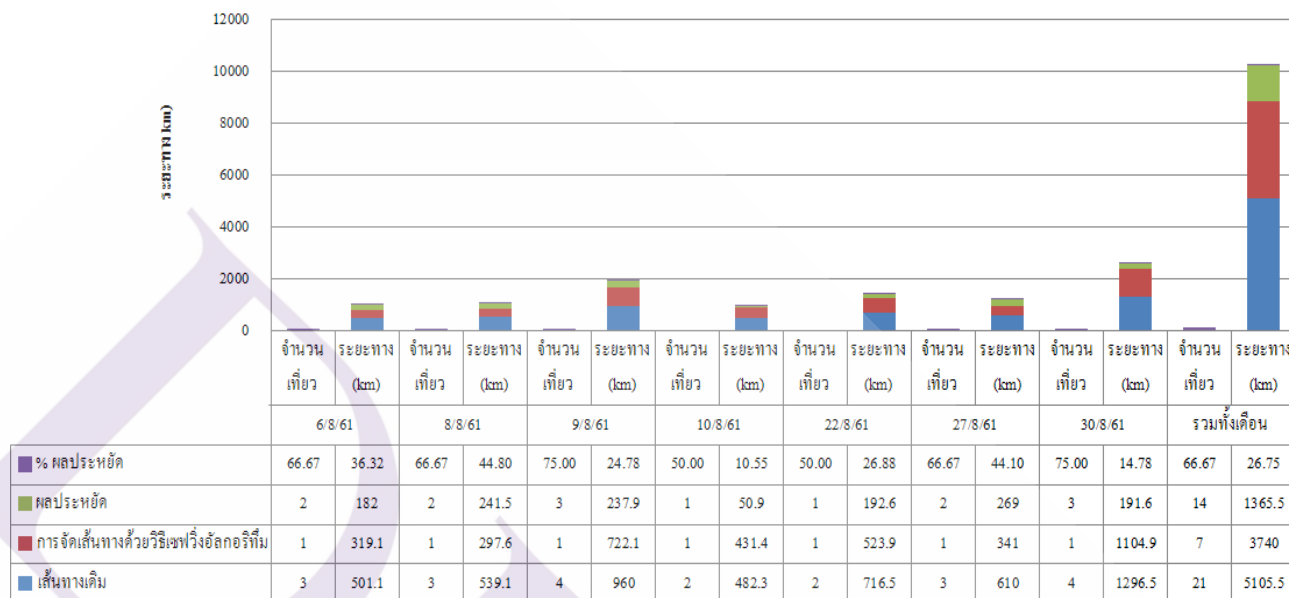
ภาพที่ 5.3 สรุปเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิมและวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนกรกฎาคม

จากตารางที่ 5.3 และรูปที่ 5.3 แผนภูมิสรุปและเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนกรกฎาคม จะสรุปได้ว่าระยะทางหลังปรับปรุงด้วยการใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมนั้นทำให้เกิดผลประหยัดขึ้นทั้งในแง่ของระยะทาง และจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้า โดยในส่วนของระยะทางนั้น สามารถลดระยะทางรวมของทั้งเดือนไปได้ 1,804.4 กิโลเมตร คิดเป็น % ผลประหยัดได้ 33.40 % และลดจำนวนเที่ยวในการส่งสินค้าได้ถึง 14 เที่ยว คิดเป็น % ผลประหยัดได้ 63.64 % ซึ่ง % ผลประหยัด คือ เปอร์เซ็นต์ที่เมื่อปรับปรุงแล้วจะสามารถลดระยะทาง และจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าลงได้ประมาณกี่เปอร์เซ็นต์ จากระยะทางและจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าก่อนปรับปรุง

ตารางที่ 5.4 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนสิงหาคม

วันที่	6/8/61		8/8/61		9/8/61		10/8/61		22/8/61		27/8/61		30/8/61		รวมทั้งเดือน	
	จำนวน เที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวน เที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวน เที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวน เที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวน เที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวน เที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวน เที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวน เที่ยว	ระยะทาง (km)
เส้นทางเดิม	3	501.1	3	539.1	4	960	2	482.3	2	716.5	3	610	4	1296.5	21	5105.5
การจัดเส้นทางด้วยวิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม	1	319.1	1	297.6	1	722.1	1	431.4	1	523.9	1	341	1	1104.9	7	3740
ผลประหยัด	2	182	2	241.5	3	237.9	1	50.9	1	192.6	2	269	3	191.6	14	1365.5
% ผลประหยัด	66.67	36.32	66.67	44.80	75.00	24.78	50.00	10.55	50.00	26.88	66.67	44.10	75.00	14.78	66.67	26.75

สรุปการเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม
เดือนสิงหาคม



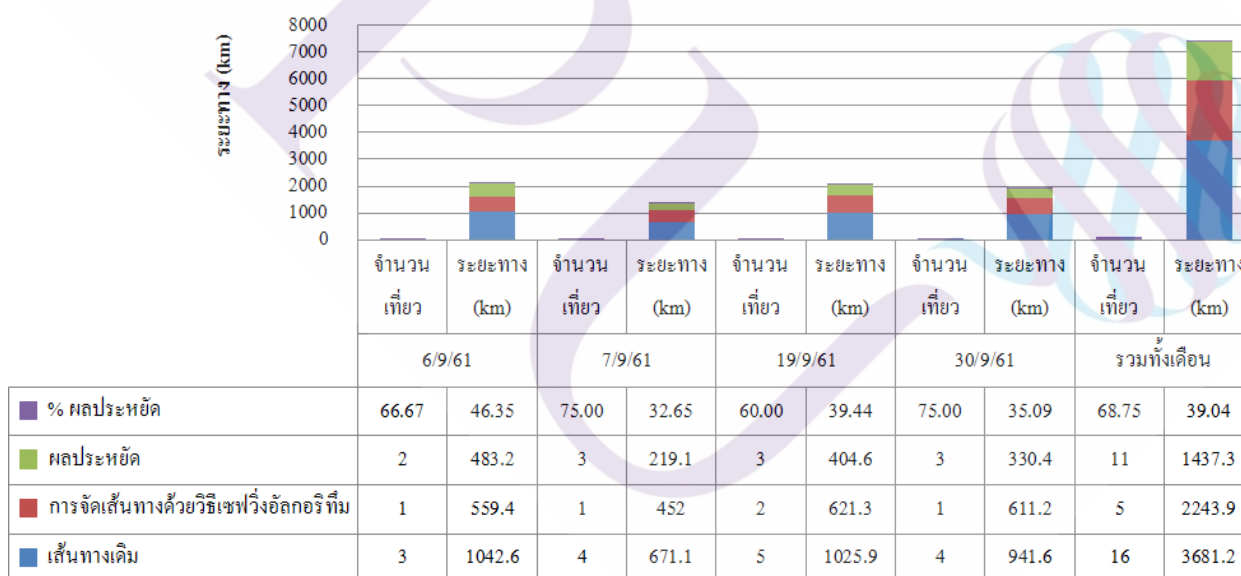
ภาพที่ 5.4 สรุปเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิมและวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนสิงหาคม

จากตารางที่ 5.4 และรูปที่ 5.4 แผนภูมิสรุปและเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนสิงหาคม จะสรุปได้ว่าระยะทางหลังปรับปรุงด้วยการใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมนั้นทำให้เกิดผลประหยัดขึ้นทั้งในแง่ของระยะทาง และจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้า โดยในส่วนของระยะทางนั้น สามารถลดระยะทางรวมของทั้งเดือนไปได้ 1,365.5 กิโลเมตร คิดเป็น % ผลประหยัดได้ 26.75 % และลดจำนวนเที่ยวในการส่งสินค้าได้ถึง 14 เที่ยว คิดเป็น % ผลประหยัดได้ 66.67 % ซึ่ง % ผลประหยัด คือ เปอร์เซ็นต์ที่เมื่อปรับปรุงแล้วจะสามารถลดระยะทาง และจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าลงได้ประมาณกี่เปอร์เซ็นต์ จากระยะทางและจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าก่อนปรับปรุง

ตารางที่ 5.5 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนกันยายน

วันที่	6/9/61		7/9/61		19/9/61		30/9/61		รวมทั้งเดือน	
	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)	จำนวนเที่ยว	ระยะทาง (km)
เส้นทางเดิม	3	1042.6	4	671.1	5	1025.9	4	941.6	16	3681.2
การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	1	559.4	1	452	2	621.3	1	611.2	5	2243.9
ผลประหยัด	2	483.2	3	219.1	3	404.6	3	330.4	11	1437.3
% ผลประหยัด	66.67	46.35	75.00	32.65	60.00	39.44	75.00	35.09	68.75	39.04

สรุปการเปรียบเทียบเส้นทางขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนกันยายน



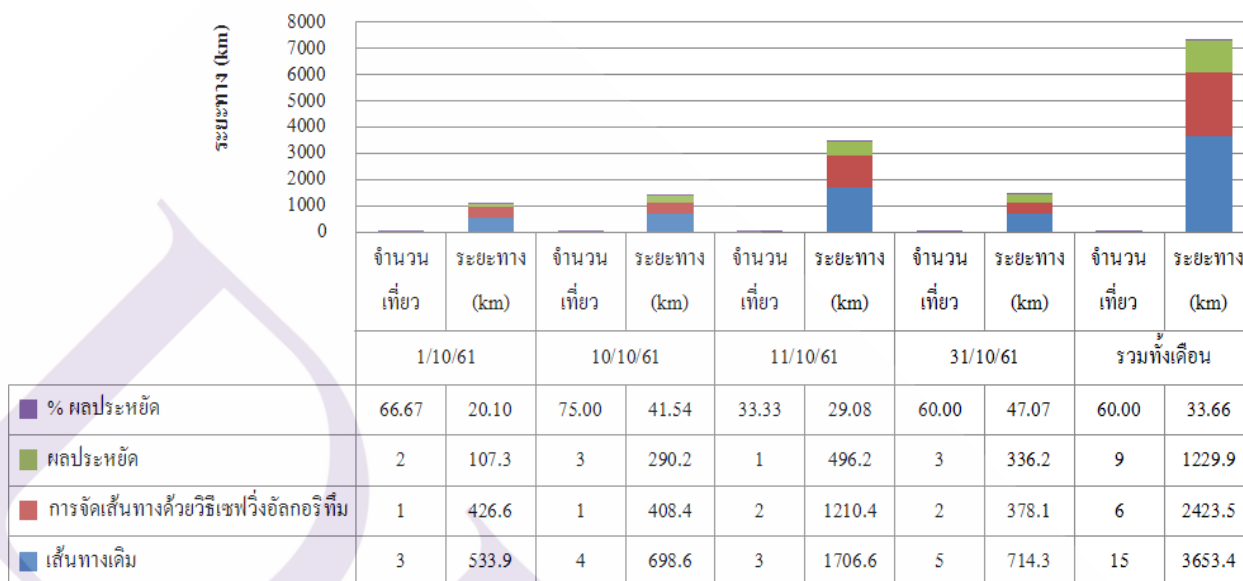
ภาพที่ 5.5 สรุปเปรียบเทียบเส้นทางขนส่งแบบเดิมและวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนกันยายน

จากตารางที่ 5.5 และรูปที่ 5.5 แผนภูมิสรุปและเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนกันยายน จะสรุปได้ว่าระยะทางหลังปรับปรุงด้วยการใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมนั้นทำให้เกิดผลประหยัดขึ้นทั้งในแง่ของระยะทาง และจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้า โดยในส่วนของระยะทางนั้น สามารถลดระยะทางรวมของทั้งเดือนไปได้ 1,437.3 กิโลเมตร คิดเป็น % ผลประหยัดได้ 39.04 % และลดจำนวนเที่ยวในการส่งสินค้าได้ถึง 11 เที่ยว คิดเป็น % ผลประหยัดได้ 68.75 % ซึ่ง % ผลประหยัด คือ เปอร์เซ็นต์ที่เมื่อปรับปรุงแล้วจะสามารถลดระยะทาง และจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าลงได้ประมาณกี่เปอร์เซ็นต์ จากระยะทางและจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าก่อนปรับปรุง

ตารางที่ 5.6 สรุปเปรียบเทียบข้อมูลการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนตุลาคม

เดือนตุลาคม	วันที่	1/10/61		10/10/61		11/10/61		31/10/61		รวมทั้งเดือน	
		จำนวน	ระยะทาง	จำนวน	ระยะทาง	จำนวน	ระยะทาง	จำนวน	ระยะทาง	จำนวน	ระยะทาง
		เที่ยว	(km)	เที่ยว	(km)	เที่ยว	(km)	เที่ยว	(km)	เที่ยว	(km)
	เส้นทางเดิม	3	533.9	4	698.6	3	1706.6	5	714.3	15	3653.4
	การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม	1	426.6	1	408.4	2	1210.4	2	378.1	6	2423.5
	ผลประหยัด	2	107.3	3	290.2	1	496.2	3	336.2	9	1229.9
	% ผลประหยัด	66.67	20.10	75.00	41.54	33.33	29.08	60.00	47.07	60.00	33.66

สรุปการเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม
เดือนตุลาคม

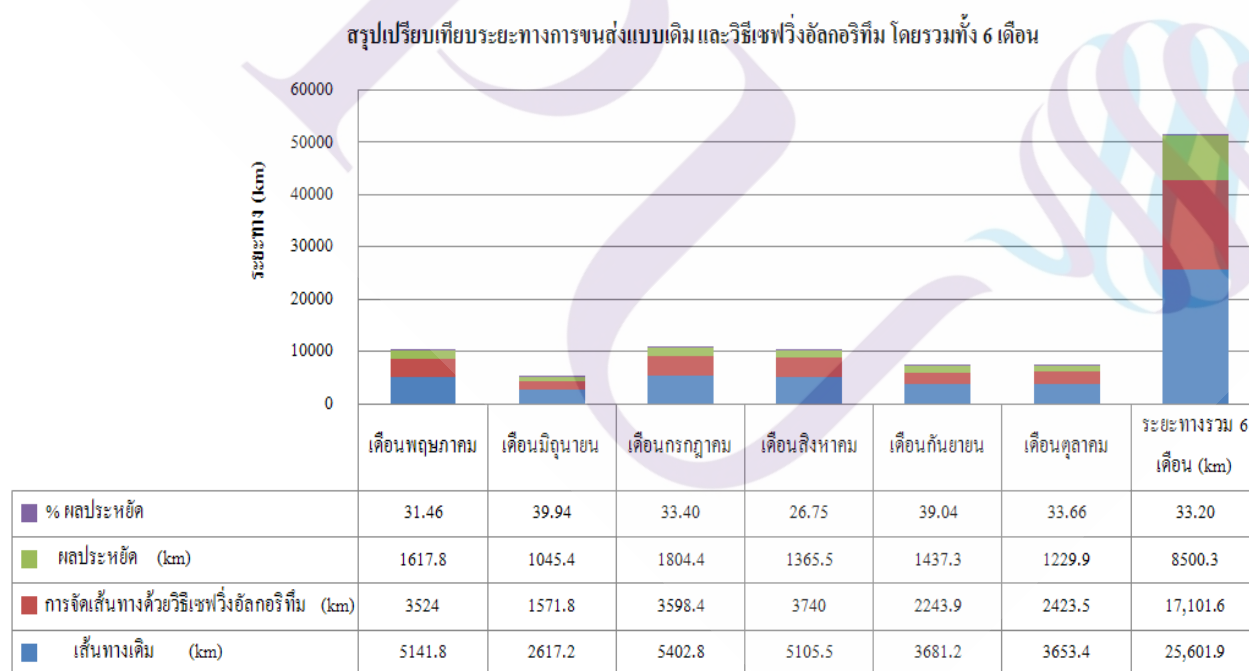


ภาพที่ 5.6 สรุปเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิมและวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม เดือนตุลาคม

จากตารางที่ 5.6 และรูปที่ 5.6 แผนภูมิสรุปและเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งแบบเดิมและวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) เดือนตุลาคม จะสรุปได้ว่าระยะทางหลังปรับปรุงด้วยการใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมนั้นทำให้เกิดผลประหยัดขึ้นทั้งในแง่ของระยะทาง และจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้า โดยในส่วนของระยะทางนั้น สามารถลดระยะทางรวมของทั้งเดือนไปได้ 1,229.9 กิโลเมตร คิดเป็น % ผลประหยัดได้ 33.66 % และลดจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าได้ถึง 9 เที่ยว คิดเป็น % ผลประหยัดได้ 60.00 % ซึ่ง % ผลประหยัด คือ เปอร์เซ็นต์ที่เมื่อปรับปรุงแล้วจะสามารถลดระยะทางและจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าลงได้ประมาณกี่เปอร์เซ็นต์ จากระยะทางและจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้าก่อนปรับปรุง

ตารางที่ 5.7 สรุปเปรียบเทียบระยะทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) โดยรวมทั้ง 6 เดือน

รายละเอียด	เส้นทางเดิม (km)	การจัดเส้นทางด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (km)	ผลประหยัด (km)	% ผลประหยัด
เดือนพฤษภาคม	5141.8	3524	1617.8	31.46
เดือนมิถุนายน	2617.2	1571.8	1045.4	39.94
เดือนกรกฎาคม	5402.8	3598.4	1804.4	33.40
เดือนสิงหาคม	5105.5	3740	1365.5	26.75
เดือนกันยายน	3681.2	2243.9	1437.3	39.04
เดือนตุลาคม	3653.4	2423.5	1229.9	33.66
ระยะทางรวม 6 เดือน (km)	25,601.9	17,101.6	8500.3	33.20



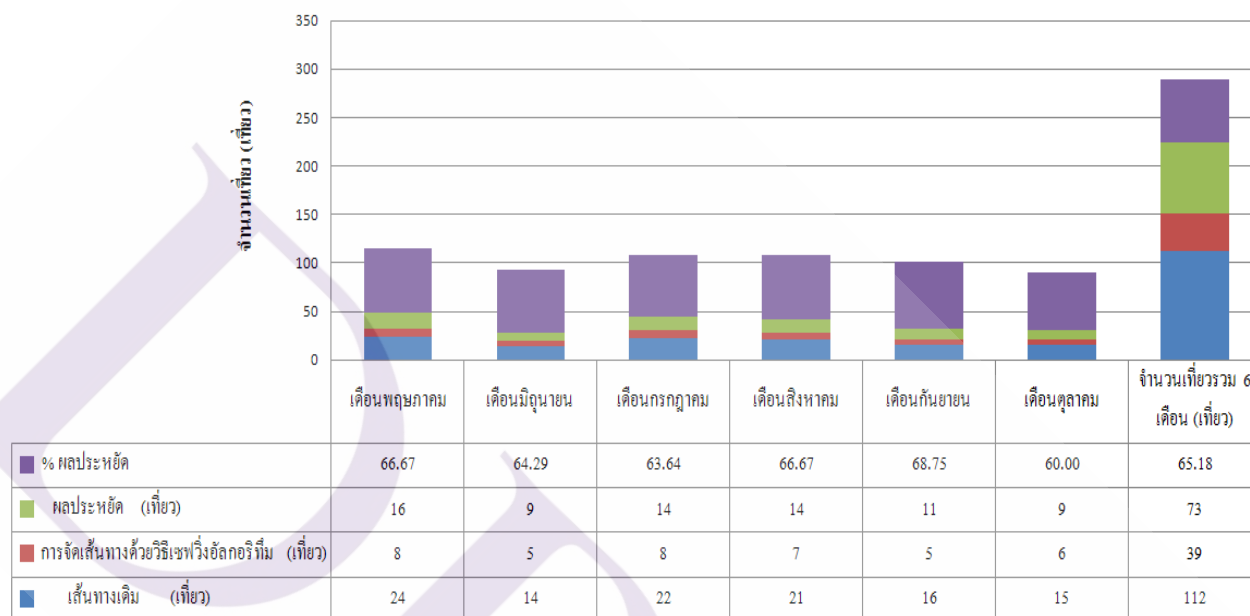
ภาพที่ 5.7 สรุปเปรียบเทียบระยะทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม โดยรวมทั้ง 6 เดือน

จากตารางที่ 5.7 และรูปที่ 5.7 แผนภูมิระยะทางการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) โดยรวมทั้ง 6 เดือน จะสรุปได้ว่าระยะทางหลังปรับปรุงด้วยการใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมนั้นทำให้เกิดผลประหยัดขึ้นในแง่ของระยะทาง โดยในระยะทางนั้น สามารถลดระยะทางรวมของทั้ง 6 เดือนไปได้ 8,500.3 กิโลเมตร ซึ่งคิดเป็น 33.20 % ของระยะทางโดยรวมที่ประหยัดได้ ทำให้สามารถเพิ่มโอกาสในการลดต้นทุนในการขนส่งและช่วยให้เพิ่มกำไรในการจัดส่งสินค้าได้

ตารางที่ 5.8 สรุปเปรียบเทียบจำนวนเที่ยวในการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) โดยรวมทั้ง 6 เดือน

