

การลดค่าใช้จ่ายการขนส่งโดยการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสม สำหรับ
การติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์

รัชฎ์ สายหยุด

การศึกษารายบุคคลนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี
และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2563

**Reducing Transportation Costs by Appropriate Routing Vehicles
for Installation of Telephone Transmitters**

Ratch Saiyud



**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**

2020



ใบรับรองการศึกษารายบุคคล

วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อการศึกษารายบุคคล การลดค่าใช้จ่ายการขนส่งโดยการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสม
สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์

เสนอโดย รัชฎ์ สายหยุด

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภรัชชัย วรรณันท์

ได้พิจารณาเห็นชอบ โดยคณะกรรมการสอบการศึกษารายบุคคลแล้ว


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชีรเดช วุฒิพรพันธ์)


.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภรัชชัย วรรณันท์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กิรติพรานนท์)
คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
วันที่ 23 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2563

หัวข้อการศึกษารายบุคคล	การลดค่าใช้จ่ายการขนส่งโดยการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสม สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์
ชื่อผู้เขียน	รัชฎ์ สายหยุด
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาแนวทางการลดค่าใช้จ่ายการขนส่งอุปกรณ์ สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์ ของบริษัท อีริคสัน ไทยแลนด์ ด้วยการจัดเส้นทางยานพาหนะด้วยวิธีการประหยัด Clarke and Wright (1964) และใช้รถบรรทุกขนาด 6 ล้อในการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้ง โดยมีคลังสินค้ากลาง 1 แห่ง ที่นิคมอุตสาหกรรม นวนคร อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี (Single Depot) ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าค่าใช้จ่ายการขนส่งอุปกรณ์ขึ้นอยู่กับจำนวนสถานีที่จะต้องติดตั้งในแต่ละสัปดาห์ซึ่งการติดตั้งในแต่ละสัปดาห์มีจำนวนสถานีที่ไม่เท่ากัน และไม่แน่นอน เปลี่ยนไปตามความเหมาะสมในแต่ละราย (Vehicle Routing Problem with Stochastic Demands: VRPSD) และการคำนวณหาเส้นทางการขนส่งอุปกรณ์จะแตกต่างกันตามสถานที่ที่ต้องไปส่งของ โดยจำนวนอุปกรณ์ที่ต้องขนส่งทั้งหมดมีจำนวน 7,975 ชุด นับตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561 รวมทั้งหมด 31 สัปดาห์ ได้จำนวนเส้นทางทั้งหมด 376 เส้นทาง จากนั้นนำเส้นทางที่ได้มาคำนวณเป็นค่าใช้จ่ายในการขนส่งอุปกรณ์ โดย 1 เส้นทางเริ่มต้นที่ราคา 3,500 บาท สำหรับการใช้อัตรรถบรรทุก 6 ล้อขนส่งอุปกรณ์ภายในเขตกรุงเทพ และบริเวณใกล้เคียง ซึ่งระยะทางไม่เกิน 300 กิโลเมตร และมีการเพิ่มเติมในกรณีที่ต้องไปส่งอุปกรณ์เกิน 2 จุดขึ้นไป โดยคิดราคาเพิ่มเติม จุดละ 600 บาท และค่าใช้จ่ายสำหรับคนขนของในแต่ละรอบ รอบละ 2,000 บาท ซึ่งค่าใช้จ่ายในการขนส่งโดยการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสมรวมทั้งหมดเท่ากับ 2,305,600 บาท เปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายแบบเดิมที่ผู้รับเหมารายย่อยเข้าไปรับอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งเองที่คลังสินค้า ราคา ชุดละ 1,000 บาท รวมทั้งหมดจะได้เท่ากับ 7,975,000 บาท เท่ากับว่าลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งอุปกรณ์ลง 5,669,400 บาท หรือเท่ากับ 71.09 %

Individual Study Title	Reducing Transportation Costs by Appropriate Routing Vehicles for Installation of Telephone Transmitters.
Author	Ratch Saiyud
Individual Study Advisor	Suparatchai Vorarat , Ph.D
Department	Engineering Management.
Academic Year	2019

ABSTRACT

This document focuses on the method to reduce the transportation cost for telephone transmitters installation equipments of Ericsson Thailand by using The Saving algorithm of Clarke and Wright method (1964) in order to calculate the transportation route of 6 wheels truck. From the collective data, there is 1 central warehouse at Nava Nakorn Industrial Estate, Khlong Luang District Pathum Thani Province (Single Depot). The researcher have analyzed and found that the cost of equipment transportation depend on the amount of installed stations that have to be done in each week, which are uncertainly (Vehicle Routing Problem with Stochastic Demands: VRPSD). To calculate equipment transportation, the researcher used 7,975 sets recorded from 1st Jun 2018 to 31st December 2018 or 31 weeks and found 376 routes in total, then used them to calculate transportation expense as 3,500 baht per route for 6 wheels truck which is not more than 300 kilometers in Bangkok and metropolitan area. There will be an extra cost for multiple stops as 600 bath each and also 2,000 baht per manpower. The appropriate amount of transportation cost compare with traditional cost that uses sub-contractor to pick up the installation equipment at the warehouse as 1,000 baht per set are 2,305,600 baht and 7,975,000 respectively. From the document, the researcher found that selected method can reduce transportation cost at 5,669,400 baht or 71.09%.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษารายบุคคลฉบับนี้ จะไม่สามารถสำเร็จลงได้เลย ถ้าปราศจากการช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณทุกท่าน ความอนุเคราะห์อย่างยิ่งที่เกี่ยวเนื่องและช่วยเหลือตลอดการทำการศึกษารายบุคคลจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณและจารึกพระคุณนี้ไว้ในความทรงจำอย่างมิรู้ลืมเถื่อนว่า ความสำเร็จในครั้งนี้เกิดขึ้น ได้ด้วยความกรุณาจากท่านอาจารย์ และคำแนะนำจากท่านอาจารย์มีส่วนอย่างมากที่ทำให้งานวิจัยครั้งนี้มีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

ในส่วนของบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่กรุณาให้ความเอื้อเฟื้อในส่วนของคุณค่าเพื่อศึกษาวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบคุณ ดร. ณัฐพัชร์ อารีรัชกุลกานต์ อาจารย์ประจำวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่ให้คำแนะนำ และช่วยให้คำปรึกษา จนการศึกษารายบุคคลฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีจากการศึกษารายบุคคลฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดามารดาที่ให้กำเนิดและเลี้ยงดูให้การศึกษา ตลอดจนครูบาอาจารย์ผู้มีพระคุณทุกท่าน และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อบรมดูแล ที่เป็นจุดเริ่มต้น เป็นรากฐานการศึกษาในงานด้านวิชาการก่อสร้างให้แก่ผู้วิจัย

สารบัญ

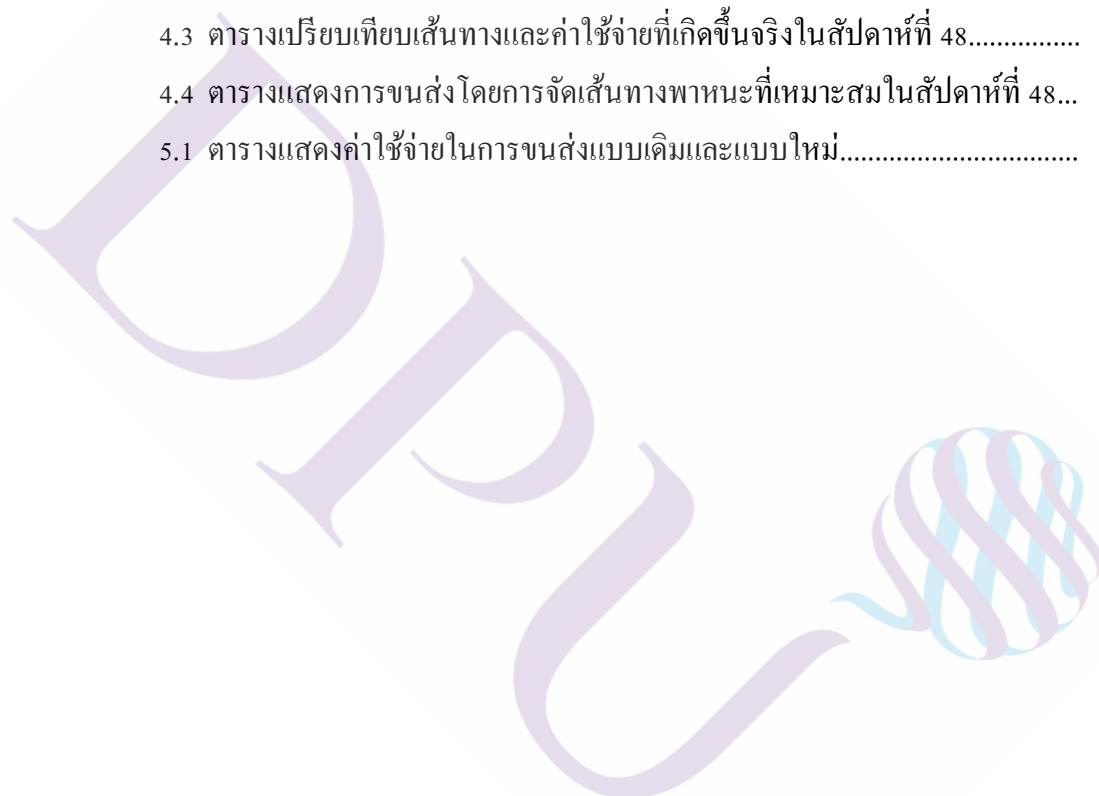
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาหรือวิจัย.....	5
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.5 ระเบียบวิธีการศึกษา.....	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 การขนส่งด้วยรถบรรทุก.....	7
2.2 รูปแบบการออกแบบการขนส่ง.....	9
2.3 ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่ง.....	10
2.4 ทฤษฎีปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่ง (Vehicle Routing Problem : VRP).....	11
2.5 การจัดเส้นทางยานพาหนะด้วยวิธีการประหยัด.....	16
2.6 การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) ที่เกี่ยวข้อง.....	16
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	19
3.1 การวิจัย.....	19
3.2 ขั้นตอนสำหรับการติดตั้งติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่.....	22
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	26
3.4 คุณลักษณะของซอฟต์แวร์ Google Maps และ Microsoft Excel.....	27
3.5 เอกสารเพื่อใช้ในการรับอุปกรณ์และเอกสารเพื่อใช้ในการบอกเส้นทาง.....	28

สารบัญ

บทที่	หน้า
3.6 การคำนวณเส้นทาง.....	32
3.7 คำนวณค่าใช้จ่ายในการขนส่ง.....	39
3.8 ระบุเส้นทางหลังจากการคำนวณ.....	39
4. ผลการดำเนินงาน.....	42
4.1 ผลการจัดเส้นทาง.....	42
4.2 ผลการคำนวณค่าใช้จ่าย.....	44
4.3 ผลการจัดเส้นทางที่ใช้จริงเปรียบเทียบกับเส้นทางเดิม.....	49
5. สรุปและข้อเสนอแนะ.....	53
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	53
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	55
บรรณานุกรม.....	57
ภาคผนวก.....	60
ก. ตารางระยะทางที่ใช้ในการวิจัย.....	61
ข. ตารางแสดงรายละเอียดการจัดเส้นทาง.....	79
ประวัติผู้เขียน.....	98

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 จำนวนสถานีฐานรับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์ของผู้ให้บริการ DTAC ตั้งแต่เริ่มโครงการในวันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561.....	3
3.1 ข้อมูลชื่อ ที่อยู่ และเบอร์โทรศัพท์ของผู้รับเหมา.....	32
4.1 ตารางแสดงค่าขนส่งแบบเดิม.....	45
4.2 ตารางแสดงค่าขนส่งแบบใหม่.....	47
4.3 ตารางเปรียบเทียบเส้นทางและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงในสัปดาห์ที่ 48.....	49
4.4 ตารางแสดงการขนส่งโดยการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสมในสัปดาห์ที่ 48...	50
5.1 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการขนส่งแบบเดิมและแบบใหม่.....	53



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 จำนวนสถานีจำหน่ายรายผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่.....	2
2.1 ลักษณะปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง.....	13
2.2 ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งแบบระบุน้ำหนักและข้อจำกัดของระยะทาง.....	14
3.1 ตัวอย่างข้อมูลที่อยู่ของผู้รับเหมารายย่อย.....	20
3.2 ตัวอย่างจำนวนสินค้าที่ต้องขนส่งในแต่ละสัปดาห์.....	21
3.3 ขั้นตอนการทำงานของกรติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเดิม.....	23
3.4 ขั้นตอนการทำงานของกรติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบใหม่.....	25
3.5 ตัวอย่างแผนที่ Google Maps.....	27
3.6 ตัวอย่างการใช้ Microsoft Excel.....	28
3.7 ตัวอย่างเอกสารเพื่อใช้ในการรับอุปกรณ์.....	29
3.8 ตัวอย่างเอกสารเพื่อใช้ในการบอกเส้นทาง.....	31
3.9 ตัวอย่างระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง.....	36
3.10 ตัวอย่างการคำนวณหาเมตริกซ์ค่าประหยัด.....	37
3.11 ตัวอย่างการหาเส้นทางที่ประหยัดที่สุดโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย.....	38
3.12 ตัวอย่างการจัดเรียงเส้นทางของรถบรรทุก.....	38
3.13 ตัวอย่างการคำนวณค่าใช้จ่ายในการขนส่งในแต่ละสัปดาห์.....	39
3.14 ตัวอย่างเอกสารเพื่อใช้ในการบอกเส้นทางในการส่งของ.....	40
4.1 ภาพแสดงเส้นทางกรขนส่งอุปกรณ์หลังจากคำนวณเส้นทางแล้ว.....	42
4.2 กราฟแสดงจำนวนเส้นทางของกรขนส่งในแต่ละสัปดาห์.....	43
4.3 กระบวนการติดตั้งอุปกรณ์โทรศัพท์แบบเดิม.....	42
4.4 กระบวนการติดตั้งอุปกรณ์โทรศัพท์แบบใหม่.....	47
4.5 เส้นทางกรขนส่งแบบเดิม.....	51
4.6 เส้นทางกรขนส่งแบบใหม่.....	52

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน โทรศัพท์เคลื่อนที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก เนื่องจากสามารถใช้ในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูงได้ ช่วยตอบสนองความต้องการให้แก่ผู้ใช้งานได้อย่างหลากหลายมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานในด้านการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม ใช้ในเชิงธุรกิจและการทำธุรกรรมทางการเงินต่างๆ รวมไปถึงสื่อบันเทิงออนไลน์และโซเชียลมีเดียต่างๆ ที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องจะในทุกๆ กิจกรรมของผู้ใช้โทรศัพท์ ทำให้ผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จำเป็นต้องขยายจุดให้บริการสัญญาณเพื่อครอบคลุมพื้นที่และมีประสิทธิภาพ เพื่อรองรับความต้องการของผู้ใช้งานที่เพิ่มสูงขึ้นทั้งจำนวนของผู้ใช้งานและคุณภาพของสัญญาณเพื่อตอบสนองต่อการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สูงขึ้น

ผู้ที่ได้รับใบอนุญาตคลื่นความถี่ 2100 MHz ทั้ง 3 ราย แต่ละรายต่างขยายหรือติดตั้งโครงข่ายของตนเองอย่างต่อเนื่อง เพื่อการให้บริการที่มีความครอบคลุมพื้นที่ของผู้ใช้บริการมากที่สุด อีกทั้งเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามข้อกำหนดของการอนุญาตในระยะที่ 2 ซึ่งกำหนดให้ผู้ได้รับใบอนุญาตจะต้องจัดให้มีโครงข่ายโทรคมนาคมเพื่อให้บริการภายใต้ขอบเขตการอนุญาตให้ครอบคลุมจำนวนประชากร ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนประชากรทั้งหมด ภายใน 4 ปี นับจากวันที่ได้รับใบอนุญาตแล้ว และมีการครบรอบ 4 ปี เมื่อวันที่ 7 ธันวาคมปี 2559 ที่ผ่านมา พบว่า คลื่น ความถี่ 2100 MHz มีสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ครอบคลุม จำนวนประชากรมากที่สุดถึงร้อยละ 98.72 ซึ่งไตรมาสนี้ มีสถานีฐานคลื่นความถี่ 2100 MHz อยู่ที่ 63,870 สถานี หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.94 เมื่อเทียบกับไตรมาสก่อนหน้า และเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.19 เมื่อเทียบกับไตรมาสเดียวกัน ของปีที่ผ่านมา โดยผู้ให้บริการที่มีสถานีฐานมากที่สุดคือ AWN คิดเป็นร้อยละ 51.64 ของจำนวนสถานีฐานทั้งหมด คลื่นความถี่ 2100 MHz รองลงมาเป็น DTN และเป็น TUC ตามลำดับ

ผู้ที่ได้รับใบอนุญาตคลื่นความถี่ 1800 MHz ที่มีผู้ที่ได้รับ ใบอนุญาต 2 ราย โดยมีเงื่อนไขในใบอนุญาตกำหนดให้ ครอบคลุมจำนวนประชากรไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของ จำนวนประชากรทั้งหมดภายใน 4 ปี นับจากวันที่ได้รับ ใบอนุญาตแล้ว และครอบคลุมจำนวนประชากรไม่

น้อยกว่า ร้อยละ 50 ของจำนวนประชากรทั้งหมดภายใน 8 ปี นับ จากวันที่ได้รับใบอนุญาตแล้ว และไตรมาสนี้มีจำนวนสถานี ฐานทั้งหมด 30,726 สถานี ซึ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.56 เมื่อ เทียบกับ ไตรมาสก่อนหน้า โดยผู้ให้บริการที่มีสถานีฐาน มากที่สุดคือ AWN

ผู้ที่ได้รับ ใบอนุญาตคลื่นความถี่ 900 MHz ที่มีผู้ที่ได้รับ ใบอนุญาต 2 ราย โดยมี เงื่อนไขในใบอนุญาตกำหนดให้ ครอบคลุมจำนวนประชากรไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของ จำนวน ประชากรทั้งหมดภายใน 4 ปี นับจากวันที่ได้รับ ใบอนุญาตแล้ว และครอบคลุมจำนวนประชากรไม่ น้อยกว่า ร้อยละ 80 ของจำนวนประชากรทั้งหมดภายใน 8 ปี นับ จากวันที่ได้รับใบอนุญาตแล้ว ซึ่ง ไตรมาสนี้มีจำนวนสถานี ฐานแล้วทั้งหมด 31,264 สถานี ซึ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 20.20 เมื่อเทียบกับไตร มาสก่อนหน้า โดยผู้ให้บริการที่มีสถานีฐาน มากที่สุดคือ AWN แสดงดังภาพ

รายการ	1Q2560	2Q2560	3Q2560	4Q2560	1Q2561	% เปลี่ยนแปลง YoY	% เปลี่ยนแปลง QoQ
2100 MHz							
AWN	29,894	30,094	30,874	30,874	32,982	10.33%	6.83%
DTN	13,215	14,536	15,490	17,438	18,821	42.42%	7.93%
TUC	11,390	12,245	11,871	11,978	12,067	5.94%	0.74%
รวม	54,499	56,875	58,235	60,290	63,870	17.19%	5.94%
1800 MHz							
AWN	19,958	20,628	21,932	21,932	23,262	16.55%	6.06%
TUC	5,716	6,305	7,062	7,453	7,464	30.58%	0.15%
รวม	25,674	26,933	28,994	29,385	30,726	19.68%	4.56%
900 MHz							
AWN	6,883	8,090	10,697	10,697	15,760	128.97%	47.33%
TUC	10,248	10,606	11,246	15,312	15,504	51.29%	1.25%
รวม	17,131	18,696	21,943	26,009	31,264	82.50%	20.20%

ภาพที่ 1.1 จำนวนสถานีจำแนกรายผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่

ที่มา : ส่วนศูนย์ข้อมูลและวิจัยเศรษฐกิจโทรคมนาคม สำนักวิชาการและการจัดการทรัพยากร โทรคมนาคม สำนักงาน กสทช.

ซึ่งในปัจจุบัน ผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ DTAC หรือ บริษัท โทเทิล แอ็ค เซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด และบริษัท ทีโอที จำกัด(มหาชน) ได้ลงนามในสัญญาเช่าเครื่องและ อุปกรณ์โทรคมนาคม และสัญญาการใช้บริการข้ามโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ภายในประเทศ ระบบ 2300 MHz อย่างเป็นทางการเรียบร้อยแล้ว เพื่อเปิดให้บริการ 4G LTE-TDD คลื่น 2300 MHz บน แบนด์วิดท์ที่กว้างที่สุดถึง 60 MHz เป็นครั้งแรกในประเทศไทย ความร่วมมือครั้งนี้ นับเป็นก้าว

สำคัญต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลของประเทศไทยให้ทัดเทียมกับประเทศชั้นนำของโลก เป็นประโยชน์ให้กับประเทศในการขับเคลื่อนนโยบายประเทศไทย 4.0 ซึ่งเป็นนโยบายหลักของรัฐบาลที่มีเป้าหมายเพื่อสร้างความเท่าเทียมและทั่วถึงในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงของประชาชนตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี นำเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามามีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนสร้างประโยชน์สูงสุดให้กับประชาชน รวมถึงเป็นประโยชน์ต่อทุกภาคส่วนในการใช้งานดาต้าที่เติบโตรวดเร็วอย่างต่อเนื่อง อีกทั้ง ยังเป็นการสร้างโอกาสทางธุรกิจ

โดย บริษัท โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด ได้มีการลงนามสัญญาฉบับเดียวกับบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อขยายพื้นที่ให้บริการสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเขตกรุงเทพมหานครและเขตจังหวัดรอบข้าง โดยสัญญาฉบับนี้ครอบคลุมถึงการอัปเดตและการขยายเครือข่าย 4G LTE-TDD คลื่น 2300 MHz ของ DTAC รวมถึง Network-roll out, Integration, Tuning และ Optimization โดยในเขตจังหวัดกรุงเทพและจังหวัดรอบข้าง มีจำนวนสถานีฐานรับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์ของผู้ให้บริการ DTAC ที่บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ได้รับมอบหมายให้มีการเข้าดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์ระบบ 4G LTE-TDD คลื่น 2300 MHz ตั้งแต่เริ่มโครงการในวันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561 นับเป็นสัปดาห์ที่ 22 จนถึงสัปดาห์ที่ 52 สิ้นสุดโครงการ ระยะเวลารวมทั้งหมดคือ 31 สัปดาห์ทั้งหมด 7,975 สถานี โดยมีการติดตั้งในจังหวัดรวมทั้งหมด 18 จังหวัด

ตารางที่ 1.1 จำนวนสถานีฐานรับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์ของผู้ให้บริการ DTAC ตั้งแต่เริ่มโครงการ ในวันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561

จังหวัด	จำนวนสถานี
กรุงเทพมหานคร	4,369
กาญจนบุรี	92
ละโว้งเทรล	253
นครนยล	72
นครปฐม	375
นนทบุรี	331
ปฐมธำนี	391

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

จังหวัด	จำนวนสถานี
พระนครศรีอยุธยา	314
ราชบุรี	252
ลพบุรี	92
สมุทรปราการ	376
สมุทรสงคราม	85
สมุทรสาคร	408
สระแก้ว	51
สระบุรี	177
สิงห์บุรี	52
สุพรรณบุรี	120
อ่างทอง	52
รวมทั้งหมด	7,975

โดยการเข้าดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์ของ บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ได้มีการว่าจ้างผู้รับเหมารายย่อยเพื่อเข้าดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์ระบบ 4G LTE-TDD คลื่น 2300 MHz ตามที่ บริษัท โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (DTAC) กำหนดโดยใช้ผู้รับเหมาทั้งสิ้นจำนวน 39 ราย ในการติดตั้ง โดยมีการตกลงราคาในส่วนของ การที่ผู้รับเหมารายย่อยเข้าไปรับอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งเองที่คลังสินค้า ในนิคมอุตสาหกรรมนวนคร อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี อยู่ที่ สถานีฐานละ 1,000 บาท ซึ่งเมื่อนำรายจ่ายในส่วนของ ค่าขนส่งมาคำนวณแล้ว บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าขนส่งให้กับผู้รับเหมารายย่อยสูงถึง 7,975,000 บาท โดยที่คิดจากจำนวนสถานีฐานที่ บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ได้รับมอบหมายจาก บริษัท โทเทิล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (DTAC) จนถึงปัจจุบันในระบบ 4G LTE-TDD คลื่น 2300 MHz เท่านั้น ซึ่งในอนาคต ทาง DTAC อาจจะมีการเพิ่มจำนวนสถานีฐานให้ครอบคลุมมากขึ้นอีก จึงทำให้จำนวนสถานีฐานที่ บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด จะได้รับมอบหมายให้เข้าดำเนินการติดตั้งก็จะเพิ่มขึ้น ซึ่งยิ่งทำให้จำนวนของค่าใช้จ่ายในส่วน

ของค่าขนส่งของผู้รับเหมารายย่อยก็สูงขึ้นตามจำนวนสถานีที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย จำนวนรายจ่ายของบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ที่เกิดขึ้นจำนวนมากทั้งในปัจจุบันและที่อาจจะเกิดขึ้นอีกในอนาคตที่เกิดจากการที่ผู้รับเหมารายย่อยเข้าไปรับอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์เองที่คลังสินค้าวนคร

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการเปลี่ยนแปลงการขนส่งแบบเดิมโดยที่ผู้รับเหมารายย่อย เป็นผู้เข้ามารับอุปกรณ์สำหรับติดตั้งระบบโทรศัพท์ที่คลังสินค้า เป็นการทำให้มีรถขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์จากคลังสินค้า ไปยังสถานประกอบการของผู้รับเหมา และนำการจัดเส้นทางของพาหนะเพื่อหาเส้นทางขนส่งที่เหมาะสม เพื่อต้องการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาหรือวิจัย

1. เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์
2. เพื่อจัดเส้นทางขนส่งและจัดจำนวนอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์ให้ได้ตามแผนงานการติดตั้งในแต่ละสัปดาห์

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. กำหนดให้คลังสินค้าที่นิคมอุตสาหกรรมนวนคร อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานีเป็นจุดกระจายอุปกรณ์ เพียงแห่งเดียว
2. แก้ปัญหาการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์โดยใช้รถบรรทุกขนาด 6 ล้อ
3. แก้ปัญหาการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์ในช่วงในวันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์จากคลังสินค้าไปยังสถานประกอบการผู้รับเหมารายย่อย
2. ลดการรอคอยของผู้รับเหมาในการเข้าไปรับของที่คลังสินค้าในกรณีที่มีจำนวนผู้รับเหมาเข้าพร้อมกันหลายราย