รายละเอียด	เส้นทางเดิม (เที่ยว)	การจัดเส้นทางด้วยวิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (เที่ยว)	ผลประหยัด (เที่ยว)	% ผลประหยัด
เดือนพฤษภาคม	24	8	16	66.67
เดือนมิถุนายน	14	5	9	64.29
เดือนกรกฎาคม	22	8	14	63.64
เดือนสิงหาคม	21	7	14	66.67
เดือนกันยายน	16	5	11	68.75
เดือนตุลาคม	15	6	9	60.00
จำนวนเที่ยวรวม 6 เดือน (เที่ยว)	112	39	73	65.18

สรุปเปรียบเทียบจำนวนเที่ยวในการขนส่งแบบเดิมและวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมโดยรวมทั้ง 6 เดือน



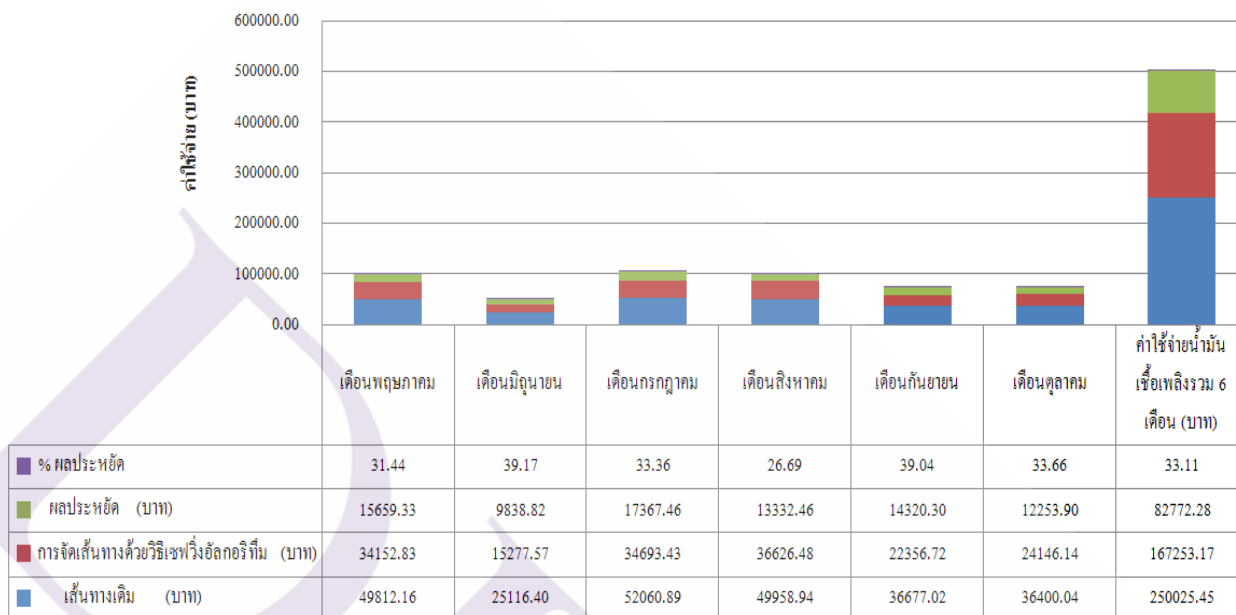
ภาพที่ 5.8 สรุปเปรียบเทียบจำนวนเที่ยวในการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม โดยรวมทั้ง 6 เดือน

จากตารางที่ 5.8 และรูปที่ 5.8 แผนภูมิจำนวนเที่ยวในการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) โดยรวมทั้ง 6 เดือน จะสรุปได้ว่าระยะทางหลังปรับปรุงด้วยการใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมนั้นทำให้เกิดผลประหยัดขึ้นในแง่ของจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้า โดยในจำนวนเที่ยวที่วนั้น สามารถลดจำนวนเที่ยวในการขนส่งสินค้ารวมของทั้ง 6 เดือนไปได้ 73 เที่ยวบิน ซึ่งคิดเป็น 65.18 % ของจำนวนเที่ยวโดยรวมที่ประหยัดได้ ทำให้สามารถเพิ่ม โอกาสในการลดต้นทุนในการขนส่ง และช่วยให้เพิ่มกำไรในการจัดส่งสินค้าได้

ตารางที่ 5.9 สรุปเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) โดยรวมทั้ง 6 เดือน

รายละเอียด	เส้นทางเดิม (บาท)	การจัดเส้นทางด้วยวิธี เซฟวิ่งอัลกอริทึม (บาท)	ผลประหยัด (บาท)	% ผลประหยัด
เดือนพฤษภาคม	49812.16	34152.83	15659.33	31.44
เดือนมิถุนายน	25116.40	15277.57	9838.82	39.17
เดือนกรกฎาคม	52060.89	34693.43	17367.46	33.36
เดือนสิงหาคม	49958.94	36626.48	13332.46	26.69
เดือนกันยายน	36677.02	22356.72	14320.30	39.04
เดือนตุลาคม	36400.04	24146.14	12253.90	33.66
ค่าใช้จ่ายน้ำมัน เชื้อเพลิงรวม 6 เดือน (บาท)	250025.45	167253.17	82772.28	33.11

สรุปเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม โดยรวมทั้ง 6 เดือน



ภาพที่ 5.9 สรุปเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม โดยรวมทั้ง 6 เดือน

จากตารางที่ 5.9 และรูปที่ 5.9 แผนภูมิค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของการขนส่งแบบเดิม และวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) โดยรวมทั้ง 6 เดือน บริษัทกรณีศึกษาคิดต้นทุนอัตราการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 3 กิโลเมตร/ลิตร และใช้น้ำมันดีเซล ปตท. ซึ่งจะขึ้นอยู่กับราคาราคาในแต่ละวัน จะสรุปได้ว่าระยะทางหลังปรับปรุงด้วยการใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม โดยรวมทั้ง 6 เดือนนั้น ทำให้เกิดผลประหยัดขึ้นในแง่ของต้นทุนค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง โดยต้นทุนค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้ารวมของทั้ง 6 เดือนไปได้ 82,772.28 บาท ซึ่งคิดเป็น 33.11 % ของต้นทุนค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงโดยรวมที่ประหยัดได้ ทำให้สามารถเพิ่มโอกาสในการลดต้นทุนในการขนส่งและช่วยให้เพิ่มกำไรในการจัดส่งสินค้าได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้กรณีศึกษา บริษัทไดนามิก ทรานสปอร์ต จำกัด โดยการใช้วิธีเซฟวิงอัลกอริทึม (Saving Algorithm) สามารถลดระยะทางรวม จำนวนเที่ยว และต้นทุนค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้าในแต่ละเดือนได้จริง ดังนั้นหากนำไปใช้จริงก็จะสามารถลดระยะทาง จำนวนเที่ยว และต้นทุนค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้าได้ แต่ก็ต้องนำเอาปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ซึ่งอยู่ภายนอกขอบเขตของวิจัยนี้ มาพิจารณาด้วย เช่น สภาพการจราจร สภาพอากาศ เป็นต้น

การทำวิจัยนี้ เป็นเพียงแนวทางในการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้กรณีศึกษา บริษัทไดนามิก ทรานสปอร์ต จำกัด โดยในงานวิจัยนี้ผู้จัดทำเลือกใช้ข้อมูลการขนส่งสินค้าแบบเปิดขนส่งหน้าตู้เฉพาะลูกค้ากลุ่มที่เป็นโรงงานอาหารสัตว์ของเครือซีพีเอฟ จำนวน 6 เดือน ของปี พ.ศ. 2561 คือเดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม เท่านั้น หากมีความต้องการนำไปจัดเส้นทางการขนส่งสินค้ากับลูกค้ากลุ่มอื่นก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการจัดเส้นทางในการขนส่งสินค้าต่างๆ ที่มีข้อจำกัดด้านน้ำหนักในการบรรทุกของยานพาหนะ และไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาในการขนส่ง โดยมีลักษณะของปัญหาเช่นเดียวกับงานวิจัยนี้ เนื้อหาภายในงานวิจัยนี้ก็อาจจะใช้เป็นแนวทางในการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าได้ รวมไปถึงบริษัททางธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการรับขนส่งสินค้า หรือบริษัทที่เป็นผู้ผลิตสินค้าเอง แนวทางการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางของงานวิจัยนี้ ก็อาจจะนำเอาไปประยุกต์ใช้ได้เช่นเดียวกัน

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.2.2.1 ควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องของรายละเอียดของสินค้า ปริมาตรของตัวสินค้า น้ำหนักของตัวสินค้า ที่อยู่ของลูกค้า ตำแหน่งพิกัดละติจูด/ลองจิจูด

5.2.2.2 ควรมีการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมถึงเรื่องของต้นทุนทางด้านอื่น เช่น ต้นทุนด้านค่าแรง เป็นต้น

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กาญจนา ลิ้มวัฒนากุล (2558). การจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าและการจัดการพื้นที่ที่รถบรรทุก 4 ล้อ สำหรับขนส่งน้ำมันหล่อลื่น. (สารนิพนธ์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- ณัฏพร ไชยเสนา. (2560). การจัดเส้นทางรถขนส่งด้วยวิธีเมตาฮีริสติกส์ กรณีศึกษา บริษัทผู้ให้บริการขนส่งทางด้านโลจิสติกส์. (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
- พลอยพรรณ ศรีกิจการ และ อรุโไร แสงสว่าง. (2556). การออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเส้นทางเดินรถขนส่งเครื่องสำอาง. (วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา). 7, 2 (ธันวาคม 2556)
- ภคพร ผงทอง. (2559). การวางแผนเส้นทางรถขนส่งโดยใช้เซฟวิ่งอัลกอริทึม กรณีศึกษาเส้นทางรถขนส่งขยะ อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี. (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
- วัลลภ รัตนถาวร และ สิริง ปรีชานนท์. (2553). ปัญหาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าแบบพลวัต โดยมีข้อจำกัดด้านขนาด. (วารสารวิศวกรรมศาสตร์). 2, 1 (กุมภาพันธ์ 2553)
- วิไลวรรณ แก่นสาร และ สมบัติ สินธุเชานัน. (2556). การเปรียบเทียบวิธีการฮีริสติกส์ สำหรับระบบการจัดการขยะ (วารสารวิชาการ Thai VCML). 6, 2 (ธันวาคม 2556).
- อรประไพ จารุพัฒน์ และ ปวีณา เขาวลิตวงศ์ (2556). ฮีริสติกส์สำหรับการจัดเส้นทางเดินรถแบบเปิดเพื่อลดต้นทุนการขนส่ง (วารสารวิศวกรรมศาสตร์). (ISSN: 1906-3636) 4,3 (31 พฤษภาคม 2556)



ภาคผนวก ก.
ข้อมูลการหาค่าความประหยัด
(เดือนพฤษภาคม – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561)



ข้อมูลการหาค่าความประหยัด ในแต่ละวันที่มีการขนส่งสินค้า จำนวน 6 เดือน ของปี พ.ศ.

2561 คือเดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม

3/05/61		0	1	2	4	6		
		0	25.2	24.6	22.3	62.2		
		25.2	0	22.8	43.5	82.7		
		48.0	22.8	0	23.6	63.6		
		68.7	43.5	23.6	0	47.6		
		107.9	82.7	63.6	47.6	0		
S(2,4)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(2,4)
	=	24.6	+	25.2	+	43.5	-	23.6
	=	69.7						
S(4,2)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(4,2)
	=	22.3	+	25.2	+	22.8	-	23.6
	=	46.7						
S(2,6)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(2,6)
	=	24.6	+	25.2	+	82.7	-	63.6
	=	68.9						
S(6,2)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(6,2)
	=	62.2	+	25.2	+	22.8	-	63.6
	=	46.6						
S(4,6)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(4,6)
	=	22.3	+	25.2	+	82.7	-	47.6
	=	82.6						
S(6,4)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(6,4)
	=	62.2	+	25.2	+	43.5	-	47.6
	=	83.3						

10/5/61		0	1	2	6	7	11	
	0	0	25.2	24.6	62.2	107	84.3	
	1	25.2	0	22.8	82.7	114	99.6	
	2	24.6	22.8	0	63.6	128	98.6	
	6	62.2	82.7	63.6	0	164	60.5	
	7	107	114	128	164	0	169	
	11	84.3	99.6	98.6	60.5	169	0	
S(2,11)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(2,11)
	=	24.6	+	25.2	+	99.6	-	98.6
	=	50.8						
S(11,2)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(11,2)
	=	84.3	+	25.2	+	22.8	-	98.6
	=	33.7						
S(2,6)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(2,6)
	=	24.6	+	25.2	+	82.7	-	63.6
	=	68.9						
S(6,2)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(6,2)
	=	62.2	+	25.2	+	22.8	-	63.6
	=	46.6						
S(6,11)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(6,11)
	=	62.2	+	25.2	+	99.6	-	60.5
	=	126.5						
S(11,6)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(11,6)
	=	84.3	+	25.2	+	82.7	-	60.5
	=	131.7						

S(2,7)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(2,7)
	=	24.6	+	25.2	+	114.0	-	128.0
	=	35.8						
S(7,2)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(7,2)
	=	107.0	+	25.2	+	22.8	-	128.0
	=	27.0						
S(6,7)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(6,7)
	=	62.2	+	25.2	+	114.0	-	164.0
	=	37.4						
S(7,6)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(7,6)
	=	107.0	+	25.2	+	82.7	-	164.0
	=	50.9						
S(7,11)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(7,11)
	=	107.0	+	25.2	+	99.6	-	169.0
	=	62.8						
S(11,7)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(11,7)
	=	84.3	+	25.2	+	114.0	-	169.0
	=	54.5						

11/5/61		0	1	2	3	6	12	
	0	0	25.2	24.6	46	62.2	129	
	1	25.2	0	22.8	31.4	82.7	137	
	2	24.6	22.8	0	28.4	63.6	150	
	3	46	31.4	28.4	0	76.1	156	
	6	62.2	82.7	63.6	76.1	0	186	
	12	129	137	150	156	186	0	
S(2,3)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(2,3)
	=	24.6	+	25.2	+	31.4	-	28.4
	=	52.8						
S(3,2)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(3,2)
	=	46.0	+	25.2	+	22.8	-	28.4
	=	65.6						
S(2,6)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(2,6)
	=	24.6	+	25.2	+	82.7	-	63.6
	=	68.9						
S(6,2)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(6,2)
	=	62.2	+	25.2	+	22.8	-	63.6
	=	46.6						
S(2,12)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(2,12)
	=	24.6	+	25.2	+	137.0	-	150.0
	=	36.8						
S(12,2)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(12,2)
	=	129.0	+	25.2	+	22.8	-	150.0
	=	27.0						

S(3,6)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(3,6)
	=	46.0	+	25.2	+	82.7	-	76.1
	=	77.8						
S(6,3)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(6,3)
	=	62.2	+	25.2	+	31.4	-	76.1
	=	42.7						
S(3,12)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(3,12)
	=	46.0	+	25.2	+	137.0	-	156.0
	=	52.2						
S(12,3)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(12,3)
	=	129.0	+	25.2	+	31.4	-	156.0
	=	29.6						
S(6,12)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(6,12)
	=	62.2	+	25.2	+	137.0	-	186.0
	=	38.4						
S(12,6)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(12,6)
	=	129.0	+	25.2	+	82.7	-	186.0
	=	50.9						

16/5/61		0	1	2	5	6	13	14
	0	0	25.2	24.6	24.6	62.2	77.1	139
	1	25.2	0	22.8	45.8	82.7	76.9	148
	2	24.6	22.8	0	25.9	63.6	97.4	160
	5	24.6	45.8	25.9	0	50.9	108	179
	6	62.2	82.7	63.6	50.9	0	135	196
	13	77.1	76.9	97.4	108	135	0	83.9
	14	139	148	160	179	196	83.9	0
S(2,5)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(2,5)
	=	24.6	+	25.2	+	45.8	-	25.9
	=	69.7						
S(5,2)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(5,2)
	=	24.6	+	25.2	+	22.8	-	25.9
	=	46.7						
S(2,6)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(2,6)
	=	24.6	+	25.2	+	82.7	-	63.6
	=	68.9						
S(6,2)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(6,2)
	=	62.2	+	25.2	+	22.8	-	63.6
	=	46.6						
S(2,13)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(2,13)
	=	24.6	+	25.2	+	76.9	-	97.4
	=	29.3						
S(13,2)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(13,2)
	=	77.1	+	25.2	+	22.8	-	97.4
	=	27.7						

S(2,14)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(2,14)
	=	24.6	+	25.2	+	148.0	-	160.0
	=	37.8						
S(14,2)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(14,2)
	=	139.0	+	25.2	+	22.8	-	160.0
	=	27.0						
S(5,6)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(5,6)
	=	24.6	+	25.2	+	82.7	-	50.9
	=	81.6						
S(6,5)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(6,5)
	=	62.2	+	25.2	+	45.8	-	50.9
	=	82.3						
S(5,13)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(5,13)
	=	24.6	+	25.2	+	76.9	-	108.0
	=	18.7						
S(13,5)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(13,5)
	=	77.1	+	25.2	+	45.8	-	108.0
	=	40.1						
S(5,14)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(5,14)
	=	24.6	+	25.2	+	148.0	-	179.0
	=	18.8						
S(14,5)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(14,5)
	=	139.0	+	25.2	+	45.8	-	179.0
	=	31.0						

S(6,13)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(6,13)
	=	62.2	+	25.2	+	76.9	-	135.0
	=	29.3						
S(13,6)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(13,6)
	=	77.1	+	25.2	+	82.7	-	135.0
	=	50.0						
S(6,14)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(6,14)
	=	62.2	+	25.2	+	148.0	-	196.0
	=	39.4						
S(14,6)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(14,6)
	=	139.0	+	25.2	+	82.7	-	196.0
	=	50.9						
S(13,14)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(13,14)
	=	77.1	+	25.2	+	148.0	-	83.9
	=	166.4						
S(14,13)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(14,13)
	=	139.0	+	25.2	+	76.9	-	83.9
	=	157.2						

17/5/61			0	1	9	13	
		0	0	25.2	102	77.1	
		1	25.2	0	86.9	76.9	
		9	102	86.9	0	163	
		13	77.1	76.9	163	0	
S(9,13)	=	d(0,9)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	- d(9,13)
	=	102.0	+	25.2	+	76.9	- 163.0
	=	41.1					
S(13,9)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,9)	- d(13,9)
	=	77.1	+	25.2	+	86.9	- 163.0
	=	26.2					

22/5/61			0	1	2	7	15	
		0	0	25.2	24.6	107	240	
		1	25.2	0	22.8	114	240	
		2	24.6	22.8	0	128	261	
		7	107	114	128	0	156	
		15	240	240	261	156	0	
S(2,7)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	- d(2,7)	
	=	24.6	+	25.2	+	114.0	- 128.0	
	=	35.8						
S(7,2)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	- d(7,2)	
	=	107.0	+	25.2	+	22.8	- 128.0	
	=	27.0						

S(2,15)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,15)	-	d(2,15)
	=	24.6	+	25.2	+	240.0	-	261.0
	=	28.8						
S(15,2)	=	d(0,15)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(15,2)
	=	240.0	+	25.2	+	22.8	-	261.0
	=	27.0						
S(7,15)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,15)	-	d(7,15)
	=	107.0	+	25.2	+	240.0	-	156.0
	=	216.2						
S(15,7)	=	d(0,15)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(15,7)
	=	240.0	+	25.2	+	114.0	-	156.0
	=	223.2						

28/5/61		0	1	7	12	17		
	0	0	25.2	107	129	432		
	1	25.2	0	114	137	432		
	7	107	114	0	27.2	350		
	12	129	137	27.2	0	334		
	17	432	432	350	334	0		
S(7,12)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(7,12)
	=	107.0	+	25.2	+	137.0	-	27.2
	=	242.0						
S(12,7)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(12,7)
	=	129.0	+	25.2	+	114.0	-	27.2
	=	241.0						

S(7,17)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,17)	-	d(7,17)
	=	107.0	+	25.2	+	432.0	-	350.0
	=	214.2						
S(17,7)	=	d(0,17)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(17,7)
	=	432.0	+	25.2	+	114.0	-	350.0
	=	221.2						
S(12,17)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,17)	-	d(12,17)
	=	129.0	+	25.2	+	432.0	-	334.0
	=	252.2						
S(17,12)	=	d(0,17)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(17,12)
	=	432.0	+	25.2	+	137.0	-	334.0
	=	260.2						

6/6/61		0	1	5	6			
	0	0	25.2	24.6	62.2			
	1	25.2	0	45.8	82.7			
	5	24.6	45.8	0	50.9			
	6	62.2	82.7	50.9	0			
S(5,6)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(5,6)
	=	24.6	+	25.2	+	82.7	-	50.9
	=	81.6						
S(6,5)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(6,5)
	=	62.2	+	25.2	+	45.8	-	50.9
	=	82.3						