1.5 ระเบียบวิธีการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลสภาพปัจจุบันรวมถึงส่วนงานที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. เก็บข้อมูลและหาระยะทางโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel และ Google Map
4. วิเคราะห์เส้นทางขนส่งโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล (Microsoft Excel)
5. ทำการศึกษารายละเอียดของจำนวนรถบรรทุกและจำนวนที่จะต้องบรรทุก
6. นำปัญหาที่พบมาทำการแก้ไขและปรับปรุงระยะทางสำหรับการขนส่งจากคลังสินค้าที่นวนครไปยังสถานประกอบการผู้รับเหมารายย่อย
7. หาค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากเส้นทางที่รถบรรทุกใช้ในการส่งของ
8. ทำการทดลองเพิ่มเติมในส่วนของข้อมูลที่ยังไม่แน่นอน
9. สรุปผลการวิจัยและเสนอแนะ

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

โทรศัพท์เคลื่อนที่ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการสื่อสารสองทางผ่านโทรศัพท์มือถือใช้คลื่นวิทยุในการติดต่อกับเครือข่ายโทรศัพท์มือถือโดยผ่านสถานีฐาน โดยเครือข่ายของโทรศัพท์มือถือแต่ละผู้ให้บริการจะเชื่อมต่อกับเครือข่ายของโทรศัพท์บ้านและเครือข่ายโทรศัพท์มือถือของผู้ให้บริการอื่น

อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง คือ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ มีการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายหลาย ๆ เครือข่ายทั่วโลก โดยใช้ภาษาที่ใช้สื่อสารกันระหว่างคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า โพรโทคอล (protocol) ผู้ใช้เครือข่ายนี้สามารถสื่อสารถึงกันได้ในหลาย ๆ ทาง อาทิ อีเมล เว็บบอร์ด และสามารถสืบค้นข้อมูลและข่าวสารต่าง ๆ

กสทช. คือ เป็นหน่วยงานอิสระของรัฐ มีบทบาทหน้าที่ในการบริหารความถี่วิทยุเพื่อกิจการโทรคมนาคม และกำกับดูแลการประกอบกิจการโทรคมนาคม

ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ คือ ผู้ที่รับสัมประทานเพื่อให้บริการระบบ GSM, WCDMA, UMTS, LTE บนความถี่ 850,900,1800,2100,2300

สถานีฐาน คือ สถานีอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่
อุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์ คือ อุปกรณ์รับ-ส่งระบบโทรศัพท์ และอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบทั้งหมดภายในสถานีฐาน

ค่าขนส่งอุปกรณ์โทรศัพท์ คือ ค่าใช้จ่ายในการขนส่งอุปกรณ์โทรศัพท์ของบริษัท อีริคสัน จำกัด จากคลังสินค้าที่นวนคร เพื่อไปติดตั้งยังสถานีฐาน

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การขนส่งด้วยรถบรรทุก

การขนส่งมีหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นการขนส่งด้วยรถบรรทุก การขนส่งทางรถไฟ การขนส่งทางเครื่องบิน การขนส่งทางท่อและการขนส่งทางเรือ ซึ่งในประเทศไทยนิยมการขนส่งทางบกด้วยรถบรรทุกมากกว่าการขนส่งรูปแบบอื่น เนื่องจากมีความยืดหยุ่นสูง มีขนาดรถให้เลือกหลากหลายขนาดและเพื่อให้เหมาะสมตามสภาพสินค้าและสถานที่จัดส่ง เช่น การขนส่งในระยะทางไกลและสินค้ามีจำนวนมากจะใช้รถบรรทุก 18 ล้อ (Trailer) แต่ถ้าเป็นการขนส่งระยะใกล้จะนิยมใช้รถบรรทุก 4 หรือ 6 ล้อ รถบรรทุกเล็ก เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีรถบรรทุกเฉพาะกิจ เช่น รถบรรทุกของเหลว รถบรรทุกก๊าซ รถบรรทุกปรับอุณหภูมิสำหรับขนส่งสินค้าเน่าเสียง่าย อีกด้วยการขนส่งด้วยรถบรรทุก มีข้อได้เปรียบ ดังนี้

1) รวดเร็ว (Speed) การใช้รถบรรทุกขนส่งจัดเป็นการขนส่งที่มีความรวดเร็ว เนื่องจากขนส่งสินค้าได้ไม่มากทำให้ใช้เวลาในการขนถ่ายสินค้าเข้าและออกจากรถไม่มาก

2) เป็นการขนส่งแบบจากที่ถึงที่ (Door to Door Service) รถบรรทุกสามารถเดินทางไปตามถนนใหญ่ เล็ก หรือแม้ไม่มีถนนได้หากไม่มีสิ่งกีดขวางหรือสิ่งที่เป็นอุปสรรค ทำให้เข้าถึงสถานที่ที่ต้องการส่งสินค้าได้ดีกว่าการขนส่งแบบอื่นๆ และไม่ต้องขนถ่ายเปลี่ยนยานพาหนะ ช่วยในการลดการขนส่ง ทำให้สินค้าส่งมอบให้ลูกค้าได้เร็วขึ้นและลดค่าใช้จ่ายขนส่งที่เกิดจากการขนถ่ายซ้ำซ้อนและลดความเสียหายของสินค้าจากการขนถ่ายเพื่อเปลี่ยนยานพาหนะด้วย

3) เครือข่ายครอบคลุม (Extensive Road Network) การพัฒนาด้านการสร้างทางมีความก้าวหน้าและรวดเร็ว ทำให้มีการสร้างทางเชื่อมไม่ว่าจะเป็นระหว่างภูมิภาค จังหวัด อำเภอ ตำบลและหมู่บ้าน เรียกได้ว่าถนนไปถึงทุกพื้นที่ของประเทศไทย ดังนั้นเครือข่ายถนนที่เชื่อมโยงกันทำให้รถบรรทุกสามารถเข้าถึงได้ทุกแห่ง ในขณะที่การขนส่งในรูปแบบอื่นอาจมีข้อจำกัดในด้านเครือข่ายการให้บริการ

4) การแข่งขันสูง (High Competition) การประกอบกิจการขนส่งในประเทศไทยมีทั้งผู้ประกอบการสาธารณะและส่วนบุคคลจำนวนมาก ทำให้มีการแข่งขันกันค่อนข้างรุนแรงทั้ง

ทางด้านบริการและค่าขนส่ง ทำให้เราสามารถเลือกผู้ประกอบการที่มีประสิทธิภาพในราคาที่เหมาะสมได้

5) เกิดความเสียหายน้อย (Low Damage) เนื่องจากการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกมีความรวดเร็ว สินค้าอยู่บนรถบรรทุกในระยะเวลาอันสั้น

6) บรรทุกสินค้าปริมาณไม่มาก (Small Carrying Capacity) รถบรรทุกขนส่งสินค้าได้น้อยเมื่อเทียบกับรูปแบบการขนส่งอื่น ทำให้ใช้เวลาน้อยในการรวบรวมและส่งมอบสินค้ารวมทั้งขนถ่ายใช้เวลาน้อย สินค้าจึงถึงผู้รับเร็ว ซึ่งลดปริมาณสินค้าคงคลังของลูกค้าและเพิ่มระดับการบริการลูกค้า

7) สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า (Meeting Customer Requirements) ผู้ประกอบการขนส่งด้วยรถบรรทุกมีจำนวนมากและส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการรายย่อย ทำให้สามารถดูแลลูกค้าแต่ละรายได้มาก ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมนี้ยังคงให้บริการตอบสนองความต้องการของลูกค้าอย่างมั่นคง และผู้ส่งของก็ยังคงคาดหวังจากผู้ประกอบการที่จะให้การตอบสนองความต้องการที่ดียิ่งขึ้น

8) ทำให้การขนส่งสมบูรณ์ (Complete Transportation) การขนส่งรูปแบบอื่นไม่สามารถให้บริการสมบูรณ์ เช่น รถไฟให้บริการขนส่งแบบสถานีถึงสถานี หรือเรือให้บริการขนส่งแบบจากท่าเรือถึงท่าเรือ รถบรรทุกเป็นตัวเชื่อมต่อกับรูปแบบการขนส่งอื่นและทำให้การขนส่งสมบูรณ์ จึงกล่าวได้ว่ารถบรรทุกเป็นตัวประสานงานสากล (Universal Coordinators)

การขนส่งด้วยรถบรรทุก มีข้อเสียเปรียบ ดังนี้

1) ค่าขนส่งแพง (High Cost) รถบรรทุกมีต้นทุนสูง โดยเฉพาะ ต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น และค่าบำรุงรักษา ดังนั้น ค่าระวางรถบรรทุก จะสูงกว่าการขนส่งรูปแบบอื่นยกเว้นทางอากาศ แต่รถบรรทุกสามารถให้บริการแบบจากที่ถึงที่ จึงลดค่าใช้จ่ายการขนถ่ายเข้าช้อและลดเวลาเดินทางของสินค้าทำให้ลดต้นทุนสินค้าคงคลัง ดังนั้น บริษัทจะต้องพิจารณาจุดแลกเปลี่ยนได้กับเสีย (Trade-Offs) คือ ระหว่างค่าระวางสูงกับค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลังที่ลดลง เพื่อใช้ตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบการขนส่ง

2) บรรทุกสินค้าได้น้อย (Low Capacity) – ะวางรถบรรทุกจำกัดด้วยความยาวความสูง และน้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย รถบรรทุกจึงบรรทุกสินค้าได้น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกรขนส่งด้วยรถไฟหรือเรือ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมีการพัฒนารถบรรทุกให้มีความสามารถในการบรรทุกที่มากขึ้น เช่น รถพ่วง

3) อ่อนไหวต่อสภาพอากาศ (Weather Sensitive) – ภัยธรรมชาติอาจทำให้ถนนถูกตัดขาดรถบรรทุกวิ่งผ่านไม่ได้ มีผลให้การส่งมอบล่าช้าได้

จากข้อดีที่กล่าวมาในข้างต้น ทำให้เราเลือกที่จะใช้รถบรรทุกสินค้าเพื่อกระจายสินค้า จากคลังสินค้าไปยังลูกค้าปลายทางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เพราะมีระยะทางขนส่งที่ ใกล้และใช้เวลาไม่มาก

ในการบริหารงานขนส่งด้วยรถบรรทุกนั้น สิ่งหนึ่งที่ต้องพิจารณาก็คือ การกำหนด เส้นทางที่ใช้ในการขนส่งหรือการกำหนดเส้นทางขนส่ง (Routing) เพราะจะทำให้การขนส่งมี ประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จตามต้องการ ซึ่งหลักหรือเทคนิคในการกำหนดเส้นทางอาจ พิจารณาได้จาก

- ก. กำหนดตามที่กฎหมายกำหนด
- ข. กำหนดขึ้นตามนโยบาย
- ค. กำหนดตามแหล่งชุมชน
- ง. กำหนดขึ้นเพื่อความสะดวก
- จ. กำหนดขึ้นเพื่อการค้า

การกำหนดเส้นทางขึ้นมานั้นขึ้นอยู่กับว่าผู้บริหารหรือผู้กำหนดนโยบายเช่นไร อาจจะกำหนดขึ้นเพื่อให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด อาจจะกำหนดขึ้นตามแหล่งชุมชนตาม สภาพการเข้าถึงในแหล่งชุมชนนั้นๆ หรืออาจกำหนดขึ้นเพื่อการค้า การลำดับความสำคัญของลูกค้า ในแต่ละรายไป

2.2 รูปแบบการออกแบบการขนส่ง

2.2.1 การขนส่งตรง (Direct Shipment) เป็นการส่งสินค้าจากโรงงานเต็มคันรถ (Full Truck Load: FTL) ตรงไปให้ลูกค้าแต่ละราย โดยสินค้าจะไม่ผ่านคลังสินค้าหรือศูนย์กระจายสินค้าและไม่ มีการเปลี่ยนถ่ายยานพาหนะระหว่างทาง

2.2.2 การขนส่งตรงแบบ Milk Runs (Direct Shipment with Milk Runs) คือการขนส่งตรงเพื่อ ใช้ระวางยานพาหนะให้ได้ประโยชน์สูงสุดหรือเต็มคันรถ มี 3 รูปแบบ ดังนี้

ก. การขนส่งตรงแบบรวบรวมสินค้าจากผู้ผลิตหลายรายไปให้ลูกค้ารายเดียว (Direct Shipment with Milk Runs from Multiple Suppliers) การขนส่งตรง ผลิตภัณฑ์ไม่ต้องเก็บรักษาหรือ พักที่คลังสินค้าทำให้สามารถลดต้นทุนการขนส่งและส่งออกได้รวดเร็ว วิธีการนี้จะเหมาะกับลูกค้า ที่ซื้อปริมาณมากพอเต็มคันรถ แต่ถ้าลูกค้าซื้อสินค้าไม่มากพอเต็มคันรถ ก็มีความเป็นไปได้ที่จะใช้ วิธีการขนส่งวิธีนี้ โดยรวบรวมผลิตภัณฑ์จากหลายโรงงานให้เต็มคันรถไปให้ลูกค้าแต่ละราย

ข. การขนส่งตรงแบบจากโรงงานไปให้ลูกค้าหลายราย (Direct Shipment with Milk Runs to Multiple Customers) การขนส่งตรงจาก โรงงานไปให้ลูกค้าที่สามารถทำได้หากมีปริมาณ

สินค้ามากพอเต็มคันรถ ในกรณีลูกค้าแต่ละรายสั่งซื้อสินค้าปริมาณไม่มากพอเต็มคันรถก็สามารถใช้วิธีขนส่งวิธีนี้ได้ โดยยานพาหนะบรรทุกสินค้าเต็มคันรถจากโรงงานไปให้ลูกค้าหลายรายวิธีนี้จะลดต้นทุนขนส่งและเพิ่มระดับการให้บริการลูกค้า

ค. การขนส่งแบบรวบรวมสินค้าจากผู้ผลิตหลายรายไปให้ลูกค้าหลายราย (Direct Shipment with Milk Runs from Multiple Suppliers to Multiple Customers) การขนส่งโดยรวบรวมสินค้าจากผู้ผลิตหลายรายเต็มคันรถแล้วไปกระจายส่งให้ลูกค้าหลายราย

2.2.3 การขนส่งแบบใช้ศูนย์กระจายสินค้าเป็นจุดผ่าน (Transportation with Cross Docking) เป็นวิธีขนส่งที่ใช้ศูนย์กระจายสินค้าหรือคลังสินค้าเป็นจุดเปลี่ยนถ่ายยานพาหนะสินค้าที่มาจากหลายโรงงานจะขนลงจากรถบรรทุกแล้วคัดแยกและรวบรวมไปให้ลูกค้าโดยไม่มีการเก็บสินค้าที่ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center : DC) การขนส่งวิธีนี้ จะใช้ DC เป็นจุดผ่านเท่านั้น

2.2.4 การขนส่งแบบ Cross Docking กับ Milk Runs (Cross Docking Shipment with Milk Runs) เป็นการขนส่งสินค้าที่ผสมระหว่าง Cross Docking กับ Milk Runs เป็นการใช้ประโยชน์หรือข้อดีของทั้ง 2 วิธี มี 2 รูปแบบ ดังนี้

ก. การขนส่งแบบ Cross Docking และ Milk Runs จากผู้ผลิตหลายราย (Cross Docking Shipment with Milk Runs from Multiple Suppliers) รถบรรทุกรวบรวมสินค้าจากโรงงานเต็มคันรถ (Milk Runs) มายังศูนย์กระจายสินค้าเพื่อคัดแยกและรวบรวมแล้วส่งไปให้ร้านค้าปลีกแต่ละรายแบบเต็มคันรถ

ข. การขนส่งแบบ Cross Docking และ Milk Runs ไปให้ลูกค้าหลายราย (Cross Docking Shipment with Milk Runs to Multiple Retailers) สินค้าจากหลายโรงงานบรรทุกเต็มคันรถมาที่ศูนย์กระจายสินค้า ศูนย์กระจายสินค้าจำแนกและรวบรวมสินค้าเต็มคันรถไปให้ร้านค้าปลีกแต่ละร้าน วิธีนี้ ทำให้ใช้ประโยชน์ระวางยานพาหนะเต็มที่ ซึ่งสามารถลดต้นทุนขนส่งและเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการ

2.3 ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง

ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง (Vehicle Routing Problem, VRP) เป็นปัญหาการจัดการพื้นฐานเพื่อที่จะพิจารณาหาเส้นทางขนส่งที่ดีที่สุด โดยการขนส่งเริ่มจากจุดกระจายสินค้า (Depot) ไปส่งสินค้ายังจุดต่างๆที่กำหนด (Node) โดยอาจจะใช้รถเพียงคันเดียว หรือหลายคันก็ได้ ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดที่กำหนดไว้ ซึ่งในบางกรณีอาจมีข้อจำกัดด้านจำนวนสินค้าที่รถขนส่งสินค้าสามารถรับได้ (Capacitated Vehicle Routing Problem, CVRP) ในบางกรณีอาจมีข้อจำกัดด้านเวลา (Vehicle Routing Problem with Time Windows, VRPTW) และในบางกรณีอาจมีรถ

ขนส่งสินค้าหลายชนิด (Heterogenous Fleet Vehicle Routing Problem, HVRP) ซึ่งในกรณีที่มีจุดจัดส่งสินค้าเพิ่มขึ้น เวลาที่ใช้ในการคำนวณจะเพิ่มขึ้นตามกัน โดยที่ปัญหาเป็นภาพแบบกราฟเอ็กซ์โปเนนเชียล เพราะฉะนั้น การคำนวณด้วยมือ เพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุดจึงทำได้ลำบากเมื่อมีจุดจัดส่งสินค้าจำนวนมากขึ้น

2.4 ทฤษฎีปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่ง (Vehicle Routing Problem : VRP)

ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งสามารถจัดกลุ่มตามลักษณะของปัญหาได้ดังนี้

1. จัดกลุ่มตามการแก้ปัญหาของการจัดเส้นทางรถขนส่ง

1.1 วิธีการแม่นยำตรง (Exact method) วิธีการนี้ใช้พื้นฐานจากการโปรแกรมเชิงเส้น การโปรแกรมจำนวนเต็ม หรือวิธีการอื่นที่จะทำให้ได้ค่าที่ดีที่สุด เช่น วิธีการตัดแบบระนาบ (cutting plane method) วิธีการบรันช์แอนด์บาวด์ (branch and bound method)

1.2 วิธีการฮิวริสติกส์ (Heuristics) เป็นวิธีการเมื่อดำเนินการเรียบร้อยแล้วจะได้ค่าที่ดีแต่อาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด แต่ใช้ระยะเวลาสั้นกว่าวิธีการแบบแม่นยำตรงเหมาะสำหรับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ เช่น วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) วิธีการอาณานิคมมด (Any Colony Optimization) วิธีการค้นหาต้องห้าม (Tabu Search) วิธีการเลียนแบบการอบอ่อน (Simulated Annealing) วิธีการหาค่าที่ดีที่สุดด้วยฝูงอนุภาค (Particle Swarm Optimization) เป็นต้น

1.3 การจำลองแบบปัญหา (Simulation) ใช้การจำลองแบบปัญหาส่วนใหญ่จะใช้กับปัญหาที่มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น เช่น ความต้องการไม่แน่นอน ระยะเวลาการใช้บริการไม่แน่นอน

2. จัดกลุ่มตามลักษณะความต้องการของลูกค้า

2.1 ค่าความต้องการของลูกค้าทราบค่าและแน่นอน (Deterministic Demand) มีการเก็บข้อมูลความต้องการของลูกค้าที่แน่นอนโดยมีการสั่งสินค้าก่อนและจัดเส้นทางรถขนส่ง หรือทำการประมาณค่าจากการใช้ค่าเฉลี่ยหรือค่าทางสถิติอย่างใดอย่างหนึ่ง

2.2 ค่าความต้องการของลูกค้าทราบค่าแต่ไม่ทราบค่าที่แน่นอน (Stochastic Demand) ในกลุ่มนี้ความต้องการของลูกค้าจะทราบค่าแต่อาจจะมีค่าไม่แน่นอน ซึ่งทำให้ต้องใช้เทคนิคในการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากข้อ 2.1

2.3 ไม่ทราบค่าความต้องการของลูกค้า ซึ่งเป็นความต้องการที่ไม่ทราบค่าขณะวางแผนแต่ทราบเมื่อไปถึงลูกค้า

3. จัดกลุ่มตามข้อจำกัดของเวลา (Time Windows) ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่สำคัญกับการจัดเส้นทาง เนื่องจากบางครั้งเวลาให้บริการลูกค้าหรือเวลาในการเดินทางจะมีผลต่อเส้นทางที่ได้จากการจัดด้วยวิธีการต่าง ๆ สามารถแบ่งกลุ่มได้ดังนี้

3.1 แบบไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา (No time windows) ในกลุ่มนี้จะไม่คำนึงถึงข้อจำกัดด้านเวลาต่าง ๆ โดยจะทำการจัดเฉพาะเส้นทางการเดินทางเท่านั้น

3.2 แบบมีข้อจำกัดด้านเวลาแบบไม่เคร่งครัด (Soft time windows) ในกลุ่มนี้จะมีข้อจำกัดทางด้านเวลาแต่ไม่เคร่งครัด สามารถส่งสินค้าช้าหรือเร็วกว่ากำหนดได้บ้าง อย่างไรก็ตามข้อจำกัดด้านเวลานี้จะมีผลต่อการจัดเส้นทางเช่นเดียวกัน

3.3 แบบมีข้อจำกัดด้านเวลาอย่างเคร่งครัด (Strict time windows) กลุ่มนี้การจัดเส้นทางจะคำนึงถึงระยะเวลาในการเดินทางและเวลาในการให้บริการอย่างเคร่งครัด หากเดินทางผิดเวลาหรือไปถึงลูกค้าผิดเวลาจะทำให้เส้นทางนั้นเป็นเส้นทางที่ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถให้บริการลูกค้าได้

3.4 แบบมีข้อจำกัดด้านเวลาที่มีทั้งเคร่งครัดและไม่เคร่งครัด (Mixed) กลุ่มนี้จะมีทั้งลูกค้าทั้งที่เคร่งครัดเรื่องเวลาที่มาถึงของรถจัดส่งสินค้าหรือเวลาในการให้บริการ และไม่เคร่งครัดในเรื่องเวลาในปัญหาเดียวกัน ซึ่งจะทำให้การดำเนินการด้วยวิธีการต่าง ๆ มีความแตกต่างกันออกไปหรือมีผลต่อการจัดเส้นทางเช่นเดียวกัน

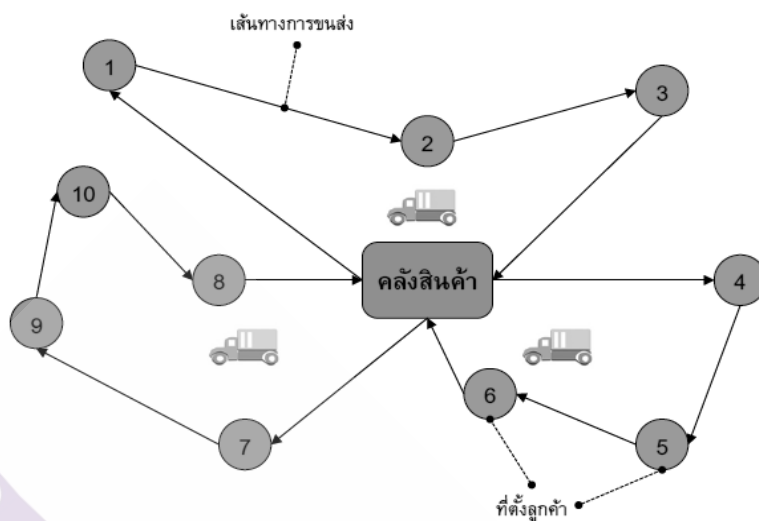
4. จัดกลุ่มตามเวลาในการวางแผนการเดินทาง (Time horizon) ในกลุ่มนี้จะเน้นการจัดกลุ่มแบบการจัดกลุ่มแบบครั้งเดียวในการวางแผนหนึ่งครั้ง เช่น การเดินทางส่งสินค้าทุกวันจะเดินทางด้วยเส้นทางเดียวกัน และการจัดแบบหลายครั้ง เช่น วางแผนเป็นเดือนหรือปี โดยในแต่ละวันอาจมีเส้นทางเดินทางที่ไม่เหมือนกัน

4.1 แบบคาบเวลาเดียว (Single period) กลุ่มนี้จะวางแผนครั้งเดียวและดำเนินการเช่นเดียวกันในทุกคาบเวลา

4.2 แบบหลายคาบเวลา (Multi period) เป็นการวางแผนแบบหลายคาบเวลา และมีเส้นทางที่แตกต่างกันไปในแต่ละคาบเวลา

5. จัดกลุ่มตามจำนวนของจุดเริ่มต้น (Number of Origin points) จุดเริ่มต้นที่แตกต่างกันจะทำให้ได้ระยะทางที่แตกต่างกันไป การวางแผนการจัดเส้นทางบางครั้งอาจจะมีจุดเริ่มต้นเดียวบางครั้งจะต้องวางแผนให้กับคลังสินค้าหลายจุดไปพร้อมๆ กัน สามารถแบ่งกลุ่มตามจำนวนของจุดเริ่มต้นได้ 2 ข้อคือ

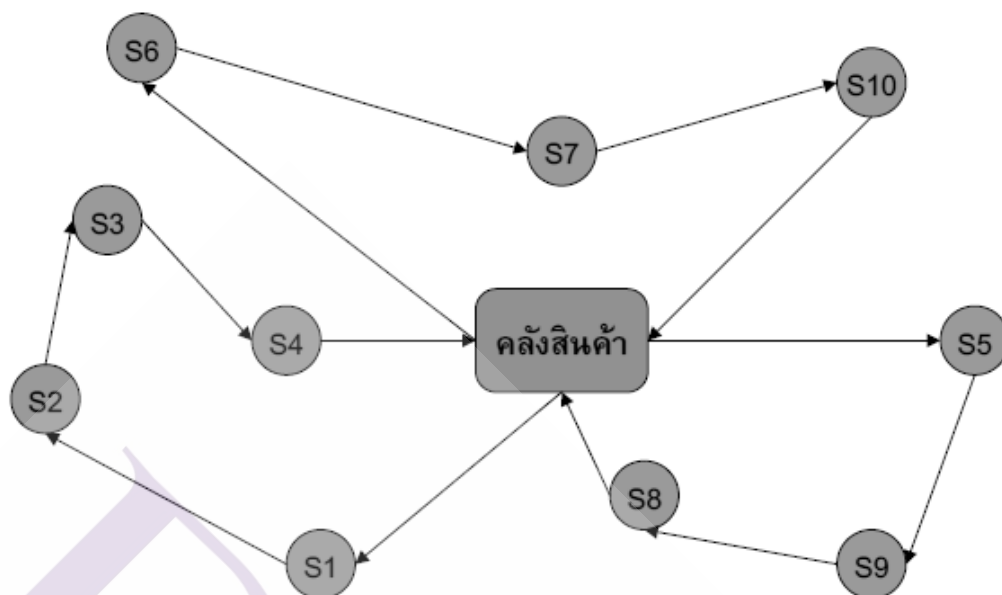
5.1 มีจุดเริ่มต้นเดียว (Single Depot) การเริ่มต้นของทุกเส้นทางจะเริ่มต้นจากคลังสินค้าเพียงแห่งเดียว ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ลักษณะปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง

5.2 มีจุดเริ่มต้นหลายจุด (Multi Depot) ในกลุ่มนี้จะต้องวางแผนให้มีคลังสินค้า หลายแห่ง โดยทำการจัดเส้นทางไปพร้อม ๆ กัน

2.4.1 ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งแบบระบุน้ำหนักและข้อจำกัดของระยะทาง (Capacitated and Distance-Constrained VRP: DCVRP) เป็นปัญหาการเดินทางขนส่งสินค้าให้ได้ปริมาณตามความต้องการของลูกค้าแต่ละรายด้วยรถบรรทุกทุกจำนวน m คัน โดยกำหนดให้รถบรรทุกทุกคันมีความสามารถในการบรรทุกเท่ากัน ลูกค้าจะรับสินค้าจากรถบรรทุกได้เพียงคันเดียว โดยเส้นทางที่ใช้ต้องเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดและผ่านลูกค้าครบทุกราย เรียกปัญหานี้ว่า Distance-Constrained VRP ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งแบบระบุน้ำหนักและข้อจำกัดของระยะทาง

2.4.2 ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งแบบมีกรอบเวลา (Vehicle Routing Problem with Time Windows: VRPTW)

ปัญหาชนิดนี้เป็นปัญหาการขนส่งสินค้าที่กำหนดเงื่อนไขด้านเวลาในการส่งมอบสินค้า ลักษณะของปัญหาคือ มีคลังสินค้า 1 แห่ง มีรถบรรทุกขนส่งสินค้า m คัน ซึ่งเป็นรถแบบเดียวกัน ขนาดบรรทุกเท่ากัน บรรทุกสินค้าไม่เกินความสามารถของรถ ออกเดินทางไปส่ง สินค้าให้ลูกค้าแต่ละแห่งซึ่งแต่ละแห่งใช้เวลาไม่เท่ากัน เวลาที่รถบรรทุกแต่ละคันใช้ต้องไม่เกิน เวลาที่อนุญาต จะเดินทางไปถึงลูกค้าเร็วหรือช้ากว่ากำหนดไม่ได้

2.4.3 ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งแบบการขนส่งที่ยาวกลับ (Vehicle Routing Problem with Backhaul: VRPB)

เป็นปัญหาการส่งของให้ลูกค้าระยะไกลที่ใช้เวลาเดินทางเป็นเวลานานและต้องวิ่งกลับ ด้วยการบรรทุกเที่ยวเปล่า ข้อจำกัดที่สำคัญระหว่างลูกค้าขาไป (linehaul) และลูกค้าจากกลับ (backhaul) คือเส้นทางที่ต้องจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้าขาไปก่อนลูกค้าจากกลับ ปริมาณความต้องการของลูกค้าอาจเป็นการส่งมอบสินค้าหรือเก็บคืนสินค้า เส้นทางที่ใช้ต้องผ่านลูกค้าครบทุกราย การบรรทุกสินค้าต้องไม่เกินความสามารถในการรับน้ำหนักของรถบรรทุกโดยไม่ สามารถแยกสินค้าหรือทยอยบรรทุกได้ เส้นทางที่ใช้เป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด ถ้ามีการส่งสินค้า ต้องทำการส่งสินค้าก่อน

2.4.4 ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าแบบเก็บคืนและส่งมอบ (Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery: VRPPD)

เมื่อรถบรรทุกทำการรับสินค้าจากจุดรับแล้ว จะต้องไปส่งสินค้ายังลูกค้าเป้าหมายที่ต้องการสินค้าที่กำลังบรรทุกอยู่ก่อนที่จะไปรับสินค้าที่ลูกค้ารายอื่นได้ โดยที่ปัญหาในการจัดส่งสินค้าครั้งหนึ่ง นอกจากจะระบุถึงจุดรับและจุดส่งสินค้า จำนวนเที่ยวในการรับและส่งสินค้าแล้ว อาจระบุเวลาในการรับส่งสินค้าอีกด้วย ซึ่งปัญหาในรูปแบบนี้ผู้วางแผนการจัดส่งต้องตัดสินใจว่าจะทำการจัดส่งแต่ละคำสั่งการส่งสินค้าอย่างไร ใช้รถบรรทุกที่ประจำจุดจรถบรรทุกใดและมีลำดับการไปรับและส่งสินค้าต่าง ๆ อย่างไม่สามารถจัดส่งสินค้าทั้งหมดได้ภายในกรอบเวลาของคำสั่งการส่งสินค้านั้น และไม่ละเมิดข้อจำกัดในเรื่องความสามารถในการบรรทุกและระยะทางสูงสุดในการจัดส่งของรถบรรทุกแต่ละเส้นทาง เพื่อให้ได้ค่าใช้จ่ายรวมในการจัดส่งสินค้าที่ต่ำที่สุด

2.4.5 ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าแบบขนส่งเที่ยวกลับโดยมีข้อจำกัดของเวลา (Vehicle Routing Problem with Backhaul and Time windows: VRPBTW) เป็นปัญหาย่อยของปัญหาที่ 2.4.3 โดยพิจารณาเงื่อนไขช่วงเวลาการขนส่งไปและกลับประกอบกันด้วย

2.4.6 ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งแบบเก็บคืนและส่งมอบโดยมีข้อจำกัดของเวลา (Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery and Time windows: VRPPDTW) เป็นปัญหาย่อยของปัญหาที่ 2.1.4.4 โดยพิจารณาเงื่อนไขช่วงเวลาการขนส่งไปและกลับประกอบกันด้วย

2.4.7 ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งแบบมีคลังสินค้าแห่งเดียวหรือคลังสินค้าหลายแห่ง (Vehicle Routing Problem with Multiple Depot: VRPMD) การเริ่มต้นของทุกเส้นทางจะเริ่มต้นจากคลังสินค้าเพียงแห่งเดียวหรือมีจุดเริ่มต้นหลายจุด (Multi Depot) จะต้องวางแผนให้มีคลังสินค้าหลายแห่งในการจัดส่งขนส่งไปพร้อม ๆ กัน

2.4.8 ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งแบบมีคาบเวลา (Vehicle Routing Problem with Periodic) เป็นการจัดกลุ่มแบบการจัดกลุ่มแบบครั้งเดียวในการวางแผนหนึ่งครั้ง เช่น การเดินทางส่งสินค้าทุกวันจะเดินทางด้วยเส้นทางเดียวกัน และการจัดแบบหลายครั้ง เช่น วางแผนเป็นเดือนหรือปี โดยในแต่ละวันอาจมีเส้นทางเดินทางที่ไม่เหมือนกัน

2.4.9 ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งแบบความต้องการของลูกค้า (Vehicle Routing Problem with Transport Demands: VRPCD) สามารถแยกออกเป็นปัญหาย่อยได้ คือ ปัญหาการจัดเส้นทางแบบความต้องการของลูกค้าที่แน่นอน (Vehicle Routing Problem with Deterministic Demands: VRPDD) และปัญหาการจัดเส้นทางแบบความต้องการของลูกค้าที่ไม่แน่นอน (Vehicle Routing Problem with Stochastic Demands: VRPSD)

2.5 การจัดเส้นทางยานพาหนะด้วยวิธีการประหยัด

วิธีการประหยัดของ Clarke and Wright (1964) หรือวิธีการ CW เป็นหนึ่งในวิธีการที่ ถูกนำมาใช้สำหรับการแก้ปัญหา VRP เนื่องจากมีความง่ายในการนำมาประยุกต์ใช้ โดยวิธีการ ดังกล่าวเป็นการรวมจุดส่งสินค้าต่างๆ เข้าไว้ในเส้นทางหลักแทนการจัดส่งสินค้าจากคลังสินค้าไป และกลับยังทุกๆ จุดส่งสินค้า ขั้นตอนหลักในการใช้วิธีประหยัด คือ

ขั้นตอนที่ 1 สร้างเมตริกซ์ระยะทาง เพื่อระยะทางระหว่างทุกๆ คู่ของจุดส่งสินค้า

ขั้นตอนที่ 2 สร้างเมตริกซ์ค่าประหยัด โดยคำนวณค่าประหยัดที่เกิดจากการรวมจุดส่ง สินค้าแสดงดังสมการที่ 1

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

โดย $S_{i,j}$ แทนค่าประหยัดของระยะทางในการขนส่ง สินค้าระหว่างลูกค้า i และ j

$C_{i,o}$ แทนค่าระยะทางในการขนส่งสินค้า ระหว่างลูกค้า i และ o (คลังสินค้า)

$C_{o,j}$ แทนค่าระยะทางในการขนส่งสินค้า ระหว่างคลังสินค้า o และลูกค้า j

$C_{i,j}$ แทนค่าระยะทางในการขนส่งสินค้า ระหว่างลูกค้า i และ ลูกค้า j

ขั้นตอนที่ 3 เมื่อคำนวณค่าประหยัดเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการเรียงลำดับค่าจากมากไป น้อย

ขั้นตอนที่ 4 จับคู่จุดส่งสินค้าตามลำดับค่า ประหยัดที่มากที่สุดก่อน จนถึงค่าประหยัด ที่น้อยที่สุด โดยพิจารณาความเป็นไปได้ในการขนส่งสินค้า และห้ามขนส่งสินค้าเกินความจุของ รถบรรทุก

ขั้นตอนที่ 5 นำคู่จุดส่งสินค้าที่เลือกจากขั้นตอนที่ 4 มาทำการกำหนดเส้นทาง การขนส่งสินค้าให้กับรถบรรทุกแต่ละคัน และทำการจัดลำดับจุดส่งสินค้าในแต่ละเส้นทาง

2.6 การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) ที่เกี่ยวข้อง

กนกวรรณ สุภักดี และคณะ (2558) ได้ทำการวิจัย เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง การเดินทางเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปทำการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ทางการแพทย์ ในโรงพยาบาล ส่งเสริมสุขภาพตำบลจำนวน 316 แห่ง ใน 25 อำเภอของจังหวัดอุบลราชธานี โดยทำการประยุกต์ อัลกอริทึมแบบประหยัดในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง พบว่าการจัดเส้นทางด้วยวิธีโมดัลไฟล์ อัลกอริทึมแบบประหยัดสามารถลดค่าใช้จ่ายได้มากกว่าวิธีปัจจุบัน 203,732.17 บาท หรือคิดเป็น 42.31% สามารถลดค่าใช้จ่ายได้มากกว่าวิธีการจัดกลุ่มตามอำเภอ 25,262.08 บาท หรือคิดเป็น 8.33% และ สามารถลดค่าใช้จ่ายได้มากกว่าวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด 9,190.70 บาท หรือคิดเป็น 3.20%

ยลพัชร์ อังกูรสิทธิ์ (2560) ได้ประยุกต์ใช้วิธีการประหยัด เพื่อนำมาแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ ในรูปแบบที่มีการรับและส่งสินค้าพร้อมกัน โดยการพัฒนาวีธีการประหยัด โดยปรับปรุงขั้นตอนการรวมจุดส่งสินค้า ให้มีการพิจารณาการรับ และส่งสินค้าพร้อมกัน เพื่อใช้หาคำตอบในการค้นหาเส้นทางการขนส่งสินค้าที่มีระยะทางขนส่งโดยรวมน้อยที่สุดของปัญหากรณีศึกษาจำนวน 40 ปัญหา แล้วนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากวิธีการเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด โดยผลการทดลองพบว่าการใช้วิธีการประหยัด สามารถให้คำตอบในเรื่องระยะทางการขนส่งสินค้าที่น้อยกว่าวิธีการเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด มากถึง 22%

ฉัตรพร ไชยเสนา (2560) ได้ประยุกต์หลักการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าด้วยวิธีเมตาฮิวริสติกส์มาใช้กับปัญหาจริงและสร้างโปรแกรมจัดรถขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้กับบริษัทกรณีศึกษาในการพัฒนาเทคโนโลยีเข้ามาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจให้กับพนักงานจัดรถ เพื่อให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น โดยได้นำหลักการเมตา ฮิวริสติกส์ด้วยวิธีการสลบจุด 3 จุด 3-OPT มาประยุกต์กับ โปรแกรมจัดเส้นทางที่เขียนชุดคำสั่งลงบน โปรแกรม Visual Basic for Application (VBA) และทำงานบน โปรแกรม Microsoft Excel และดึงข้อมูลระยะทางด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยการเก็บข้อมูลตัวอย่าง 7 ชุดข้อมูล ผลที่ได้สามารถลดระยะทางขนส่งรวมจากเดิม 5,005.93 กิโลเมตร เหลือเพียง 4,512.11 กิโลเมตร โดยสามารถลดระยะทางจากเดิมลง 493.82 กิโลเมตร และยังสามารถลดต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงลงได้ 7 วัน 12,389.94 บาท

ภกพร ผงทอง (2559) ใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงเส้นทางช่วยในการจัดเส้นทางขนส่งขยะเพื่อลดระยะทางการขนส่งให้มีระยะทางสั้นลงและลดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ผู้วิจัยใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกและเก็บรวบรวมข้อมูลจากกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองบางกรวย ในเขตตำบลวัดชลอและตำบลบางกรวย ข้อมูลสำคัญที่ได้รับประกอบด้วย ลักษณะ รูปแบบ ประเภทและจำนวนรถเก็บขยะ แผนการเก็บขยะในแต่ละวัน จุดจอดรถและจุดทิ้งขยะ โดยกำหนดจุดเก็บขยะที่สำคัญจำนวน 25 จุด รถเก็บขยะแบบอัตโนมัติจำนวน 11 คัน และวางแผนเส้นทางขนส่งขยะเฉพาะวันจันทร์ ผลการวิจัยพบว่าเส้นทางเก็บขยะเส้นทางเดิมมีระยะทางรวมทั้งสิ้น 1,016.60 กิโลเมตร เมื่อปรับปรุงเส้นทางโดยใช้วิธีเซฟวิ่ง อัลกอริทึม (Saving Algorithm) มีระยะทางรวมทั้งสิ้น 1,002.1 กิโลเมตร โดยมีระยะทางลดลง 14.5 กิโลเมตร หรือลดลงร้อยละ 1.43%

กาญจนา ลีมวัฒนาภู (2558) ได้ศึกษาเส้นทางรถขนส่งสินค้าและการจัดการพื้นที่รถบรรทุก 4 ล้อในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลโดยประยุกต์การใช้วิธีเมตาฮิวริสติกแบบการค้นหาต้องห้าม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเอ็กซ์เซล โซลเวอร์และฟังก์ชันอีโวลูชันนารี มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปขึ้นมาใช้ในองค์กร สามารถลดความเสี่ยงของการสูญเสียวินิจฉัยได้และ

โอกาสทางการค้าในกรณีผู้ชำนาญการไม่สามารถปฏิบัติงานได้ สรุปผลว่า ในกรณีที่สินค้าเต็มคัน และส่งสินค้าให้กับลูกค้าไม่เกิน 2 ราย ให้ค่าที่เหมือนกัน กรณีที่มีลูกค้ามากกว่า 3 รายขึ้นไป วิธีการเมตาฮีริสติกจะให้ผลในการหาระยะทางที่สั้นที่สุดได้ดีกว่าและประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้มากกว่าวิธีการในปัจจุบัน โดยเราสามารถลดค่าใช้จ่ายจากวิธีปัจจุบันคือ 62,766.00บาท เป็นค่าใช้จ่าย 56,729.20 บาทจากวิธีการเมตาฮีริสติก ค่าใช้จ่ายลดลงคิดเป็นร้อยละ 9.62 จากวิธีปัจจุบัน

ไพฑูรย์ ศิริโอฬาร (2557) ได้ทำการลดต้นทุนการขนส่ง โดยการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสม กรณีศึกษาธุรกิจเครื่องดื่มชานมด้วยการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมาวางแผนการจัดสรรเส้นทางการขนส่งสินค้าให้เกิดระยะทางในการเดินทางน้อยที่สุด ซึ่งจะส่งผลให้เกิดต้นทุนการใช้พลังงานเชื้อเพลิงน้อยที่สุดด้วย ซึ่งได้ยกตัวอย่างการปรับปรุงเส้นทางการขนส่งชานมไข่มุกจากร้านสาขาย่อย 120 สาขา โดยนำข้อมูลพิกัดละติจูด และลองจิจูดที่ได้จากโปรแกรม Google Earth มาเป็นข้อมูลป้อนเข้าให้กับโปรแกรมจัดเส้นทางพาหนะ ผลการดำเนินการของบริษัทชานมไข่มุกที่เป็นกรณีศึกษา สามารถลดต้นทุนในการขนส่งลงได้ ทำให้เกิดต้นทุนเฉพาะค่าเชื้อเพลิงเป็นมูลค่า 7,722.42 บาท/วัน หรือ 2,818,683.3 บาท/ปี

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การวิจัย

การลดค่าใช้จ่ายการขนส่งโดยการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสม สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์นี้ ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลและทำการทดสอบการขนส่งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์ของบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด โดยการวิเคราะห์รูปแบบของปัญหาที่สำคัญของการจัดเส้นทางขนส่ง และเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา และสามารถวางแผนวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับความต้องการธุรกิจรวมถึงลดต้นทุนในส่วนของการขนส่งได้อย่างเหมาะสม สำหรับการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า และการจัดการพื้นที่รถบรรทุก 6 ล้อ สำหรับการขนส่งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์นั้น มีการวิเคราะห์ปัญหาและออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาดังนี้

ผู้วิจัยจะศึกษาและรวบรวมปัญหาที่เกิดจากการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับรถบรรทุก รูปแบบของปัญหาคือ

1. พิจารณาเงื่อนไขความต้องการของลูกค้า ในที่นี้คือจำนวนสถานีที่ผู้รับเหมาได้แผนสำหรับการติดตั้งในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งผู้รับเหมาแต่ละรายจะได้จำนวนสถานีในการติดตั้งในแต่ละสัปดาห์ไม่เท่ากัน และไม่แน่นอนเปลี่ยนแปลงไปตามความเหมาะสมในแต่ละราย (Vehicle Routing Problem with Stochastic Demands: VRPSD)

2. คลังสินค้ากลาง 1 แห่ง ที่นิคมอุตสาหกรรมนวนคร อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี(Single Depot)

3. ระยะทางระหว่างคลังสินค้ากับสำนักงานหรือโกดังของผู้รับเหมารายย่อยในแต่ละรายซึ่งใช้วิธีวัดระยะทางจากโปรแกรม Google Map

4. กำหนดความต้องการอุปกรณ์สำหรับผู้รับเหมารายย่อยของแต่ละรายโดยใช้ข้อมูลแผนดำเนินการติดตั้งตั้งแต่เริ่มโครงการในสัปดาห์ที่ 22 ถึง สัปดาห์ที่ 52 รวมทั้งสิ้น 31 สัปดาห์

ข้อมูลที่น่ามาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการหาเส้นทางคือ ข้อมูลที่อยู่ของผู้รับเหมารายย่อยเพื่อใช้ในการคำนวณหาเส้นทางการเดินทาง และจำนวนอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์รับ-

ส่งที่จะต้องส่งให้กับผู้รับเหมารายย่อยนับตั้งแต่เริ่มโครงการในวันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561 แสดงดังภาพที่ 3.1 และภาพที่ 3.2 ตามลำดับ

ASP	Lat	Long	Address	WK22	WK23	WK24	WK25	WK26
ACE	13.75869	100.569056	61/71-72 ซอยทวีมิตร8 ถนนพระรามเก้า แขวงห้วยขวาง เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310	0	0	0	0	0
ACP	13.784569	100.574379	อาคาร CS tower ถนนรัชดาภิเษก ปากซอยรัชดา16	4	3	2	4	5
Bliss Network	13.893639	100.580592	สโตร์ บลิส เน็ตเวิร์คส์ จำกัด 98/229 หมู่2 หมู่บ้านหลักสี่วิลล่า ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่ง	0	0	0	0	0
CNT	13.826767	100.660701	36/51 ซอยนวมินทร์88 แยก6 แขวงนวลจันทร์ เขตบึงกุ่ม กรุงเทพฯ 10230	0	0	0	0	0
Comtech	13.768814	100.705375	273/63 หมู่บ้านพฤกษาวิล ถนนราษฎร์พัฒนา แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กทม 10240	0	0	0	0	0
Enames	13.741116	100.716163	บ้านเลขที่ 51/53 หมู่บ้าน RK home park2 ถนนพัฒนาชนบท3	2	3	11	8	12
Erinet	13.754334	100.570358	บริษัทเออร์เนท จำกัด 97/6/25 ถนนริมคลองสามเสน แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุง	0	0	1	1	2
FGT	13.786154	100.718817	ซอย 1/4 ถนน รามคำแหง	0	0	0	0	0
FOPC	13.836089	100.643909	ซอยหมู่บ้านพรดินทร์1 แขวงนวลจันทร์ เขตบึงกุ่ม กทม 10230	0	0	0	0	3
Forth	13.775472	100.542838	1053/1 ถนนพหลโยธิน แขวงพญาไท เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400	0	0	0	0	2
Global Tel	13.901801	100.528978	บริษัท โกลบอล เทล โซลูชั่น จำกัด 47/353อาคารไคตัด ชั้น10 หมู่3 ถนนมีอบปูล่า สาย	20	19	20	16	38
GTN	13.683555	100.652679	บริษัท เจเนเนอรัล ทรานสมิชั่น เน็ตเวิร์ค จำกัด 72 ซอย7 ถนนเฉลิมพระเกียรติ9 แห	12	14	14	12	17
IBS	13.863284	100.580597	44/44 ไร่ลาดพร้าว60 แยก 18-1-2 ไร่ลาด บางเขน หลักสี่ กทม 10210	9	18	13	11	20
Leo Tel	13.721015	100.396781	108/4 หมู่4 ทอสมผลสาย2 แขวงบางแคเหนือ เขตบางแค กทม 10160	0	0	0	0	0
Lomah Tel	13.751259	100.642098	บริษัท โลมาซี เทล จำกัด เลขที่8 ซอยหัวหมาก7 แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพ	0	0	0	0	0
M&T	13.924369	100.572515	56/100 ซอยวัดเวฬุวนาราม9 แขวงดอนเมือง เขตดอนเมือง กทม 10210	3	6	11	9	10
Maxnet	13.851292	100.637995	เลขที่ 109 ซอยรามอินทรา34 ถนนรามอินทรา แขวงท่าแร้ง เขตบางเขน กรุงเทพฯ 102	0	0	0	1	2
Mtech	13.832408	100.649991	บ.มาสเตอร์โปรเกรสชั่น เทคโนโลยี จำกัด 39/435-6 ม.11 ซอยนวมินทร์ 163 ถนนนวม	0	0	0	0	0
NIS	13.817819	100.587388	228 รัชดา36 แยก 19-6 แขวงจันทเขมร เขตจตุจักร กทม 10900	0	0	0	0	0
NTLC	13.853744	100.640651	บริษัท ทำเลไทย ธรรมชาติ จำกัด 799/2 โครงการศิริพัฒนาโฮมออฟฟิศ ถนนรามอินท	0	0	0	0	0
Power Telco	13.811382	100.65619	บริษัท พาวเวอร์ เทลโก้ จำกัด 106/28 หมู่6 ซอยนวมินทร์70 ถนนนวมินทร์ แขวงคลอง	0	0	0	0	0
SIC	13.78737	100.036098	99/615 ม.6 ต.บางเขน อ.เมือง จ.นครปฐม 73000	0	0	0	0	0
SIM	13.804453	100.283673	16/116 หมู่ที่4 ตำบลมหาสวัสดิ์ อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170	0	0	0	0	0
Teloneer	13.893753	100.655423	555/46 ซอยเศรษฐศิริ แขวงอโศก เขตสายไหม กทม 10220	0	2	3	3	5
Vcont	13.957544	100.371667	บริษัท วิคอนเทรบบิว จำกัด 198/264 มบ.โมดิ วิลล่า หมู่13 ตำบลบางบัวทอง อ.บางบัว	0	0	0	0	0
Vinarco	13.864052	100.575323	ตึกสยามเวอร์เท็กซ์ ชั้น 2 เลขที่ 21/61 หมู่ที่ 2 ซอยวิภาวดี 60. แขวงตลาดบางเขนเขตห	10	18	20	19	22
WCOM	13.78921	100.546479	บริษัท เวสคอมมูนิตี้เคชั่น 17/41 ซ.ประดิษฐ์1 แขวงสมเอนใน เขตพญาไท กทม. 10	0	0	4	3	7
CCS	13.760638	100.464398	437/353 รัชโยธินทงศ์35 แยก16	0	0	0	0	0
Lak Solution	13.888624	100.578742	7594 ซอย แจ้งวัฒนะ 10 แขวง ทุ่งสองห้อง เขต หลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210	0	0	0	0	0
Best	13.930999	100.568127	บริษัท บรอดแบนด์ เอ็นจิเนียริง เซอร์วิส เทเลคอมมูนิตี้เคชั่น จำกัด (สำนักงานใหญ่)	0	0	0	0	0
			64 อ.วัดเวฬุวนาราม แขวง ดอนเมือง					
WNT	13.670642	100.479864	48/600-61 ซอยพระราม2	0	0	0	0	0
Telewave	13.889099	100.571836	98/81 หมู่2 หมู่บ้านหลักสี่วิลล่า อ.แจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง หลักสี่	0	0	0	0	0
3rd GEN	13.876705	100.508635	5 ซอยพงศ์สวัสดิ์9 ตำบลท่าทราย อำเภอเมือง นครปฐม 11000	0	0	0	0	0
K.Group	13.950196	100.610141	44/71 หมู่บ้าน เดอะคอนเนค 3 ซอยวิภาวดี 41 แขวง สนามบินดอนเมือง กทม 10210	0	0	0	0	0
TTSI	13.768893	100.231775	ทลท.โซลาร์โฮม2008 (สำนักงานย่อย) 40/1 หมู่6 ต.หอมเกร็ด อ.สามพราน นครปฐม	0	0	0	0	0
TSC	13.787577	100.035507	99/615 ม.6 ต.บางเขน อ.เมือง จ.นครปฐม 73000	0	0	0	0	0
SPO	13.793383	99.938109	หมู่11 ซ.โพธิ์เจริญ ต.หนองอ้อ อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี 70110	0	0	0	0	0
TCE	13.744472	100.716446	ทลท. ไทยคอมมูนิตี้เคชั่น 55/19 หมู่บ้านโฮมเพลสเดอะปาร์ค ถนนพัฒนาชนบท3 แห	0	0	0	0	0
54Groups	13.723184	100.50662	113 เจริญนคร12 ถนนเจริญนคร แขวงคลองตันใต้ เขตคลองสาน กทม 10600	0	0	0	0	0
Pheera	13.890856	100.719701	29/103 หมู่บ้าน KC1 อ.พืชรามูร์ 39 แขวงคลองสามวาตะวันตก เขตคลองสามวา 105	0	0	0	0	2
E&E	13.939214	100.672054	44/273 หมู่บ้านเพทายเพลส ซอย 23 อ.เลียบคลอง 3 หมู่ 8 ต.ลาดสวาย อ.ลำลูกกา จ.ร	1	2	3	3	3
Gtech	13.988472	100.68527	หมู่บ้านเพชรสาร คลอง7 ต.บึงยี่โถ เขตคลองหลวง ปทุมธานี	5	8	8	8	10
Prompt	13.782982	100.749234	199/61 หมู่บ้านเคซี เนอเชอร์ล รัมเกล้า ซอย.11 ถนนรามเกล้า	0	0	0	0	0
Protel	13.928166	100.583658	28/60 หมู่5 ถนนสรองประชา แขวงสีกัน ดอนเมือง	0	0	0	0	0
WNP	13.779926	100.658343	บริษัท ดับเบิลยู เอ็น ที เวิลด์ ไซด์ จำกัด ที่ตั้งสำนักงานใหญ่ 187/44 ซอยเสรีไทย 25 ส	2	3	12	8	5
Mobicrat	13.740042	100.647029	บริษัท โมบีคราท์ จำกัด (สำนักงานใหญ่) เลขที่ 2290 ต.พระราม9 แขวงสวนหลวง กทม	4	4	2	2	4

ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลที่อยู่ของผู้รับเหมารายย่อย

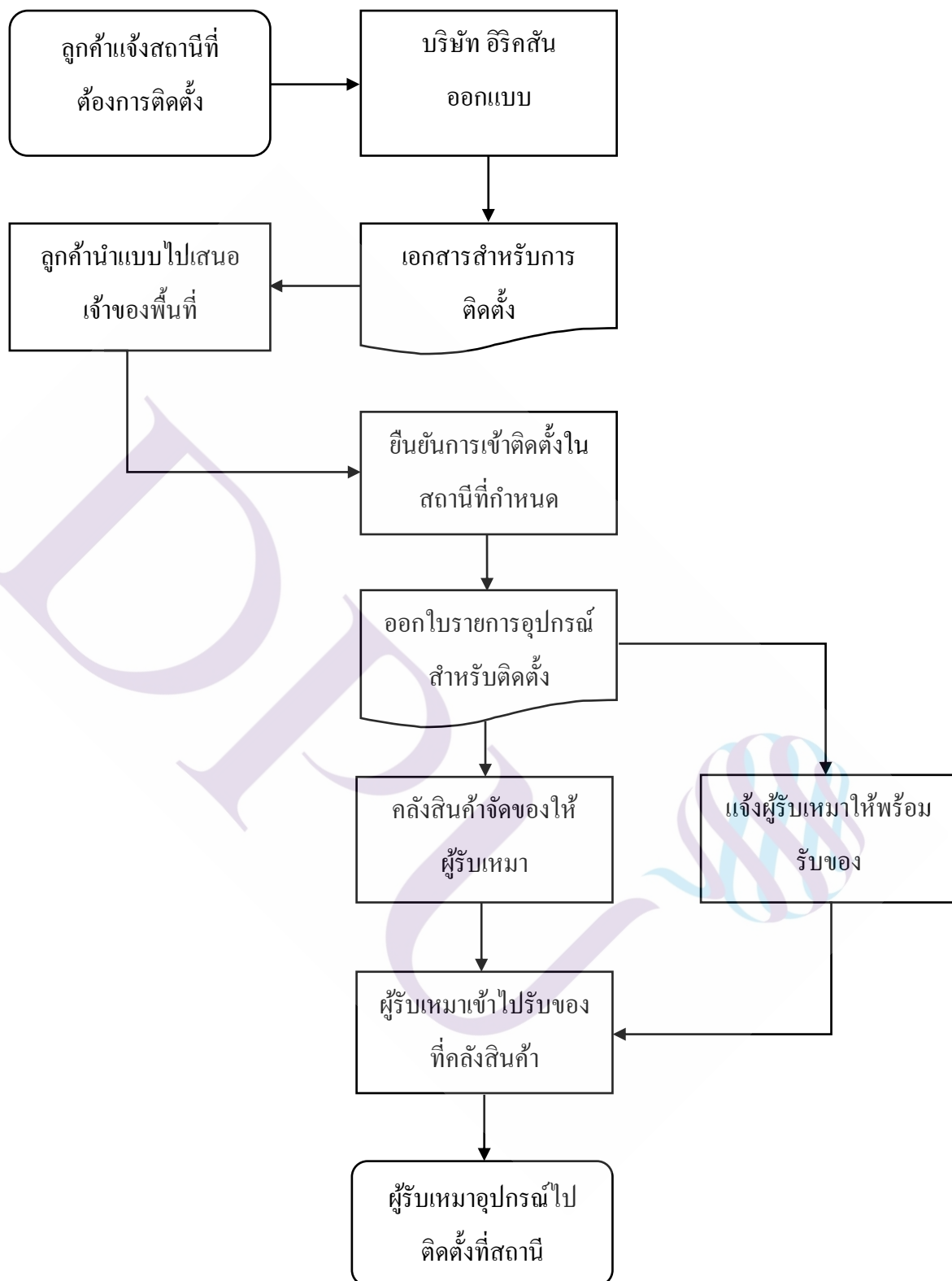
	4	5	6	5	8	4	8	12	9
ASP	72	100	124	108	169	67	162	263	198
Warehouse	WK22	WK23	WK24	WK25	WK26	WK27	WK28	WK29	WK30
Lomah Tel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M&T	3	6	11	9	10	13	16	20	9
Maxnet	0	0	0	1	2	1	4	7	7
Mtech	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NTLC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Power Telco	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SIC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SIM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Teloneer	0	2	3	3	5	0	2	6	7
Vcont	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vinarco	10	18	20	19	22	12	35	34	28
WCOM	0	0	4	3	7	0	10	16	10
CCS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lak Solution	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Best	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WNT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Telewave	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3rd GEN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K.Group	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TTSI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TSC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SPO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TCE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54Groups	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pheera	0	0	0	0	2	0	0	0	3
E&E	1	2	3	3	3	0	6	8	6
Gtech	5	8	8	8	10	2	11	13	15
Prompt	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WNP	2	3	12	8	5	0	12	16	10
Mobicrat	4	4	2	2	4	2	2	4	2

ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างจำนวนสินค้าที่ต้องขนส่งในแต่ละสัปดาห์

จากข้อมูลที่อยู่ของผู้รับเหมารายและจำนวนอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์รับ-ส่งที่จะต้องส่งให้กับผู้รับเหมารายย่อย จะแสดงให้เห็นจำนวนของทั้งหมดที่ต้องขนส่งจากคลังสินค้า ไปยังที่อยู่ของผู้รับเหมารายย่อย ทั้ง 46 ราย จำนวนอุปกรณ์ทั้งสิ้น 7,975 สถานี ซึ่งสามารถแยกออกมาเป็นความต้องการในแต่ละสัปดาห์นับจากเริ่มโครงการในวันที่ 1 มิถุนายน 2561 นับเป็นสัปดาห์ที่ 22 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561 นับเป็นสัปดาห์ที่ 52 สิ้นสุดโครงการระยะเวลา รวมทั้งหมดคือ 31 สัปดาห์

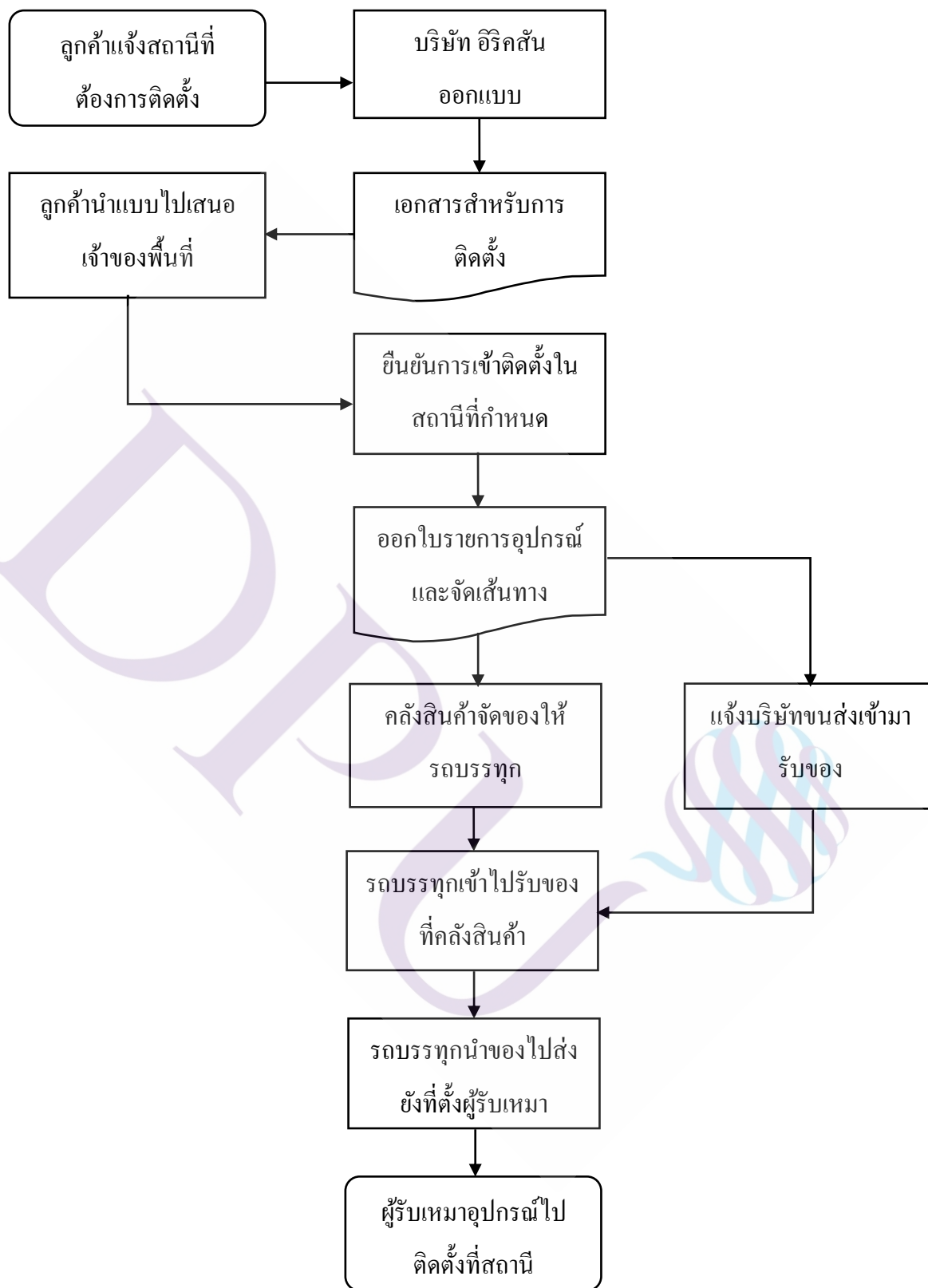
3.2 ขั้นตอนสำหรับการติดตั้งติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่

บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ได้รับมอบหมายงานติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่จากลูกค้าโดยมีการส่งรายชื่อและที่ตั้งของสถานีเพื่อให้บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ทำการคำนวณอุปกรณ์และออกแบบการติดตั้งให้ได้ตามกฎเกณฑ์และข้อบังคับ หรือข้อกำหนดต่างๆที่ได้ตกลงกันไว้ เพื่อเป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยมีแผนก Installation Engineer เป็นฝ่ายจัดการเกี่ยวกับการออกแบบและคำนวณจำนวนอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ก่อนที่จะส่งข้อมูลของการติดตั้ง แบบการติดตั้ง จำนวนอุปกรณ์ที่ต้องใช้การติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อนำข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ไปยื่นเสนอต่อเจ้าของสถานที่หรือเจ้าของพื้นที่เช่าของสถานีนั้นๆ เพื่อขออนุญาตเข้าพื้นที่ของสถานี เมื่อเจ้าของสถานที่หรือเจ้าของพื้นที่เช่าตกลงยอมรับให้มีการเข้าไปติดตั้งระบบแล้วทางลูกค้าจะยืนยันว่าสถานีนี้นั้นพร้อมที่จะให้บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด เข้าไปติดตั้งติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ เมื่อบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ได้รับข้อมูลยืนยันแล้วจะทำการแจ้งผู้รับเหมาเพื่อให้ทราบว่าจะต้องเข้าไปติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่พร้อมทั้งส่งใบรายการของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการติดตั้งของสถานีนั้นๆ เพื่อให้ผู้รับเหมา นำใบรายการอุปกรณ์เข้าไปปรับอุปกรณ์ติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่คลังสินค้า โดยขณะเดียวกันทางบริษัทก็จะส่งใบรายการของอุปกรณ์พร้อมทั้งชื่อผู้รับเหมาที่ต้องได้รับของสำหรับการติดตั้งในแต่ละสถานีนั้น ไปยังคลังสินค้า เพื่อให้คลังสินค้าจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ผู้รับเหมาจะเข้าไปปรับพร้อมทั้งระบุวันและเวลาในการเข้าไปปรับของผู้รับเหมา เพื่อให้ผู้รับเหมาได้เข้าไปปรับของได้ตรงตามเวลาที่จัดของเสร็จ หลังจากนั้นผู้รับเหมาจึงนำอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ไปติดตั้งยังสถานที่ที่กำหนด โดยต้องประสานวันและเวลาให้ตรงกับที่บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด แจ้งไว้ ให้เจ้าของสถานที่หรือเจ้าของพื้นที่เช่าทราบว่าจะมีการติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาด ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของกรติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเดิม

โดยปัญหาของบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งแต่เริ่มโครงการในวันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561 คิดเป็นระยะเวลา 31 สัปดาห์ จากจำนวนสถานีฐานที่ต้องติดตั้งทั้งหมด 7,975 สถานี ซึ่งได้มีการตกลงราคาในส่วนของงานที่ผู้รับเหมารายย่อยเข้าไปรับอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งเองที่คลังสินค้า ในนิคมอุตสาหกรรมนวนคร อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี อยู่ที่สถานีฐานละ 1,000 บาท ทำให้มีค่าใช้จ่ายในส่วนของงานขนส่งรวมสูงถึง 7,975,000 บาท จึงนำมาปรับปรุงแก้ไข และออกแบบการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์เพื่อการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งโดยการคำนวณหาเส้นทาง โดยการใส่เซฟวิ่งอัลกอริทึมเพื่อคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมโดยการใส่รถบรรทุกขนาด 6 ล้อ ซึ่งกระบวนการเดิม หลังจากที่ลูกค้ายืนยันว่าสถานีเหล่านั้นพร้อมที่จะให้บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด เข้าไปติดตั้งติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ เมื่อบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด จะทำการแจ้งผู้รับเหมาเพื่อให้ทราบว่าจะต้องเข้าไปติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่พร้อมทั้งส่งใบรายการของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการติดตั้งของสถานีนั้นเพื่อให้ผู้รับเหมานำไปรายการอุปกรณ์เข้าไปรับอุปกรณ์ติดตั้ง จะเปลี่ยนเป็นการออกแบบการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์เพื่อการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งโดยการคำนวณหาเส้นทาง โดยการใส่เซฟวิ่งอัลกอริทึมเพื่อหาเส้นทางในการบรรทุกอุปกรณ์สำหรับติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งเมื่อคำนวณเส้นทางและอุปกรณ์ที่จะต้องขนและ จะส่งเอกสารที่ระบุเส้นทางสำหรับการส่งของพร้อมทั้งสถานีที่ตั้งของผู้รับเหมาที่จะต้องนำอุปกรณ์ติดตั้งไปส่งพร้อมทั้งใบรายการของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในแต่ละสถานีเพื่อจัดของขึ้นรถบรรทุก 6 ล้อ ไปยังคลังสินค้า เมื่อคลังสินค้าได้รับเอกสารที่ระบุเส้นทางสำหรับการส่งของพร้อมทั้งสถานีที่ตั้งของผู้รับเหมาที่จะต้องนำอุปกรณ์ติดตั้งไปส่งพร้อมทั้งใบรายการของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในแต่ละสถานีและ ทางบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด จะแจ้งให้กับบริษัทขนส่งให้ทราบถึงจำนวนรถที่ต้องใช้ในการขนส่งของสัปดาห์นั้นๆ พร้อมทั้งวันและเวลาที่รถบรรทุก 6 ล้อ ต้องเข้าไปรับอุปกรณ์ติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อให้สอดคล้องกับการที่คลังสินค้าจัดอุปกรณ์ไว้ให้ เมื่อรถบรรทุกรับของจากคลังสินค้าแล้ว จะทำการจัดส่งตามจุดหมายและเส้นทางที่ระบุไว้ในเอกสารสำหรับการขนส่งอุปกรณ์ติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ หลังจากนั้น ผู้รับเหมาจะมีหน้าที่เพียงแค่นำอุปกรณ์ที่ได้รับ ไปติดตั้งยังสถานีที่บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด แจ้งเพื่อตรงตามที่ลูกค้าต้องการ ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการทำงานของกรติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบใหม่

จากขั้นตอนกระบวนการทำงานของการติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการทำงานแบบเก่าและกระบวนการทำงานแบบใหม่จะมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงานจากเดิมไปได้แก่

1. จากเดิมเมื่อมีการยืนยันจากลูกค้าแล้วทำให้เข้าสามารถเข้าดำเนินการในการติดตั้งระบบได้ จะทำการออกใบรายการอุปกรณ์เพื่อใช้ในการเบิกจากอุปกรณ์เพื่อใช้ในการรับของเพียงอย่างเดียว เปลี่ยนเป็นการออกใบรายการอุปกรณ์และทำการจัดเส้นทางรถขนส่งสำหรับรถบรรทุกเพื่อส่งของไปยังที่ตั้งผู้รับเหมา

2. จากเดิมที่ทำการส่งใบรับอุปกรณ์ไปยังคลังสินค้าและส่งไปยังผู้รับเหมาเพื่อใช้ในการรับของ เปลี่ยนเป็นการส่งใบรับอุปกรณ์รวมทั้งใบเส้นทางของการส่งของให้กับคลังสินค้าและบริษัทขนส่งเพื่อใช้ในการจัดของและรับของ

3. จากเดิมที่คลังสินค้าจัดของเตรียมไว้ให้กับผู้รับเหมาเพื่อให้ผู้รับเหมาเข้ามารับของ เปลี่ยนเป็นให้คลังสินค้าจัดของเตรียมไว้ให้กับรถบรรทุก โดยที่จะต้องจัดของให้อุปกรณ์สอดคล้องกับเส้นทางของการขนส่ง

4. จากเดิมที่ผู้รับเหมาเป็นฝ่ายเข้ามารับอุปกรณ์ที่คลังสินค้าเปลี่ยนเป็นจัดรถบรรทุก 6 ล้อส่งอุปกรณ์ไปยังสถานที่ตั้งของผู้รับเหมาแทน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

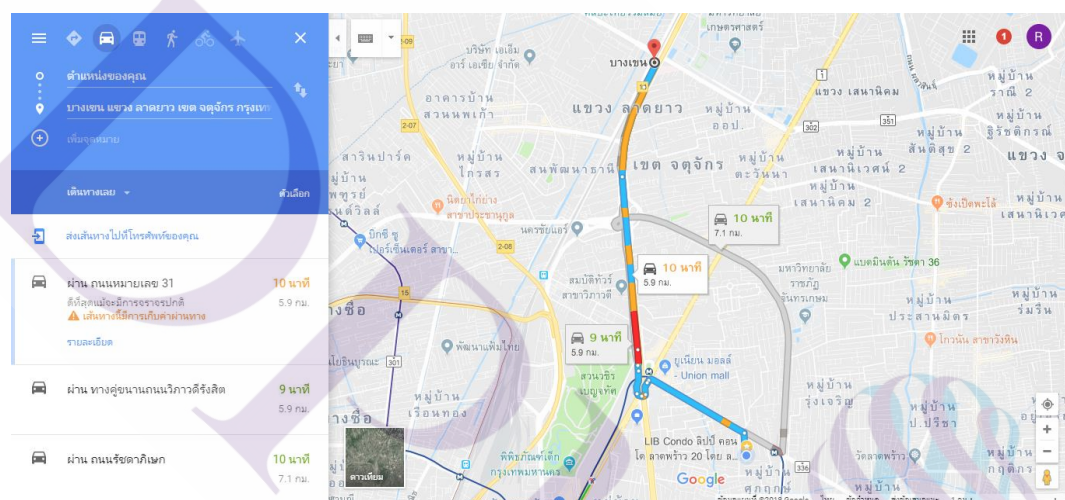
เครื่องมือที่ใช้ในการจัดเส้นทางรถเดินรถในปัจจุบันมีให้เลือกมากมายในหลายรูปแบบทั้งที่เป็นในรูปแบบของโปรแกรมสำเร็จรูปสามารถสนองต่อความต้องการ ได้ดีในระดับหนึ่งแต่ยากที่จะเปลี่ยนแปลงรายงานต่าง ๆ ให้เป็นไปในรูปแบบที่ต้องการได้ หรือทำการพัฒนาเครื่องมือขึ้นมารองรับการจัดเส้นทางรถเดินรถเอง ในที่นี้ได้ทำการเลือกใช้เครื่องมือสำหรับการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถเดินรถดังนี้

3.3.1 เครื่องมือหรือโปรแกรมแผนที่ที่สามารถกำหนดจุดได้จากละติจูดและลองจิจูดอีกทั้งยังสามารถคำนวณระยะสำหรับการวางตำแหน่งในแต่ละจุดของจุดที่กำหนด

3.3.2 เครื่องมือหรือโปรแกรมในการคำนวณและจัดเรียงตัวเลขหรือข้อมูลจำนวนมากเพื่อช่วยในการหาระยะทางของเส้นทาง

3.4 คุณลักษณะของซอฟต์แวร์ Google Maps และ Microsoft Excel

3.4.1 Google Maps คือ บริการของ Google ที่ให้บริการเทคโนโลยีด้านแผนที่ที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้งานง่ายและให้ข้อมูลของธุรกิจในท้องถิ่น ได้แก่ ที่ตั้งของธุรกิจ รายละเอียดการติดต่อ เส้นทางการขับขี่และระยะทางจากเมืองหนึ่งไปอีกเมือง เป็นการให้บริการที่ไม่คิดค่าใช้จ่าย มีส่วนประกอบที่ทำให้ผู้ใช้เข้าใจง่ายคือแผนที่และภาพถ่ายดาวเทียมคุณภาพดี ซึ่งครอบคลุมพื้นผิวโลก ในมาตราส่วนต่างๆ ตามความเหมาะสม โดยมีการบอกรายละเอียดภายในโปรแกรม เช่น ระยะทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งตามที่เรากำหนด หน่วยเป็น กิโลเมตร ระยะเวลาเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งตามที่เรากำหนด หน่วยเป็น นาที หรือ ชั่วโมงดังตัวอย่างภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างแผนที่ Google Maps

3.4.2 Microsoft Excel โปรแกรมสำเร็จรูปไมโครซอฟท์เอ็กเซล สามารถเขียนสูตรเพื่อการช่วยคำนวณได้อย่างหลากหลายหรือการกำหนดรูปแบบของตัวแปรหรือข้อมูลเพื่อช่วยแยกข้อมูลจำนวนมากออกจากกันทำให้ง่ายต่อการนำข้อมูลจำนวนมากมาคิดคำนวณซึ่งสามารถจะแก้ปัญหาแบบโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) และแบบโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear Programming) ได้ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ และสามารถรองข้อมูลตามที่ต้องการ อีกทั้งยังสามารถเพิ่ม Sheet เข้าไปในตัวงานที่กำลังทำอยู่จึงทำให้สามารถเพิ่มข้อมูลที่มีความทับซ้อนกันได้เป็นจำนวนมาก ดังตัวอย่างภาพที่ 3.6

The screenshot displays a Microsoft Excel spreadsheet with the following data points from the visible rows:

Row	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	
97	51	72	87	87	71	94	68	64	48	73	51	57	74	43	64	70	63	62	74	50	61	57		
98	51	48	46	46	51	51	47	52	54	47	49	47	45	60	51	47	47	44	48	41	57	40		
99	53	76	84	87	79	89	73	72	53	89	57	69	88	48	67	73	69	65	80	62	78	59		
100	59	82	91	99	88	93	79	81	60	102	58	79	99	48	74	80	77	71	86	72	87	64		
101					0					0														
102																								
1013																								
1069																								
1093																								
1140	653.7	241					Existing	241,000	11	Truck														
1141	Range	MAX	22	MAX	22	New Node	Total Baht	56,700	Save cost	#####														
1142	78.6		22	32	1	5100		0	12	46	6							15	49	9				
1143	99.2		22	35	2	5700		0	6	15	39	7						9	18	42	10			
1144	85.2		22	25	4	6900		0	7	1	10	2	19	21				10	4	13	5	22	24	
1145	59.9		22	27	3	6300		0	4	9	17	20	24					7	12	20	23	27		
1146	44.9		22	24	0	4500		0	24	13								27	16					
1147	31		22	54	0	4500		0	13	26								16	29					
1148	35.5		22	43	0	4500		0	26	8								29	6					
1149	36.4		22	56	0	4500		0	11									14						
1150	36.4		22	56	0	4500		0	11									14						
1151	89.8		22	70	1	5100		0	11	25	16							14	28	19				
1152	58.8		21	25	1	5100		0	16	41	42							19	44	45				
1153																								
1154																								
1155																								

ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการใช้ Microsoft Excel

3.5 เอกสารเพื่อใช้ในการรับอุปกรณ์และเอกสารเพื่อใช้ในการบอกเส้นทาง

3.5.1 เอกสารเพื่อใช้ในการรับอุปกรณ์ เป็นเอกสารที่ระบุถึงชนิดของอุปกรณ์ และจำนวนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งจะบอกรายละเอียดของวันที่รับของ เวชชั้นของแบบรับของ ชื่อลูกค้า รหัสของสถานี (Site ID) แบบของการติดตั้ง จำนวนคลังสินค้า ในการรับของ ชื่ออุปกรณ์ ประเภทของอุปกรณ์ รหัสเฉพาะของอุปกรณ์ในระบบ จำนวนอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการติดตั้งระบบ หน่วยการนับของอุปกรณ์นั้นๆ หมวดของอุปกรณ์จากการแบ่งของคลังสินค้า ช่องสำหรับแสดงสถานะในการรับของ ซึ่งจะได้หลังจากกระบวนการออกแบบและคำนวณอุปกรณ์พร้อมกับการยืนยันให้เข้าติดตั้งแล้ว ดังภาพที่ 3.7

Material check list						
Prepared (also subject responsible if other) ECT/IE			Document No. 1/127 11-IPA AAA XXXX Uen			
Doc respons/Approved DTAC	Checked	Date 10-Oct-19	Rev. A	File 13.65		
SITE ID: BKKXXXX-L21 Subcontractor: ACE WBS HW 1						
Description	Item	Product Number	Quantity	Unit	Type	CK.
RBS6601;AGO LTE						
EQUIPPED CABINET/RBS 6601;AGO LTE		10/BFL901009/593	1	Set.	COM ROOM.	
EQUIPPED MAGAZINE/SUP 6601; Equipped mag		1/BFL901009/4	1	Include set.	COM ROOM.	
PROCESSOR UNIT/DUS 31 02;Digital Unit		KDU137624/31	1	Include set.	COM ROOM.	
ASSEMBLED PARTS/Dummy 31		SXK1098971/1	1	Include set.	COM ROOM.	
PRODUCT/SFP 1000BASE-LX SM 1310NM 10KM		1400422-0019	1	Include set.	COM ROOM.	
MOUNTING SET/RACK SCREW KIT(1 set=4ea)		ECT-NUTRING	1	Set.	COM ROOM.	
DU Sync Cable						
DU Sync Cable, 15 cm.	SAP	RPM777382/00150	1	Pcs.	DHL	
Connection Cable RBS6601						
OPTICAL TRANSCEIVER/TRX SM CPRI 614.4-24	SAP	RDH10247/2	6	Pcs.	DHL	
Label						
Label for RBS6601 ECT(1 Site 3 RRU/1 Set), Macro		Label for RBS6601, Mac	1	Set.	COM ROOM.	
Power System						
DC cable MU 6601- LTE, 2x6mm ² DC power cable CB to MU		TFL492324/500M	12	M.	DHL	
DC cable lug - Blade	A2	ECT-ALE002	2	Pcs.	KWS	
Heat shrink 8mm	A3	ECT-AHB003	1	M.	KWS	
Heat shrink 12mm	A4	ECT-AHB006	0.3	M.	KWS	
Vinyl sleeve, 6mm red, for 0V bar	A5	ECT-AZA012	1	Pcs.	KWS	
Vinyl sleeve, 6mm Black, for CB -48V	A6	ECT-AZA011	1	Pcs.	KWS	
Circuit breaker C16A	A11	ECT-AZA021	1	Pcs.	KWS	
DC cable lug - Ring	A14	ECT-AZA029	1	Pcs.	KWS	
Indoor yellow 2 core patch fibre from IPRAN to DUL (15m l	B1	ECT-PC20DLCS15	1	Set.	KWS	
Indoor cable guard (White-spiral) 6mm	E2	ECT-AZA004	10	M.	KWS	
Indoor cable guard (White-spiral) 24mm	E3	ECT-AZA027	2	M.	KWS	
White Cable tie 4 "	E8	ECT-ASA003	20	Pcs.	KWS	
White Cable tie 12"	E10	ECT-ASA031	20	Pcs.	KWS	
Name plate (Stainless) for OIL 1x5 cm.(6PCS/Pcs.)	E11	ECT-NAMEPSL21.1	6	Pcs.	KWS	
PVC Tape White	E17	ECT-ATA016	1	Roll.	KWS	
Special Material						
Bolt set M8(Special list)	X3	ECT-AFS003	1	Set.	KWS	
OIL 2 cores						
Cable tie - metal. For secure oil cable excess 8mmx300mm	C71	ECT-ASE014	30	Pcs.	KWS	
Comment Revision A:						
Comment Revision B:						
Comment Revision C:						
Comment Revision RA:						

ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างเอกสารเพื่อใช้ในการรับอุปกรณ์

3.5.2 เอกสารเพื่อใช้ในการบอกเส้นทาง เป็นเอกสารที่ระบุถึงเส้นทางของรถบรรทุก 6 ล้อที่ต้องขนส่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ จากจุดรับของที่คลังสินค้าที่นครและนำไปส่งยังสถานที่ตั้งของผู้รับเหมา ซึ่งจะบอกรายละเอียดของวันที่รับของ เวอชันของแบบรับของ คลังสินค้าที่ต้องเข้าไปรับของ ลำดับของที่ตั้งผู้รับเหมาที่ต้องไปส่งตามเส้นทาง ชื่อผู้รับเหมา ที่อยู่ของผู้รับเหมา เบอร์โทรศัพท์ติดต่อของผู้รับเหมา ละติจูด(Latitude) และละติจูด (Latitude) ของสถานที่ตั้ง ช่องสำหรับยืนยันเมื่อมีการส่งมอบของจากรถบรรทุกผู้รับเหมาแล้ว รวมทั้งช่องลงชื่อและวันที่สำหรับคลังสินค้าเมื่อจัดของให้กับรถบรรทุก 6 ล้อ เพื่อจะส่งไปยังผู้รับเหมา และช่องลงชื่อและวันที่สำหรับคนขับรถบรรทุกเมื่อได้รับของออกจากคลังสินค้าเพื่อจะส่งไปยังผู้รับเหมา ดังภาพที่ 3.8

ซึ่งเอกสารเพื่อใช้ในการรับอุปกรณ์และเอกสารเพื่อใช้ในการบอกเส้นทางจะจัดทำหลังจากที่ลูกค้ายืนยันว่าบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด สามารถเข้าติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ได้ แพนก Installation Engineer จะนำแบบที่คำนวณอุปกรณ์ไว้มาแปลงเป็นรายการอุปกรณ์ที่ต้องใช้ก็คือเอกสารเพื่อใช้ในการรับอุปกรณ์ ส่วนเอกสารเพื่อใช้ในการบอกเส้นทางจะได้จากการนำข้อมูลจำนวนสถานีที่ได้รับการยืนยันจากลูกค้าว่าสามารถเข้าติดตั้งระบบได้ภายในสัปดาห์นั้นๆ และข้อมูลของผู้รับเหมาที่จะต้องใช้อุปกรณ์เข้าติดตั้งระบบได้ภายในสัปดาห์นั้นๆ มาคำนวณหาเส้นทางเพื่อให้รถบรรทุกนำอุปกรณ์ติดตั้งระบบรับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ไปส่งยังที่ตั้งของผู้รับเหมา หลังจากนั้นจะทำการส่งเอกสารเพื่อใช้ในการรับอุปกรณ์และเอกสารเพื่อใช้ในการบอกเส้นทางไปยังคลังสินค้าเพื่อให้คลังสินค้าจัดของและเตรียมของให้สอดคล้องเพื่อรถบรรทุกเข้ามารับของ ดังภาพที่ 3.8

Material Delivery Route						
Prepared (also subject responsible if other) ECT/IE			Document No. 2/46 35			
Doc. respons/Approved DTAC	Checked	Date 10-Oct-19	Rev. C	File 1.4		
Warehouse ECT-NWK Version 1.0.85						
No.	Subcontractor	Address	Tel.	LAT.	LONG.	Receive
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
WH signature			Delivery signature			
<input type="text"/>			<input type="text"/>			
Name : _____			Name : _____			
Date : _____			Date : _____			
Comment Revision A:						
Comment Revision B:						
Comment Revision C:						
Comment Revision RA:						

ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างเอกสารเพื่อใช้ในการบอกเส้นทาง

3.6 การคำนวณเส้นทาง

3.6.1 คำนวณระยะทางจากจุดทุกจุดที่เชื่อมโยงกัน คือ จากคลังสินค้า ไปยังที่อยู่ของผู้รับเหมา ทูกรายและ จากที่อยู่ของผู้รับเหมาแต่ละราย ไปยังที่อยู่ของผู้รับเหมาครบทุกราย โดยเก็บข้อมูลระยะทางแต่ละจุดจากโปรแกรม Google Map ซึ่งวัดระยะทางเป็นหน่วยกิโลเมตร นับตั้งแต่เริ่มโครงการในวันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561 สิ้นสุดโครงการระยะเวลารวมทั้งหมดคือ 31 สัปดาห์ มีผู้รับเหมาที่ต้องได้รับของทั้งสิ้น 46 ราย

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลชื่อ ที่อยู่ และเบอร์โทรศัพท์ของผู้รับเหมา

ลำดับที่	ผู้รับเหมา	ละติจูด	ลองจิจูด	ที่อยู่
1	ACE	13.75869	100.569056	61/71-72 ซอยทวีมิตร8 ถนนพระรามเก้า แขวงห้วยขวาง เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310
2	ACP	13.784569	100.574379	อาคาร CS tower ถนนรัชดาภิเษก ปากซอยรัชดา16
3	Bliss Network	13.893639	100.580592	สตอร์ บลิส เน็ตเวิร์คส์ จำกัด 98/229 หมู่2 หมู่บ้านหลักสี่วิลล่า ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210
4	CNT	13.826767	100.660701	36/51 ซอย น ว มิน ทร 88 แยก 6 แขวง นวลจันทร์ เขตบึงกุ่ม กรุงเทพฯ 10230
5	Comtech	13.768814	100.705375	273/63 หมู่บ้านพฤษาวิดี ถนนราษฎร์พัฒนา แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กทม 10240
6	Enames	13.741116	100.716163	บ้านเลขที่ 51/53 หมู่บ้าน RK home park2 ถนนพัฒนาชนบท3
7	Erlnet	13.754334	100.570358	บริษัทเออร์เนท จำกัด 976/25 ถนนริมคลอง แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ
8	FGT	13.786154	100.718817	ซอย 1/4 ถนน รามคำแหง
9	FOPC	13.836089	100.643909	ซอยหมู่บ้านพรบดินทร์1 แขวงนวลจันทร์ เขตบึงกุ่ม กทม 10230

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับที่	ผู้รับเหมา	ละติจูด	ลองจิจูด	ที่อยู่
10	Forth	13.775472	100.542838	1053/1 ถนนพหลโยธิน แขวงพญาไท เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
11	Global Tel	13.901801	100.528978	บริษัท โกลบอล เทล โซลูชั่น จำกัด 47/353 อาคารไคตัด ชั้น10 หมู่3 ถนนป๊อปปูล่า ตำบลบ้านใหม่ ปากเกร็ด นนทบุรี
12	GTN	13.683555	100.652679	บริษัท เจนเนอร์ล ทรานสมิสชั่น เน็ทเวิร์ค จำกัด 72 ซอย7 ถนนเฉลิมพระเกียรติร.9 แขวงหนองบอน เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250
13	IBS	13.863284	100.580597	44/44 วิภาวดีรังสิต 60 แยก 18-1-2 ท่าลาดบางเขน หลักสี่ กทม 10210
14	Leo Tel	13.721015	100.396781	108/4 หมู่4 พุทธมณฑลสาย2 แขวงบางแคเหนือ เขตบางแค กทม 10160
15	Lomah Tel	13.751259	100.642098	บริษัท โลมาส์ เทล จำกัด เลขที่8 ซอยหัวหมาก 7 แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240
16	M&T	13.924369	100.572515	56/100 ซอยวัดเวฬุวนาราม9 แขวงดอนเมือง เขตดอนเมือง กทม 10210
17	Maxnet	13.851292	100.637995	เลขที่ 109 ซอยรามอินทรา34 ถนนรามอินทรา แขวงท่าแร้ง เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10230
18	Mtech	13.832408	100.649991	บ.มาสเตอร์โปรเกรสชั่น เทคโนโลยี จำกัด 39/435-6 ม.11 ซอยนวมินทร์ 163 ถนนนวมินทร์ แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม กทม 10230
19	NIS	13.817819	100.587388	228 รัชดา36 แยก 19-6 แขวงจันเกษม เขตจตุจักร กทม 10900
20	NTLC	13.853744	100.640651	บริษัท ทำเลไทย ธรรมชาติ จำกัด 799/2 โครงการศิริพัฒน์โฮมออฟฟิต ถนนรามอินทรา แขวงท่าแร้ง เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10230

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับที่	ผู้รับเหมา	ละติจูด	ลองจิจูด	ที่อยู่
21	Power Telco	13.811382	100.65619	บริษัท พาวเวอร์ เทลโก้ จำกัด 106/28 หมู่6 ซอยนวมินทร์70 ถนนนวมินทร์ แขวงคลอง กุ่ม เขตบึงกุ่ม กทม 10240
22	SIC	13.78737	100.036098	99/615 ม.6 ต.บางแถม อ.เมือง จ.นครปฐม 73000
23	SIM	13.804453	100.283673	16/116 หมู่ที่4 ตำบลมหาสวัสดิ์ อำเภอพุทธ มณฑล จังหวัดนครปฐม 73170
24	Teloneer	13.893753	100.655423	555/46 ซอยเศรษฐสิริ แขวงออเงิน เขตสาย ไหม กทม 10220
25	Vcont	13.957544	100.371667	บริษัท วิคอนทริบิวท์ จำกัด 198/264 หมู่13 ตำบลบางบัวทอง อ.บางบัวทอง นนทบุรี
26	Vinarco	13.864052	100.575323	ตึกสยามเวอร์เท็กซ์ เลขที่ 21/61 ซอยวิภาวดี 60. แขวงตลาดบางเขน เขตหลักสี่
27	WCOM	13.78921	100.546479	บริษัท เวสคอมมิวนิเคชั่น 17/41 ซ.ประดิพัทธ์1 แขวงสมเเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร
28	CCS	13.760638	100.464398	437/353 รัษฎาสนิทวงศ์35 แยก16 แขวงบางขุนศรี กรุงเทพมหานคร
29	Lak Solution	13.888624	100.578742	7594 ซอยแจ้งวัฒนะ 10 แขวง ทุ่งสองห้อง เขต หลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210
30	Best	13.930999	100.568127	บริษัท บรอดแบนด์ เอ็นจิเนียริ่ง เซอร์วิส เทเลคอมมิวนิเคชั่น จำกัด (สำนักงานใหญ่) 64 ถ.วัดเวฬุวนาราม แขวง ดอนเมือง
31	WNT	13.670642	100.479864	48/600-61 ซอยพระราม2 25 ถนนพระราม 2 เขตทุ่งครุ กรุงเทพ

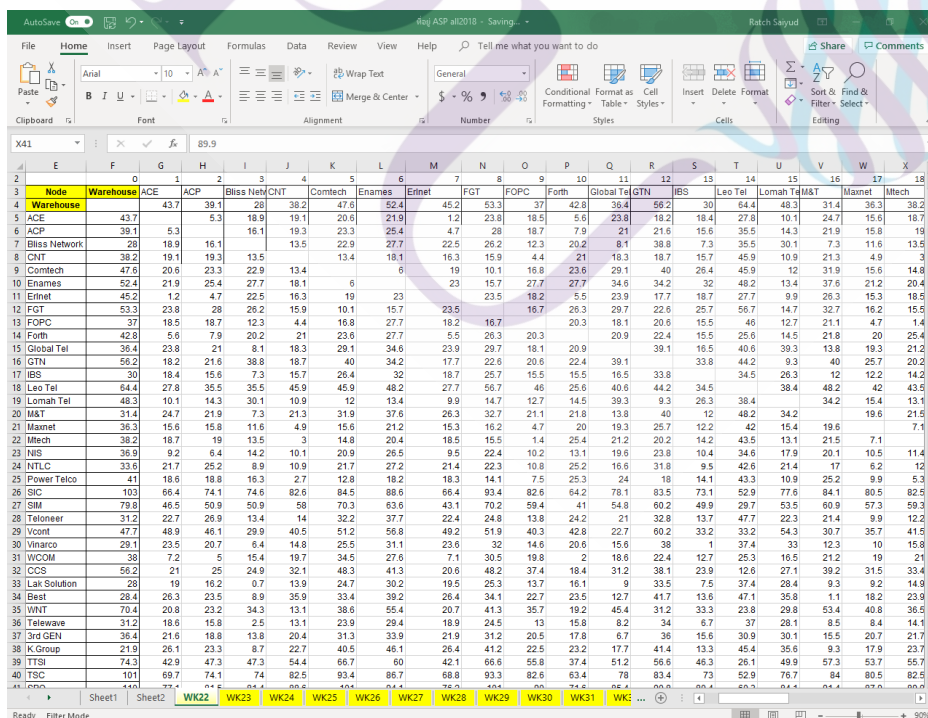
ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับที่	ผู้รับเหมา	ละติจูด	ลองจิจูด	ที่อยู่
32	Telewave	13.889099	100.571836	98/81 หมู่2 หมู่บ้านหลักสี่วิลล่า ถ.แจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง หลักสี่
33	3rd GEN	13.876705	100.508635	5 ซอยพวงศัสด์ 9 ตำบลท่าทราย อำเภอเมือง นนทบุรี 11000
34	K.Group	13.950196	100.610141	44/71 หมู่บ้าน เดอะคอนเนค 3 ซอยวิภาวดี 41 แขวง สนามบินคอนเมือง กทม 10210
35	TTSI	13.76893	100.231775	หจก.โซลาร์โฮม ต.หอมเกร็ด อ.สามพราน นครปฐม
36	TSC	13.787577	100.035507	99/615 ม.6 ต.บางแถม อ.เมือง จ.นครปฐม
37	SPO	13.793383	99.938109	หมู่11 ซ.โพธิ์เจริญ ต.หนองอ้อ อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี 70110
38	TCE	13.744472	100.716446	หจก. ไทยคอมเอนจิเนียริ่ง 55/19 แขวงคลองสองต้นนุ่น เขตลาดกระบัง กทม
39	54Groups	13.723184	100.50662	113 เจริญนคร12 ถนนเจริญนคร แขวงคลองตันไพร เขตคลองสาน กรุงเทพมหานคร
40	Pheera	13.890856	100.719701	29/103 ถ.หทัยราษฎร์ 39 แขวงคลองสามวาตะวันตก เขตคลองสามวา 10510
41	E&E	13.939214	100.672054	44/273 ซอย 23 ถ.เลียบคลอง 3 หมู่ 8 ต.ลาดสวาย อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี 12150
42	Gtech	13.988472	100.68527	หมู่บ้านพรธิสาร คลอง7 ต.บึงยี่โถ เขตคลองหลวง ปทุมธานี
43	Prompt	13.782982	100.749234	199/61 หมู่บ้านเคซี เนอเซอร์ล ร่มเกล้า ซอย.11 ถนนร่มเกล้า กรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับที่	ผู้รับเหมา	ละติจูด	ลองติจูด	ที่อยู่
44	Protel	13.928166	100.583658	28/60 หมู่5 ถนนสรงประกษา แขวงสีกัน ดอนเมือง กรุงเทพฯ
45	WNP	13.779926	100.658343	บริษัท ดับเบิลยู เอ็น พี เวิลด์ ไซด์ จำกัด ที่ตั้งสำนักงานใหญ่ 187/44 ซอยเสรีไทย 25 ถ.เสรีไทย แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม กรุงเทพฯ 10240
46	Mobicrat	13.740042	100.647029	บริษัท โมบิเครท จำกัด (สำนักงาน ใหญ่) เลขที่ 2290 ถ.พระราม9 แขวงสวน หลวง กทม 10250

เมื่อได้ระยะระหว่างสถานที่ต่อสถานที่แล้วนำข้อมูลระยะทางที่เก็บข้อมูลได้บันทึกลง
ผ่าน โปรแกรม Microsoft Excel ดังตัวอย่างภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

3.6.2 สร้างเมตริกซ์ค่าประหยัด โดยคำนวณค่าประหยัดที่เกิดจากการรวมสินค้าโดยใช้สมการดังนี้

$$\text{Savings } Si,j = Ci,o + Co,j - Ci,j$$

โดย Si,j แทนค่าประหยัดของระยะทางในการขนส่ง สินค้าระหว่างลูกค้า i และ j

Ci,o แทนค่าระยะทางในการขนส่งสินค้า ระหว่างลูกค้า i และ o (คลังสินค้า)

Co,j แทนค่าระยะทางในการขนส่งสินค้า ระหว่างคลังสินค้า o และลูกค้า j

Ci,j แทนค่าระยะทางในการขนส่งสินค้า ระหว่างลูกค้า i และ ลูกค้า j

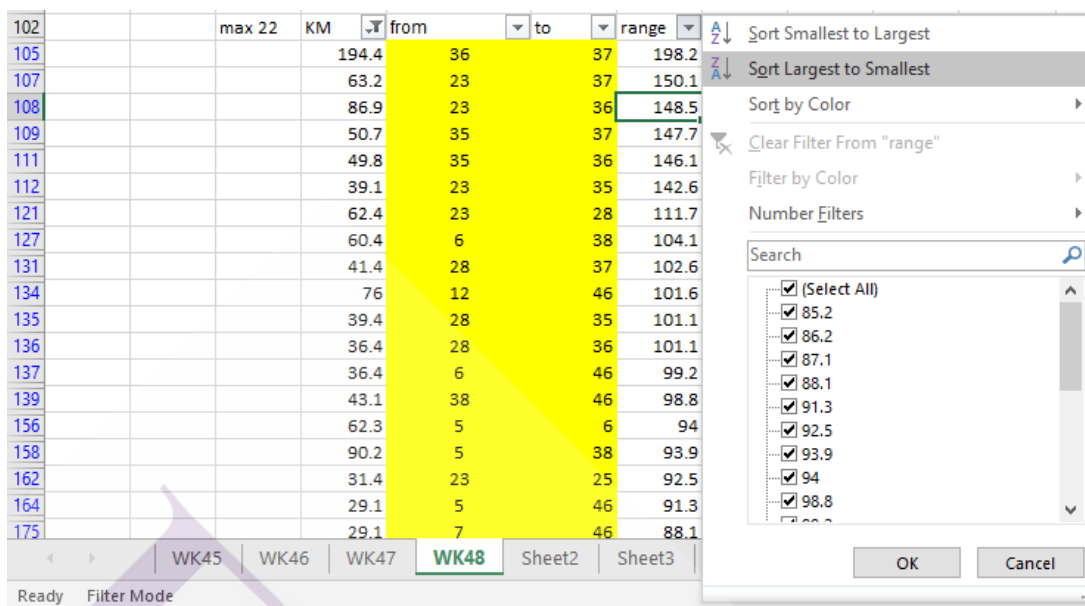
ซึ่งสามารถใช้โปรแกรม Microsoft Excel เก็บข้อมูลและช่วยในการคำนวณโดยใช้สูตร

ในโปรแกรมดังตัวอย่างภาพที่ 3.10

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		ACE	ACP	Bliss Netw	CNT	Comtech	Enames	Erlinet	FGT	FOPC	Forth	Global Te	GTN	IBS
1	ACE													
2	ACP	78												
3	Bliss Netw	53	51											
4	CNT	63	58	53										
5	Comtech	71	63	53	72									
6	Enames	74	66	53	73	94								
7	Erlinet	88	80	51	67	74	75							
8	FGT	73	64	55	76	91	90	75						
9	FOPC	62	57	53	71	68	62	64	74					
10	Forth	81	74	51	60	67	68	83	70	60				
11	Global Tel	56	55	56	56	55	54	58	60	55	58			
12	GTN	82	74	45	76	64	74	84	87	73	77	54		
13	IBS	55	54	51	53	51	50	57	58	52	57	50	52	
14	Leo Tel	80	68	57	57	66	69	82	61	55	82	60	76	60
15	Lomah Te	82	73	46	76	84	87	84	87	73	77	45	95	52
16	M&T	50	49	52	48	47	46	50	52	47	52	54	48	49
17	Maxnet	64	60	53	70	68	68	66	73	69	59	53	67	54
18	Mtech	63	58	53	73	71	70	65	76	74	56	53	74	54
19	NIS	71	70	51	65	64	63	73	68	64	67	54	69	57
20	N TLC	56	48	53	61	60	59	57	65	60	51	53	58	54
21	Power Tel	66	61	53	77	76	75	68	80	71	59	53	79	57
22	SIC	80	68	56	59	66	67	82	63	57	82	61	76	60
23	SIM	77	68	57	60	57	69	82	63	57	82	61	76	60
24	Teloneer	52	43	46	55	47	46	54	60	54	50	47	55	48
25	Vcont	43	41	46	45	44	43	44	49	44	48	61	44	45
26	Vinarco	49	48	51	53	51	50	51	50	52	51	50	47	58
27	WCOM	75	72	51	57	51	63	76	61	55	79	56	72	55
28	CCS	79	70	59	62	56	67	81	61	56	81	61	74	62
29	Lak Soluti	53	51	55	52	51	50	54	56	51	55	55	51	51
30	Best	46	44	48	31	43	42	47	48	43	48	52	43	45
31	WNT	93	86	64	96	79	67	95	82	72	94	61	95	67
32	Telewave	56	55	57	56	55	54	58	60	55	58	59	53	55
33	3rd GEN	59	57	51	54	53	55	60	59	53	61	66	57	51
34	K.Group	40	38	41	37	29	28	41	34	36	42	41	37	39

ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างการคำนวณหาเมตริกซ์ค่าประหยัด

3.6.3 ทำการเรียงลำดับค่าระยะทางที่คำนวณผ่านสมการ โดยเรียงค่าระยะทางจากมากไปหาน้อย ดังตัวอย่างภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 ตัวอย่างการหาเส้นทางที่ประหยัดที่สุดโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย

3.6.4 ทำการจัดเรียงเส้นทาง โดยจำนวนของอุปกรณ์ที่จัดส่งกับความจุสูงสุดของรถบรรทุก 6 ล้อ ในที่นี้คือ 1 รอบของการขนส่งรถบรรทุก 6 ล้อ สามารถบรรทุกอุปกรณ์ได้สูงสุดที่ 22 ชุด ต่อ 1 เทียบขนส่ง โดยพิจารณาจากความต้องการในการขนส่งจากข้อมูลของจำนวนอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการติดตั้งสถานีรับส่งโทรศัพท์ในแต่ละตำบล เพื่อจัดเส้นทางการขนส่งอุปกรณ์ให้ครบตามจำนวนดังตัวอย่างภาพที่ 3.12