13/6/61			0	1	2	12	14	
		0	0	25.2	24.6	129	139	
		1	25.2	0	22.8	137	148	
		2	24.6	22.8	0	150	160	
		12	129	137	150	0	11	
		14	139	148	160	11	0	
S(2,12)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(2,12)
	=	24.6	+	25.2	+	137.0	-	150.0
	=	36.8						
S(12,2)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(12,2)
	=	129.0	+	25.2	+	22.8	-	150.0
	=	27.0						
S(2,14)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(2,14)
	=	24.6	+	25.2	+	148.0	-	160.0
	=	37.8						
S(14,2)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(14,2)
	=	139.0	+	25.2	+	22.8	-	160.0
	=	27.0						
S(12,14)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(12,14)
	=	129.0	+	25.2	+	148.0	-	11.0
	=	291.2						
S(14,12)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(14,12)
	=	139.0	+	25.2	+	137.0	-	11.0
	=	290.2						

14/6/61		0	1	4	6	8	11	
	0	0	25.2	22.3	62.2	91.1	84.3	
	1	25.2	0	43.5	82.7	103	99.6	
	4	22.3	43.5	0	47.6	126	86	
	6	62.2	82.7	47.6	0	148	60.5	
	8	91.1	103	126	148	0	149	
	11	84.3	99.6	86	60.5	149	0	
S(4,6)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(4,6)
	=	22.3	+	25.2	+	82.7	-	47.6
	=	82.6						
S(6,4)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(6,4)
	=	62.2	+	25.2	+	43.5	-	47.6
	=	83.3						
S(4,8)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,8)	-	d(4,8)
	=	22.3	+	25.2	+	103.0	-	126.0
	=	24.5						
S(8,4)	=	d(0,8)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(8,4)
	=	91.1	+	25.2	+	43.5	-	126.0
	=	33.8						
S(4,11)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(4,11)
	=	22.3	+	25.2	+	99.6	-	86.0
	=	61.1						
S(11,4)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(11,4)
	=	84.3	+	25.2	+	43.5	-	86.0
	=	67.0						

S(6,8)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,8)	-	d(6,8)
	=	62.2	+	25.2	+	103.0	-	148.0
	=	42.4						
S(8,6)	=	d(0,8)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(8,6)
	=	91.1	+	25.2	+	82.7	-	148.0
	=	51.0						
S(6,11)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(6,11)
	=	62.2	+	25.2	+	99.6	-	60.5
	=	126.5						
S(11,6)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(11,6)
	=	84.3	+	25.2	+	82.7	-	60.5
	=	131.7						
S(8,11)	=	d(0,8)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(8,11)
	=	91.1	+	25.2	+	99.6	-	149.0
	=	66.9						
S(11,8)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,8)	-	d(11,8)
	=	84.3	+	25.2	+	103.0	-	149.0
	=	63.5						

28/6/61		0	1	3	5	7	10	14
	0	0	25.2	46	24.6	107	110	139
	1	25.2	0	31.4	45.8	114	94.2	148
	3	46	31.4	0	38.4	133	82.9	166
	5	24.6	45.8	38.4	0	138	113	179
	7	107	114	133	138	0	177	37.1
	10	110	94.2	82.9	113	177	0	212
	14	139	148	166	179	37.1	212	0

S(3,5)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(3,5)
	=	46.0	+	25.2	+	45.8	-	38.4
	=	78.6						
S(5,3)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(5,3)
	=	24.6	+	25.2	+	31.4	-	38.4
	=	42.8						
S(3,7)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(3,7)
	=	46.0	+	25.2	+	114.0	-	133.0
	=	52.2						
S(7,3)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(7,3)
	=	107.0	+	25.2	+	31.4	-	133.0
	=	30.6						
S(3,10)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,10)	-	d(3,10)
	=	46.0	+	25.2	+	94.2	-	82.9
	=	82.5						
S(10,3)	=	d(0,10)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(10,3)
	=	110.0	+	25.2	+	31.4	-	82.9
	=	83.7						
S(3,14)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(3,14)
	=	46.0	+	25.2	+	148.0	-	166.0
	=	53.2						
S(14,3)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(14,3)
	=	139.0	+	25.2	+	31.4	-	166.0
	=	29.6						
S(5,7)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(5,7)
	=	24.6	+	25.2	+	114.0	-	138.0
	=	25.8						

S(7,5)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(7,5)
	=	107.0	+	25.2	+	45.8	-	138.0
	=	40.0						
S(5,10)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,10)	-	d(5,10)
	=	24.6	+	25.2	+	94.2	-	113.0
	=	31.0						
S(10,5)	=	d(0,10)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(10,5)
	=	110.0	+	25.2	+	45.8	-	113.0
	=	68.0						
S(5,14)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(5,14)
	=	24.6	+	25.2	+	148.0	-	179.0
	=	18.8						
S(14,5)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(14,5)
	=	139.0	+	25.2	+	45.8	-	179.0
	=	31.0						
S(7,10)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,10)	-	d(7,10)
	=	107.0	+	25.2	+	94.2	-	177.0
	=	49.4						
S(10,7)	=	d(0,10)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(10,7)
	=	110.0	+	25.2	+	114.0	-	177.0
	=	72.2						
S(7,14)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(7,14)
	=	107.0	+	25.2	+	148.0	-	37.1
	=	243.1						
S(14,7)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(14,7)
	=	139.0	+	25.2	+	114.0	-	37.1
	=	241.1						

S(10,14)	=	d(0,10)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(10,14)
	=	110.0	+	25.2	+	148.0	-	212.0
	=	71.2						
S(14,10)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,10)	-	d(14,10)
	=	139.0	+	25.2	+	94.2	-	212.0
	=	46.4						

5/7/61		0	1	7	12	15		
	0	0	25.2	107	129	240		
	1	25.2	0	114	137	240		
	7	107	114	0	27.2	156		
	12	129	137	27.2	0	160		
	15	240	240	156	160	0		
S(7,12)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(7,12)
	=	107.0	+	25.2	+	137.0	-	27.2
	=	242.0						
S(12,7)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(12,7)
	=	129.0	+	25.2	+	114.0	-	27.2
	=	241.0						
S(7,15)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,15)	-	d(7,15)
	=	107.0	+	25.2	+	240.0	-	156.0
	=	216.2						
S(15,7)	=	d(0,15)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(15,7)
	=	240.0	+	25.2	+	114.0	-	156.0
	=	223.2						

S(12,15)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,15)	-	d(12,15)
	=	129.0	+	25.2	+	240.0	-	160.0
	=	234.2						
S(15,12)	=	d(0,15)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(15,12)
	=	240.0	+	25.2	+	137.0	-	160.0
	=	242.2						
S(7,11)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(7,11)
	=	107.0	+	25.2	+	99.6	-	169.0
	=	62.8						
S(11,7)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(11,7)
	=	84.3	+	25.2	+	114.0	-	169.0
	=	54.5						

11/7/61		0	1	2	8			
	0	0	25.2	24.6	91.1			
	1	25.2	0	22.8	103			
	2	24.6	22.8	0	112			
	8	91.1	103	112	0			
S(2,8)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,8)	-	d(2,8)
	=	24.6	+	25.2	+	103.0	-	112.0
	=	40.8						
S(8,2)	=	d(0,8)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(8,2)
	=	91.1	+	25.2	+	22.8	-	112.0
	=	27.1						

13/7/61		0	1	3	6	11	13	16
	0	0	25.2	46	62.2	84.3	77.1	236
	1	25.2	0	31.4	82.7	99.6	76.9	236
	3	46	31.4	0	76.1	117	96.1	255
	6	62.2	82.7	76.1	0	60.5	135	294
	11	84.3	99.6	117	60.5	0	134	297
	13	77.1	76.9	96.1	135	134	0	170
	16	236	236	255	294	297	170	0
S(3,6)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(3,6)
	=	46.0	+	25.2	+	82.7	-	76.1
	=	77.8						
S(6,3)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(6,3)
	=	62.2	+	25.2	+	31.4	-	76.1
	=	42.7						
S(3,11)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(3,11)
	=	46.0	+	25.2	+	99.6	-	117.0
	=	53.8						
S(11,3)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(11,3)
	=	84.3	+	25.2	+	31.4	-	117.0
	=	23.9						
S(3,13)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(3,13)
	=	46.0	+	25.2	+	76.9	-	96.1
	=	52.0						
S(13,3)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(13,3)
	=	77.1	+	25.2	+	31.4	-	96.1
	=	37.6						

S(3,16)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,16)	-	d(3,16)
	=	46.0	+	25.2	+	236.0	-	255.0
	=	52.2						
S(16,3)	=	d(0,16)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(16,3)
	=	236.0	+	25.2	+	31.4	-	255.0
	=	37.6						
S(6,11)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(6,11)
	=	62.2	+	25.2	+	99.6	-	60.5
	=	126.5						
S(11,6)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(11,6)
	=	84.3	+	25.2	+	82.7	-	60.5
	=	131.7						
S(6,13)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(6,13)
	=	62.2	+	25.2	+	76.9	-	135.0
	=	29.3						
S(13,6)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(13,6)
	=	77.1	+	25.2	+	82.7	-	135.0
	=	50.0						
S(6,16)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,16)	-	d(6,16)
	=	62.2	+	25.2	+	236.0	-	294.0
	=	29.4						
S(16,6)	=	d(0,16)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(16,6)
	=	236.0	+	25.2	+	82.7	-	294.0
	=	49.9						
S(11,13)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(11,13)
	=	84.3	+	25.2	+	76.9	-	134.0
	=	52.4						

S(13,11)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(13,11)
	=	77.1	+	25.2	+	99.6	-	134.0
	=	67.9						
S(11,16)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,16)	-	d(11,16)
	=	84.3	+	25.2	+	236.0	-	297.0
	=	48.5						
S(16,11)	=	d(0,16)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(16,11)
	=	236.0	+	25.2	+	99.6	-	297.0
	=	63.8						
S(13,16)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,16)	-	d(13,16)
	=	77.1	+	25.2	+	236.0	-	170.0
	=	168.3						
S(16,13)	=	d(0,16)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(16,13)
	=	236.0	+	25.2	+	76.9	-	170.0
	=	168.1						

16/7/61		0	1	5	9			
	0	0	25.2	24.6	102			
	1	25.2	0	45.8	86.9			
	5	24.6	45.8	0	106			
	9	102	86.9	106	0			
S(5,9)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,9)	-	d(5,9)
	=	24.6	+	25.2	+	86.9	-	106.0
	=	30.7						
S(9,5)	=	d(0,9)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(9,5)
	=	102.0	+	25.2	+	45.8	-	106.0
	=	67.0						

18/7/61		0	1	2	4	7		
		0	25.2	24.6	22.3	107		
		25.2	0	22.8	43.5	114		
		24.6	22.8	0	23.6	128		
		22.3	43.5	23.6	0	139		
		107	114	128	139	0		
S(2,4)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(2,4)
	=	24.6	+	25.2	+	43.5	-	23.6
S(4,2)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(4,2)
	=	22.3	+	25.2	+	22.8	-	23.6
	=	46.7						
S(2,7)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(2,7)
	=	24.6	+	25.2	+	114.0	-	128.0
	=	35.8						
S(7,2)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(7,2)
	=	107.0	+	25.2	+	22.8	-	128.0
	=	27.0						
S(4,7)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(4,7)
	=	22.3	+	25.2	+	114.0	-	139.0
	=	22.5						
S(7,4)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(7,4)
	=	107.0	+	25.2	+	43.5	-	139.0
	=	36.7						

20/7/61			0	1	12	14	17	
		0	0	25.2	129	139	432	
		1	25.2	0	137	148	432	
		12	129	137	0	11	334	
		14	139	148	11	0	323	
		17	432	432	334	323	0	
S(12,14)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(12,14)
	=	129.0	+	25.2	+	148.0	-	11.0
	=	291.2						
S(14,12)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(14,12)
	=	139.0	+	25.2	+	137.0	-	11.0
	=	290.2						
S(12,17)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,17)	-	d(12,17)
	=	129.0	+	25.2	+	432.0	-	334.0
	=	252.2						
S(17,12)	=	d(0,17)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(17,12)
	=	432.0	+	25.2	+	137.0	-	334.0
	=	260.2						
S(14,17)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,17)	-	d(14,17)
	=	139.0	+	25.2	+	432.0	-	323.0
	=	273.2						
S(17,14)	=	d(0,17)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(17,14)
	=	432.0	+	25.2	+	148.0	-	323.0
	=	282.2						

31/7/61		0	1	2	6	7	11	
	0	0	25.2	24.6	62.2	107	84.3	
	1	25.2	0	22.8	82.7	114	99.6	
	2	24.6	22.8	0	63.6	128	98.6	
	6	62.2	82.7	63.6	0	164	60.5	
	7	107	114	128	164	0	169	
	11	84.3	99.6	98.6	60.5	169	0	
S(2,6)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(2,6)
	=	24.6	+	25.2	+	82.7	-	63.6
	=	68.9						
S(6,2)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(6,2)
	=	62.2	+	25.2	+	22.8	-	63.6
	=	46.6						
S(2,7)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(2,7)
	=	24.6	+	25.2	+	114.0	-	128.0
	=	35.8						
S(7,2)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(7,2)
	=	107.0	+	25.2	+	22.8	-	128.0
	=	27.0						
S(2,11)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(2,11)
	=	24.6	+	25.2	+	99.6	-	98.6
	=	50.8						
S(11,2)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(11,2)
	=	84.3	+	25.2	+	22.8	-	98.6
	=	33.7						

S(6,7)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(6,7)
	=	62.2	+	25.2	+	114.0	-	164.0
	=	37.4						
S(7,6)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(7,6)
	=	107.0	+	25.2	+	82.7	-	164.0
	=	50.9						
S(6,11)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(6,11)
	=	62.2	+	25.2	+	99.6	-	60.5
	=	126.5						
S(11,6)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(11,6)
	=	84.3	+	25.2	+	82.7	-	60.5
	=	131.7						
S(7,11)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(7,11)
	=	107.0	+	25.2	+	99.6	-	169.0
	=	62.8						
S(11,7)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(11,7)
	=	84.3	+	25.2	+	114.0	-	169.0
	=	54.5						

6/8/61		0	1	3	8	13
	0	0	25.2	46	91.1	77.1
	1	25.2	0	31.4	103	76.9
	3	46.0	31.4	0	122	96.1
	8	91.1	103	122	0	49
	13	77.1	76.9	96.1	49.0	0

S(3,8)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,8)	-	d(3,8)
	=	46.0	+	25.2	+	103.0	-	122.0
	=	52.2						
S(8,3)	=	d(0,8)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(8,3)
	=	91.1	+	25.2	+	31.4	-	122.0
	=	25.7						
S(3,13)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(3,13)
	=	46.0	+	25.2	+	76.9	-	96.1
	=	52.0						
S(13,3)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(13,3)
	=	77.1	+	25.2	+	31.4	-	96.1
	=	37.6						
S(8,13)	=	d(0,8)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(8,13)
	=	91.1	+	25.2	+	76.9	-	49.0
	=	144.2						
S(13,8)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,8)	-	d(13,8)
	=	77.1	+	25.2	+	103.0	-	49.0
	=	156.3						

8/8/61		0	1	5	9	10	
	0	0	25.2	24.6	102	110	
	1	25.2	0	45.8	86.9	94.2	
	5	24.6	45.8	0	106	113	
	9	102	86.9	106	0	47.6	
	10	110	94.2	113	47.6	0	

S(5,9)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,9)	-	d(5,9)
	=	24.6	+	25.2	+	86.9	-	106.0
	=	30.7						
S(9,5)	=	d(0,9)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(9,5)
	=	102.0	+	25.2	+	45.8	-	106.0
	=	67.0						
S(5,10)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,10)	-	d(5,10)
	=	24.6	+	25.2	+	94.2	-	113.0
	=	31.0						
S(10,5)	=	d(0,10)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(10,5)
	=	110.0	+	25.2	+	45.8	-	113.0
	=	68.0						
S(9,10)	=	d(0,9)	+	d(0,1)	+	d(1,10)	-	d(9,10)
	=	102.0	+	25.2	+	94.2	-	47.6
	=	173.8						
S(10,9)	=	d(0,10)	+	d(0,1)	+	d(1,9)	-	d(10,9)
	=	110.0	+	25.2	+	86.9	-	47.6
	=	174.5						

9/8/61		0	1	2	4	12	15
	0	0	25.2	24.6	22.3	129	240
	1	25.2	0	22.8	43.5	137	240
	2	24.6	22.8	0	23.6	150	261
	4	22.3	43.5	23.6	0	169	273
	12	129	137	150	169	0	160
	15	240	240	261	273	160	0

S(2,4)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(2,4)
	=	24.6	+	25.2	+	43.5	-	23.6
	=	69.7						
S(4,2)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(4,2)
	=	22.3	+	25.2	+	22.8	-	23.6
	=	46.7						
S(2,12)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(2,12)
	=	24.6	+	25.2	+	137.0	-	150.0
	=	36.8						
S(12,2)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(12,2)
	=	129.0	+	25.2	+	22.8	-	150.0
	=	27.0						
S(2,15)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,15)	-	d(2,15)
	=	24.6	+	25.2	+	240.0	-	261.0
	=	28.8						
S(15,2)	=	d(0,15)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(15,2)
	=	240.0	+	25.2	+	22.8	-	261.0
	=	27.0						
S(4,12)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(4,12)
	=	22.3	+	25.2	+	137.0	-	169.0
	=	15.5						
S(12,4)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(12,4)
	=	129.0	+	25.2	+	43.5	-	169.0
	=	28.7						
S(4,15)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,15)	-	d(4,15)
	=	22.3	+	25.2	+	240.0	-	273.0
	=	14.5						

S(15,4)	=	d(0,15)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(15,4)
	=	240.0	+	25.2	+	43.5	-	273.0
	=	35.7						
S(12,15)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,15)	-	d(12,15)
	=	129.0	+	25.2	+	240.0	-	160.0
	=	234.2						
S(15,12)	=	d(0,15)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(15,12)
	=	240.0	+	25.2	+	137.0	-	160.0
	=	242.2						

10/8/61		0	1	6	14			
	0	0	25.2	62.2	139			
	1	25.2	0	82.7	148			
	6	62.2	82.7	0	196			
	14	139	148	196	0			
S(6,14)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(6,14)
	=	62.2	+	25.2	+	148.0	-	196.0
	=	39.4						
S(14,6)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(14,6)
	=	139.0	+	25.2	+	82.7	-	196.0
	=	50.9						

22/8/61			0	1	8	16	
		0	0	25.2	91.1	236	
		1	25.2	0	103	236	
		8	91.1	103	0	171	
		16	236	236	171	0	
S(8,16)	=	d(0,8)	+	d(0,1)	+	d(1,16)	- d(8,16)
	=	91.1	+	25.2	+	236.0	- 171.0
	=	181.3					
S(16,8)	=	d(0,16)	+	d(0,1)	+	d(1,8)	- d(16,8)
	=	236.0	+	25.2	+	103.0	- 171.0
	=	193.2					

27/8/61			0	1	2	7	12	
		0	0	25.2	24.6	107	129	
		1	25.2	0	22.8	114	137	
		2	24.6	22.8	0	128	150	
		7	107	114	128	0	27.2	
		12	129	137	150	27.2	0	
S(2,7)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	- d(2,7)	
	=	24.6	+	25.2	+	114.0	- 128.0	
	=	35.8						
S(7,2)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	- d(7,2)	
	=	107.0	+	25.2	+	22.8	- 128.0	
	=	27.0						

S(2,12)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(2,12)
	=	24.6	+	25.2	+	137.0	-	150.0
	=	36.8						
S(12,2)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(12,2)
	=	129.0	+	25.2	+	22.8	-	150.0
	=	27.0						
S(7,12)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(7,12)
	=	107.0	+	25.2	+	137.0	-	27.2
	=	242.0						
S(12,7)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(12,7)
	=	129.0	+	25.2	+	114.0	-	27.2
	=	241.0						

30/8/61		0	1	3	5	11	17	
	0	0	25.2	46	24.6	84.3	432	
	1	25.2	0	31.4	45.8	99.6	432	
	3	46	31.4	0	38.4	117	455	
	5	24.6	45.8	38.4	0	84.9	465	
	11	84.3	99.6	117	84.9	0	493	
	17	432	432	455	465	493	0	
S(3,5)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(3,5)
	=	46.0	+	25.2	+	45.8	-	38.4
	=	78.6						
S(5,3)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(5,3)
	=	24.6	+	25.2	+	31.4	-	38.4
	=	42.8						

S(3,11)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(3,11)
	=	46.0	+	25.2	+	99.6	-	117.0
	=	53.8						
S(11,3)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(11,3)
	=	84.3	+	25.2	+	31.4	-	117.0
	=	23.9						
S(3,17)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,17)	-	d(3,17)
	=	46.0	+	25.2	+	432.0	-	455.0
	=	48.2						
S(17,3)	=	d(0,17)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(17,3)
	=	432.0	+	25.2	+	31.4	-	455.0
	=	33.6						
S(5,11)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(5,11)
	=	24.6	+	25.2	+	99.6	-	84.9
	=	64.5						
S(11,5)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(11,5)
	=	84.3	+	25.2	+	45.8	-	84.9
	=	70.4						
S(5,17)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,17)	-	d(5,17)
	=	24.6	+	25.2	+	432.0	-	465.0
	=	16.8						
S(17,5)	=	d(0,17)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(17,5)
	=	432.0	+	25.2	+	45.8	-	465.0
	=	38.0						
S(11,17)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,17)	-	d(11,17)
	=	84.3	+	25.2	+	432.0	-	493.0
	=	48.5						

S(17,11)	=	d(0,17)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(17,11)
	=	432.0	+	25.2	+	99.6	-	493.0
	=	63.8						

6/9/61		0	1	7	12	15		
	0	0	25.2	107	129	240		
	1	25.2	0	114	137	240		
	7	107	114	0	27.2	156		
	12	129	137	27.2	0	160		
	15	240	240	156	160	0		
S(7,12)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(7,12)
	=	107.0	+	25.2	+	137.0	-	27.2
	=	242.0						
S(12,7)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(12,7)
	=	129.0	+	25.2	+	114.0	-	27.2
	=	241.0						
S(7,15)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,15)	-	d(7,15)
	=	107.0	+	25.2	+	240.0	-	156.0
	=	216.2						
S(15,7)	=	d(0,15)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(15,7)
	=	240.0	+	25.2	+	114.0	-	156.0
	=	223.2						
S(12,15)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,15)	-	d(12,15)
	=	129.0	+	25.2	+	240.0	-	160.0
	=	234.2						

S(15,12)	=	d(0,15)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(15,12)
	=	240.0	+	25.2	+	137.0	-	160.0
	=	242.2						

7/9/61		0	1	2	6	8	11	
	0	0	25.2	24.6	62.2	91.1	84.3	
	1	25.2	0	22.8	82.7	103	99.6	
	2	24.6	22.8	0	63.6	112	98.6	
	6	62.2	82.7	63.6	0	148	60.5	
	8	91.1	103	112	148	0	149	
	11	84.3	99.6	98.6	60.5	149	0	
S(2,6)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(2,6)
	=	24.6	+	25.2	+	82.7	-	63.6
	=	68.9						
S(6,2)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(6,2)
	=	62.2	+	25.2	+	22.8	-	63.6
	=	46.6						
S(2,8)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,8)	-	d(2,8)
	=	24.6	+	25.2	+	103.0	-	112.0
	=	40.8						
S(8,2)	=	d(0,8)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(8,2)
	=	91.1	+	25.2	+	22.8	-	112.0
	=	27.1						
S(2,11)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(2,11)
	=	24.6	+	25.2	+	99.6	-	98.6
	=	50.8						

S(11,2)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(11,2)
	=	84.3	+	25.2	+	22.8	-	98.6
	=	33.7						
S(6,8)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,8)	-	d(6,8)
	=	62.2	+	25.2	+	103.0	-	148.0
	=	42.4						
S(8,6)	=	d(0,8)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(8,6)
	=	91.1	+	25.2	+	82.7	-	148.0
	=	51.0						
S(6,11)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(6,11)
	=	62.2	+	25.2	+	99.6	-	60.5
	=	126.5						
S(11,6)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(11,6)
	=	84.3	+	25.2	+	82.7	-	60.5
	=	131.7						
S(8,11)	=	d(0,8)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(8,11)
	=	91.1	+	25.2	+	99.6	-	149.0
	=	66.9						
S(11,8)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,8)	-	d(11,8)
	=	84.3	+	25.2	+	103.0	-	149.0
	=	63.5						

19/9/61		0	1	4	9	10	13	14
	0	0	25.2	22.3	102	110	77.1	139
	1	25.2	0	43.5	86.9	94.2	76.9	148
	4	22.3	43.5	0	107	115	109	183
	9	102	86.9	107	0	47.6	163	223
	10	110	94.2	115	47.6	0	153	212
	13	77.1	76.9	109	163	153	0	83.9
	14	139	148	183	223	212	83.9	0
S(4,9)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,9)	-	d(4,9)
	=	22.3	+	25.2	+	86.9	-	107.0
	=	27.4						
S(9,4)	=	d(0,9)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(9,4)
	=	102.0	+	25.2	+	43.5	-	107.0
	=	63.7						
S(4,10)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,10)	-	d(4,10)
	=	22.3	+	25.2	+	94.2	-	115.0
	=	26.7						
S(10,4)	=	d(0,10)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(10,4)
	=	110.0	+	25.2	+	43.5	-	115.0
	=	63.7						
S(4,13)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(4,13)
	=	22.3	+	25.2	+	76.9	-	109.0
	=	15.4						
S(13,4)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(13,4)
	=	77.1	+	25.2	+	43.5	-	109.0
	=	36.8						

S(4,14)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(4,14)
	=	22.3	+	25.2	+	148.0	-	183.0
	=	12.5						
S(14,4)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(14,4)
	=	139.0	+	25.2	+	43.5	-	183.0
	=	24.7						
S(9,10)	=	d(0,9)	+	d(0,1)	+	d(1,10)	-	d(9,10)
	=	102.0	+	25.2	+	94.2	-	47.6
	=	173.8						
S(10,9)	=	d(0,10)	+	d(0,1)	+	d(1,9)	-	d(10,9)
	=	110.0	+	25.2	+	86.9	-	47.6
	=	174.5						
S(9,13)	=	d(0,9)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(9,13)
	=	102.0	+	25.2	+	76.9	-	163.0
	=	41.1						
S(13,9)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,9)	-	d(13,9)
	=	77.1	+	25.2	+	86.9	-	163.0
	=	26.2						
S(9,14)	=	d(0,9)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(9,14)
	=	102.0	+	25.2	+	148.0	-	223.0
	=	52.2						
S(14,9)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,9)	-	d(14,9)
	=	139.0	+	25.2	+	86.9	-	223.0
	=	28.1						
S(10,13)	=	d(0,10)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(10,13)
	=	110.0	+	25.2	+	76.9	-	153.0
	=	59.1						

S(13,10)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,10)	-	d(13,10)
	=	77.1	+	25.2	+	94.2	-	153.0
	=	43.5						
S(10,14)	=	d(0,10)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(10,14)
	=	110.0	+	25.2	+	148.0	-	212.0
	=	71.2						
S(14,10)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,10)	-	d(14,10)
	=	139.0	+	25.2	+	94.2	-	212.0
	=	46.4						
S(13,14)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(13,14)
	=	77.1	+	25.2	+	148.0	-	83.9
	=	166.4						
S(14,13)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(14,13)
	=	139.0	+	25.2	+	76.9	-	83.9
	=	157.2						

30/9/61		0	1	3	5	7	16	
	0	0	25.2	46	24.6	107	236	
	1	25.2	0	31.4	45.8	114	236	
	3	46	31.4	0	38.4	133	255	
	5	24.6	45.8	38.4	0	138	272	
	7	107	114	133	138	0	154	
	16	236	236	255	272	154	0	
S(3,5)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(3,5)
	=	46.0	+	25.2	+	45.8	-	38.4
	=	78.6						

S(5,3)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(5,3)
	=	24.6	+	25.2	+	31.4	-	38.4
	=	42.8						
S(3,7)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(3,7)
	=	46.0	+	25.2	+	114.0	-	133.0
	=	52.2						
S(7,3)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(7,3)
	=	107.0	+	25.2	+	31.4	-	133.0
	=	30.6						
S(3,16)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,16)	-	d(3,16)
	=	46.0	+	25.2	+	236.0	-	255.0
	=	52.2						
S(16,3)	=	d(0,16)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(16,3)
	=	236.0	+	25.2	+	31.4	-	255.0
	=	37.6						
S(5,7)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(5,7)
	=	24.6	+	25.2	+	114.0	-	138.0
	=	25.8						
S(7,5)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(7,5)
	=	107.0	+	25.2	+	45.8	-	138.0
	=	40.0						
S(5,16)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,16)	-	d(5,16)
	=	24.6	+	25.2	+	236.0	-	272.0
	=	13.8						
S(16,5)	=	d(0,16)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(16,5)
	=	236.0	+	25.2	+	45.8	-	272.0
	=	35.0						

S(7,16)	=	d(0,7)	+	d(0,1)	+	d(1,16)	-	d(7,16)
	=	107.0	+	25.2	+	236.0	-	154.0
	=	214.2						
S(16,7)	=	d(0,16)	+	d(0,1)	+	d(1,7)	-	d(16,7)
	=	236.0	+	25.2	+	114.0	-	154.0
	=	221.2						

1/10/61			0	1	2	6	12	
		0	0	25.2	24.6	62.2	129	
		1	25.2	0	22.8	82.7	137	
		2	24.6	22.8	0	63.6	150	
		6	62.2	82.7	63.6	0	186	
		12	129	137	150	186	0	
S(2,6)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(2,6)
	=	24.6	+	25.2	+	82.7	-	63.6
	=	68.9						
S(6,2)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(6,2)
	=	62.2	+	25.2	+	22.8	-	63.6
	=	46.6						
S(2,12)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(2,12)
	=	24.6	+	25.2	+	137.0	-	150.0
	=	36.8						
S(12,2)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(12,2)
	=	129.0	+	25.2	+	22.8	-	150.0
	=	27.0						

S(6,12)	=	d(0,6)	+	d(0,1)	+	d(1,12)	-	d(6,12)
	=	62.2	+	25.2	+	137.0	-	186.0
	=	38.4						
S(12,6)	=	d(0,12)	+	d(0,1)	+	d(1,6)	-	d(12,6)
	=	129.0	+	25.2	+	82.7	-	186.0
	=	50.9						

10/10/61		0	1	4	8	11	13	
	0	0	25.2	22.3	91.1	84.3	77.1	
	1	25.2	0	43.5	103	99.6	76.9	
	4	22.3	43.5	0	126	86	109	
	8	91.1	103	126	0	149	49	
	11	84.3	99.6	86	149	0	134	
	13	77.1	76.9	109	49	134	0	
S(4,8)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,8)	-	d(4,8)
	=	22.3	+	25.2	+	103.0	-	126.0
	=	24.5						
S(8,4)	=	d(0,8)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(8,4)
	=	91.1	+	25.2	+	43.5	-	126.0
	=	33.8						
S(4,11)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(4,11)
	=	22.3	+	25.2	+	99.6	-	86.0
	=	61.1						
S(11,4)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(11,4)
	=	84.3	+	25.2	+	43.5	-	86.0
	=	67.0						

S(4,13)	=	d(0,4)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(4,13)
	=	22.3	+	25.2	+	76.9	-	109.0
	=	15.4						
S(13,4)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,4)	-	d(13,4)
	=	77.1	+	25.2	+	43.5	-	109.0
	=	36.8						
S(8,11)	=	d(0,8)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(8,11)
	=	91.1	+	25.2	+	99.6	-	149.0
	=	66.9						
S(11,8)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,8)	-	d(11,8)
	=	84.3	+	25.2	+	103.0	-	149.0
	=	63.5						
S(8,13)	=	d(0,8)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(8,13)
	=	91.1	+	25.2	+	76.9	-	49.0
	=	144.2						
S(13,8)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,8)	-	d(13,8)
	=	77.1	+	25.2	+	103.0	-	49.0
	=	156.3						
S(11,13)	=	d(0,11)	+	d(0,1)	+	d(1,13)	-	d(11,13)
	=	84.3	+	25.2	+	76.9	-	134.0
	=	52.4						
S(13,11)	=	d(0,13)	+	d(0,1)	+	d(1,11)	-	d(13,11)
	=	77.1	+	25.2	+	99.6	-	134.0
	=	67.9						

11/10/61		0	1	14	15	17		
		0	25.2	139	240	432		
		25.2	0	148	240	432		
		139	148	0	155	323		
		240	240	155	0	201		
		432	432	323	201	0		
S(14,15)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,15)	-	d(14,15)
	=	139.0	+	25.2	+	240.0	-	155.0
	=	249.2						
S(15,14)	=	d(0,15)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(15,14)
	=	240.0	+	25.2	+	148.0	-	155.0
	=	258.2						
S(14,17)	=	d(0,14)	+	d(0,1)	+	d(1,17)	-	d(14,17)
	=	139.0	+	25.2	+	432.0	-	323.0
	=	273.2						
S(17,14)	=	d(0,17)	+	d(0,1)	+	d(1,14)	-	d(17,14)
	=	432.0	+	25.2	+	148.0	-	323.0
	=	282.2						
S(15,17)	=	d(0,15)	+	d(0,1)	+	d(1,17)	-	d(15,17)
	=	240.0	+	25.2	+	432.0	-	201.0
	=	496.2						
S(17,15)	=	d(0,17)	+	d(0,1)	+	d(1,15)	-	d(17,15)
	=	432.0	+	25.2	+	240.0	-	201.0
	=	496.2						

31/10/61		0	1	2	3	5	9	10
	0	0	25.2	24.6	46	24.6	102	110
	1	25.2	0	22.8	31.4	45.8	86.9	94.2
	2	24.6	22.8	0	28.4	25.9	84.2	91.5
	3	46	31.4	28.4	0	38.4	75.5	82.9
	5	24.6	45.8	25.9	38.4	0	106	113
	9	102	86.9	84.2	75.5	106	0	47.6
	10	110	94.2	91.5	82.9	113	47.6	0
S(2,3)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(2,3)
	=	24.6	+	25.2	+	31.4	-	28.4
	=	52.8						
S(3,2)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(3,2)
	=	46.0	+	25.2	+	22.8	-	28.4
	=	65.6						
S(2,5)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(2,5)
	=	24.6	+	25.2	+	45.8	-	25.9
	=	69.7						
S(5,2)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(5,2)
	=	24.6	+	25.2	+	22.8	-	25.9
	=	46.7						
S(2,9)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,9)	-	d(2,9)
	=	24.6	+	25.2	+	86.9	-	84.2
	=	52.5						
S(9,2)	=	d(0,9)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(9,2)
	=	102.0	+	25.2	+	22.8	-	84.2
	=	65.8						

S(2,10)	=	d(0,2)	+	d(0,1)	+	d(1,10)	-	d(2,10)
	=	24.6	+	25.2	+	94.2	-	91.5
	=	52.5						
S(10,2)	=	d(0,10)	+	d(0,1)	+	d(1,2)	-	d(10,2)
	=	110.0	+	25.2	+	22.8	-	91.5
	=	66.5						
S(3,5)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(3,5)
	=	46.0	+	25.2	+	45.8	-	38.4
	=	78.6						
S(5,3)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(5,3)
	=	24.6	+	25.2	+	31.4	-	38.4
	=	42.8						
S(3,9)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,9)	-	d(3,9)
	=	46.0	+	25.2	+	86.9	-	75.5
	=	82.6						
S(9,3)	=	d(0,9)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(9,3)
	=	102.0	+	25.2	+	31.4	-	75.5
	=	83.1						
S(3,10)	=	d(0,3)	+	d(0,1)	+	d(1,10)	-	d(3,10)
	=	46.0	+	25.2	+	94.2	-	82.9
	=	82.5						
S(10,3)	=	d(0,10)	+	d(0,1)	+	d(1,3)	-	d(10,3)
	=	110.0	+	25.2	+	31.4	-	82.9
	=	83.7						
S(5,9)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,9)	-	d(5,9)
	=	24.6	+	25.2	+	86.9	-	106.0
	=	30.7						

S(9,5)	=	d(0,9)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(9,5)
	=	102.0	+	25.2	+	45.8	-	106.0
	=	67.0						
S(5,10)	=	d(0,5)	+	d(0,1)	+	d(1,10)	-	d(5,10)
	=	24.6	+	25.2	+	94.2	-	113.0
	=	31.0						
S(10,5)	=	d(0,10)	+	d(0,1)	+	d(1,5)	-	d(10,5)
	=	110.0	+	25.2	+	45.8	-	113.0
	=	68.0						
S(9,10)	=	d(0,9)	+	d(0,1)	+	d(1,10)	-	d(9,10)
	=	102.0	+	25.2	+	94.2	-	47.6
	=	173.8						
S(10,9)	=	d(0,10)	+	d(0,1)	+	d(1,9)	-	d(10,9)
	=	110.0	+	25.2	+	86.9	-	47.6
	=	174.5						

ภาคผนวก ข.

ราคาน้ำมัน ปตท. (เดือนพฤษภาคม – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561)



ราคาขายปลีก กทม.และปริมณฑล ประจำปี พ.ศ. 2561

(หน่วยแสดงเป็น บาท/ลิตร ยกเว้น NGV เป็นบาท/กก.)

วันที่-เวลา	Gasoline 95	Gasohol 91	Gasohol 95	Gasohol E20	Gasohol E85	UltraForce Diesel	UltraForce Premium Diesel	ดีเซล แก๊ส	PTT NGV
01 พ.ค. 2561 05:00	36.06	28.68	28.95	26.44	20.84	28.29	31.29		13.57
08 พ.ค. 2561 05:00	35.66	28.28	28.55	26.04	20.64	28.29	31.29		13.57
11 พ.ค. 2561 05:00	36.26	28.88	29.15	26.64	21.04	28.89	31.89		13.57
16 พ.ค. 2561 00:01	36.26	28.88	29.15	26.64	21.04	28.89	31.89		14.14
17 พ.ค. 2561 05:00	36.76	29.38	29.65	27.14	21.34	29.39	32.39		14.14
19 พ.ค. 2561 05:00	37.36	29.98	30.25	27.74	21.74	29.79	32.79		14.14
26 พ.ค. 2561 05:00	36.86	29.48	29.75	27.24	21.44	29.29	32.29		14.14
29 พ.ค. 2561 05:00	36.36	28.98	29.25	26.74	21.14	28.79	31.79		14.14
16 มิ.ย. 2561 00:01	36.36	28.98	29.25	26.74	21.14	28.79	31.79		14.06
07 ก.ค. 2561 05:00	36.76	29.38	29.65	26.74	21.14	29.19	32.19		14.06
10 ก.ค. 2561 05:00	36.76	29.38	29.65	26.74	21.14	29.09	32.09		14.06
16 ก.ค. 2561 00:01	36.76	29.38	29.65	26.74	21.14	29.09	32.09		14.29
17 ก.ค. 2561 05:00	36.26	28.88	29.15	26.24	20.84	28.59	31.59		14.29
24 ก.ค. 2561 05:00	36.66	29.28	29.55	26.64	21.04	28.99	31.99		14.29
27 ก.ค. 2561 05:00	37.16	29.78	30.05	27.14	21.34	29.49	32.49		14.29
03 ส.ค. 2561 05:00	36.76	29.38	29.65	26.74	21.14	29.09	32.09		14.29
09 ส.ค. 2561 05:00	37.16	29.78	30.05	27.14	21.34	29.49	32.49		14.29
15 ส.ค. 2561 05:00	36.86	29.48	29.75	26.84	21.19	29.19	32.19		14.29
16 ส.ค. 2561 00:01	36.86	29.48	29.75	26.84	21.19	29.19	32.19		14.58
17 ส.ค. 2561 05:00	36.56	29.18	29.45	26.54	21.04	28.89	31.89		14.58
18 ส.ค. 2561 05:00	36.86	29.48	29.75	26.84	21.19	28.89	31.89		14.58
21 ส.ค. 2561 05:00	36.86	29.48	29.75	26.74	21.19	28.89	31.89		14.58
22 ส.ค. 2561 05:00	36.86	29.48	29.75	26.74	21.19	29.19	32.19		14.58
25 ส.ค. 2561 05:00	37.26	29.88	30.15	27.14	21.39	29.19	32.19		14.58
28 ส.ค. 2561 05:00	37.26	29.88	30.15	27.14	21.39	29.59	32.59		14.58

วันที่-เวลา	Gasoline 95	Gasohol 91	Gasohol 95	Gasohol E20	Gasohol E85	UltraForce Diesel	UltraForce Premium Diesel	ดีเซล ป่าม	PTT NGV
01 ก.ย. 2561 05:00	37.66	30.28	30.55	27.54	21.59	29.59	32.59		14.58
04 ก.ย. 2561 05:00	37.66	30.28	30.55	27.54	21.59	29.89	32.89		14.58
13 ก.ย. 2561 05:00	38.06	30.68	30.95	27.94	21.79	29.89	32.89		14.58
16 ก.ย. 2561 00:01	38.06	30.68	30.95	27.94	21.79	29.89	32.89		15.13
20 ก.ย. 2561 05:00	37.76	30.38	30.65	27.64	21.64	29.59	32.59		15.13
26 ก.ย. 2561 05:00	38.26	30.88	31.15	28.14	21.94	29.89	32.89		15.13
01 ก.ย. 2561 05:00	37.66	30.28	30.55	27.54	21.59	29.59	32.59		14.58
04 ก.ย. 2561 05:00	37.66	30.28	30.55	27.54	21.59	29.89	32.89		14.58
13 ก.ย. 2561 05:00	38.06	30.68	30.95	27.94	21.79	29.89	32.89		14.58
16 ก.ย. 2561 00:01	38.06	30.68	30.95	27.94	21.79	29.89	32.89		15.13
20 ก.ย. 2561 05:00	37.76	30.38	30.65	27.64	21.64	29.59	32.59		15.13
26 ก.ย. 2561 05:00	38.26	30.88	31.15	28.14	21.94	29.89	32.89		15.13

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

ประวัติการศึกษา

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ขวัญชนก วิเชียร

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี

: วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์Inbound Customer Service Staff OOCL
(Thailand) Ltd.