	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
102	to	range	A	B	Sum								
105	37	198.2	2	4	6	22	22	0	36	37	23	35	28
107	37	150.1	6	4	10	22	28	0	6	38	46		
108	36	148.5	6	2	8	22	43	0	46	12	7		
109	37	147.7	3	4	7	22	37	0	7	10			
111	36	146.1	3	2	5	22	54	0	10	27	2		
112	35	142.6	6	3	9	22	36	0	2				
121	28	111.7	6	7	13	22	56	0	2	5			
127	38	104.1	19	1	20	22	37	0	5	21			
131	37	102.6	7	4	11	22	31	0	9	18	4		
134	46	101.6	9	8	17	22	25	0	4	40	24	32	
135	35	101.1	7	3	10	22	81	0	32	11			
136	36	101.1	7	2	9	22	73	0	11				
137	46	99.2	19	8	27	22	73	0	11				
139	46	98.8	1	8	9	22	101	0	11	33			
156	6	94	20	19	39	22	38	0	33	25			
158	38	93.9	20	1	21	22	75	0	25	44	3	26	
162	25	92.5	6	10	16	22	22	0	16				
164	46	91.3	20	8	28	22	47	0	25				
175	46	88.1	26	8	34	22	47	0	26				
180	46	87.1	6	8	14	22	73	0	26	13			
189	46	86.2	17	8	25	14	34	0	13	41			
191	46	85.2	7	8	15	9	9	0	42				

ภาพที่ 3.12 ตัวอย่างการจัดเรียงเส้นทางของรถบรรทุก

3.7 คำนวณค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

เมื่อได้เส้นทางในแต่ละสัปดาห์แล้วก็นำมาคำนวณหาค่าใช้จ่ายของการขนส่ง โดยบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ได้มีการจ้างวานบริษัทขนส่งเพื่อเข้ามาดำเนินงานในการขนส่ง อุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์จากคลังสินค้านิคมอุตสาหกรรมนวนคร ไปยังสถานประกอบการผู้รับเหมารายย่อย โดยมีค่าจ้างเป็นลักษณะเหมาจ่ายในขั้นแรกคือ เริ่มต้นที่ราคา 3,500 บาท สำหรับการให้บริการใช้รถบรรทุก 6 ล้อขนส่งอุปกรณ์ภายในเขตกรุงเทพ และบริเวณใกล้เคียง ซึ่งระยะทางไม่เกิน 300 กิโลเมตร และมีการเพิ่มเติมในกรณีที่ต้องไปส่งอุปกรณ์เกิน 2 จุดขึ้นไป โดยคิดราคาเพิ่มเติม จุดละ 600 บาท และค่าใช้จ่ายสำหรับคนขนของในแต่ละรอบ รอบละ 2,000 บาท ซึ่งสามารถใช้สูตรคำนวณในโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล (Microsoft Excel) ดังตัวอย่างภาพ 3.13

	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1083	41	35.7	5	4	9		0	0								
1140			1202	411			Existing	411,000	19	Truck						
1141		Range	MAX	22	MAX	22	New Node	Total Baht	115,300	Save cost	295,700					
1142		165		22	24	2	2	6700	0	36	37	23	35			
1143		117.2		22	29	1	1	6100	0	35	10	7				
1144		70.1		22	36	1	1	6100	0	7	46	6				
1145		56.2		22	22	0	0	5500	0	12						
1146		29.1		22	22	0	0	5500	0	26						
1147		53.5		22	22	0	0	5500	0	42	9					
1148		83.4		22	22	0	0	5500	0	25	17					
1149		58.4		22	39	1	1	6100	0	6	38	5				
1150		87.5		22	52	3	3	7300	0	5	8	15	1	2		
1151		39.1		22	28	0	0	5500	0	2						
1152		65.7		22	48	2	2	6700	0	2	27	21	4			
1153		81		22	56	4	4	7900	0	4	18	40	24	20	13	
1154		30		22	32	0	0	5500	0	13						
1155		44.9		22	88	1	1	6100	0	13	32	11				
1156		36.4		22	52	0	0	5500	0	11						
1157		43.1		22	65	0	0	5500	0	11	33					
1158		54		22	38	1	1	6100	0	33	16	44				
1159		41.9		22	30	1	1	6100	0	44	30	3				
1160		45.5		15	18	1	1	6100	0	3	29	41				
1161																
1162																
1163																
1164																

ภาพที่ 3.13 ตัวอย่างการคำนวณค่าใช้จ่ายในการขนส่งในแต่ละสัปดาห์

3.8 ระบุเส้นทางหลังจากการคำนวณ

เมื่อกำหนดเส้นทางของการขนส่งในแต่ละเส้นทางผ่านโปรแกรมเอ็กเซลเรียบร้อยแล้วให้นำเส้นทางมาระบุใส่ในใบเอกสารเพื่อใช้ในการบอกเส้นทางในการส่งของเพื่อส่งใบเส้นทางไปยังคลังสินค้า โดยเอกสารที่ใช้ในการบอกเส้นทางจะระบุสถานที่ที่ต้องวิ่งไปส่งอุปกรณ์ให้แก่ผู้รับเหมาตามลำดับที่จัดเส้นทางไว้ให้ และชื่อของผู้รับเหมา ซึ่งในการส่งแต่ละเที่ยวนั้นอุปกรณ์ที่คลังสินค้าจัดเตรียมสำหรับรถบรรทุกแต่ละคันจะต้องสอดคล้องกับเอกสารเพื่อใช้ในการรับอุปกรณ์ โดยเส้นทางที่คำนวณมาในโปรแกรมเอ็กเซลจะเป็นเส้นทางที่ระบุตำแหน่งของผู้รับเหมา

โดยใช้เลขลำดับแทนชื่อรับเหมาและที่อยู่ของผู้รับจากตารางที่ 3.1 เมื่อแปลงเลขลำดับที่ของเส้นทางกรขนส่งจะได้เป็นเอกสารเพื่อใช้ในการบอกเส้นทางในการส่งของดังตัวอย่างภาพที่ 3.14

Material Delivery Route						
Prepared (also subject responsible if other) ECT/IE			Document No. 2/46 35			
Doc respons/Approved DTAC	Checked	Date 10-Oct-19	Rev. C		File 1.4	
Warehouse Version ECT-NWK 1.0.85						
No.	Subcontractor	Address	Tel.	LAT.	LONG.	Receive
1	GTN	บริษัท เจเนอรัล ทรานสมิชั่น เบ็ทเวิร์ค จำกัด 72 ซอย 7 ถนนเฉลิมพรทกษัตริ.9 แขวงหนองบอน เขต ประเวศ กรุงเทพฯ 10250	094-8924556	13.683555	100.652679	
2	Mobicrat	บริษัท โมบีแครท จำกัด (สำนักงานใหญ่) เลขที่ 2290 ถ.พระราม9 แขวงสวนหลวง กทม 10250	02-3221337-8	13.740042	100.647029	
3	Enames	บ้านเลขที่ 51/53 หมู่บ้าน RK home park2 ถนนพัฒนาขมบต3	092-9799791	13.741116	100.716163	
4	WNP	บริษัท สัมเบลยู เอ็น พี เวสต์ ไซด์ จำกัด ตั้งสำนักงานใหญ่ 187/44 ซอยเสรีไทย 25 ถ.เสรีไทย แขวงคลองกุ่ม เขตมีนบุรี กรุงเทพฯ 10240	095-7909091	13.779926	100.658343	
5	ACP	61/71-72 ซอยทวีมิตร8 ถนนพหลโยธิน แขวงห้วยขวาง เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310	099-4475298	13.75869	100.569056	
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
WH signature			Delivery signature			
<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 40px; margin: 0 auto;"></div>			<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 40px; margin: 0 auto;"></div>			
Name : _____			Name : _____			
Date : _____			Date : _____			
Comment Revision A:						
Comment Revision B:						
Comment Revision C:						
Comment Revision RA:						

ภาพที่ 3.14 ตัวอย่างเอกสารเพื่อใช้ในการบอกเส้นทางในการส่งของ

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

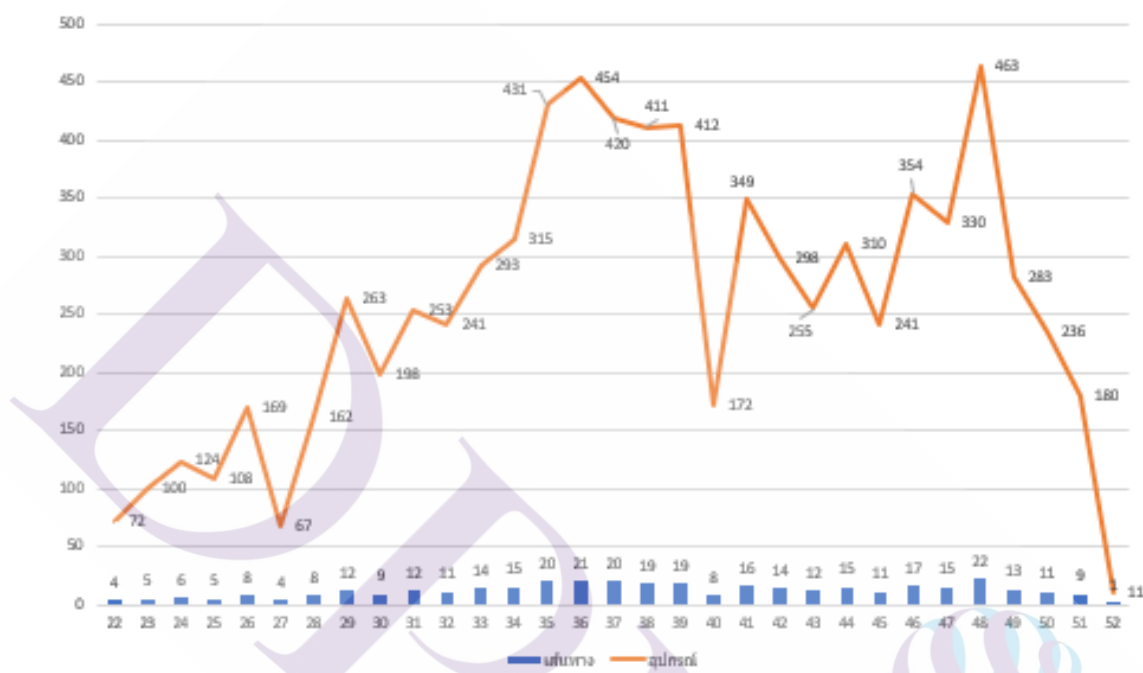
4.1 ผลการจัดเส้นทาง

จากการคำนวณเส้นทางขนส่งในแต่ละเส้นทางเพื่อนำมาออกเป็นใบเอกสารเพื่อใช้ในการบอกเส้นทางในการขนส่งอุปกรณ์สำหรับติดตั้งระบบโทรศัพท์โดยนำข้อมูลของจำนวนที่ของบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ต้องส่งของผู้รับเหมาจากวันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561 รวมทั้งสิ้น 7,975 สถานี โดยแบ่งการส่งของออกเป็นช่วงในแต่ละสัปดาห์คิดเป็นระยะเวลา 31 สัปดาห์



ภาพที่ 4.1 ภาพแสดงเส้นทางขนส่งอุปกรณ์หลังจากคำนวณเส้นทางแล้ว

ซึ่งจำนวนของเส้นทางในการส่งอุปกรณ์ของแต่ละสัปดาห์จะแตกต่างกันตามจำนวนอุปกรณ์ที่ต้องส่งของและความเหมาะสมของระยะทางในแต่ละจุดที่ต้องไปส่งของเพื่อใช้ในการบอกเส้นทางการส่งของตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561 ทั้งหมด 376 เส้นทาง



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงจำนวนเส้นทางของการขนส่งในแต่ละสัปดาห์

จากกราฟจะแสดงให้เห็นปริมาณของเส้นทางการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์จากสัปดาห์ที่ 22 ถึง สัปดาห์ที่ 52 โดยสัปดาห์ที่มีจำนวนเส้นทางการขนส่งที่มากที่สุดนั้นคือ สัปดาห์ที่ 48 ซึ่งมีจำนวนเส้นทางการขนส่งคือ 22 เส้นทาง ส่วนสัปดาห์ที่มีจำนวนเส้นทางการขนส่งที่น้อยที่สุดคือ สัปดาห์ที่ 52 ซึ่งมีจำนวนเส้นทางการขนส่งคือ 1 เส้นทาง โดยเมื่อพิจารณาจากจำนวนอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์ ในสัปดาห์ที่มีจำนวนเส้นทางการขนส่งที่มากที่สุดนั้นคือ สัปดาห์ที่ 48 จะมีจำนวนอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์ที่ต้องขนส่งคือ 463 ชุด ซึ่งเป็นจำนวนอุปกรณ์ที่มากที่สุด ส่วนสัปดาห์ที่มีจำนวนเส้นทางการขนส่งที่น้อยที่สุดคือ สัปดาห์ที่ 52 จะมีจำนวนอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์ที่ต้องขนส่งคือ 11 ชุด ซึ่งเป็นจำนวนอุปกรณ์ที่น้อยที่สุด

4.2 ผลการคำนวณค่าใช้จ่าย

4.2.1 ค่าใช้จ่ายในการขนส่งอุปกรณ์ก่อนใช้การจัดเส้นทางในการขนส่ง

จากการศึกษาสภาพปัญหาของบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งแต่เริ่มโครงการ ในวันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561 คิดเป็นระยะเวลา 31 สัปดาห์ จากจำนวนสถานีฐานที่ต้องติดตั้งทั้งหมด 7,975 สถานี ซึ่งได้มีการตกลงราคาในส่วนของการที่ผู้รับเหมารายย่อยเข้าไปรับอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งเองที่คลังสินค้า ในนิคมอุตสาหกรรมนวนคร อำเภอลอง หลวง จังหวัดปทุมธานี อยู่ที่สถานีฐานละ 1,000 บาท โดยมีกระบวนการติดตั้งอุปกรณ์โทรศัพท์แบบเดิมเริ่มจากได้รับมอบหมายแผนการติดตั้งโดยระบุผู้รับเหมาแต่ละรายและจำนวนสถานีที่ต้องติดตั้งอุปกรณ์โทรศัพท์ในสัปดาห์นั้นๆ และจัดทำใบรายการอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในแต่ละสถานีแล้วส่งใบรายการไปยังผู้รับเหมาเพื่อให้ผู้รับเหมาไปรายการไปรับอุปกรณ์ติดตั้งโทรศัพท์ที่คลังสินค้านวนคร ต่อจากนั้นผู้รับเหมาจึงนำอุปกรณ์ที่ได้รับเรียบร้อยแล้วไปติดตั้งตามสถานีที่ได้รับมอบหมาย แสดงกระบวนการติดตั้งอุปกรณ์โทรศัพท์แบบเดิมดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 กระบวนการติดตั้งอุปกรณ์โทรศัพท์แบบเดิม

ซึ่งสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการขนส่งแบบเดิมได้ดังนี้

จำนวนสถานีในแต่ละสัปดาห์ \times ค่าขนส่งครั้งละ 1,000 บาท = ค่าขนส่งแบบเดิมแต่ละสัปดาห์

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงค่าขนส่งแบบเดิม

สัปดาห์	จำนวนสถานี	ค่าขนส่งแต่ละสัปดาห์ (บาท)
22	72	72,000
23	100	100,000
24	124	124,000
25	108	108,000
26	169	169,000
27	67	67,000
28	162	162,000
29	263	263,000
30	198	198,000
31	253	253,000
32	241	241,000
33	293	293,000
34	315	315,000
35	431	431,000
36	454	454,000
37	420	420,000
38	411	411,000
39	412	412,000
40	172	172,000
41	349	349,000
42	298	298,000
43	255	255,000
44	310	310,000
45	241	241,000

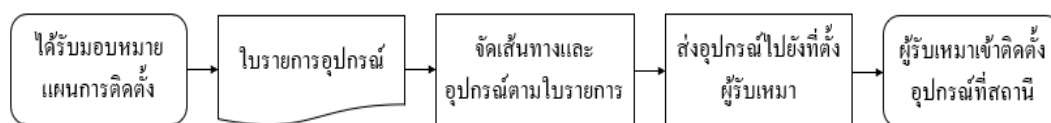
ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

สัปดาห์	จำนวนสถานี	ค่าขนส่งแต่ละสัปดาห์ (บาท)
46	354	354,000
47	330	330,000
48	463	463,000
49	283	283,000
50	236	236,000
51	180	180,000
52	11	11,000
ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาท)		7,975,000

จากตารางที่ 4.1 แสดงค่าขนส่งในแบบเดิมตั้งแต่เริ่มโครงการในวันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561 คิดเป็นสัปดาห์ที่ 22 ถึง สัปดาห์ที่ 52 รวมเป็น 31 สัปดาห์ เมื่อนำมารวมทั้งหมดจะได้เท่ากับ 7,975,000 บาท

4.2.2 ค่าใช้จ่ายในการขนส่งอุปกรณ์หลังใช้การจัดเส้นทางในการขนส่ง

จากข้อมูลของค่าใช้จ่ายในการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์สามารถนำมาปรับปรุงแก้ไข และออกแบบการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งโดยการคำนวณหาเส้นทางโดยใช้ซอฟต์แวร์อัลกอริทึมเพื่อคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมโดยการใช้รถบรรทุกขนาด 6 ล้อ นับตั้งแต่เริ่มโครงการในวันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561 รวมทั้งสิ้น 31 สัปดาห์ โดยจะมีการเพิ่มกระบวนการทำงานจากเดิมคือเมื่อจัดทำใบรายการอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในแต่ละสถานีแล้วส่งใบรายการไปยังผู้รับเหมา เปลี่ยนเป็นการส่งใบรายการอุปกรณ์ไปยังพนักงานที่คลังสินค้าเพื่อจัดอุปกรณ์ตามใบรายการแล้วจัดอุปกรณ์ขึ้นรถบรรทุก 6 ล้อ ซึ่งจะต้องจัดอุปกรณ์ของสถานีนั้นๆ ให้สอดคล้องกับเส้นทางของรถบรรทุกในการขนส่ง แล้วจึงทำการจัดส่งอุปกรณ์ โทรศัพท์ไปยังสถานที่ของผู้รับเหมาแต่ละรายตามการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสมโดยรถบรรทุก 6 ล้อ เพื่อให้ผู้รับเหมานำอุปกรณ์ไปติดตั้งตามสถานีที่ได้รับมอบหมาย แสดงกระบวนการติดตั้งอุปกรณ์โทรศัพท์แบบใหม่ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 กระบวนการติดตั้งอุปกรณ์โทรศัพท์แบบใหม่

โดยเมื่อคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมในส่งอุปกรณ์ไปยังสถานที่ของผู้รับเหมาแล้วสามารถนำจำนวนเส้นทางมาคำนวณค่าใช้จ่ายของการขนส่งแบบใหม่ โดยที่ค่าใช้จ่ายในการขนส่งแบบใหม่จะมีค่าจ้างเป็นลักษณะเหมาจ่ายในขั้นแรกคือ เริ่มต้นที่ราคา 3,500 บาท สำหรับการใช้รถบรรทุก 6 ล้อขนส่งอุปกรณ์ภายในเขตกรุงเทพ และบริเวณใกล้เคียง ซึ่งระยะทางไม่เกิน 300 กิโลเมตร และมีการเพิ่มเติมในกรณีที่ต้องไปส่งอุปกรณ์เกิน 2 จุดขึ้นไป โดยคิดราคาเพิ่มเติม จุดละ 600 บาท และค่าใช้จ่ายสำหรับคนขนของในแต่ละรอบ รอบละ 2,000 บาท ซึ่งสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการขนส่งแบบใหม่ได้ดังนี้

จำนวนเส้นทางแต่ละสัปดาห์ X ผลรวมของค่าเหมาจ่ายขั้นแรกกับค่าคนขนของ + จุดเพิ่มเติมจุดละ 600 บาท = ค่าขนส่งแบบใหม่ในแต่ละสัปดาห์

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงค่าขนส่งแบบใหม่

สัปดาห์ที่	จำนวนเส้นทาง	จำนวนจุดส่งของเพิ่มเติม	ค่าขนส่งแต่ละสัปดาห์ (บาท)
22	4	4	24,400
23	5	5	30,500
24	6	5	36,000
25	5	7	31,700
26	8	9	49,400
27	4	6	25,600
28	8	7	48,200
29	12	5	69,000
30	9	8	54,300

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	จำนวนเส้นทาง	จำนวนจุดส่งของ เพิ่มเติม	ราคา (บาท)
31	12	15	75,000
32	11	12	67,700
33	14	17	87,200
34	15	14	90,900
35	20	20	122,000
36	21	19	126,900
37	20	20	122,000
38	19	18	115,300
39	19	15	113,500
40	8	20	56,600
41	16	17	98,200
42	14	17	87,200
43	12	16	75,600
44	15	16	92,100
45	11	19	71,900
46	17	15	102,500
47	15	14	90,900
48	22	11	127,600
49	13	15	80,500
50	11	14	68,900
51	9	13	57,300
52	1	3	7,300
ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาท)			2,305,600

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นค่าใช้จ่ายในการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบ โทรศัพท์แบบใหม่จากคลังสินค้าที่นิคมอุตสาหกรรมนวนคร อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานีไปยังสถานประกอบการผู้รับเหมารายย่อยโดยใช้รถบรรทุกขนาด 6 ล้อ ตั้งแต่เริ่มโครงการในวันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561 คิดเป็นสัปดาห์ที่ 22 ถึง สัปดาห์ที่ 52 รวมเป็น 31 สัปดาห์ โดยมีค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นคือ 2,305,600 บาท

4.3 ผลการจัดเส้นทางที่ใช้จริงเปรียบเทียบกับเส้นทางเดิม

ในสัปดาห์ที่ 48 นั้น มีจำนวนสถานีฐานที่ต้องการอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบ โทรศัพท์สูงถึง 463 สถานี ซึ่งเป็นสัปดาห์ที่ขนส่งอุปกรณ์เยอะที่สุด ทำให้เมื่อใช้การขนส่งโดยการ จัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสมแล้ว สามารถจัดเส้นทางในสัปดาห์ที่ 48 ได้จำนวน 22 เส้นทางและมี จุดเพิ่มเติมในการขนส่ง 11 จุด เมื่อนำมาคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการขนส่งทั้งหมดแล้ว จะอยู่ที่ 127,600 บาท โดยค่าขนส่งอุปกรณ์แบบเดิมในสัปดาห์เดียวกันนี้จะอยู่ที่ 463,000 บาท

ตารางที่ 4.3 ตารางเปรียบเทียบเส้นทางและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงในสัปดาห์ที่ 48

	สัปดาห์ที่	จำนวน ผู้รับเหมาที่ ต้องการอุปกรณ์	อุปกรณ์ที่ ต้องขนส่ง	จำนวน เส้นทาง	ค่าใช้จ่ายใน การขนส่ง (บาท)
ค่าขนส่งก่อนใช้การ จัดเส้นทาง	48	31	463	463	463,000
ค่าขนส่งหลังใช้การ จัดเส้นทาง	48	31	463	22	127,600

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงการขนส่งโดยการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสมในสัปดาห์ที่ 48

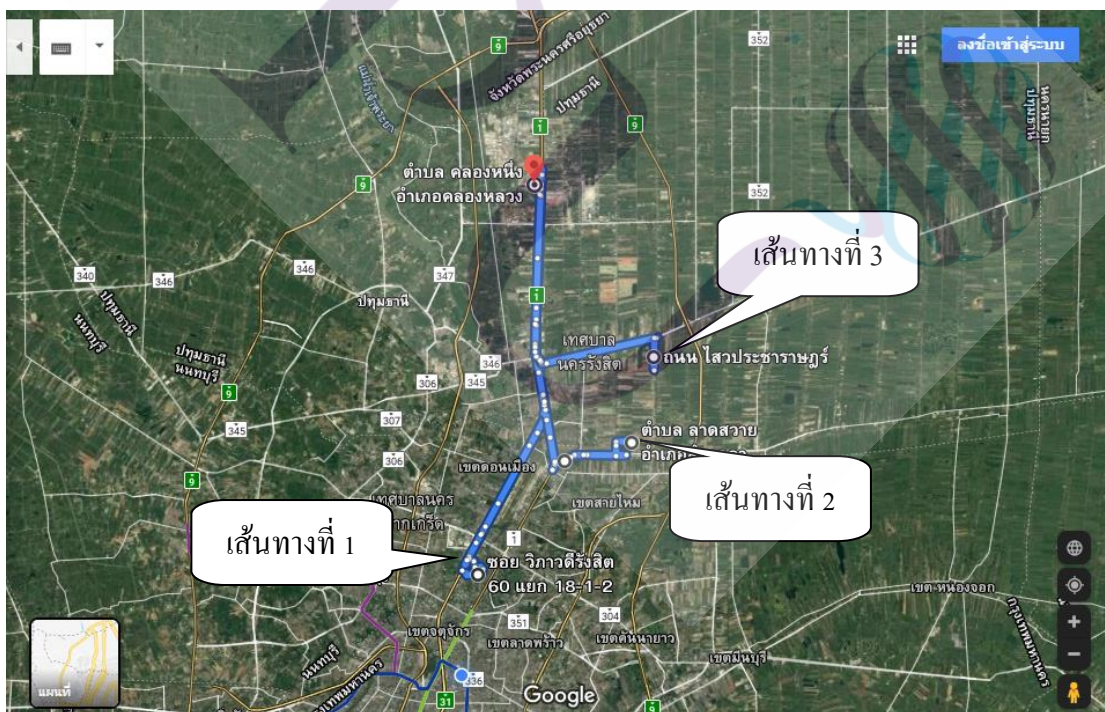
สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
48	0-36-37-23-35-28	194.4	22
48	0-6-38-46	63.2	22
48	0-46-12-7	86.9	22
48	0-7-10	50.7	22
48	0-10-27-2	49.8	22
48	0-2	39.1	22
48	0-2-5	62.4	22
48	0-5-21	60.4	22
48	0-9-18-4	41.4	22
48	0-4-40-24-32	76	22
48	0-32-11	39.4	22
48	0-11	36.4	22
48	0-11	36.4	22
48	0-11-33	43.1	22
48	0-33-25	62.3	22
48	0-25-44-3-26	90.2	22
48	0-16	31.4	22
48	0-26	29.1	22
48	0-26	29.1	22
48	0-26-13	30.1	22
48	0-13-41	51.4	14
48	0-42	26.2	9

จากตารางการจัดเส้นทางจะเห็นว่า 2 เส้นทางสุดท้ายมีการขนส่งอุปกรณ์ที่ไม่เต็มจำนวนสูงสุดของการบรรทุกของรถ จึงนำมาเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการขนส่งโดยคิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งแบบเดิมและแบบใหม่จะได้ดังนี้

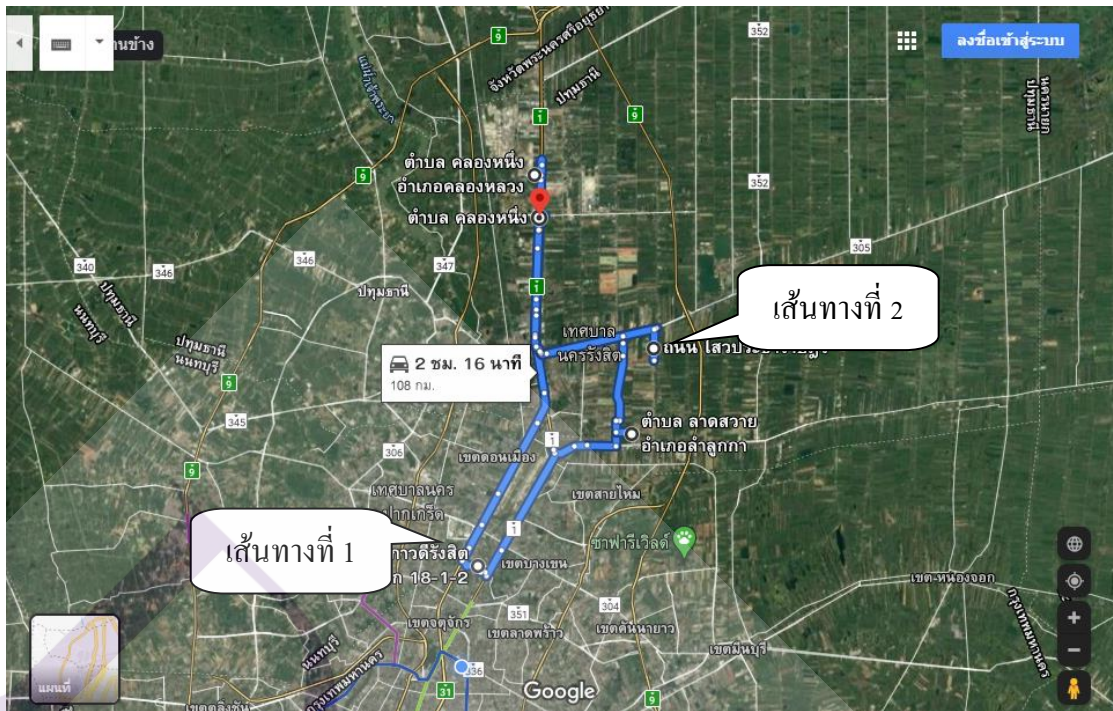
1. เส้นทาง 0-13-41 มีอุปกรณ์ต้องขนส่ง 14 ชุด มีจุดที่ต้องไปส่งของ 2 จุด ไม่มีจุดเพิ่มเติม ทำให้คิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งแบบใหม่รวมทั้งสิ้น 5,500 บาท แต่ค่าใช้จ่ายการขนส่งแบบเดิมจะอยู่ที่ 14,000 บาท ทำให้การขนส่งแบบใหม่สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่า

2. เส้นทาง 0-42 มีอุปกรณ์ต้องขนส่ง 9 ชุด มีจุดที่ต้องไปส่งของ 1 จุด ไม่มีจุดเพิ่มเติม ทำให้คิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งแบบใหม่รวมทั้งสิ้น 5,500 บาท แต่ค่าใช้จ่ายการขนส่งแบบเดิมจะอยู่ที่ 9,000 บาท ทำให้การขนส่งแบบใหม่สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่า

เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายของการขนส่งแล้ว จะพบว่าค่าใช้จ่ายในการขนส่งโดยการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสมของทั้ง 2 เส้นทางนั้นมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งอุปกรณ์น้อยกว่าการขนส่งแบบเดิม จึงทำการขนส่งอุปกรณ์ใน 2 เส้นทางนี้ด้วยการจัดเส้นทางแบบใหม่ โดยสามารถเปรียบเทียบเส้นทางของการขนส่งอุปกรณ์ของแบบเดิมและแบบใหม่ได้ แสดงดังภาพ 4.2 และภาพ 4.3 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.5 เส้นทางการขนส่งแบบเดิม



ภาพที่ 4.6 เส้นทางการขนส่งแบบใหม่

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสภาพปัญหาของบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งแต่เริ่มโครงการ ในวันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561 คิดเป็นระยะเวลา 31 สัปดาห์ จากจำนวนสถานีฐานที่ติดตั้งไปทั้งหมด 7,975 สถานี เดิมได้มีการตกลงราคาในส่วนของงานที่ผู้รับเหมารายย่อยเข้าไปปรับอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งเองที่คลังสินค้า ในนิคมอุตสาหกรรมนวนคร อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี อยู่ที่สถานีฐานละ 1,000 บาท ซึ่งเมื่อนำรายจ่ายในส่วนของค่าขนส่งมาคำนวณแล้ว บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าขนส่งให้กับผู้รับเหมารายย่อยทั้งสิ้น 7,975,000 บาท

หลังจากการใช้เครื่องมือในการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสมมาใช้ในการว่าจ้างรถบรรทุก 6 ล้อ เพื่อทำการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์จากคลังสินค้าไปยังสถานประกอบการผู้รับเหมารายย่อย ทำให้คิดค่าใช้จ่ายการขนส่งทั้งสิ้น 2,305,600 บาท ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งของทั้งโครงการจากเดิม 7,975,000 บาท เหลือ 2,305,600 บาท ลดลงไปได้เท่ากับ 5,669,400 บาท รายละเอียดตามตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการขนส่งแบบเดิมและแบบใหม่

สัปดาห์ที่	แบบผู้รับเหมาเข้ามารับของ (บาท)	แบบส่งของไปยังผู้รับเหมา (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ลดลง (บาท)
22	72,000	24,400	47,600
23	100,000	30,500	69,500
24	124,000	36,000	88,000
25	108,000	31,700	76,300
26	169,000	49,400	119,600

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	แบบผู้รับเหมาเข้า มารับของ (บาท)	แบบส่งของไปยัง ผู้รับเหมา (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ที่ลดลง (บาท)
27	67,000	25,600	41,400
28	162,000	48,200	113,800
29	263,000	69,000	194,000
30	198,000	54,300	143,700
31	253,000	75,000	178,000
32	241,000	67,700	173,300
33	293,000	87,200	205,800
34	315,000	90,900	224,100
35	431,000	122,000	309,000
36	454,000	126,900	327,100
37	420,000	122,000	298,000
38	411,000	115,300	295,700
39	412,000	113,500	298,500
40	172,000	56,000	115,400
41	349,000	98,200	250,800
42	298,000	87,200	210,800
43	255,000	75,600	179,400
44	310,000	92,100	217,900
45	241,000	71,900	169,100
46	354,000	102,500	251,500
47	330,000	90,900	239,100
48	463,000	127,600	335,400
49	283,000	80,500	202,500
50	236,000	68,900	167,100

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	แบบผู้รับเหมาเข้า มารับของ (บาท)	แบบส่งของไปยัง ผู้รับเหมา (บาท)	ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ที่ลดลง (บาท)
51	180,000	57,300	122,700
52	11,000	7,300	3,700
ผลรวม	7,975,000	2,305,600	5,669,400

จากตารางที่ 5.1 แสดงให้เห็นค่าใช้จ่ายในการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์ตั้งแต่เริ่มโครงการในวันที่ 1 มิถุนายน 2561 จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2561 คิดเป็นสัปดาห์ที่ 22 ถึง สัปดาห์ที่ 52 รวมเป็น 31 สัปดาห์จากจำนวนสถานีฐานที่ติดตั้งไปทั้งหมด 7,975 สถานี โดยมีค่าใช้จ่ายในส่วนของขนส่งในแบบผู้รับเหมารายย่อยมารับของจากคลังสินค้าที่นิคมอุตสาหกรรมนวนคร อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ทั้งสิ้น 7,975,000 บาท และแบบใช้เครื่องมือในการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสมมาใช้ในการว่าจ้างรถบรรทุก 6 ล้อ เพื่อทำการขนส่งอุปกรณ์สำหรับการติดตั้งระบบโทรศัพท์จากคลังสินค้าไปยังสถานประกอบการผู้รับเหมารายย่อย โดยมีค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นคือ 2,305,600 บาท แสดงให้เห็นว่า สามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนของขนส่งลง 5,669,400 บาท คิดเป็น ร้อยละ 71.09 ซึ่งเป็นค่าการขนส่งของโครงการติดตั้งอุปกรณ์โทรศัพท์ระบบ 4G LTE-TDD คลื่น 2300 MHz เท่านั้น หากนำไปใช้กับโครงการติดตั้งอุปกรณ์โทรศัพท์ระบบอื่นๆ ที่บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ได้ดำเนินการอยู่ ก็จะทำให้สามารถลดต้นทุนในด้านการขนส่งอุปกรณ์สำหรับติดตั้งระบบโทรศัพท์ลงไปได้อย่างมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและทดลองการลดค่าใช้จ่ายการขนส่งโดยการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสม สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณโทรศัพท์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการขนส่งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์ไปยังสถานีที่ต้องการติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์ที่ได้โดยตรง โดยไม่ต้องส่งอุปกรณ์ไปให้กับผู้รับเหมารายย่อยก่อนเพื่อความสะดวกและรวดเร็วสำหรับการติดตั้งเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับลูกค้าในการบริการการติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์ในอนาคต

ซึ่งหากต้องการส่งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์เพื่อติดตั้งไปยังสถานีที่รอการติดตั้งจะต้องจัดการเรื่องการวางแผนเวลาในการขนส่งอุปกรณ์โดยอาจต้องคำนวณเวลาในแต่ละ

เส้นทางที่จะต้องใช้ในการขนส่งและจัดเรียงเส้นทางให้สอดคล้องกับสภาพการจราจรซึ่งมีความแปรผันไปตามช่วงเวลาขึ้นกับความหนาแน่นของสภาพจราจรในบริเวณต่างๆทำให้อาจจะต้องมีการเริ่มจัดส่งไม่เป็นเวลาที่แน่นอนเพื่อให้อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์และทีมติดตั้งของผู้รับเหมารายย่อยอยู่ที่บริเวณหน้างานหรือสถานที่ติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ โทรศัพท์ในช่วงเวลาเดียวกันเพื่อจะได้ให้ทีมติดตั้งรับของ และสามารถติดตั้งได้ทันที





บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กนกวรรณ สุภักดี นัทรพงศ์ นันทสำเร็จ และระพีพันธ์ ปิตาคะโส. (2558). การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางในการซ่อมบำรุงเครื่องมือแพทย์ โดย วิธีการอัลกอริทึมแบบประหยัด: กรณีศึกษา สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุบลราชธานี. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์สารนิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ดร.กฤษณ์ชากริตส ณ วัฒนประเสริฐ.(2558).การจัดการ โลจิสต์และซัพพลายเชนเชิงวิศวกรรม. สำนักพิมพ์ปัญญาชน.
- ทวิพันธ์ สิมะจาริก และคณะ. (2552). การลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง กรณีศึกษา โรงงาน เคมีภัณฑ์. ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัย ศิลปกรนครปฐม.
- อรประไพ จารุพัฒน์ และ ปวีณา เขาวลิตวงศ์. (2556). อิวิริสติกสำหรับการจัดเส้นทางเดินรถแบบเปิดเพื่อลดต้นทุนการขนส่ง. วารสารวิศวกรรมศาสตร์.(ISSN: 1906-3636) 4,3 (31 พฤษภาคม 2556)
- ยลพัชร อังกูรสิทธิ์. (2560). การประยุกต์ใช้วิธีการประหยัด เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ ในรูปแบบที่มีการรับ และส่งสินค้าพร้อมกัน. วารสารวิชาการบริหารธุรกิจ 6(2), 175-188.
- ณัฏพร ไชยเสนา. (2560). การจัดเส้นทางรถขนส่งด้วยวิธีเมตาอิวิริสติกส์ กรณีศึกษา บริษัทผู้ให้บริการขนส่งทางด้าน โลจิสติกส์. อาจารย์ประจำวิชาสาขาวิชาการจัดการ โลจิสติกส์ คณะบริหารธุรกิจ : มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์.
- ภคพร ผงทอง. (2559). การวางแผนเส้นทางรถขนส่งโดยใช้เซฟวิงอัลกอริทึม กรณีศึกษาเส้นทางรถขนส่งขยะ อเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี. อาจารย์ประจำวิชาสาขาวิชาการจัดการ โลจิสติกส์ คณะบริหารธุรกิจ : มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์.
- กาญจนา ลีมีวัฒนากุล. (2558). การจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าและการจัดการพื้นที่รถบรรทุก 4 ล้อ สำหรับขนส่งน้ำมันหล่อลื่น. ภาควิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

ไพฑูรย์ สิริโอพาร. (2557). การลดต้นทุนการขนส่ง โดยการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสม
กรณีศึกษา ธุรกิจเครื่องคั้มซานม. อาจารย์ประจำวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะคณะ
วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี : สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์.





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตารางระยะทางที่ใช้ในการวิจัย



ตารางที่ ก.1 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	Warehouse	ACE	ACP	Bliss Network	CNT	Comtech	Enames	Erlnet	FGT	FOPC	Forth	Global Tel	GTN
Warehouse	0	43.7	39.1	28	38.2	47.6	52.4	45.2	53.3	37	42.8	36.4	56.2
ACE	43.7	0	5.3	18.9	19.1	20.6	21.9	1.2	23.8	18.5	5.6	23.8	18.2
ACP	39.1	5.3	0	16.1	19.3	23.3	25.4	4.7	28	18.7	7.9	21	21.6
Bliss Network	28	18.9	16.1	0	13.5	22.9	27.7	22.5	26.2	12.3	20.2	8.1	38.8
CNT	38.2	19.1	19.3	13.5	0	13.4	18.1	16.3	15.9	4.4	21	18.3	18.7
Comtech	47.6	20.6	23.3	22.9	13.4	0	6	19	10.1	16.8	23.6	29.1	40
Enames	52.4	21.9	25.4	27.7	18.1	6	0	23	15.7	27.7	27.7	34.6	34.2
Erlnet	45.2	1.2	4.7	22.5	16.3	19	23	0	23.5	18.2	5.5	23.9	17.7
FGT	53.3	23.8	28	26.2	15.9	10.1	15.7	23.5	0	16.7	26.3	29.7	22.6
FOPC	37	18.5	18.7	12.3	4.4	16.8	27.7	18.2	16.7	0	20.3	18.1	20.6
Forth	42.8	5.6	7.9	20.2	21	23.6	27.7	5.5	26.3	20.3	0	20.9	22.4
Global Tel	36.4	23.8	21	8.1	18.3	29.1	34.6	23.9	29.7	18.1	20.9	0	39.1
GTN	56.2	18.2	21.6	38.8	18.7	40	34.2	17.7	22.6	20.6	22.4	39.1	0

ตารางที่ ก.2 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	IBS	Leo Tel	Lomah Tel	M&T	Maxnet	Mtech	NIS	NTLC	Power Telco	SIC	SIM	Teloneer	Vcont	Vinarco
Warehouse	30	64.4	48.3	31.4	36.3	38.2	36.9	33.6	41	103	79.8	31.2	47.7	29.1
ACE	18.4	27.8	10.1	24.7	15.6	18.7	9.2	21.7	18.6	66.4	46.5	22.7	48.9	23.5
ACP	15.6	35.5	14.3	21.9	15.8	19	6.4	25.2	18.8	74.1	50.9	26.9	46.1	20.7
Bliss Network	7.3	35.5	30.1	7.3	11.6	13.5	14.2	8.9	16.3	74.6	50.9	13.4	29.9	6.4
CNT	15.7	45.9	10.9	21.3	4.9	3	10.1	10.9	2.7	82.6	58	14	40.5	14.8
Comtech	26.4	45.9	12	31.9	15.6	14.8	20.9	21.7	12.8	84.5	70.3	32.2	51.2	25.5
Enames	32	48.2	13.4	37.6	21.2	20.4	26.5	27.2	18.2	88.6	63.6	37.7	56.8	31.1
Erlnet	18.7	27.7	9.9	26.3	15.3	18.5	9.5	21.4	18.3	66.4	43.1	22.4	49.2	23.6
FGT	25.7	56.7	14.7	32.7	16.2	15.5	22.4	22.3	14.1	93.4	70.2	24.8	51.9	32
FOPC	15.5	46	12.7	21.1	4.7	1.4	10.2	10.8	7.5	82.6	59.4	13.8	40.3	14.6
Forth	15.5	25.6	14.5	21.8	20	25.4	13.1	25.2	25.3	64.2	41	24.2	42.8	20.6
Global Tel	16.5	40.6	39.3	13.8	19.3	21.2	19.6	16.6	24	78.1	54.8	21	22.7	15.6
GTN	33.8	44.2	9.3	40	25.7	20.2	23.8	31.8	18	83.5	60.2	32.8	60.2	38

ตารางที่ ก.3 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	WCOM	CCS	Lak Solution	Best	WNT	Telewave	3rd GEN	K.Group	TTSI	TSC	SPO	TCE	54Groups
Warehouse	38	56.2	28	28.4	70.4	31.2	36.4	21.9	74.3	101	110	52	64.3
ACE	7.2	21	19	26.3	20.8	18.6	21.6	26.1	42.9	69.7	77.1	22	11.6
ACP	5	25	16.2	23.5	23.2	15.8	18.8	23.3	47.3	74.1	81.5	26.1	14
Bliss Network	15.4	24.9	0.7	8.9	34.3	2.5	13.8	8.7	47.3	74	81.4	27.3	30.1
CNT	19.7	32.1	13.9	35.9	13.1	13.1	20.4	22.7	54.4	82.5	88.6	17.7	28.4
Comtech	34.5	48.3	24.7	33.4	38.6	23.9	31.3	40.5	66.7	93.4	101	5.7	30.6
Enames	27.6	41.3	30.2	39.2	55.4	29.4	33.9	46.1	60	86.7	94.1	0.3	32.9
Erlnet	7.1	20.6	19.5	26.4	20.7	18.9	21.9	26.4	42.1	68.8	76.2	21.7	11.5
FGT	30.5	48.2	25.3	34.1	41.3	24.5	31.2	41.2	66.6	93.3	101	13.9	33.3
FOPC	19.8	37.4	13.7	22.7	35.7	13	20.5	22.5	55.8	82.6	90	20.6	27.3
Forth	2	18.4	16.1	23.5	19.2	15.8	17.8	23.2	37.4	63.4	71.6	26.4	10.3
Global Tel	18.6	31.2	9	12.7	45.4	8.2	6.7	17.7	51.2	78	85.4	35	39.3
GTN	22.4	38.1	33.5	41.7	31.2	34	36	41.4	56.6	83.4	90.8	28.1	25

ตารางที่ ก.4 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	Pheera	E&E	Gtech	Promt	Protel	WNP	Mobicrat
Warehouse	40	24.5	26.2	52.6	30.7	46.3	57.3
ACE	29.8	34.2	38.9	27.4	24.9	13.3	12.1
ACP	30	31.3	36.1	31.6	21.9	12.5	15.5
Bliss Network	22.8	16.8	21.6	29.6	7.3	21.6	26.4
CNT	13.2	21.2	24.3	19.3	21.3	8.9	13.7
Comtech	15.3	28.8	31.9	13.7	32	10.1	13.6
Enames	20.9	34.3	37.5	17.9	37.6	12.2	10.5
Erlnet	29.5	34.4	40.6	27.1	25	13	14.4
FGT	13.6	29.4	32.6	11.8	32.7	10.6	17.5
FOPC	14.4	24.2	27.3	21.7	21.1	10.7	15.5
Forth	38.3	31.3	36.1	31.4	21.8	17.6	19.1
Global Tel	30.5	25.8	30.6	41.2	13.5	29.3	34.1
GTN	43.6	37.7	40.8	36.1	40.1	13.7	11.9

ตารางที่ ก.5 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	Warehouse	ACE	ACP	Bliss Network	CNT	Comtech	Enames	Erlnet	FGT	FOPC	Forth	Global Tel	GTN
IBS	30	18.4	15.6	7.3	15.7	26.4	32	18.7	25.7	15.5	15.5	16.5	33.8
Leo Tel	64.4	27.8	35.5	35.5	45.9	45.9	48.2	27.7	56.7	46	25.6	40.6	44.2
Lomah Tel	48.3	10.1	14.3	30.1	10.9	12	13.4	9.9	14.7	12.7	14.5	39.3	9.3
M&T	31.4	24.7	21.9	7.3	21.3	31.9	37.6	26.3	32.7	21.1	21.8	13.8	40
Maxnet	36.3	15.6	15.8	11.6	4.9	15.6	21.2	15.3	16.2	4.7	20	19.3	25.7
Mtech	38.2	18.7	19	13.5	3	14.8	20.4	18.5	15.5	1.4	25.4	21.2	20.2
NIS	36.9	9.2	6.4	14.2	10.1	20.9	26.5	9.5	22.4	10.2	13.1	19.6	23.8
NTLC	33.6	21.7	25.2	8.9	10.9	21.7	27.2	21.4	22.3	10.8	25.2	16.6	31.8
Power Telco	41	18.6	18.8	16.3	2.7	12.8	18.2	18.3	14.1	7.5	25.3	24	18
SIC	103	66.4	74.1	74.6	82.6	84.5	88.6	66.4	93.4	82.6	64.2	78.1	83.5
SIM	79.8	46.5	50.9	50.9	58	70.3	63.6	43.1	70.2	59.4	41	54.8	60.2
Teloneer	31.2	22.7	26.9	13.4	14	32.2	37.7	22.4	24.8	13.8	24.2	21	32.8
Vcont	47.7	48.9	46.1	29.9	40.5	51.2	56.8	49.2	51.9	40.3	42.8	22.7	60.2
Vinarco	29.1	23.5	20.7	6.4	14.8	25.5	31.1	23.6	32	14.6	20.6	15.6	38

ตารางที่ ก.6 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	IBS	Leo Tel	Lomah Tel	M&T	Maxnet	Mtech	NIS	NTLC	Power Telco	SIC	SIM	Teloneer	Vcont	Vinarco
IBS	0	34.5	26.3	12	12.2	14.2	10.4	9.5	14.1	73.1	49.9	13.7	33.2	1
Leo Tel	34.5	0	38.4	48.2	42	43.5	34.6	42.6	43.3	52.9	29.7	47.7	33.2	37.4
Lomah Tel	26.3	38.4	0	34.2	15.4	13.1	17.9	21.4	10.9	77.6	53.5	22.3	54.3	33
M&T	12	48.2	34.2	0	19.6	21.5	20.1	17	25.2	84.1	60.9	21.4	30.7	12.3
Maxnet	12.2	42	15.4	19.6	0	7.1	10.5	6.2	9.9	80.5	57.3	9.9	35.7	10
Mtech	14.2	43.5	13.1	21.5	7.1	0	11.4	12	5.3	82.5	59.3	12.2	41.5	15.8
NIS	10.4	34.6	17.9	20.1	10.5	11.4	0	11.6	9.5	72.6	49.4	18.1	44.5	9.3
NTLC	9.5	42.6	21.4	17	6.2	12	11.6	0	9.6	84.9	61.7	6.4	40.1	14.4
Power Telco	14.1	43.3	10.9	25.2	9.9	5.3	9.5	9.6	0	81.8	58.6	14.3	43.8	17.1
SIC	73.1	52.9	77.6	84.1	80.5	82.5	72.6	84.9	81.8	0	30.4	83.7	56	73.5
SIM	49.9	29.7	53.5	60.9	57.3	59.3	49.4	61.7	58.6	30.4	0	53.3	35	42.9
Teloneer	13.7	47.7	22.3	21.4	9.9	12.2	18.1	6.4	14.3	83.7	53.3	0	41.1	15.5
Vcont	33.2	33.2	54.3	30.7	35.7	41.5	44.5	40.1	43.8	56	35	41.1	0	33.7

ตารางที่ ก.7 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	WCOM	CCS	Lak Solution	Best	WNT	Telewave	3rd GEN	K.Group	TTSI	TSC	SPO	TCE	54Groups
IBS	12.7	23.9	7.5	13.6	33.3	6.7	15.6	13.3	46.3	73	80.4	27.9	24.3
Leo Tel	25.3	12.6	37.4	47.1	23.8	37	30.9	45.4	26.1	52.9	60.3	50.1	15.4
Lomah Tel	16.5	27.1	28.4	35.8	29.8	28.1	30.1	35.6	49.9	76.7	84.1	13.7	21.9
M&T	21.2	39.2	9.3	1.1	53.4	8.5	15.5	9.3	57.3	84	91.4	35.3	47.3
Maxnet	19	31.5	9.2	18.2	40.8	8.4	20.7	17.9	53.7	80.5	87.9	21.8	32.6
Mtech	21	33.4	14.9	23.9	36.5	14.1	21.7	23.7	55.7	82.5	89.9	17.5	28.5
NIS	7.7	23.4	15.1	22	28	14.3	17.3	21.7	45.8	72.5	79.9	25.1	28.6
NTLC	23.4	35.8	13.6	22.6	37.4	12.8	22.6	16.7	57.9	84.7	92.1	20.2	29.4
Power Telco	18.9	36.6	16.3	25.3	35.2	15.5	19.7	25	53.7	80.5	89.2	18.5	44.6
SIC	62.5	55.1	73.1	83.4	69.3	72.8	68	80.3	30.2	0.1	13.9	95.5	71.4
SIM	32.7	24.3	42.6	51.1	36.9	42.3	37.9	49.7	11.5	32.3	39.7	57.3	32.7
Teloneer	24.4	36.8	14.6	23.6	41.7	13.8	25.3	14.2	59.1	85.9	93.3	24.1	41.9
Vcont	38.4	34.7	27	28	48.9	26.2	25.9	40.2	47.1	73.8	81.3	58.2	42.8

ตารางที่ ก.8 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	Pheera	E&E	Gtech	Promt	Protel	WNP	Mobicrat
IBS	23.2	21.4	26.2	31.3	12	19.4	28.9
Leo Tel	57.1	53.5	58.3	60.5	47.9	41.3	42.6
Lomah Tel	29.2	31.3	33.7	26.5	34.2	6.5	6.4
M&T	24.5	18.6	23.4	40.6	2.1	29.7	40.5
Maxnet	17.2	25.4	28.6	25.4	16.5	15.3	20.1
Mtech	13.1	21.1	24.2	21.1	22.3	11.8	15.4
NIS	22.3	29.8	34.6	26.7	20.3	14.3	16.8
NTLC	15.5	23.8	26.9	23.8	20.7	14.5	19.7
Power Telco	15.7	24.3	27.4	20.1	23.6	7.3	12.1
SIC	102	96.6	101	106	92.4	86.9	88.4
SIM	62.8	57.8	62.6	71.9	53.6	48.4	50
Teloneer	10.8	9.3	15.9	26.9	21.9	18.4	24.1
Vcont	48.5	44.3	47.6	59.8	28.8	48	52.8

ตารางที่ ก.9 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	Warehouse	ACE	ACP	Bliss Network	CNT	Comtech	Enames	Erlnet	FGT	FOPC	Forth	Global Tel	GTN
WCOM	38	7.2	5	15.4	19.7	34.5	27.6	7.1	30.5	19.8	2	18.6	22.4
CCS	56.2	21	25	24.9	32.1	48.3	41.3	20.6	48.2	37.4	18.4	31.2	38.1
Lak Solution	28	19	16.2	0.7	13.9	24.7	30.2	19.5	25.3	13.7	16.1	9	33.5
Best	28.4	26.3	23.5	8.9	35.9	33.4	39.2	26.4	34.1	22.7	23.5	12.7	41.7
WNT	70.4	20.8	23.2	34.3	13.1	38.6	55.4	20.7	41.3	35.7	19.2	45.4	31.2
Telewave	31.2	18.6	15.8	2.5	13.1	23.9	29.4	18.9	24.5	13	15.8	8.2	34
3rd GEN	36.4	21.6	18.8	13.8	20.4	31.3	33.9	21.9	31.2	20.5	17.8	6.7	36
K.Group	21.9	26.1	23.3	8.7	22.7	40.5	46.1	26.4	41.2	22.5	23.2	17.7	41.4
TTSI	74.3	42.9	47.3	47.3	54.4	66.7	60	42.1	66.6	55.8	37.4	51.2	56.6
TSC	101	69.7	74.1	74	82.5	93.4	86.7	68.8	93.3	82.6	63.4	78	83.4
SPO	110	77.1	81.5	81.4	88.6	101	94.1	76.2	101	90	71.6	85.4	90.8
TCE	52	22	26.1	27.3	17.7	5.7	0.3	21.7	13.9	20.6	26.4	35	28.1
54Groups	64.3	11.6	14	30.1	28.4	30.6	32.9	11.5	33.3	27.3	10.3	39.3	25
Pheera	40	29.8	30	22.8	13.2	15.3	20.9	29.5	13.6	14.4	38.3	30.5	43.6

ตารางที่ ก.10 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	IBS	Leo Tel	Lomah Tel	M&T	Maxnet	Mtech	NIS	NTLC	Power Telco	SIC	SIM	Teloneer	Vcont	Vinarco
WCOM	12.7	25.3	16.5	21.2	19	21	7.7	23.4	18.9	62.5	32.7	24.4	38.4	10.1
CCS	23.9	12.6	27.1	39.2	31.5	33.4	23.4	35.8	36.6	55.1	24.3	36.8	34.7	22.5
Lak Solution	7.5	37.4	28.4	9.3	9.2	14.9	15.1	13.6	16.3	73.1	42.6	14.6	27	6.9
Best	13.6	47.1	35.8	1.1	18.2	23.9	22	22.6	25.3	83.4	51.1	23.6	28	14.3
WNT	33.3	23.8	29.8	53.4	40.8	36.5	28	37.4	35.2	69.3	36.9	41.7	48.9	31.9
Telewave	6.7	37	28.1	8.5	8.4	14.1	14.3	12.8	15.5	72.8	42.3	13.8	26.2	6.5
3rd GEN	15.6	30.9	30.1	15.5	20.7	21.7	17.3	22.6	19.7	68	37.9	25.3	25.9	14.1
K.Group	13.3	45.4	35.6	9.3	17.9	23.7	21.7	16.7	25	80.3	49.7	14.2	40.2	14
TTSI	46.3	26.1	49.9	57.3	53.7	55.7	45.8	57.9	53.7	30.2	11.5	59.1	47.1	44.8
TSC	73	52.9	76.7	84	80.5	82.5	72.5	84.7	80.5	0.1	32.3	85.9	73.8	71.6
SPO	80.4	60.3	84.1	91.4	87.9	89.9	79.9	92.1	89.2	13.9	39.7	93.3	81.3	79
TCE	27.9	50.1	13.7	35.3	21.8	17.5	25.1	20.2	18.5	95.5	57.3	24.1	58.2	30.4
54Groups	24.3	15.4	21.9	47.3	32.6	28.5	28.6	29.4	44.6	71.4	32.7	41.9	42.8	27.6

ตารางที่ ก.11 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	WCOM	CCS	Lak Solution	Best	WNT	Telewave	3rd GEN	K.Group	TTSI	TSC	SPO	TCE	54Groups
WCOM	0	18.5	15	22.4	19.9	14.7	16.7	22.1	37.1	63.9	71.3	31.1	13.7
CCS	18.5	0	22.3	29.7	20.3	22	24.1	29.5	29.4	56.1	63.6	35.6	14.2
Lak Solution	15	22.3	0	9	33.6	1.8	13.1	8.8	48.5	75.2	82.6	26.6	38.1
Best	22.4	29.7	9	0	50.4	7.4	13.8	9.6	56.2	82.9	90.3	34.2	46.2
WNT	19.9	20.3	33.6	50.4	0	36.3	37.3	43.8	42.9	74.3	81.7	40.4	9.3
Telewave	14.7	22	1.8	7.4	36.3	0	11.3	11.5	47.6	74.4	81.8	28.8	43.9
3rd GEN	16.7	24.1	13.1	13.8	37.3	11.3	0	20.9	41.8	68.5	75.9	35.3	31.4
K.Group	22.1	29.5	8.8	9.6	43.8	11.5	20.9	0	66.8	93.6	101	36.5	56.8
TTSI	37.1	29.4	48.5	56.2	42.9	47.6	41.8	66.8	0	29.2	36.6	65.6	40.9
TSC	63.9	56.1	75.2	82.9	74.3	74.4	68.5	93.6	29.2	0	12.8	87.5	63
SPO	71.3	63.6	82.6	90.3	81.7	81.8	75.9	101	36.6	12.8	0	96	71.4
TCE	31.1	35.6	26.6	34.2	40.4	28.8	35.3	36.5	65.6	87.5	96	0	33.2
54Groups	13.7	14.2	38.1	46.2	9.3	43.9	31.4	56.8	40.9	63	71.4	33.2	0

ตารางที่ ก.12 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	Pheera	E&E	Gtech	Prompt	Protel	WNP	Mobicrat
WCOM	30.2	35	41.4	20.7	19.2	23.8	30.2
CCS	37.5	42.3	46.5	28.1	27	28.3	37.5
Lak Solution	16.8	21.6	28.9	7.3	20.9	25.8	16.8
Best	17.6	22.4	36.5	2.3	28.5	33.3	17.6
WNT	51.9	49.1	45.8	53.5	31.7	29.2	51.9
Telewave	19.5	24.3	31	10.4	23.1	27.8	19.5
3rd GEN	28.9	33.7	36.9	14.8	25	29.8	28.9
K.Group	10	14.8	37.2	13.8	30.7	35.6	10
TTSI	66	79.6	75.7	61.9	56.7	57.9	66
TSC	88.3	92.9	97.9	83.9	78.9	80.2	88.3
SPO	96.6	101	106	92.4	87.2	88.7	96.6
TCE	31.4	34.5	17.5	34.6	12.2	10.5	31.4
54Groups	42.7	47.5	40.6	33.2	26.5	23.8	42.7

ตารางที่ ก.13 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	Warehouse	ACE	ACP	Bliss Network	CNT	Comtech	Enames	Erlnet	FGT	FOPC	Forth	Global Tel	GTN
E&E	24.5	34.2	31.3	16.8	21.2	28.8	34.3	34.4	29.4	24.2	31.3	25.8	37.7
Gtech	26.2	38.9	36.1	21.6	24.3	31.9	37.5	40.6	32.6	27.3	36.1	30.6	40.8
Prompt	52.6	27.4	31.6	29.6	19.3	13.7	17.9	27.1	11.8	21.7	31.4	41.2	36.1
Protel	30.7	24.9	21.9	7.3	21.3	32	37.6	25	32.7	21.1	21.8	13.5	40.1
WNP	46.3	13.3	12.5	21.6	8.9	10.1	12.2	13	10.6	10.7	17.6	29.3	13.7
Mobicrat	57.3	12.1	15.5	26.4	13.7	13.6	10.5	14.4	17.5	15.5	19.1	34.1	11.9

ตารางที่ ก.14 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	IBS	Leo Tel	Lomah Tel	M&T	Maxnet	Mtech	NIS	NTLC	Power Telco	SIC	SIM	Teloneer	Vcont	Vinarco
E&E	21.4	53.5	31.3	18.6	25.4	21.1	29.8	23.8	24.3	96.6	57.8	9.3	44.3	22.1
Gtech	26.2	58.3	33.7	23.4	28.6	24.2	34.6	26.9	27.4	101	62.6	15.9	47.6	26.9
Prompt	31.3	60.5	26.5	40.6	25.4	21.1	26.7	23.8	20.1	106	71.9	26.9	59.8	30.1
Protel	12	47.9	34.2	2.1	16.5	22.3	20.3	20.7	23.6	92.4	53.6	21.9	28.8	10.7
WNP	19.4	41.3	6.5	29.7	15.3	11.8	14.3	14.5	7.3	86.9	48.4	18.4	48	21.6
Mobicrat	28.9	42.6	6.4	40.5	20.1	15.4	16.8	19.7	12.1	88.4	50	24.1	52.8	30.7

ตารางที่ ก.15 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	WCOM	CCS	Lak Solution	Best	WNT	Telewave	3rd GEN	K.Group	TTSI	TSC	SPO	TCE	54Groups
E&E	30.2	37.5	16.8	17.6	51.9	19.5	28.9	10	66	88.3	96.6	31.4	42.7
Gtech	35	42.3	21.6	22.4	49.1	24.3	33.7	14.8	79.6	92.9	101	34.5	47.5
Prompt	41.4	46.5	28.9	36.5	45.8	31	36.9	37.2	75.7	97.9	106	17.5	40.6
Protel	20.7	28.1	7.3	2.3	53.5	10.4	14.8	13.8	61.9	83.9	92.4	34.6	33.2
WNP	19.2	27	20.9	28.5	31.7	23.1	25	30.7	56.7	78.9	87.2	12.2	26.5
Mobicrat	23.8	28.3	25.8	33.3	29.2	27.8	29.8	35.6	57.9	80.2	88.7	10.5	23.8

ตารางที่ ก.16 ตารางระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

Place	Pheera	E&E	Gtech	Prompt	Protel	WNP	Mobicrat
E&E	42.7	0	8.8	31.7	22.3	28.5	35.6
Gtech	47.5	8.8	0	35.5	25	34.3	41.3
Prompt	40.6	31.7	35.5	0	36.3	17.9	23.5
Protel	33.2	22.3	25	36.3	0	31	40.6
WNP	26.5	28.5	34.3	17.9	31	0	10.1
Mobicrat	23.8	35.6	41.3	23.5	40.6	10.1	0



ภาคผนวก ข

ตารางแสดงรายละเอียดการจัดเส้นทาง

ตารางที่ ข1. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
22	0-12-46-6-45-2	103.3	22
22	0-2-11	60.1	22
22	0-13-26-16	43.3	22
22	0-41-42	33.3	6
23	0-12-46-6-45	90.8	22
23	0-45-2-11	79.8	22
23	0-11-16-13	62.2	22
23	0-13-26	31	22
23	0-24-41-42	49.3	12
24	0-12-46-6	78.6	22
24	0-6-45-7-2-27	87.3	22
24	0-27-26	48.1	22
24	0-11-16	50.2	22
24	0-16-13	43.4	22
24	0-24-41-42	49.3	14
25	0-12-46-6	78.6	22
25	0-2-7-45-17-24-13	95.7	22
25	0-13-26	31	22
25	0-26-27-11	57.8	22
25	0-41-42-16	56.7	20
26	0-12-46-6	78.6	22
26	0-6-45-7-10-27	85.1	22

ตารางที่ ข2. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
26	0-27-2-17-9-40-24	88.7	22
26	0-13-16	42	22
26	0-16-11	45.2	22
26	0-11	36.4	22
26	0-11-41-42	71	15
26	0-26	29.1	22
27	0-12-46-6-7-2-17	132.1	22
27	0-26-13	30.1	22
27	0-13-11-16	60.3	21
27	0-42	26.2	2
28	0-12-46-6	78.6	22
28	0-6-45	64.6	22
28	0-7-10-27-2-17	73.5	22
28	0-17-9-24-41-42	72.9	22
28	0-13	30	22
28	0-42-26	53.1	14
28	0-16	31.4	16
28	0-26	29.1	22
29	0-12-46	68.1	22
29	0-46-6-45	80	22
29	0-45-7-10	64.8	22
29	0-10-27-2	49.8	22

ตารางที่ ข3. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
29	0-2-17-9	59.6	22
29	0-9-11	55.1	22
29	0-11	36.4	22
29	0-11-16-13	62.2	22
29	0-13	30	22
29	0-13-26	31	22
29	0-26-24	44.6	22
29	0-41-42	33.3	21
30	0-12-46-6	78.6	22
30	0-6-45-7	77.6	22
30	0-7-10-27-2	57.7	22
30	0-2-17-9	59.6	22
30	0-9-40-24-13	75.9	22
30	0-13-26	31	22
30	0-26-11	44.7	22
30	0-11-16	50.2	22
30	0-16-41-42	58.8	22
31	0-12-46-6	78.6	22
31	0-6-8-45	78.7	22
31	0-45-15-7-1-10-27	78.9	22
31	0-27-2-19-4-9	63.9	22
31	0-9-17-20-24-40	65.1	22

ตารางที่ ข4. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
31	0-40-16-11	78.3	22
31	0-11	36.4	22
31	0-11-25-3-13	96.3	22
31	0-13-26	31	22
31	0-26	29.1	22
31	0-26	29.1	12
31	0-41-42	33.3	21
32	0-12-46-6	78.6	22
32	0-6-15-39-7	99.2	22
32	0-7-1-10-2-19-21	83.2	22
32	0-4-9-17-20-24	59.9	22
32	0-24-13	44.9	22
32	0-13-26	31	22
32	0-26-3	35.5	22
32	0-11	36.4	22
32	0-11	36.4	22
32	0-11-25-16	89.8	22
32	0-16-41-42	58.8	21
33	0-22-23-14-7-46-12	217.1	22
33	0-12-15-45	72	22
33	0-45-8-5-6-21	91.2	22
33	0-21-4-18-9	48.1	22

ตารางที่ ข5. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
33	0-9-17-1-10-27	72.3	22
33	0-2-19-20	57.1	22
33	0-20-24-40-16	75.3	22
33	0-16-11	45.2	22
33	0-11	36.4	22
33	0-11-25	59.1	22
33	0-25-3-13	84.9	22
33	0-13-26	31	22
33	0-26	29.1	15
33	0-41-42	33.3	14
34	0-22-23-14-7	190.8	22
34	0-7-46-12-15	80.8	22
34	0-15-6-8-43	89.2	22
34	0-43-21-4-18-9	79.8	22
34	0-9-17-1-10	70.3	22
34	0-10-27-2	49.8	22
34	0-2-19-20	57.1	22
34	0-20-24-13	53.7	22
34	0-13-26	31	22
34	0-26-3	35.5	22
34	0-3-11	36.1	22
34	0-11	36.4	22

ตารางที่ ข6. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
34	0-11-25	59.1	22
34	0-25-16	78.4	22
34	0-41-42	33.3	7
35	0-22-36-23-14-31-28	209.2	22
35	0-28-46-12	96.4	22
35	0-12-15-45-8-43-6	112.3	22
35	0-6-5	58.4	22
35	0-5-21-4-18	66.1	22
35	0-18-9-17	44.3	22
35	0-17-7-1	52.8	22
35	0-1-10-27-2	63.7	22
35	0-2	39.1	22
35	0-2-19-20-40	72.6	22
35	0-11	36.4	22
35	0-11	36.4	22
35	0-11	36.4	22
35	0-11-25	59.1	22
35	0-25-32-3-16	83.7	22
35	0-16-30-13	46.1	22
35	0-13-26	31	22
35	0-26	29.1	22
35	0-26-24	44.6	21

ตารางที่ ข7. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
35	0-41-42	33.3	14
36	0-22-36-37-23-5	225.9	22
36	0-5-6	53.6	22
36	0-6-38-46-12	75.1	22
36	0-12-15	65.5	22
36	0-15-45-8	65.4	22
36	0-1-7-10	59.2	22
36	0-10-27-2	49.8	22
36	0-2-19-21	55	22
36	0-21-4-18-9	48.1	22
36	0-9-17-20-43	71.7	22
36	0-11	36.4	22
36	0-11	36.4	22
36	0-11-33	43.1	22
36	0-33-25	62.3	22
36	0-25-32-3-16	83.7	22
36	0-16-44-30-13	49.4	22
36	0-13-26	31	22
36	0-26	29.1	22
36	0-26	29.1	22
36	0-26-40-24-34	79.9	14
36	0-41-42	33.3	22

ตารางที่ ข8. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
37	0-22-36-37-23-35	167.1	22
37	0-35-10-7	117.2	22
37	0-7-1-15-12	73.7	22
37	0-12	56.2	22
37	0-12-45-8-43-6	110.2	22
37	0-6-38-5	58.4	22
37	0-5-21-4-18-9	67.5	22
37	0-9-17-20	47.9	22
37	0-2	39.1	22
37	0-2-27-26	54.2	22
37	0-26	29.1	22
37	0-26-13	30.1	22
37	0-13-32-29-11	47.5	22
37	0-11	36.4	22
37	0-11	36.4	22
37	0-11-25	59.1	22
37	0-25-44-16	78.6	22
37	0-16-30-3-24	54.8	22
37	0-24-40	42	8
37	0-41-42	33.3	16
38	0-36-37-23-35	165	22
38	0-35-10-7	117.2	22

ตารางที่ ข9. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
38	0-7-46-6	70.1	22
38	0-12	56.2	22
38	0-26	29.1	22
38	0-42-9	53.5	22
38	0-25-17	83.4	22
38	0-6-38-5	58.4	22
38	0-5-8-15-1-2	87.5	22
38	0-2	39.1	22
38	0-2-27-21-4	65.7	22
38	0-4-18-40-24-20-13	81	22
38	0-13	30	22
38	0-13-32-11	44.9	22
38	0-11	36.4	22
38	0-11-33	43.1	22
38	0-33-16-44	54	22
38	0-44-30-3	41.9	22
38	0-3-29-41	45.5	15
39	0-36-37-23-35-10	202.4	22
39	0-10-7-46-12	74.6	22
39	0-12	56.2	22
39	0-12-15-6	78.9	22
39	0-6-38-5	58.4	22

ตารางที่ ข10. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
39	0-5-8-21-4	74.5	22
39	0-4-18-9-1	61.1	22
39	0-2-27	44.1	22
39	0-27-26	48.1	22
39	0-26-13	30.1	22
39	0-13-32	36.7	22
39	0-32-11	39.4	22
39	0-11	36.4	22
39	0-11	36.4	22
39	0-11-25-44	87.9	22
39	0-44-16	32.8	21
39	0-17-20-24	48.9	22
39	0-3-29-30-40	62.4	18
39	0-41-42	33.3	21
40	0-23-36-35-10-7-40	213.7	22
40	0-6-38-8-12	89.2	22
40	0-12-15-21-18	81.7	22
40	0-18-9-17-1-2-27	69.9	22
40	0-27-26-13-32	55.8	22
40	0-11-25	59.1	22
40	0-25-44-16	78.6	22
40	0-16-30-3-29-24-41	74.8	18

ตารางที่ ข10. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
41	0-36-37-23-35	165	22
41	0-35-10-7	117.2	22
41	0-6-38-46	63.2	22
41	0-12-15-34	101.1	22
41	0-15-8-5-21	85.9	22
41	0-21-18-9	47.7	22
41	0-9-17-1-2	62.3	22
41	0-2-11	60.1	22
41	0-11	36.4	22
41	0-11-25	59.1	22
41	0-25-32-29-3	76.4	22
41	0-3-20-40-24-13	76.9	22
41	0-13-26	31	22
41	0-26-16	41.4	22
41	0-16-44	33.5	22
41	0-41-42-30-34	65.3	19
42	0-36-37-23-35	165	21
42	0-6-38-46	63.2	22
42	0-12-15	65.5	22
42	0-15-8-5-21	85.9	22
42	0-21-4-18-9-17	52.8	21
42	0-1-7-10-26	79.8	22

ตารางที่ ข11. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
42	0-2-27	44.1	22
42	0-27-11	56.6	22
42	0-26	29.1	22
42	0-11-25-32	85.3	22
42	0-32-29-3-20-24-40	59.8	22
42	0-16-44	33.5	22
42	0-44-30-13	46.6	22
42	0-13-41-42	60.2	14
43	0-36-37-23-35	165	22
43	0-35-10-7	117.2	22
43	0-7-1-15-38-6	78.4	22
43	0-6-5-8-12	91.1	22
43	0-4-21-18-9	47.6	22
43	0-9-40-24-32-11	84.2	22
43	0-11-27	55	22
43	0-2-27	44.1	22
43	0-16-44-3-13	48.1	22
43	0-13-26	31	22
43	0-26-25	62.8	22
43	0-25-41-42	100.8	13
44	0-36-37-23-35	165	22
44	0-35-10-7	117.2	22

ตารางที่ ข12. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
44	0-46-12	69.2	22
44	0-6-38-5	58.4	22
44	0-5-8-15-1-2	87.5	22
44	0-2-27-21	63	22
44	0-21-4-18-40-11	90.3	22
44	0-11	36.4	22
44	0-11	36.4	22
44	0-16-44-30	35.8	22
44	0-9-20-24-13	67.9	22
44	0-13-26	31	21
44	0-26-32	35.6	21
44	0-32-29-3-25	63.6	14
44	0-41-42	33.3	12
45	0-36-37-23-35-10-7	207.9	22
45	0-6-38-46-15	69.6	22
45	0-15-45-8-21	79.5	22
45	0-21-4-18-20-9	69.5	22
45	0-9-1-2-27	65.5	22
45	0-27-26-13	49.1	22
45	0-13-32-11	44.9	22
45	0-11	36.4	22
45	0-11-25-44	87.9	22

ตารางที่ ข13. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
45	0-44-16-30-3	42.8	21
45	0-24-41-42	49.3	22
46	0-36-37	113.8	22
46	0-37-23-35	161.2	20
46	0-6-38-46	63.2	22
46	0-46-12-15	78.5	22
46	0-5-8-21	71.8	22
46	0-21-4-18-9	48.1	22
46	0-9-7-1-10	69.4	21
46	0-2-27	44.1	22
46	0-27-26	48.1	22
46	0-26-13	30.1	22
46	0-13-32-11	44.9	22
46	0-11	36.4	22
46	0-11-25	59.1	22
46	0-25-44-16	78.6	22
46	0-16-30-3-29-20	55.7	22
46	0-20-24-40-41	93.5	18
46	0-42	26.2	9
47	0-36-37-23-28-45-17	238.3	22
47	0-5-6	53.6	22
47	0-5-7-24-42	104.9	22

ตารางที่ ข14. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
47	0-1-12	58.7	22
47	0-4-21	40.9	22
47	0-21-9-42	75.8	22
47	0-2-10	47	22
47	0-10-11-42	94.3	22
47	0-11	36.4	22
47	0-11	36.4	22
47	0-18-40-16-44	77.9	22
47	0-44-32-41	60.6	22
47	0-13-26	31	22
47	0-26	29.1	22
47	0-26-3-25-42	113	22
48	0-36-37-23-35-28	194.4	22
48	0-6-38-46	63.2	22
48	0-46-12-7	86.9	22
48	0-7-10	50.7	22
48	0-10-27-2	49.8	22
48	0-2	39.1	22
48	0-2-5	62.4	22
48	0-5-21	60.4	22
48	0-9-18-4	41.4	22
48	0-4-40-24-32	76	22

ตารางที่ ข15. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
48	0-32-11	39.4	22
48	0-11	36.4	22
48	0-11	36.4	22
48	0-11-33	43.1	22
48	0-33-25	62.3	22
48	0-25-44-3-26	90.2	22
48	0-16	31.4	22
48	0-26	29.1	22
48	0-26	29.1	22
48	0-26-13	30.1	22
48	0-13-41	51.4	14
48	0-42	26.2	9
49	0-23-35-39-28	146.4	22
49	0-28-46-12-7	114.1	22
49	0-7-1-10	59.4	22
49	0-10-27-2	49.8	22
49	0-2-38	65.2	22
49	0-5-21	60.4	22
49	0-21-9-40-24-20	80.1	22
49	0-20-11	50.2	22
49	0-11	36.4	22
49	0-11-25-32-13	92	22

ตารางที่ ข16. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
49	0-13-26-3	37.4	22
49	0-3-16-44	37.4	22
49	0-44-30-41-42	59.4	19
50	0-12-46	68.1	22
50	0-46-6-5	73.8	22
50	0-5-15-7-11	93.4	22
50	0-2	39.1	22
50	0-2-10-27-21-4	70.6	22
50	0-4-20-24-32-11	77.5	22
50	0-11-42	67	19
50	0-11-33-25	69	22
50	0-25-44-16	78.6	22
50	0-16-30-3-29-13	49.6	22
50	0-13-26	31	19
51	0-23-36-35-39-7-46	208.1	22
51	0-46-12	69.2	22
51	0-12-15-6-38-5	84.9	20
51	0-21-4-18-24	58.9	22
51	0-32-11	39.4	22
51	0-11-25-44	87.9	22
51	0-44-16-2-13-26	71.3	22
51	0-26-42	56	22

ตารางที่ ข17. ตารางแสดงการจัดเส้นทาง

สัปดาห์ที่	การจัดเส้นทาง	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์
51	0-42	26.2	6
52	0-5-40-2-11-13	130.4	11
รวมทั้งสิ้น 376 เส้นทาง		ระยะทางรวมทั้งหมด (กิโลเมตร)	จำนวนอุปกรณ์ รวม
		24,319.2	7,975

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

นายรัชฎ์ สายหยุด

ประวัติการศึกษา

วุฒิกการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และ
โทรคมนาคม

ตำแหน่งและประสบการณ์การทำงานปัจจุบัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
วิศวกรฝ่ายติดตั้ง
บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด