

การพัฒนาระบบจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าด้วย  
การบูรณาการวิธีวิฤตติคส์แบบ multi-seed points กับการวิเคราะห์โครงข่าย  
กรณีศึกษา: ศูนย์กระจายสินค้าบางนา

นางสาววรางคณา อดทน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
ปีการศึกษา 2554

**DEVELOPMENT OF THE MANAGEMENT SYSTEM  
TO SCHEDULING-VEHICLE ROUTING FOR GOODS  
DISTRIBUTION BY INTEGRATING MULTI-SEED  
POINTS HEURISTICS AND NETWORK ANALYSIS:  
A CASE STUDY OF GOODS DISTRIBUTION CENTER  
AT BANGNA**

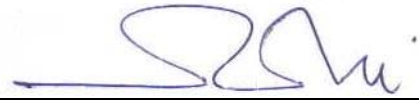
**Warangkhan Odthon**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Degree of Master of Science in Geoinformatics  
Suranaree University of Technology  
Academic Year 2011**

การพัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าด้วยการ  
บูรณาการวิธีอิวิสติกส์แบบ multi-seed points กับการวิเคราะห์โครงข่าย  
กรณีศึกษา: ศูนย์กระจายสินค้าบางนา

สภามหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ อ่องสมหวัง)

ประธานกรรมการ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญา สราภิรัมย์)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)



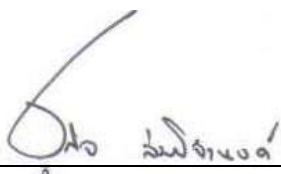
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงกต ทศานนท์)

กรรมการ



(อาจารย์ ดร.คุษฎี ชาญลิขิต)

กรรมการ



(ศาสตราจารย์ ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ



(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ แมนย่า)

คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์

วรางคณา อดทน : การพัฒนาระบบจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าด้วยการบูรณาการวิธีฮิวริสติกส์แบบ multi-seed points กับการวิเคราะห์โครงข่าย กรณีศึกษา: ศูนย์กระจายสินค้าบางนา (DEVELOPMENT OF THE MANAGEMENT SYSTEM TO SCHEDULING-VEHICLE ROUTING FOR GOODS DISTRIBUTION BY INTEGRATING MULTI-SEED POINTS HEURISTICS AND NETWORK ANALYSIS: A CASE STUDY OF GOODS DISTRIBUTION CENTER AT BANGNA)  
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญา สราภิรมย์, 175 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางในการกระจายสินค้า โดยการบูรณาการวิธีฮิวริสติกส์กับการวิเคราะห์โครงข่าย ให้ได้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้เป็นการนำจุดเด่นของการวิเคราะห์โครงข่ายที่สามารถทำการวิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ภายใต้เงื่อนไขของโครงข่ายเส้นทาง และจุดเด่นของวิธีฮิวริสติกส์ที่สามารถทำการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าในด้านเวลาซึ่งถือเป็นเงื่อนไขของงาน โดยได้ทำการประยุกต์วิธีฮิวริสติกส์แบบ multi-seed points ซึ่งจะหาลำดับการกระจายสินค้าด้วยการพิจารณาลูกค้าทั้งหมดในกลุ่มเป็นจุดตั้งต้น โดยจุดตั้งต้นและลำดับงานที่ดีที่สุดจะมีค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด ดังนั้น เมื่อนำจุดเด่นของทั้งสองวิธีการมาบูรณาการร่วมกันจะสามารถช่วยให้เกิดระบบที่สามารถจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากระบบที่พัฒนาขึ้นกับการจัดเส้นทางเดินรถในรูปแบบเดิม พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากระบบที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับสภาพการใช้งานจริง และมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าในด้านความสะดวก รวดเร็ว กระบวนการวิเคราะห์ที่เป็นรูปแบบมาตรฐาน และแสดงผลในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการจัดเส้นทางและจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าได้

สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล  
ปีการศึกษา 2554

ลายมือชื่อนักศึกษา   
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

WARANGKANA ODTION : DEVELOPMENT OF THE MANAGEMENT  
SYSTEM TO SCHEDULING-VEHICLE ROUTING FOR GOODS DISTRIBUTION  
BY INTEGRATING MULTI-SEED POINTS HEURISTICS AND NETWORK  
ANALYSIS: A CASE STUDY OF GOODS DISTRIBUTION CENTER AT BANGNA.  
THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SUNYA SARAPIROME, Ph.D. 175 PP.

HEURISTICS METHOD/ NETWORK ANALYSIS/ DISTRIBUTION OPERATION

The purpose of this research is to study and develop the management system of scheduling-vehicle routing for goods distribution by integrating Heuristics Method and Network Analysis for obtaining the highest average rate of goods distribution. The developed system draws advantage of Network Analysis which can find out the shortest path or shortest time under network condition on one hand and the advantage of Heuristics Method which can analyze work schedule efficiently and satisfy the customers' demand under time constraint. The Heuristics method (Multi-Seed points) has been applied to select the best work schedule by considering all customers as an initial point of the process. The best initial point and the work schedule will provide the maximum rate of goods distribution. The integration of these two advantages can result in efficient system of scheduling-vehicle routing for goods distribution.

Compared the developed system to the conventional method, the developed system enables more efficient, faster, better systematic analysis which is highly stable and more understandable display and report. Eventually, the newly developed system will increase efficiency on scheduling-vehicle routing system for goods distribution.

School of Remote Sensing

Academic Year 2011

Student's Signature

Advisor's Signature



## กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญา สราภิรมย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษาและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ด้วยความเมตตาตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ อ่องสมหวัง ประธานกรรมการรวมทั้ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงกต ทศานนท์ และ อาจารย์ ดร.คุษฎี ชาญลิขิต กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาใช้เวลาแก้ไขข้อบกพร่องและชี้แนะประเด็นต่าง ๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้จัดการและพนักงานของบริษัทกรณีศึกษาทุกท่านที่ให้คำแนะนำและให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลเพื่อการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ซึ่งเป็นกำลังใจ และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่ผู้เขียนจนสามารถทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ นอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบคุณเพื่อนร่วมเรียนระดับปริญญาโท ปริญญาเอก ที่ให้กำลังใจ และให้คำปรึกษามาโดยตลอด

ท้ายที่สุดนี้ผู้เขียนขอมอบคุณงามความดีและคุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์นี้ ให้เป็นสิ่งตอบแทนต่อผู้มีพระคุณทุกท่าน

วารางคณา อดทน

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญภาพ.....	ฉ
<b>บทที่</b>	
<b>1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 สมมติฐาน.....	3
1.4 ข้อกำหนดของการศึกษา.....	3
1.5 ขั้นตอนการศึกษา.....	4
1.6 ข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้.....	4
1.7 พื้นที่ศึกษา.....	5
<b>2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>6</b>
2.1 ทฤษฎีการจัดเส้นทางออกจากศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียว ภายใต้ข้อจำกัด ของเวลาและความจุของรถบรรทุกทุกสินค้า.....	6
2.1.1 แนวคิดของปัญหาแบบ Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP).....	9
2.1.2 วิธีการในการแก้ปัญหา.....	9
2.1.3 เทคนิคในการหาคำตอบของปัญหา.....	10
2.1.4 ทฤษฎีการจัดลำดับงาน.....	13
2.2 การวิเคราะห์โครงข่าย.....	14
2.2.1 องค์ประกอบของการวิเคราะห์โครงข่าย.....	15
2.2.2 ส่วนของการสร้างข้อมูลโครงข่าย (Network Dataset).....	18
2.2.3 ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย (Network Analysis).....	19

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
2.3.1 งานวิจัยภายในประเทศ.....	25
2.3.2 งานวิจัยต่างประเทศ.....	29
2.4 แนวคิด วิธีการ และเป้าหมายการทำวิจัย.....	31
<b>3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....</b>	<b>32</b>
3.1 สํารวจและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	32
3.1.1 การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้พัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับ การกระจายสินค้า.....	32
3.1.2 การสำรวจการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา.....	33
3.2 การออกแบบระบบเพื่อจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับกระจายสินค้า.....	33
3.2.1 ฐานข้อมูลการวิจัย.....	33
3.2.2 การจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า.....	34
3.2.3 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน.....	35
3.3 การพัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า.....	36
3.3.1 ฐานข้อมูลการวิจัย.....	36
3.3.2 ระบบลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า.....	37
3.3.3 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้.....	41
3.4 การทดสอบระบบ.....	41
3.4.1 ส่วนนำเข้าข้อมูล.....	41
3.4.2 ส่วนการจัดเก็บข้อมูล.....	41
3.4.3 ส่วนการประมวลผลข้อมูล.....	42
3.4.4 ส่วนการแสดงผล.....	43
3.5 การทดสอบระบบกับกรณีศึกษา.....	43
3.6 การทดสอบสมมติฐาน.....	43
<b>4 ผลของการดำเนินงานวิจัย.....</b>	<b>45</b>
4.1 สํารวจและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	45



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.1 การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้พัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า.....	45
4.1.2 การสำรวจการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา.....	46
4.2 ฐานข้อมูลการวิจัย.....	49
4.2.1 โครงสร้างฐานข้อมูล.....	49
4.2.2 ฐานข้อมูลที่พัฒนา.....	52
4.3 การสร้างลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า.....	54
4.3.1 ขั้นตอนของการพัฒนาระบบ.....	54
4.3.2 กระบวนการทำงานของส่วนการสร้างลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า.....	57
4.4 ผลการทดสอบระบบ.....	66
4.4.1 ส่วนนำเข้าข้อมูล.....	66
4.4.2 ส่วนการจัดเก็บข้อมูล.....	66
4.4.3 ส่วนการประมวลผลข้อมูล.....	68
4.4.4 ส่วนการแสดงผล.....	69
4.5 การทดสอบระบบกับกรณีศึกษา.....	70
4.5.1 การจำลองเหตุการณ์การจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า.....	70
4.5.2 การประมวลผลของระบบ.....	73
4.5.3 การเปรียบเทียบผลลัพธ์.....	81
4.5.4 การประเมินผลการใช้งาน.....	86
4.6 การทดสอบสมมติฐาน.....	90
<b>5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>93</b>
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	93
5.1.1 หลักแนวคิดในการศึกษา.....	93
5.1.2 ผลการดำเนินการพัฒนาระบบ ทดสอบระบบกับกรณีศึกษา และทดสอบสมมติฐาน.....	94

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2 ปัญหาและอุปสรรค .....	98
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	98
รายการอ้างอิง.....	99
ภาคผนวก .....	103
ภาคผนวก ก การใช้งานโปรแกรมจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า.....	104
ภาคผนวก ข ชุดคำสั่งโปรแกรม.....	111
ภาคผนวก ค การจำลองเหตุการณ์การจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า.....	138
ภาคผนวก ง ผลลัพธ์จากการประมวลผลโปรแกรม.....	150
ภาคผนวก จ แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โปรแกรม.....	174
ประวัติผู้เขียน.....	175

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	รายละเอียดและองค์ประกอบที่ใช้พิจารณาในปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ ..... 7
4.1	ข้อมูลที่ใช้จัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ..... 49
4.2	โครงสร้างชั้นข้อมูลโครงข่ายถนน ..... 50
4.3	โครงสร้างชั้นข้อมูลลูกค้า ..... 50
4.4	โครงสร้างชั้นข้อมูลคลังสินค้า ..... 51
4.5	โครงสร้างข้อมูลการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละวัน ..... 51
4.6	โครงสร้างข้อมูลคลังสินค้าและลูกค้า ..... 52
4.7	โครงสร้างข้อมูลค่าเวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุดระหว่างคลังสินค้า-ลูกค้า และ ลูกค้า-ลูกค้า ..... 52
4.8	รายการจัดส่งสินค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 1 ..... 71
4.9	ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบที่พัฒนา (ตัวอย่างวันที่ 1) ..... 75
4.10	ผลลัพธ์การจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคันของ seed point ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด ..... 76
4.11	ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดส่งสินค้าทั้งหมดในแต่ละวิธีของตัวอย่างวันที่ 1 ..... 81
4.12	ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดส่งสินค้าทั้งหมดในแต่ละวิธีของตัวอย่างวันที่ 2 ..... 81
4.13	ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดส่งสินค้าทั้งหมดในแต่ละวิธีของตัวอย่างวันที่ 3 ..... 82
4.14	ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดส่งสินค้าทั้งหมดในแต่ละวิธีของตัวอย่างวันที่ 4 ..... 82
4.15	ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดส่งสินค้าทั้งหมดในแต่ละวิธีของตัวอย่างวันที่ 5 ..... 82
4.16	ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดส่งสินค้าทั้งหมดในแต่ละวิธีของตัวอย่างวันที่ 6 ..... 83
4.17	ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดส่งสินค้าทั้งหมดในแต่ละวิธีของตัวอย่างวันที่ 7 ..... 83
4.18	การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า ระหว่างวิธีการรูปแบบเดิมกับระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น ..... 84
4.19	เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีฮิวริสติกส์แบบ Single-seed point ผนวกกับการวิเคราะห์โครงข่าย และวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points ผนวกกับ การวิเคราะห์โครงข่าย ..... 91

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค 1	รายการจัดส่งสินค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 2 .....138
ค 2	รายการจัดส่งสินค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 3 .....140
ค 3	รายการจัดส่งสินค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 4 .....142
ค 4	รายการจัดส่งสินค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 5 .....144
ค 5	รายการจัดส่งสินค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 6 .....146
ค 6	รายการจัดส่งสินค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 7 .....148
ง 1	ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบที่พัฒนา (ตัวอย่างวันที่ 2).....151
ง 2	ผลลัพธ์การจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคัน ของ Seed point ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด (ตัวอย่างวันที่ 2).....152
ง 3	ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบที่พัฒนา (ตัวอย่างวันที่ 3).....155
ง 4	ผลลัพธ์การจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคัน ของ Seed point ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด (ตัวอย่างวันที่ 3).....156
ง 5	ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบที่พัฒนา (ตัวอย่างวันที่ 4).....159
ง 6	ผลลัพธ์การจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคัน ของ Seed point ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด (ตัวอย่างวันที่ 4).....160
ง 7	ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบที่พัฒนา (ตัวอย่างวันที่ 5).....163
ง 8	ผลลัพธ์การจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคัน ของ Seed point ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด (ตัวอย่างวันที่ 5).....164
ง 9	ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบที่พัฒนา (ตัวอย่างวันที่ 6).....167
ง 10	ผลลัพธ์การจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคัน ของ Seed point ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด (ตัวอย่างวันที่ 6).....168
ง 11	ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบที่พัฒนา (ตัวอย่างวันที่ 7).....171
ง 12	ผลลัพธ์การจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคัน ของ Seed point ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด (ตัวอย่างวันที่ 7).....172

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1	โครงข่ายเส้นทาง ตำแหน่งคลังสินค้าและลูกค้าของพื้นที่ศึกษา..... 5
2.1	ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถเพียง 1 เส้นทาง (TSP)..... 8
2.2	ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถแบบหลายเส้นทาง (MTSP) ..... 8
2.3	ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถแบบ CVRP ..... 9
2.4	วิธีการ Sweep Approach..... 12
2.5	ชั้นข้อมูลโครงข่ายในสภาพจริง..... 15
2.6	ชั้นข้อมูลโครงข่ายในรูปแบบของแบบจำลอง..... 16
2.7	การปรับเปลี่ยนข้อมูลโครงข่ายให้อยู่ในรูปแบบกราฟโครงข่าย ..... 16
2.8	ตัวอย่างการวิเคราะห์โครงข่ายของอัลกอริทึม Dijkstra ..... 17
2.9	การวิเคราะห์โครงข่ายแบบค้นหาเส้นทางการเดินทางที่ดีที่สุด ..... 19
2.10	การแสดงผลทางของการวิเคราะห์แบบค้นหาเส้นทางการเดินทางที่ดีที่สุด ..... 20
2.11	ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์หาสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด ..... 22
2.12	ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่การให้บริการ (Service Area)..... 23
2.13	การแสดงผลการหาเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางใด ๆ.... 24
2.14	การแสดงผลการหาเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดระหว่างจุดเริ่มต้น และจุดหมายปลายทางใด ๆ ในรูปแบบข้อมูลลักษณะประจำ ..... 24
4.1	ตำแหน่งคลังสินค้าและลูกค้าของพื้นที่ศึกษา ..... 46
4.2	แผนผังแสดงขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้า..... 47
4.3	ตัวอย่างชั้นข้อมูลสำหรับการพัฒนาระบบ..... 53
4.4	ตัวอย่างฐานข้อมูลสำหรับการพัฒนาระบบ ..... 53
4.5	กระบวนการหาเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางใด ๆ..... 54
4.6	แนวคิดในการสร้างลำดับงานแบบ Multi-seed points ..... 55
4.7	แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์โดยวิธีวิวิธวิธีแบบ Multi-seed points..... 56
4.8	ตัวอย่างผลลัพธ์ของการวิเคราะห์หาเส้นทาง (routing)..... 57
4.9	กระบวนการทำงานของระบบ ..... 58

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

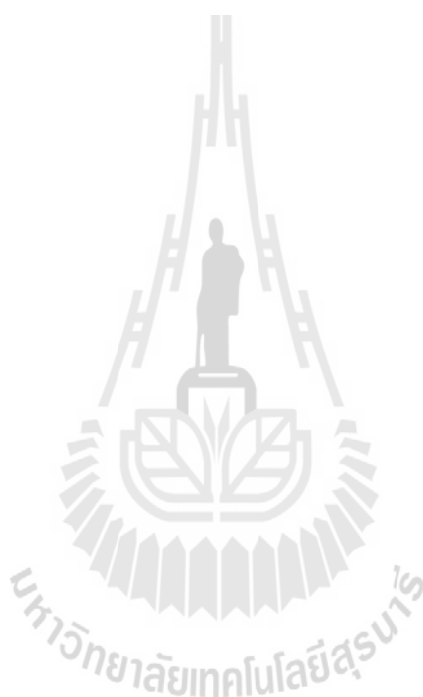
ภาพที่	หน้า
4.10 ส่วนการนำเข้าข้อมูลสู่ฐานข้อมูลลูกค้า .....	50
4.11 ส่วนการนำเข้าข้อมูลของส่วนการรับรายการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละวัน .....	60
4.12 ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดลำดับงานแบบ Multi-seed points.....	62
4.13 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับงานแบบ Multi-seed points จัดเก็บในรูปแบบฐานข้อมูล.....	63
4.14 Text file สำหรับรถแต่ละคัน .....	64
4.15 Object MapControl สำหรับแสดงแผนที่.....	65
4.16 แสดงแผนที่เส้นทางผ่านทาง Object MapControl.....	65
4.17 แสดงผลการทดสอบระบบในส่วนนำเข้าข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลลูกค้า.....	67
4.18 ข้อมูลตำแหน่งลูกค้า และการแสดงผล .....	68
4.19 ผลลัพธ์ของส่วนการแสดงผล .....	70
4.20 ตำแหน่งจุดลูกค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 1 .....	72
4.21 การนำเข้าข้อมูลของตัวอย่างวันที่ 1 .....	73
4.22 ผลการวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points.....	74
4.23 การแสดงผลชุดข้อมูลการกระจายสินค้าของรถขนส่งสินค้า คันที่ 1 .....	77
4.24 การแสดงผลชุดข้อมูลการกระจายสินค้าของรถขนส่งสินค้า คันที่ 2 .....	78
4.25 การแสดงผลชุดข้อมูลการกระจายสินค้าของรถขนส่งสินค้า คันที่ 3 .....	79
4.26 การแสดงผลชุดข้อมูลการกระจายสินค้าของรถขนส่งสินค้า คันที่ 4 .....	80
4.27 สรุปคะแนนความพึงพอใจในส่วนของการวิเคราะห์ลำดับงานในการจัดส่งสินค้า .....	87
4.28 สรุปคะแนนความพึงพอใจในส่วนของการจัดเส้นทางเดินรถในการจัดส่งสินค้า .....	88
4.29 สรุปคะแนนความพึงพอใจในส่วนของการใช้งานระบบที่พัฒนา .....	89
5.1 ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบที่พัฒนา.....	96
5.2 ผลการทดสอบสมมติฐาน .....	97
ก 1 การติดตั้งโปรแกรมหลัก.....	104
ก 2 การติดตั้งฐานข้อมูล.....	104
ก 3 การเรียกใช้งาน โปรแกรม .....	105
ก 4 หน้าหลักของโปรแกรม.....	105

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก 5 ส่วนข้อมูลของลูกค้า.....	106
ก 6 ส่วนของการสั่งซื้อสินค้า.....	107
ก 7 ส่วนของการวิเคราะห์ลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า.....	108
ก 8 หน้าต่างแผนที่ลำดับงาน-เส้นทาง .....	109
ก 9 หน้าต่างรายงาน .....	110
ค 1 ตำแหน่งจุดลูกค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 2.....	139
ค 2 ตำแหน่งจุดลูกค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 3.....	141
ค 3 ตำแหน่งจุดลูกค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 4.....	143
ค 4 ตำแหน่งจุดลูกค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 5.....	145
ค 5 ตำแหน่งจุดลูกค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 6.....	147
ค 6 ตำแหน่งจุดลูกค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 7.....	149
ง 1 นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ (ตัวอย่างวันที่ 2) .....	150
ง 2 การวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points (ตัวอย่างวันที่ 2).....	150
ง 3 การจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน (ตัวอย่างวันที่ 2).....	153
ง 4 นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ (ตัวอย่างวันที่ 3) .....	154
ง 5 การวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points (ตัวอย่างวันที่ 3).....	154
ง 6 การจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน (ตัวอย่างวันที่ 3).....	157
ง 7 นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ (ตัวอย่างวันที่ 4) .....	158
ง 8 การวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points (ตัวอย่างวันที่ 4).....	158
ง 9 การจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน (ตัวอย่างวันที่ 4).....	161
ง 10 นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ (ตัวอย่างวันที่ 5) .....	162
ง 11 การวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points (ตัวอย่างวันที่ 5).....	162
ง 12 การจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน (ตัวอย่างวันที่ 5).....	165
ง 13 นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ (ตัวอย่างวันที่ 6) .....	166
ง 14 การวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points (ตัวอย่างวันที่ 6).....	166
ง 15 การจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน (ตัวอย่างวันที่ 6).....	169

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ง 16 นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ (ตัวอย่างวันที่ 7) .....	170
ง 17 การวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points (ตัวอย่างวันที่ 7).....	170
ง 18 การจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน (ตัวอย่างวันที่ 7).....	173





# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

สิ่งที่เป็นเป้าหมายหลักในอุตสาหกรรมและธุรกิจการขนส่งสินค้าคือ การจัดการกระจายสินค้าให้มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด และถึงมือลูกค้าตามเวลานัดหมาย แต่ในสถานการณ์ปัจจุบันผู้ประกอบการในธุรกิจประเภทนี้กำลังประสบปัญหาใหญ่ด้านราคาน้ำมันที่นับวันยังมีราคาสูงมากขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนในการขนส่งเพื่อกระจายสินค้าไปยังผู้บริโภค ดังนั้น ผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องเพิ่มกลยุทธ์ในการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ธุรกิจสามารถอยู่รอดและประสบความสำเร็จบรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายหลักได้ ซึ่งกลยุทธ์หลักที่ควรนำมาพิจารณาภายใต้สถานการณ์เช่นนี้ก็คือ กลยุทธ์ในด้านการวางแผนการกระจายสินค้าซึ่งครอบคลุมถึงการจัดลำดับงานและเส้นทางในการกระจายสินค้า

การจัดลำดับงาน-เส้นทางในการกระจายสินค้าให้มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ประกอบการต้องนำปัจจัยในด้านข้อจำกัดและเงื่อนไขในการกระจายสินค้า ได้แก่ ข้อจำกัดในด้านความจุของรถ ข้อจำกัดในด้านเวลา นำมาใช้ในการจัดลำดับงาน-เส้นทางในการกระจายสินค้า แต่ความเป็นจริงในการจัดลำดับงาน-เส้นทางในการกระจายสินค้านั้น นอกจากปัจจัยในเรื่องข้อจำกัดและเงื่อนไขแล้วยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องอย่างอื่นอีก ไม่ว่าจะเป็น พนักงานวางแผน พนักงานกระจายสินค้า ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชำนาญและประสบการณ์ของพนักงาน ดังนั้น จึงเป็นเรื่องยากในการที่จะควบคุมเพื่อให้เกิดระบบมาตรฐานการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า

จากปัญหาดังกล่าว จึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องมีการออกแบบระบบเพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์สำหรับการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า ซึ่งทำให้เกิดรูปแบบกระบวนการคิดที่เป็นระบบ มีการนำปัจจัยและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาเข้าร่วมในกระบวนการคิด และสามารถทำการตรวจวัดเปรียบเทียบในแต่ละทางเลือกได้ชัดเจน

การที่จะพัฒนาระบบที่จะนำมาช่วยในการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้านั้น ระบบที่พัฒนาขึ้นจะต้องสามารถรองรับการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมาก สามารถทำการปรับแก้ข้อมูล สามารถสืบค้นข้อมูลได้ตามต้องการ สามารถวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับกำหนดปัจจัยและเงื่อนไข

สามารถวิเคราะห์หาเส้นทางที่ใช้เวลาเดินทางน้อยที่สุดที่สามารถผ่านจุดลูกค้าได้ทุกจุดตามลำดับงานของกลุ่มลูกค้า โดยในความเป็นจริงแล้ววิธีการวิเคราะห์ที่สามารถตอบสนองความต้องการดังกล่าวได้ทั้งหมดนั้นไม่สามารถทำการพัฒนาระบบโดยใช้เพียงวิธีการเดียวได้ ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการพัฒนาระบบโดยการบูรณาการวิธีการฮิวริสติกส์และการวิเคราะห์โครงข่าย ซึ่งจะอาศัยความสามารถที่แตกต่างกันของทั้งสองวิธีการมาใช้ในการวิเคราะห์

จุดเด่นของวิธีการวิเคราะห์โครงข่ายและวิธีการฮิวริสติกส์ มีดังนี้ การวิเคราะห์โครงข่ายนั้นสามารถทำการวิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ส่วนวิธีการฮิวริสติกส์นั้นสามารถทำการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าในด้านเวลาซึ่งเป็นเงื่อนไขและข้อจำกัดของงาน จึงได้ทำการประยุกต์วิธีการฮิวริสติกส์ โดยใช้การพิจารณาแบบ Multi-seed points ซึ่งเป็นการพิจารณาที่ใช้จุดตั้งต้นในการสร้างกลุ่มลูกค้ามากกว่า 1 จุด ผลลัพธ์ที่ได้ของแต่ละกลุ่มลูกค้าจะอยู่ในรูปของค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้า ที่สามารถแสดงอยู่ในรูปข้อมูลเชิงปริมาณจึงง่ายต่อการตัดสินใจเลือกกว่าการจัดลำดับงานกระจายสินค้าของกลุ่มลูกค้าใดที่มีความเหมาะสมที่สุด ดังนั้น เมื่อนำจุดเด่นของทั้งสองวิธีการมาบูรณาการร่วมกันจะสามารถช่วยให้เกิดระบบที่สามารถจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการจัดลำดับงานกระจายสินค้าในหนึ่งวัน โดยใช้จุดตั้งต้นเพียงจุดเดียว (Single-seed point) มาพิจารณาจัดลำดับงาน-เส้นทางกระจายสินค้าของกลุ่มลูกค้า นั้น จะไม่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุดเสมอไป แตกต่างจากการพิจารณาโดยใช้จุดลูกค้าทุกจุดในหนึ่งวันเป็นจุดตั้งต้น (Multi-seed points) ในการจัดลำดับงาน-เส้นทางกระจายสินค้าของกลุ่มลูกค้า เพราะจุดตั้งต้นแต่ละจุดจะให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าทั้งวันแตกต่างกัน ในการพิจารณาแบบ Multi-seed points จะเลือกใช้การจัดกลุ่มลูกค้าที่มีลำดับงาน-เส้นทางกระจายสินค้าที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุดเป็นแนวปฏิบัติ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาและพัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางในการกระจายสินค้า โดยการบูรณาการวิธีการฮิวริสติกส์กับการวิเคราะห์โครงข่าย โดยให้ได้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด

1.2.2 ทดสอบระบบที่พัฒนากับกรณีศึกษา ณ ศูนย์กระจายสินค้าบางนา

### 1.3 สมมติฐาน

การบูรณาการระหว่างวิธีการอิวิริสติกส์แบบ Multi-seed points และการวิเคราะห์โครงข่ายสามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดลำดับงาน-เส้นทางในการกระจายสินค้า ได้ดีกว่า

1.3.1 การวิเคราะห์แบบเดิม โดยใช้พนักงานที่มีความชำนาญ

1.3.2 การบูรณาการวิธีการอิวิริสติกส์แบบ Single-seed point กับ การวิเคราะห์โครงข่าย

### 1.4 ข้อกำหนดของการศึกษา

1.4.1 มีคลังสินค้ากลางแห่งเดียว และมีจำนวนรถบรรทุกสินค้าพอเพียง

1.4.2 จำนวนสินค้าที่สั่งซื้อในแต่ละวันนั้นมีจำนวนที่แน่นอน

1.4.3 การจัดเส้นทางเดินรถ เริ่มต้นที่คลังสินค้า ไปสู่จุดรับบริการสินค้า ณ จุดต่าง ๆ และสิ้นสุดที่จุดรับบริการจุดสุดท้ายเท่านั้น

1.4.4 ใช้ถนนสายหลักและถนนสายรองในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.4.5 ลูกค้าแต่ละรายจะกำหนดช่วงเวลาในการรับสินค้าเป็นช่วงเช้าหรือช่วงบ่าย และสินค้าต้องส่งภายในเวลาที่ลูกค้ากำหนด โดยช่วงเวลาตั้งแต่ 08.00-12.00 น. เป็นช่วงเวลาทำงานของช่วงเช้า และช่วงเวลา 13.00-17.00 น. เป็นช่วงเวลาทำงานในช่วงบ่าย

1.4.6 รถขนส่งสินค้าเป็นรถบรรทุก 4 ล้อ มีอัตราการบรรทุกสูงสุด 3.60 ตัน

1.4.7 ในการวิเคราะห์โครงข่าย ใช้เงื่อนไขการเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดด้วยระยะเวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุดเพียงอย่างเดียว

1.4.8 ข้อมูลระยะเวลาในการเดินทางระหว่างช่วงถนน เป็นข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายโดยใช้ค่าความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการเดินทางของถนนแต่ละช่วงในพื้นที่จริงเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์

1.4.9 ไม่นำกรณีการเกิดอุบัติเหตุเข้ามาคิด เนื่องจากเป็นเหตุการณ์ซึ่งคาดการณ์ได้ยาก

1.4.10 การจัดลำดับงานที่ดีที่สุด เป็นการลำดับงานที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้า (W) ที่สูงที่สุด

1.4.11 ทำการทดสอบระบบที่พัฒนากับการกระจายสินค้าประเภทน้ำดื่มบรรจุขวด ณ ศูนย์กระจายสินค้าบางนา

## 1.5 ขั้นตอนการศึกษา

1.5.1 ศึกษาขั้นตอนการทำงานในการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา ตลอดจนศึกษาถึงปัญหาและอุปสรรคในการขนส่งสินค้า

1.5.2 ศึกษาและรวบรวมงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางขนส่ง

1.5.3 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้ในการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการขนส่งสินค้า

1.5.4 ออกแบบระบบวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า

1.5.5 พัฒนาโปรแกรมการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับกระจายสินค้า

1.5.6 ทดลองใช้งานของระบบที่พัฒนากับกรณีศึกษา

1.5.7 พิสูจน์สมมุติฐาน

1.5.8 สรุปผลและเสนอแนะ

## 1.6 ข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้

1.6.1 ข้อมูลแผนที่ฐาน ข้อมูลโครงข่ายถนนจังหวัดสมุทรปราการสำหรับใช้ในการศึกษาคั้งนี้ เป็นข้อมูลที่ได้รับความสะดวกจากสาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นอกจากนั้นยังได้ทำการปรับปรุงข้อมูลโครงข่ายถนนให้มีความทันสมัยมากขึ้นโดยอ้างอิงข้อมูลจากโปรแกรม MapMagic กรุงเทพฯและ 7 จังหวัดข้างเคียง ปี 2552

1.6.2 ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของจุดลูกค้าและคลังสินค้า ทำการจัดเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องระบุตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก (GPS) ของตำแหน่งที่ตั้งคลังสินค้า 1 แห่งและตำแหน่งที่ตั้งจุดลูกค้า 107 แห่ง

1.6.3 ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยและข้อมูลการจัดการจราจรบนโครงข่ายถนน ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของโครงข่ายถนนทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา บางส่วนได้จากการรวบรวมข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร และบางส่วนได้จากการจัดเก็บข้อมูลจริงในพื้นที่ศึกษา โดยการจัดเก็บของแนวถนนแต่ละเส้นทางได้ทำการจัดเก็บความเร็วในการเดินทาง 3 ครั้งเพื่อนำมาคำนวณหาค่าความเร็วเฉลี่ย ซึ่งจะใช้เป็นค่าตัวแทนความเร็วเฉลี่ยของเส้นทางนั้น พร้อมทั้งได้ทำการจัดเก็บข้อมูลลักษณะการจัดการจราจรของเส้นทางนั้น ๆ ด้วย อาทิ จุดกัลบรถ การเดินทางทิศทางเดียว การเดินรถ 2 ทิศทาง เป็นต้น

1.6.4 โปรแกรม ArcGIS9.3 ใช้ Network Analysis ซึ่งเป็น Extension หนึ่งของโปรแกรม ArcGIS เพื่อทำการวิเคราะห์โครงข่ายในรูปแบบของการหาเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดระหว่างจุดเริ่มต้น

และจุดหมายปลายทางใด ๆ (Origin-Destination Cost Matrix) และค้นหาเส้นทางการเดินทางที่ดีที่สุด (Find best travel routes)

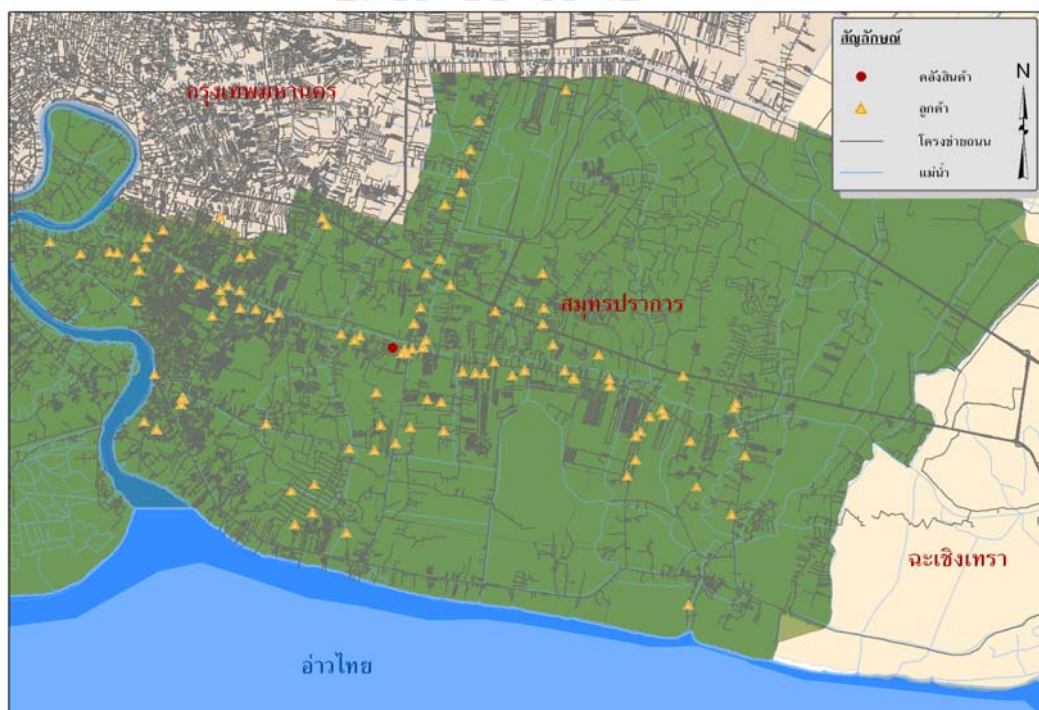
1.6.5 โปรแกรม ArcObject ใช้ในการแสดงผลข้อมูลในส่วนของแผนที่และทิศทางการเดินทางขนส่งสินค้าแต่ละคัน

1.6.6 โปรแกรม Visual Basic6.0 ใช้สำหรับการพัฒนาระบบการจัดลำดับงาน และส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้งาน

1.6.7 โปรแกรม Microsoft Office Acces2007 ใช้สำหรับการพัฒนาฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการพัฒนาระบบการจัดลำดับงาน

## 1.7 พื้นที่ศึกษา

ในการศึกษานี้ครอบคลุมพื้นที่โครงข่ายถนนสายหลักและถนนสายรองทั้งหมดของจังหวัดสมุทรปราการและพื้นที่จังหวัดใกล้เคียง เพื่อใช้สำหรับการกำหนดเส้นทางกระจายสินค้าของรถขนส่งสินค้าแต่ละคันจากคลังสินค้ากลาง 1 แห่งคือศูนย์กระจายสินค้าบางนาเพื่อกระจายสินค้าไปยังลูกค้าตามจุดต่าง ๆ ของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการซึ่งมีทั้งหมด 107 ราย ดังแสดงในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 โครงข่ายเส้นทาง ตำแหน่งคลังสินค้าและลูกค้าของพื้นที่ศึกษา

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานี้เป็นการพัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์หาลำดับงานและจัดเส้นทางเดินรถให้กับรถบรรทุกสินค้าแต่ละคัน โดยจะขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าแห่งเดียวกระจายสู่ลูกค้ารายย่อยที่อยู่ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดอันได้แก่ ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถบรรทุก ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อ และกรอบเวลาที่ลูกค้ากำหนดในการรับสินค้า ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับงานในการขนส่งและการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อขนส่งสินค้า เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบที่จะพัฒนาขึ้น การศึกษานี้ได้แบ่งการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็น 4 ส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นการศึกษาทฤษฎีการจัดเส้นทางออกจากศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียว ภายใต้ข้อจำกัดของเวลาและความจุ ส่วนที่สองเป็นการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) ส่วนที่สามเป็นการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อขนส่งสินค้า และส่วนที่สี่เป็นแนวคิด วิธีการและเป้าหมายของการทำวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 2.1 ทฤษฎีการจัดเส้นทางออกจากศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียว ภายใต้ข้อจำกัดของเวลาและความจุของรถบรรทุกสินค้า

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem) เป็นปัญหาของการจัดการเพื่อหาจำนวนเส้นทางและลำดับของการเดินรถที่มีความเหมาะสมไปยังลูกค้าต่าง ๆ ในแต่ละเส้นทางและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายทางธุรกิจ ซึ่งในทางปฏิบัติจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่สำคัญต่อการจัดเส้นทางเดินรถ (Hall and Partyka, 1997) ได้แก่

- 1) ข้อจำกัดในเส้นทาง (Route Capacities) ซึ่งสะท้อนถึงขนาดของรถหรือเงื่อนไขของเวลาในการขับขีรถบรรทุกที่กฎหมายอนุญาต
- 2) กรอบของเวลา (Time Window) เป็นการกำหนดช่วงเวลาของวันที่จะลงสินค้าในแต่ละร้านค้า โดยข้อกำหนดนี้อาจเป็นได้ทั้งข้อกำหนดที่เข้มงวด คือ หลีกเลียงไม่ได้ (Hard Time Window) และข้อกำหนดที่ไม่เข้มงวด (Soft Time Window) คือ สามารถผ่อนปรนได้บ้าง แต่อาจจะต้องเสียค่าปรับ

แนวทางในการดำเนินการเพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อทำการกระจายสินค้านั้นจะมีความซับซ้อนและแปรเปลี่ยนไปตามรายละเอียดขององค์ประกอบของปัญหารูปแบบต่าง ๆ ในรายละเอียดของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางเดินรถ แสดงในตารางที่ 2.1

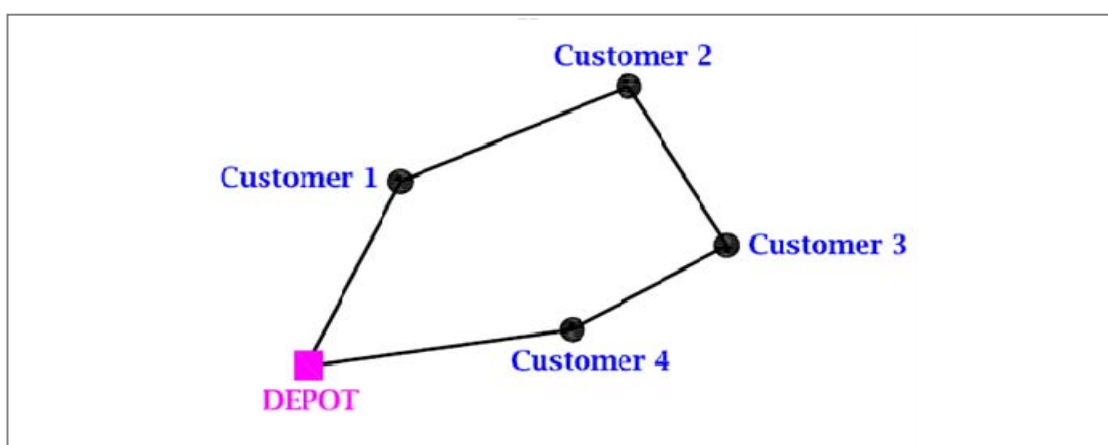
**ตารางที่ 2.1** รายละเอียดและองค์ประกอบที่ใช้พิจารณาในปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

องค์ประกอบ	รายละเอียด
1. ขนาดของยานพาหนะ	- ขนาดเดียว - หลายขนาด
2. ประเภทของยานพาหนะที่มี	- เหมือนกัน (มียานพาหนะแบบเดียว) - ต่างกัน (มียานพาหนะหลายแบบ) - ไม่เจาะจง
3. จำนวนคลังสินค้า	- คลังสินค้ากลาง 1 แห่ง - คลังสินค้ากลางมากกว่า 1 แห่ง
4. รูปแบบของความต้องการ	- ความต้องการแบบแน่นอน - ความต้องการแบบไม่แน่นอน
5. ข้อกำหนดในการวิ่งรถ	- ต้องผ่านจุดที่ระบุ (Node) - ต้องผ่านเส้นทางที่ระบุ (Edge) - แบบผสม (Mixed)
6. ขีดจำกัดความจุของยานพาหนะ	- กำหนด (เท่ากันทุกเส้นทาง) - กำหนด (ต่างกันตามเส้นทาง) - ไม่กำหนด (ไม่จำกัดความจุ)
7. เวลาสูงสุดในเส้นทาง	- กำหนด (เท่ากันทุกเส้นทาง) - กำหนด (ต่างกันตามเส้นทาง) - ไม่กำหนด (ไม่จำกัดความจุ)
8. รูปแบบการปฏิบัติงาน	- ส่งสินค้าอย่างเดียว (Deliveries Only) - บริการรับสินค้าอย่างเดียว (Pickups Only) - ผสมผสาน (Mixed)
9. วัตถุประสงค์	- ค่าใช้จ่ายรวมน้อยที่สุด - ใช้จำนวนยานพาหนะน้อยที่สุด - ใช้เวลาในการดำเนินการน้อยที่สุด - สร้างความพึงพอใจในบริการให้กับลูกค้าสูงสุด

ที่มา : Murdick, Render, and Russell (1990)

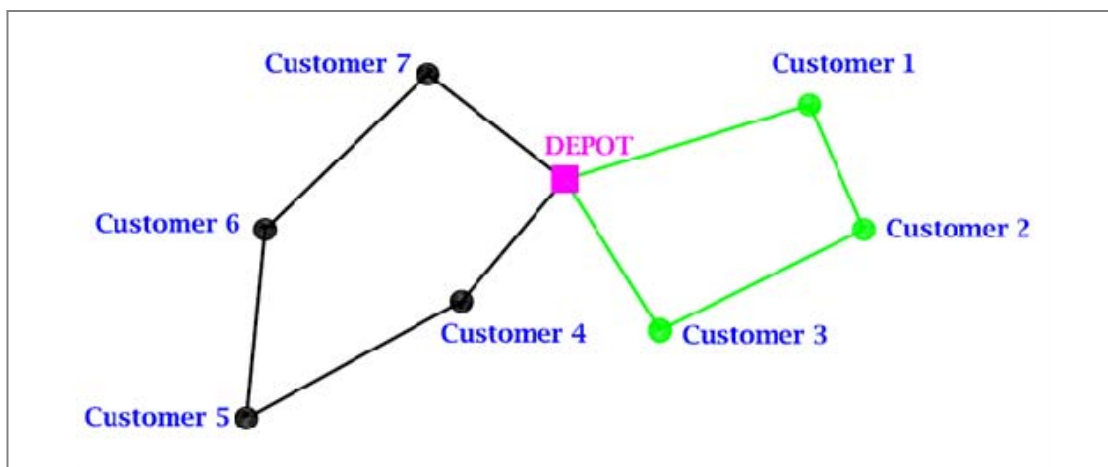
ซึ่งการศึกษานี้จะเน้นการวางแผนเส้นทางของรถบรรทุกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียว โดยหลักการในการจำลองปัญหานี้มีอยู่ 3 รูปแบบเรียงลำดับจากปัญหาที่มีความซับซ้อนน้อยไปมาก (ชเนศ ทักษิวิราจาร์, 2543) คือ

1) การจัดเส้นทางเดินรถเพียง 1 เส้นทาง (Traveling Salesman Problem, TSP) เป็นปัญหาในระดับง่ายสุด เนื่องจากการจัดลำดับการส่งสินค้าที่ใช้เส้นทางเดียวให้กับลูกค้าต่าง ๆ โดยออกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียว และไม่มีข้อจำกัดของเวลาและความจุของรถ โดยผลลัพธ์ของเส้นทางที่จัดได้จะเริ่มและสิ้นสุดที่ศูนย์กระจายสินค้าและผ่านลูกค้าแต่ละรายเพียงครั้งเดียว ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถเพียง 1 เส้นทาง (TSP)

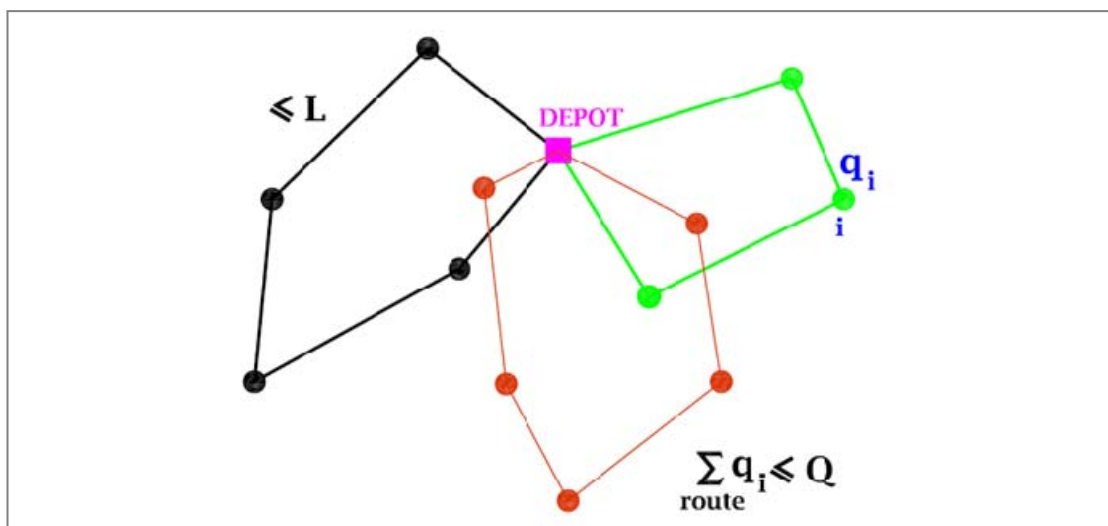
2) การจัดเส้นทางเดินรถแบบหลายเส้นทาง (Multiple Traveling Salesmen Problem, MTSP) เป็นปัญหาในการจัดลำดับการส่งสินค้าโดยใช้เส้นทางหลายเส้นทางให้กับลูกค้าต่าง ๆ แต่ออกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียว ไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและความจุของรถ ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถแบบหลายเส้นทาง (MTSP)



3) ปัญหาการจัดเส้นทางแบบ Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) ปัญหาในระดับนี้จะเป็นการหาจำนวนเส้นทางและลำดับในการส่งสินค้าให้กับลูกค้าต่าง ๆ ออกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียวโดยทราบปริมาณสินค้าของลูกค้าแต่ละราย ภายใต้ข้อจำกัดของรถซึ่งบรรทุกสินค้าได้ไม่เกินความจุที่กำหนดไว้ ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถแบบ CVRP

โดยงานศึกษานี้มีความสอดคล้องกับรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางแบบ Capacitated Vehicle Routing Problem เนื่องจากการหาจำนวนเส้นทางและลำดับงานในการกระจายสินค้าให้กับลูกค้าจากศูนย์กระจายสินค้าเดียว โดยทราบปริมาณสินค้าของลูกค้าแต่ละราย ภายใต้ข้อจำกัดด้านความจุของรถบรรทุกสินค้า รายละเอียดของขั้นตอนการค้นหาคำตอบของปัญหา ดังนี้

#### 2.1.1 แนวคิดของปัญหาแบบ Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)

ปัญหาแบบ CVRP เป็นการหาจำนวนเส้นทางเดินรถและลำดับของการจัดส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังจุดต่าง ๆ โดยทำให้ผลรวมของค่าใช้จ่ายในการขนส่งของรถทุกคันมีค่าน้อยที่สุดภายใต้ข้อจำกัดของการจัดส่ง เช่น ความจุหรือระยะเวลาในการขับขี่

#### 2.1.2 วิธีการในการแก้ปัญหา

วิธีการแก้ปัญหการจัดเส้นทางเดินรถแบบ Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธีการโดยจำแนกตามประเภทของคำตอบ อันได้แก่ วิธีที่ให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal solution) และวิธีที่ให้คำตอบที่ใกล้เคียงค่าที่เหมาะสมที่สุด (Near optimal solution)

ข้อแตกต่างของทั้งสองวิธีการที่เด่นชัดก็คือ วิธีที่ให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดนั้นจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากต้องการหน่วยความจำขนาดใหญ่ และใช้เวลานานในการประมวลผล ทำให้ขนาดของปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้จากวิธีนี้มีขนาดที่จำกัด ดังนั้น ในปัจจุบันจึงนิยมเลือกใช้วิธีการหาคำตอบที่ให้ค่าใกล้เคียงค่าที่เหมาะสมที่สุดแพร่หลายมากกว่า โดยเทคนิคที่นิยมใช้ในวิธีการนี้ได้แก่ วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristics Method)

เทคนิคในการหาคำตอบของวิธีฮิวริสติกส์เป็นเทคนิควิธีที่ใช้ในการค้นหาคำตอบที่ใกล้เคียงค่าที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล และความสมเหตุสมผลในการค้นหาคำตอบ ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาคำตอบจะมีการพัฒนาขึ้นตามระดับความยากง่ายของปัญหา หรืออาจกล่าวได้ว่าวิธีฮิวริสติกส์นั้น เป็นการนำความคิดหรือแนวคิดในการแก้ปัญหามาใช้กับปัญหาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้หาคำตอบของอีกปัญหาหนึ่งได้ (ฉกร, 2548)

ดังนั้น วิธีการแก้ปัญหาลักษณะแบบวิธีฮิวริสติกส์ (Heuristics Method) ของปัญหาแบบ CVRP จึงเป็นการหาจำนวนเส้นทางเดินรถและลำดับของการส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังจุดต่าง ๆ โดยทำให้ผลรวมของค่าใช้จ่ายในการขนส่งของรถทุกคันมีค่าน้อยที่สุดภายใต้ข้อจำกัดของการจัดส่ง เช่น ความจุหรือระยะเวลาในการขับขี่

### 2.1.3 เทคนิคในการหาคำตอบของปัญหา

เทคนิคในการหาคำตอบของการจัดเส้นทางเดินรถมีหลายวิธีดังได้กล่าวมาแล้ว แต่เทคนิคในการหาคำตอบด้วยวิธีฮิวริสติกส์ภายใต้ข้อจำกัดของความจุและเวลา เป็นวิธีที่นิยมสำหรับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งเทคนิคในการวิเคราะห์ปัญหาดังกล่าวจะมีวิธีการเช่นเดียวกับการจัดเส้นทางเดินรถเพียง 1 เส้นทาง (TSP) แต่ต้องตรวจสอบว่าความจุของรถและเวลาในการเดินรถต้องไม่เกินข้อกำหนดทุกครั้งของการวิเคราะห์ โดยเมื่อการจัดเส้นทางถึงขีดจำกัดก็จะต้องเปลี่ยนรถหรือจัดเส้นทางใหม่เข้ามาเพิ่ม ซึ่งเทคนิคที่นิยมสำหรับการจัดเส้นทางแบบนี้ได้แก่

#### 2.1.3.1 Saving หรือ Insertion Procedure

เป็นวิธีการสำหรับการจัดเส้นทางเดินรถที่มีจำนวนของจุดลูกค้าหลายแห่ง รถบรรทุกสินค้ามีความสามารถในการบรรทุกหลายขนาด ส่งสินค้าออกจากคลังสินค้าแห่งเดียว ซึ่งได้พัฒนาขั้นตอนให้สามารถเลือกเส้นทางของรถบรรทุกสินค้าที่เหมาะสมที่สุด โดยมีกฎเกณฑ์ในการค้นหาคำตอบที่ทำให้เกิดการประหยัดด้วยการผนวก 2 จุดส่งสินค้าเข้าสู่เส้นทางเดียวกัน ผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้คือ ทำให้ทราบจำนวนรถบรรทุกสินค้าที่ใช้ขนส่ง และปริมาณสินค้าที่ขนส่งของรถบรรทุกสินค้าแต่ละคัน โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกจุดลูกค้าเริ่มต้นจากคลังสินค้าขึ้นมาหนึ่งจุด ให้เป็นจุดลูกค้าลำดับที่หนึ่ง

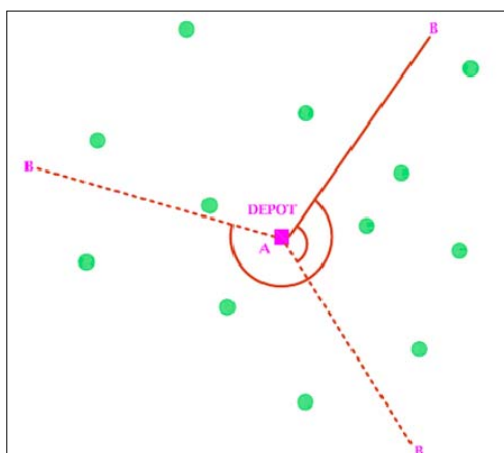
- ขั้นตอนที่ 2      คำนวณค่าการประหยัดในรูปแบบของระยะเวลา, ระยะทางหรือค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่จะผนวกเป็นเส้นทางเดียวกันของกลุ่มจุดส่ง  $i$  ใด ๆ ไปยังจุดส่ง  $j$  ใด ๆ ( $S_{ij}$ ) ซึ่งมีค่าเท่ากับ (Saving Cost),  $S_{ij} = C_{id} + C_{dj} - C_{ij}$  สำหรับ  $i, j = 2, 3, \dots, n$
- ขั้นตอนที่ 3      เรียงลำดับค่า  $S_{ij}$  จากมากไปหาน้อย
- ขั้นตอนที่ 4      สร้างเส้นทางของรถบรรทุกทุกคันโดยเชื่อมจุด  $i$  และ  $j$  ที่มีค่า  $S_{ij}$  มากที่สุด
- ขั้นตอนที่ 5      ทำซ้ำจนกว่าจะจัดเส้นทางได้ครบ โดยมีเงื่อนไขของข้อจำกัดในการเดินทางของรถบรรทุกทุกคันแต่ละคัน ต้องมีสินค้าไม่เกินความสามารถในการบรรทุก และต้องใช้เวลาในการเดินทางไม่เกินระยะเวลาที่กำหนด อย่างไรก็ตามวิธีการนี้อาจมีข้อบกพร่องเพราะเส้นทางที่ได้จากการวิเคราะห์อาจมีพื้นที่รับผิดชอบในการขนส่งแตกต่างกันมาก และทำให้ระยะเวลาในการเดินทางที่ไม่เท่ากัน นอกจากนี้ผลลัพธ์ของการจัดเส้นทางอาจทำให้ใช้จำนวนรถบรรทุกเพื่อขนส่งสินค้ามากกว่าวิธีการอื่น

#### 2.1.3.2 Sweep Approach

เป็นวิธีการหาจำนวนเส้นทางและลำดับการส่งสินค้า โดยมีโครงสร้างในการหาคำตอบอยู่ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกจะทำการจัดกลุ่มลูกค้าให้กับยานพาหนะ ส่วนขั้นตอนที่สองนั้นจะทำการจัดลำดับการส่งงานให้กับจุดลูกค้าต่าง ๆ

ขั้นตอนของการจัดกลุ่มลูกค้านั้นจะสร้างขึ้นด้วยการหมุนเส้นสมมติ AB ในทิศทางเข็มนาฬิกาตามเข็มนาฬิกา ดังภาพที่ 2.4 และรวมปริมาณสินค้าที่เส้นดังกล่าวผ่านจุดลูกค้าต่าง ๆ จนกระทั่งผลรวมของปริมาณสินค้าใกล้ถึงความจุของรถบรรทุกสินค้าจึงเปลี่ยนรถใหม่เข้ามาเพิ่มจนกระทั่งหมุนเส้นครบรอบ และในส่วนของขั้นตอนการจัดลำดับงานนั้นจะใช้เทคนิคการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินทางเพียง 1 เส้นทาง (TSP) สำหรับรถแต่ละคัน

อย่างไรก็ตามวิธีการนี้อาจมีข้อบกพร่อง คือ ถ้าศูนย์กลางกระจายสินค้าไม่ได้อยู่ ณ ศูนย์กลางของพื้นที่ให้บริการ จะทำให้รูปร่างของเส้นทางการเดินทางมีขนาดที่ไม่สมดุล และทำให้ระยะเวลาในการเดินทางของรถแต่ละคันมากกว่าวิธีการอื่น ๆ นอกจากนี้แล้ววิธีการแบบนี้ไม่ได้คำนึงถึงลักษณะการวางแนวของถนนทำให้ร้านค้าที่อยู่ในถนนเดียวกัน อาจอยู่คนละเส้นทางก็ได้ซึ่งไม่ถูกต้องกับความเป็นจริง



ภาพที่ 2.4 วิธีการ Sweep Approach

### 2.1.3.3 Cluster first-route second

วิธีการนี้จะแก้ปัญหาเส้นทางโดยทำการสร้างกลุ่มลูกค้าขึ้นก่อนแล้วจึงสร้างเส้นทางเดินรถโดยให้ผ่านจุดของกลุ่มลูกค้าทั้งหมด

ในกระบวนการแรกซึ่งเป็นกระบวนการของการสร้างกลุ่มลูกค้า นั้น มีขั้นตอนในการสร้างกลุ่มลูกค้าอยู่ 2 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดจุดลูกค้า 1 จุดให้เป็น seed point หรือจุดตั้งต้น โดยหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกจุดใดเป็น seed point นั้น ให้ทำการเลือกจากหลักเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

- เป็นจุดที่อยู่ใกล้จากคลังสินค้ามากที่สุด (Nearest from depot)
- เป็นจุดที่อยู่ไกลจากคลังสินค้ามากที่สุด (Farthest from depot)
- เป็นจุดที่มีสิทธิพิเศษสูงที่สุด (Highest priority)

ขั้นตอนที่ 2 การเพิ่มจุดลูกค้าอื่น ๆ เข้าสู่กลุ่ม (Cluster) ให้ครบตามความจุของรถบรรทุกสินค้า โดยลูกค้าที่ถูกเพิ่มเข้าสู่กลุ่มลูกค้า นั้นจะถูกพิจารณาจาก

- ความใกล้เคียง (Nearest Neighbor or Nearest Insertion)
- ความประหยัด (Saving)

ในส่วนของขั้นตอนการสร้างเส้นทางเดินรถนั้น ใช้วิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเพียง 1 เส้นทาง (TSP) เพื่อค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุดที่ผ่านจุดลูกค้าทั้งหมดในกลุ่มลูกค้า (Cluster) นั้น ๆ นอกจากใช้หลักการแก้ปัญหาแบบวิธีดังกล่าวแล้ว ยังมีวิธีการอื่น ที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ Fisher and Jaikumar Algorithm, The Sweep Algorithm, Petal Algorithm, Taillard's Algorithm เป็นต้น

#### 2.1.3.4 Route first-cluster second

วิธีการนี้จะหาเส้นทางเดินรถ ก่อนแล้วจึงแบ่งกลุ่มลูกค้า โดยขั้นแรกจะเป็นการหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมที่สุดสำหรับรถคันเดียวที่สามารถผ่านได้ทุกจุดในโครงข่าย ซึ่งจะเรียกเส้นทางดังกล่าวว่า Giant Tour แต่เนื่องจากรถเพียงคันเดียวไม่สามารถเดินทางได้ครบทุกจุดใน Giant Tour ตามเวลาที่กำหนดไว้ได้ ดังนั้น ในขั้นตอนที่สองจึงต้องแบ่ง Giant Tour ออกเป็นเส้นทางรถขนส่งย่อย ๆ ซึ่งแต่ละเส้นทางย่อยจะใช้รถหนึ่งคัน

#### 2.1.4 ทฤษฎีการจัดลำดับงาน

ปัญหาข้อจำกัดด้านเวลาถือว่าเป็นปัญหาที่สำคัญอีกประเด็นหนึ่งของการจัดเส้นทางเดินรถเนื่องจากจะเห็นได้ว่าการขนส่งสินค้าแต่ละครั้งมักจะมีการกำหนดเวลา และตารางเวลาในการขนส่งเฉพาะในแต่ละวันซึ่งถือเป็นลำดับงานที่ไม่ซ้ำกัน อันเป็นผลมาจากความต้องการของลูกค้า หรือผู้รับบริการในแต่ละวันที่แตกต่างกัน หากผู้ประกอบการนำข้อจำกัดเหล่านี้มาใช้เป็นหลักในการจัดเส้นทางเดินรถให้กับผู้รับบริการ จะช่วยสร้างความพึงพอใจให้กับผู้รับบริการในด้านความเอาใจใส่ในการบริการได้ การแก้ปัญหาโดยไม่ใช้ข้อจำกัดที่เกิดขึ้นจริงจึงไม่สามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การแก้ปัญหาเส้นทางให้เกิดประสิทธิภาพจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการจัดลำดับงานและตัวแปรด้านเวลาด้วย (Bodin and Levy, 1994)

การจัดลำดับงานคือ การจัดสรรรถบรรทุกที่ใช้ขนส่งสินค้า ให้ดำเนินการขนส่งสินค้าไปยังจุดของลำดับจุดลูกค้าในช่วงเวลาที่จำกัดให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด โดยการจัดลำดับงานแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) แบบ Stochastic Scheduling เป็นการจัดลำดับงานที่ไม่ทราบจำนวนงานจัดส่งและจำนวนรถที่แน่นอน
- 2) แบบ Deterministic Scheduling เป็นการจัดลำดับงานที่ทราบจำนวนงานจัดส่งและจำนวนรถที่แน่นอน

การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธีการ Deterministic Scheduling เป็นแนวคิดในการพัฒนาระบบ เนื่องจากในขอบเขตการศึกษาได้กำหนดไว้ว่าในการศึกษานั้นทราบจำนวนงานจัดส่งสินค้าที่แน่นอน โดยวิธีการจัดลำดับงานในการเดินรถแบบ Deterministic Scheduling แบ่งเป็น 2 วิธีการคือ Procedure base on local search และ Priority dispatching rules

- 1) Procedure base on local search กระบวนการค้นหาคำตอบแบบ local search อาศัยวิธีการทำซ้ำเพื่อหาผลเฉลยที่ดีกว่าผลเฉลยที่มีอยู่โดยการค้นหาใน Neighborhood หรือกลุ่มผลเฉลยที่เป็นไปได้ เพื่อให้ได้คำตอบที่ใกล้เคียงค่าที่ดีที่สุด วิธีการหาคำตอบแบบ local search ที่นิยมใช้ ในการจัดตารางเวลาเดินรถประกอบด้วย Tabu Search และ Genetic Algorithm

2) Priority dispatching rules วิธีนี้ใช้หลักการจัดลำดับความสำคัญของงานที่ต้องปฏิบัติก่อนหลังตามเงื่อนไขที่กำหนด เป็นวิธีการที่พิจารณาถึงลักษณะของงาน ระยะเวลาในการดำเนินการ และกำหนดเวลาต่าง ๆ วิธี Priority Dispatching Rules (Barker, Sharon, and Sen, 1974) ประกอบด้วย

- First come, first served (FCFS) เป็นวิธีที่ให้ความสำคัญกับงานที่ได้รับมอบหมายเป็นลำดับแรกก่อน พิจารณาในลักษณะมาก่อนได้ก่อน

- Earliest due date (EDD) เป็นวิธีที่ให้ความสำคัญกับงานที่ถึงกำหนดเวลาในการดำเนินงานก่อน วิธีนี้นิยมใช้ในหน่วยงานด้านการขนส่งสินค้า

- Shortest processing time (SPT) เป็นวิธีที่ให้ความสำคัญกับงานที่ใช้เวลาในการดำเนินงานน้อยที่สุดก่อน

- Longest processing time (LPT) เป็นวิธีที่ให้ความสำคัญกับงานที่ใช้เวลาในการดำเนินงานมากที่สุดก่อน

- Weighted shortest processing time rule (WSPT) เป็นวิธีที่ให้ความสำคัญกับงานที่ใช้เวลาในการดำเนินงานน้อยที่สุดแบบถ่วงน้ำหนักแล้วเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย เพื่อให้งานทั้งหมดเสร็จสิ้นเร็วที่สุด

ในส่วนของวิธีการจัดลำดับงานของการศึกษาค้างนี้ได้เลือกใช้วิธี Earliest due date (EDD) ของวิธีการจัดลำดับงานแบบ Priority dispatching rules เพื่อใช้เป็นแนวคิดในการพัฒนาระบบ เนื่องจากมีความสอดคล้องกับการศึกษาในด้านการให้ความสำคัญกับงานที่ถึงกำหนดเวลาในการดำเนินงานก่อน

## 2.2 การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis)

เป็นตัวแบบจำลองแทนระบบของการวิจัยดำเนินงานรูปแบบหนึ่งที่ได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ โดยนำเสนอด้วยรูปแบบของโครงข่ายระบบงาน ซึ่งช่วยให้สามารถทำการวิเคราะห์โครงข่ายได้ละเอียดและมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ดังนั้นทฤษฎีทางการวิเคราะห์โครงข่ายจึงได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางกับงานทางด้านการควบคุมและการวางแผน ระบบงานด้านการขนส่ง ระบบโครงข่ายข้อมูลสารสนเทศ เป็นต้น

การวิเคราะห์โครงข่ายสำหรับงานด้านภูมิสารสนเทศก็ใช้หลักการเดียวกันกับการวิจัยดำเนินงาน โดยกลุ่มของข้อมูลโครงข่ายโดยทั่วไปคือ กลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะเป็นแนวเส้นที่สามารถเชื่อมโยงถึงกันได้ ที่พบเห็นทั่วไปได้แก่ โครงข่ายถนน เส้นทางรถไฟ แม่น้ำ เส้นทางด้านการขนส่ง (เช่น รถโรงเรียน รถเก็บขยะ บริการส่งสินค้า บริการไปรษณีย์) และรวมถึงแนวโครงข่ายของระบบ

สาธารณูปโภคต่าง ๆ เช่น แนวสายไฟฟ้า แนวสายโทรศัพท์ แนวระบบน้ำประปา หรือแนวท่อน้ำทิ้ง เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 2.5 โดยแนวคิดและเทคนิคสำหรับการวิเคราะห์โครงข่ายนั้นเป็นการวิเคราะห์ในรูปแบบ Vector-base ซึ่งเป็นกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีรูปแบบเป็นจุด เส้น และรูปปิด เพื่อใช้ค้นหาคำตอบและแก้ปัญหาข้อมูลเชิงพื้นที่

### 2.2.1 องค์ประกอบของการวิเคราะห์โครงข่าย

การวิเคราะห์โครงข่ายในรูปแบบข้อมูล Vector-base นั้นประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ชั้นข้อมูลโครงข่าย และแนวคิดสำหรับกระบวนการวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

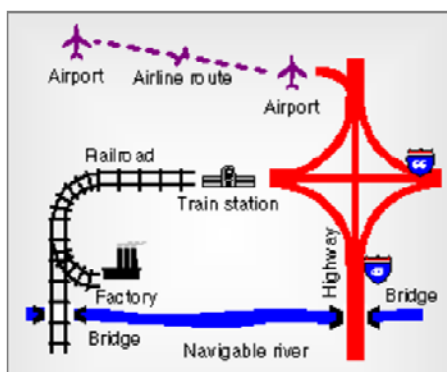
#### 2.2.1.1 ชั้นข้อมูลโครงข่าย

เป็นการจำลององค์ประกอบของชุดข้อมูลโครงข่ายที่ปรากฏในพื้นที่จริงไม่ว่าจะเป็นส่วนของแนวเส้น ส่วนที่เป็นจุดตัดหรือทางแยก และส่วนที่เป็นจุดเปลี่ยนทิศทาง ดังแสดงในภาพที่ 2.6 โดยข้อกำหนดของการจำลองชั้นข้อมูลโครงข่ายมีดังนี้

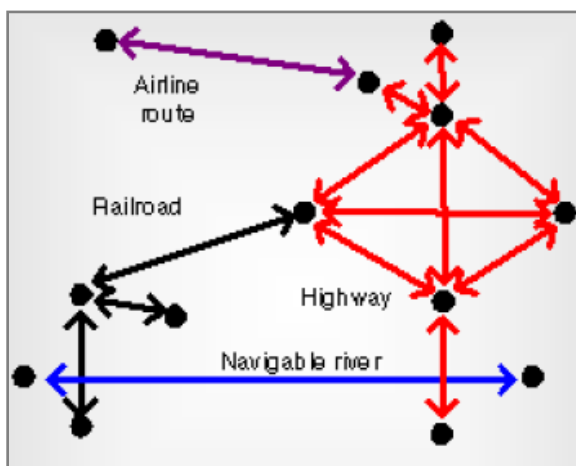
1) ข้อมูลแนวเส้น (Line segment) หรือเรียกว่า edge เป็นข้อมูลหลักของชั้นข้อมูลโครงข่าย โดยกำหนดให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่แบบเส้น (Poly line) เป็นข้อมูลที่เชื่อมโยงกับข้อมูลลักษณะประจำซึ่งจะเป็นตัวกำหนดข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ เพื่อนำใช้ในการวิเคราะห์โครงข่าย อาทิ เช่น ชื่อแนวโครงข่าย ความยาวถนน ความเร็ว ความสามารถในการกระจายกำลังของแนวสายไฟ เป็นต้น

2) ข้อมูลจุดตัดหรือทางแยก (Junction) เป็นข้อมูลที่กำหนดให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่แบบจุด (Point) ซึ่งจะเป็นจุดที่กลุ่มข้อมูลแนวเส้นมาตัดกันและยังเป็นจุดที่ใช้ในการบอกทิศทางของชุดข้อมูลแนวเส้น

3) ข้อมูลจุดเปลี่ยนทิศทาง (Turn) เป็นการกำหนดค่าตัวเลขให้กับชุดข้อมูลจุดตัด เพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงข่าย เช่น ในกรณีของโครงข่ายถนน กำหนดให้หยุดรอสัญญาณไฟจราจรบริเวณแยก 25 วินาที หรือหยุด 5 วินาทีในกรณีบริเวณทางแยกที่มีป้ายเตือน เป็นต้น



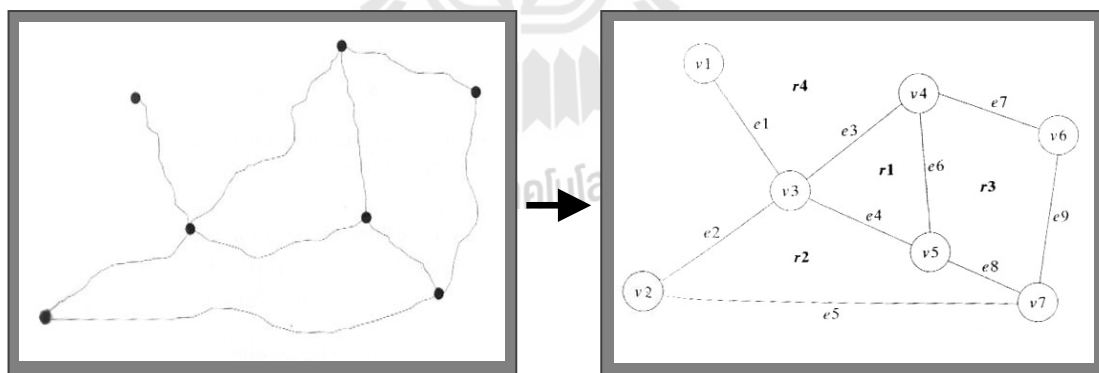
ภาพที่ 2.5 ชั้นข้อมูลโครงข่ายในสภาพจริง



ภาพที่ 2.6 ชั้นข้อมูลโครงข่ายในรูปแบบของแบบจำลอง  
ที่มา : Tanawat (2005)

#### 2.2.1.2 แนวคิดสำหรับกระบวนการวิเคราะห์

ในการวิเคราะห์โครงข่ายนั้น เป็นการประยุกต์ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีกราฟเพื่อวิเคราะห์ปัญหา โดยในขั้นตอนแรกนั้นต้องปรับเปลี่ยนข้อมูลโครงข่ายจากข้อมูลจริงให้อยู่ในรูปกราฟโครงข่าย (ดังแสดงในภาพที่ 2.7)



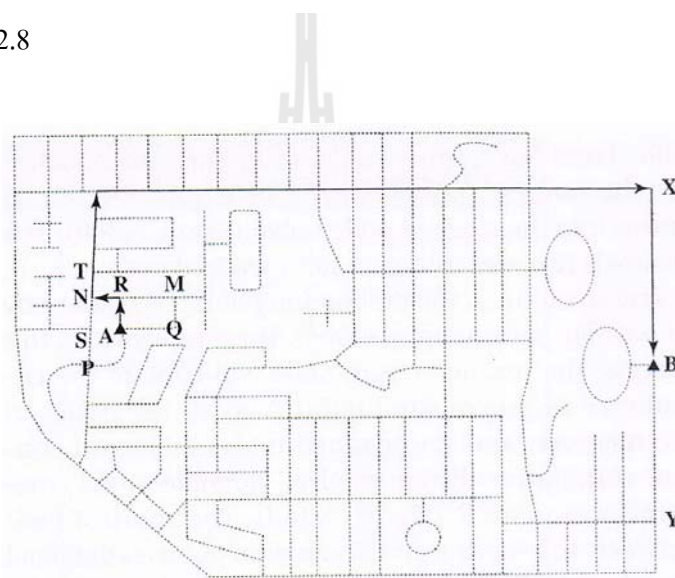
ภาพที่ 2.7 การปรับเปลี่ยนข้อมูลโครงข่ายให้อยู่ในรูปกราฟโครงข่าย  
ที่มา : Lo and Yeung (2002)

ในขั้นตอนต่อมา ต้องกำหนดค่าให้กับเส้นกราฟโครงข่ายแต่ละเส้น โดยค่าที่กำหนดอาจจะเป็นค่าใช้จ่าย ค่าระยะทาง และค่าเวลาขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้งาน ซึ่งรูปแบบปัญหาของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่นิยมใช้การวิเคราะห์โครงข่ายที่นิยมใช้โดยทั่วไปนั้นได้แก่ การหาแนวเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือใช้เวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุดระหว่างจุดสองจุด หาพื้นที่บริการที่



ใกล้ที่สุดจากจุดที่กำหนด เป็นต้น อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์โครงข่ายในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น นับว่าเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนและยุ่งยากมากเนื่องจากมีข้อกำหนดและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ถูกกำหนดขึ้นในการวิเคราะห์ ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาอัลกอริทึม Dijkstra ซึ่งถูกคิดค้นโดย Dijkstra เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ความซับซ้อนของการวิเคราะห์โครงข่ายของข้อมูลเชิงพื้นที่

รูปแบบแนวคิดของอัลกอริทึม Dijkstra ในการหาแนวของเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือใช้เวลาในการเดินทางที่สั้นที่สุด ระหว่างจุดสองจุดนั้น การพิจารณาเริ่มต้นจากจุดตั้งต้นแรกซึ่งแนวคิดของอัลกอริทึมจะทำการค้นหาทุกแนวเส้นทางระหว่างจุดตั้งต้นไปยังจุดปลายทางที่ต้องการแล้วพิจารณาเลือกแนวเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือใช้เวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุด ดังแสดงตัวอย่างของการวิเคราะห์ในภาพที่ 2.8



Reached nodes table		
Node	Cumulative Distance	Previous node
A	0	-

Scanned nodes table		
Node	Cumulative Distance	Previous node

(a) Contents of tables at beginning

Reached nodes table		
Node	Cumulative Distance	Previous node
A	0	-
R	80	A

Scanned nodes table		
Node	Cumulative Distance	Previous node
P	120	A
Q	105	A
R	80	A

(b) Contents of tables after reaching P and R from A

ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างการวิเคราะห์โครงข่ายของอัลกอริทึม Dijkstra

ที่มา : Lo and Yeung (2002).

หมายเหตุ : จาก “Concepts and Techniques of Geographic Information System” (214-215)

Reached nodes table			Scanned nodes table		
Node	Cumulative Distance	Previous node	Node	Cumulative Distance	Previous node
A	0	-	P	120	A
R	80	A	Q	105	A
N	130	R	M	184	R
			N	100	R

(c) Contents of tables after reaching M and N from R

Reached nodes table			Scanned nodes table		
Node	Cumulative Distance	Previous node	Node	Cumulative Distance	Previous node
A	0	-	B	120	X
R	80	A	B	105	Y
N	130	R			
T	180	N			
...	...	...			
...	...	...			
...	...	...			
B	1,250	X			

(d) Contents of tables after reaching B from X and Y

ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างการวิเคราะห์โครงข่ายของอัลกอริทึม Dijkstra (ต่อ)

ที่มา : Lo and Yeung (2002).

หมายเหตุ : จาก “Concepts and Techniques of Geographic Information System” (214-215)

ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ได้ใช้การวิเคราะห์โครงข่ายที่เป็น Extension ของ ArcMap ซึ่งนิยมใช้ในกระบวนการจัดการกับงานที่เกี่ยวข้องกับการสร้างหรือวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย โดยใน Extension นี้จะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนของการสร้างข้อมูลโครงข่าย และส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย

### 2.2.2 ส่วนของการสร้างข้อมูลโครงข่าย (Network Dataset)

เป็นขั้นตอนของการเตรียมในส่วนข้อมูลที่ต้องนำไปใช้ในการวิเคราะห์โครงข่าย โดยข้อมูลหลัก ๆ ได้แก่ ข้อมูลระยะเวลาเฉลี่ยของการเดินทางในเส้นทางนั้น การกำหนดรูปแบบการเดินรถของเส้นทาง จุดกลับรถของแต่ละเส้นทาง เป็นต้น โดยคุณสมบัติต่าง ๆ ของข้อมูลโครงข่ายนั้นแบ่งเป็น 4 ประเภทดังนี้

1) Cost เป็นข้อมูลกำหนด impedances ของเส้นทาง ตัวอย่างเช่น เวลา หรือระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง ซึ่งจะใช้ในการคำนวณเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด หรือเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินทาง โดยค่าที่กำหนดเป็น Cost นั้นจะแปรผันตรงกับความยาวของเส้นทางที่ใช้ในการเดินทาง

2) Descriptors เป็นข้อมูลกำหนดคุณสมบัติของเส้นทาง เช่น จำนวนช่องทางเดินรถ หรือ ข้อจำกัดความเร็วในแต่ละเส้นทาง ซึ่งสามารถใช้ในการอธิบายเวลาในการเดินทางของเส้นทางที่ทำได้

3) Restrictions เป็นข้อมูลกำหนดข้อจำกัดของเส้นทาง เช่น เส้นทางเดินรถทางเดียว ข้อกำหนดในการเลี้ยว หรือเส้นทางที่ใช้ได้เฉพาะรถยนต์ ซึ่งสามารถใช้ในการคำนวณเส้นทางได้

4) Hierarchy เป็นข้อมูลกำหนดระดับชั้นของเส้นทาง เช่น ถนนหลวง ทางด่วน ถนนหลัก หรือซอย ซึ่งสามารถใช้ในการคำนวณเส้นทางได้ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการหาเส้นทางโดยไม่ต้องการใช้ทางด่วน ทั้งนี้ใน Network Analyst จะแบ่งระดับชั้นของถนนออกเป็น 3 ระดับคือ Primary roads Secondary roads และ Local roads

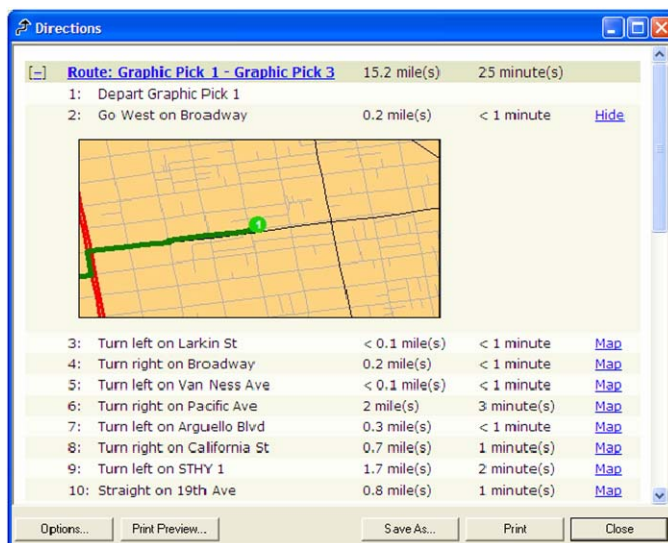
### 2.2.3 ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย (Network Analysis)

เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายที่เตรียมจากส่วนการสร้างข้อมูลโครงข่าย โดยการวิเคราะห์นั้นแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ

1) ค้นหาเส้นทางเดินทางที่ดีที่สุด (Find best travel routes) เป็นการค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุดจากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งปลายทางที่ต้องการ โดยที่ตำแหน่งปลายทางอาจมีมากกว่าหนึ่งจุดได้ หรือกล่าวได้ว่าเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุดโดยให้ผ่านตำแหน่งหรือสถานที่เป้าหมายต่าง ๆ ตามที่ได้กำหนดไว้ ดังแสดงในภาพที่ 2.9 และภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.9 การวิเคราะห์โครงข่ายแบบค้นหาเส้นทางเดินทางที่ดีที่สุด  
ที่มา : Tanawat (2005)



ภาพที่ 2.10 การแสดงทิศทางของการวิเคราะห์แบบค้นหาเส้นทางการเดินทางที่ดีที่สุด  
ที่มา : Tanawat (2005)

ในการวิเคราะห์รูปแบบนี้ สามารถกำหนดคุณสมบัติของการวิเคราะห์ โดยรายละเอียดในการกำหนดค่าต่าง ๆ ได้แก่

- Impedance คือ Cost ที่กำหนดไว้ใน Network Dataset ซึ่งอาจจะเป็นระยะทางหรือเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

- Time Windows คือ การกำหนดให้การวิเคราะห์พิจารณาเวลาที่จะสามารถไปยังปลายทางต่าง ๆ ได้ ตัวอย่างเช่น การส่งสินค้าให้กับร้านค้าที่เปิดในช่วงเวลาหนึ่งของวัน ซึ่งระยะเวลาที่สามารถไปได้ของแต่ละปลายทางจะกำหนดได้จากคุณสมบัติของแต่ละปลายทาง

- Reorder Stops To Find Optimal Route คือ การเรียงลำดับของปลายทางใหม่ในกรณีที่มีอยู่หลายปลายทาง เพื่อให้สามารถหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด ทั้งจะสามารถกำหนดจุดเริ่มต้น และปลายทางสุดท้ายได้

- Allow U-Turns คือ การกำหนดลักษณะของการกลับรถที่ใช้ในการวิเคราะห์ซึ่งเป็นไปได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

Everywhere: สามารถทำการกลับรถได้ทุก ๆ ที่บนเส้นทาง

Nowhere: ไม่สามารถทำการกลับรถได้

Only At Dead Ends: สามารถทำการกลับรถได้เฉพาะทางตันเท่านั้น

- Output Shape Type คือ การกำหนดลักษณะการแสดงผลลัพธ์ ซึ่งสามารถแสดงได้ 3 ลักษณะคือ

None: ไม่มีการแสดงผลลัพธ์

Straight Line: แสดงผลลัพธ์เป็นเส้นตรงระหว่างจุดเริ่มต้นและปลายทางต่าง ๆ

True Shape: แสดงผลลัพธ์ตามเส้นโครงข่ายระหว่างจุดเริ่มต้นและปลายทางต่าง ๆ

- Use Hierarchy คือ การกำหนดระดับชั้นของเส้นทางที่ใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อจำลองลักษณะการเดินทางจริง

- Ignore Invalid Locations คือ การกำหนดให้ละเลยตำแหน่งที่ไม่สามารถระบุได้ในการวิเคราะห์

- Restrictions คือ การระบุข้อจำกัดต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ เช่น เส้นทางเดินรถทางเดียว หรือการห้ามเลี้ยวที่แยกต่าง ๆ

2) การวิเคราะห์หาสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด (Closest Facility) เป็นการค้นหาสิ่งอำนวยความสะดวก (Facility) เช่น โรงพยาบาล สถานีดับเพลิง สถานีตำรวจ เป็นต้น ที่ตำแหน่งใด ๆ ที่อยู่ใกล้กับจุดหรือพื้นที่ที่ต้องการมากที่สุด โดยในการวิเคราะห์นั้นสามารถกำหนดค่าต่าง ๆ ได้คล้ายกับการวิเคราะห์หาเส้นทางที่ดีที่สุด และการกำหนดคุณสมบัติอื่น ๆ ดังนี้

- Default Cutoff Value คือ การกำหนดขอบเขตการพิจารณาในการวิเคราะห์ ยกตัวอย่างเช่น ถ้ากำหนดค่าของ Cutoff Value เป็น 10 นาที การวิเคราะห์จะพิจารณาหาสิ่งอำนวยความสะดวกที่อยู่ใกล้ที่สุดอยู่ในบริเวณที่สามารถไปถึงได้ภายใน 10 นาที

- Facilities To Find คือ การกำหนดจำนวนของสิ่งอำนวยความสะดวกที่ต้องการ เช่น ถ้ากำหนดค่าของสิ่งอำนวยความสะดวกเป็น 3 ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุดจำนวน 3 แห่ง

- Travel From คือ การกำหนดทิศทางของการเดินทางว่าจะเดินทางจากที่เกิดเหตุมาที่สิ่งอำนวยความสะดวก (Incident to Facility) หรือจากสิ่งอำนวยความสะดวกมาที่จุดเกิดเหตุ (Facility to Incident) ซึ่งอาจจะมีเส้นทางที่แตกต่างกันเนื่องจากข้อจำกัดต่าง ๆ ของทิศทางการเดินรถ และการเลี้ยวผลลัพธ์ที่ได้จากวิเคราะห์รูปแบบนี้จะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดคุณสมบัติต่าง ๆ ของการวิเคราะห์ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ดังแสดงในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์หาสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด  
ที่มา : Tanawat (2005)

3) การวิเคราะห์พื้นที่การให้บริการ (Service Area) เป็นการหาพื้นที่การให้บริการ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่สามารถเข้าถึงได้โดยโครงข่าย ยกตัวอย่างเช่น การหาจำนวนของลูกค้าที่อยู่ในบริเวณที่สามารถเดินมายังร้านสะดวกซื้อภายใน 10 นาที ซึ่งจะหาได้จากพื้นที่ที่สามารถเข้าถึงได้โดยโครงข่าย และห่างจากร้านสะดวกซื้อเป็นระยะเวลาในการเดิน 10 นาที แล้วนำมาคำนวณร่วมกับข้อมูลลักษณะประจำของจำนวนคนในพื้นที่นั้น ๆ โดยในการวิเคราะห์นั้นสามารถกำหนดค่าต่าง ๆ ได้คล้ายกับการวิเคราะห์หาเส้นทางที่ดีที่สุด และการกำหนดคุณสมบัติอื่น ๆ ดังนี้

- Default Breaks คือการกำหนดค่าที่ใช้ในการหาพื้นที่ให้บริการ ยกตัวอย่างเช่น 3 5 10 ซึ่งเป็นการใช้ระยะเวลาเป็น Impedance จะหมายความว่าให้สร้าง Polygon ของพื้นที่ให้บริการ โดยแบ่งออกเป็น พื้นที่ที่สามารถไปถึงได้ภายใน 3 5 และ 10 นาที โดยการใช้ค่านี้นี้จะใช้ช่องว่างเป็นตัวคั่นระหว่างค่าต่าง ๆ

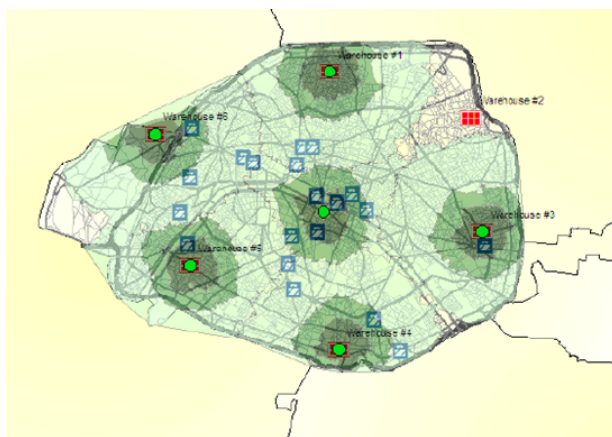
- Direction คือการกำหนดทิศทางที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งแบ่งเป็นทิศทางที่ออกจากสิ่งอำนวยความสะดวก (Away From Facility) และทิศทางที่เข้าหาสิ่งอำนวยความสะดวก (Towards Facility) ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นจะอยู่ในรูปแบบของ Polygon โดยสามารถกำหนดลักษณะของ Polygon ผลลัพธ์ได้ดังนี้

Polygon Type คือ การเลือกให้ Polygon ผลลัพธ์นั้นเป็นแบบหยาบ (Generalized) หรือแบบละเอียด (Detailed)

Excluded Sources คือ การกำหนดให้ไม่ใช้ชั้นข้อมูลใดในการวิเคราะห์

Multiple Facilities Options คือการเลือกให้สร้าง Polygon ที่แสดงพื้นที่ให้บริการเป็นแบบแยกกัน (Separate polygons per facility) หรือเป็นแบบรวมกัน (Merge polygons by break) ระหว่างสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ

- Overlap Type คือ การเลือกให้ส่วนที่ทับซ้อนกันระหว่างแต่ละ Default Breaks นั้นมีลักษณะเป็นวงแหวน (Rings) หรือเป็นแบบจาน (Disks) ผลลัพธ์ที่ได้จากวิเคราะห์รูปแบบนี้จะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดคุณสมบัติต่าง ๆ ของการวิเคราะห์ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ดังแสดงในภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่การให้บริการ (Service Area) ที่มา : Tanawat (2005)

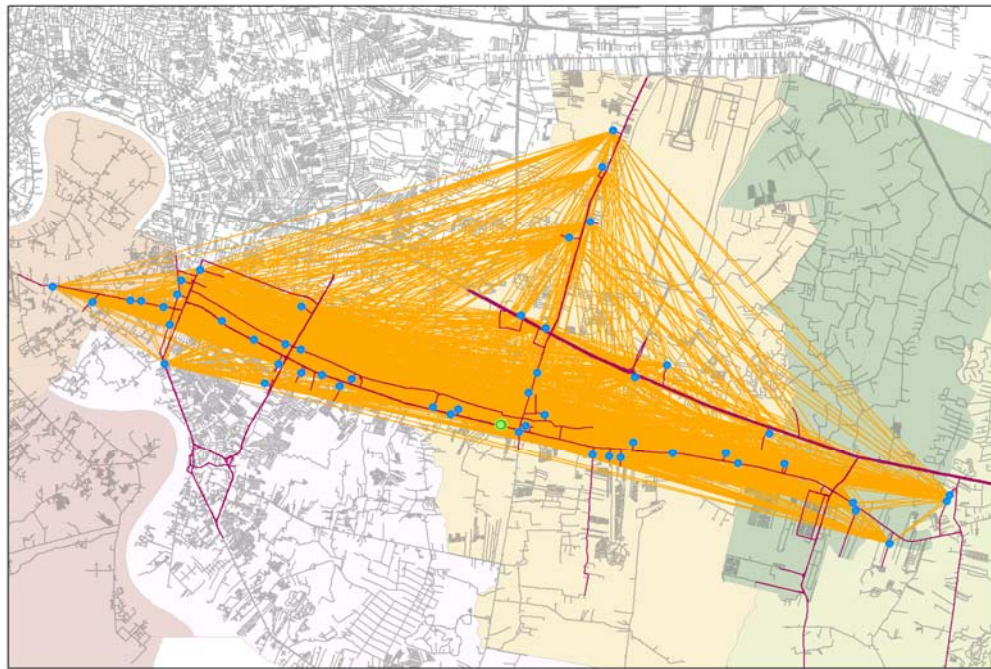
4) การหาเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางใด ๆ (Origin-Destination Cost Matrix)

เป็นการหาเมตริกซ์ที่แสดง Cost ในการเดินทางจากจุดเริ่มต้นหลาย ๆ จุดไปยังปลายทางใด รวมทั้งมีการจัดลำดับในการเดินทางไปยังปลายทางต่าง ๆ โดยในการวิเคราะห์นั้นสามารถกำหนดค่าต่าง ๆ ได้คล้ายกับการวิเคราะห์หาเส้นทางที่ดีที่สุด และการกำหนดคุณสมบัติอื่น ๆ ดังนี้

- Default Cutoff Value คือ การกำหนดขอบเขตในการสร้าง OD Cost Matrix ถ้าปลายทางมี Cost ที่วิเคราะห์มากกว่าค่าที่กำหนดไว้ จะไม่ถูกนำมาแสดงใน OD Cost Matrix

- Destinations To Find คือ การกำหนดจำนวนของปลายทางต่อจุดเริ่มต้นหนึ่งจุด ซึ่งจะแสดงจาก Cost ที่ต่ำที่สุด แล้วไล่ไปตามจำนวนของปลายทางที่กำหนดไว้ ยกตัวอย่างเช่น ถ้ากำหนดให้จำนวนของปลายทางต่อจุดเริ่มต้นเท่ากับ 3 OD-Cost Matrix จะแสดงเฉพาะปลายทางสามแห่งที่มี Cost ต่ำที่สุด รูปแบบของการแสดงผลเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางใด ๆ นั้นจะอยู่ในรูปของแนวเส้นตรงที่เชื่อมโยงระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางใด ๆ

หรือเรียกว่า OD-Path ดังแสดงในภาพที่ 2.13 และในส่วนของข้อมูลลักษณะประจำนั้นก็จะแสดงผลของระยะทางระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของทุก ๆ จุดตามที่กำหนด ดังแสดงในภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.13 การแสดงผลการหาเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางใด ๆ

FID	Shape *	ObjectID	Name	OriginID	Destinatio	Total_TIME	Total LENG
102	Polyline	103	หน้าจามเมตริกซ์ - งานสี	1	17	29.965658	27.02292
103	Polyline	104	หน้าจามเมตริกซ์ - SUB AGENT (สาขา) 1	1	35	30.200549	27.25781
104	Polyline	105	หน้าจามเมตริกซ์ - น. โสภิต วัฒนวิภาส ชน.	1	12	30.510125	27.5673
105	Polyline	106	หน้าจามเมตริกซ์ - บริษัท ไทยประกันภัย ชน.	1	10	30.948651	27.77856
106	Polyline	107	หน้าจามเมตริกซ์ - โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศ	1	14	33.281869	30.33913
107	Polyline	108	หน้าจามเมตริกซ์ - ชน. โสภิต วัฒนวิภาส	1	15	38.683243	34.46142
108	Polyline	109	บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด - บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด	2	2	0	
109	Polyline	110	บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด - บริษัท สหประชา จำกัด	2	60	.768694	.76869
110	Polyline	111	บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด - บริษัท สหประชา จำกัด (กรณีพิเศษ)	2	30	1.417164	1.34865
111	Polyline	112	บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด - บริษัท สหประชา จำกัด	2	52	1.433061	1.43037
112	Polyline	113	บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด - บริษัท สหประชา จำกัด	2	90	1.523281	1.52328
113	Polyline	114	บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด - SUB AGENT (สาขา) 2	2	37	1.524431	1.52443
114	Polyline	115	บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด - บริษัท สหประชา จำกัด	2	83	1.566592	1.56659
115	Polyline	116	บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด - บริษัท สหประชา จำกัด	2	75	1.658443	1.58822
116	Polyline	117	บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด - บริษัท สหประชา จำกัด	2	100	2.491418	2.26516
117	Polyline	118	บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด - บริษัท สหประชา จำกัด (สาขา)	2	78	3.78453	3.7845
118	Polyline	119	บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด - บริษัท สหประชา จำกัด (กรณีพิเศษ)	2	24	4.005708	4.04783
119	Polyline	120	บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด - บริษัท สหประชา จำกัด (กรณีพิเศษ)	2	13	4.371506	3.75890
120	Polyline	121	บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด - บริษัท สหประชา จำกัด	2	50	4.42936	4.4293
121	Polyline	122	บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด - บริษัท สหประชา จำกัด	2	21	4.649279	4.16369
122	Polyline	123	บริษัท ซี อี อีเอส (ประเทศไทย) จำกัด - บริษัท สหประชา จำกัด	2	66	4.667481	4.43935

ภาพที่ 2.14 การแสดงผลการหาเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางใด ๆ ในรูปแบบข้อมูลลักษณะประจำ



## 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับงาน-เส้นทางในการกระจายสินค้า มีดังนี้

### 2.3.1 งานวิจัยภายในประเทศ

Klibbua (1990) ได้ออกแบบเส้นทางเดินรถสำหรับขนส่งผลิตภัณฑ์ประเภท Short Life Product เช่น นม โยเกิร์ต ไอศกรีมนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการใช้ความร้อน จากคลังสินค้าที่จังหวัดเชียงใหม่ ไปสู่ลูกค้าที่อยู่จังหวัดใกล้เคียง วิธีการที่ใช้แก้ปัญหาเส้นทางเดินรถคือเทคนิคการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) วิธี Cluster First - Route Second และวิธี 2-opt Heuristic โดยทำการแบ่งกลุ่มลูกค้าออกเป็น 4 กลุ่ม สำหรับรถ 4 คันที่จะใช้ในการขนส่ง นอกจากนี้ได้วางแผนความต้องการสินค้าเฉลี่ยที่จะเกิดขึ้นในอีก 5 ปีข้างหน้าเพื่อวางแผนสร้างคลังสินค้าให้ตรงตามความต้องการต่อไป

สุธี ศรีเพ็ชรดำนนท์ (2536) ศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เพื่อกระจายไปสู่จุดส่งสินค้าจำนวนมากโดยใช้รถขนส่งสินค้ามากกว่าหนึ่งคัน จากนั้นได้พัฒนาแบบจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้วิธีการ Clarke-Wright Heuristic เพื่อหาคำตอบ ขั้นตอนการดำเนินการมีดังนี้ 1) กำหนดเวลาที่สามารถประหยัดได้ (Saving) จากการเพิ่มลูกค้าในเส้นทาง 2) จัดเรียงค่า Saving จากมากไปน้อย ซึ่งทางเลือกที่ให้ค่า Saving มากที่สุดจะเป็นทางเลือกที่สามารถประหยัดเวลาได้มากที่สุด 3) จัดลูกค้าในเส้นทางจนขนส่งสินค้าได้ครบ โดยมีเงื่อนไขว่า การเดินทางแต่ละเที่ยวจะต้องมีสินค้าไม่เกินขนาดบรรทุกของรถขนส่งสินค้า

หลังจากใช้แบบจำลองเหตุการณ์เป็นเครื่องมือทดสอบ พบว่าการจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีจากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นใช้รถขนส่งน้อยกว่าเดิม บรรทุกสินค้าต่อเที่ยวได้มากกว่าเดิม ค่าขนส่งเฉลี่ยต่อหน่วยลดลง ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดีกว่า เนื่องจากลูกค้าได้รับสินค้าตรงตามเวลาในคำสั่งซื้อมากขึ้น แต่เวลาขนส่งสินค้าต่อเที่ยวและเวลาเฉลี่ยของการขนส่งสินค้าต่อหน่วยเพิ่มขึ้นเนื่องจากต้องส่งสินค้าซึ่งมีระยะทางต่อเที่ยวยาวขึ้น

สรารุช คีสมบุญ (2539) ได้ทำการออกแบบจำลองระบบการขนส่งสินค้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับระบบการขนส่งให้เป็นไปอย่างมีมาตรฐานมากขึ้น และเพื่อช่วยลดเวลาการทำงานและความผิดพลาดที่เกิดจากพนักงานจัดเส้นทางเดินรถที่มีการคำนวณในการขยายตัวของจำนวนลูกค้า และการเพิ่มการส่งสินค้าที่มีจำนวนมากขึ้น แนวคิดในการสร้างแบบจำลองนั้นคือ การกระจายสินค้าเริ่มต้นที่คลังสินค้ากลางเพียงแห่งเดียวแล้วกระจายไปสู่ร้านค้าจำนวนมาก และมีจำนวนรถที่ใช้มากกว่า 1 คันขึ้นไป โดยใช้เงื่อนไขของระบบคือ ปริมาณการขนส่งสินค้าต่อเที่ยวมากที่สุดและได้ระยะทางเดินทางที่สั้นที่สุด

ซึ่งได้ทำการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือช่วยงาน โดยใช้วิธีการ Shortest-Route Problem (Network Model) ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า ผลที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถช่วยในการจัดจำนวนสินค้าได้ปริมาณที่มากขึ้น ใช้ปริมาณรถบรรทุกสินค้าน้อยลง และยังสามารถช่วยลดเวลาในการวางแผนของพนักงานได้

อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล (2540) ได้เสนอวิธีการจัดการเส้นทางขนส่งขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่จังหวัดนนทบุรี โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) เนื่องจากสภาพปัญหาเป็นปัญหาที่มีขนาดใหญ่ มีจำนวนจุดเก็บเป็นจำนวนมากทำให้การใช้เทคนิคพื้นฐานโดยตรงวิธีเดียวมาแก้ปัญหาโดยตรงนั้นไม่สามารถทำได้ จึงต้องใช้หลักทฤษฎีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) หลายวิธีการมาใช้ร่วมกันในการแก้ปัญหาเส้นทาง ได้แก่ วิธีกวาด (Sweep Approach) วิธีการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (Branch and Bound Method) และการแก้ปัญหาเส้นทางแบบพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้ โดยการลดระยะทางที่ใช้ในการเดินทางลง ประกอบกับการให้บริการแก่ลูกค้าของการเก็บขยะได้ดีกว่าวิธีการเดิม

ชเนศ ทักษิณวราจาร (2543) ได้ทำการพัฒนาระบบการจัดการเส้นทางเดินรถด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อการกระจายสินค้าด้วยกลุ่มรถจากศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียวไปยังจุดส่งต่าง ๆ โดยใช้วิธีศึกษาสำนึก (Heuristics) ดำเนินการจัดเส้นทางเดินรถภายใต้ข้อจำกัดด้านความจุของรถและเขตการส่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ระยะทางในการขนส่งต่ำสุด

การพัฒนาระบบการจัดการเส้นทางได้แบ่งงานออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ 1) การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการกระจายสินค้า ณ ศูนย์กระจายสินค้าที่เลือกเป็นกรณีศึกษา 2) การพัฒนาวิธีการจัดการเส้นทางเดินรถเบื้องต้น และการปรับปรุงเส้นทางให้ดียิ่งขึ้น และ 3) การนำวิธีการจัดการเส้นทางเดินรถมาพัฒนาเป็นระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจที่ให้ผู้ใช้งานมีส่วนร่วมในการจัดการเส้นทาง วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบได้ถูกแบ่งเป็น 1) การทดสอบโดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาอื่นที่ผ่านมา และ 2) การทดสอบกับข้อมูลจริงที่ได้จากศูนย์กระจายสินค้าที่เป็นกรณีทดสอบ ผลการศึกษาพบว่าระบบการจัดการเส้นทางที่พัฒนาขึ้นในครั้งนั้นให้ผลลัพธ์ดีกว่าวิธีการที่ได้รับการพัฒนาโดยการศึกษาอื่นที่ผ่านมาเล็กน้อย แต่ให้ผลลัพธ์ในการจัดการเส้นทางดีกว่าการจัดการเส้นทางเดินรถด้วยพนักงาน

นัฐวุฒิ ฉัตรจรพันธ์ และบงกช มีเที่ยง (2544) สร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดการเส้นทางและเลือกประเภทรถในการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าของโรงงานตัวอย่างไปสู่บริษัทลูกค้าที่กระจายอยู่ตามพื้นที่ต่าง ๆ ภายในประเทศ โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) ด้วยการแบ่งพื้นที่ออกเป็นกลุ่ม (Cluster First – Route Second) แล้วทำการจัดการเส้นทางเดินรถโดยใช้วิธีเลือกจุดที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Approach) ผลการศึกษาพบว่า ระบบ

สนับสนุนการตัดสินใจที่สร้างขึ้นสามารถช่วยในการจัดเส้นทางและเลือกประเภทรถให้กับโรงงาน ตัวอย่างได้และทำให้ค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าลดต่ำลงโดยเฉลี่ย 6,035.5 บาทต่อวัน

เรือวัลย์ จำปาเงิน (2547) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนากระบวนการตัดสินใจเพื่อจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้าเพื่อการบริโภคสู่ร้านค้าปลีกในสถานบริการน้ำมันในจังหวัดนนทบุรี โดยในการศึกษานั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับวิเคราะห์กำหนดการในการขนส่งสินค้า เส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการขนส่งสินค้าตามกำหนดการ และการแสดงผลแผนที่เส้นทางเดินรถเชิงเลขเพื่อใช้ช่วยในการตัดสินใจ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) แบบจุดตั้งต้นจุดเดียว (Single-seed point) และการวิเคราะห์โครงข่ายของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยแบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ออกเป็นสองส่วนย่อย ส่วนแรกเป็นการวิเคราะห์กำหนดการในการขนส่งสินค้า ด้วยวิธีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) โดยคำนึงถึงจำนวนรถขนส่งที่มีอยู่อย่างจำกัด ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถขนส่ง ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อ และกรอบเวลาที่ลูกค้ากำหนดในการรับสินค้าเป็นสำคัญ ส่วนที่สองเป็นการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการขนส่งสินค้าตามกำหนดการโดยใช้การวิเคราะห์โครงข่ายของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่าจากการใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่พัฒนาขึ้นให้ค่าที่สอดคล้องกับสภาพการใช้งานจริงและสามารถใช้ในการจัดการขนส่งสินค้าได้ดีกว่าระบบการจัดการขนส่งสินค้าด้วยวิธีการดั้งเดิม

นันทวัฒน์ ช่วยชูหนู (2547) ศึกษาลักษณะการดำเนินงานด้านการขนส่งของมูลนิธิโครงการหลวง ในการศึกษาได้พัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการจัดการขนส่งผลผลิตประจำวันของมูลนิธิฯ โดยพัฒนาขึ้นจาก Microsoft Access97 ร่วมกับ Microsoft Visual Basic 6.0 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือหนึ่งสำหรับช่วยในการพัฒนาศักยภาพด้านการขนส่งของมูลนิธิฯ โดยใช้ชื่อโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นว่า โปรแกรมเพื่อการจัดการขนส่งผลผลิตประจำวัน (Daily Produce Transportation Management Computer Program: DAPTMAP) ในส่วนของกระบวนการคิดในด้านการวางแผนจัดเส้นทางรถขนส่งนั้น ได้ใช้วิธีเมตริกซ์การประหยัด (The Saving Matrix Method) ซึ่งมีกระบวนการในการคิด 5 ขั้นตอนคือ 1) การสร้างเครือข่ายขนส่ง ซึ่งได้แก่ข้อมูลสถานีแม่ข่าย สถานีลูกข่าย พาหนะที่ใช้ในเครือข่าย ปริมาณการขนส่งของแต่ละสถานี 2) การสร้างเมตริกซ์ระยะทาง โดยโปรแกรม DAPTMAP สามารถสร้างเมตริกซ์ระยะทางได้ 3) การสร้างเมตริกซ์การประหยัด 4) การจัดลูกค้าในเส้นทาง 5) จัดลำดับลูกค้าในเส้นทาง โดยการใช้วิธี Nearest Insert ซึ่งพิจารณาจากระยะทางที่อยู่ใกล้กันมากที่สุดเป็นเกณฑ์

ผลจากการดำเนินการตามโปรแกรมเพื่อวางแผนเส้นทางขนส่ง ด้วยนโยบายการขนส่งแบบวิ่งรอบแทนการขนส่งแบบตรง พบว่า สามารถลดระยะทางลงได้

วนิดา ร่มริน (2547) ศึกษาการดำเนินงานด้านการเก็บขนขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ จัดทำระบบฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์และกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่เหมาะสมและมีระยะการเดินทางสั้นที่สุด พร้อมทั้งศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการเก็บขนขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย โดยวิธีดำเนินการวิจัยเริ่มด้วย 1) การศึกษาการดำเนินงานด้านการเก็บขนขยะมูลฝอยและรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาออกแบบและจัดทำระบบฐานข้อมูล ระบบเก็บขนขยะมูลฝอย แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบเก็บขนขยะมูลฝอยแบบดั้งเดิมที่และระบบเก็บขนขยะมูลฝอยแบบดั่งคองที่ 2) ขั้นตอนการวิเคราะห์ โดยการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบให้รถแต่ละคัน การเก็บขนมูลฝอยในระบบดั่งคองที่จะพิจารณาความสมดุลของจำนวนเที่ยวของการเดินทางเก็บขนขยะมูลฝอยต่อสัปดาห์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ ซึ่งวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบค่าในตารางข้อมูลตามลักษณะ ส่วนการเก็บขนขยะมูลฝอยในระบบดั่งคองที่จะใช้ปริมาณขยะมูลฝอยต่อวันเป็นเกณฑ์ในการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้คำสั่ง ALLOCATE ใน Module ARCPLLOT ของโปรแกรม Arc/Info เมื่อแบ่งพื้นที่รับผิดชอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดเส้นทางเดินรถด้วยฟังก์ชัน Find Best Route ของโปรแกรม ArcView Network Analyst และแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบตาราง แผนที่ และรายงานเส้นทางรถเก็บขนขยะมูลฝอย

ผลการศึกษา การประมวลผลในระบบเก็บขนขยะมูลฝอยแบบดั่งคองที่ ด้วยการวิเคราะห์แบบตารางทำให้ทราบว่ารถแต่ละคันมีระยะทางการเก็บขนขยะใกล้เคียงกันมาก คือ 615.1 และ 617.6 กิโลเมตรหรือ 33 เที่ยวต่อสัปดาห์ และในการออกแบบเส้นทางของรถขนขยะทั้งสองประเภท ทำการประมวลผลด้วยโปรแกรม ArcView Network Analyst ซึ่งทำให้ได้ระยะทางในการขนขยะสั้นกว่าเดิมคิดเป็นร้อยละ 13.7 ต่อสัปดาห์ ส่วนการเก็บขยะแบบดั่งคองที่จะใช้ปริมาณขยะมูลฝอยต่อวันเป็นเกณฑ์ในการแบ่งพื้นที่รับผิดชอบ ซึ่งทำการวิเคราะห์โดยใช้คำสั่ง ALLOCATE และกำหนดเส้นทางเก็บขยะด้วยโปรแกรม ArcView Network Analyst และได้ระยะทางเก็บขยะสั้นกว่าเดิมคิดเป็นร้อยละ 3.7 ต่อวัน

สุภารัตน์ สุ่มมาตย์ (2547) ได้พัฒนาวิธีการเพื่อใช้แก้ปัญหาการร่วมกันของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะและการบรรจุ ซึ่งได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะขึ้นมา 2 แบบจำลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเส้นทางขนส่งสินค้าที่มีระยะทางขนส่งสินค้ารวมสั้นที่สุด ในส่วนของการแก้ปัญหาการบรรจุ ได้ใช้วิธีเชิงฮิวริสติกส์ที่มีพื้นฐานมาจากวิธีกำหนดการเชิงพลวัตและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อคำนวณหารูปแบบการบรรจุ

สินค้าที่มีอรรถประโยชน์ของการใช้ปริมาตรสูงสุด จากนั้นจึงทำการประเมินประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอโดยใช้ข้อมูลจากกรณีศึกษา

### 2.3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

French (1982) ได้ให้นิยามและแนวคิดของวิธีศึกษาสำนึก (Heuristics) ว่าเป็นเทคนิควิธีที่ใช้ในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล และความสมเหตุสมผลในการค้นหาคำตอบ ซึ่งมีวิธีการคิดหลายวิธีการ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ กลุ่มสร้างทัวร์และกลุ่มปรับปรุงทัวร์ กลุ่มสร้างทัวร์นั้นเป็นกระบวนการสร้างทัวร์ทั้งหมดที่มีความเป็นไปได้จากจุดเริ่มต้นที่เป็นคลังสินค้าไปสู่จุดลูกค้า โดยการคำนึงถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและพยายามให้เกิดค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุด ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการสร้างทัวร์มีหลากหลายวิธีการ ดังนี้ 1) วิธี Saving Clark and Wright Saving 2) วิธี Nearest Neighbor Procedure 3) วิธี Nearest Insertion Procedure และ 4) วิธี Two-Phase Algorithm (Split + TSP) ซึ่งแบ่งย่อยเป็น 2 วิธีการคือ Cluster-First Route-Second Method และ Route-First Cluster-Second Method และในส่วนของกลุ่มปรับปรุงทัวร์นั้น เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องจากกระบวนการสร้างกลุ่มทัวร์ โดยจุดประสงค์หลักก็เพื่อใช้เป็นกระบวนการค้นหาทัวร์ที่ดีที่สุดจากทัวร์เริ่มต้นที่สร้างไว้ โดยใช้วิธี Branch Exchange Heuristics

French (1982) ได้ให้นิยามและแนวคิดของการจัดลำดับงานในการเดินรถ คือ การจัดสรรรถบรรทุกที่ใช้ขนส่งสินค้าให้ดำเนินการขนส่งสินค้าในช่วงเวลาที่จำกัดให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด โดยได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) Deterministic Scheduling เป็นการจัดลำดับงานในการเดินรถที่ทราบจำนวนงานจัดส่งและจำนวนรถที่แน่นอน และ 2) Stochastic Scheduling เป็นการจัดลำดับงานในการเดินรถที่ไม่ทราบจำนวนงานจัดส่งและจำนวนรถที่แน่นอน

Weigel and Cao (1999) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์กับเทคนิคการแก้ปัญหาเส้นทางแบบฮิวริสติกส์ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเส้นทางขนส่งและจัดตารางการขนส่งแบบ Home Delivery ให้กับบริษัท Sear and Roebuck โดยสร้างชุดขั้นตอนวิธี (Algorithms) ที่เหมาะกับปัญหาของบริษัทที่เกิดขึ้น อาทิ ขั้นตอนวิธี (Algorithm) วิเคราะห์ลำดับงานส่งสินค้า ขั้นตอนวิธีปรับปรุงเส้นทาง ข้อมูลที่นำมาใช้ในขั้นตอนวิธีจะเป็นข้อมูลที่ได้จากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ผลจากการใช้งานระบบสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 9 ล้านบาทในการใช้จ่ายด้านการขนส่งทั้งหมดต่อปีของบริษัท

Gloria, Adelaida, and Edwin (2001) ประยุกต์การทำงานร่วมกันระหว่างแบบจำลองการแก้ปัญหาเส้นทางกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางในการขนส่งสินค้าให้กับบริษัทขนส่งสินค้าขนาดเล็ก โดยใช้ภาษาโปรแกรม FORTRAN4.0 ในการสร้าง

แบบจำลองศึกษาสำนึก (Heuristics) วิหาค่าการประหยัดของคลากและไรต์ (Clark and Wright) ผนวกเข้ากับแบบจำลองการวิเคราะห์เส้นทาง (Network Analyst) ในโปรแกรม ArcView 3.2 และได้ทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้เทคนิคทั้งสองร่วมกันกับผลการจัดเส้นทางโดยใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งเพียงอย่างเดียว ผลที่ได้จากการใช้เทคนิคทั้งสองร่วมกันให้เส้นทางที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบวิธีการเดียว และแบบจำลองสามารถช่วยในการจัดการเส้นทางประจำวันให้กับบริษัทได้เป็นอย่างดี

Lin and Lin (2001) จำลองปัญหาการจัดการรถขนส่งเป็น Integer Programming ของหน่วยงานที่ให้บริการจัดส่งสินค้าภายในประเทศได้หวัน เพื่อหารูปแบบการจัดส่งซึ่งมีสมการวัตถุประสงค์เพื่อให้จำนวนพนักงานขับรถต่อสัปดาห์รวมน้อยที่สุด โดยมีสมการข้อจำกัดได้แก่ 1) รูปแบบการจัดส่งจะต้องขนส่งปริมาณสินค้าที่วางแผนทั้งหมดได้ 2) จำนวนชั่วโมงการทำงานรวมของแต่ละรูปแบบการขนส่งต้องไม่เกินเวลาทำงานรวมของพนักงานขับรถต่อวัน

ผลการทดสอบกับข้อมูลของหน่วยงานขนส่งในประเทศได้หวันพบว่า วิธีการจัดการขนส่งใหม่ช่วยเพิ่มอัตราการใช้ประโยชน์ด้านพนักงานขับรถมากถึงประมาณ 90% ของชั่วโมงที่ต้องจ่ายเงินจริง

Easwaran (2003) ได้ทำการศึกษาการกระจายสินค้าของเขตอุตสาหกรรมในเมือง Dallas รัฐ Texas เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการกระจายสินค้า โดยการออกแบบและพัฒนาระบบนั้น ได้นำข้อมูล ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถ ช่วงเวลาที่กำหนด และรายการจัดส่งสินค้าเร่งด่วน มาใช้ ในการพิจารณาด้วย ในการศึกษาได้พัฒนาระบบการกระจายสินค้าออกเป็น 2 ประเภท พัฒนาระบบเพื่อช่วยในการวางแผนงานการกระจายสินค้าในวันถัดไป และพัฒนาระบบเพื่อใช้ในการจัดการกับสินค้าที่ลูกค้าต้องการเร่งด่วน เนื่องจากสถานประกอบการแห่งนี้มีระบบการทำงานอยู่ 2 ลักษณะคือ 1) มีการรับรายการสั่งซื้อจากลูกค้าในช่วงเวลา 15.00-17.00 น. ซึ่งจะนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการวางแผนงานในวันถัดไป 2) รับจัดส่งสินค้าภายในวันนั้น ซึ่งในระบบนี้จะมีข้อจำกัดในเรื่องเวลาที่ใช้ในการวางแผนจัดเส้นทาง

วิธีการที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบ คือ การประยุกต์ใช้ GIS และ PCMLER STREETS3.0 เป็นตัวช่วยในการวิเคราะห์เส้นทาง ซึ่งใน PCMLER STREETS3.0 นี้จะเป็นโปรแกรมที่นำเอาอัลกอริทึมของวิธีวิริสติกส์มาใช้ในการหาคำตอบ ในส่วนการจัดการฐานข้อมูลได้ใช้ Microsoft Access 2000 รูปแบบฐานข้อมูลก็จะอ้างอิงตามความต้องการของสถานประกอบการ ซึ่งจุดเด่นของงานนี้ก็คือ ได้มีการเพิ่มในส่วนของการ Maintenance ข้อมูลและมีการเพิ่มเงื่อนไข (What-if Analysis tool) มาใช้ในการวิเคราะห์

ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า การออกแบบและพัฒนาระบบ GIS และ PCMLER STREETS3.0 นั้น สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้าได้มากกว่าเมื่อเทียบกับการใช้ระบบเดิมของสถานประกอบการ

## 2.4 แนวคิด วิธีการ และเป้าหมายการทำวิจัย

จากการทบทวนหลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่มีมาก่อนหน้านี้ การวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการกำหนดแนวคิดและเป้าหมายให้ชัดเจน ดังนี้

1) วิเคราะห์ระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางกระจายสินค้ารูปแบบเดิมอย่างละเอียด และพัฒนาระบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในด้านการลดการใช้เวลา จำนวนรถขนส่ง และการรายงานผล รวมถึงทำให้กระบวนการตัดสินใจวางแผนการขนส่งสินค้าเป็นไปอย่างเสถียร ไม่ขึ้นอยู่กับความสามารถส่วนบุคคลซึ่งแปรเปลี่ยนได้

2) สร้างอัลกอริทึมต่อยอดจากการจัดลำดับงานแบบ Single-seed ให้เป็นแบบ Multi-seed เพื่อหาการจัดลำดับงานขนส่งสินค้าที่ดีที่สุด โดยพิจารณาจากลำดับงานที่มีอัตราการกระจายสินค้าสูงสุดซึ่งเป็นการบัญชีขึ้นใหม่

3) ใช้ความรู้และเทคนิคด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการพัฒนาระบบอย่างเต็มประสิทธิภาพ ทั้งด้านการเก็บข้อมูล การจัดทำฐานข้อมูลลูกค้า ฐานข้อมูลโครงข่าย วิเคราะห์เวลาที่ใช้ในการขนส่งระหว่างคลังสินค้าและลูกค้าทุกจุด รวมถึงระหว่างลูกค้า-ลูกค้า วิเคราะห์เส้นทางที่ดีที่สุดสำหรับทุกเส้นทางจากคลังสินค้า-ลูกค้า และลูกค้า-ลูกค้า

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

ปัญหาการจัดส่งสินค้าที่ไม่สามารถจัดส่งสินค้าได้ครบถ้วนตามรายการสั่งซื้อและตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ จึงต้องมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาแนวทางแก้ไขการจัดลำดับงานและเส้นทางการจัดส่งสินค้า เพื่อให้สามารถที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทั้งหมด โดยรายละเอียดของวิธีการดำเนินงานวิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า มีวิธีการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 6 ส่วน ดังนี้

- 1) การสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 2) การออกแบบระบบเพื่อจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า
- 3) การพัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า
- 4) การทดสอบระบบ
- 5) การทดสอบระบบกับกรณีศึกษา
- 6) การทดสอบสมมติฐาน

#### 3.1 สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล

การสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้พัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า และการสำรวจการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา

##### 3.1.1 การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้พัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า

ในการพัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า จำเป็นต้องทำการรวบรวมข้อมูลหลายส่วนเพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ โดยข้อมูลหลักของการศึกษาค้นคว้านี้ได้แก่

- 1) ข้อมูลโครงข่ายถนนในเขตพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ
- 2) ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้าและคลังสินค้า
- 3) ข้อมูลรายการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละวันของลูกค้า



### 3.1.2 การสำรวจการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาถึงกระบวนการทำงานและขั้นตอนต่าง ๆ ในการกระจายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อให้ทราบถึงกระบวนการทำงานในการกระจายสินค้าและปัญหาที่พบในการทำงาน ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมได้จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบและพัฒนาระบบสามารถแก้ไขปัญหาให้กับบริษัทกรณีศึกษาได้อย่างตรงประเด็น

การสำรวจการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจ ดังนี้

- 1) ขั้นตอนในการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าในแต่ละวัน
- 2) ขั้นตอนในการจัดส่งสินค้าในแต่ละวัน
- 3) ปัญหาในการดำเนินงานของฝ่ายจัดส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา

## 3.2 การออกแบบระบบเพื่อการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับกระจายสินค้า

### 3.2.1 ฐานข้อมูลการวิจัย

#### 3.2.1.1 ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลจะได้รับการจัดเก็บในรูปแบบชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ และฐานข้อมูลลูกค้าและข้อมูลสั่งซื้อ โดยในการการออกแบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์และฐานข้อมูลเพื่อพัฒนาระบบ ได้กำหนดกรอบการออกแบบเชิงแนวคิดและเชิงตรรกะ ตามรูปแบบของ ESCAP (1996) และ สัญญา สราภิรมย์ (2552) ดังนี้

#### 1) การออกแบบเชิงแนวคิด

- ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ภายในเขตพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการและเชื่อมต่อกับข้อมูลลักษณะประจำได้อย่างสมบูรณ์

- ผู้ใช้งานหลักเป็นพนักงานที่เกี่ยวข้องในการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าและการกระจายสินค้า

- ข้อมูลเชิงพื้นที่ของฐานข้อมูลที่ได้ควรอยู่ในระดับที่มีรายละเอียดดีพอสำหรับมาตราส่วน 1:4,000 ส่วนข้อมูลลักษณะประจำมีรายละเอียดดีที่สุดจากข้อมูลที่รวบรวมได้และจากภาคสนาม

- องค์ประกอบของข้อมูลเชิงพื้นที่แต่ละชั้นข้อมูลกำหนดให้มีองค์ประกอบเชิงพื้นที่ที่แยกออกจากกันอย่างชัดเจน เป็นข้อมูลจุด 2 ชั้นข้อมูลคือ ตำแหน่งคลังสินค้าและลูกค้า ข้อมูลเส้น 1 ชั้นข้อมูลคือ โกรงข่ายถนนครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการและจังหวัดใกล้เคียง

- ชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีองค์ประกอบเป็นเส้นและจุด ได้จัดทำจากข้อมูลเดิมและภาคสนามโดยข้อมูลจุดนั้นได้จากภาคสนามส่วนข้อมูลเส้นได้ทำการปรับปรุงให้เป็นข้อมูลปัจจุบัน

โดยอ้างอิงจากแนวโครงข่ายเส้นทางของโปรแกรม MapMagic กรุงเทพฯ และ 7 จังหวัดข้างเคียง ปี พ.ศ.2552

## 2) การออกแบบเชิงตรรกะ

ฐานข้อมูลได้รับการออกแบบเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์โดยออกแบบให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างองค์ประกอบของข้อมูลเชิงพื้นที่และระเบียบในตารางข้อมูลจริง ซึ่งจะเชื่อมต่อไปยังระเบียบในตารางค้นหาอีกต่อหนึ่ง และมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันตามทีออกแบบไว้ โดยใช้ค่าในสคematikที่เป็นกุญแจหลักและกุญแจนอกเป็นค่ากำกับการเชื่อม ซึ่งใช้ค่า IDs ขององค์ประกอบข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลลักษณะประจำ และข้อมูลการพัฒนาระบบ

### 3.2.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาฐานข้อมูล

- เครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ควรเป็นโปรแกรมที่สามารถจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบข้อมูลจุด (Point) เช่น ข้อมูลตำแหน่งคลังสินค้า ตำแหน่งลูกค้า และจัดเก็บในรูปแบบข้อมูลเส้น (Line) เช่น ข้อมูลโครงข่ายถนน

- เครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการพัฒนาระบบ ควรเป็นโปรแกรมการจัดการฐานข้อมูลที่มีระบบการจัดเก็บข้อมูลที่มีการบันทึกเป็นประจำ หรือเป็นข้อมูลที่แสดงการเคลื่อนไหวของระบบงาน เช่น รายการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละวันและช่วงเวลารับสินค้าของลูกค้า และจัดเก็บข้อมูลคงที่ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงน้อยและทำหน้าที่เป็นข้อมูลสำหรับการอ้างอิง เช่น รหัสลูกค้า รายชื่อลูกค้าที่อยู่ของลูกค้า เป็นต้น

## 3.2.2 การจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า

### 3.2.2.1 กระบวนการจัดลำดับงาน

ในกระบวนการพัฒนาจะต้องได้รับการออกแบบให้คำนึงถึงลำดับงานจัดส่งสินค้าที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยการพิจารณาเงื่อนไขและข้อกำหนดต่าง ๆ ของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งสิ่งที่เป็นเงื่อนไขและข้อกำหนดในการพิจารณาการจัดลำดับงานในการจัดส่งสินค้า มีดังนี้

- เวลาในการรับสินค้า ณ ตำแหน่งที่ตั้งลูกค้า
- เวลาในการขนถ่ายสินค้า
- ความสามารถในการบรรทุกของรถบรรทุกสินค้า

โดยมีกระบวนการพิจารณาเรียงตามความสำคัญ คือ (1)ช่วงเวลาในการกำหนดรับสินค้าของลูกค้า (2) ระยะทางระหว่างลูกค้า-ลูกค้า และคลังสินค้า-ลูกค้า (3) เวลาในการขนถ่ายสินค้า และ (4) ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าสั่ง

### 3.2.2.2 การวิเคราะห์โครงข่าย

ในการดำเนินการวิเคราะห์โครงข่ายจะมี 2 รูปแบบ โดยรูปแบบแรกคือ ใช้ในการวิเคราะห์หาข้อมูลเบื้องต้น อันได้แก่ ข้อมูลระยะเวลาที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดลูกค้าด้วยกัน และระหว่างจุดลูกค้าทั้งหมดกับจุดคลังสินค้า ส่วนรูปแบบที่สองคือ ใช้วิเคราะห์เพื่อกำหนดเส้นทางในการเดินทางเพื่อกระจายสินค้า ซึ่งเป็นเส้นทางที่มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยข้อมูลโครงข่ายที่นำมาทำการวิเคราะห์จะต้องมีข้อมูลที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง เช่น ข้อมูลทิศทางการจราจร ข้อมูลความเร็วเฉลี่ย ข้อมูลระยะทางของถนน เป็นต้น

### 3.2.3 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน

เป็นส่วนที่สำคัญของระบบเนื่องจากเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานจำเป็นต้องใส่ข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ เพื่อให้ระบบได้ทำการประมวลผลตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งานของระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้านั้น ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

#### 3.2.3.1 ส่วนหน้าหลักของโปรแกรม

ส่วนหน้าหลักของโปรแกรมจะประกอบด้วยส่วนข้อมูลลูกค้า และส่วนของการสั่งซื้อสินค้า ซึ่งจะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าไปทำการปรับปรุงข้อมูลต่าง ๆ ได้

3.2.3.2 ส่วนของการนำเข้าข้อมูลผู้ใช้งานสามารถนำเข้าข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละส่วนได้ดังนี้

- ส่วนของข้อมูลลูกค้า ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนของการเพิ่มข้อมูลลูกค้า และส่วนของการปรับแก้ข้อมูลลูกค้า

- ส่วนของการสั่งซื้อสินค้า เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานต้องกรอกรายละเอียดของการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าแต่ละราย อาทิ ชื่อลูกค้าหรือรหัสลูกค้า วัน/เดือน/ปี ปริมาณสินค้า ช่วงเวลาในการรับสินค้า เป็นต้น

- ส่วนของการวิเคราะห์ลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้า เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานต้องกรอกรายละเอียดของเงื่อนไขและข้อกำหนดต่าง ๆ ในการจัดลำดับงาน ได้แก่ เวลารวมทั้งหมดที่ใช้ในการกระจายสินค้าในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ความสามารถสูงสุดในการบรรทุกสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคัน เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ใช้ในการวิเคราะห์หาจำนวนของรถบรรทุกสินค้าและลำดับงานในการจัดส่งสินค้าไปยังจุดลูกค้าต่าง ๆ

### 3.2.3.3 ส่วนของการแสดงผล

เป็นส่วนที่จะนำเสนอผลลัพธ์สุดท้ายของระบบที่พัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบด้วยแผนที่แสดงเส้นทางที่เหมาะสมในการขนส่ง และลำดับงานในการจัดส่งสินค้าของแต่ละจุดลูกค้า พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดข้อมูลทิศทางการเดินทาง เวลาในการเดินทาง ปริมาณสินค้าที่จัดส่งให้กับลูกค้าแต่ละราย ซึ่งผู้ใช้งานสามารถสั่งพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้

## 3.3 การพัฒนาระบบเพื่อการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับกระจายสินค้า

### 3.3.1 ฐานข้อมูลการวิจัย

#### 3.3.1.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่จากข้อมูลภาคสนามและจากโปรแกรม MapMagic

ข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งได้จากข้อมูลภาคสนามและโปรแกรม MapMagic ของกรุงเทพฯ และ 7 จังหวัดข้างเคียง ปี พ.ศ.2552 รวมถึงข้อมูลลักษณะประจำจากข้อมูลเดิมในรูปแบบต่าง ๆ และที่ได้จากภาคสนาม จะได้รับการนำเข้าและตรวจสอบแก้ไขให้เป็นไปตามพจนานุกรมข้อมูลที่ได้ ออกแบบไว้โดยมีขั้นตอนการจัดทำ ดังนี้

1) จัดทำชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ให้อยู่ในรูปแบบของ Shapefile ได้แก่ ชั้นข้อมูลโครงข่ายถนน ชั้นข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้า ชั้นข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของคลังสินค้า เพราะมีรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจสำหรับใช้งานและยังสะดวกต่อการทำงานเพื่อเชื่อมต่อกับโปรแกรมอื่น

2) จัดทำตารางข้อมูลลักษณะประจำทั้งที่เป็นข้อมูลสำหรับการเชื่อมต่อข้อมูลองค์ประกอบเชิงพื้นที่และข้อมูลในตารางค้นหา ซึ่งตารางข้อมูลทั้งสองแบบนี้จัดทำในรูปแบบของฐานข้อมูล Microsoft Office Access ที่สามารถนำข้อมูลออกมาใช้ในรูปแบบของตาราง .dbf ได้ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามพจนานุกรมข้อมูลที่ออกแบบไว้แล้วทั้งจำนวนตารางขนาดและจำนวนสัณฐานในแต่ละตารางประเภทข้อมูลที่จัดเก็บและความสอดคล้องของคุณสมบัติข้อมูลเพื่อความสามารถในการเชื่อมต่อ

3) ทำการเชื่อมต่อข้อมูลทั้งหมดให้เข้ามาอยู่ในตาราง .dbf ของ shapefile เพื่อให้สะดวกต่อการเผยแพร่หรือกระจายสู่ผู้ใช้ที่ไม่จำเป็นต้องทราบเทคนิคการใช้ซอฟต์แวร์มากมายนัก

#### 3.3.1.2 เครื่องมือที่ใช้

1) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลภูมิศาสตร์สารสนเทศ ได้นำโปรแกรม ArcGIS9.3 เพื่อทำการพัฒนาฐานข้อมูล เนื่องจากเป็น โปรแกรมที่มีความสามารถในการจัดทำฐานข้อมูลในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ และสามารถทำการวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อหาข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาระบบ และวิเคราะห์เพื่อกำหนดเส้นทางในการเดินทางที่มีความเหมาะสมมากที่สุดได้

อีกทั้งยังสามารถพัฒนาให้ทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่นได้ ซึ่งถือว่าสอดคล้องกับการนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า

2) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการพัฒนาระบบ ได้นำโปรแกรม Microsoft Office Access เพื่อทำการพัฒนาฐานข้อมูล เนื่องจากเป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่ออกแบบในลักษณะ Relational Database ซึ่งคำนึงถึงคุณสมบัติของตาราง (Table) ในการนำไปใช้งาน ซึ่งช่วยให้สามารถเก็บข้อมูล และเรียกงานมาใช้ได้สะดวก โดยมีคุณสมบัติในการจัดเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

- ตารางเก็บข้อมูลหมายถึง ข้อมูลต่าง ๆ ที่มีการบันทึกเป็นประจำและเป็นข้อมูลที่แสดงการเคลื่อนไหวของระบบงาน

- ตารางเก็บข้อมูลคงที่หมายถึง ข้อมูลที่ใช้การประกอบในการวิเคราะห์ มีการเปลี่ยนแปลงน้อยและทำหน้าที่เป็นข้อมูลหลักสำหรับการอ้างอิง

จะเห็นได้ว่าโปรแกรม Microsoft Office Access มีความสอดคล้องในการนำไปใช้เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลในการพัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.2.1

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ได้นำโปรแกรม VisualBasic6 มาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมและการประมวลผล โดยการนำข้อมูลจากฐานข้อมูลมาประมวลผลจากกระบวนการที่ได้พัฒนาไว้ และนำเสนอในรูปแบบของข้อความและรูปแบบของแผนที่ โดยอาศัยความสามารถของ ArcObject เพื่อทำการแสดงผลในรูปแบบของแผนที่ได้

### 3.3.2 ระบบลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า

#### 3.3.2.1 ขั้นตอนหลักของการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบนอกจากจะนำเงื่อนไขและข้อจำกัดต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงข่ายถนนที่ต้องทำการจัดส่งสินค้าแล้ว ยังได้นำเงื่อนไขและข้อจำกัดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดส่งสินค้า อาทิ เช่น ช่วงเวลาในการรับสินค้า ความสามารถในการบรรทุกสินค้า และเวลาเฉลี่ยในการลำเลียงสินค้า มาใช้ร่วมในการวิเคราะห์ด้วย เพื่อที่จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับสภาพการทำงานจริงให้มากที่สุด โดยมีขั้นตอนหลักประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

1) การวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อหาข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการจัดลำดับงาน-เส้นทาง

วัตถุประสงค์หลักในการนำกระบวนการวิเคราะห์โครงข่ายมาใช้ในขั้นตอนของระบบในส่วนแรกคือ ใช้ในการวิเคราะห์หาข้อมูลเบื้องต้น อันได้แก่ ข้อมูลระยะเวลาที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดลูกค้าด้วยกัน และระหว่างจุดลูกค้าทั้งหมดกับจุดคลังสินค้าซึ่งข้อมูลนี้จะถูก

นำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนากระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดลำดับงาน โดยวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-Seed Points เพื่อทำการจัดกลุ่มลูกค้าและลำดับงานในการกระจายสินค้า

กระบวนการวิเคราะห์โครงข่ายที่นำมาใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ในขั้นแรกนี้ได้นำกระบวนการหาเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางใด ๆ (Origin-Destination Cost Matrix) โดยในการศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าวหาค่าเมตริกซ์ของค่าเวลาที่เกิดขึ้นระหว่างจุดลูกค้า-จุดลูกค้า และจุดคลังสินค้า-จุดลูกค้า

## 2) การพัฒนากระบวนการจัดลำดับงานโดยวิธีฮิวริสติกส์แบบ multi-seed points

หลักการที่นำมาใช้ในการพัฒนากระบวนการการจัดลำดับงานโดยวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points นี้ได้นำหลักของวิธีการ Cluster First-Route Second มาประยุกต์ใช้ โดยในส่วนของการพัฒนากระบวนการจัดลำดับงานจะเป็นขั้นตอนของ Cluster First หรือกระบวนการสร้างกลุ่มของลำดับงานในการจัดส่งสินค้าเสียก่อน ส่วนในขั้นตอนของ Route Second จะประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อทำการสร้างเส้นทางในการจัดส่งสินค้า

ขั้นตอนกระบวนการคิดของส่วน Cluster First นั้น เป็นการแบ่งกลุ่มลูกค้าที่มีการจัดลำดับงานส่งสินค้าโดยพิจารณาจากเงื่อนไขต่าง ๆ ได้แก่ เวลาในการรับสินค้าตำแหน่งที่ตั้งลูกค้า เวลาในการขนถ่ายสินค้า และความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่งสินค้าเป็นสำคัญ ซึ่งกระบวนการคิดนั้นจะพิจารณาเรียงตามความสำคัญ คือ (1) ช่วงเวลาในการกำหนดรับสินค้าของลูกค้า (2) ระยะทาง (3) เวลาในการขนถ่ายสินค้า และ (4) ปริมาณการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้า

การสร้างกลุ่มลูกค้าให้กับรถบรรทุกสินค้าแต่ละคันใช้หลักการในการพิจารณาเลือกจุดตั้งต้นเพื่อใช้ในการสร้างกลุ่มลูกค้า โดยการพิจารณาจากเวลาในการรับสินค้าของลูกค้าเป็นเกณฑ์ว่าอยู่ในช่วงเวลาใด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะกำหนดให้จุดลูกค้าทุกจุดที่รับสินค้าในช่วงเช้ามีโอกาสเท่ากันที่จะเป็นจุดตั้งต้นในการสร้างกลุ่มลูกค้าหรือกล่าวได้อีกอย่างว่าเป็นการพิจารณาสร้างกลุ่มลูกค้าแบบ Multi-Seed Points แต่ถ้าหากใช้จุดลูกค้าเพียงจุดเดียวเป็นจุดตั้งต้นในการสร้างกลุ่มลูกค้าเรียกว่า Single-Seed Point

ในกระบวนการสร้างกลุ่มลูกค้าโดยใช้จุดลูกค้าที่มีความต้องการสินค้าในช่วงเช้าทั้งหมดมีโอกาสเท่ากันที่จะเป็นจุดตั้งต้นในการสร้างกลุ่มลูกค้าให้กับรถบรรทุกแต่ละคันนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้จุดตั้งต้นที่แตกต่างกัน ทำให้ทราบถึงจำนวนของรถบรรทุกที่ต้องใช้ในการกระจายสินค้า ความหลากหลายของกลุ่มลูกค้า โดยที่แต่ละกลุ่มลูกค้าจะมีค่าความจุของสินค้า (L) และเวลาที่ใช้ในการกระจายสินค้า (T) ที่แตกต่างกันไป ดังนั้น จึงได้นำค่าความจุของสินค้า (L) เวลาที่ใช้ในการกระจายสินค้า (T) และจำนวนรถบรรทุก (N) มาใช้เป็นตัวแปรหลักที่จะใช้ในการพิจารณาเลือกว่ากลุ่มลูกค้าที่เกิดจากจุดตั้งต้นใดเป็นกลุ่มลูกค้าที่เหมาะสมที่สุดในการกระจายสินค้า

การเปรียบเทียบเพื่อดูว่ากลุ่มลูกค้าใดที่มีความเหมาะสมในการกระจายสินค้านั้น ในขั้นแรกจะหาอัตราการกระจายสินค้า โดยหาได้จากอัตราส่วนระหว่างค่าความจุของสินค้า (L) และเวลาที่ใช้ในการกระจายสินค้า (T) โดยสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 3.1

$$V_{ij} = \frac{L_{ij}}{T_{ij}} \quad (3.1)$$

เมื่อ  $V_{ij}$  คือ อัตราการกระจายสินค้าของจุดลูกค้าที่  $i$  รอบรถทุกสินค้าคันที่  $j$   
 $L_{ij}$  คือ ผลรวมน้ำหนักบรรทุกของจุดลูกค้าที่  $i$  รอบรถทุกสินค้าคันที่  $j$   
 $T_{ij}$  คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้ของจุดลูกค้าที่  $i$  รอบรถทุกสินค้าคันที่  $j$

เมื่อได้อัตราการกระจายสินค้าของลูกค้าครบทุกจุดลูกค้าแล้ว ขั้นตอนต่อไปหาค่าผลรวมอัตราการกระจายสินค้าของจุดลูกค้าที่  $i$  รอบรถทุกสินค้าคันที่  $j$  ทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ทราบถึงอัตราการกระจายสินค้าของกลุ่มลูกค้าที่เกิดจากจุดตั้งต้น  $k$  ดังแสดงในสมการที่ 3.2

$$V_{k(total)} = \sum V_{ij} \quad (3.2)$$

เมื่อ  $V_{k(total)}$  คือ ผลรวมอัตราการกระจายสินค้าของกลุ่มลูกค้าที่เกิดจากจุดตั้งต้น  $k$   
 $V_{ij}$  คือ อัตราการกระจายสินค้าของจุดลูกค้าที่  $i$  รอบรถทุกสินค้าคันที่  $j$  ในกลุ่มลูกค้าจุดตั้งต้น  $k$

เนื่องจากว่าในการสร้างกลุ่มลูกค้าโดยใช้จุดตั้งต้นที่แตกต่างกันนั้นอาจทำให้ได้ผลลัพธ์ของจำนวนรอบรถทุกที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องนำจำนวนของรอบรถทุกสินค้ามาใช้ร่วมในการพิจารณา เพื่อหาค่าเฉลี่ยของอัตราการกระจายสินค้าของกลุ่มลูกค้า ซึ่งกลุ่มลูกค้าใดที่มีค่าเฉลี่ยของอัตราการกระจายสินค้า ( $W_k$ ) ที่มากที่สุด จะถือว่าเป็นกลุ่มลูกค้าที่มีความเหมาะสมที่สุดในการกระจายสินค้า โดยขั้นตอนสุดท้ายจะทำการพิจารณาจากอัตราส่วนระหว่างผลรวมอัตราการกระจายสินค้าของกลุ่มลูกค้าที่เกิดจากจุดตั้งต้น  $k$  ( $V_{k(total)}$ ) และจำนวนรอบรถทุก (N) สามารถแสดงได้ดังสมการที่ 3.3

$$W_k = \frac{V_{k(total)}}{N_k} \quad (3.3)$$

- เมื่อ  $W_k$  คือ ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าของจุดตั้งต้น  $k$   
 $V_{k(total)}$  คือ ผลรวมอัตราการกระจายสินค้าของกลุ่มลูกค้าที่เกิดจากจุดตั้งต้น  $k$   
 $N_k$  คือ จำนวนรถบรรทุกสินค้าทั้งหมดที่ใช้ในกลุ่มลูกค้าของจุดตั้งต้น  $k$

การสร้างกลุ่มลูกค้าในการกระจายสินค้าของรถบรรทุกสินค้าแต่ละคัน จุดลูกค้าอื่น ๆ ที่จะถูกนำมาแทรกเพิ่มเติมจากจุดตั้งต้นนั้นจะพิจารณาจากความใกล้และปริมาณสินค้าที่สั่งซื้อเมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกินความจุรถบรรทุกสินค้ากรณีมีปริมาณการสั่งสินค้าเกินความจุของรถบรรทุกสินค้าให้ทำการแยกจุดส่งสินค้าจากรถบรรทุกสินค้าคันเดิมเพื่อเพิ่มให้กับรถบรรทุกสินค้าคันถัดไป

ในการพิจารณาเลือกจุดใดจุดหนึ่งเข้าในกลุ่มลูกค้านอกจากจะคำนึงถึงความใกล้และปริมาณสินค้าแล้วจะคำนึงถึงเวลาในการขนถ่ายสินค้าในแต่ละจุดร่วมด้วยเสมอกล่าวคือจะทำการรวมเวลาในการเดินทางของแต่ละจุดเข้ากับเวลาที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้าทุกครั้งทั้งนี้เพื่อให้ใกล้เคียงกับสภาพการทำงานที่แท้จริงในการขนส่งสินค้ามากที่สุด

กรณีมีช่วงเวลาในการเดินทางรวมกับเวลาในการขนถ่ายสินค้าเกินกว่าช่วงเวลาที่กำหนดขนส่งในแต่ละช่วงจุดลูกค้าที่เกิดกรณีเช่นนี้จะถูกตัดออกให้ขนส่งสินค้าโดยรถบรรทุกสินค้าคันถัดไปแต่ถ้ากรณีที่รถบรรทุกสินค้ายังไม่เต็มคันสามารถทำงานในช่วงเวลาอื่นมาทำการขนส่งร่วมกันได้

การวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อสร้างเส้นทางการกระจายสินค้าเป็นขั้นตอนของการกำหนดเส้นทางการกระจายสินค้าให้กับรถบรรทุกสินค้าแต่ละคันหรือเรียกว่าขั้นตอน route second ของกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดลำดับงานโดยวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points โดยในการกำหนดเส้นทางการกระจายสินค้านั้นจะใช้ผลลัพธ์ของกลุ่มลำดับงานที่ได้จากหัวข้อการพัฒนากระบวนการจัดลำดับงานโดยวิธีฮิวริสติกส์แบบ multi-seed points เป็นตัวกำหนดลำดับงานในการกระจายสินค้าของรถบรรทุก ซึ่งได้นำวิธีการวิเคราะห์หาเส้นทางที่ดีที่สุด (Find best travel routes) อันเป็นหนึ่งในกระบวนการวิเคราะห์โครงข่ายมาประยุกต์ใช้ เนื่องจากสามารถค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือใช้เวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุด และยังสามารถวิเคราะห์หาเส้นทาง ตามการระบุตำแหน่งจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางหลาย ๆ ตำแหน่งได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์หาเส้นทางที่ดีที่สุดนั้นมีความสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ เนื่องจากผลลัพธ์ที่ต้องการในขั้นตอนสุดท้ายของ



การพัฒนาระบบก็คือ ชุดของลำดับเส้นทางที่ดีที่สุดสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคัน โดยมีจุดเริ่มต้นที่คลังสินค้าและมีจุดปลายทางเป็นจุดลูกค้า ณ ตำแหน่งต่าง ๆ

### 3.3.3 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานต้องทำการนำเข้าข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ ก่อนที่จะสั่งให้ระบบได้ทำการประมวลผลตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยในการพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาส่วนต่าง ๆ โดยใช้โปรแกรม VisualBasic6 เพื่อให้เกิดความง่ายต่อการใช้งานกับผู้ใช้ และโปรแกรม VisualBasic6 ยังสามารถเชื่อมต่อการทำงานร่วมกับโปรแกรม Microsoft Office Access และ ArcObject ได้

## 3.4 การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบเป็นการทดสอบการทำงานในทุกขั้นตอนของระบบที่ได้ออกแบบและพัฒนาไว้ทำให้สามารถทราบถึงข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานของระบบและสามารถปรับแก้ข้อผิดพลาดต่าง ๆ ได้ก่อนที่จะมีการนำระบบไปใช้งานจริง

การดำเนินการในการทดสอบการใช้งานของระบบจะใช้ข้อมูลเดิมของบริษัทกรณีศึกษาเป็นข้อมูลทดสอบและนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลการจัดส่งสินค้าในรูปแบบเดิมที่บริษัทกรณีศึกษาได้จัดเก็บข้อมูลไว้เพื่อดูแนวโน้มของผลลัพธ์ว่าได้ค่าที่ใกล้เคียงหรือแตกต่างกับการทำงานรูปแบบเดิมอย่างไรโดยขั้นตอนของการดำเนินการเพื่อทำการทดสอบการทำงานของระบบจะแยกเป็น 4 ส่วนได้แก่ ส่วนการนำเข้าข้อมูลส่วน จัดเก็บข้อมูล ส่วนประมวลผลข้อมูลและส่วนการแสดงผล รายละเอียดของการทดสอบ ดังนี้

### 3.4.1 ส่วนนำเข้าข้อมูล

ส่วนนำเข้าข้อมูลจะนำเข้าผ่านทางส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่ได้ออกแบบไว้ทั้งในส่วน of ข้อมูลลูกค้าและส่วนของการสั่งซื้อสินค้าซึ่งข้อมูลทั้งสองส่วนจะต้องเป็นข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน โดยในการกรอกข้อมูลในหน้าการสั่งซื้อสินค้า ระบบจะสามารถดึงข้อมูลบางส่วนของลูกค้าที่ได้จัดเก็บไว้มาใช้ได้ โดยไม่จำเป็นต้องกรอกข้อมูลทุกครั้ง ได้แก่ ชื่อลูกค้า รหัสลูกค้า และเบอร์โทรศัพท์

### 3.4.2 ส่วนการจัดเก็บข้อมูล

การจัดเก็บข้อมูลในระบบจะแยกเป็น 2 ส่วนหลักคือ ข้อมูลลูกค้าและข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยรายละเอียดของส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลได้ถูกจัดเก็บอยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Office Access2007 โดยจะทำการเก็บข้อมูลในรูปแบบของตารางที่มีความสอดคล้องกับส่วนนำเข้าข้อมูลลูกค้า

การทดสอบการนำเข้าข้อมูลลูกค้า ทำโดยการตรวจสอบความถูกต้องเมื่อมีการป้อนข้อมูลลูกค้า ข้อมูลเหล่านี้จะต้องถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลที่ได้เตรียมไว้ และเมื่อมีการเรียกค้นข้อมูลลูกค้า ผลการทดสอบต้องสามารถแสดงผลข้อมูลออกมาได้อย่างถูกต้อง

2) ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลได้ถูกจัดเก็บอยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยใช้โปรแกรม ArcGIS 9.3 ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลตำแหน่งของลูกค้า ข้อมูลตำแหน่งคลังสินค้า และข้อมูลโครงข่ายถนน ซึ่งทำการทดสอบโดยการประมวลผลของระบบแล้วผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบ สามารถแสดงผลในรูปแบบของแผนที่สารสนเทศภูมิศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

### 3.4.3 ส่วนการประมวลผลข้อมูล

การทดสอบในส่วนประมวลผลข้อมูล จะเป็นการทดสอบในส่วนที่สำคัญที่สุดของระบบคือส่วนของ Multi-seed Heuristic Algorithm ซึ่งเป็นส่วน โปรแกรมที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น โดยจะทำการทดสอบความถูกต้องของ โปรแกรม โดยการทดสอบความถูกต้องของระบบที่พัฒนา เป็นการทดสอบความถูกต้องและการตรวจสอบความผิดพลาดของระบบ เพื่อให้สามารถทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งมีประเด็นที่ทำการตรวจสอบดังนี้

1) การใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน ในกระบวนการรับข้อมูลรายการสั่งซื้อ จะต้องเป็นชุดข้อมูลเดียวกันกับข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณในระบบ สามารถทดสอบได้โดยการเปรียบเทียบข้อมูลรายการสั่งซื้อที่อยู่ในฐานข้อมูลของโปรแกรม Microsoft Office Access2007 กับการส่งค่าข้อมูลรายการสั่งซื้อภายในโปรแกรม Visual Basic6

2) การทดสอบความถูกต้องของเส้นทางโดยการทดสอบได้ทำการเปรียบเทียบกับสภาพของเส้นทางจริง โดยมีหัวข้อในการทดสอบดังนี้

- การจัดทิศทางการเดินรถบนถนนแต่ละเส้น
- การห้ามเลี้ยว ห้ามเข้า ณ จุดต่าง ๆ
- การเชื่อมต่อของโครงข่ายถนนในฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์

3) การทดสอบความถูกต้องในการเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยพิจารณาจากเวลาในการเดินทางของถนนแต่ละเส้น โดยใช้ extension การวิเคราะห์โครงข่าย ใน ArcGis 9.3 เพื่อเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์เส้นทางระหว่างลูกค้า-ลูกค้า และระหว่างคลังสินค้า-ลูกค้า แล้วจึงนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับตาราง OD\_for\_Model ของจุดที่ทำการทดสอบ

4) การทดสอบความสามารถในการบรรทุกสินค้าโดยจะต้องไม่เกินความสามารถในการบรรทุกของรถที่ 400 แพคหรือ 3.6 ตัน โดยตรวจสอบได้จากการติดตามดูการส่งค่าของตัวแปรในโปรแกรม VisualBasic6

5) การทดสอบความถูกต้องของการแบ่งช่วงการกระจายสินค้าซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเช้า 08.00-12.00 น. และช่วงบ่าย 13.00-17.00 น. โดยสามารถตรวจสอบได้จากรายการสรุปการสั่งซื้อสินค้า

#### 3.4.4 ส่วนการแสดงผล

โปรแกรมที่พัฒนาสามารถแสดงผลได้เป็น 2 รูปแบบคือ แสดงผลออกทางจอภาพ และแสดงผลออกทางเครื่องพิมพ์ จากการทำงานของระบบเมื่อการประมวลผลการจัดลำดับงาน-เส้นทางเสร็จสิ้น ระบบจะจัดเก็บลำดับการจัดส่งและเส้นทางของลูกค้าแต่ละรายไว้เพื่อที่จะนำมาแสดงผลลัพธ์ของรายละเอียดการจัดลำดับงาน-เส้นทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการกระจายสินค้าไว้ในแผนที่สารสนเทศภูมิศาสตร์

### 3.5 การทดสอบระบบกับกรณีศึกษา

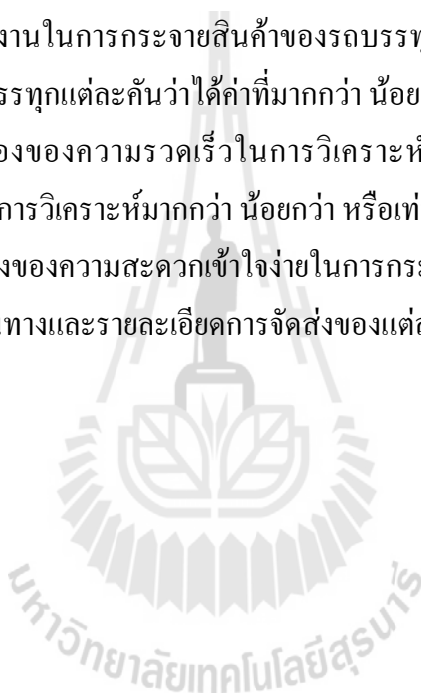
วัตถุประสงค์หลักของการทดสอบระบบที่พัฒนากับกรณีศึกษานั้น เพื่อต้องการวิเคราะห์ผลที่ได้จากระบบ ซึ่งจะสะท้อนให้ทราบถึงควมมีประสิทธิภาพในการทำงานของระบบในการนำไปใช้งานจริง โดยจะใช้ข้อมูลเดิมของบริษัทกรณีศึกษาเป็นข้อมูลเปรียบเทียบผลการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นมาทำการเปรียบเทียบกับการจัดส่งสินค้าและจัดเส้นทางขนส่งสินค้าแบบเดิมเพื่อดูความแตกต่างในเกณฑ์ด้านต่าง ๆ ซึ่งขั้นตอนของการดำเนินการเพื่อทำการวิเคราะห์ผลของระบบประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การจำลองเหตุการณ์การจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า การประมวลผลของระบบ การเปรียบเทียบผลลัพธ์ และการประเมินผลการใช้งาน

### 3.6 การทดสอบสมมุติฐาน

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ตั้งสมมุติฐานว่า “การบูรณาการระหว่างวิธีวิฤติศาสตร์แบบ *Multi-seed points* กับการวิเคราะห์โครงข่าย สามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดลำดับงาน-เส้นทางในการกระจายสินค้า ได้ดีกว่าการวิเคราะห์แบบเดิม โดยใช้พนักงานที่มีความชำนาญ และดีกว่าการบูรณาการวิธีวิฤติศาสตร์แบบ *Single-seed point* กับการวิเคราะห์โครงข่าย” ดังนั้น การทดสอบสมมุติฐานจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบถึงควมมีประสิทธิภาพของการจัดลำดับงาน-

เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าของแต่ละวิธี ซึ่งหลักเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการพิจารณาเปรียบเทียบ อาจแตกต่างกันไป โดยรายละเอียดของหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการพิจารณา มีดังนี้

- พิจารณาจำนวนรถบรรทุกสินค้าที่ใช้ในการกระจายสินค้าทั้งหมด ว่าใช้จำนวนมากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน
- พิจารณาจำนวนงานในการขนส่งสินค้าในแต่ละวัน ว่ามีจำนวนงานมากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน
- พิจารณาผลของเวลาที่ใช้ในการกระจายสินค้าทั้งหมด ว่าใช้เวลาในการกระจายสินค้ามากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน
- พิจารณาลำดับงานในการกระจายสินค้าของรถบรรทุกสินค้าแต่ละคันว่ามีค่าเฉลี่ยอัตรา การกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคันว่าได้ค่าที่มากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน
- พิจารณาในเรื่องของความเร็วในการวิเคราะห์เพื่อหาลำดับงาน-เส้นทางในการ กระจายสินค้าว่าใช้เวลาในการวิเคราะห์มากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน
- พิจารณาในเรื่องของความสะดวกเข้าใจง่ายในการกระจายสินค้าไปยังลูกค้าแต่ละจุด เช่น แผนที่แสดงทิศทางการเดินทางและรายละเอียดการจัดส่งของแต่ละจุด โดยรายละเอียดของผลลัพธ์ที่ ได้ในแต่ละวัน



## บทที่ 4

### ผลของการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้เป็นแสดงถึงรายละเอียดผลของการดำเนินงานวิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า โดยผลของการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 6 ส่วน ดังนี้

- 1) สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 2) ฐานข้อมูลการวิจัย
- 3) การสร้างลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า
- 4) การทดสอบระบบ
- 5) การทดสอบกับกรณีศึกษา
- 6) การทดสอบสมมติฐาน

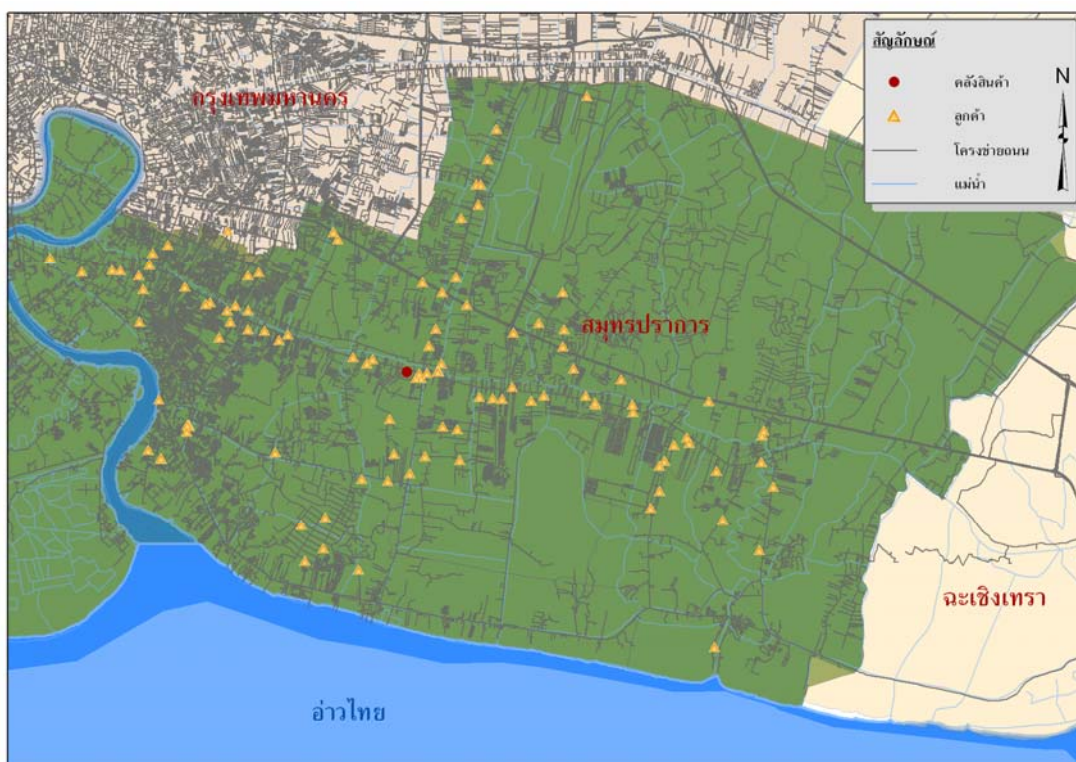
#### 4.1 สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1.1 การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้พัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า

- 1) ข้อมูลโครงข่ายถนนในเขตพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ
  - โครงข่ายถนนที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบนั้น ได้ทำการคัดเลือกเฉพาะถนนสายหลักและสายรองในเขตพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ
  - ข้อมูลรูปแบบการเดินรถของถนนแต่ละเส้นทาง ได้แก่ แบบทิศทางเดียว แบบสองทิศทาง
  - ข้อมูลข้อบังคับของถนนแต่ละเส้นทาง ได้แก่ การห้ามเลี้ยวซ้าย ห้ามเลี้ยวขวา ห้ามตรงไป บริเวณแยกต่าง ๆ ของถนนแต่ละเส้น
  - ข้อมูลเวลาในการเดินทางของถนนแต่ละเส้น
- 2) ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้าและคลังสินค้า
  - รวบรวมรายชื่อและที่อยู่ของลูกค้าทั้งหมดของบริษัทกรณีศึกษาโดยข้อมูลที่รวบรวมได้นั้นเป็นข้อมูลที่ได้จากบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งได้ทำการเก็บค่าพิกัดตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้าจำนวนทั้งหมด 107 ราย รวมถึงตำแหน่งของคลังสินค้าอีก 1 แห่ง ดังแสดงในภาพที่ 4.1

### 3) ข้อมูลรายการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละวันของลูกค้า

รวบรวมรายการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าแต่ละรายจำนวนทั้งสิ้น 7 วันเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการพัฒนาระบบ โดยเป็นข้อมูลเดิมของบริษัทกรณีศึกษา รายละเอียดของข้อมูลนั้นได้แก่ ปริมาณการสั่งซื้อสินค้า ช่วงเวลาที่ต้องการสินค้ารหัสลูกค้า ชื่อลูกค้า ที่อยู่ลูกค้า เบอร์โทรศัพท์ที่ลูกค้า



ภาพที่ 4.1 ตำแหน่งคลังสินค้าและลูกค้าของพื้นที่ศึกษา

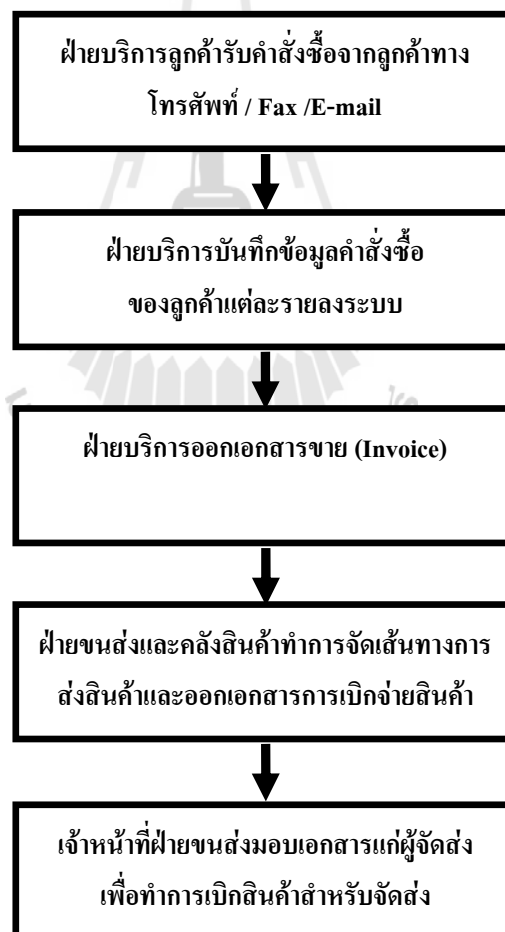
#### 4.1.2 การสำรวจการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษาเป็นคลังสินค้าประเภทน้ำดื่ม ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการจัดการกระจายสินค้าไปสู่ลูกค้าในเขตพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ โดยการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาการกระจายสินค้าของน้ำดื่มบรรจุขวดขนาด 1.5 ลิตร โดยมีรถขนส่งสินค้าประเภทรถบรรทุก 4 ล้อ ซึ่งมีความสามารถในการบรรทุกสินค้าได้ 400 แพคหรือ 3.6 ตัน

##### 1) ขั้นตอนในการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าในแต่ละวัน

ขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าในแต่ละวันแสดงได้ดังภาพที่ 4.2 ซึ่งลูกค้าสามารถสั่งซื้อสินค้าได้ 3 ช่องทาง คือ ทางโทรศัพท์ โทรสาร และทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) โดย

จะมีเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการลูกค้าเป็นผู้รับคำสั่งซื้อสินค้าในช่วงเวลา 08:00 – 17:00 น. หลังปีดรับคำสั่งซื้อประจำวันแล้ว เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการลูกค้าจะทำการบันทึกข้อมูลคำสั่งซื้อลงสู่ระบบเพื่อทำการออกเอกสารขาย (Invoice) โดยข้อมูลที่บันทึกลงสู่ระบบจะประกอบด้วย รหัสลูกค้า ชื่อลูกค้า ประเภทลูกค้า ช่องทางการจัดจำหน่าย ประเภทสินค้า และจำนวนสินค้าในแต่ละประเภทภายหลังจากเอกสารดังกล่าวจะถูกจัดส่งให้แก่ฝ่ายขนส่งเพื่อดำเนินการจัดเส้นทางการส่งสินค้าพร้อมกำหนดจำนวนรถขนส่งสินค้า โดยการจัดเส้นทางจัดส่งจะคำนึงถึงระยะทางระหว่างลูกค้า ปริมาณสินค้านรวมของสินค้า และจัดทำเอกสารการเบิกจ่ายสินค้าในช่วงค่ำ ทั้งนี้เอกสารดังกล่าวจะทำหน้าที่ 2 ส่วน คือ ใบส่งสินค้า (Delivery order) และใบสั่งเบิกสินค้า (Picking Slip) โดยเป็นเอกสารเฉพาะสำหรับผู้จัดส่งในแต่ละราย ซึ่งเจ้าหน้าที่ฝ่ายขนส่งสินค้าและส่งมอบเอกสารดังกล่าวให้แก่ผู้จัดส่งในเวลา 07:30 น.



ภาพที่ 4.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้า

## 2) ขั้นตอนในการจัดส่งสินค้า

ขั้นตอนการจัดส่งสินค้าของฝ่ายขนส่งสินค้าเริ่มต้นหลังจากที่เจ้าหน้าที่ฝ่ายขนส่งสินค้าส่งมอบเอกสารใบส่งสินค้า (Delivery order) / ใบสั่งเบิกสินค้า (Picking Slip) ให้แก่พนักงานส่งสินค้าเพื่อเตรียมตัวจัดส่งสินค้าตามมอบหมาย ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

- พนักงานส่งสินค้าแต่ละคันที่ได้รับเอกสารการจัดส่งนำรถแต่ละคันไปรอเบิกจ่ายสินค้า ณ ช่องจ่ายสินค้าบริเวณคลังสินค้า
- เจ้าหน้าที่ตรวจจ่ายสินค้า (Checker) ตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารเบิกจ่ายสินค้า
- เจ้าหน้าที่ตรวจจ่ายสินค้า เบิกสินค้าจากคลังสินค้าตามรายละเอียดในเอกสารมาจัดวางบริเวณช่องจ่ายสินค้า
- พนักงานส่งสินค้าตรวจนับสินค้าและขนถ่ายสินค้าสู่รถขนส่ง
- พนักงานส่งสินค้าทำการจัดส่งสินค้าตามจำนวนคำสั่งซื้อให้แก่ลูกค้าแต่ละราย โดยมีช่วงเวลาในการจัดส่งตั้งแต่ 08:00 – 17:00 น. ตามแต่ลูกค้ากำหนด
- การส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าแต่ละรายพนักงานส่งสินค้าจะเป็นผู้ดำเนินการจัดเรียงลำดับลูกค้าที่จะจัดส่ง ซึ่งระยะเวลาเฉลี่ยในการจัดส่งสินค้าแต่ละรายประมาณ 30-40 นาที และใช้เวลาในการขนถ่ายสินค้าโดยเฉลี่ยประมาณ 0.4 นาทีต่อ 1 แพคเกจของน้ำดื่มบรรจุขวด

## 3) ปัญหาการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา

จากการพิจารณากระบวนการและขั้นตอนในการจัดส่งสินค้ารวมถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องพบประเด็นปัญหา ดังนี้

- การจัดลำดับงานและเส้นทางการจัดส่งสินค้า ยังไม่มีรูปแบบการวิเคราะห์ที่แน่นอน โดยการเลือกเส้นทางและลำดับงานในการจัดส่งสินค้าใช้วิธีการคำนวณด้วยมือซึ่งเป็นรูปแบบและวิธีการที่ขึ้นอยู่กับทักษะและความชำนาญของพนักงาน
- การจัดเส้นทางในการกระจายสินค้าให้กับรถบรรทุกสินค้าแต่ละคัน จะพิจารณาจากข้อมูลที่อยู่ของลูกค้าเพื่อใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงการจัดกลุ่มลูกค้า โดยจะมอบหมายให้รถบรรทุกสินค้าแต่ละคันจัดส่งสินค้าตามแนวโครงข่ายของถนนตามข้อมูลที่อยู่ของลูกค้า ซึ่งหากปริมาณสินค้าที่จัดส่งยังไม่เต็มคันก็จะมอบหมายให้จัดส่งสินค้าให้กับลูกค้ารายอื่นที่อยู่บนถนนสายใกล้เคียง เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการจัดส่ง โดยแนวคิดดังกล่าวอาจมีข้อเสียในกรณีแนวของถนนที่มีความยาวของเส้นทางมาก อาจทำให้ตำแหน่งของลูกค้าที่อยู่บนถนนสายเดียวกันอาจจะมีระยะทางที่ไกลกว่าจุดลูกค้าที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงแต่เป็นถนนสายอื่นได้ ซึ่งอาจจะทำให้เสียเวลา



ในการเดินทางและทำให้ต้องใช้รถขนส่งสินค้าหลายคันในการขนส่งแทนที่จะส่งสินค้าได้ในเที่ยวเดียวกันทำให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น อาจเกิดความไม่คุ้มทุน

- ปริมาณการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าในแต่ละวันมีปริมาณที่แตกต่างกัน ทำให้ไม่สามารถควบคุมเวลาที่ใช้ในขั้นตอนของการวางแผนการจัดส่งสินค้าในแต่ละวันได้

## 4.2 ฐานข้อมูลการวิจัย

เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากหัวข้อ 4.1 เพื่อจัดเตรียมเข้าสู่กระบวนการพัฒนาระบบเพื่อจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า

### 4.2.1 โครงสร้างฐานข้อมูล

#### 1) ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์

เป็นการจัดทำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหัวข้อ 4.1.2 ให้อยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์เนื่องจากการวิเคราะห์โครงข่ายนั้นเป็นหนึ่งในกระบวนการวิเคราะห์ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ดังนั้น จึงจำเป็นต้องจัดเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมได้ให้อยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงจะสามารถทำการวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อหาข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาระบบได้ รายละเอียดการออกแบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลที่ใช้จัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์

ลำดับที่	ชื่อ	รายละเอียด
1	ROAD	โครงข่ายถนน
2	CUSTOMER	ลูกค้า
3	DEPOT	คลังสินค้า

ในการจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ของข้อมูลในตารางที่ 4.1 นั้น จำเป็นต้องทำการกำหนดข้อมูลลักษณะประจำให้กับข้อมูลเหล่านี้ ซึ่งเป็นการกำหนดค่าสำหรับใช้ในการวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อหาข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาระบบ โดยรายละเอียดของข้อมูลลักษณะประจำของข้อมูลต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ถึง ตารางที่ 4.4 โดยแหล่งที่มาของข้อมูลมีดังนี้

- C หมายถึง ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ
- D หมายถึง ข้อมูลที่ได้รับจากหน่วยงานต่าง ๆ
- F หมายถึง ข้อมูลที่ได้รับจากการสำรวจภาคสนาม

### ตารางที่ 4.2 โครงสร้างชั้นข้อมูลโครงข่ายถนน

Shapefile Name : ROAD

Feature Class : Arc

COLUMN NAME	DATA TYPE	DESCRIPTION	SOURCE
RD_NAME	Character (100)	ชื่อถนน	D (กรมทางหลวง)
RD_LENGTH	FLOAT	ความยาวถนน	C
RD_SPEED	FLOAT	ความเร็วเฉลี่ย	D (กรมทางหลวง), F
RD_DRIVETIME	FLOAT	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง	C
RD_DIRECTION	Character (2)	ทิศทางการจราจร FT = ทิศทางเดียว	D (กรมทางหลวง)
RD_FUNC	Character (2)	หน้าที่ของถนน M = ถนนสายหลัก C = ถนนสายรอง L = ถนนสายท้องถิ่น	D (กรมทางหลวง)

### ตารางที่ 4.3 โครงสร้างชั้นข้อมูลลูกค้า

Shapefile Name : CUSTOMER

Feature Class : Point

COLUMN NAME	DATA TYPE	DESCRIPTION	SOURCE
CUST_ID	Character (5)	รหัสของลูกค้า	
CUST_NAME	Character (50)	ชื่อของลูกค้า	D (บริษัทกรณีศึกษา)
CUST_CO_X	Character (9)	ตำแหน่งพิกัด X ของลูกค้า	F
CUST_CO_Y	Character (9)	ตำแหน่งพิกัด Y ของลูกค้า	F
CUST_ADD	Character (100)	ที่อยู่ของลูกค้า	D (บริษัทกรณีศึกษา)
CUST_Tel	Character (10)	เบอร์โทรศัพท์ของลูกค้า	D (บริษัทกรณีศึกษา)

#### ตารางที่ 4.4 โครงสร้างชั้นข้อมูลคลังสินค้า

Shapefile Name : DEPOT

Feature Class : Point

COLUMN NAME	DATA TYPE	DESCRIPTION	SOURCE
DEP_ID	Character(5)	รหัสของคลังสินค้า	
DEP_NAME	Character(50)	ชื่อของคลังสินค้า	D (บริษัทกรณีสึกษา)
DEP_CO_X	Character(9)	ตำแหน่งพิกัด X ของคลังสินค้า	F
DEP_CO_Y	Character(9)	ตำแหน่งพิกัด Y ของคลังสินค้า	F
DEP_ADD	Character(100)	ที่อยู่ของคลังสินค้า	D (บริษัทกรณีสึกษา)
DEP_Tel	Character(10)	เบอร์โทรศัพท์ของคลังสินค้า	D (บริษัทกรณีสึกษา)

#### 2) ฐานข้อมูลในการพัฒนาระบบ

เป็นการจัดทำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหัวข้อ 4.1.1 ให้อยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการประมวลผลของระบบการจัดลำดับงานที่พัฒนาขึ้นตารางข้อมูลประกอบด้วย Data\_TestModel Depot\_Customer และ OD\_for\_Model มีโครงสร้างดังแสดงในตารางที่ 4.5 ถึง ตารางที่ 4.7

#### ตารางที่ 4.5 โครงสร้างข้อมูลการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละวัน

DATABASE : Data\_TestModel

FIELD NAME	DATA TYPE	DESCRIPTION
ORDER_NO	NUMBER(Long Integer)	ลำดับรายการสั่งซื้อสินค้า
CUST_ID	NUMBER(Long Integer)	รหัสลูกค้า
CUST_NAME	TEXT(255)	ชื่อลูกค้า
ORDER_CUST	NUMBER(Double)	ปริมาณสั่งซื้อสินค้า
ORDER_PERIOD	NUMBER (Double)	ช่วงเวลารับสินค้า
LOAD_TIME	NUMBER (Double)	เวลาในการขนถ่ายสินค้า
ORDER_DATE	TEXT(255)	วันที่สั่งซื้อสินค้า
ADDRESS	TEXT(255)	ที่อยู่ลูกค้า
TELEPHONE	TEXT(255)	เบอร์โทรศัพท์ลูกค้า

ตารางที่ 4.6 โครงสร้างข้อมูลคลังสินค้าและลูกค้า

DATABASE : Depot\_Customer

FIELD NAME	DATA TYPE	DESCRIPTION
CUST_ID	NUMBER(Long Integer)	รหัสลูกค้า
CUST_NAME	TEXT(255)	ชื่อลูกค้า
ADDRESS	TEXT(255)	ที่อยู่ลูกค้า
TELEPHONE	TEXT(255)	เบอร์โทรศัพท์ลูกค้า
X_CO	NUMBER (Double)	ตำแหน่งพิกัด X(latitude)
Y_CO	NUMBER (Double)	ตำแหน่งพิกัด Y(longitude)

ตารางที่ 4.7 โครงสร้างข้อมูลค่าเวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุดระหว่างคลังสินค้า-ลูกค้า และลูกค้า-ลูกค้า

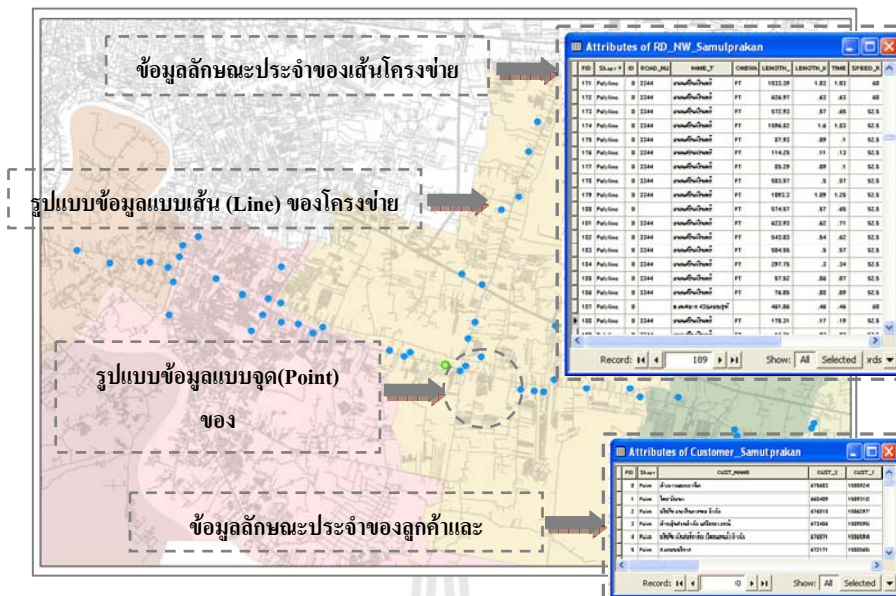
DATABASE : OD\_for\_MODEL

FIELD NAME	DATA TYPE	DESCRIPTION
Origin_ID	NUMBER(Long Integer)	รหัสจุดต้นทาง
Dest_ID	NUMBER(Long Integer)	รหัสจุดปลายทาง
Origin_NAME	TEXT(255)	ชื่อจุดต้นทาง
Dest_NAME	TEXT(255)	ชื่อจุดปลายทาง
OD_NAME	TEXT(255)	ชื่อจุดต้นทาง-ปลายทางที่ใช้เวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุด
OD_TIME	NUMBER (Double)	ค่าเวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุดระหว่างจุดต้นทาง-ปลายทาง

#### 4.2.2 ฐานข้อมูลที่พัฒนา

##### 1) ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์

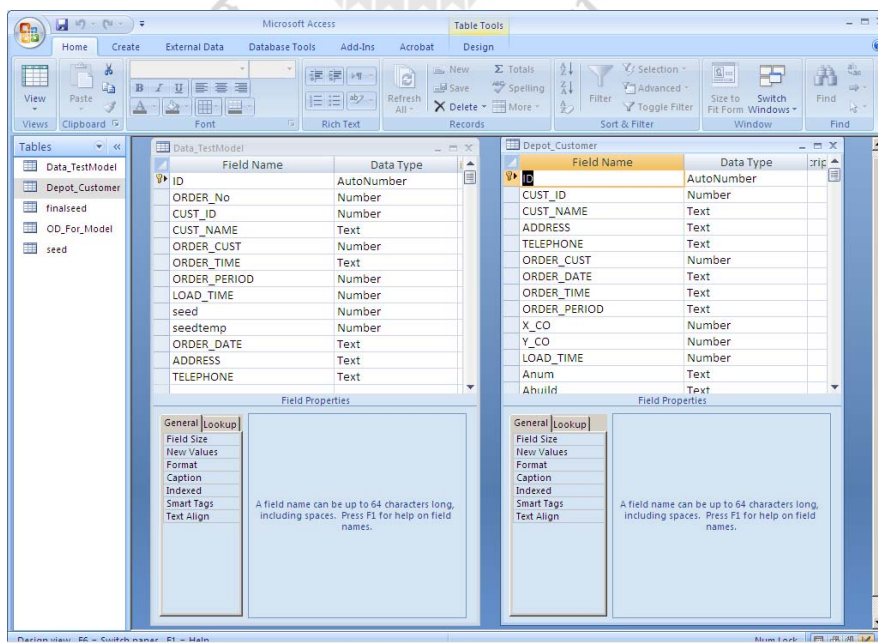
ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลลักษณะประจำของชั้นข้อมูลโครงข่ายถนนตำแหน่งที่ตั้งคลังสินค้า และตำแหน่งที่ตั้งจุดลูกค้าซึ่งจัดเตรียมไว้ในรูปชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ดังตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างชั้นข้อมูลสำหรับการพัฒนาระบบ

2) ฐานข้อมูลสำหรับการพัฒนาระบบ

ได้ใช้โปรแกรม Microsoft Office Access2007 เป็นเครื่องมือในการจัดการฐานข้อมูล เพื่อใช้สำหรับการพัฒนาระบบ โดยตารางข้อมูลประกอบด้วย Data\_TestModel และ Depot\_CustomerOD\_for\_Mode 1 ดังตัวอย่างแสดงในภาพที่ 4.4

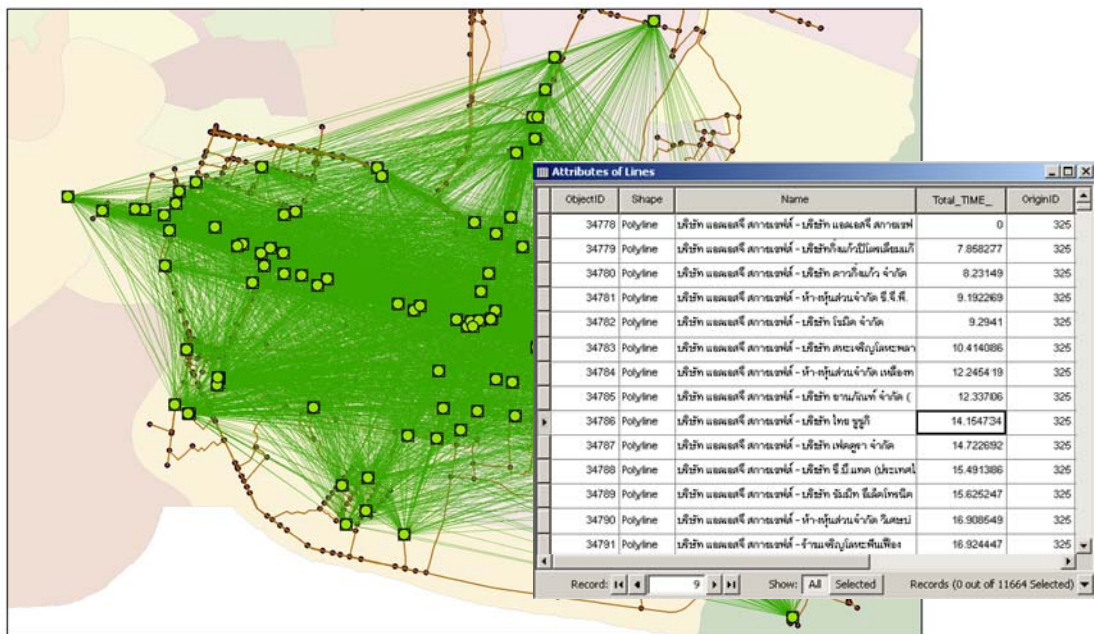


ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างฐานข้อมูลสำหรับการพัฒนาระบบ

### 4.3 การสร้างลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า

#### 4.3.1 ขั้นตอนของการพัฒนาระบบ

1) การวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อหาข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการจัดลำดับงาน-เส้นทาง กระบวนการหาเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายหรือเวลาที่เกิดขึ้นในการขนส่งระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางใด ๆ (Origin-Destination Cost Matrix) หมายถึง การขนส่งระหว่างจุดลูกค้า-จุดลูกค้า และจุดคลังสินค้า-จุดลูกค้า ซึ่งข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการจัดการลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า โดยรูปแบบของการวิเคราะห์โครงข่ายของกระบวนการหาเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางใด ๆ แสดงได้ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 กระบวนการหาเมตริกซ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางใด ๆ

2) การพัฒนากระบวนการจัดการลำดับงานโดยวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points จากแนวคิดการออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อการจัดการลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าโดยวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points สามารถนำเสนอในรูปแบบของอัลกอริทึมดังแสดงในภาพที่ 4.7 โดยมีขั้นตอนกระบวนการทำงาน ดังนี้

(1) ขั้นตอนการเลือก Seed point หรือการเลือกจุดตั้งต้นเพื่อสร้างลำดับงานการจัดส่งสินค้าไปยังกลุ่มลูกค้า โดยกระบวนการคิดแบบ Multi- points ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้จุดลูกค้า

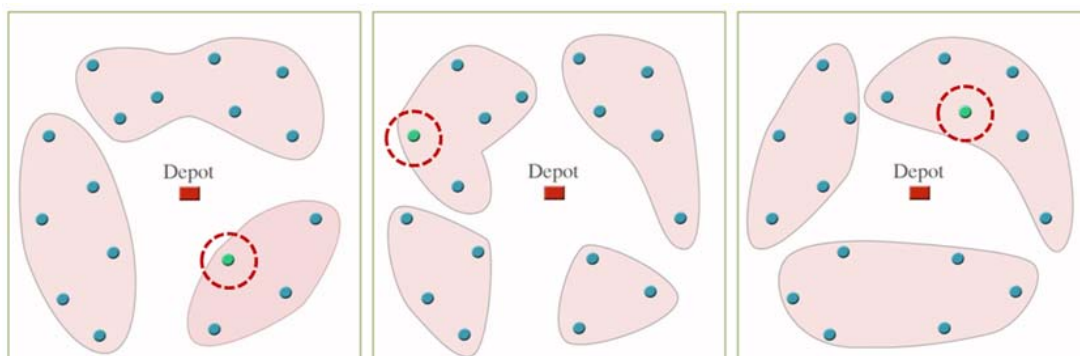
ที่มีกำหนดรับสินค้าช่วงเช้าทั้งหมดเป็น Seed point สำหรับการสร้างลำดับงานเพื่อหา Seed point ที่เหมาะสมที่สุด

(2) ขั้นตอนการเพิ่มจุดลูกค้าเข้าสู่กลุ่มลูกค้า ทำการเพิ่มจุดลูกค้าที่มีกำหนดรับสินค้าช่วงเช้าก่อน โดยมีปัจจัยที่นำมาพิจารณาได้แก่ เวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุด เวลาในการขนถ่ายสินค้า และปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งต้องไม่เกินความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่งสินค้าและไม่เกินช่วงเวลาในการรับสินค้าของลูกค้าในช่วงเช้าคือ 12.00 น.

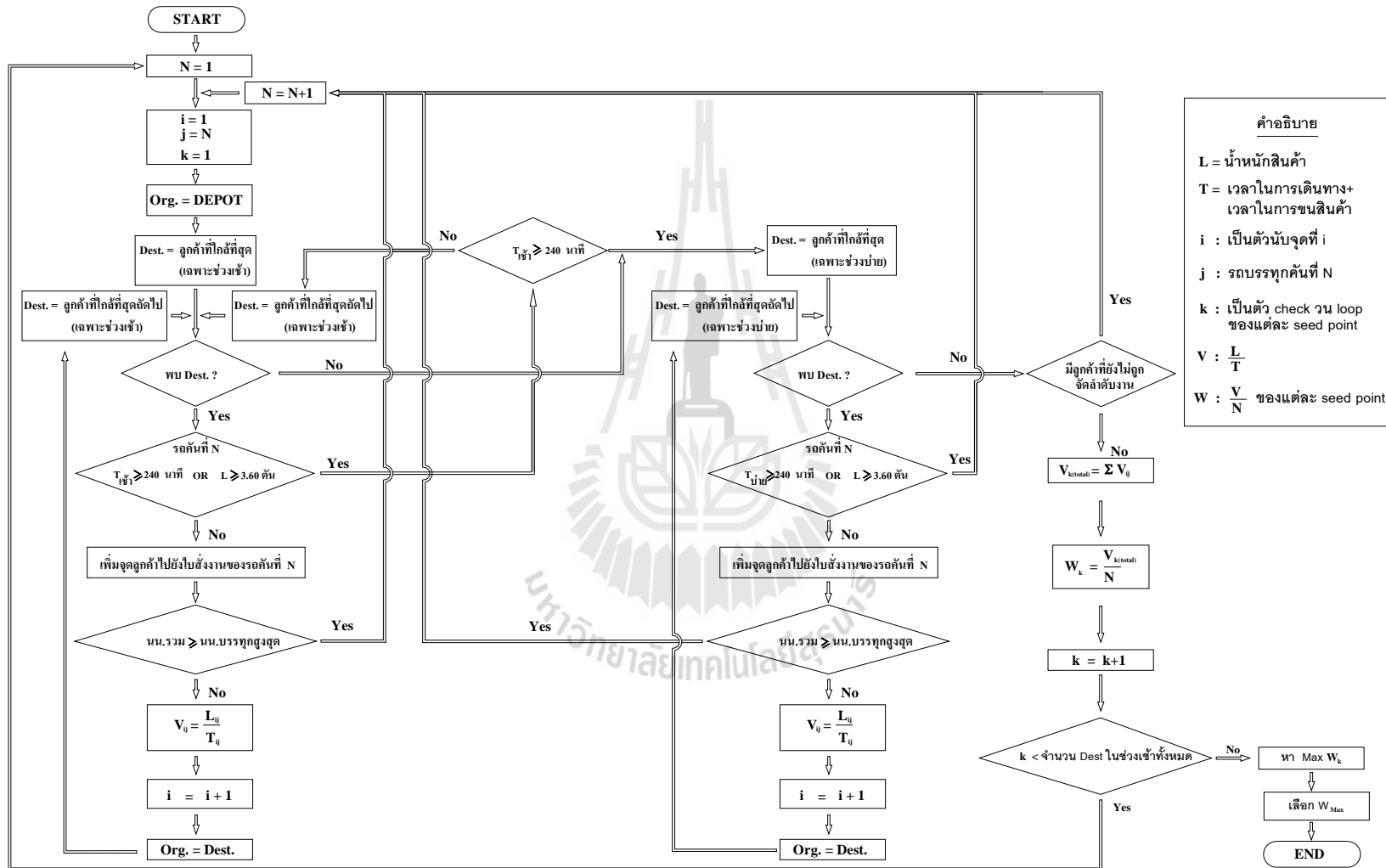
กรณีที่มีปริมาณการส่งสินค้าเกินความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่งสินค้า กระบวนการคิดของระบบจะให้ทำการแยกจุดส่งสินค้าจากรถขนส่งสินค้าคันเดิมเพื่อเพิ่มให้กับรถบรรทุกสินค้าคันถัดไป

กรณีที่เมื่อรวมเวลาในการเดินทางและเวลาในการขนถ่ายสินค้าแล้วใช้เวลายาวกว่าช่วงเวลาที่ลูกค้ากำหนดรับสินค้า กระบวนการคิดของระบบจะพิจารณาให้จุดลูกค้าดังกล่าวไปเพิ่มให้กับรถบรรทุกสินค้าคันถัดไป แต่ถ้ากรณีที่รถบรรทุกสินค้ายังไม่เต็มคันสามารถนำปริมาณสินค้าที่กำหนดรับในช่วงเวลาบ่ายมาเพิ่มเติมได้

เมื่อลูกค้าที่รับสินค้าช่วงเช้าถูกนำไปใช้เป็นจุดตั้งต้น (Seed point) ครบทุกจุด จะทำให้ได้ลำดับงานการจัดส่งสินค้าหรือกลุ่มลูกค้าเพื่อจัดส่งสินค้าที่มีความหลากหลาย ดังแสดงในภาพที่ 4.6 โดยแต่ละจุดตั้งต้น (Seed point) จะให้ค่าความจุของสินค้า (L) เวลาที่ใช้ในการกระจายสินค้า (T) และจำนวนรถขนส่งสินค้า (N) ที่แตกต่างกัน ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงได้นำตัวแปรดังกล่าวมาใช้ในการพิจารณาว่าจุดตั้งต้นใดที่ให้กลุ่มลูกค้าหรือลำดับงานการจัดส่งสินค้าที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาเลือกจากจุดตั้งต้นที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุดเป็นแนวทางปฏิบัติ โดยกระบวนการหาค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุดได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.3.2 ระบบจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า ส่วนชุดคำสั่งโปรแกรมของกระบวนการจัดลำดับงานโดยวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points ได้นำเสนอไว้ในภาคผนวก ข



ภาพที่ 4.6 แนวคิดในการสร้างลำดับงานแบบ Multi-seed points



**คำอธิบาย**

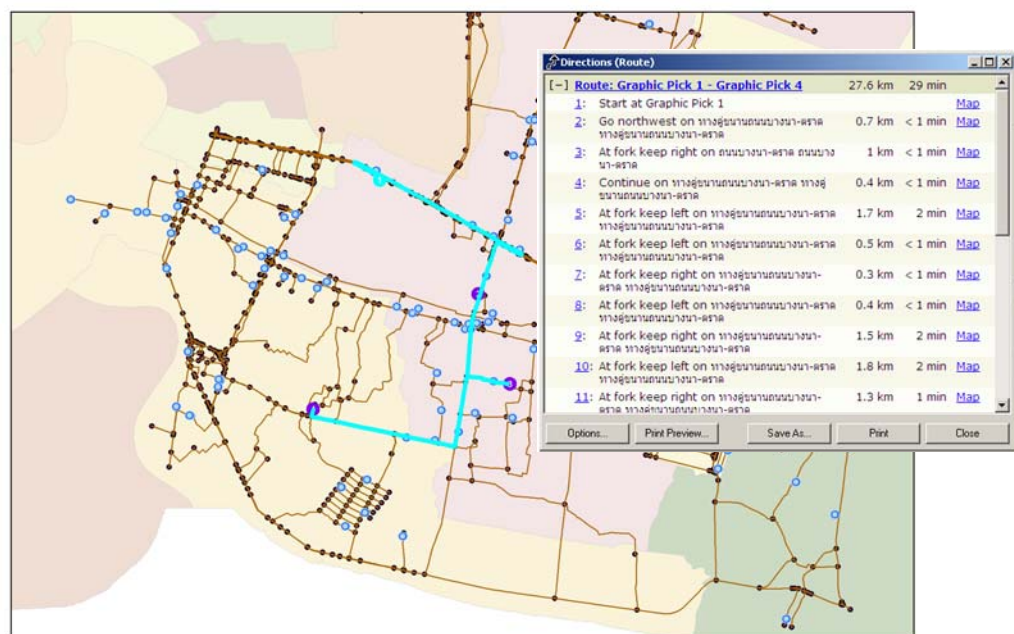
L = น้ำหนักสินค้า  
 T = เวลาในการเดินทาง+ เวลาในการขนสินค้า  
 i : เป็นตัวนับจุดที่ i  
 j : รถบรรทุกคันที่ N  
 k : เป็นตัว check วน loop ของแต่ละ seed point  
 $V = \frac{L}{T}$   
 $W = \frac{V}{N}$  ของแต่ละ seed point

ภาพที่ 4.7 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์โดยวิธีอีวิริสติกส์แบบ Multi-seed points



### 3) การวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อสร้างเส้นทางการกระจายสินค้า

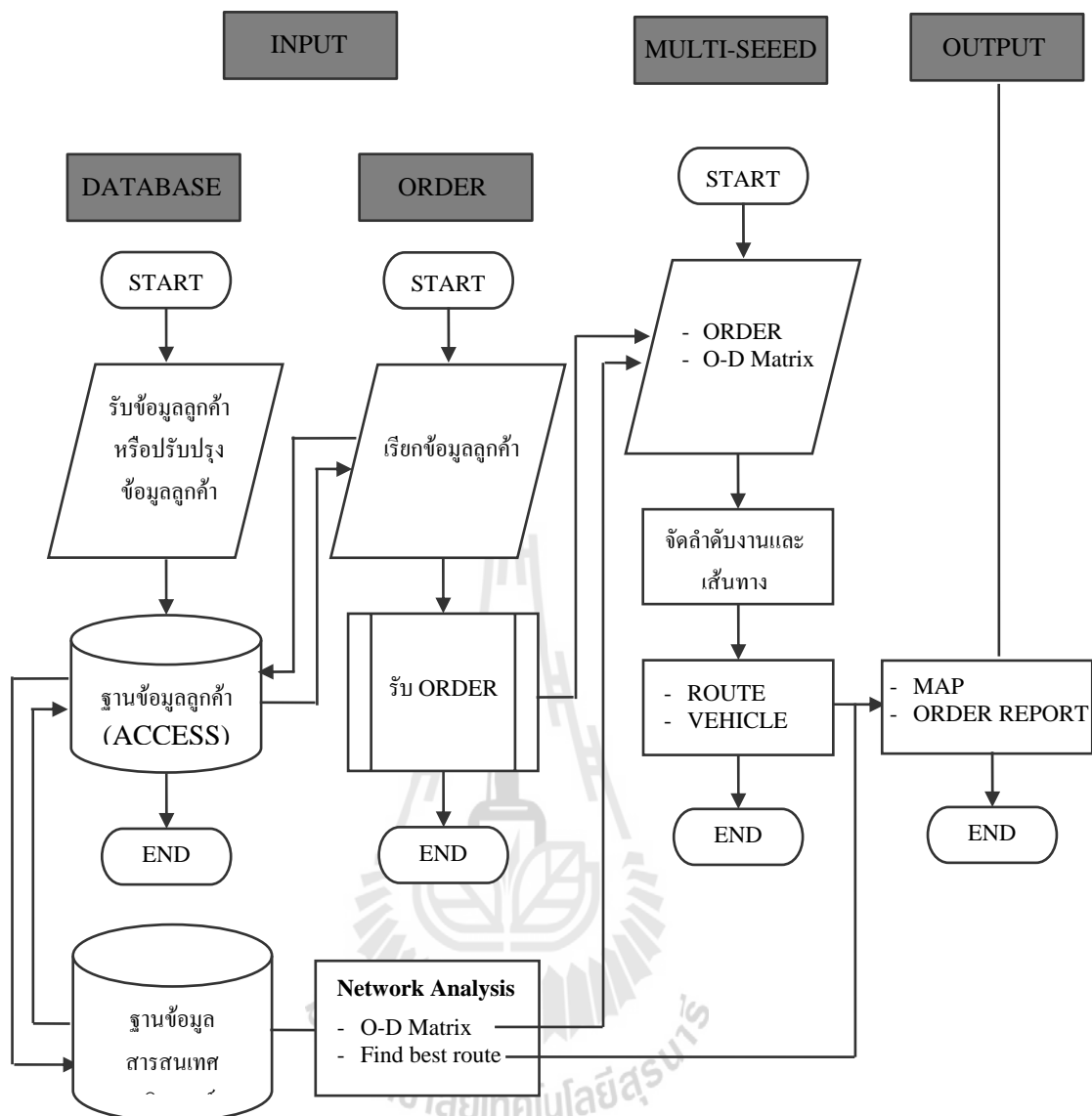
วิธีการวิเคราะห์หาเส้นทางที่ดีที่สุด (Find best route) เป็นกระบวนการวิเคราะห์โครงข่ายอีกรูปแบบหนึ่งที่ได้นำมาประยุกต์ใช้เพื่อทำการคัดเลือกเส้นทางการกระจายสินค้า เนื่องจากสามารถวิเคราะห์หาเส้นทาง (routing) ที่ให้ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดหรือใช้เวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุด และยังสามารถวิเคราะห์หาเส้นทาง ตามการระบุตำแหน่งจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางหลาย ๆ ตำแหน่งได้ อีกทั้งยังสามารถแสดงผลทิศทางและรายละเอียดต่าง ๆ ของการเดินทาง ซึ่งถือว่าเป็นกระบวนการวิเคราะห์ที่มีความสอดคล้องกับการวิจัยในครั้งนี้ โดยมีตัวอย่างผลลัพธ์ของการวิเคราะห์หาเส้นทาง ดังแสดงในภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการวิเคราะห์หาเส้นทาง (routing)

#### 4.3.2 กระบวนการทำงานของส่วนการสร้างลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า

เป็นขั้นตอนของการรวมส่วนต่าง ๆ ที่กล่าวในหัวข้อ 4.3.1 เพื่อให้เกิดการเชื่อมต่อของกระบวนการทำงานของระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า โดยภาพรวมกระบวนการทำงานของระบบดังแสดงในภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 กระบวนการทำงานของระบบ

จากภาพรวมของกระบวนการทำงานในข้างต้น การพัฒนาระบบจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญอยู่ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนของการนำเข้าข้อมูล ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูล และส่วนของการแสดงผลข้อมูล โดยในแต่ละส่วนมีกระบวนการทำงานที่เชื่อมต่อกัน โดยได้นำเสนอในส่วนของการใช้งานโปรแกรมจัดลำดับงาน-เส้นทางกระจายสินค้าไว้ในภาคผนวก ก

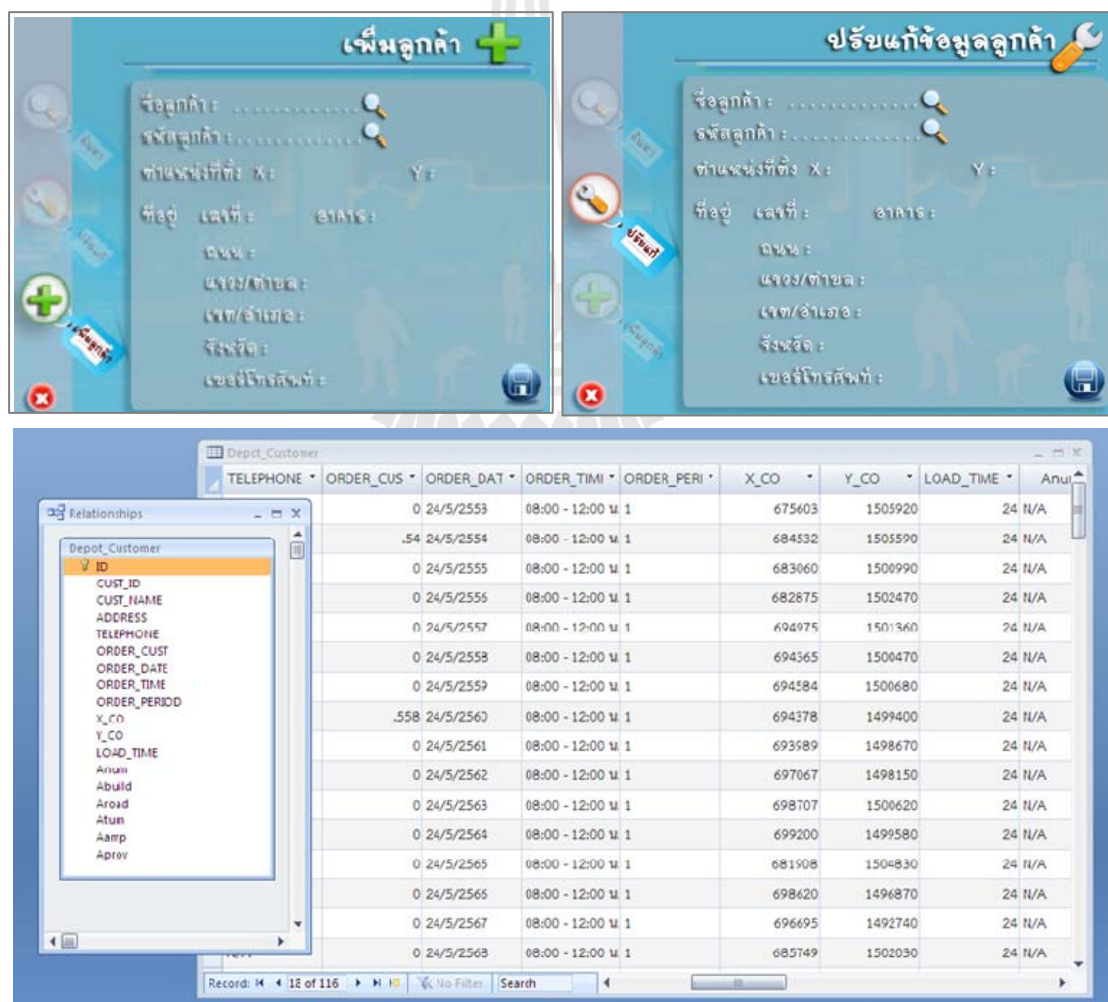
#### 1) ส่วนของการนำเข้าข้อมูล

เป็นส่วนในการนำเข้าข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในกระบวนการจัดลำดับงานในการจัดส่งสินค้า ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนการนำเข้าฐานข้อมูลลูกค้า และส่วนของการรับรายการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละวัน

- ส่วนการนำเข้าฐานข้อมูลลูกค้า ส่วนนี้ผู้ใช้งานสามารถทำการปรับปรุงแก้ไข หรือเพิ่มเติมข้อมูลลูกค้าในฐานข้อมูลลูกค้าได้ และฐานข้อมูลลูกค้าในส่วนนี้จะเชื่อมต่อกันโดยตรงกับฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนที่จัดเก็บข้อมูล O-D Matrix ระหว่างลูกค้า-ลูกค้า และคลังสินค้า-ลูกค้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการนำไปใช้ทำการวิเคราะห์ลำดับงานการจัดส่งสินค้า

การจัดเก็บฐานข้อมูลลูกค้านั้นได้ใช้โปรแกรม Microsoft Office Access เพื่อใช้จัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูลทั้งหมดโดยมีส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เพื่อนำเข้าฐานข้อมูลลูกค้าซึ่งได้พัฒนาจากโปรแกรม Visual Basic6 เพื่อให้เกิดความง่ายต่อการใช้งานกับผู้ใช้ ดังแสดงในภาพที่

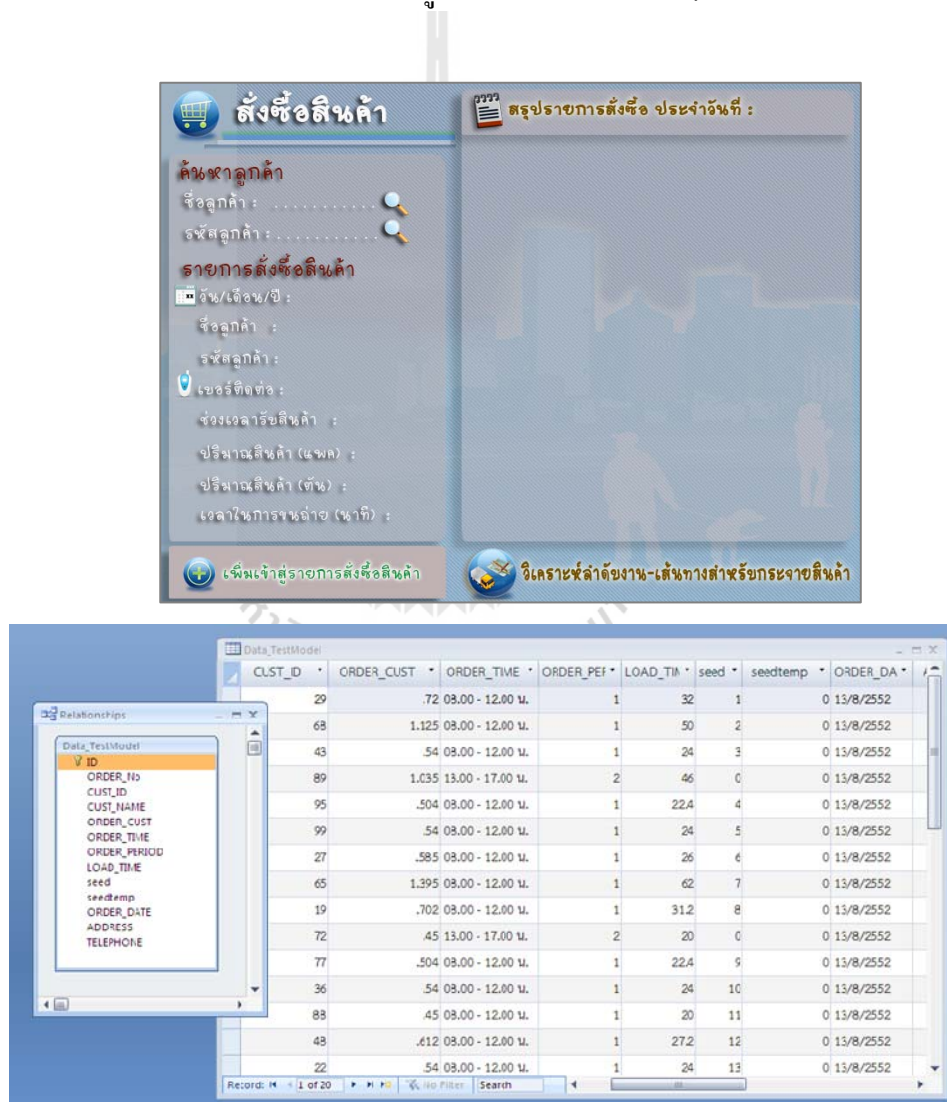
4.10



ภาพที่ 4.10 ส่วนการนำเข้าข้อมูลสู่ฐานข้อมูลลูกค้า

- ส่วนของการรับรายการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละวัน ส่วนนี้ผู้ใช้งานจะเป็นผู้นำเข้าข้อมูลในแต่ละวันตามรายการสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้าแต่ละราย โดยข้อมูลนำเข้าที่สำคัญต่อกระบวนการวิเคราะห์ลำดับงานการจัดส่งสินค้านั้น ได้แก่ ชื่อลูกค้าหรือรหัสลูกค้า ปริมาณสินค้า ช่วงเวลาที่ต้องการสินค้า เป็นต้น

การจัดเก็บฐานข้อมูลการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละวันนั้นได้ใช้โปรแกรมMicrosoft Office Access เพื่อใช้จัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูล การสั่งซื้อสามารถบันทึกเป็นฐานข้อมูลเพื่อเรียกดูย้อนหลังได้โดยมีส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เพื่อนำเข้าฐานข้อมูลลูกค้าได้พัฒนาจากโปรแกรม Visual Basic6 เพื่อให้เกิดความง่ายต่อการใช้งานกับผู้ใช้ ดังแสดงในภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 ส่วนการนำเข้าข้อมูลของส่วนการรับรายการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละวัน

## 2) ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดลำดับงานแบบ Multi-seed points

เป็นส่วนของกระบวนการที่ต่อเนื่องจากกระบวนการนำเข้าข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่นำเข้าจะถูกนำไปใช้ในการจัดลำดับงานในการจัดส่งสินค้า โดยจะพิจารณาข้อจำกัดในเรื่องของเวลาที่ต้องการสินค้าของลูกค้า และเวลาน้อยที่สุดในการเดินทางระหว่างลูกค้า เป็นเกณฑ์สำคัญ

ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลผู้ใช้งานสามารถนำเข้าข้อมูลในส่วนของข้อจำกัดและเงื่อนไขในการกระจายสินค้าได้ อาทิ ความสามารถในการบรรทุกสูงสุดของรถบรรทุกสินค้า และช่วงเวลาในการเดินทางเพื่อให้ทันเวลาในการจัดส่งสินค้าในช่วงเวลาเช้าและช่วงบ่าย ซึ่งการที่ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลไม่ได้ตั้งค่าข้อจำกัดและเงื่อนไขไว้ตายตัวนั้น เนื่องจากอยากให้ระบบที่พัฒนามีความยืดหยุ่น เช่นในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของรถบรรทุก หรือเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาในการจัดส่งสินค้า ระบบจะยังสามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดลำดับงานได้

การทำงานของส่วนวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการเชื่อมต่อข้อมูลจากหลาย ๆ ส่วน ได้แก่ O-D Matrix ของฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ข้อมูลรายการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละวัน ข้อจำกัด และเงื่อนไขในการวิเคราะห์ โดยข้อมูลจากส่วนต่าง ๆ ดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการวิเคราะห์การจัดลำดับงานแบบ Multi-seed points ซึ่งเป็นกระบวนการวิเคราะห์ลำดับงานการจัดส่งสินค้าที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น

เมื่อข้อมูลจากส่วนต่าง ๆ ได้ผ่านกระบวนการวิเคราะห์การจัดลำดับงานแบบ Multi-seed points แล้วจะทำให้ทราบลำดับงานในการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้า จำนวนรถบรรทุกที่ใช้ในการกระจายสินค้าทั้งหมด และเวลาที่ใช้ในการเดินทางเพื่อกระจายสินค้าไปยังจุดลูกค้าต่าง ๆ โดยมีหลักเกณฑ์ที่สำคัญคือ จุดตั้งต้น (Seed point) ที่ให้ค่าเฉลี่ยของอัตราการกระจายสินค้าสูงสุดเป็น การจัดลำดับงานในการกระจายสินค้าที่มีความเหมาะสมที่สุด

การพัฒนาในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดลำดับงานแบบ Multi-seed points นั้นได้พัฒนาจากโปรแกรม Visual Basic 6 เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อข้อมูลไปยังฐานข้อมูลต่าง ๆ เช่นเดียวกันกับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ได้ทำการพัฒนาจากโปรแกรม Visual Basic6 เพื่อให้เกิดความง่ายต่อการใช้งานกับผู้ใช้ ดังแสดงในภาพที่ 4.12 และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ในส่วนนี้จะถูกจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลโดยโปรแกรม Microsoft Office Access เพื่อใช้จัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูลเพื่อเชื่อมต่อกับส่วนการแสดงผลในลำดับถัดไป



ส่วนที่ผู้ใช้ต้องนำเข้า  
ข้อมูลเงื่อนไขและ  
ข้อจำกัดต่าง ๆ

id	seed	vtotal	Nvehicle	Wtotal	Ad
1941	8	.341090212024987	4	.0852725530062468	
1944	11	.337463075781011	4	.0843657689452528	
1943	10	.333881750631412	4	.0834704376578529	
1937	4	.332879473566239	4	.0832198683915596	
1950	17	.332648874824764	4	.0831622187061911	
1942	9	.332554479737289	4	.0831386199343223	
1940	7	.331753687502965	4	.0829384218757412	
1945	12	.331746359250313	4	.0829365898125784	
1935	2	.331387801550963	4	.0828469503877408	
1946	13	.330831265141836	4	.082707816285459	
1936	3	.3304329406409	4	.082608235160225	
1948	15	.330230861826754	4	.0825577154566885	
1949	16	.330001522031077	4	.0825003805077693	
1934	1	.329813550339637	4	.0824533875849092	
1947	14	.32942228907257	4	.0823555722681426	
1938	5	.324103294355763	4	.0810258235889406	
1939	6	.324079612052044	4	.081019903013011	
1951	18	.319578413115597	4	.0798946032788993	
*	(New)				

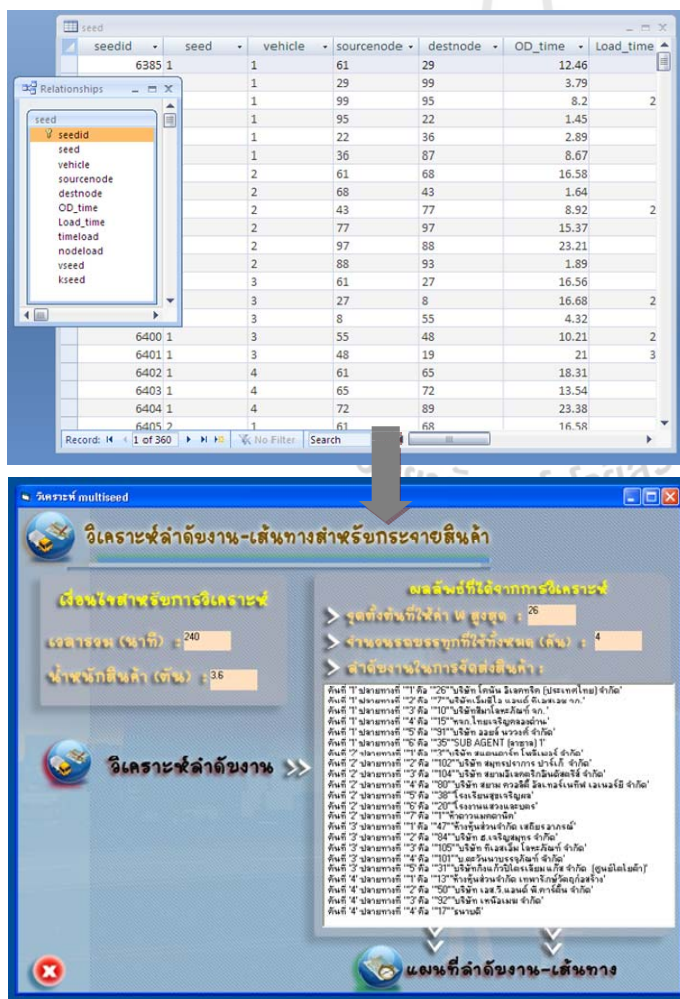
ภาพที่ 4.12 ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดลำดับงานแบบ Multi-seed points

### 3) ส่วนของการนำเสนอและรายงานผล

เป็นส่วนของการนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดลำดับงานแบบ Multi-seed points (หัวข้อ 2) ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดลำดับงานแบบ Multi-seed points ในรูปแบบของแผนที่ รายงานทิศทางการเดินทาง รายงานปริมาณสินค้า และเวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าของลูกค้าแต่ละราย

การเชื่อมต่อข้อมูลจากผลการวิเคราะห์การจัดลำดับงานแบบ Multi-seed points เพื่อเข้าสู่กระบวนการนำเสนอและรายงานผลนั้น ข้อมูลได้ถูกจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลโดยโปรแกรม Access ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ลำดับงานโดยใช้จุดตั้งต้น (Seed point) ของจุดลูกค้าที่รับสินค้าในช่วงเช้าทั้งหมดเป็นข้อกำหนดในการสร้างลำดับงานการจัดส่งสินค้า ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของจุดตั้งต้นที่ต่างกันจะให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าที่แตกต่างกัน โดยหลักเกณฑ์ของการศึกษานี้จะพิจารณาจุดตั้งต้นที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุดเป็นข้อกำหนดในการจัดลำดับงานในการกระจายสินค้า

การทำงานของระบบที่พัฒนาจะดึงข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์การจัดลำดับงานแบบ Multi-seed points ที่มีค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลลำดับงานการจัดส่งสินค้าของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน ดังแสดงในภาพที่ 4.13

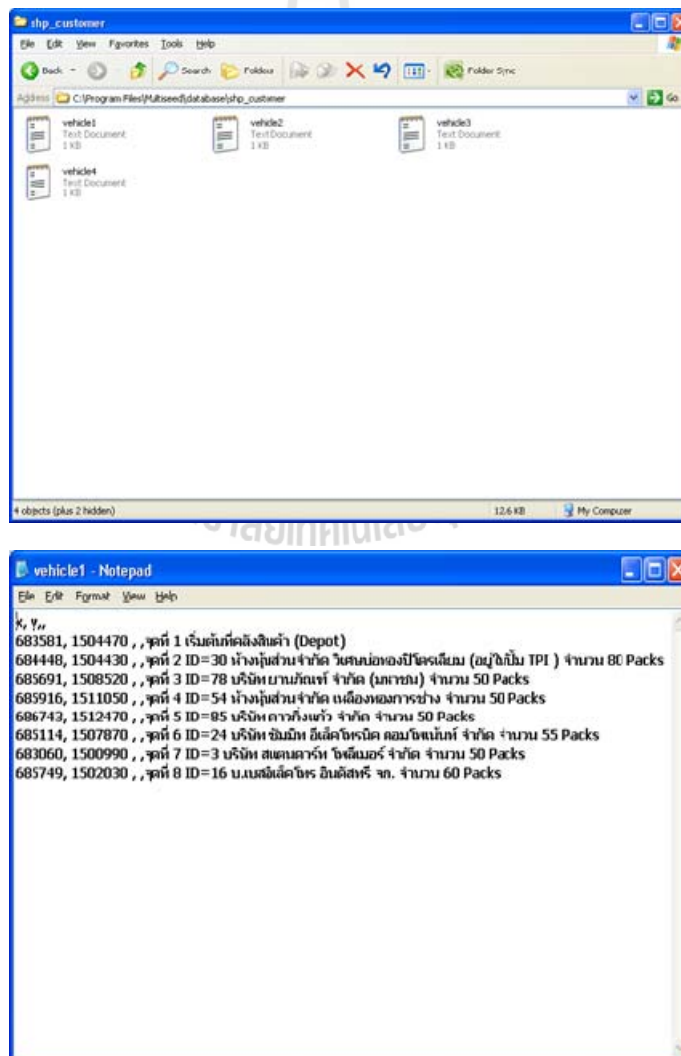


ผลการวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points ที่จัดเก็บในรูปแบบฐานข้อมูล โดยโปรแกรม Microsoft Office Access

ผลการวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด

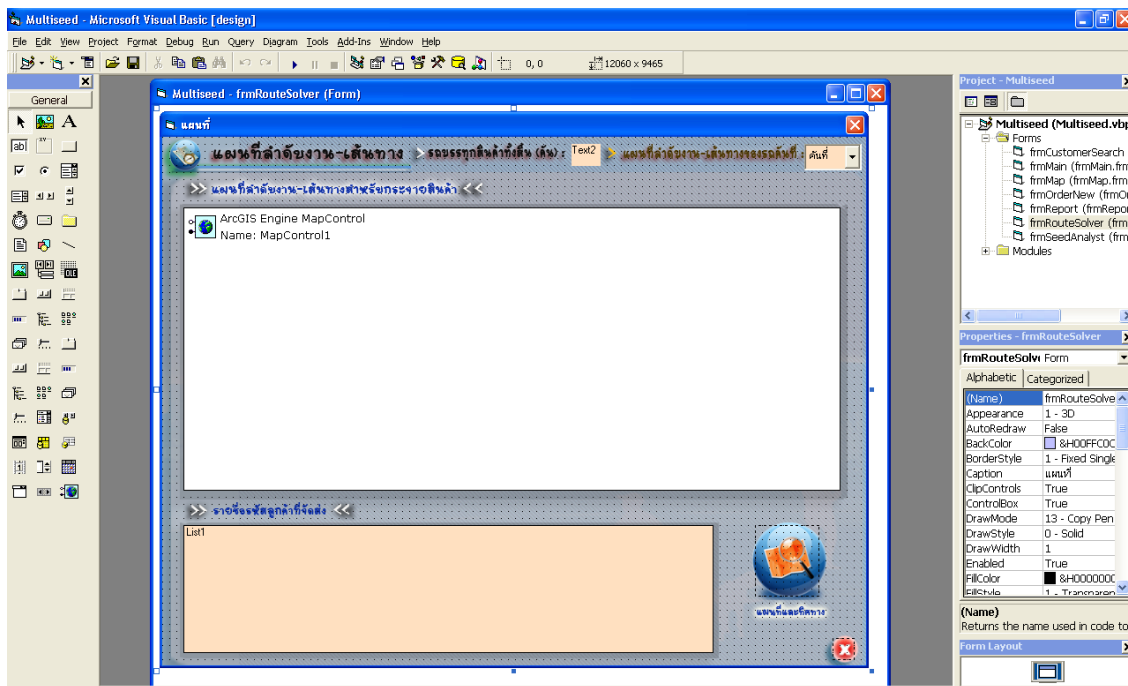
ภาพที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับงานแบบ Multi-seed points จัดเก็บในรูปแบบฐานข้อมูล

จากข้อมูลรายการจัดส่งสินค้าของรถแต่ละคันที่อยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูล Microsoft Office Access จะถูกเพิ่มเติมด้วยข้อมูลพิกัด X และพิกัด Y ซึ่งมีการจัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล Microsoft Office Access อยู่แล้ว และทำการจัดเก็บใหม่ในรูปแบบของ text file แยกออกเป็นของรถแต่ละคัน ซึ่งจะมีข้อมูลชื่อลูกค้า จำนวนสินค้า พิกัด X พิกัด Y ดังแสดงในภาพที่ 4.14 เพื่อให้ง่ายต่อการเรียกใช้ข้อมูลในการค้นหาเส้นทาง ระหว่างตำแหน่งลูกค้าแต่ละราย โดยรถทุกคันจะมีจุดเริ่มต้น ณ ศูนย์กระจายสินค้า (depot) เมื่อผู้ใช้ทำการเลือกรถคันที่ต้องการ ระบบจะเรียก shape file เส้นทางที่เก็บไว้ พร้อมกับเรียกใช้งาน text file ข้อมูลรายการส่งสินค้าของรถคันที่ต้องการ เพื่อทำการวิเคราะห์เส้นทาง และแสดงเส้นทางผ่านทาง Object MapControl ภายใต้อินเตอร์เฟซของโปรแกรมดังแสดงในภาพที่ 4.15 และ ภาพที่ 4.16

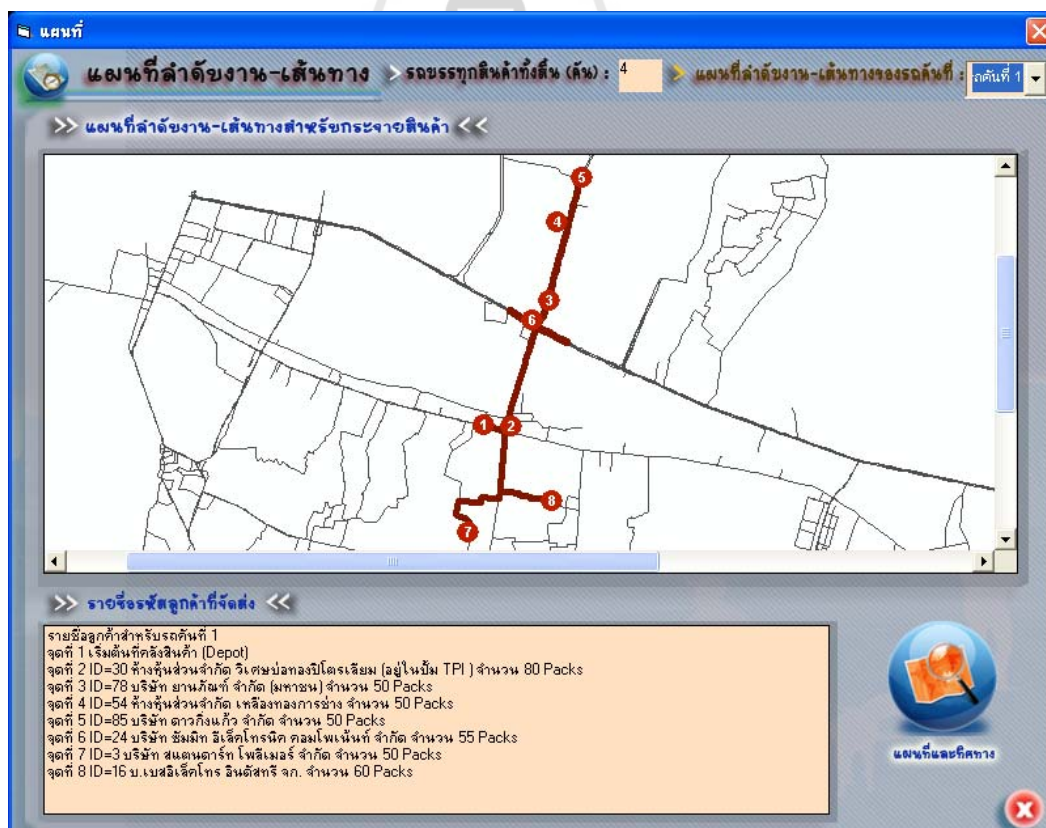


ภาพที่ 4.14 Text file สำหรับรถแต่ละคัน





ภาพที่ 4.15 Object MapControl สำหรับแสดงแผนที่



ภาพที่ 4.16 แสดงแผนที่เส้นทางผ่านทาง Object MapControl

## 4.4 ผลการทดสอบระบบ

### 4.4.1 ส่วนนำเข้าข้อมูล

จากการทดสอบโดยการกรอกข้อมูลในหน้าการสั่งซื้อสินค้าเพื่อตรวจสอบว่าระบบจะสามารถนำเข้าข้อมูลและส่งข้อมูลไปยังตารางที่ได้เตรียมไว้ในฐานข้อมูลหรือไม่ ดังแสดงความสัมพันธ์และการตรวจสอบความถูกต้องของการนำเข้าข้อมูลในภาพที่ 4.17 โดยผลการทดสอบพบว่า การนำเข้าข้อมูลสามารถส่งข้อมูลไปยังตารางที่เตรียมไว้ในฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

### 4.4.2 ส่วนการจัดเก็บข้อมูล

จากการทดสอบในส่วนของการจัดเก็บข้อมูลลูกค้า เพื่อตรวจสอบว่าการจัดเก็บข้อมูลนั้นมีความสอดคล้องกับส่วนนำเข้าข้อมูลลูกค้าหรือไม่ และผลจากการเรียกคืนข้อมูลให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือไม่ โดยผลการทดสอบพบว่า การจัดเก็บข้อมูลมีความสอดคล้องกับส่วนนำเข้าข้อมูล และเมื่อมีการเรียกคืนข้อมูลลูกค้าก็สามารถแสดงผลข้อมูลออกมาได้อย่างถูกต้อง ดังแสดงในภาพที่ 4.17

จากการทดสอบในส่วนของการจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ของตำแหน่งลูกค้าที่อยู่ในความรับผิดชอบของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน เพื่อการแสดงผลในรูปแบบของแผนที่ ได้มีการตรวจสอบว่าการจัดเก็บข้อมูลนั้นมีการจัดเก็บในรูปแบบของชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่และสามารถแสดงผลได้ถูกต้องสอดคล้องกันของชั้นข้อมูลต่าง ๆ หรือไม่ ผลการทดสอบพบว่าระบบมีการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถแสดงตำแหน่งได้สอดคล้องกันของทุกชั้นข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 4.18

The image illustrates the data flow in a Thai e-commerce system. It consists of several overlapping windows:

- Form1 (เพิ่มลูกค้า):** A form for adding a customer with fields for name, address, phone, and location. A dashed arrow points from this form to the database.
- Relationships - Microsoft Access:** A database window showing a table named 'Depot\_Customer' with fields: ID, CUST\_ID, CUST\_NAME, ADDRESS, TELEPHONE, ORDER\_CUST, ORDER\_DATE, ORDER\_TIME, ORDER\_PERIOD, X\_CO, Y\_CO, LOAD\_TIME, Anum, Abuild, Aroad, Atum, Aamp, and Aprov. A dashed arrow points from this table to the purchase order form.
- Depot\_Customer Table:** A data grid showing a record for customer ID 117 with fields: ID (121), CUST\_ID (117), CUST\_NAME (ลูกค้าที่ 117), ADDRESS (N/A), TELEPHONE (02-XXX-XXXX), ORDER\_CUST (D), ORDER\_DATE (N/A), and ORDER\_TIME (N/A).
- สั่งซื้อสินค้า (Purchase Order Form):** A form for placing an order, containing fields for customer name, address, phone, and order details. A dashed arrow points from the 'Depot\_Customer' table to this form.

Annotations in Thai:

- ส่งข้อมูลไปยังตารางที่เตรียมไว้ (Send data to the prepared table)
- บันทึกข้อมูลได้ถูกต้องตาม field ที่กำหนด (Data is recorded correctly according to the specified fields)
- ดึงข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูล โดยอาศัย ชื่อ หรือ รหัสลูกค้า (Retrieve data stored in the database using customer name or ID)

ภาพที่ 4.17 แสดงผลการทดสอบระบบในส่วนนำเข้าข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลลูกค้า



ภาพที่ 4.18 ข้อมูลตำแหน่งลูกค้า และการแสดงผล

#### 4.4.3 ส่วนการประมวลผลข้อมูล

ผลจากการทดสอบในส่วนของการประมวลผลข้อมูล เป็นการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมที่พัฒนา รายละเอียดของการทดสอบดังนี้

##### 1) การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมที่พัฒนา

เพื่อทดสอบความถูกต้องและการตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรมว่าสามารถทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบหรือไม่ โดยประเด็นที่ทำการทดสอบ ดังนี้

- การใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน ผลการทดสอบพบว่า การส่งค่าข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณของโปรแกรม เป็นชุดข้อมูลเดียวกันกับข้อมูลที่นำเข้าไปในหน้ารายการสั่งซื้อ แสดงว่าการส่งค่าข้อมูลเพื่อทำการคำนวณลำดับงานโดยใช้วิธีการอิวิริสติกส์แบบ Multi-seed points มีความถูกต้องตรงตามรายการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าในแต่ละวัน

- การทดสอบความถูกต้องของเส้นทาง ผลการทดสอบพบว่า โปรแกรมที่พัฒนาสามารถประมวลผลข้อมูลการจัดทิศทางการเดินรถ บริเวณจุดกลับรถ การห้ามเลี้ยว ห้ามเข้า ณ จุดต่าง ๆ และการเชื่อมต่อของโครงข่ายถนนในฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้อย่างถูกต้องตรงตามสภาพของเส้นทางจริง
- การทดสอบความถูกต้องในการเลือกเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุด ผลการทดสอบพบว่า โปรแกรมที่พัฒนาสามารถเลือกเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุดได้อย่างถูกต้อง โดยได้ทำการเทียบกับตาราง OD\_for\_Model ของจุดที่ทำการทดสอบเพื่อเป็นการตรวจสอบ
- การทดสอบความสามารถในการบรรทุกสินค้า ผลการทดสอบพบว่า โปรแกรมที่พัฒนาสามารถทำการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดของความสามารถในการบรรทุกของรถที่ 400 แพคหรือ 3.6 ตัน ซึ่งตรวจสอบได้จากการติดตามดูการส่งค่าของตัวแปรในโปรแกรม VisualBasic6
- การทดสอบความถูกต้องของการแบ่งช่วงการกระจายสินค้า ผลการทดสอบพบว่า โปรแกรมที่พัฒนาสามารถส่งค่าตัวแปรช่วงเวลารับสินค้าของลูกค้าจากฐานข้อมูลการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละวันเพื่อนำไปคำนวณหาลำดับงานได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากรายการสรุปการสั่งซื้อสินค้า

#### 4.4.4 ส่วนการแสดงผล

ผลการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาในส่วนของการแสดงผลพบว่า การทำงานในส่วนแสดงผลทั้งทางจอภาพและทางเครื่องพิมพ์ สามารถแสดงผลลัพธ์ออกมาได้อย่างถูกต้อง โดยสามารถแสดงผลลัพธ์อื่นได้แก่ ลำดับงานและเส้นทางที่เหมาะสมระหว่างคลังสินค้า-ลูกค้า และลูกค้า-ลูกค้า ดังแสดงในภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.19 ผลลัพธ์ของส่วนการแสดงผล

#### 4.5 การทดสอบระบบกับกรณีศึกษา

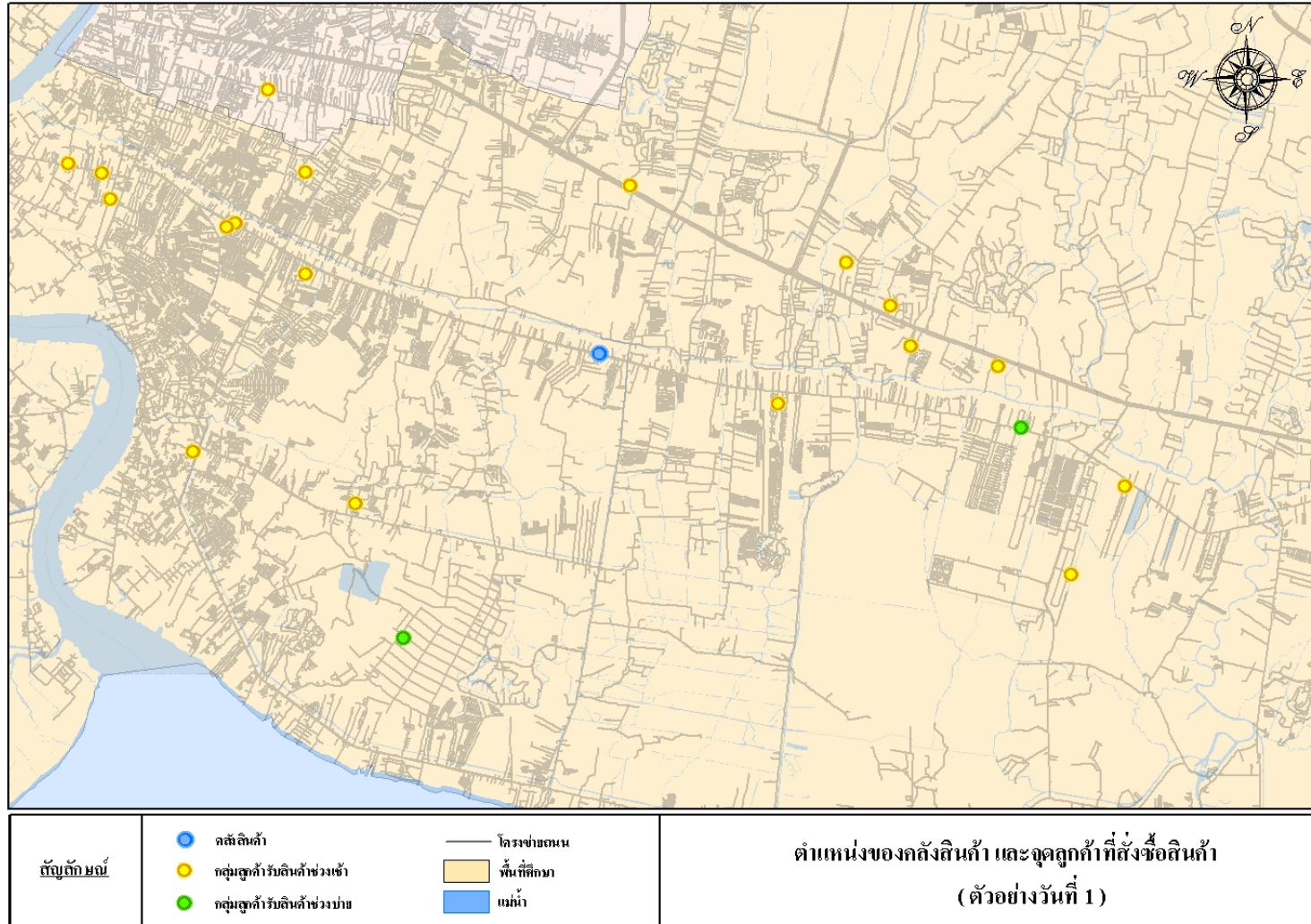
การดำเนินการในการทดสอบการทำงานของระบบ เป็นการนำผลลัพธ์การจัดลำดับส่งสินค้า และจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นกับแบบเดิมมาทำการเปรียบเทียบเพื่อดูความแตกต่างในเกณฑ์ด้านต่าง ๆ โดยขั้นตอนของการดำเนินการเพื่อทำการวิเคราะห์ผลของระบบประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การจำลองเหตุการณ์การจัดลำดับงาน-เส้นทางการกระจายสินค้า การประมวลผลของระบบ การเปรียบเทียบผลลัพธ์และการประเมินการใช้งาน

##### 4.5.1 การจำลองเหตุการณ์การจัดลำดับงาน-เส้นทางการกระจายสินค้า

เนื่องจากต้องทำการประมวลผลของระบบโดยใช้ข้อมูลเดิมของกรณีศึกษา จึงจำเป็นต้องทำการจำลองเหตุการณ์ของค่าปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสอดคล้องในการประมวลผลของระบบ อันได้แก่ ข้อมูลรายชื่อลูกค้า ตำแหน่งที่ตั้ง ปริมาณการสั่งซื้อ ช่วงเวลาในการต้องการสินค้า เป็นต้น โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลตัวอย่างการสั่งซื้อสินค้าและข้อมูลการจัดส่งสินค้าของกรณีศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 7 ตัวอย่าง เพื่อนำมาใช้เป็นตัวอย่างข้อมูลเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากระบบที่ทำการพัฒนาขึ้น ซึ่งข้อมูลทั้ง 7 ตัวอย่างนี้สามารถใช้เป็นตัวแทนการดำเนินงานตามปกติทั่วไปได้ โดยขอยกตัวอย่างการจำลองเหตุการณ์การจัดลำดับงาน-เส้นทางการกระจายสินค้าของข้อมูลกรณีศึกษาตัวอย่างวันที่ 1 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.20 ส่วนรายละเอียดของตัวอย่างวันอื่น ๆ ได้นำเสนอไว้ในภาคผนวก ค

ตารางที่ 4.8 รายการจัดส่งสินค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 1

ลำดับที่	รหัสลูกค้า	ปริมาณการสั่งซื้อ		เวลาในการขนถ่าย	
		(แพ็ค)	(ตัน)	สินค้า (นาท)	ช่วงเวลารับสินค้า
1	29	80	0.72	32	08:00 - 12:00 น.
2	68	125	1.125	50	08:00 - 12:00 น.
3	43	60	0.54	24	08:00 - 12:00 น.
4	89	115	1.035	46	13:00 - 17:00 น.
5	95	56	0.504	22.4	08:00 - 12:00 น.
6	99	60	0.54	24	08:00 - 12:00 น.
7	27	65	0.585	26	08:00 - 12:00 น.
8	65	155	1.395	62	08:00 - 12:00 น.
9	19	78	0.702	31.2	08:00 - 12:00 น.
10	72	50	0.45	20	13:00 - 17:00 น.
11	77	56	0.504	22.4	08:00 - 12:00 น.
12	36	60	0.54	24	08:00 - 12:00 น.
13	88	50	0.45	20	08:00 - 12:00 น.
14	48	68	0.612	27.2	08:00 - 12:00 น.
15	22	60	0.54	24	08:00 - 12:00 น.
16	87	55	0.495	22	08:00 - 12:00 น.
17	55	80	0.72	32	08:00 - 12:00 น.
18	93	50	0.45	20	08:00 - 12:00 น.
19	97	50	0.45	20	08:00 - 12:00 น.
20	8	62	0.558	24.8	08:00 - 12:00 น.



ภาพที่ 4.20 ตำแหน่งจุดตุ๊กค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 1



#### 4.5.2 การประมวลผลของระบบ

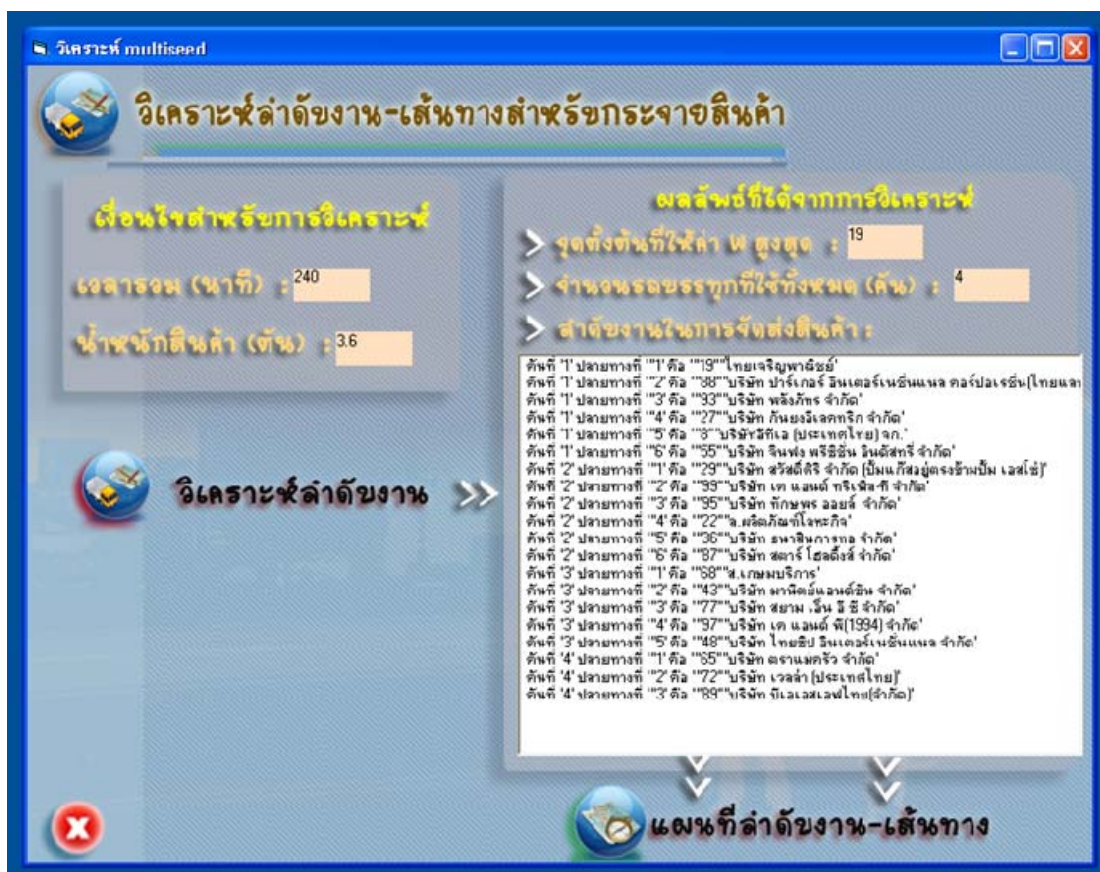
ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของระบบที่พัฒนาขึ้น จะให้รายละเอียดของลำดับงาน และแนวเส้นทางการเดินทางของรถบรรทุกสินค้าแต่ละคัน เพื่อทำการกระจายสินค้าจากคลังสินค้าไปยังจุดลูกค้าต่าง ๆ โดยรายละเอียดของผลการวิเคราะห์นั้น ขอยกตัวอย่างการประมวลผลของการจัดส่งสินค้าทั้งหมดของข้อมูลกรณีศึกษาตัวอย่างวันที่ 1 (อ้างอิงกับข้อมูลจากตารางที่ 4.8) ส่วนรายละเอียดของผลการวิเคราะห์วันอื่น ๆ ได้นำเสนอไว้ในภาคผนวก ง

การประมวลผลของระบบที่พัฒนาประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ๆ อยู่ 3 ขั้นตอนคือ การนำเข้าข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลลำดับงานแบบ Multi-seed points และการแสดงผล โดยมีรายละเอียดของส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) การนำเข้าข้อมูล เป็นการนำเข้าข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ของระบบ ได้แก่ ชื่อลูกค้า ชื่อรหัสลูกค้า ปริมาณสั่งซื้อสินค้า วันที่สั่งซื้อสินค้า ช่วงเวลาที่ต้องการสินค้า โดยรายละเอียดของการนำเข้าข้อมูลของตัวอย่างวันที่ 1 ดังแสดงในภาพที่ 4.21

ภาพที่ 4.21 การนำเข้าข้อมูลของตัวอย่างวันที่ 1

2) การวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points เป็นการนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากหัวข้อ 4.5.1 มาวิเคราะห์หาลำดับงานที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยผลจากการวิเคราะห์ของระบบที่พัฒนา พบว่า Seed point ของลูกค้ำรหัส 19 เป็น Seed point ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ดังแสดงในภาพที่ 4.22 และตารางที่ 4.9 โดยมีรายละเอียดการจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคัน ดังแสดงในตารางที่ 4.16



ภาพที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points

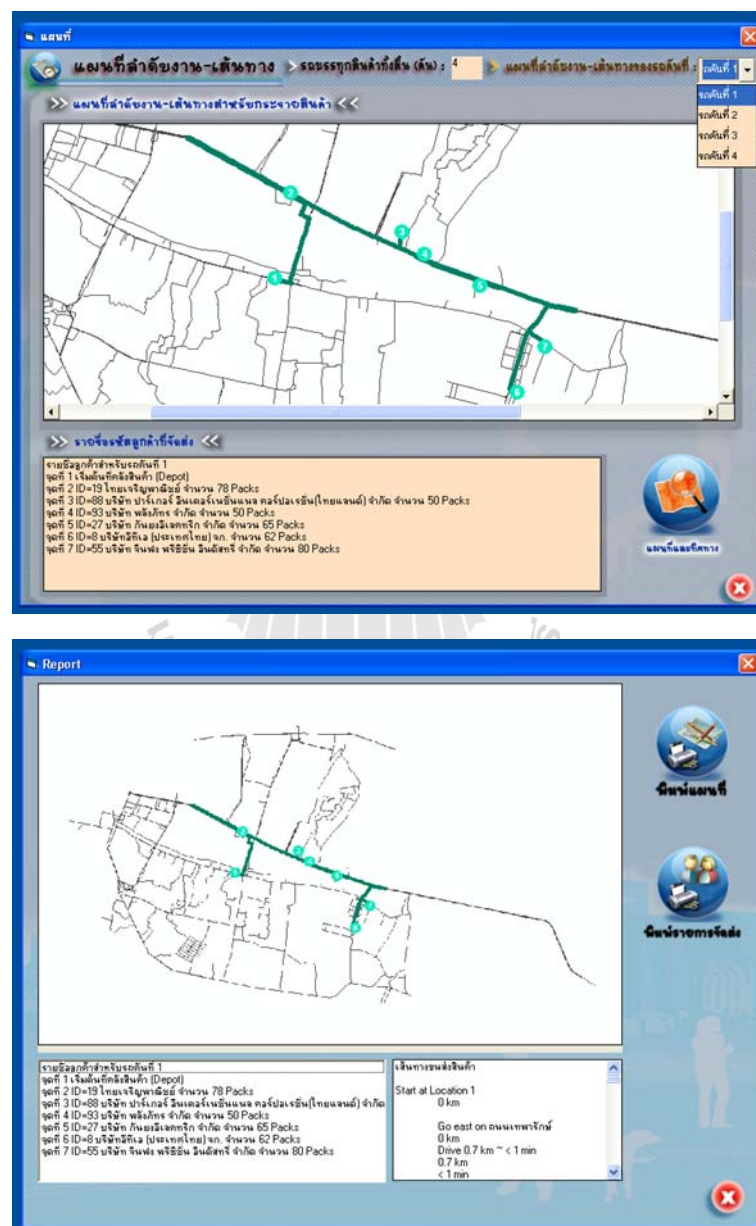
ตารางที่ 4.9 ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบที่พัฒนา (ตัวอย่างวันที่ 1)

รหัสลูกค้า	ผลรวมอัตรา การกระจายสินค้า	จำนวนรถบรรทุก (คัน)	ค่าเฉลี่ยอัตรา การกระจายสินค้า
19	0.341090212024987	4	0.085272553
88	0.337463075781011	4	0.084365769
36	0.333881750631412	4	0.083470438
95	0.332879473566239	4	0.083219868
97	0.332648874824764	4	0.083162219
77	0.332554479737289	4	0.083138620
65	0.331753687502965	4	0.082938422
48	0.331746359250313	4	0.082936590
68	0.331387801550963	4	0.082846950
22	0.330831265141836	4	0.082707816
43	0.330432940640900	4	0.082608235
55	0.330230861826754	4	0.082557715
93	0.330001522031077	4	0.082500381
29	0.329813550339637	4	0.082453388
87	0.329422289072570	4	0.082355572
99	0.324103294355763	4	0.081025824
27	0.324079612052044	4	0.081019903
8	0.319578413115597	4	0.079894603

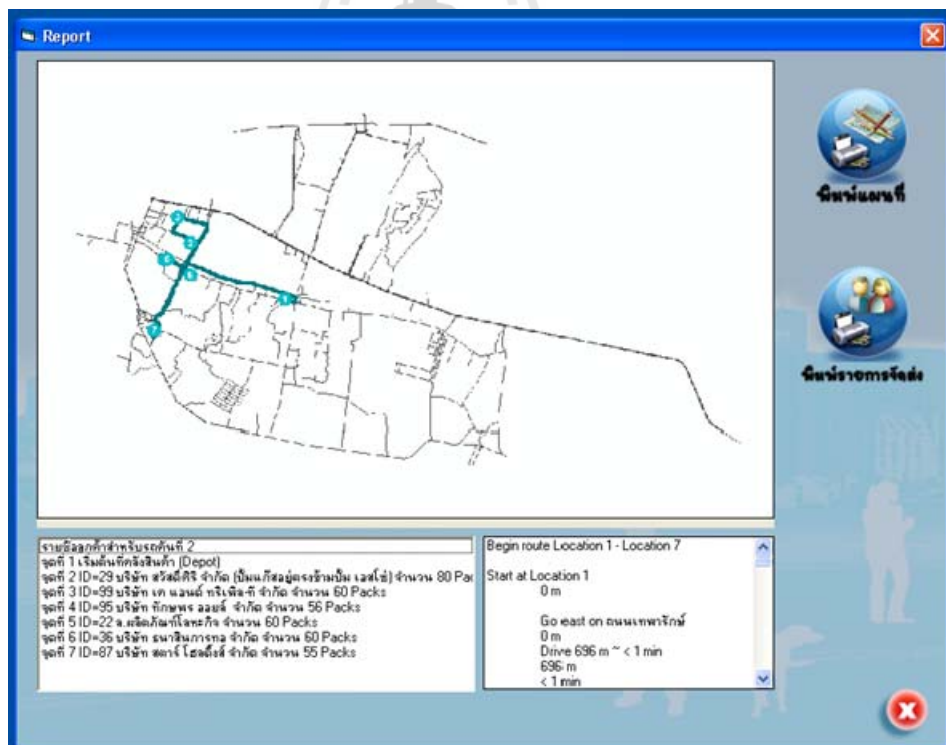
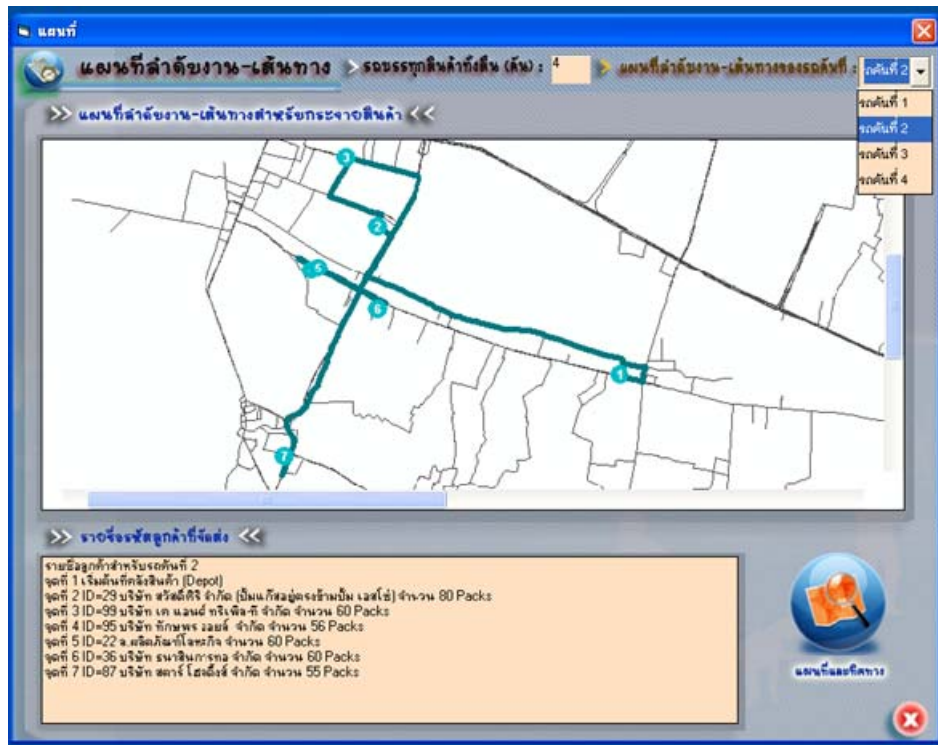
**ตารางที่ 4.10** ผลลัพธ์การจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคันของ Seed point ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด

รถคันที่	ตำแหน่ง เริ่มต้น	ตำแหน่ง ปลายทาง	เวลาในการเดินทาง (นาที)	เวลาในการขนถ่ายสินค้า (นาที)	เวลารวมทั้งหมด (นาที)	ปริมาณสินค้าจัดส่ง (ตัน)	อัตราการกระจายสินค้า (ตัน/นาที)	เวลาที่ใช้ทั้งหมดใน การกระจายสินค้า (นาที)	ปริมาณสินค้า ทั้งหมดที่จัดส่ง (ตัน)
1	คลังสินค้า	19	16.08	31.2	47.28	0.702	0.014847716	203.82	3.465
	19	88	6.11	20	26.11	0.45	0.017234776		
	88	93	1.89	20	21.89	0.45	0.020557332		
	93	27	4.74	26	30.74	0.585	0.019030579		
	27	8	16.68	24.8	41.48	0.558	0.013452266		
	8	55	4.32	32	36.32	0.72	0.019823789		
2	คลังสินค้า	29	12.46	32	44.46	0.72	0.016194332	185.86	3.339
	29	99	3.79	24	27.79	0.54	0.01943145		
	99	95	8.2	22.4	30.6	0.504	0.016470588		
	95	22	1.45	24	25.45	0.54	0.021218075		
	22	36	2.89	24	26.89	0.54	0.020081815		
	36	87	8.67	22	30.67	0.495	0.01613955		
3	คลังสินค้า	68	16.58	50	66.58	1.125	0.016896966	202.22	3.231
	68	43	1.64	24	25.64	0.54	0.021060842		
	43	77	8.92	22.4	31.32	0.504	0.016091954		
	77	97	15.37	20	35.37	0.45	0.012722646		
	97	48	16.11	27.2	43.31	0.612	0.014130686		
4	คลังสินค้า	65	18.31	62	80.31	1.395	0.017370191	183.23	2.88
	65	72	13.54	20	33.54	0.45	0.013416816		
	72	89	23.38	46	69.38	1.035	0.014917844		

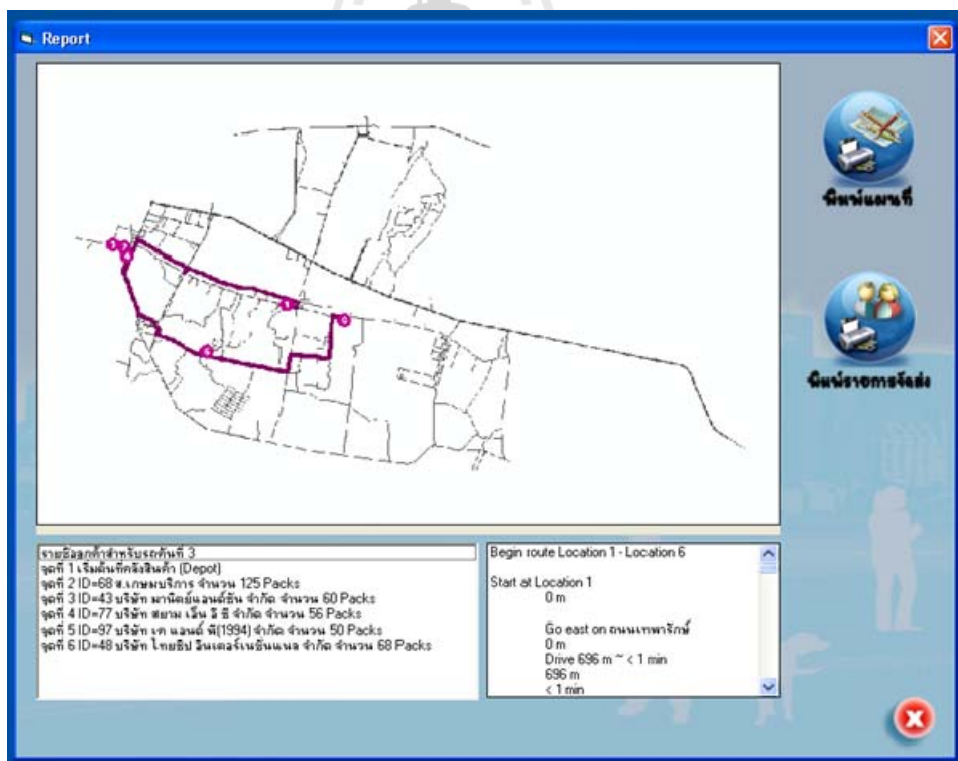
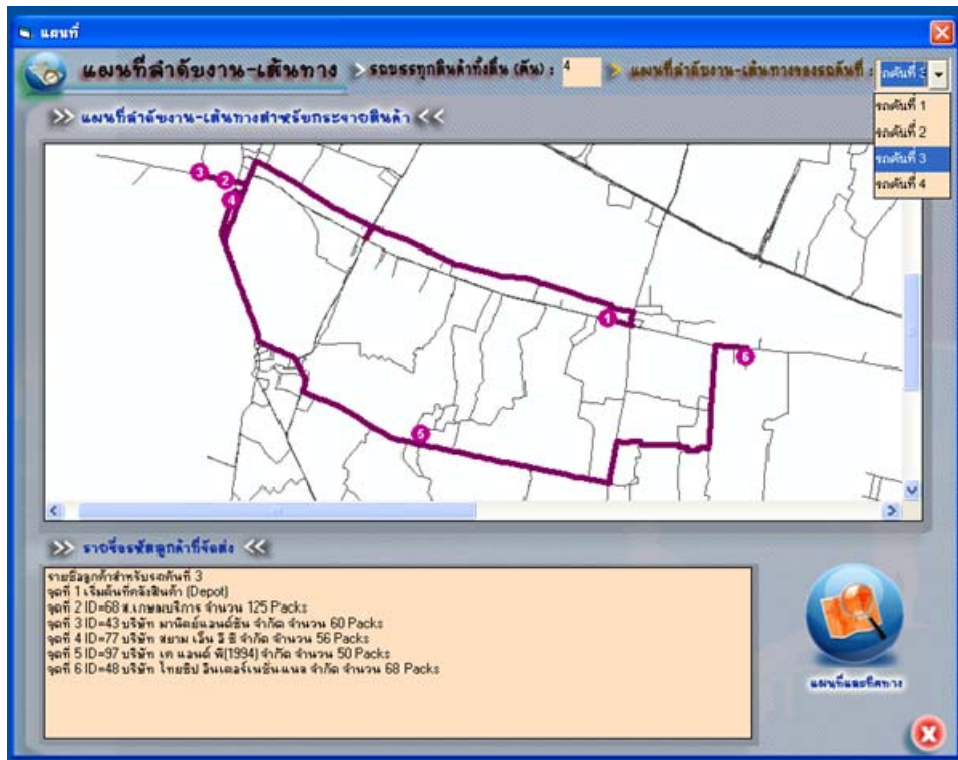
3) การแสดงผล เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points เพื่อนำเสนอในรูปแบบแผนที่ และรายงานผลการจัดส่งสินค้าของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน ซึ่งจากผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ของระบบที่พัฒนาของตัวอย่างวันที่ 1 พบว่า รถที่ใช้ทั้งหมดเพื่อกระจายสินค้าจำนวน 4 คัน ดังนั้นรูปแบบของการแสดงผลในรูปแบบแผนที่และรายงานผลการจัดส่งสินค้าทั้งหมดจะแบ่งออกเป็น 4 ชุดเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการจัดส่งสินค้าให้กับพนักงานขับรถแต่ละคัน โดยรายละเอียดของการแสดงผลของระบบดังแสดงในภาพที่ 4.28 ถึง ภาพที่ 4.31



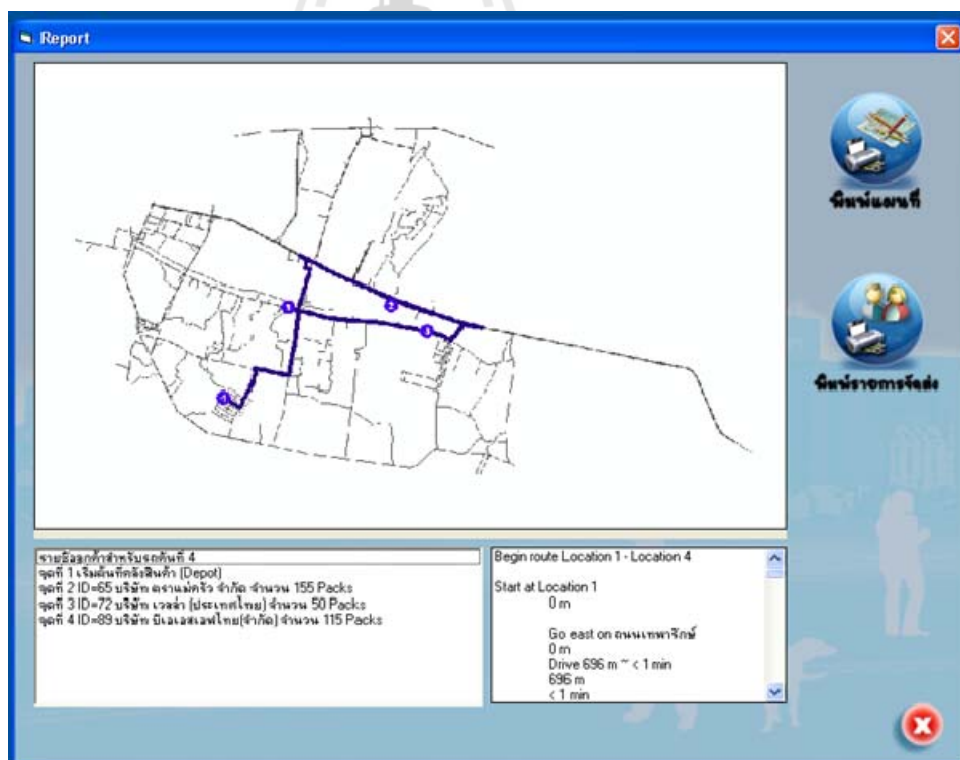
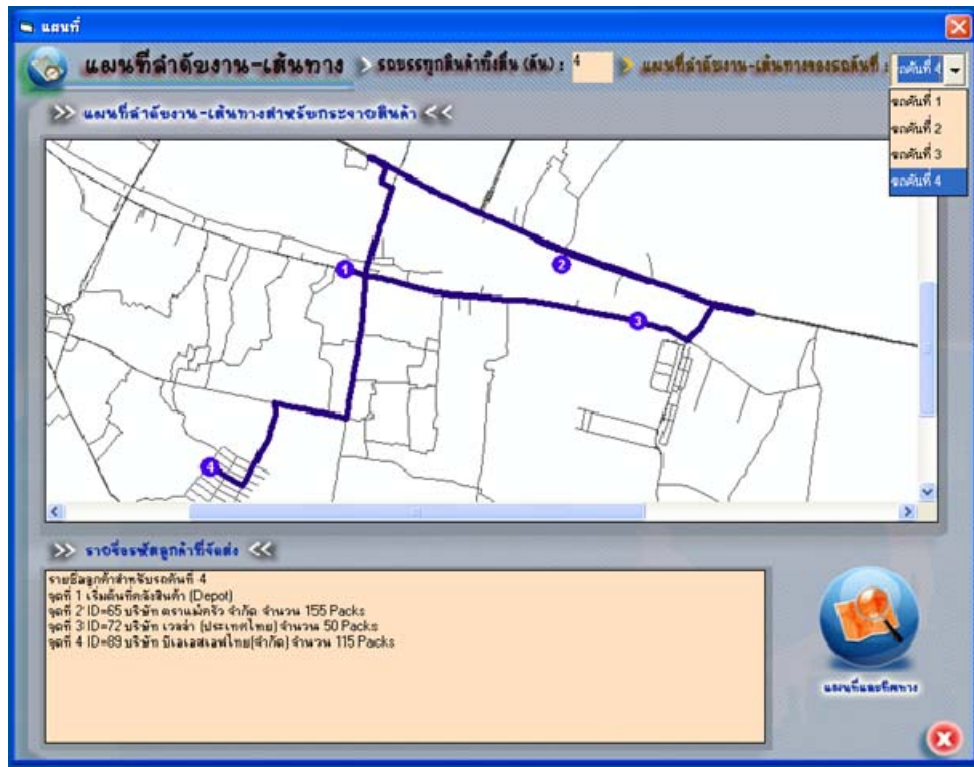
ภาพที่ 4.23 การแสดงผลชุดข้อมูลการกระจายสินค้าของรถขนส่งสินค้า คันที่ 1



ภาพที่ 4.24 การแสดงผลชุดข้อมูลการกระจายสินค้าของรถขนส่งสินค้า คันที่ 2



ภาพที่ 4.25 การแสดงผลชุดข้อมูลการกระจายสินค้าของรถขนส่งสินค้า คันที่ 3



ภาพที่ 4.26 การแสดงผลชุดข้อมูลการกระจายสินค้าของรถขนส่งสินค้า คันที่ 4



### 4.5.3 การเปรียบเทียบผลลัพธ์

ในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลลัพธ์การจัดลำดับงานและการกระจายสินค้าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระบบที่ทำการพัฒนาขึ้นกับที่ได้จากรูปแบบเดิมของกรณีศึกษาได้ใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาได้แก่จำนวนรถขนส่งสินค้าที่ใช้ในการกระจายสินค้าจำนวนของงานและลำดับงานในการขนส่งสินค้าของรถแต่ละคันเวลาที่ใช้ในการเดินทางทั้งหมดความรวดเร็วในการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าและความสะดวกเข้าใจง่ายในการกระจายสินค้าไปยังลูกค้าแต่ละจุด เช่น แผนที่แสดงทิศทางการเดินทางและรายละเอียดการจัดส่งของแต่ละจุด โดยรายละเอียดของผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละวัน ดังแสดงในตารางที่ 4.11 ถึง ตารางที่ 4.17

**ตารางที่ 4.11** ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดส่งสินค้าทั้งหมดในแต่ละวิธีของตัวอย่างวันที่ 1

วิธีการจัดลำดับงาน-เส้นทางเดินรถโดยวิธีรูปแบบเดิม				วิธีการจัดลำดับงาน-เส้นทางเดินรถโดยระบบที่พัฒนาแบบ Multi-seed points			
รถขนส่งสินค้า (คันที่)	ลำดับงานจัดส่งสินค้า	ปริมาณสินค้า (ตัน)	เวลาทั้งหมดในการจัดส่ง (นาที)	รถขนส่งสินค้า (คันที่)	ลำดับงานจัดส่งสินค้า	ปริมาณสินค้า (ตัน)	เวลาทั้งหมดในการจัดส่ง (นาที)
1	ID_36 - 29 - 22 - 95	2.304	150	1	ID_19 - 88 - 93 - 27 - 8 - 55	3.465	203.82
2	ID_99 - 77 - 68 - 43	2.709	180	2	ID_29 - 99 - 95 - 22 - 36 - 87	3.339	185.86
3	ID_87 - 97 - 89	1.980	140	3	ID_68 - 43 - 77 - 97 - 48	3.231	202.22
4	ID_19 - 88 - 93 - 65 - 27	3.582	235	4	ID_65 - 72 - 89	2.880	183.23
5	ID_48 - 72 - 55 - 8	2.340	150				
	<b>รวม</b>	<b>12.915</b>	<b>855</b>		<b>รวม</b>	<b>12.915</b>	<b>775</b>

**ตารางที่ 4.12** ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดส่งสินค้าทั้งหมดในแต่ละวิธีของตัวอย่างวันที่ 2

วิธีการจัดลำดับงาน-เส้นทางเดินรถโดยวิธีรูปแบบเดิม				วิธีการจัดลำดับงาน-เส้นทางเดินรถโดยระบบที่พัฒนาแบบ Multi-seed points			
รถขนส่งสินค้า (คันที่)	ลำดับงานจัดส่งสินค้า	ปริมาณสินค้า (ตัน)	เวลาทั้งหมดในการจัดส่ง (นาที)	รถขนส่งสินค้า (คันที่)	ลำดับงานจัดส่งสินค้า	ปริมาณสินค้า (ตัน)	เวลาทั้งหมดในการจัดส่ง (นาที)
1	ID_84 - 1 - 20 - 47	2.115	165	1	ID_26 - 7 - 10 - 15 - 91 - 35	3.393	209.58
2	ID_31 - 92 - 91 - 35 - 17	3.231	235	2	ID_3 - 102 - 104 - 80 - 38 - 20 - 1	3.420	209.09
3	ID_26 - 7 - 10 - 15	2.115	155	3	ID_47 - 84 - 105 - 101 - 31	3.600	239.40
4	ID_80 - 102 - 101 - 104	2.430	165	4	ID_13 - 50 - 92 - 17	2.133	138.35
5	ID_105 - 3 - 38 - 50 - 13	2.655	175				
	<b>รวม</b>	<b>12.546</b>	<b>895</b>		<b>รวม</b>	<b>12.546</b>	<b>796</b>

ตารางที่ 4.13 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดส่งสินค้าทั้งหมดในแต่ละวิธีของตัวอย่างวันที่ 3

วิธีการจัดลำดับงาน-เส้นทางเดินรถโดยวิธีรูปแบบเดิม				วิธีการจัดลำดับงาน-เส้นทางเดินรถโดยระบบที่พัฒนา			
				แบบ Multi-seed points			
รถขนส่ง สินค้า (คันที่)	ลำดับงานจัดส่งสินค้า	ปริมาณ สินค้า (ตัน)	เวลา ทั้งหมด ในการจัดส่ง (นาที)	รถขนส่ง สินค้า (คันที่)	ลำดับงานจัดส่งสินค้า	ปริมาณ สินค้า (ตัน)	เวลา ทั้งหมด ในการ จัดส่ง (นาที)
1	ID_2 - 78 - 85 - 27 - 46 - 107	3.024	260	1	ID_26 - 7 - 10 - 15 - 91 - 35	3.438	200.86
2	ID_ID_32 - 34 - 51 - 12 - 14	3.420	215	2	ID_3 - 102 - 104 - 80 - 38 - 20	3.474	207.40
3	ID_97 - 71 - 70 - 41 - 39	2.403	175	3	ID_47 - 84 - 105 - 101 - 31	3.105	205.79
4	ID_57 - 56 - 81 - 44 - 28 - 25	2.970	200	4	ID_13 - 50 - 92 - 17	1.800	105.35
	รวม	11.817	850		รวม	11.817	719

ตารางที่ 4.14 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดส่งสินค้าทั้งหมดในแต่ละวิธีของตัวอย่างวันที่ 4

วิธีการจัดลำดับงาน-เส้นทางเดินรถโดยวิธีรูปแบบเดิม				วิธีการจัดลำดับงาน-เส้นทางเดินรถโดยระบบที่พัฒนา			
				แบบ Multi-seed points			
รถขนส่ง สินค้า (คันที่)	ลำดับงานจัดส่งสินค้า	ปริมาณ สินค้า (ตัน)	เวลา ทั้งหมด ในการ จัดส่ง (นาที)	รถขนส่ง สินค้า (คันที่)	ลำดับงานจัดส่งสินค้า	ปริมาณ สินค้า (ตัน)	เวลา ทั้งหมด ในการ จัดส่ง (นาที)
1	ID_108 - 103 - 64 - 63	2.070	145	1	ID_63 - 64 - 103 - 108 - 66 - 16 - 45	3.420	202.44
2	ID_94 - 40 - 58 - 42	2.115	150	2	ID_30 - 37 - 21 - 94 - 24 - 18 - 62	3.600	202.33
3	ID_30 - 37 - 21 - 66 - 16	2.385	140	3	ID_58 - 9 - 5 - 11 - 6 - 23	3.330	214.87
4	ID_45 - 5 - 6 - 9 - 11	2.610	175	4	ID_42 - 40	0.900	61.54
5	ID_23 - 24 - 18 - 62	2.070	145		รวม	11.250	681
	รวม	11.250	755				

ตารางที่ 4.15 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดส่งสินค้าทั้งหมดในแต่ละวิธีของตัวอย่างวันที่ 5

วิธีการจัดลำดับงาน-เส้นทางเดินรถโดยวิธีรูปแบบเดิม				วิธีการจัดลำดับงาน-เส้นทางเดินรถโดยระบบที่พัฒนา			
				แบบ Multi-seed points			
รถขนส่ง สินค้า (คันที่)	ลำดับงานจัดส่งสินค้า	ปริมาณ สินค้า (ตัน)	เวลา ทั้งหมด ในการ จัดส่ง (นาที)	รถขนส่ง สินค้า (คันที่)	ลำดับงานจัดส่งสินค้า	ปริมาณ สินค้า (ตัน)	เวลา ทั้งหมด ในการ จัดส่ง (นาที)
1	ID_4 - 107 - 89 - 82 - 68	3.015	210	1	ID_59 - 36 - 22 - 68 - 82 - 89 - 4	3.555	212.89
2	ID_36 - 59 - 22 - 29 - 53	2.520	165	2	ID_79 - 93 - 67 - 33 - 73 - 72 - 96	3.537	202.56
3	ID_19 - 98 - 76 - 67 - 79	3.375	225	3	ID_19 - 107 - 76 - 98 - 90	3.375	212.89
4	ID_33 - 73 - 96 - 72 - 55 - 90 - 93	3.402	265	4	ID_55 - 27 - 53 - 29	1.845	128.07
	รวม	12.312	865		รวม	12.312	756

**ตารางที่ 4.16** ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดส่งสินค้าทั้งหมดในแต่ละวิธีของตัวอย่างวันที่ 6

วิธีการจัดลำดับงาน-เส้นทางเดินรถโดยวิธีรูปแบบเดิม				วิธีการจัดลำดับงาน-เส้นทางเดินรถโดยระบบที่พัฒนาแบบ Multi-seed points			
รถขนส่ง สินค้า (คันที่)	ลำดับงานจัดส่งสินค้า	ปริมาณ สินค้า (ตัน)	เวลา ทั้งหมด ในการ จัดส่ง (นาที)	รถขนส่ง สินค้า (คันที่)	ลำดับงานจัดส่งสินค้า	ปริมาณ สินค้า (ตัน)	เวลา ทั้งหมด ในการ จัดส่ง (นาที)
1	ID_106 - 102 - 104 - 80 - 97 - 52	3.240	210	1	ID_1 - 20 - 43 - 99 - 50 - 100	3.285	191.79
2	ID_1 - 20 - 99 - 43 - 47	2.970	200	2	ID_10 - 35 - 15 - 8 - 26 - 48 - 52	3.420	218.93
3	ID_88 - 26 - 8 - 10 - 35 - 15	3.150	235	3	ID_75 - 38 - 106 - 102 - 104 - 88	3.285	192.92
4	ID_75 - 48 - 100 - 83 - 38 - 50 - 13	3.195	195	4	ID_83 - 13 - 97 - 80 - 47	2.565	170.40
รวม		12.555	840	รวม		12.555	774

**ตารางที่ 4.17** ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดส่งสินค้าทั้งหมดในแต่ละวิธีของตัวอย่างวันที่ 7

วิธีการจัดลำดับงาน-เส้นทางเดินรถโดยวิธีรูปแบบเดิม				วิธีการจัดลำดับงาน-เส้นทางเดินรถโดยระบบที่พัฒนาแบบ Multi-seed points			
รถขนส่ง สินค้า (คันที่)	ลำดับงานจัดส่งสินค้า	ปริมาณ สินค้า (ตัน)	เวลา ทั้งหมด ในการ จัดส่ง (นาที)	รถขนส่ง สินค้า (คันที่)	ลำดับงานจัดส่งสินค้า	ปริมาณ สินค้า (ตัน)	เวลา ทั้งหมด ในการ จัดส่ง (นาที)
1	ID_3 - 63 - 41 - 95 - 28 - 39	3.015	249	1	ID_30 - 78 - 54 - 85 - 24 - 3 - 16	3.555	195.62
2	ID_30 - 24 - 92 - 78 - 54 - 85	3.105	198	2	ID_6 - 91 - 51 - 14 - 12 - 49	3.285	195.31
3	ID_37 - 16 - 45 - 49 - 6 - 9	3.195	195	3	ID_37 - 92 - 95 - 41 - 63 - 28	3.060	187.20
4	ID_91 - 12 - 14 - 51 - 34	2.700	198	4	ID_9 - 34 - 45 - 39	146.61	2.115
รวม		12.015	840	รวม		12.015	724.74

จากผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 4.11 ถึง ตารางที่ 4.17 สามารถเปรียบเทียบผลลัพธ์ความแตกต่างในการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้านี้ระหว่างวิธีการรูปแบบเดิมกับระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นได้ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าระหว่างวิธีการรูปแบบเดิมกับระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น

เกณฑ์ในการพิจารณา	รูปแบบเดิม	ระบบที่ได้ทำการพัฒนา (Multi-seed points + NA)
1. จำนวนรถขนส่งสินค้า	จำนวนรถขนส่งสินค้าที่ใช้จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้าเป็นหลัก เนื่องจากวิธีการจัดรูปแบบเดิมนั้นจะจัดสรรโดยอ้างอิงกับที่อยู่ของลูกค้าเป็นเกณฑ์ ซึ่งหากตำแหน่งลูกค้าในแต่ละวันกระจายกันอยู่ในโซนเดียวกัน ก็จะมีจำนวนรถที่เท่ากับระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น แต่ถ้าหากตำแหน่งของลูกค้าอยู่กันคนละโซน จำนวนรถขนส่งสินค้าก็จะมีจำนวนที่มากกว่าการจัดโดยระบบที่ได้ทำการพัฒนา	ในกรณีที่ตำแหน่งลูกค้ากระจายตัวรอบ ๆ พื้นที่ จำนวนรถขนส่งสินค้ามีจำนวนที่น้อยกว่าการวิเคราะห์รูปแบบเดิม แต่ถ้าตำแหน่งลูกค้ากระจายตัวอยู่ในโซนเดียวกันจำนวนรถขนส่งสินค้าจะมีจำนวนเท่ากัน
2. จำนวนงานในการขนส่งสินค้า	ในกรณีที่การสั่งซื้อสินค้ามีปริมาณที่พอดีกับความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่งสินค้า จำนวนของงานที่จัดส่งจะเท่ากันหรือใกล้เคียงกับระบบที่ได้ทำการพัฒนา แต่เมื่อปริมาณการสั่งซื้อสินค้าไม่พอดีกับความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่งสินค้าจำนวนงานในการขนส่งสินค้าที่สามารถส่งได้จะมีปริมาณที่มากกว่างานที่วิเคราะห์ด้วยระบบที่ได้พัฒนาขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการจัดรูปแบบเดิมนั้นสามารถนำความยืดหยุ่น โดยการต่อรอง หรือเจรจาเกี่ยวกับลูกค้าเพื่อเพิ่มจำนวนสินค้าในการจัดส่งสินค้าได้	จำนวนงานในการขนส่งสินค้าที่ส่งได้มีจำนวนที่เท่ากับงานขนส่งสินค้าที่วิเคราะห์ด้วยวิธีรูปแบบเดิม โดยที่รถขนส่งสินค้าเกือบทุกคันจะมีปริมาณสินค้าที่บรรทุกใกล้เคียงกับความสามารถสูงสุดในการบรรทุกสินค้าของรถ และส่งได้ครบตามจำนวนความต้องการสินค้าของลูกค้า แต่จะมีประเด็นปัญหาในเรื่องการบรรจุสินค้าไม่เต็มคันรถในกรณีที่มีจำนวนคำสั่งซื้อไม่พอดีกับความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่งสินค้า

ตารางที่ 4.18 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าระหว่างวิธีการรูปแบบเดิมกับระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น (ต่อ)

เกณฑ์ในการพิจารณา	รูปแบบเดิม	ระบบที่ได้ทำการพัฒนา (Multi-seed points + NA)
3. เวลาที่ใช้ในการกระจายสินค้าทั้งหมด	เมื่อมีจำนวนงานขนส่งสินค้าเท่ากันเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าจะใช้เวลามากกว่าระบบที่ได้ทำการพัฒนา	เมื่อมีจำนวนงานขนส่งสินค้าเท่ากันเวลาที่ใช้ในการกระจายสินค้าไปยังลูกค้าทั้งหมดจะใช้เวลาน้อยกว่าวิธีการรูปแบบเดิม
4. ความรวดเร็วในการวิเคราะห์ลำดับงาน-จัดเส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า	ใช้เวลาในการวิเคราะห์ลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าประมาณ 1-1.5 ชั่วโมง และใช้เวลาเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีปริมาณการสั่งซื้อสินค้าที่มากขึ้น	ใช้เวลาในการวิเคราะห์ลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าประมาณ 10-20 นาทีและใช้เวลาเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีปริมาณการสั่งซื้อสินค้าที่มากขึ้น
5. แผนที่แสดงทิศทางการเดินทางและรายละเอียดการจัดส่งสินค้าของแต่ละจุด	ไม่มีรายงานในส่วนของลำดับงานและเส้นทางที่ใช้ในการกระจายสินค้าให้กับรถบรรทุกทุกสินค้าแต่ละคันมีเพียงใบงานที่พนักงานจัดเส้นทางมอบหมายให้พนักงานขับรถขนส่งสินค้าเดินทางตามงานที่ต้องขนส่งเท่านั้น โดยการเดินทางขนส่งสินค้าของพนักงานจะอาศัยความชำนาญและการตัดสินใจของพนักงานขับรถในการเลือกใช้เส้นทางขนส่งสินค้าเองส่งผลให้ใช้เวลามากเกินจำเป็นและบางครั้งส่งผลทำให้ส่งสินค้าไม่ทันกำหนดเวลา	มีรายงานในส่วนของลำดับงานและเส้นทางที่ใช้ในการกระจายสินค้าให้กับรถบรรทุกทุกสินค้าแต่ละคันในรูปแบบของรายงาน แผนที่และทิศทางในการเดินทางสู่ลูกค้าแต่ละราย เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเดินทางแก่พนักงานขับรถให้ไปถึงที่หมายได้รวดเร็ว และจัดส่งสินค้าได้อย่างถูกต้องและตรงตามกำหนดเวลาที่ลูกค้าต้องการ

#### 4.5.4 การประเมินผลการใช้งาน

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานจากผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น โดยให้ผู้ใช้งานหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบงานเป็นผู้ตรวจสอบและให้ความเห็นในส่วนของความแตกต่างของผลลัพธ์ที่ได้จากระบบที่ได้ทำการพัฒนากับรูปแบบการวิเคราะห์รูปแบบเดิมของบริษัทกรณีศึกษา โดยถ้าผลลัพธ์ที่ได้มีความใกล้เคียงกันหรือให้ค่าที่ดีกว่าการวิเคราะห์โดยใช้รูปแบบเดิมถือว่าระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในสภาพการใช้งานจริง การประเมินผลของผู้ใช้งานจะทำการประเมินตั้งแต่การนำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า การวิเคราะห์ลำดับงานและการจัดเส้นทางในการกระจายสินค้า โดยการประเมินจะให้ผู้ที่เกี่ยวข้องตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจที่ได้จากการใช้ระบบที่ได้ทำการพัฒนาซึ่งได้ออกแบบไว้เพื่อรับความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมและความถูกต้องในการวิเคราะห์ของระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า ซึ่งได้นำเสนอไว้ในภาคผนวก จ

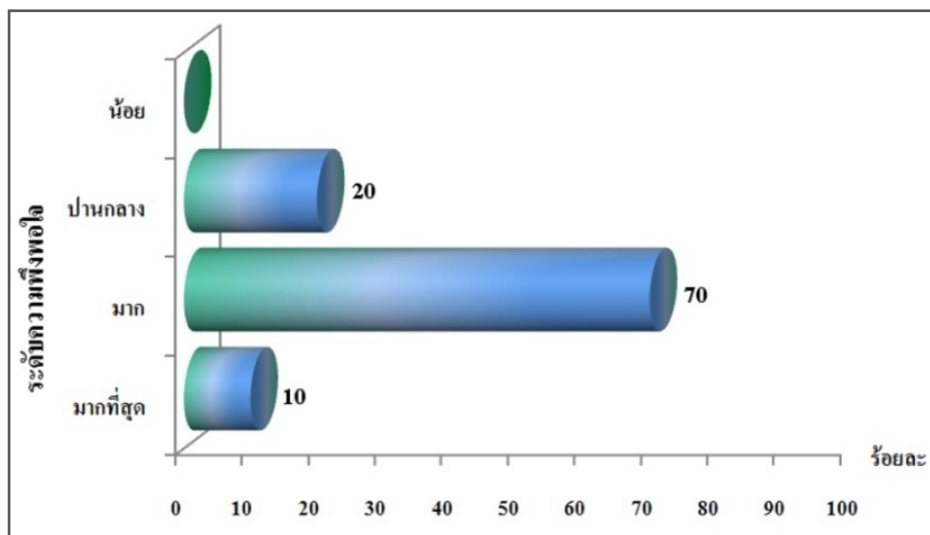
ในการประเมินความพึงพอใจ ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้เป็นช่วงของคะแนน ดังนี้

- 1 หมายถึง มีความพอใจผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยระบบที่พัฒนาน้อย
- 2 หมายถึง มีความพอใจผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยระบบที่พัฒนาปานกลาง
- 3 หมายถึง มีความพอใจผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยระบบที่พัฒนามาก
- 4 หมายถึง มีความพอใจผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยระบบที่พัฒนามากที่สุด

ผลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจโดยการตอบแบบสอบถามจากผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าและการกระจายสินค้าทั้งหมด 10 คนประกอบด้วย ผู้จัดการฝ่ายกระจายสินค้า 2 คน ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายกระจายสินค้า 2 คนและพนักงานขับรถขนส่งสินค้า 6 คน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ผลการประเมินความพึงพอใจผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าและการกระจายสินค้า สามารถสรุปความพึงพอใจและข้อเสนอแนะที่มีต่อระบบที่ได้ทำการพัฒนา ได้ ดังนี้

- ความพึงพอใจในส่วนของกรวิเคราะห์ลำดับงานในการจัดส่งสินค้า

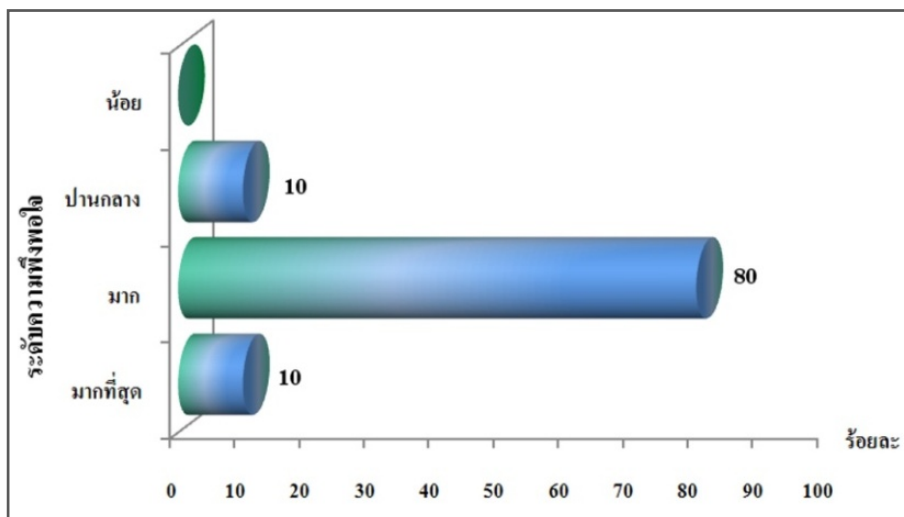


ภาพที่ 4.27 สรุปคะแนนความพึงพอใจในส่วนของกรวิเคราะห์ลำดับงานในการจัดส่งสินค้า

จากภาพที่ 4.27 จะเห็นได้ว่าคะแนนความพึงพอใจในส่วนของกรวิเคราะห์ลำดับงานในการจัดส่งสินค้าอยู่ในระดับมากเนื่องจากผลที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับงานในการขนส่งสินค้าจากระบบที่พัฒนาสามารถแสดงเป็นรูปแบบรายงานของลำดับงานในการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้าแต่ละจุด ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อบริษัทกรณีศึกษาและช่วยลดปัญหาการผิดพลาดในการขนส่งสินค้าเพราะมีลำดับงานในการจัดส่งที่แน่นอน ทำให้เกิดความสะดวกแก่พนักงานขนส่งสินค้า ทั้งยังทำให้ทราบเวลาในการขนส่งสินค้าที่แน่นอนอันจะทำให้เกิดความประทับใจในการให้บริการกับลูกค้าได้

อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ลำดับงานในการจัดส่งสินค้าที่ได้จากระบบที่พัฒนา ยังมีข้อด้อยกว่าการวิเคราะห์โดยใช้รูปแบบเดิมอยู่บ้าง ในกรณีที่ปริมาณสินค้าที่สั่งยังไม่เต็มคันรถหรือมีส่วนเกินความจุของรถขนส่งสินค้าในปริมาณไม่มากการจัดรูปแบบเดิมจะใช้เวลายืดหยุ่นในการเพิ่มจำนวนงานส่งสินค้าให้เต็มคันเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าหรือในกรณีที่มีการสั่งสินค้าเกินความจุของรถขนส่งสินค้าในปริมาณไม่มาก การจัดรูปแบบเดิมจะสามารถยืดหยุ่นการบรรทุกสินค้าให้เพียงพอในการใช้รถขนส่งคันเดียวกันได้ ในขณะที่ระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นไม่สามารถยืดหยุ่นปริมาณงานได้เช่นเดียวกับการจัดลำดับงานรูปแบบเดิม

- ความพึงพอใจในส่วนของการจัดเส้นทางเดินรถในการจัดส่งสินค้า

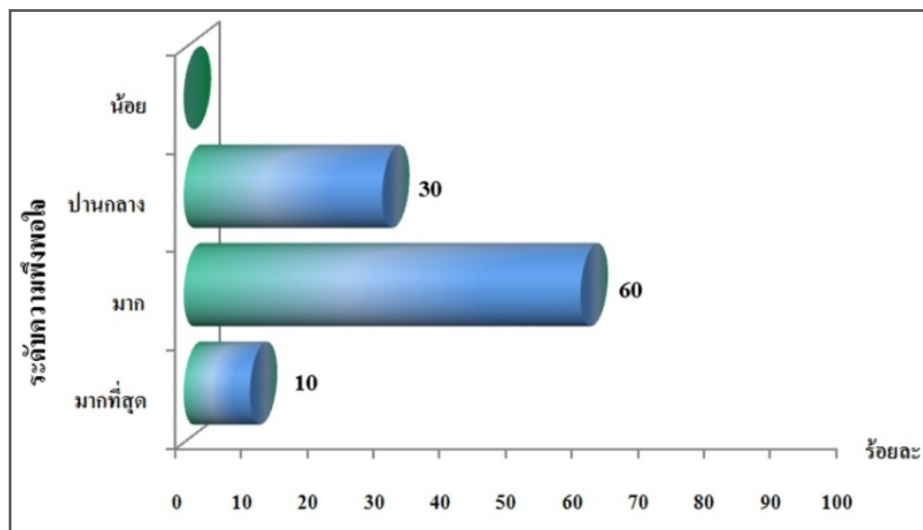


ภาพที่ 4.28 สรุปคะแนนความพึงพอใจในส่วนของการจัดเส้นทางเดินรถในการจัดส่งสินค้า

จากภาพที่ 4.28 จะเห็นได้ว่าคะแนนความพึงพอใจในส่วนของการจัดเส้นทางเดินรถในการจัดส่งสินค้าอยู่ในระดับมากเนื่องจากเส้นทางที่ได้จากการวิเคราะห์ของระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นเป็นเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุด ซึ่งสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในด้านปริมาณการใช้เชื้อเพลิงให้กับกรณีศึกษาได้ ทั้งยังช่วยเพิ่มความสะดวกให้กับพนักงานขับรถเพื่อทำการจัดส่งสินค้าที่สามารถทราบแนวเส้นทางและทิศทางในการเดินทางไปยังลูกค้าจุดต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาในด้านการเดินทางผิดเส้นทางเนื่องจากความไม่คุ้นเคยกับสถานที่ของพนักงานขับรถขนส่งสินค้า นอกจากนี้ยังสามารถช่วยลดปัญหาความไม่ตรงเวลาในการจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้าได้ เนื่องจากการจัดเส้นทางเดินรถในการจัดส่งสินค้าของระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ได้นำปัจจัยในด้านช่วงเวลาต้องการสินค้าของลูกค้ามาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งจะตัดปัญหาการจัดส่งสินค้าไม่ตรงเวลาในการจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้าได้



- ความพึงพอใจในส่วนของการใช้งานระบบที่พัฒนา



ภาพที่ 4.29 สรุปคะแนนความพึงพอใจในส่วนของการใช้งานระบบที่พัฒนา

จากภาพที่ 4.29 จะเห็นได้ว่าคะแนนความพึงพอใจในส่วนของใช้งานระบบที่พัฒนาอยู่ในระดับมากทั้งนี้เนื่องจากระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยให้ฝ่ายการวิเคราะห์ลำดับงาน-การจัดเส้นทางสามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้น จากเดิมที่ใช้เวลาในการดำเนินการประมาณ 1-1.5 ชั่วโมง แต่ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้ระยะเวลาในการดำเนินการเพียง 10-20 นาที ซึ่งช่วยแบ่งเบาภาระการทำงานของฝ่ายการวิเคราะห์ลำดับงาน-การจัดเส้นทางได้มาก อีกทั้งยังสามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจของทั้งฝ่ายการวิเคราะห์ลำดับงาน-การจัดเส้นทาง และพนักงานจัดส่งสินค้า

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผลจากการวิเคราะห์การจัดลำดับงานในการจัดส่งสินค้าจะมีข้อดีน้อยกว่าการวิเคราะห์โดยใช้รูปแบบเดิมอยู่บ้างแต่ระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นได้ออกแบบให้มีความยืดหยุ่น เพื่อรองรับให้ผู้ใช้สามารถจัดลำดับงานเพิ่มเองได้ตามเห็นสมควรและสามารถปรับในส่วนของเงื่อนไขในด้านความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่งสินค้าและช่วงเวลาต้องการสินค้าของลูกค้าได้ ซึ่งถือได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จะสามารถเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการตัดสินใจในการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการจัดส่งสินค้าไปสู่ลูกค้าจุดต่าง ๆ ได้

#### 4.6 การทดสอบสมมติฐาน

จากสมมุติฐานที่ระบุว่า “การบูรณาการระหว่างวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points กับการวิเคราะห์โครงข่าย สามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดลำดับงาน-เส้นทางในการกระจายสินค้า ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกระจายสินค้าได้ดีกว่าการวิเคราะห์แบบเดิม ซึ่งใช้พนักงานที่มีความชำนาญ และดีกว่าการบูรณาการวิธีฮิวริสติกส์แบบ Single-seed point กับการวิเคราะห์โครงข่าย” ดังนั้นในขั้นตอนการพิสูจน์สมมติฐานจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบถึงความมีประสิทธิภาพของการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าของแต่ละรูปแบบวิธี ซึ่งหลักเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการพิจารณาอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับรูปแบบวิธีการที่นำมาเปรียบเทียบ โดยรายละเอียดของหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการพิจารณา มีดังนี้

- พิจารณาจำนวนรถขนส่งสินค้าที่ใช้ในการกระจายสินค้าทั้งหมด ว่าใช้จำนวนมากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน
- พิจารณาจำนวนงานในการขนส่งสินค้าในแต่ละวัน ว่ามีจำนวนงานมากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน
- พิจารณาผลของเวลาที่ใช้ในการกระจายสินค้าทั้งหมด ว่าใช้เวลาในการกระจายสินค้ามากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน
- พิจารณาลำดับงานในการกระจายสินค้าของรถบรรทุกทุกสินค้าแต่ละคันว่ามีค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคันว่าได้ค่าที่มากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน
- พิจารณาในเรื่องของความรวดเร็วในการวิเคราะห์เพื่อหาลำดับงาน-เส้นทางในการกระจายสินค้าว่าใช้เวลาในการวิเคราะห์มากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน
- พิจารณาในเรื่องของความสะดวกเข้าใจง่ายในการกระจายสินค้าไปยังลูกค้าแต่ละจุด เช่น แผนที่แสดงทิศทางการเดินทางและรายละเอียดการจัดส่งของแต่ละจุด โดยรายละเอียดของผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละวัน

4.6.1 พิสูจน์สมมติฐาน: การบูรณาการระหว่างวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points กับการวิเคราะห์โครงข่าย สามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดลำดับงาน-เส้นทางในการกระจายสินค้า ซึ่งช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพในการกระจายสินค้าได้ดีกว่าการวิเคราะห์รูปแบบเดิม

หลักเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการพิจารณาของการพิสูจน์สมมติฐานของกรณีนี้ใช้ 5 หลักเกณฑ์ คือ จำนวนรถขนส่งสินค้าจำนวนงานในการขนส่งสินค้า เวลาที่ใช้ในการกระจายสินค้า ทั้งหมดความรวดเร็วในการวิเคราะห์ลำดับงาน-จัดเส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า และแผนที่แสดงทิศทางการเดินทางและรายละเอียดการจัดส่งสินค้าของแต่ละจุด ซึ่งเป็นหลักเกณฑ์เดียวกันกับการเปรียบเทียบผลลัพธ์ในหัวข้อที่ 4.5.3 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าสมมติฐานนี้เป็นจริง

4.6.2 พิสูจน์สมมุติฐาน: การบูรณาการระหว่างวิธีอิวิริสติกส์แบบ Multi-seed points กับการวิเคราะห์โครงข่าย สามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดลำดับงาน-เส้นทางในการกระจายสินค้า ซึ่งช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพในการกระจายสินค้าได้ดีกว่าการบูรณาการวิธีอิวิริสติกส์แบบ Single-seed point ผนวกกับการวิเคราะห์โครงข่าย

ในการบูรณาการวิธีอิวิริสติกส์แบบ Single-seed point กับการวิเคราะห์โครงข่ายนั้นจะใช้หลักการเดียวกันกับแบบ Multi-seed points แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือ จำนวนของ seed point ที่นำมาใช้ในการจัดกลุ่มของการกระจายสินค้า โดยแบบ Single-seed point นั้นจะเลือกจุดเริ่มต้นในการจัดกลุ่มลูกค้าเพื่อวางแผนการกระจายสินค้าขึ้นมาเพียงหนึ่งจุด โดยการเลือกจะพิจารณาจุดที่อยู่ใกล้คลังสินค้ามากที่สุดและรับสินค้าในช่วงเช้า ส่วนแบบ Multi-seed points ในการศึกษาครั้งนี้ จะมีจุดตั้งต้นเป็นจุดที่รับสินค้าในช่วงเช้าทั้งหมด

การพิสูจน์สมมุติฐานนี้ได้เลือกใช้ชุดข้อมูลเดิมของกรณีศึกษา จำนวน 7 ตัวอย่าง (ข้อมูลสั่งซื้อสินค้า 7 วัน ตามหัวข้อ 4.5.1) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ของทั้งสองวิธีการ แสดงในตารางที่ 4.25 โดยหลักเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการพิจารณาของการพิสูจน์สมมุติฐานของกรณีนี้ใช้ 3 หลักเกณฑ์ คือ จำนวนรถบรรทุกสินค้า เวลาที่ใช้ในการกระจายสินค้าทั้งหมด และค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้า

**ตารางที่ 4.19** เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอิวิริสติกส์แบบ Single-seed point ผนวกกับการวิเคราะห์โครงข่าย และวิธีอิวิริสติกส์แบบ Multi-seed points ผนวกกับการวิเคราะห์โครงข่าย

วันที่	รูปแบบการวิเคราะห์	จำนวนรถขนส่ง สินค้า (คัน)	เวลาที่ใช้ในการ กระจายสินค้า (นาที)	ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจาย สินค้าของรถบรรทุก (W)
1	sigle-seed point + NA	4	799.03	0.08294
	Multi-seed points + NA	4	775.13	0.08527
2	sigle-seed point + NA	4	843.9	0.08423
	Multi-seed points + NA	4	796.4	0.08903
3	sigle-seed point + NA	4	759.39	0.08883
	Multi-seed points + NA	4	719.4	0.09176
4	sigle-seed point + NA	4	695.24	0.09256
	Multi-seed points + NA	4	681.18	0.09383
5	sigle-seed point + NA	4	770.59	0.09461
	Multi-seed points + NA	4	756.41	0.09567
6	sigle-seed point + NA	4	798.49	0.09980
	Multi-seed points + NA	4	774.04	0.10092
7	sigle-seed point + NA	4	724.24	0.09721
	Multi-seed points + NA	4	724.24	0.09721

ผลลัพธ์ที่ได้แสดงว่าการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าโดยใช้วิธีการบูรณาการวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points กับการวิเคราะห์โครงข่าย ให้ผลลัพธ์ในด้านการประหยัดเวลาค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าที่ดีกว่าวิธีการบูรณาการวิธีฮิวริสติกส์แบบ Single-seed point กับการวิเคราะห์โครงข่าย ดังนั้นสมมุติฐานนี้จึงเป็นจริง



## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้ได้ทำการพัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า โดยการพัฒนา ระบบได้พิจารณาจากปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการดำเนินงานจัดลำดับงานและการจัดเส้นทางเพื่อจัดส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งปัญหาดังกล่าวได้แก่ การขาดรูปแบบการวิเคราะห์ที่เป็นรูปแบบมาตรฐาน การจัดลำดับงาน-เส้นทางที่ทำให้เสียเวลาในการเดินทางและการใช้ปริมาณรถขนส่งสินค้าเกินความจำเป็น ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์คือ การศึกษาและพัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าด้วยการบูรณาการวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points กับการวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด และทดสอบระบบที่พัฒนากับบริษัทกรณีศึกษา อีกทั้งยังได้ตั้งสมมติฐานในการพัฒนาระบบไว้ว่าการบูรณาการวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points กับการวิเคราะห์โครงข่าย สามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าได้ดีกว่าการวิเคราะห์แบบเดิมที่ใช้พนักงานที่มีความชำนาญ และการบูรณาการวิธีฮิวริสติกส์แบบ Single-seed point กับการวิเคราะห์โครงข่าย โดยสามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้

##### 5.1.1 หลักแนวคิดในการศึกษา

ปัญหาของการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าจัดเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนและยุ่งยาก ซึ่งแปรผันโดยตรงกับปริมาณสินค้าที่ถูกค้าต้องการ เพราะนอกจากจะต้องจัดสรรงานให้ครบตรงตามเวลาที่ลูกค้าต้องการแล้วยังต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากร และต้องพิจารณาถึงเงื่อนไข ข้อจำกัดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของเวลาจัดส่ง ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถขนส่งสินค้า จากปัญหาดังกล่าวในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการพัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าด้วยการบูรณาการวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points กับการวิเคราะห์โครงข่ายให้สามารถทำงานได้อย่างครบถ้วนตามขั้นตอนการทำงานที่ได้ออกแบบไว้ เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์และเงื่อนไขการทำงานได้อย่างสมบูรณ์

เนื่องจากวิธีการฮิวริสติกส์และการวิเคราะห์โครงข่ายมีความสามารถที่ต่างกันและเมื่อนำมาพัฒนาประยุกต์ใช้ร่วมกันทำให้ได้ระบบที่สามารถตอบสนองในเรื่องการจัดลำดับงาน-

เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าได้ โดยจุดเด่นของวิธีการฮิวริสติกส์นั้นสามารถปรับใช้ได้กับงานหลากหลายรูปแบบและสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่มีข้อจำกัดและเงื่อนไขต่าง ๆ ได้ ส่วนจุดเด่นของการวิเคราะห์โครงข่ายนั้นก็คือ สามารถทำการวิเคราะห์หาเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุดและสามารถนำเสนอในรูปแบบของลำดับการเดินทางและแผนที่ได้ ซึ่งเมื่อนำจุดเด่นของทั้งสองวิธีการมาบูรณาการร่วมกันจึงทำให้ได้ระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าที่สามารถแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของแผนที่ตามลำดับงานในการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้าจุดต่าง ๆ โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดที่กำหนดขึ้นได้

### 5.1.2 ผลการดำเนินการพัฒนาระบบ ทดสอบระบบกับกรณีศึกษา และทดสอบสมมติฐาน

#### 1) การพัฒนาระบบจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า

สามารถหาลำดับงาน-เส้นทางที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุดได้ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ของการศึกษาคั้งนี้ โดยการพัฒนาระบบของการศึกษานี้ได้ประยุกต์จากแนวคิดการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าโดยวิธีฮิวริสติกส์แบบ Single-seed point ที่ใช้จุดตั้งต้นเพียงจุดเดียวในการสร้างลำดับงานการกระจายสินค้า เป็นแบบ Multi-seed points ซึ่งได้นำจุดลูกค้าทุกจุดเป็นจุดตั้งต้นในการสร้างลำดับงานในการกระจายสินค้า

การใช้จุดตั้งต้นที่มากกว่าหนึ่งจุด จะเกิดกลุ่มของลูกค้าหรือลำดับงานการกระจายสินค้าที่หลากหลาย ทำให้สามารถเปรียบเทียบเพื่อหาลำดับงานที่มีความเหมาะสมที่สุดได้ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ของระบบที่พัฒนาพบว่า การจัดลำดับงาน-เส้นทางที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด จะใช้เวลาเดินทางเพื่อกระจายสินค้าและจำนวนรถขนส่งสินค้าที่น้อยที่สุดเสมอ อีกทั้งยังใช้เวลาในการประมวลผลที่น้อยมาก

ระบบที่พัฒนาขึ้นได้ทำการออกแบบให้เกิดความยืดหยุ่นในด้านของช่วงเวลาการกระจายสินค้า และความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่งสินค้า เพื่อให้สามารถรองรับเงื่อนไขและข้อจำกัดต่าง ๆ ได้มากขึ้น โดยผลลัพธ์ที่ได้จากระบบที่พัฒนาสามารถแสดงได้ทั้งในรูปแบบของแผนที่ทิศทางการเดินทางไปยังแต่ละจุดลูกค้า และรูปแบบรายการเส้นทาง

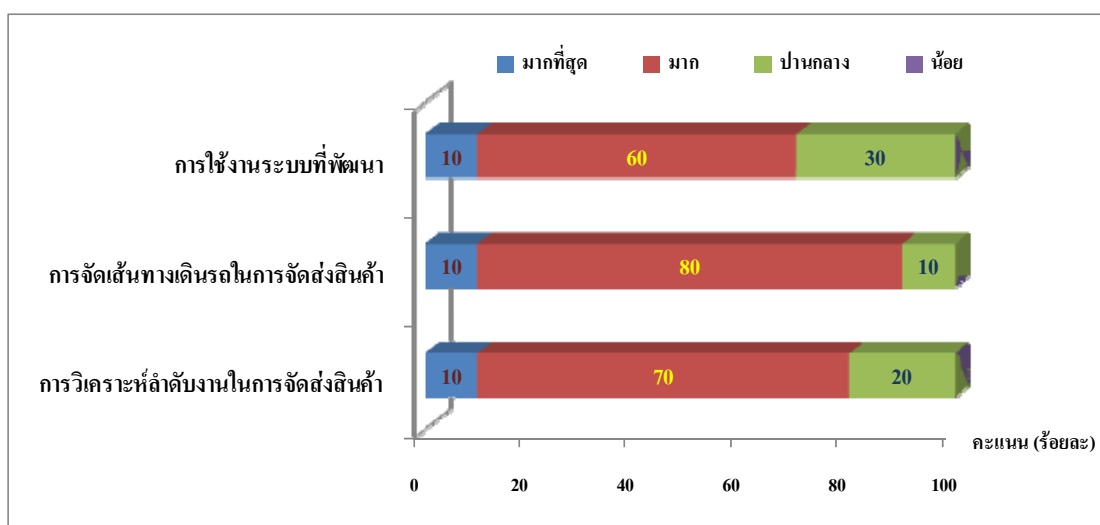
#### 2) การทดสอบระบบกับกรณีศึกษา

ได้ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์การจัดลำดับงาน-เส้นทางที่ได้จากระบบที่พัฒนาขึ้นกับผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการรูปแบบเดิม โดยปัจจัยที่นำมาเปรียบเทียบได้แก่ จำนวนรถขนส่งสินค้า จำนวนงานในการขนส่งสินค้าเวลาที่ใช้ในการกระจายสินค้าทั้งหมด ความรวดเร็วในการวิเคราะห์ลำดับงาน-จัดเส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า และแผนที่แสดงทิศทางการเดินทางและรายละเอียดการจัดส่งสินค้าของแต่ละจุด พบว่า ผลลัพธ์จากการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า

ด้วยระบบที่พัฒนาขึ้น สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า โดยใช้รูปแบบเดิม ในด้านของเวลาที่ใช้ในการกระจายสินค้าทั้งหมดความรวดเร็วในการวิเคราะห์ ลำดับงาน-จัดเส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าและแผนที่แสดงทิศทางการเดินทางและรายละเอียดการจัดส่งสินค้าของแต่ละจุด

นอกจากนี้การศึกษายังได้ทำการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นพนักงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับงาน เพื่อเป็นการบ่งบอกถึงระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นว่ามีความเหมาะสมในสภาพการใช้งานจริง จากการประเมินความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามจากผู้ที่เกี่ยวข้อง ในการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าและการกระจายสินค้าทั้งหมด 10 คน ประกอบด้วย ผู้จัดการฝ่ายกระจายสินค้า 2 คน ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายกระจายสินค้า 2 คนและพนักงานขับรถขนส่งสินค้า 6 คน ได้ผลสรุปดังแสดงในภาพที่ 5.1

จากผลของการประเมินความพึงพอใจสะท้อนให้เห็นว่าระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นนั้นมีความเหมาะสมในสภาพการใช้งานจริง อย่างไรก็ตาม ระบบที่พัฒนาขึ้น ยังมีข้อดีกว่าการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าในรูปแบบเดิมตรงที่มีความยืดหยุ่นน้อยกว่า การใช้รูปแบบเดิม อาทิ ในกรณีที่มีบางเส้นทางมีลูกค้าที่ต้องการสินค้าเพียงรายเดียว การจัดโดยใช้รูปแบบเดิมนั้นจะสามารถติดต่อกับลูกค้าเพื่อขอเลื่อนการส่งหรืออาจติดต่อลูกค้ารายอื่นที่อยู่ใกล้เคียง เพื่อเพิ่มเติมสินค้าในการจัดส่งของเส้นทางดังกล่าว ซึ่งจะช่วยให้เกิดความคุ้มค่าในการจัดส่งสินค้าเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นจะไม่สามารถทำการเพิ่มหรือลดการส่งสินค้าให้กับลูกค้าได้เหมือนรูปแบบเดิม แต่สามารถช่วยให้ผู้จัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าได้เห็นถึงแนวการกระจายตัวของกลุ่มลูกค้าที่จะจัดส่ง ซึ่งจะช่วยในการวางแผนเพื่อทำการลดหรือเพิ่มการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้าของแต่ละเส้นทางได้ อีกทั้งระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นได้ออกแบบให้มีความยืดหยุ่น เพื่อรองรับให้ผู้ใช้สามารถจัดลำดับงานเพิ่มเองได้ตามสมควร และสามารถปรับในส่วนของเงื่อนไขในด้านความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่งสินค้าและช่วงเวลาต้องการสินค้าของลูกค้าได้ ซึ่งถือได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจในการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการจัดส่งสินค้าไปสู่ลูกค้าจุดต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

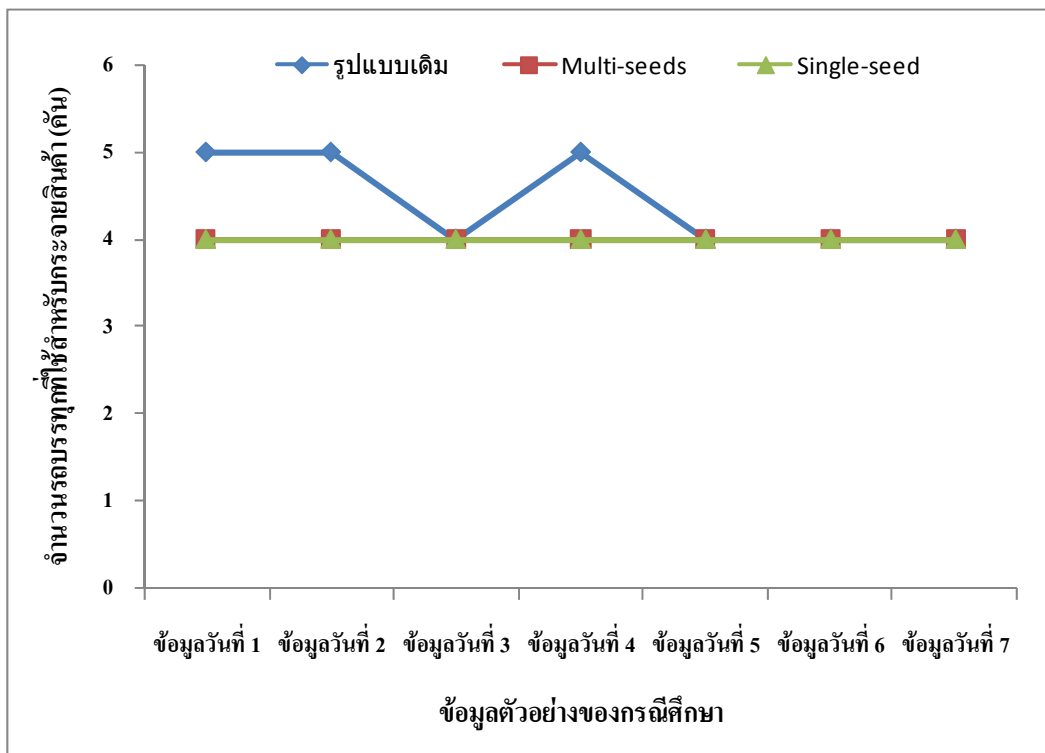


ภาพที่ 5.1 ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบที่พัฒนา

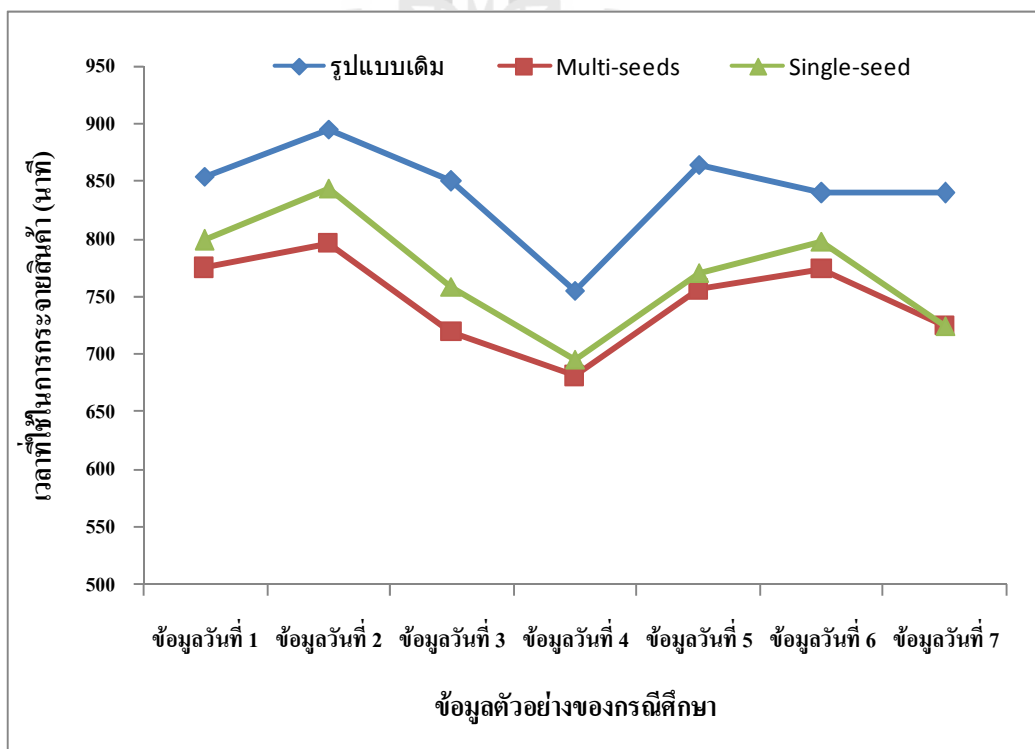
### 3) การทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐานของทั้งสองกรณีที่ระบุว่า “การบูรณาการระหว่างวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points กับการวิเคราะห์โครงข่าย สามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดลำดับงาน-เส้นทางในการกระจายสินค้าได้ดีกว่าการทำงานแบบเดิม ซึ่งใช้พนักงานที่มีความชำนาญ และดีกว่าการบูรณาการวิธีฮิวริสติกส์แบบ Single-seed point กับการวิเคราะห์โครงข่าย” จากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ดังแสดงในภาพที่ 5.2 จะเห็นได้ว่าหากพิจารณาในด้านจำนวนรถบรรทุกสินค้า วิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points และแบบ Single-seed point ไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่วิธีการทำงานรูปแบบเดิมบางวันใช้จำนวนรถบรรทุกสินค้ามากกว่า และหากพิจารณาในด้านระยะเวลาที่ใช้สำหรับการกระจายสินค้าพบว่า วิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points นั้นจะใช้เวลาในการกระจายสินค้าน้อยกว่าวิธีการฮิวริสติกส์แบบ Single-seed point และวิธีการทำงานรูปแบบเดิมร้อยละ 3.10 และ 12.33 ตามลำดับ แม้ว่าจะใช้จำนวนรถบรรทุกสินค้าที่เท่ากันก็ตาม ยกเว้นในกรณีที่ seed point ของวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points และแบบ Single-seed point เป็นจุดเดียวกัน จากผลลัพธ์ที่ได้แสดงว่าการพัฒนาระบบการจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า โดยใช้วิธีการบูรณาการระหว่างวิธีฮิวริสติกส์แบบ Multi-seed points กับการวิเคราะห์โครงข่าย ดีกว่าวิธีการบูรณาการวิธีฮิวริสติกส์แบบ Single-seed point กับการวิเคราะห์โครงข่าย และมีประสิทธิภาพดีกว่าการวิเคราะห์แบบเดิม ดังนั้น จึงถือว่าสมมติฐานเป็นจริง





จำนวนรถที่ใช้สำหรับกระจายสินค้า



เวลาที่ใช้ในการกระจายสินค้า

ภาพที่ 5.2 ผลการทดสอบสมมติฐาน

## 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ระบบหรือโปรแกรมที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นนี้ มีความยืดหยุ่นน้อยกว่าระบบเดิม ดังเช่นในกรณีที่มีการสั่งสินค้าที่ไม่เต็มคันรถ หรือมีส่วนเกินความจุของรถบรรทุกในปริมาณไม่มากผู้จัดเส้นทางจะใช้ความยืดหยุ่นในการเพิ่มจำนวนงานส่งสินค้าให้เต็มคันเพื่อให้เกิดความคุ้มทุนหรือในกรณีที่มีการสั่งสินค้าเกินความจุรถในปริมาณไม่มากผู้จัดเส้นทางสามารถยืดหยุ่นการบรรทุกสินค้าให้เพียงพอในการใช้รถขนส่งคันเดียวกันได้แต่โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ไม่สามารถยืดหยุ่นงานได้และในบางครั้งมีโอกาสดังกล่าวให้ใช้จำนวนรถขนส่งมากกว่าวิธีการแบบเดิม

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้ระบบที่พัฒนาขึ้นจากการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโอกาสต่อไปตามสถานการณ์และความเหมาะสมกับผู้ใช้ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงได้เสนอแนะความคิดเห็นและข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงระบบที่พัฒนาขึ้นดังนี้

- ระบบที่ได้พัฒนาไม่ได้นำสถานการณ์ฉุกเฉินเข้ามาร่วมในการวิเคราะห์ เนื่องจากเป็นเหตุการณ์ที่ขาดต่อการคาดเดา ซึ่งหากระบบได้มีการพัฒนาให้เป็นแบบทันต่อเหตุการณ์ (real-time) ที่สามารถสื่อสารและรับข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสภาพการจราจร จะสามารถช่วยในการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมเพื่อหลบเลี่ยงเส้นทางที่เกิดปัญหาดังกล่าว อันจะช่วยให้ระบบที่พัฒนามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

- ระบบที่พัฒนาไม่ได้นำข้อจำกัดในเรื่องจุดจอดรถเพื่อนำสินค้าไปส่งยังลูกค้า เนื่องจากในบางเส้นทางรถบรรทุกสินค้าไม่สามารถจอดบริเวณหน้าร้านค้าหรือสำนักงานของลูกค้าได้ และบางครั้งก็มีข้อจำกัดในเรื่องของการจอดที่เป็นวันคู่ วันคี่ ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้ถือเป็นค่าเสียเวลาในการขนถ่ายสินค้า หากการพัฒนาสามารถนำข้อมูลในส่วนนี้เพิ่มเข้าไปในระบบสามารถช่วยให้ผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น



รายการอ้างอิง

## รายการอ้างอิง

- เครือวัลย์ จำปาเงิน (2547). การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้าเพื่อการบริโภคสู่ร้านค้าปลีกในสถานบริการน้ำมันในจังหวัดนนทบุรี. วิทยานิพนธ์อักษรศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาภูมิศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณกร อินทร์พยุง (2548). การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมการขนส่งและลอจิสติกส์. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- ชเนศ ทักษิณวราจาร (2543). การจัดเส้นทางเดินรถด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อการกระจายสินค้า. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นัฐวุฒิ นัตรขจรพันธ์ และบงกช มีเที่ยง (2544). การวางแผนขนส่งสินค้าของโรงงานตัวอย่าง. ปรินญาณินพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- นันทวัฒน์ ช่วยชูหนู (2547). การประยุกต์ใช้แนวคิดโลจิสติกส์ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อจัดการขนส่งผลผลิตประจำวัน : กรณีศึกษามูลนิธิโครงการหลวง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา (การขนส่ง) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์.
- วนิดา ร่มริน (2547). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลตำบลแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์อักษรศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาภูมิศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สรารุช ดีสมบุญ (2539). การออกแบบจำลองระบบการขนส่งสินค้า. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สัญญา สราภิรมย์ (2552). การจัดฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศในเขตมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา. สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี.

- สุดารัตน์ สุ่มมาตย์ (2547). **การใช้วิธีเชิงฮิวริสติกส์เพื่อแก้ปัญหการจัดเส้นทางยานพาหนะและการบรรจุ**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- สุธี ศรีเพ็ชรดำนนท์ (2536). **แบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้า**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรรวรรณ ต้นศิริเจริญกุล (2540). **การใช้วิธีฮิวริสติกส์แก้ปัญหาเส้นทางเดินรถในการเก็บขนขยะมูลฝอยบนพื้นที่เขตบางเขน**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Barker, H.H., Sharon, E.M., and Sen, D.K. (1981). From freight flow and cost patterns to greater profitability and better service for a motor carrier. **Interfaces**. 16(6): 647- 671.
- Bodin, L., and Levy, L. (1994). Visualization in vehicle routing and scheduling problems. **ORSA Journal on Computing**. 3: 261-268.
- Clark, G. and Wright, J. (1964). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. **Operation Research**. 12: 568-581.
- Easwaran, G. (2003). **Design and Development of a vehicle routing system under capacity, time-window and rush-order reloading**. M.Sc. Thesis, Department of Industrial Engineering. Texas A&M University, Texas, USA.
- French, S. (1982). **Sequencing and Scheduling: An Introduction to the Mathematics of the Job Shop**. New York: John Willey & Son.
- Gloria, P., Adelaida, F., and Edwin, S. (2001). **Improving The Network Analyst's Performance Using a Saving Heuristic** [Online]. Available: <http://gis.esri.com/library/userconf/proc02/pap0310/p0310.htm>.
- Hall, R.W. and Partyka, J.K.G. (1997). On the road to efficiency. **OR/MS Today**. 24(3): 38-47.
- Klibbua, V. (1990). **Warehouse design and vehicle routing for distributions in northern Thailand**. Master Thesis, School of Advanced Technologies, Asian Institute of Technology.
- Lin, C.C. and Lin, D.Y. (2001). The Feeder Scheduling Problem for Time-Definite Ground Delivery Common Carriers. **Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies**. 4(4): 359-369.

- Lo, C.P. and Yeung, A.K.W. (2002). **Concepts and Techniques of Geographic Information System**. New Jersey: Prentice-Hall.
- Murdick, R.G., Render, B., and Russell, R.S. (1990). **Service operations management**. Boston: Allyn and Bacon.
- Tanawat Chamnongkijphanich. (2005). **Network Analyst Extension in ArcGIS Desktop 9.1**. System & Service Department, ESRI (Thailand) Co., Ltd.
- Tarantilis, C.D., Diakoulaki, D., and Kiranoudis, C.T. (2002). Combination of Geographic information system and efficient routing algorithms for real life distribution operations. **European Journal of Operational Research**. 152: 437-453.
- Weigel, D. and Cao, B.(1999). **Applying GIS and OR Techniques to Solve Sears Technician – Dispatching and Home – Delivery Problems** [Online]. Available: [http://pubsonline.informs.org/main/pdfstore/ApplyingGISand\\_article.pdf](http://pubsonline.informs.org/main/pdfstore/ApplyingGISand_article.pdf).
- ESCAP. (1996). **Manual on GIS for Planners and Decision Makers**. Development and transfer of technology, Information and Communications Technology and Disaster Risk Reduction, United Nation.



ภาคผนวก

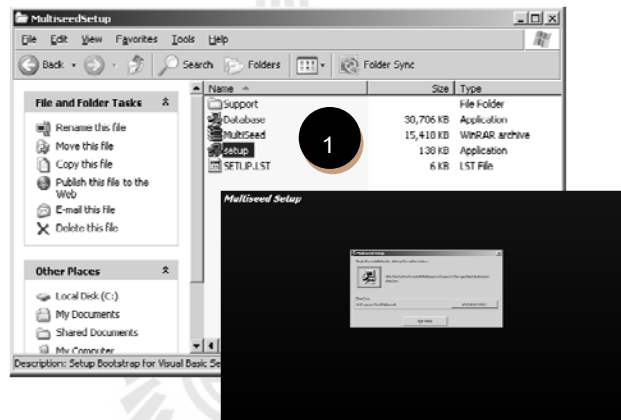
## ภาคผนวก ก

### การใช้งานโปรแกรมจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า

#### 1. การติดตั้งโปรแกรม

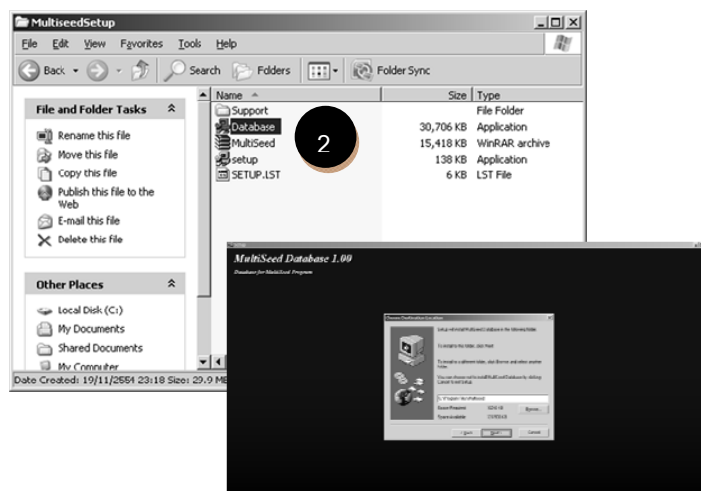
การติดตั้งโปรแกรมแยกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนโปรแกรมหลัก และส่วนฐานข้อมูล

- 1 การติดตั้งโปรแกรมหลัก โดยใช้ไฟล์ setup.exe เพื่อการติดตั้งโปรแกรม MultiSeed



ภาพที่ ก 1 การติดตั้งโปรแกรมหลัก

- 2 การติดตั้งฐานข้อมูล โดยใช้ไฟล์ Database.exe เพื่อการติดตั้งฐานข้อมูลสำหรับโปรแกรม MultiSeed

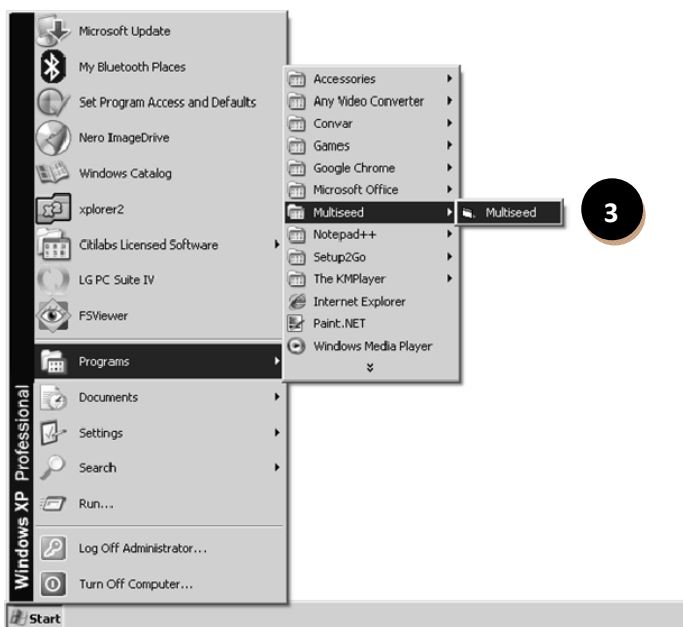


ภาพที่ ก 2 การติดตั้งฐานข้อมูล



## 2. การใช้งานโปรแกรม

### 3 เรียกใช้งาน โปรแกรม MultiSeed



ภาพที่ 3 การเรียกใช้งานโปรแกรม

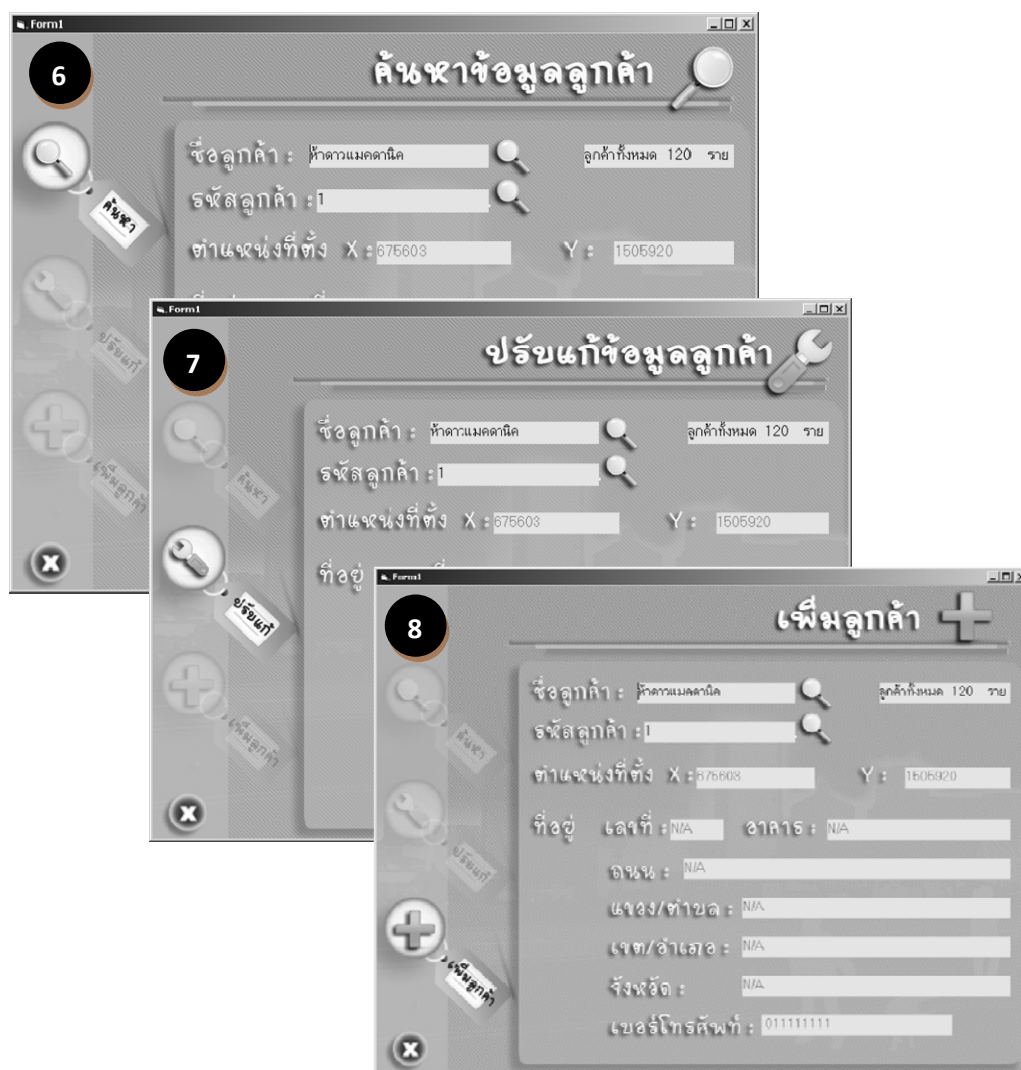
หน้าหลักของโปรแกรม ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ 4 ส่วนข้อมูลลูกค้า และ 5 ส่วนสั่งซื้อสินค้า



ภาพที่ 4 หน้าหลักของโปรแกรม

ส่วนข้อมูลลูกค้า ประกอบด้วย 3 ส่วนย่อยคือ

- 6 ส่วนค้นหาข้อมูลลูกค้า เพื่อการตรวจสอบข้อมูลลูกค้า ที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล
- 7 ส่วนปรับแก้ข้อมูลลูกค้า เพื่อการปรับแก้ข้อมูลลูกค้า ในฐานข้อมูล
- 8 ส่วนเพิ่มข้อมูลลูกค้า เพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดของลูกค้าใหม่ เข้าไปในฐานข้อมูล

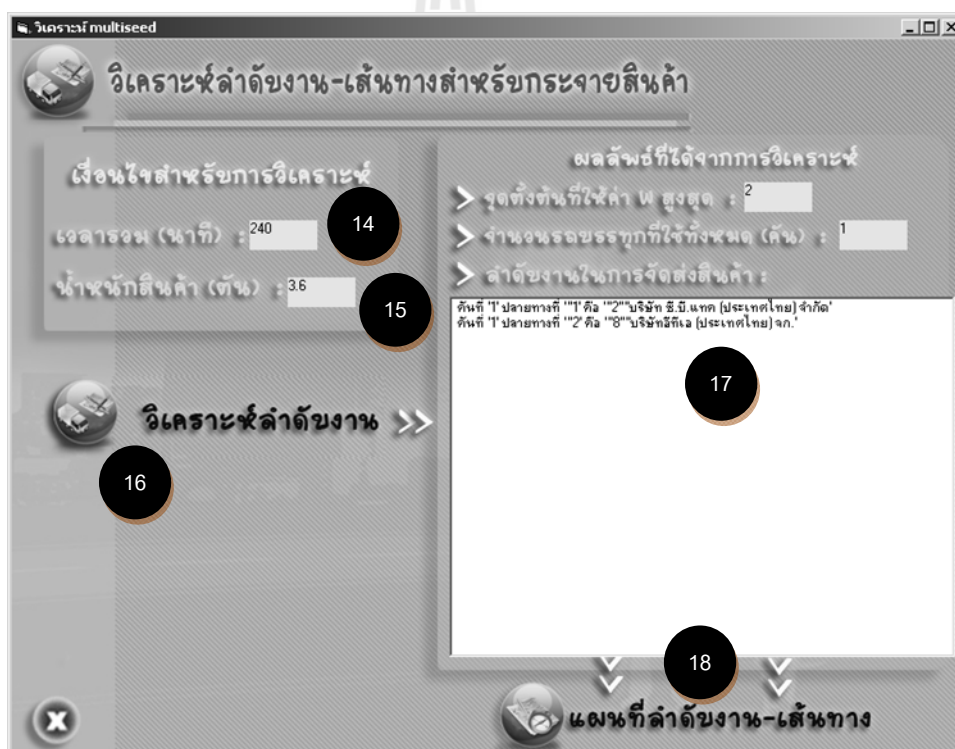


ภาพที่ ก 5 ส่วนข้อมูลของลูกค้า

5 ส่วนสั่งซื้อสินค้า เมื่อทำการเลือกการสั่งซื้อสินค้า จากหน้าหลักของโปรแกรมจะแสดงหน้าต่างของส่วนการสั่งซื้อสินค้า โดยการเรียกลูกค้าจากฐานข้อมูล โดยการระบุชื่อลูกค้า หรือระบุรหัสลูกค้า 9 เพื่อทำการค้นหารายละเอียดของลูกค้าที่ได้จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลและทำการระบุช่วงเวลาในการรับสินค้า 10 และปริมาณสินค้า 11 ตามคำสั่งซื้อของลูกค้า แล้วจึงเพิ่มรายการเข้าสู่รายการสั่งซื้อ 12 เพื่อที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ลำดับการจัดส่ง และการจัดเส้นทาง ต่อไป 13

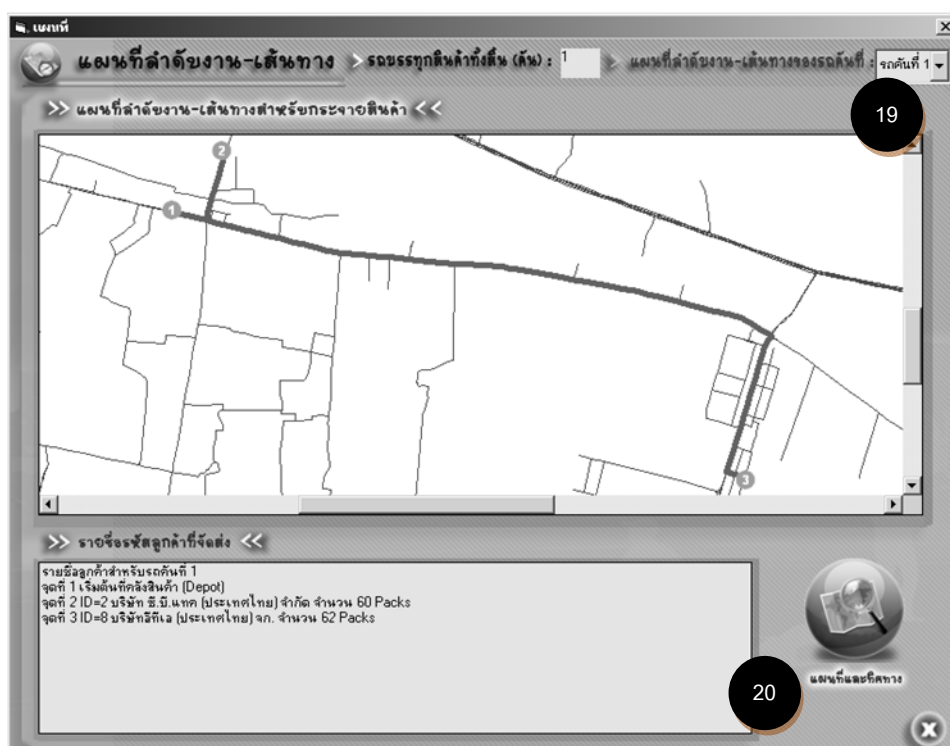
ภาพที่ 6 ส่วนของการสั่งซื้อสินค้า

หน้าต่างวิเคราะห์ลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า สามารถระบุเงื่อนไขในการวิเคราะห์ในเรื่องของเวลารวมในช่วงที่สามารถจัดส่งสินค้าได้ **14** และน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของรถที่สามารถบรรทุกได้ **15** เมื่อทำการเลือกวิเคราะห์ลำดับงาน **16** โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ลำดับการจัดส่งสินค้าโดยแยกรายการตามรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน **17** และสามารถดูเส้นทางในการขนส่งสินค้าได้โดยการเลือก **18** แผนที่ลำดับงาน-เส้นทาง



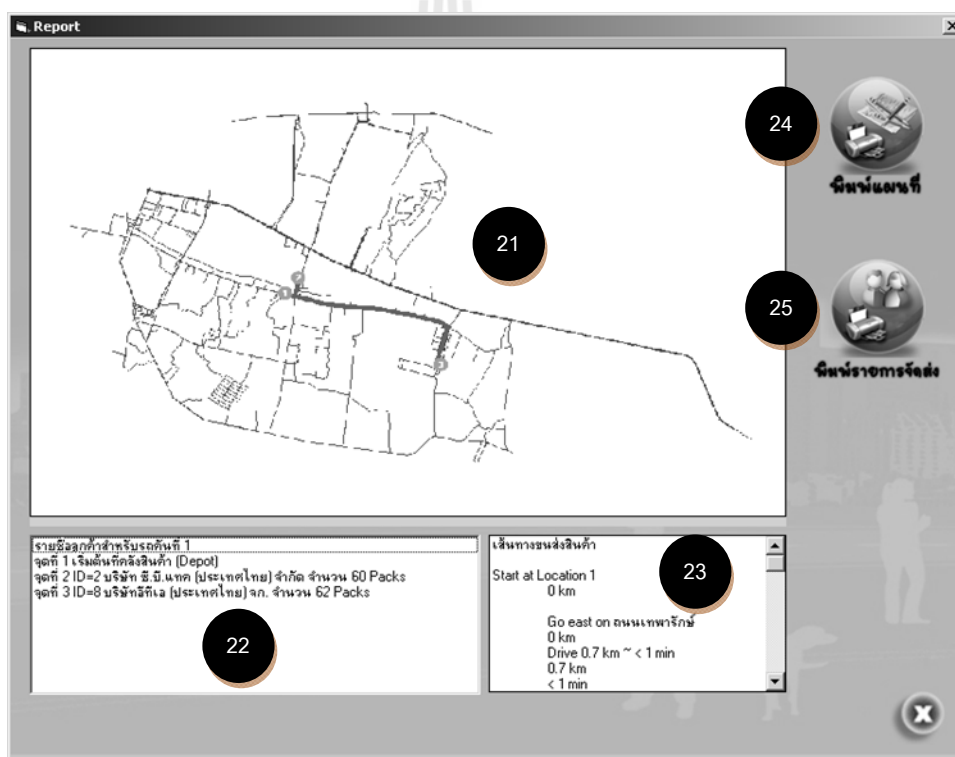
ภาพที่ ก 7 ส่วนของการวิเคราะห์ลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า

หน้าต่างแผนที่ลำดับงาน-เส้นทาง แสดงแผนที่เส้นทางของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน โดยสามารถเลือกที่จะดูแผนที่ของ **19** โดยผู้ใช้สามารถที่จะใช้การเลื่อนแผนที่ การย่อ-ขยาย ในบริเวณที่แสดงแผนที่ได้ และโปรแกรมสามารถแสดงรายการเส้นทางของการขนส่งสินค้า โดยเลือกแผนที่และเส้นทาง **20**



ภาพที่ 8 หน้าต่างแผนที่ลำดับงาน-เส้นทาง

หน้าต่างรายงาน แสดงผลการวิเคราะห์เป็นรายคันของรถขนส่งสินค้า โดยแสดงเส้นทาง และลำดับการจัดส่งสินค้าในรูปแบบแผนที่ **21** แสดงรายชื่อลูกค้าที่ต้องจัดส่งของรถแต่ละคัน **22** และแสดงรายการเส้นทางการขนส่งสินค้าที่แสดงระยะทางพร้อมเวลาในการเดินทางไปยังจุดที่ต้องเกี่ยว หรือจุดปลายทาง เพื่อให้ผู้ขับขี่รถขนส่งสินค้า สามารถใช้เส้นทางที่ได้จากการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง **23** และสามารถพิมพ์แผนที่ **24** หรือพิมพ์รายการจัดส่งได้ **25**



ภาพที่ ก 9 หน้าต่างรายงาน

## ภาคผนวก ข

### ชุดคำสั่งโปรแกรม

```
'frmMain
'หน้าหลักของโปรแกรม เพื่อเลือกการทำงานระหว่างการบันทึกข้อมูลลูกค้า
หรือการสั่งซื้อสินค้า
Option Explicit

Private Sub Form_Load()
    Dim Myfso As New FileSystemObject, Tmpfile1
    Dim Myflldr As Folder
    Dim kk, vehicleii As String
    Dim ii As Integer
    On Error Resume Next
    Set Myfso = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")
    Set Myflldr = Myfso.GetFolder("C:")
    kk = "vehicle"
    For ii = 1 To 9
        vehicleii = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp_customer\" & kk
        & ii & ".txt"
        Set Tmpfile1 = Myfso.GetFile(vehicleii)
        Tmpfile1.Delete
    Next ii
End Sub

Private Sub Image2_Click()
    frmCustomerSearch.Show
End Sub

Private Sub Image4_Click()
    frmOrderNew.Show
End Sub

'frmCustomerSearch
'หน้าต่างแสดงข้อมูลลูกค้าที่อยู่ในฐานข้อมูล พร้อมทั้งการเพิ่มเติม และแก้ไข
ข้อมูลลูกค้า
Option Explicit
Dim Conn As New ADODB.Connection
Dim cmd As New ADODB.Command
Dim i As Integer

Private Sub Form_Load()
    Dim rs1 As New ADODB.Recordset
    Dim sql1 As String
    With Conn
        .State = adStateOpen Then .Close
        .ConnectionString = strConn & ";Data Source = " & App.path &
        "\New_OD_Model.mdb"
        .ConnectionTimeout = 90
    End With
    .Open
End With
sql1 = "select * from depot_customer"
With rs1
    If .State = adStateOpen Then .Close
        .ActiveConnection = Conn
        .CursorType = adOpenForwardOnly
        .CursorLocation = adUseClient
        .Open sql1
        Text1(0).Text = rs1.Fields(2)
        Text1(1).Text = rs1.Fields(1)
        Text1(2).Text = rs1.Fields(9)
        Text1(3).Text = rs1.Fields(10)
        Text1(4).Text = rs1.Fields(12)
        Text1(5).Text = rs1.Fields(13)
        Text1(6).Text = rs1.Fields(14)
        Text1(7).Text = rs1.Fields(15)
        Text1(8).Text = rs1.Fields(16)
        Text1(9).Text = rs1.Fields(17)
        Text1(10).Text = rs1.Fields(4)
        Label3.Caption = .RecordCount
    End With
End Sub

Private Sub Image11_Click()
    Dim sqlupdate As String
    Dim iText As Integer
    sqlupdate = "update Depot_customer set telephone=" &
    Text1(10).text & ", cust_name=" & Text1(0).text & ", cust_id=" &
    Text1(1).text & ", Anum=" & Text1(4).text & ", Abuild=" &
    Text1(5).text & ", Aroad=" & Text1(6).text & ", Atum=" &
    Text1(7).text & ", Aamp=" & Text1(8).text & ", Apro=" &
    Text1(9).text & " where CUST_ID=" & Text1(1).text & " "
    With cmd
        .CommandType = adCmdText
        .CommandText = sqlupdate
        .ActiveConnection = Conn
        .Execute
    End With
    Image7.Enabled = True
    Image9.Enabled = True
    iText = 2
    For iText = 2 To 10
```

```

        Text1(iText).Enabled = False
    Next iText
End Sub

Private Sub Image12_Click()
    Dim sqlinsert As String
    Dim sqlcount As String
    Dim rscount As New ADODB.Recordset
    Dim check(11) As String
    Dim countcheck As Integer
    Dim iCheck, iText4 As Integer
    iCheck = 0
    countcheck = 0

    For iCheck = 0 To 10
        check(iCheck) = Text1(iCheck).Text
    Next iCheck
    For countcheck = 0 To 10
        If check(countcheck) = "" Then
            MsgBox "กรุณากรอกข้อมูลให้ครบถ้วน"
            GoTo 0
        End If
    Next countcheck

    sqlinsert = "insert into
    depot_customer(cust_id,cust_name,address,telephone,order_cust,order_date
    ,order_time,order_period,x_co,y_co,load_time,anum,abuild,aroad,atum,aam
    p,aprov)"
    sqlinsert = sqlinsert & "values(" & Text1(1).text & "," &
    Text1(0).text & "," & 'N/A' & "," & Text1(10).text & "," & 0 & ',' & 'N/A' & ',' & 'N/A' & ',' & 'N/A' &
    ',' & Text1(2).text & "," & Text1(3).text & "," & 0 & ',' & Text1(4).text & "," &
    & Text1(5).text & "," & Text1(6).text & "," & Text1(7).text & "," &
    Text1(8).text & "," & Text1(9).text & ")"

    With cmd
        .CommandType = adCmdText
        .CommandText = sqlinsert
        .ActiveConnection = Conn
        .Execute
    End With

    sqlcount = "select * from depot_customer"
    With rscount
        If .State = adStateOpen Then .Close
        .ActiveConnection = Conn
        .CursorType = adOpenForwardOnly
        .CursorLocation = adUseClient
        .Open sqlcount
        Label3.Caption = .RecordCount
    End With
    Image7.Enabled = True
    Image8.Enabled = True
    iText4 = 2
    For iText4 = 2 To 10

```

```

        Text1(iText4).Enabled = False
    Next iText4
0:
End Sub

Private Sub Image2_Click()
    frmCustomerSearch.Hide
    frmMain.Show
End Sub

Private Sub Image4_Click()
    Dim rs2 As New ADODB.Recordset
    Dim sql2 As String
    sql2 = "select * from depot_customer where Cust_Name LIKE '%" &
    Text1(0).text & "%"
    If Text1(0).text = "" Then
        MsgBox "กรุณาระบุชื่อลูกค้า !!!", vbYesNo + vbCritical, "ผลการ
    ตรวจสอบ"
        Text1.SetFocus
    Else
        With rs2
            If .State = adStateOpen Then .Close
            .ActiveConnection = Conn
            .CursorType = adOpenForwardOnly
            .CursorLocation = adUseClient
            .Open sql2
            If .EOF Then
                MsgBox "ไม่พบข้อมูลลูกค้าที่ระบุ", vbOKOnly +
                vbInformation, "ผลการค้นหา"
            Else
                Text1(0).text = rs2.Fields(2)
                Text1(1).text = rs2.Fields(1)
                Text1(2).text = rs2.Fields(9)
                Text1(3).text = rs2.Fields(10)
                Text1(4).text = rs2.Fields(12)
                Text1(5).text = rs2.Fields(13)
                Text1(6).text = rs2.Fields(14)
                Text1(7).text = rs2.Fields(15)
                Text1(8).text = rs2.Fields(16)
                Text1(9).text = rs2.Fields(17)
                Text1(10).text = rs2.Fields(4)
            End If
        End With
    End If
End Sub

Private Sub Image6_Click()
    Dim rs3 As New ADODB.Recordset
    Dim sql3 As String
    sql3 = "select * from depot_customer where Cust_id LIKE '%" &
    Text1(1).text & "%"
    If Text1(1).text = "" Then
        MsgBox "กรุณาระบุชื่อลูกค้า !!!", vbYesNo + vbCritical, "ผลการ
    ตรวจสอบ"

```



```

Text2.SetFocus
Else
  With rs3
    If .State = adStateOpen Then .Close
    .ActiveConnection = Conn
    .CursorType = adOpenForwardOnly
    .CursorLocation = adUseClient
    .Open sql3
    If .EOF Then
      MsgBox "ไม่พบข้อมูลลูกที่ระบุ", vbOKOnly +
vbInformation, "ผลการค้นหา"
    Else
      Text1(0).text = rs3.Fields(2)
      Text1(1).text = rs3.Fields(1)
      Text1(2).text = rs3.Fields(9)
      Text1(3).text = rs3.Fields(10)
      Text1(4).text = rs3.Fields(12)
      Text1(5).text = rs3.Fields(13)
      Text1(6).text = rs3.Fields(14)
      Text1(7).text = rs3.Fields(15)
      Text1(8).text = rs3.Fields(16)
      Text1(9).text = rs3.Fields(17)
      Text1(10).text = rs3.Fields(4)
    End If
  End With
End If
End Sub

Private Sub Image8_Click()
Dim iText2 As Integer
Image7.Enabled = False
Image9.Enabled = False
Image10.Enabled = True
Image11.Move 10680, 7680
iText2 = 2
For iText2 = 2 To 10
  Text1(iText2).Enabled = True
Next iText2
End Sub

Private Sub Image9_Click()
Dim iText3 As Integer
Image7.Enabled = False
Image9.Enabled = False
Image10.Enabled = True
Image12.Move 10680, 7680
iText3 = 0
For iText3 = 0 To 10
  Text1(iText3).Text = ""
Next iText3

iText3 = 0
For iText3 = 0 To 10
  Text1(iText3).Enabled = True
Next iText3
End Sub

Text1(iText3).Enabled = True
Next iText3
End Sub

Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
  Call Image4_Click
End If
End Sub

Private Sub Text2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
  Call Image6_Click
End If
End Sub

'frmOrderNew
'หน้าต่างรับข้อมูลตั้งชื่อสินค้า
Option Explicit
Dim Conn As New ADODB.Connection
Dim cmd As New ADODB.Command
Dim TLevel As Integer 'ใช้สำหรับ fade

Private Sub Form_Load()
Dim sqlDeleteDataTestModel As String
Dim rsdelete As New ADODB.Command
Combo1.AddItem "08.00 - 12.00 น."
Combo1.AddItem "13.00 - 17.00 น."
Text12.Text = Date
With Conn
  If .State = adStateOpen Then .Close
  .ConnectionString = strConn & ";Data Source = " & App.path &
"New_OD_Model.mdb"
  .ConnectionTimeout = 90
  .Open
End With
sqlDeleteDataTestModel = "delete from data_testmodel"
With rsdelete
  .CommandType = adCmdText
  .CommandText = sqlDeleteDataTestModel
  .ActiveConnection = Conn
  .Execute
End With
End Sub

Private Sub Combo1_Click()
Text7.Text = Combo1.Text
If Text7.Text = "08.00 - 12.00 น." Then
  Text11.Text = "1"
ElseIf Text7.Text = "13.00 - 17.00 น." Then
  Text11.Text = "2"
End If
End Sub

Private Sub Image2_Click()

```

```

Dim rsSearchName As New ADODB.Recordset
Dim sqlsearchName As String
If Text1.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุชื่อลูกค้า !!!", vbYesNo + vbCritical, "ผลการ
ตรวจสอบ"
Else
    sqlsearchName = "select * from depot_customer where CUST_NAME
LIKE '%" & Text1.Text & "%"
    With rsSearchName
        If .State = adStateOpen Then .Close
        .ActiveConnection = Conn
        .CursorType = adOpenForwardOnly
        .CursorLocation = adUseClient
        .Open sqlsearchName
    End With
    If .RecordCount <> 0 Then
        Text3.Text = rsSearchName.Fields(2)
        Text4.Text = rsSearchName.Fields(1)
        Text5.Text = rsSearchName.Fields(4)
        Text6.Text = rsSearchName.Fields(6)
        Text6.Text = Date
        Text7.Text = rsSearchName.Fields(7)
        Text9.Text = rsSearchName.Fields(5)
        Text8.Text = Val(Text9.Text) * 1000 / 9
        Text10.Text = rsSearchName.Fields(11)
        Text10.Text = Val(Text8.Text) * 0.4
    Else
        MsgBox "ไม่มีข้อมูลลูกค้า"
    End If
End With
End If
Text2.Text = ""
End Sub
Private Sub Image3_Click()
frmSeedAnalyst.Show
End Sub
Private Sub Image4_Click()
Dim rsSearchID As New ADODB.Recordset
Dim sqlsearchID As String
If Text2.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาระบุรหัสลูกค้า !!!", vbYesNo + vbCritical, "ผลการ
ตรวจสอบ"
Else
    sqlsearchID = "select * from depot_customer where CUST_ID LIKE " &
Text2.Text & ""
    With rsSearchID
        If .State = adStateOpen Then .Close
        .ActiveConnection = Conn
        .CursorType = adOpenForwardOnly
        .CursorLocation = adUseClient
        .Open sqlsearchID
    End With
    If .RecordCount <> 0 Then
        Text3.Text = rsSearchID.Fields(2)
        Text4.Text = rsSearchID.Fields(1)
        Text5.Text = rsSearchID.Fields(4)
        Text6.Text = rsSearchID.Fields(6)
        Text6.Text = Date
        Text7.Text = rsSearchID.Fields(7)
        Text9.Text = rsSearchID.Fields(5)
        Text8.Text = Val(Text9.Text) * 1000 / 9
        Text10.Text = rsSearchName.Fields(11)
        Text10.Text = Val(Text8.Text) * 0.4
    Else
        MsgBox "ไม่มีข้อมูลลูกค้า"
    End If
End With
End If
Text1.Text = ""
End Sub
Private Sub Image6_Click()
Dim sqlinsert As String
Dim strOrder As String
If Text2.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณากรอกข้อมูล !!!", vbYesNo + vbCritical, "ผลการ
ตรวจสอบ"
Else
    If Text11.Text = "" Then
        MsgBox "กรุณาระบุช่วงเวลาจัดส่งสินค้า"
    ElseIf Text8.Text = 0 Then
        MsgBox "กรุณาระบุปริมาณสินค้า"
    Else
        sqlinsert = "insert into
Data_TestModel(cust_id,cust_name,order_cust,order_time,order_period,loa
d_time,order_date)"
        sqlinsert = sqlinsert & "values('" & Text4.Text & "','" & Text3.Text &
"', '" & Text9.Text & "','" & Text7.Text & "','" & Text11.Text & "','" &
Text10.Text & "','" & Text6.Text & "')"
        With cmd
            .CommandType = adCmdText
            .CommandText = sqlinsert
            .ActiveConnection = Conn
            .Execute
        End With
        strOrder = "ID=" & Text4.Text & ":" & Text3.Text & ":" &
"จำนวน" & Text8.Text & " Packs" & ":" & "เวลา" & Text7.Text
        List1.AddItem strOrder
    End If
    Text1.Text = ""
    Text2.Text = ""
    Text3.Text = ""
    Text4.Text = ""
    Text5.Text = ""
    Text6.Text = ""

```

```

Text7.Text = ""
Text8.Text = ""
Text9.Text = ""
Text10.Text = ""
Combo1.Text = "เลือกช่วงเวลา"
End If
End Sub

Private Sub Image8_Click()
frmSeedAnalyst.Show
End Sub

Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
Call Image2_Click
End If
End Sub

Private Sub Text2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
Call Image4_Click
End If
End Sub

Private Sub Text8_Change()
Text10.Text = Val(Text8.Text) * 0.4
Text9.Text = Val(Text8.Text) * 9 / 1000
End Sub

Private Sub Text8_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
Call Image6_Click
Text1.SetFocus
End If
End Sub

'frmSeedAnalyst
'กระบวนการวิเคราะห์ seed analyst
Option Explicit
'หน้าต่างแสดงผลการวิเคราะห์ แสดงรายการจำนวนรถทั้งหมดที่ใช้ในการ
จัดส่งสินค้า
Dim Conn As New ADODB.Connection
Dim cmd As New ADODB.Command
Dim rsOrder As New ADODB.Recordset
Dim sql As String
Dim tempa As String
Dim numofseed As Integer
Dim newmin As Double
Dim newnode, newload As Double
Dim strnode As String
Dim timeload, nodeload As Double
Dim totaltime As Double
Dim totalload As Double
Dim k As Integer

Private Sub StartSeed(ByVal nodeDest11 As Double, ByVal nodetime As
Double, ByVal loadOrder As Double, ByVal s As Integer, ByVal kk As
Integer, ByVal pp As Integer)
Dim Vcheck, Lload, Tload, minloadtime, newtime, newload As Double
Dim loadtime1, loadinit, v1, v2, od_time, load_time As Double
Dim p, s1, i, ppp As Integer
Dim sqlseed, sqlmin, sqlup, sql2, sqlmin1, sql22, sqlminp, sqlperiod2,
sqlinsert1, sqlinsert2 As String
Dim nodenext, newnode, strnode As String
Dim rs1 As New ADODB.Recordset
Dim rsmin As New ADODB.Recordset
Dim rsmin1 As New ADODB.Recordset
Dim rsf1 As New ADODB.Recordset
Dim rsf11 As New ADODB.Recordset
Dim rsperiod As New ADODB.Recordset
Dim rsminp As New ADODB.Recordset
nodenext = nodeDest11
Tload = nodetime
Lload = loadOrder
Vcheck = Lload / Tload
minloadtime = 0
s1 = s
k = kk
p = pp
sqlseed = "select * from Data_TestModel where ORDER_PERIOD=" & p
& " and seedtemp=0"
With rs1
If .State = adStateOpen Then .Close
.ActiveConnection = Conn
.CursorType = adOpenForwardOnly
.CursorLocation = adUseClient
.Open sqlseed
If .RecordCount <> 0 Then
For i = 1 To .RecordCount
sqlmin = "select * from OD_For_Model where OriginID_Code=" &
nodenext & " and Destinatio_Code=" & rs1.Fields(2) & ""
With rsmin
If .State = adStateOpen Then .Close
.ActiveConnection = Conn
.CursorType = adOpenForwardOnly
.CursorLocation = adUseClient
.Open sqlmin
If .RecordCount <> 0 Then
nodetime = rsmin.Fields(6)
newtime = rs1.Fields(7) + nodetime
If minloadtime = 0 Then
minloadtime = newtime
newnode = rs1.Fields(2)
newload = rs1.Fields(4)
load_time = rs1.Fields(7)
od_time = nodetime

```

```

ElseIf newtime < minloadtime Then
    minloadtime = newtime
    newnode = rs1.Fields(2)
    newload = rs1.Fields(4)
    load_time = rs1.Fields(7)
    od_time = nodetime
End If
End With
rs1.MoveNext
Next i
Else
    sqlmin1 = "select * from OD_For_Model where OriginID_Code=" &
nodenext & " and Destinatio_Code=" & rs1.Fields(2) & ""
    With rsmin1
    If .State = adStateOpen Then .Close
    .ActiveConnection = Conn
    .CursorType = adOpenForwardOnly
    .CursorLocation = adUseClient
    .Open sqlmin1
    If .RecordCount <> 0 Then
        nodetime = rsmin1.Fields(6)
        newtime = rs1.Fields(7) + nodetime
        If minloadtime = 0 Then
            minloadtime = newtime
            newnode = rs1.Fields(2)
            newload = rs1.Fields(4)
            load_time = rs1.Fields(7)
            od_time = nodetime
        ElseIf newtime < minloadtime Then
            minloadtime = newtime
            newnode = rs1.Fields(2)
            newload = rs1.Fields(4)
            load_time = rs1.Fields(7)
            od_time = nodetime
        End If
    End With
End If
loadtime1 = Tload + minloadtime
loadinit = Lload + newload
If loadtime1 < totaltime And loadinit > totalload Then
    sql22 = "select * from Data_TestModel where ORDER_PERIOD=1
and seedtemp=0 "
    With rsf11
    If .State = adStateOpen Then .Close
    .ActiveConnection = Conn
    .CursorType = adOpenForwardOnly
    .CursorLocation = adUseClient
    .Open sql22
    If .RecordCount <> 0 Then
        sqlperiod2 = "select * from Data_TestModel where
ORDER_PERIOD=2 and seedtemp=0"
        With rsperiod
        If .State = adStateOpen Then .Close
        .ActiveConnection = Conn
        .CursorType = adOpenForwardOnly
        .CursorLocation = adUseClient
        .Open sqlperiod2
        If .RecordCount <> 0 Then
            For i = 1 To .RecordCount
                sqlminp = "select * from OD_For_Model where
OriginID_Code=" & nodenext & " and Destinatio_Code=" &
rsperiod.Fields(2) & ""
                With rsminp
                If .State = adStateOpen Then .Close
                .ActiveConnection = Conn
                .CursorType = adOpenForwardOnly
                .CursorLocation = adUseClient
                .Open sqlminp
                If .RecordCount <> 0 Then
                    nodetime = rsminp.Fields(6)
                    newtime = rsperiod.Fields(7) + nodetime
                    If minloadtime = 0 Then
                        minloadtime = newtime
                        newnode = rsperiod.Fields(2)
                        newload = rsperiod.Fields(4)
                        load_time = rsperiod.Fields(7)
                        od_time = nodetime
                    ElseIf newtime < minloadtime Then
                        minloadtime = newtime
                        newnode = rsperiod.Fields(2)
                        newload = rsperiod.Fields(4)
                        load_time = rsperiod.Fields(7)
                        od_time = nodetime
                    End If
                End With
            End With
            rsperiod.MoveNext
        Next i
    End If
    loadtime1 = Tload + minloadtime
    loadinit = Lload + newload
    If loadtime1 > totaltime Or loadinit > totalload Then
        Exit Sub
    Else
        v2 = newload / minloadtime
    End If
End With

```

```

sqlinsert2 = "insert into
seed(seed,vehicle,sourcenode,destnode,OD_time,load_time,timeload,nodelo
ad,vseed,kseed)"
sqlinsert2 = sqlinsert2 & "values('" & s & "','" & kk & "','" &
nodenext & "','" & newnode & "','" & od_time & "','" & load_time & "','" &
minloadtime & "','" & newload & "','" & v2 & "','" & 1)"
With cmd
.CommandType = adCmdText
.CommandText = sqlinsert2
.ActiveConnection = Conn
.Execute
End With
strnode = "seed ที่ " & s & " ที่ " & kk & " จาน node " &
nodenext & " to new node " & newnode & " ระยะเวลา time " & loadtime1 & "
ระยะเวลา load " & loadinit & ""
List1.AddItem strnode
sqlup = "update Data_TestModel set seedtemp=1 where
CUST_ID=" & newnode & ""
With cmd
.CommandType = adCmdText
.CommandText = sqlup
.ActiveConnection = Conn
.Execute
End With
Call StartSeed(newnode, loadtime1, loadinit, s1, kk, pp)
End If
ElseIf loadtime1 > totaltime Or loadinit > totalload Then
Exit Sub
Else
strnode = "seed ที่ " & s & " ที่ " & kk & " จาน node " &
nodenext & " to new node " & newnode & " ระยะเวลา time " & loadtime1 & "
ระยะเวลา load " & loadinit & ""
List1.AddItem strnode
sqlup = "update Data_TestModel set seedtemp=1 where CUST_ID=" &
newnode & ""
With cmd
.CommandType = adCmdText
.CommandText = sqlup
.ActiveConnection = Conn
.Execute
End With
v1 = newload / minloadtime
sqlinsert1 = "insert into
seed(seed,vehicle,sourcenode,destnode,OD_time,Load_time,timeload,nodelo
oad,vseed,kseed)"
sqlinsert1 = sqlinsert1 & "values('" & s & "','" & kk & "','" &
nodenext & "','" & newnode & "','" & od_time & "','" & load_time & "','" &
minloadtime & "','" & newload & "','" & v1 & "','" & 1)"
With cmd
.CommandType = adCmdText
.CommandText = sqlinsert1
.ActiveConnection = Conn
.Execute
End With
sql2 = "select * from Data_TestModel where ORDER_PERIOD="
& p & " and seedtemp=0 "
With rsf1
.If.State = adStateOpen Then .Close
.ActiveConnection = Conn
.CursorType = adOpenForwardOnly
.CursorLocation = adUseClient
.Open sql2
.If .RecordCount <> 0 Then
pp = p
Else
.If p = 1 Then
pp = 2
Else
pp = 1
End If
End If
End With
Call StartSeed(newnode, loadtime1, loadinit, s1, kk, pp)
End If
End Sub
Private Sub Command2_Click()
If Text2.Text = "" Then
MsgBox "กรุณากรอก load time"
Exit Sub
End If
If Text3.Text = "" Then
MsgBox "กรุณากรอก load order"
Exit Sub
End If
Text2.Text = 240
Text3.Text = 3.6
Call checkseed
End Sub
Private Function checkseed()
Dim rsf1 As New ADODB.Recordset
Dim rsf2 As New ADODB.Recordset
Dim rsf3 As New ADODB.Recordset
Dim rsfj As New ADODB.Recordset
Dim rsfdst As New ADODB.Recordset
Dim rsinit As New ADODB.Recordset
Dim sql1, sql2, sql3, sqlmin, sqlsh, str, sqldest, sql As String
Dim ik, i, nvehicle, j, Y, jj, sh, hh As Integer
Dim vttotal, Wtotal As Double
sql = "select * from Data_TestModel where ORDER_PERIOD= 1"
With rsinit
.If.State = adStateOpen Then .Close
.ActiveConnection = Conn

```

```

.CursorType = adOpenForwardOnly
.CursorLocation = adUseClient
.Open sql
ik = .RecordCount
If .RecordCount <> 0 Then
For i = 1 To .RecordCount
sql1 = "select distinct(vehicle) from seed where seed=" & i & ""
With rsf1
If .State = adStateOpen Then .Close
.ActiveConnection = Conn
.CursorType = adOpenForwardOnly
.CursorLocation = adUseClient
.Open sql1
If .RecordCount <> 0 Then
vtotal = 0
nvehicle = .RecordCount
sql2 = "select vseed from seed where seed=" & i & ""
With rsf2
If .State = adStateOpen Then .Close
.ActiveConnection = Conn
.CursorType = adOpenForwardOnly
.CursorLocation = adUseClient
.Open sql2
If .RecordCount <> 0 Then
For j = 1 To .RecordCount
vtotal = vtotal + rsf2!vseed
rsf2.MoveNext
Next j
End If
End With
Wtotal = vtotal / nvehicle
With MSFlexGrid2
.Cols = 4
.Rows = ik + 1
For Y = 1 To .Rows - 1
.Row = i
.TextMatrix(i, 0) = i
.TextMatrix(i, 1) = vtotal
.TextMatrix(i, 2) = nvehicle
.TextMatrix(i, 3) = Wtotal
Next Y
End With
sql3 = "insert into finalseed(seed,vtotal,nvehicle,Wtotal)values(" &
i & "," & vtotal & "," & nvehicle & "," & Wtotal & ")"
With cmd
.CommandType = adCmdText
.CommandText = sql3
.ActiveConnection = Conn
.Execute
End With
rsf1.MoveNext
End If
End With
Next i
End If
End With
sqlmin = "select max(Wtotal)from finalseed"
With rsf3
If .State = adStateOpen Then .Close
.ActiveConnection = Conn
.CursorType = adOpenForwardOnly
.CursorLocation = adUseClient
.Open sqlmin
If .RecordCount <> 0 Then
Text4.Text = rsf3.Fields(0)
With MSFlexGrid2
For Y = 1 To .Rows - 1
If (.TextMatrix(Y, 3) = Text4.Text) Then
sh = .TextMatrix(Y, 0)
Text7.Text = sh
For jj = 1 To nvehicle
sqlsh = "select * from seed where seed=" & sh & "" and
vehicle=" & jj & ""
With rsfjj
If .State = adStateOpen Then .Close
.ActiveConnection = Conn
.CursorType = adOpenForwardOnly
.CursorLocation = adUseClient
.Open sqlsh
If .RecordCount <> 0 Then
For hh = 1 To .RecordCount
sqlddest = "select * from Depot_Customer where CUST_ID="
& rsfjj!destnode & ""
With rsfddest
If .State = adStateOpen Then .Close
.ActiveConnection = Conn
.CursorType = adOpenForwardOnly
.CursorLocation = adUseClient
.Open sqlddest
If .RecordCount <> 0 Then
str = " ถิ่นที่ " & jj & " ปลายทางที่ " & hh & " คือ " &
rsfjj!destnode & "" & rsfddest!CUST_NAME & ""
List2.AddItem str
rsfjj.MoveNext
End If
End With
Next hh
End If
End With
Next jj
End If
Next Y

```

```

End With
End If
End With
Text8.Text = k
Call firstpoint
End Function


---


Private Sub Form_Load()
With Conn
If .State = adStateOpen Then .Close
.ConnectionString = strConn & ";Data Source = " & App.path &
"New_OD_Model.mdb"
.ConnectionTimeout = 90
.Open
End With
Text2.Text = 240
Text3.Text = 3.6
Text6.Text = 1
Call initialdata
End Sub


---


Function initialdata()
Dim sql3, sql1, sql2, sqlup As String
Dim rssql As New ADODB.Recordset
Dim i As Integer
sql3 = "select * from Data_testModel where CUST_ID <> 61"
With rssql
If .State = adStateOpen Then .Close
.ActiveConnection = Conn
.CursorType = adOpenForwardOnly
.CursorLocation = adUseClient
.Open sql3
If .RecordCount <> 0 Then
For i = 1 To .RecordCount
sqlup = "update Data_TestModel set seedtemp=0 where
CUST_ID=" & rssql.Fields(2) & ""
With cmd
.CommandType = adCmdText
.CommandText = sqlup
.ActiveConnection = Conn
.Execute
End With
rssql.MoveNext
Next i
End If
End With
sql1 = "delete * from finalseed"
With cmd
.CommandType = adCmdText
.CommandText = sql1
.ActiveConnection = Conn
.Execute
End With
sql2 = "delete * from seed"
With cmd
.CommandType = adCmdText
.CommandText = sql2
.ActiveConnection = Conn
.Execute
End With
End Function


---


Private Function seed1(ByVal n As Integer, ByVal k As Integer, ByVal s
As Integer)
On Error Resume Next
Dim rsinit1 As New ADODB.Recordset
Dim rsinit2 As New ADODB.Recordset
Dim rsinit3, rsoriginal As New ADODB.Recordset
Dim sql1, sql2, sql3, sqlup, sqlup1, sqloriginal, sqlinsert1 As String
Dim rsch2 As New ADODB.Recordset
Dim rsch3 As New ADODB.Recordset
Dim rsf1 As New ADODB.Recordset
Dim sqlch2, sqlch3 As String
Dim i, n1, r, nn, nk, kk As Integer
Dim node, nodeDest As String
Dim loadinit As Double
Dim loadtime1, loadtime_original As Double
Dim xxx, nodetime, v1 As Double

```

```

kk = k
sqloriginal = "select * from Data_testModel where CUST_ID=61"
With rsoriginal
  If .State = adStateOpen Then .Close
  .ActiveConnection = Conn
  .CursorType = adOpenForwardOnly
  .CursorLocation = adUseClient
  .Open sqloriginal
  If .RecordCount <> 0 Then
    loadtime_original = rsoriginal.Fields(7)
  Else
    loadtime_original = 0
  End If
End With
sql1 = "select * from Data_TestModel where ORDER_PERIOD=" & s & "
and seedtemp=0 and CUST_ID <> 61"
With rsinit1
  If .State = adStateOpen Then .Close
  .ActiveConnection = Conn
  .CursorType = adOpenForwardOnly
  .CursorLocation = adUseClient
  .Open sql1
  If .RecordCount <> 0 Then
    sql2 = "select * from OD_For_Model where OriginID_Code=61
and Destinatio_Code=" & rsinit1.Fields(2) & ""
    With rsinit2
      If .State = adStateOpen Then .Close
      .ActiveConnection = Conn
      .CursorType = adOpenForwardOnly
      .CursorLocation = adUseClient
      .Open sql2
      If .RecordCount <> 0 Then
        nodetime = rsinit2.Fields(6)
        loadtime1 = loadtime_original + rsinit1.Fields(7) +
nodetime
        loadinit = rsinit1.Fields(4)
      End If
    End With
    If loadtime1 > totaltime Or loadinit > totalload Then
      MsgBox "ปริมาณ loadtime หรือ loadorder น้อยเกินไป"
    End If
    sqlup = "update Data_TestModel set seedtemp=1 where
CUST_ID=" & rsinit1.Fields(2) & ""
    With cmd
      .CommandType = adCmdText
      .CommandText = sqlup
      .ActiveConnection = Conn
      .Execute
    End With
    sql2 = "select * from Data_TestModel where
ORDER_PERIOD=" & s & " and seedtemp=0 "
With rsf1
  If .State = adStateOpen Then .Close
  .ActiveConnection = Conn
  .CursorType = adOpenForwardOnly
  .CursorLocation = adUseClient
  .Open sql2
  If .RecordCount <> 0 Then
    s = s
  Else
    If s = 1 Then
      s = 2
    Else
      s = 1
    End If
  End If
  End With
  v1 = loadinit / loadtime1
  sqlinsert1 = "insert into
seed(seed,vehicle,sourcenode,destnode,OD_time,Load_time,timeload,node
oad,vseed,kseed)"
  sqlinsert1 = sqlinsert1 & "values(" & n & "," & k & "," & 61 & " &
rsinit1.Fields(2) & "," & nodetime & "," & rsinit1.Fields(7) & "," &
loadtime1 & "," & loadinit & "," & v1 & ",1)"
  With cmd
    .CommandType = adCmdText
    .CommandText = sqlinsert1
    .ActiveConnection = Conn
    .Execute
  End With
  strnode = "seed ที่ " & n & " คำนที่ " & k & " จาก node original
(61) to new node " & rsinit1.Fields(2) & " รวม time " & loadtime1 & "
รวม load " & loadinit & ""
  List1.AddItem strnode
  Call StartSeed(rsinit1.Fields(2), loadtime1, loadinit, n, k, s)
End If
End With
End Function
Private Sub Image2_Click()
On Error Resume Next
Dim rsinit1 As New ADODB.Recordset
Dim rsinit2 As New ADODB.Recordset
Dim rsch2 As New ADODB.Recordset
Dim rsch3 As New ADODB.Recordset
Dim rsinit3, rsoriginal As New ADODB.Recordset
Dim sql1, sql2, sql3, sqlup, sqlup1, sqloriginal As String
Dim sqlch2, sqlch3, sqlinsert1 As String
Dim i, n, n1, r, mn, s, nk, kk As Integer
Dim node, nodeDest As String
Dim loadinit, v1 As Double
Dim loadtime1, loadtime_original As Double
Dim xxx, nodetime As Double

```



```

If Text2.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณากรอก load time"
    Exit Sub
End If
If Text3.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณากรอก load order"
    Exit Sub
End If
totaltime = Val(Text2.Text)
totalload = Val(Text3.Text)
kk = 1
sqloriginal = "select * from Data_testModel where CUST_ID=61"
With rsoriginal
    If .State = adStateOpen Then .Close
        .ActiveConnection = Conn
        .CursorType = adOpenForwardOnly
        .CursorLocation = adUseClient
        .Open sqloriginal
    If .RecordCount <> 0 Then
        loadtime_original = rsoriginal.Fields(7)
    Else
        loadtime_original = 0
    End If
End With
sql1 = "select * from Data_TestModel where ORDER_PERIOD= 1 and
seed=0 and CUST_ID <> 61"
With rsinit1
    If .State = adStateOpen Then .Close
        .ActiveConnection = Conn
        .CursorType = adOpenForwardOnly
        .CursorLocation = adUseClient
        .Open sql1
    If .RecordCount <> 0 Then
        Text1.Text = .RecordCount
        With MSFlexGrid1
            .Cols = 6
            .Rows = Val(Text1.Text) + 1
            nn = Val(Text1.Text)
            For i = 1 To .Rows - 1
                .Row = i
                sql2 = "select * from OD_For_Model where OriginID_Code=61 and
Destination_Code=" & rsinit1.Fields(2) & ""
                With rsinit2
                    If .State = adStateOpen Then .Close
                        .ActiveConnection = Conn
                        .CursorType = adOpenForwardOnly
                        .CursorLocation = adUseClient
                        .Open sql2
                    If .RecordCount <> 0 Then
                        nodetime = rsinit2.Fields(6)
                        n = i
                    End If
                    'loadtime beginning by loadtime original and loadtime
                    destination start
                    loadtime1 = loadtime_original + rsinit1.Fields(7) +
                    nodetime
                    loadinit = rsinit1.Fields(4)
                End If
                End With
                .TextMatrix(i, 0) = i
                .TextMatrix(i, 1) = rsinit1.Fields(2)
                .TextMatrix(i, 2) = rsinit1.Fields(3)
                .TextMatrix(i, 3) = rsinit1.Fields(7)
                .TextMatrix(i, 4) = nodetime
                .TextMatrix(i, 5) = loadtime1
                If loadtime1 > totaltime Or loadinit > totalload Then
                    MsgBox "ปริมาณ load time หรือ loadorder น้อยเกินไปไป"
                    Exit Sub
                End If
                sqlup = "update Data_TestModel set seed=" & n & ",seedtemp=1
where CUST_ID=" & rsinit1.Fields(2) & ""
                With cmd
                    .CommandType = adCmdText
                    .CommandText = sqlup
                    .ActiveConnection = Conn
                    .Execute
                End With
                v1 = loadinit / loadtime1
                sqlinsert1 = "insert into
seed(seed,vehicle,sourcenode,destnode,OD_time,Load_time,timeload,node
oad,vseed,kseed)"
                sqlinsert1 = sqlinsert1 & "values(" & n & ",1,61," &
rsinit1.Fields(2) & "," & nodetime & "," & rsinit1.Fields(7) & "," &
loadtime1 & "," & loadinit & "," & v1 & "," & ",1)"
                With cmd
                    .CommandType = adCmdText
                    .CommandText = sqlinsert1
                    .ActiveConnection = Conn
                    .Execute
                End With
                strnode = "seed ที่ " & n & " ต้นที่ " & 1 & "  จาก node original (61) to new
node " & rsinit1.Fields(2) & " รวม time " & loadtime1 & " รวม load " &
loadinit & ""
                List1.AddItem strnode
                Call StartSeed(rsinit1.Fields(2), loadtime1, loadinit, n, 1, 1)
                sqlch2 = "select * from Data_TestModel where seedtemp=0"
                With rsch2
                    If .State = adStateOpen Then .Close
                        .ActiveConnection = Conn
                        .CursorType = adOpenForwardOnly
                        .CursorLocation = adUseClient
                        .Open sqlch2
                    If .RecordCount = 0 Then

```

```

Else
nk = n
For mn = 1 To .RecordCount
kk = kk + 1
sqlch3 = "select * from Data_TestModel where
ORDER_PERIOD= 1 and seedtemp=0 "
With rsch3
If .State = adStateOpen Then .Close
.ActiveConnection = Conn
.CursorType = adOpenForwardOnly
.CursorLocation = adUseClient
.Open sqlch3
If .RecordCount <> 0 Then
s = 1
Call seed1(nk, kk, s)
Else
s = 2
Call seed1(nk, kk, s)
End If
End With
rsch2.MoveNext
Next nn
End If
End With
Call initialdata1
kk = 1
rsinit1.MoveNext
Next i
End With
End If
End With
Call Command2_Click
End Sub
Private Sub Image4_Click()
frmRouteSolver.Show
End Sub
Private Sub Image6_Click()
frmOrderNew.Show
End Sub
Private Function firstpoint()
Dim rsfirstpoint As New ADODB.Recordset
Dim sqlfirstpoint As String
sqlfirstpoint = "select * from seed where seed=" & Text7.Text & " "
With rsfirstpoint
If .State = adStateOpen Then .Close
.ActiveConnection = Conn
.CursorType = adOpenForwardOnly
.CursorLocation = adUseClient
.Open sqlfirstpoint
Text9.Text = rsfirstpoint.Fields(4)
End With
End Function
End Function
'frmRouteSolver
'หน้าต่างแสดงแผนที่เส้นทางของรถแต่ละคันที่ได้จากการวิเคราะห์
Option Explicit
Dim Conn As New ADODB.Connection
Private m_pNAContext As INAContext
Private Sub Initialize()
Dim pFWorkspace As IFeatureWorkspace
Dim pNetworkDataset As INetworkDataset
Set pFWorkspace = OpenWorkspace("C:\Program
Files\Multiseed\database\shp")
Set pNetworkDataset = OpenNetworkDataset(pFWorkspace,
"road_network_studyarea_ND")
Set m_pNAContext = CreateSolverContext(pNetworkDataset)
Dim pNetworkAttribute As INetworkAttribute
Dim i As Long
For i = 0 To pNetworkDataset.AttributeCount - 1
Set pNetworkAttribute = pNetworkDataset.Attribute(i)
If pNetworkAttribute.UsageType = esriNAUTCost Then
CmdCostAttribute.AddItem pNetworkAttribute.Name
End If
Next i
CmdCostAttribute.ListIndex = 0
Dim pInputFClass As IFeatureClass
Set pInputFClass = pFWorkspace.OpenFeatureClass("customer_veh")
LoadNANetworkLocations m_pNAContext, "Stops", pInputFClass, 100
Dim pLayer As ILayer
Dim pNetworkLayer As esriCarto.INetworkLayer
Set pNetworkLayer = New esriCarto.NetworkLayer
Set pNetworkLayer.NetworkDataset = pNetworkDataset
Set pLayer = pNetworkLayer
pLayer.Name = "Network Dataset"
MapControl1.AddLayer pLayer
frmMap.MapControl2.AddLayer pLayer
Dim pNALayer As INALayer
Set pNALayer = m_pNAContext.Solver.CreateLayer(m_pNAContext)
Set pLayer = pNALayer
pLayer.Name = m_pNAContext.Solver.DisplayName
MapControl1.AddLayer pLayer
frmMap.MapControl2.AddLayer pLayer
cmdSolve.Visible = True
lstOutput.Clear
Call CmdSolve_Click
End Sub
Private Sub cmdAddItemCombo2_Click()
Dim path, filename As String
Dim i As Integer
path = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp_customer\*.txt"
filename = Dir(path)
i = 0
While filename <> ""

```

```

If filename <> "" Then
    filename = Dir
    Combo2.AddItem "วัดที่ " & i + 1, i
    i = i + 1
End If
Wend
End Sub

Private Sub cmdClearShape_Click()
    Dim Myfso As New FileSystemObject, Tmpfile1, Tmpfile2, Tmpfile3,
    Tmpfile4, Tmpfile5, Tmpfile6, Tmpfile7, Tmpfile8, Tmpfile9, Tmpfile10,
    Tmpfile11, Tmpfile12, Tmpfile13, Tmpfile14, Tmpfile15, Tmpfile16,
    Tmpfile17, Tmpfile18, Tmpfile19, Tmpfile20
    On Error Resume Next
    Set Tmpfile1 = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.CPG")
    Set Tmpfile2 = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.dbf")
    Set Tmpfile3 = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.prj")
    Set Tmpfile4 = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.sbn")
    Set Tmpfile5 = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.sbx")
    Set Tmpfile6 = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.shp")
    Set Tmpfile7 = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.shx")
    Set Tmpfile8 = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.shp.xml")
    Set Tmpfile9 = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr")
    Tmpfile1.Delete
    Tmpfile2.Delete
    Tmpfile3.Delete
    Tmpfile4.Delete
    Tmpfile5.Delete
    Tmpfile6.Delete
    Tmpfile7.Delete
    Tmpfile8.Delete
    Tmpfile9.Delete
    MapControl1.ClearLayers
    frmMap.MapControl2.ClearLayers
    Set Tmpfile10 = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt")
    Set Tmpfile11 = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt")
    Tmpfile10.Delete
    Tmpfile11.Delete
End Sub

Private Sub cmdInitial_Click()
    Initialize
End Sub

Private Sub cmdReport_Click()
    frmRouteSolver.Hide
    frmMap.Show
    Capture_Desktop (App.path & "\routemap\image.bmp")
    frmReport.Image1.Picture = LoadPicture("C:\Program
Files\Multiseed\routemap\image.bmp")
    frmMap.Hide
    frmReport.Show
End Sub

Private Sub CmdSolve_Click()
    cmdSolve.Caption = "ค้นหา..."
    SetSolverSettings m_pNAContext, CmdCostAttribute.Text,
    UseRestriction.Value, UseHierarchy.Value
    Dim strMsg As String
    Dim pGPMessages As IGPMessages
    Set pGPMessages = New GPMessages
    strMsg = Solve(m_pNAContext, pGPMessages)
    If strMsg = "OK" Then
        lstOutput.AddItem "Solve: Route length: " +
        Format(GetRouteOutput(m_pNAContext, "Routes"), "#####0.00") + " " +
        CmdCostAttribute.Text
    Else
        lstOutput.AddItem "Solve: " + strMsg
        If Not pGPMessages Is Nothing Then
            Dim i As Integer
            For i = 0 To pGPMessages.count - 1
                Select Case pGPMessages.GetMessage(i).Type
                    Case esriGPMessageTypeError
                        lstOutput.AddItem "Error " &
                        str(pGPMessages.GetMessage(i).ErrorCode) & " " &
                        pGPMessages.GetMessage(i).Description
                    Case esriGPMessageTypeWarning
                        lstOutput.AddItem "Warning " &
                        str(pGPMessages.GetMessage(i).ErrorCode) &
                        pGPMessages.GetMessage(i).Description
                    Case Else
                        lstOutput.AddItem "Information " &
                        pGPMessages.GetMessage(i).Description
                End Select
            Next i
        End If
    End If
    cmdSolve.Caption = "เส้นทางเดินรถ"
    Dim pGDS As IGeoDataset
    Dim pEnv As IEnvelope
    Set pGDS = m_pNAContext.NAClasses.ItemByName("Routes")
    Set pEnv = pGDS.Extent
    pEnv.Expand 1.1, 1.1, True
    MapControl1.Extent = pEnv
End Sub

```

```

MapControl1.Refresh
End Sub
Private Sub Combo2_Click()
    Dim folderpath, path, filename, file1, datatxt As String
    Dim folderpath2, path2, filename2, file2, datatxt2 As String
    Dim i As Integer
    Dim Myfso As New FileSystemObject, Tmpfilecopy
    Dim str As String
    List1.Clear
    frmReport.List1.Clear
    frmReport.List2.Clear
    If Combo2.ListIndex = 0 Then
        Command1_Click
        folderpath = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp_customer\"
        path = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle1.txt"
        filename = Dir(path)
        i = 0
        file1 = folderpath + filename
        Open file1 For Input As #1
        While Not EOF(1)
            Line Input #1, datatxt
            datatxt = Split(datatxt, ",")(3)
            If i = 0 Then
                List1.AddItem "รายชื่อลูกค้าสำหรับรถคันที่ 1 ", i
                frmReport.List1.AddItem "รายชื่อลูกค้าสำหรับรถคันที่ 1 ", i
            Else
                List1.AddItem datatxt, i
                frmReport.List1.AddItem datatxt, i
            End If
            i = i + 1
        Wend
        Close #1

        Set Tmpfilecopy = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt")
        Tmpfilecopy.Copy ("C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt")
        folderpath2 = "C:\Program Files\Multiseed\database\directiontemp\"
        path2 = "C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt"
        filename2 = Dir(path2)
        i = 0
        file2 = folderpath2 + filename2
        Open file2 For Input As #1
        While Not EOF(1)
            Line Input #1, datatxt2
            frmReport.List2.AddItem datatxt2, i
            i = i + 1
        Wend
        Close #1

        Elseif Combo2.ListIndex = 1 Then
            Command2_Click
            folderpath = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp_customer\"
            path = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle2.txt"
            filename = Dir(path)
            i = 0
            file1 = folderpath + filename
            Open file1 For Input As #1
            While Not EOF(1)
                Line Input #1, datatxt
                datatxt = Split(datatxt, ",")(3)
                If i = 0 Then
                    List1.AddItem "รายชื่อลูกค้าสำหรับรถคันที่ 2 ", i
                    frmReport.List1.AddItem "รายชื่อลูกค้าสำหรับรถคันที่ 2 ", i
                Else
                    List1.AddItem datatxt, i
                    frmReport.List1.AddItem datatxt, i
                End If
                i = i + 1
            Wend
            Close #1

            Set Tmpfilecopy = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt")
            Tmpfilecopy.Copy ("C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt")
            folderpath2 = "C:\Program Files\Multiseed\database\directiontemp\"
            path2 = "C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt"
            filename2 = Dir(path2)
            i = 0
            file2 = folderpath2 + filename2
            Open file2 For Input As #1
            While Not EOF(1)
                Line Input #1, datatxt2
                frmReport.List2.AddItem datatxt2, i
                i = i + 1
            Wend
            Close #1

            Elseif Combo2.ListIndex = 2 Then
                Command3_Click
                folderpath = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp_customer\"
                path = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle3.txt"
                filename = Dir(path)

```

```

i = 0
file1 = folderpath + filename
Open file1 For Input As #1
While Not EOF(1)
Line Input #1, datatxt
datatxt = Split(datatxt, ",")(3)
If i = 0 Then
List1.AddItem "รายชื่อลูกค้าสำหรับรถคันที่ 3 ", i
frmReport.List1.AddItem "รายชื่อลูกค้าสำหรับรถคันที่ 3 ", i
Else
List1.AddItem datatxt, i
frmReport.List1.AddItem datatxt, i
End If
i = i + 1
Wend
Close #1

Set Tmpfilecopy = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt")
Tmpfilecopy.Copy ("C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt")
folderpath2 = "C:\Program Files\Multiseed\database\directiontemp\"
path2 = "C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt"
filename2 = Dir(path2)
i = 0
file2 = folderpath2 + filename2
Open file2 For Input As #1
While Not EOF(1)
Line Input #1, datatxt2
frmReport.List2.AddItem datatxt2, i
i = i + 1
Wend
Close #1

ElseIf Combo2.ListIndex = 4 Then
Command5_Click
folderpath = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp_customer\"
path = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle5.txt"
filename = Dir(path)
i = 0
file1 = folderpath + filename
Open file1 For Input As #1
While Not EOF(1)
Line Input #1, datatxt
datatxt = Split(datatxt, ",")(3)
If i = 0 Then
List1.AddItem "รายชื่อลูกค้าสำหรับรถคันที่ 5 ", i
frmReport.List1.AddItem "รายชื่อลูกค้าสำหรับรถคันที่ 5 ", i
Else
List1.AddItem datatxt, i
frmReport.List1.AddItem datatxt, i
End If
i = i + 1
Wend
Close #1

Set Tmpfilecopy = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt")
Tmpfilecopy.Copy ("C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt")
folderpath2 = "C:\Program Files\Multiseed\database\directiontemp\"

```

```

path2 = "C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt"
filename2 = Dir(path2)
i = 0
file2 = folderpath2 + filename2
Open file2 For Input As #1
While Not EOF(1)
Line Input #1, datatxt2
frmReport.List2.AddItem datatxt2, i
i = i + 1
Wend
Close #1

ElseIf Combo2.ListIndex = 5 Then
Command6_Click
folderpath = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp_customer\"
path = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle6.txt"
filename = Dir(path)
i = 0
file1 = folderpath + filename
Open file1 For Input As #1
While Not EOF(1)
Line Input #1, datatxt
datatxt = Split(datatxt, ",")(3)
If i = 0 Then
List1.AddItem "รายชื่อลูกค้าสำหรับรถคันที่ 6 ", i
frmReport.List1.AddItem "รายชื่อลูกค้าสำหรับรถคันที่ 6 ", i
Else
List1.AddItem datatxt, i
frmReport.List1.AddItem datatxt, i
End If
i = i + 1
Wend
Close #1
Set Tmpfilecopy = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt")
Tmpfilecopy.Copy ("C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt")
folderpath2 = "C:\Program Files\Multiseed\database\directiontemp\"
path2 = "C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt"
filename2 = Dir(path2)
i = 0
file2 = folderpath2 + filename2
Open file2 For Input As #1
While Not EOF(1)
Line Input #1, datatxt2
frmReport.List2.AddItem datatxt2, i
i = i + 1
Wend
Close #1

Set Tmpfilecopy = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt")
Tmpfilecopy.Copy ("C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt")
folderpath2 = "C:\Program Files\Multiseed\database\directiontemp\"
path2 = "C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt"
filename2 = Dir(path2)
i = 0
file2 = folderpath2 + filename2
Open file2 For Input As #1
While Not EOF(1)
Line Input #1, datatxt2
frmReport.List2.AddItem datatxt2, i
i = i + 1
Wend
Close #1

ElseIf Combo2.ListIndex = 6 Then
Command7_Click
folderpath = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp_customer\"
path = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle7.txt"
filename = Dir(path)
i = 0
file1 = folderpath + filename
Open file1 For Input As #1
While Not EOF(1)
Line Input #1, datatxt
datatxt = Split(datatxt, ",")(3)
If i = 0 Then
List1.AddItem "รายชื่อลูกค้าสำหรับรถคันที่ 7 ", i
frmReport.List1.AddItem "รายชื่อลูกค้าสำหรับรถคันที่ 7 ", i
Else
List1.AddItem datatxt, i
frmReport.List1.AddItem datatxt, i
End If
i = i + 1
Wend
Close #1
Set Tmpfilecopy = Myfso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt")
Tmpfilecopy.Copy ("C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt")
folderpath2 = "C:\Program Files\Multiseed\database\directiontemp\"
path2 = "C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt"
filename2 = Dir(path2)
i = 0
file2 = folderpath2 + filename2
Open file2 For Input As #1
While Not EOF(1)
Line Input #1, datatxt2
frmReport.List2.AddItem datatxt2, i
i = i + 1
Wend
Close #1

ElseIf Combo2.ListIndex = 7 Then
Command8_Click
folderpath = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp_customer\"
path = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle8.txt"
filename = Dir(path)
i = 0

```

```

file1 = folderpath + filename
Open file1 For Input As #1
While Not EOF(1)
Line Input #1, datatxt
datatxt = Split(datatxt, ",")(3)
If i = 0 Then
List1.AddItem "รายชื่อลูกค้าสำหรับรถคันที่ 8 ", i
frmReport.List1.AddItem "รายชื่อลูกค้าสำหรับรถคันที่ 8 ", i
Else
List1.AddItem datatxt, i
frmReport.List1.AddItem datatxt, i
End If
i = i + 1
Wend
Close #1

Set Tmpfilecopy = MyIso.GetFile("C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt")
Tmpfilecopy.Copy ("C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt")
folderpath2 = "C:\Program Files\Multiseed\database\directiontemp\"
path2 = "C:\Program
Files\Multiseed\database\directiontemp\direction.txt"
filename2 = Dir(path2)
i = 0
file2 = folderpath2 + filename2
Open file2 For Input As #1
While Not EOF(1)
Line Input #1, datatxt2
frmReport.List2.AddItem datatxt2, i
i = i + 1
Wend
Close #1
End If
End Sub

Private Sub Command1_Click()
Call cmdClearShape_Click
Screen.MousePointer = vbHourglass
Dim pWorkspaceName As IWorkspaceName
Dim pTableName As ITableName
Dim pDatasetName As IDatasetName
Set pWorkspaceName = New esriGeoDatabase.WorkspaceName
pWorkspaceName.PathName = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer"
pWorkspaceName.WorkspaceFactoryProgID =
"esricore.textfileworkspacefactory.1"
Set pTableName = New TableName
Set pDatasetName = pTableName
pDatasetName.Name = "vehicle1.txt"
Set pDatasetName.WorkspaceName = pWorkspaceName
Dim pXYEvent2FieldsProperties As IXEvent2FieldsProperties
Dim pSpatialReferenceFactory As ISpatialReferenceFactory
Dim pProjectedCoordinateSystem As IProjectedCoordinateSystem
Dim pXYEventSourceName As IXEventSourceName
Set pXYEvent2FieldsProperties = New
esriGeoDatabase.XYEvent2FieldsProperties
With pXYEvent2FieldsProperties
.XFieldName = "x"
.YFieldName = "y"
End With
Set pSpatialReferenceFactory = New
esriGeometry.SpatialReferenceEnvironment
pSpatialReferenceFactory.CreateProjectedCoordinateSystem(esriSRProjCS
_NAD1927UTM_11N)
Set pProjectedCoordinateSystem =
pSpatialReferenceFactory.CreateProjectedCoordinateSystem(esriSRProjCS
_WGS1984UTM_47N)
Set pXYEventSourceName = New esriGeoDatabase.XYEventSourceName
With pXYEventSourceName
Set .EventProperties = pXYEvent2FieldsProperties
Set .SpatialReference = pProjectedCoordinateSystem
Set .EventTableName = pTableName
End With

Dim pName As IName
Dim pFPlayer As IFeatureLayer
Dim pXYEventSource As IXEventSource
Set pName = pXYEventSourceName
Set pXYEventSource = pName.Open
Set pFPlayer = New esriCarto.FeatureLayer
Set pFPlayer.FeatureClass = pXYEventSource
pFPlayer.Name = "vehicle"
MapControl1.AddLayer pFPlayer
Dim GP As Object
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GpDispatch.1")
GP.AddToolbox "C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolBox\Toolboxes\Data
Management Tools.tbx" Data Management Tools
GP.AddToolbox "C:\Program
Files\ArcGIS\ArcToolBox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx"
GP.MakeXYEventLayer "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle1.txt", "X", "Y", "Vehicle1",
esriSRProjCS_WGS1984UTM_47N
GP.savetolayerfile "vehicle1", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
GP.FeatureClassToShapefile "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\"
Files\Multiseed\database\shp_customer\shap"
GP.Workspace = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp"
GP.rename_management "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh_lyr.shp", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.shp"
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GPDispatch.1")
GP.CheckOutExtension "Network"

```

```

GP.AddToolbox "C:/Program
Files/ArcGIS/ArcToolbox/Toolboxes/Network Analyst Tools.tbx"
Dim Route_3, Route_3__2_, road_network_studyarea_ND_nd,
customer_veh_lyr, Network_Analyst_Layer, direction_txt As String
Route_3 = "Route 3"
road_network_studyarea_ND_nd = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\road_network_studyarea_ND.nd"
Route_3__2_ = "Route 3"
customer_veh_lyr = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
Network_Analyst_Layer = "Route 3"
direction_txt = "C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt"
GP.MakeRouteLayer_na road_network_studyarea_ND_nd, "Route 3",
"TIME_", "USE_INPUT_ORDER", "PRESERVE_BOTH",
"NO_TIMEWINDOWS", "", "ALLOW_UTURNS", "Oneway",
"NO_HIERARCHY", "", "TRUE_LINES_WITH_MEASURES", ""
GP.AddLocations_na Route_3, "Stops", customer_veh_lyr, "CurbApproach
# 0;Attr_TIME # 0;Attr_LENGTH_KM # 0", "5000 Meters", "",
"road_network_studyarea SHAPE;road_network_studyarea_ND_Junctions
NONE", "MATCH_TO_CLOSEST", "APPEND", "NO_SNAP", "5
Meters"
GP.Solve_na Route_3__2_, "SKIP"
GP.Directions_na Network_Analyst_Layer, "TEXT", direction_txt,
"Kilometers", "REPORT_TIME", ""
Call cmdInitial_Click
Screen.MousePointer = Default
End Sub
Private Sub Command2_Click()
Screen.MousePointer = vbHourglass
Call cmdClearShape_Click
Dim pWorkspaceName As IWorkspaceName
Dim pTableName As ITableName
Dim pDatasetName As IDatasetName
Set pWorkspaceName = New esriGeoDatabase.WorkspaceName
pWorkspaceName.PathName = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer"
pWorkspaceName.WorkspaceFactoryProgID =
"esricore.textfileworkspacefactory.1"
Set pTableName = New TableName
Set pDatasetName = pTableName
pDatasetName.Name = "vehicle2.txt"
Set pDatasetName.WorkspaceName = pWorkspaceName
Dim pXYEvent2FieldsProperties As IXYEvent2FieldsProperties
Dim pSpatialReferenceFactory As ISpatialReferenceFactory
Dim pProjectedCoordinateSystem As IProjectedCoordinateSystem
Dim pXYEventSourceName As IXYEventSourceName
Set pXYEvent2FieldsProperties = New
esriGeoDatabase.XYEvent2FieldsProperties
With pXYEvent2FieldsProperties
.YFieldName = "y"
End With
Set pSpatialReferenceFactory = New
esriGeometry.SpatialReferenceEnvironment
pSpatialReferenceFactory.CreateProjectedCoordinateSystem(esriSRProjCS
_NAD1927UTM_11N)
Set pProjectedCoordinateSystem =
pSpatialReferenceFactory.CreateProjectedCoordinateSystem(esriSRProjCS
_WGS1984UTM_47N)
Set pXYEventSourceName = New esriGeoDatabase.XYEventSourceName
With pXYEventSourceName
.EventProperties = pXYEvent2FieldsProperties
.SpatialReference = pProjectedCoordinateSystem
.EventTableName = pTableName
End With
Dim pName As IName
Dim pFPlayer As IFeatureLayer
Dim pXYEventSource As IXYEventSource
Set pName = pXYEventSourceName
Set pXYEventSource = pName.Open
Set pFPlayer = New esriCarto.FeatureLayer
Set pFPlayer.FeatureClass = pXYEventSource
pFPlayer.Name = "vehicle"
MapControl1.AddLayer pFPlayer
Dim GP As Object
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GpDispatch.1")
GP.AddToolbox "C:\Program Files/ArcGIS/ArcToolBox/Toolboxes/Data
Management Tools.tbx" Data Management Tools
GP.AddToolbox "C:\Program
Files/ArcGIS/ArcToolBox/Toolboxes/Conversion Tools.tbx"
GP.MakeXYEventLayer "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle2.txt", "X", "Y", "Vehicle2",
esriSRProjCS_WGS1984UTM_47N
GP.savetolayerfile "vehicle2", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
GP.FeatureClassToShapefile "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp"
Files\Multiseed\database\shp_customer\shap"
GP.Workspace = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp"
GP.rename_management "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh_lyr.shp", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.shp"
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GPDispatch.1")
GP.CheckOutExtension "Network"
GP.AddToolbox "C:/Program
Files/ArcGIS/ArcToolbox/Toolboxes/Network Analyst Tools.tbx"
Dim Route_3, Route_3__2_, road_network_studyarea_ND_nd,
customer_veh_lyr, Network_Analyst_Layer, direction_txt As String
Route_3 = "Route 3"

```



```

road_network_studyarea_ND_nd = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\road_network_studyarea_ND.nd"
Route_3__2_ = "Route 3"
customer_veh_lyr = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
Network_Analyst_Layer = "Route 3"
direction_txt = "C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt"
GP.MakeRouteLayer_na road_network_studyarea_ND_nd, "Route 3",
"TIME_", "USE_INPUT_ORDER", "PRESERVE_BOTH",
"NO_TIMEWINDOWS", "", "ALLOW_UTURNS", "Oneway",
"NO_HIERARCHY", "", "TRUE_LINES_WITH_MEASURES", ""
GP.AddLocations_na Route_3, "Stops", customer_veh_lyr, "CurbApproach
# 0;Attr_TIME # 0;Attr_LENGTH_KM # 0", "5000 Meters", "",
"road_network_studyarea SHAPE;road_network_studyarea_ND_Junctions
NONE", "MATCH_TO_CLOSEST", "APPEND", "NO_SNAP", "5
Meters"
GP.Solve_na Route_3__2_, "SKIP"
GP.Directions_na Network_Analyst_Layer, "TEXT", direction_txt,
"Meters", "REPORT_TIME", ""
Call cmdInitial_Click
Screen.MousePointer = Default
End Sub
Private Sub Command3_Click()
Screen.MousePointer = vbHourglass
Call cmdClearShape_Click
Dim pWorkspaceName As IWorkspaceName
Dim pTableName As ITableName
Dim pDatasetName As IDatasetName
Set pWorkspaceName = New esriGeoDatabase.WorkspaceName
pWorkspaceName.PathName = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer"
pWorkspaceName.WorkspaceFactoryProgID =
"esricore.textfileworkspacefactory.1"
Set pTableName = New TableName
Set pDatasetName = pTableName
pDatasetName.Name = "vehicle3.txt"
Set pDatasetName.WorkspaceName = pWorkspaceName
Dim pXYEvent2FieldsProperties As IXYEvent2FieldsProperties
Dim pSpatialReferenceFactory As ISpatialReferenceFactory
Dim pProjectedCoordinateSystem As IProjectedCoordinateSystem
Dim pXYEventSourceName As IXYEventSourceName
Set pXYEvent2FieldsProperties = New
esriGeoDatabase.XYEvent2FieldsProperties
With pXYEvent2FieldsProperties
.XFieldName = "x"
.YFieldName = "y"
End With
Set pSpatialReferenceFactory = New
esriGeometry.SpatialReferenceEnvironment
pSpatialReferenceFactory.CreateProjectedCoordinateSystem(esriSRProjCS
_NAD1927UTM_11N)
Set pProjectedCoordinateSystem =
pSpatialReferenceFactory.CreateProjectedCoordinateSystem(esriSRProjCS
_WGS1984UTM_47N)
Set pXYEventSourceName = New esriGeoDatabase.XYEventSourceName
With pXYEventSourceName
Set .EventProperties = pXYEvent2FieldsProperties
Set .SpatialReference = pProjectedCoordinateSystem
Set .EventTableName = pTableName
End With
Dim pName As IName
Dim pFeatureLayer As IFeatureLayer
Dim pXYEventSource As IXYEventSource
Set pName = pXYEventSourceName
Set pXYEventSource = pName.Open
Set pFeatureLayer = New esriCarto.FeatureLayer
Set pFeatureLayer.FeatureClass = pXYEventSource
pFeatureLayer.Name = "vehicle"
MapControl1.AddLayer pFeatureLayer
Dim GP As Object
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GpDispatch.1")
GP.AddToolbox "C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolBox\Toolboxes\Data
Management Tools.tbx" Data Management Tools
GP.AddToolbox "C:\Program
Files\ArcGIS\ArcToolBox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx"
GP.MakeXYEventLayer "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle3.txt", "X", "Y", "Vehicle3",
esriSRProjCS_WGS1984UTM_47N
GP.savetolayerfile "vehicle3", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
GP.FeatureClassToShapefile "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp"
Files\Multiseed\database\shp_customer\shap"
GP.Workspace = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp"
GP.rename_management "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh_lyr.shp", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.shp"
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GPDispatch.1")
GP.CheckOutExtension "Network"

GP.AddToolbox "C:/Program
Files/ArcGIS/ArcToolbox/Toolboxes/Network Analyst Tools.tbx"
Dim Route_3, Route_3__2_, road_network_studyarea_ND_nd,
customer_veh_lyr, Network_Analyst_Layer, direction_txt As String
Route_3 = "Route 3"
road_network_studyarea_ND_nd = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\road_network_studyarea_ND.nd"
Route_3__2_ = "Route 3"

```

```

customer_veh_lyr = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
Network_Analyst_Layer = "Route 3"
direction_txt = "C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt"
GP.MakeRouteLayer_na road_network_studyarea_ND_nd, "Route 3",
"TIME_", "USE_INPUT_ORDER", "PRESERVE_BOTH",
"NO_TIMEWINDOWS", "", "ALLOW_UTURNS", "Oneway",
"NO_HIERARCHY", "", "TRUE_LINES_WITH_MEASURES", ""
GP.AddLocations_na Route_3, "Stops", customer_veh_lyr, "CurbApproach
# 0;Attr_TIME # 0;Attr_LENGTH_KM # 0", "5000 Meters", "",
"road_network_studyarea SHAPE;road_network_studyarea_ND_Junctions
NONE", "MATCH_TO_CLOSEST", "APPEND", "NO_SNAP", "5
Meters"
GP.Solve_na Route_3_2_, "SKIP"
GP.Directions_na Network_Analyst_Layer, "TEXT", direction_txt,
"Meters", "REPORT_TIME", ""
Call cmdInitial_Click
Screen.MousePointer = Default
End Sub
Private Sub Command4_Click()
Screen.MousePointer = vbHourglass
Call cmdClearShape_Click
Dim pWorkspaceName As IWorkspaceName
Dim pTableName As ITableName
Dim pDatasetName As IDatasetName
Set pWorkspaceName = New esriGeoDatabase.WorkspaceName
pWorkspaceName.PathName = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer"
pWorkspaceName.WorkspaceFactoryProgID =
"esricore.textfileworkspacefactory.1"
Set pTableName = New TableName
Set pDatasetName = pTableName
pDatasetName.Name = "vehicle4.txt"
Set pDatasetName.WorkspaceName = pWorkspaceName
Dim pXYEvent2FieldsProperties As IXYEvent2FieldsProperties
Dim pSpatialReferenceFactory As ISpatialReferenceFactory
Dim pProjectedCoordinateSystem As IProjectedCoordinateSystem
Dim pXYEventSourceName As IXYEventSourceName
Set pXYEvent2FieldsProperties = New
esriGeoDatabase.XYEvent2FieldsProperties
With pXYEvent2FieldsProperties
.XFieldName = "x"
.YFieldName = "y"
End With
Set pSpatialReferenceFactory = New
esriGeometry.SpatialReferenceEnvironment
Set pProjectedCoordinateSystem =
pSpatialReferenceFactory.CreateProjectedCoordinateSystem(esriSRProjCS
_WGS1984UTM_47N)
Set pXYEventSourceName = New esriGeoDatabase.XYEventSourceName
With pXYEventSourceName
Set .EventProperties = pXYEvent2FieldsProperties
Set .SpatialReference = pProjectedCoordinateSystem
Set .EventTableName = pTableName
End With
Dim pName As IName
Dim pPlayer As IFeatureLayer
Dim pXYEventSource As IXYEventSource
Set pName = pXYEventSourceName
Set pXYEventSource = pName.Open
Set pPlayer = New esriCarto.FeatureLayer
Set pPlayer.FeatureClass = pXYEventSource
pPlayer.Name = "vehicle"
MapControl1.AddLayer pPlayer
Dim GP As Object
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GpDispatch.1")
GP.AddToolbox "C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolBox\Toolboxes\Data
Management Tools.tbx"
GP.AddToolbox "C:\Program
Files\ArcGIS\ArcToolBox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx"
GP.MakeXYEventLayer "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle4.txt", "X", "Y", "Vehicle4",
esriSRProjCS_WGS1984UTM_47N
GP.savetolayerfile "vehicle4", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
GP.FeatureClassToShapefile "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp"
GP.Workspace = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp"
GP.rename_management "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh_lyr.shp", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.shp"
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GPDispatch.1")
GP.CheckOutExtension "Network"
GP.AddToolbox "C:\Program
Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Network Analyst Tools.tbx"
Dim Route_3, Route_3_2_, road_network_studyarea_ND_nd,
customer_veh_lyr, Network_Analyst_Layer, direction_txt As String
Route_3 = "Route 3"
road_network_studyarea_ND_nd = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\road_network_studyarea_ND.nd"
Route_3_2_ = "Route 3"
customer_veh_lyr = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
Network_Analyst_Layer = "Route 3"
direction_txt = "C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt"
GP.MakeRouteLayer_na road_network_studyarea_ND_nd, "Route 3",
"TIME_", "USE_INPUT_ORDER", "PRESERVE_BOTH",
"NO_TIMEWINDOWS", "", "ALLOW_UTURNS", "Oneway",
"NO_HIERARCHY", "", "TRUE_LINES_WITH_MEASURES", ""

```

```

GP.AddLocations_na Route_3, "Stops", customer_veh_lyr, "CurbApproach
# 0;Attr_TIME # 0;Attr_LENGTH_KM # 0", "5000 Meters", "",
"road_network_studyarea SHAPE;road_network_studyarea_ND_Junctions
NONE", "MATCH_TO_CLOSEST", "APPEND", "NO_SNAP", "5
Meters"
GP.Solve_na Route_3_2_, "SKIP"
GP.Directions_na Network_Analyst_Layer, "TEXT", direction_txt,
"Meters", "REPORT_TIME", ""
Call cmdInitial_Click
Screen.MousePointer = Default
End Sub

Private Sub Command5_Click()
Screen.MousePointer = vbHourglass
Call cmdClearShape_Click
Dim pWorkspaceName As IWorkspaceName
Dim pTableName As ITableName
Dim pDatasetName As IDatasetName
Set pWorkspaceName = New esriGeoDatabase.WorkspaceName
pWorkspaceName.PathName = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer"
pWorkspaceName.WorkspaceFactoryProgID =
"esricore.textfileworkspacefactory.1"
Set pTableName = New TableName
Set pDatasetName = pTableName
pDatasetName.Name = "vehicle5.txt"
Set pDatasetName.WorkspaceName = pWorkspaceName
Dim pXYEvent2FieldsProperties As IXYEvent2FieldsProperties
Dim pSpatialReferenceFactory As ISpatialReferenceFactory
Dim pProjectedCoordinateSystem As IProjectedCoordinateSystem
Dim pXYEventSourceName As IXYEventSourceName
Set pXYEvent2FieldsProperties = New
esriGeoDatabase.XYEvent2FieldsProperties
With pXYEvent2FieldsProperties
.XFieldName = "x"
.YFieldName = "y"
End With
Set pSpatialReferenceFactory = New
esriGeometry.SpatialReferenceEnvironment
Set pProjectedCoordinateSystem =
pSpatialReferenceFactory.CreateProjectedCoordinateSystem(esriSRProjCS
_WGS1984UTM_47N)
Set pXYEventSourceName = New esriGeoDatabase.XYEventSourceName
With pXYEventSourceName
Set .EventProperties = pXYEvent2FieldsProperties
Set .SpatialReference = pProjectedCoordinateSystem
Set .EventTableName = pTableName
End With

Dim pName As IName
Dim pFPlayer As IFeatureLayer
Dim pXYEventSource As IXYEventSource
Set pName = pXYEventSourceName
Set pXYEventSource = pName.Open
Set pFPlayer = New esriCarto.FeatureLayer
Set pFPlayer.FeatureClass = pXYEventSource
pFPlayer.Name = "vehicle"
MapControl1.AddLayer pFPlayer
Dim GP As Object
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GpDispatch.1")
GP.AddToolbox "C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolBox\Toolboxes\Data
Management Tools.tbx"
GP.AddToolbox "C:\Program
Files\ArcGIS\ArcToolBox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx"
GP.MakeXYEventLayer "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle5.txt", "X", "Y", "Vehicle4",
esriSRProjCS_WGS1984UTM_47N
GP.savetolayerfile "vehicle4", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
GP.FeatureClassToShapefile "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\"
GP.Workspace = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp"
GP.rename_management "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh_lyr.shp", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.shp"
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GPDispatch.1")
GP.CheckOutExtension "Network"
GP.AddToolbox "C:\Program
Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Network Analyst Tools.tbx"
Dim Route_3, Route_3_2_, road_network_studyarea_ND_nd,
customer_veh_lyr, Network_Analyst_Layer, direction_txt As String
Route_3 = "Route 3"
road_network_studyarea_ND_nd = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\road_network_studyarea_ND.nd"
Route_3_2_ = "Route 3"
customer_veh_lyr = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
Network_Analyst_Layer = "Route 3"
direction_txt = "C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt"

GP.MakeRouteLayer_na road_network_studyarea_ND_nd, "Route 3",
"TIME_", "USE_INPUT_ORDER", "PRESERVE_BOTH",
"NO_TIMEWINDOWS", "", "ALLOW_UTURNS", "Oneway",
"NO_HIERARCHY", "", "TRUE_LINES_WITH_MEASURES", ""
GP.AddLocations_na Route_3, "Stops", customer_veh_lyr, "CurbApproach
# 0;Attr_TIME # 0;Attr_LENGTH_KM # 0", "5000 Meters", "",
"road_network_studyarea SHAPE;road_network_studyarea_ND_Junctions
NONE", "MATCH_TO_CLOSEST", "APPEND", "NO_SNAP", "5
Meters"

```

```

GP.Solve_na Route_3__2_, "SKIP"
GP.Directions_na Network_Analyst_Layer, "TEXT", direction_txt,
"Meters", "REPORT_TIME", ""
Call cmdInitial_Click
Screen.MousePointer = Default
End Sub
Private Sub Command6_Click()
Screen.MousePointer = vbHourglass
Call cmdClearShape_Click
Dim pWorkspaceName As IWorkspaceName
Dim pTableName As ITableName
Dim pDatasetName As IDatasetName
Set pWorkspaceName = New esriGeoDatabase.WorkspaceName
pWorkspaceName.PathName = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer"
pWorkspaceName.WorkspaceFactoryProgID =
"esricore.textfileworkspacefactory.1"
Set pTableName = New TableName
Set pDatasetName = pTableName
pDatasetName.Name = "vehicle6.txt"
Set pDatasetName.WorkspaceName = pWorkspaceName
Dim pXYEvent2FieldsProperties As IXYEvent2FieldsProperties
Dim pSpatialReferenceFactory As ISpatialReferenceFactory
Dim pProjectedCoordinateSystem As IProjectedCoordinateSystem
Dim pXYEventSourceName As IXYEventSourceName
Set pXYEvent2FieldsProperties = New
esriGeoDatabase.XYEvent2FieldsProperties
With pXYEvent2FieldsProperties
.XFieldName = "x"
.YFieldName = "y"
End With
Set pSpatialReferenceFactory = New
esriGeometry.SpatialReferenceEnvironment
Set pProjectedCoordinateSystem =
pSpatialReferenceFactory.CreateProjectedCoordinateSystem(esriSRProjCS
_WGS1984UTM_47N)
Set pXYEventSourceName = New esriGeoDatabase.XYEventSourceName
With pXYEventSourceName
Set .EventProperties = pXYEvent2FieldsProperties
Set .SpatialReference = pProjectedCoordinateSystem
Set .EventTableName = pTableName
End With
Dim pName As IName
Dim pFPlayer As IFeatureLayer
Dim pXYEventSource As IXYEventSource
Set pName = pXYEventSourceName
Set pXYEventSource = pName.Open
Set pFPlayer = New esriCarto.FeatureLayer
Set pFPlayer.FeatureClass = pXYEventSource
pFPlayer.Name = "vehicle"
MapControl1.AddLayer pFPlayer
Dim GP As Object
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GpDispatch.1")
GP.AddToolbox "C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolBox\Toolboxes\Data
Management Tools.tbx"
GP.AddToolbox "C:\Program
Files\ArcGIS\ArcToolBox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx"
GP.MakeXYEventLayer "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle4.txt", "X", "Y", "Vehicle6",
esriSRProjCS_WGS1984UTM_47N
GP.savetolayerfile "vehicle4", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
GP.FeatureClassToShapefile "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\"
GP.Workspace = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp"
GP.rename_management "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh_lyr.shp", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.shp"
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GPDispatch.1")
GP.CheckOutExtension "Network"
GP.AddToolbox "C:\Program
Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Network Analyst Tools.tbx"
Dim Route_3, Route_3__2_, road_network_studyarea_ND_nd,
customer_veh_lyr, Network_Analyst_Layer, direction_txt As String
Route_3 = "Route 3"
road_network_studyarea_ND_nd = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\road_network_studyarea_ND.nd"
Route_3__2_ = "Route 3"
customer_veh_lyr = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
Network_Analyst_Layer = "Route 3"
direction_txt = "C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt"
GP.MakeRouteLayer_na road_network_studyarea_ND_nd, "Route 3",
"TIME_", "USE_INPUT_ORDER", "PRESERVE_BOTH",
"NO_TIMEWINDOWS", "", "ALLOW_UTURNS", "Oneway",
"NO_HIERARCHY", "", "TRUE_LINES_WITH_MEASURES", ""
GP.AddLocations_na Route_3, "Stops", customer_veh_lyr, "CurbApproach
# 0;Attr_TIME # 0;Attr_LENGTH_KM # 0", "5000 Meters", "",
"road_network_studyarea SHAPE;road_network_studyarea_ND_Junctions
NONE", "MATCH_TO_CLOSEST", "APPEND", "NO_SNAP", "5
Meters"
GP.Solve_na Route_3__2_, "SKIP"
GP.Directions_na Network_Analyst_Layer, "TEXT", direction_txt,
"Meters", "REPORT_TIME", ""
Call cmdInitial_Click
Screen.MousePointer = Default
End Sub
Private Sub Command7_Click()
Screen.MousePointer = vbHourglass
Call cmdClearShape_Click

```

```

Dim pWorkspaceName As IWorkspaceName
Dim pTableName As ITableName
Dim pDatasetName As IDatasetName
Set pWorkspaceName = New esriGeoDatabase.WorkspaceName
pWorkspaceName.PathName = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer"
pWorkspaceName.WorkspaceFactoryProgID =
"esricore.textfileworkspacefactory.1"
Set pTableName = New TableName
Set pDatasetName = pTableName
pDatasetName.Name = "vehicle7.txt"
Set pDatasetName.WorkspaceName = pWorkspaceName
Dim pXYEvent2FieldsProperties As IXYEvent2FieldsProperties
Dim pSpatialReferenceFactory As ISpatialReferenceFactory
Dim pProjectedCoordinateSystem As IProjectedCoordinateSystem
Dim pXYEventSourceName As IXYEventSourceName
Set pXYEvent2FieldsProperties = New
esriGeoDatabase.XYEvent2FieldsProperties
With pXYEvent2FieldsProperties
.XFieldName = "x"
.YFieldName = "y"
End With
Set pSpatialReferenceFactory = New
esriGeometry.SpatialReferenceEnvironment
Set pProjectedCoordinateSystem =
pSpatialReferenceFactory.CreateProjectedCoordinateSystem(esriSRProjCS
_WGS1984UTM_47N)
Set pXYEventSourceName = New esriGeoDatabase.XYEventSourceName
With pXYEventSourceName
Set .EventProperties = pXYEvent2FieldsProperties
Set .SpatialReference = pProjectedCoordinateSystem
Set .EventTableName = pTableName
End With
Dim pName As IName
Dim pFPlayer As IFeatureLayer
Dim pXYEventSource As IXYEventSource
Set pName = pXYEventSourceName
Set pXYEventSource = pName.Open
Set pFPlayer = New esriCarto.FeatureLayer
Set pFPlayer.FeatureClass = pXYEventSource
pFPlayer.Name = "vehicle"
MapControl1.AddLayer pFPlayer
Dim GP As Object
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GpDispatch.1")
GP.AddToolbox "C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolBox\Toolboxes\Data
Management Tools.tbx"
GP.AddToolbox "C:\Program
Files\ArcGIS\ArcToolBox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx"
GP.MakeXYEventLayer "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle7.txt", "X", "Y", "Vehicle4",
esriSRProjCS_WGS1984UTM_47N
GP.savetolayerfile "vehicle4", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
GP.FeatureClassToShapefile "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\"
GP.Workspace = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp"
GP.rename_management "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh_lyr.shp", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.shp"
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GPDispatch.1")
GP.CheckOutExtension "Network"
GP.AddToolbox "C:\Program
Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Network Analyst Tools.tbx"
Dim Route_3, Route_3_2, road_network_studyarea_ND_nd,
customer_veh_lyr, Network_Analyst_Layer, direction_txt As String
Route_3 = "Route 3"
road_network_studyarea_ND_nd = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\road_network_studyarea_ND.nd"
Route_3_2 = "Route 3"
customer_veh_lyr = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
Network_Analyst_Layer = "Route 3"
direction_txt = "C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt"
GP.MakeRouteLayer_na road_network_studyarea_ND_nd, "Route 3",
"TIME_", "USE_INPUT_ORDER", "PRESERVE_BOTH",
"NO_TIMEWINDOWS", "", "ALLOW_UTURNS", "Oneway",
"NO_HIERARCHY", "", "TRUE_LINES_WITH_MEASURES", ""
GP.AddLocations_na Route_3, "Stops", customer_veh_lyr, "CurbApproach
# 0;Attr_TIME # 0;Attr_LENGTH_KM # 0", "5000 Meters", "",
"road_network_studyarea SHAPE;road_network_studyarea_ND_junctions
NONE", "MATCH_TO_CLOSEST", "APPEND", "NO_SNAP", "5
Meters"
GP.Solve_na Route_3_2, "SKIP"
GP.Directions_na Network_Analyst_Layer, "TEXT", direction_txt,
"Meters", "REPORT_TIME", ""
Call cmdInitial_Click
Screen.MousePointer = Default
End Sub


---


Private Sub Command8_Click()
Screen.MousePointer = vbHourglass
Call cmdClearShape_Click
Dim pWorkspaceName As IWorkspaceName
Dim pTableName As ITableName
Dim pDatasetName As IDatasetName
Set pWorkspaceName = New esriGeoDatabase.WorkspaceName
pWorkspaceName.PathName = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer"
pWorkspaceName.WorkspaceFactoryProgID =
"esricore.textfileworkspacefactory.1"

```

```

Set pTableName = New TableName
Set pDatasetName = pTableName
pDatasetName.Name = "vehicle8.txt"
Set pDatasetName.WorkspaceName = pWorkspaceName
Dim pXYEvent2FieldsProperties As IXYEvent2FieldsProperties
Dim pSpatialReferenceFactory As ISpatialReferenceFactory
Dim pProjectedCoordinateSystem As IProjectedCoordinateSystem
Dim pXYEventSourceName As IXYEventSourceName
Set pXYEvent2FieldsProperties = New
esriGeoDatabase.XYEvent2FieldsProperties
With pXYEvent2FieldsProperties
    .XFieldName = "x"
    .YFieldName = "y"
End With
Set pSpatialReferenceFactory = New
esriGeometry.SpatialReferenceEnvironment
Set pProjectedCoordinateSystem =
pSpatialReferenceFactory.CreateProjectedCoordinateSystem(esriSRProjCS
_WGS1984UTM_47N)
Set pXYEventSourceName = New esriGeoDatabase.XYEventSourceName
With pXYEventSourceName
    Set .EventProperties = pXYEvent2FieldsProperties
    Set .SpatialReference = pProjectedCoordinateSystem
    Set .EventTableName = pTableName
End With
Dim pName As IName
Dim pFPlayer As IFeatureLayer
Dim pXYEventSource As IXYEventSource
Set pName = pXYEventSourceName
Set pXYEventSource = pName.Open
Set pFPlayer = New esriCarto.FeatureLayer
Set pFPlayer.FeatureClass = pXYEventSource
pFPlayer.Name = "vehicle"
MapControl1.AddLayer pFPlayer
Dim GP As Object
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GpDispatch.1")
GP.AddToolbox "C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolBox\Toolboxes\Data
Management Tools.tbx"
GP.AddToolbox "C:\Program
Files\ArcGIS\ArcToolBox\Toolboxes\Conversion Tools.tbx"
GP.MakeXYEventLayer "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle8.txt", "X", "Y", "Vehicle4",
esriSRProjCS_WGS1984UTM_47N
GP.savetolayerfile "vehicle4", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
GP.FeatureClassToShapefile "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp"
GP.Workspace = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp"
GP.rename_management "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh_lyr.shp", "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\customer_veh.shp"
Set GP = CreateObject("esriGeoprocessing.GPDispatch.1")
GP.CheckOutExtension "Network"
GP.AddToolbox "C:\Program
Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Network Analyst Tools.tbx"
Dim Route_3, Route_3_2, road_network_studyarea_ND_nd,
customer_veh_lyr, Network_Analyst_Layer, direction_txt As String
Route_3 = "Route 3"
road_network_studyarea_ND_nd = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp\road_network_studyarea_ND.nd"
Route_3_2 = "Route 3"
customer_veh_lyr = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\customer_veh.lyr"
Network_Analyst_Layer = "Route 3"
direction_txt = "C:\Program
Files\Multiseed\database\direction\direction.txt"
GP.MakeRouteLayer_na road_network_studyarea_ND_nd, "Route 3",
"TIME_", "USE_INPUT_ORDER", "PRESERVE_BOTH",
"NO_TIMEWINDOWS", "", "ALLOW_UTURNS", "Oneway",
"NO_HIERARCHY", "", "TRUE_LINES_WITH_MEASURES", ""
GP.AddLocations_na Route_3, "Stops", customer_veh_lyr, "CurbApproach
# 0;Attr_TIME # 0;Attr_LENGTH_KM # 0", "5000 Meters", "",
"road_network_studyarea SHAPE;road_network_studyarea_ND_Junctions
NONE", "MATCH_TO_CLOSEST", "APPEND", "NO_SNAP", "5
Meters"
GP.Solve_na Route_3_2, "SKIP"
GP.Directions_na Network_Analyst_Layer, "TEXT", direction_txt,
"Meters", "REPORT_TIME", ""
Call cmdInitial_Click
Screen.MousePointer = Default
End Sub
Private Sub Form_Load()
    Text1.Text = frmSeedAnalyst.Text7.Text
    Text2.Text = frmSeedAnalyst.Text8.Text
    With Conn
        If .State = adStateOpen Then .Close
        .ConnectionString = strConn & ";Data Source = " & App.path &
"New_OD_Model.mdb"
        .ConnectionTimeout = 90
        .Open
    End With
    Combo2.Clear
    MapControl1.Refresh
    Dim rs1 As New ADODB.Recordset
    Dim rs2 As New ADODB.Recordset
    Dim sql1 As String
    Dim sql2 As String
    Dim Myfso As FileSystemObject
    Dim Myfldr As Folder

```

```

Dim Myfil As TextStream
Dim str1 As String
Dim vehiclei As String
Dim i As Integer
Dim j As Integer
Dim k As Integer
Dim n As Integer
Dim m As Integer
Dim pack As Integer
i = Val(Text1.Text)
k = 1
n = 1
m = 2
sql1 = "select * from seed where seed = " & i & ""
    With rs1
        If .State = adStateOpen Then .Close
        .ActiveConnection = Conn
        .CursorType = adOpenForwardOnly
        .CursorLocation = adUseClient
        .Open sql1
        For j = 1 To .RecordCount
            If k = rs1!vehicle Then
                If n = 1 Then
                    Set Myfso =
CreateObject("Scripting.FileSystemObject")
                    Set Myfldr = Myfso.GetFolder("C:")
                    vehiclei = "C:\Program
Files\Multiseed\database\shp_customer\vehicle" & k & ".txt"
                    Set Myfil = Myfso.CreateTextFile(vehiclei, True)
                    Myfil.WriteLine "x, y,,"
                    Myfil.WriteLine "683581, 1504470 , จุดที่ 1 เริ่มคันที่
คลังสินค้า (Depot)"
                    n = n + 1
                End If
                sql2 = "select * from depot_customer where cust_id
= " & rs1!destnode & ""
                With rs2
                    If .State = adStateOpen Then .Close
                    .ActiveConnection = Conn
                    .CursorType = adOpenForwardOnly
                    .CursorLocation = adUseClient
                    .Open sql2
                    pack = rs2!nodeload * 1000 / 9
                    Myfil.WriteLine rs2!x_co & ", " & rs2!y_co & ", ,,"
                    & "จุดที่ " & m & " ID=" & rs2!cust_id & " " & rs2!CUST_NAME & "
จำนวน " & pack & " Packs"
                    m = m + 1
                End With
            Else
                k = rs1!vehicle
                n = 1
                m = 2
                rs1.MovePrevious
                j = j - 1
            End If
            rs1.MoveNext
        Next j
    End With
MsgBox "เขียน Text file เสร็จเรียบร้อย"
Dim path, filename As String
Dim ii As Integer
path = "C:\Program Files\Multiseed\database\shp_customer\*.txt"
filename = Dir(path)
ii = 0
While filename <> ""
    If filename <> "" Then
        filename = Dir
        Combo2.AddItem "รถคันที่ " & ii + 1, ii
        ii = ii + 1
    End If
Wend
End Sub

Public Function GetRouteOutput(pContext As INAContext, strNAClass As
String) As Double
    Dim intRow As Long
    Dim ptable As ITable
    Set ptable = pContext.NAClasses.ItemByName(strNAClass)
    If ptable Is Nothing Then
        GetRouteOutput = -1
        Exit Function
    End If
    Dim pCursor As ICursor
    Dim pRow As IRow
    Set pCursor = ptable.Search(Nothing, False)
    Dim pSolverSettings As INASolverSettings
    Set pSolverSettings = pContext.Solver
    Set pRow = pCursor.NextRow
    If Not pRow Is Nothing Then
        GetRouteOutput = pRow.Value(ptable.FindField("Total_" +
pSolverSettings.ImpedanceAttributeName))
    End If
End Function

Private Sub Image1_Click()
    frmMain.Show
    Unload frmRouteSolver
End Sub

Private Sub Image3_Click()
    frmRouteSolver.Hide
    frmMap.Show
    Capture_Desktop (App.path & "\routemap\image.bmp")

```

```

frmReport.Image1.Picture = LoadPicture("C:\Program
Files\Multiseed\routemap\image.bmp")

frmMap.Hide
frmReport.Show
End Sub

```

---

```

Private Sub MapControl1_OnMouseDown(ByVal Button As Long, ByVal
Shift As Long, ByVal X As Long, ByVal Y As Long, ByVal mapX As
Double, ByVal mapY As Double)
If Button = vbLeftButton Then
MapControl1.Pan
ElseIf Button = vbRightButton Then
MapControl1.Extent = MapControl1.TrackRectangle
End If
End Sub

```

---

```

'frmReport
'หน้าต่างแสดงข้อมูลเพื่อการสร้างรายงานจากการวิเคราะห์ข้อมูล
Private Sub Form_Load()
frmReport.Height = 9450
frmReport.Width = 12060
Image1.Picture = LoadPicture("C:\Program
Files\Multiseed\routemap\image.bmp")
End Sub

```

---

```

Private Sub cmdPrintDirection_Click()
Dim i As Integer
cmdPrintMap.Visible = False
cmdPrintDirection.Visible = False
i = 0
With Printer
.Orientation = vbPRORPortrait
.FontName = "MS Sans Serif"
.FontSize = 10
.RowHeight = .TextHeight("string") + 20
.CurrentX = 3000
.CurrentY = yposition
Printer.Print List2
Printer.CurrentX = 3000
Printer.CurrentY = yposition
For i = 1 To List2.ListCount
Printer.CurrentX = 3000
Printer.CurrentY = Printer.CurrentY
Printer.Print List2.List(i - 1)
Printer.CurrentY = Printer.CurrentY + 20
Next i
End With
Printer.EndDoc
cmdPrintMap.Visible = True
cmdPrintDirection.Visible = True
End Sub

```

---

```

Private Sub cmdPrintMap_Click()
cmdPrintMap.Visible = False

```

```

cmdPrintDirection.Visible = False
Printer.PaperSize = vbPRPSA4
Printer.Orientation = vbPRORLandscape
Printer.CurrentX = 2000
Printer.CurrentY = 500
Printer.PaintPicture Image1.Picture, Printer.CurrentX, Printer.CurrentY,
14000, 8000
Printer.CurrentY = 8500
Printer.Print List2
For i = 1 To List1.ListCount
Printer.CurrentX = 2000
Printer.CurrentY = Printer.CurrentY
Printer.Print List1.List(i - 1)
Printer.CurrentY = Printer.CurrentY + 50
Next i
Printer.EndDoc
MsgBox "Report has printed successfully."
cmdPrintMap.Visible = True
cmdPrintDirection.Visible = True
End Sub

```

---

```

Private Sub Image3_Click()
frmReport.Hide
frmRouteSolver.Show
End Sub

```

---

```

Private Sub Image4_Click()
Printer.PaperSize = vbPRPSA4
Printer.Orientation = vbPRORLandscape
Printer.CurrentX = 2000
Printer.CurrentY = 500
Printer.PaintPicture Image1.Picture, Printer.CurrentX, Printer.CurrentY,
14000, 8000
Printer.CurrentY = 8500
Printer.Print List2
For i = 1 To List1.ListCount
Printer.CurrentX = 2000
Printer.CurrentY = Printer.CurrentY
Printer.Print List1.List(i - 1)
Printer.CurrentY = Printer.CurrentY + 50
Next i
Printer.EndDoc
MsgBox "Report has printed successfully."
End Sub

```

---

```

Private Sub Image6_Click()
Dim i As Integer
i = 0
With Printer
.Orientation = vbPRORPortrait
.FontName = "MS Sans Serif"
.FontSize = 10
.RowHeight = .TextHeight("string") + 20
.CurrentX = 3000

```



```
.CurrentY = yposition  
Printer.Print List2  
Printer.CurrentX = 3000  
Printer.CurrentY = yposition  
For i = 1 To List2.ListCount  
Printer.CurrentX = 3000  
Printer.CurrentY = Printer.CurrentY  
Printer.Print List2.List(i - 1)  
Printer.CurrentY = Printer.CurrentY + 20  
Next i  
End With  
Printer.EndDoc  
End Sub
```

---

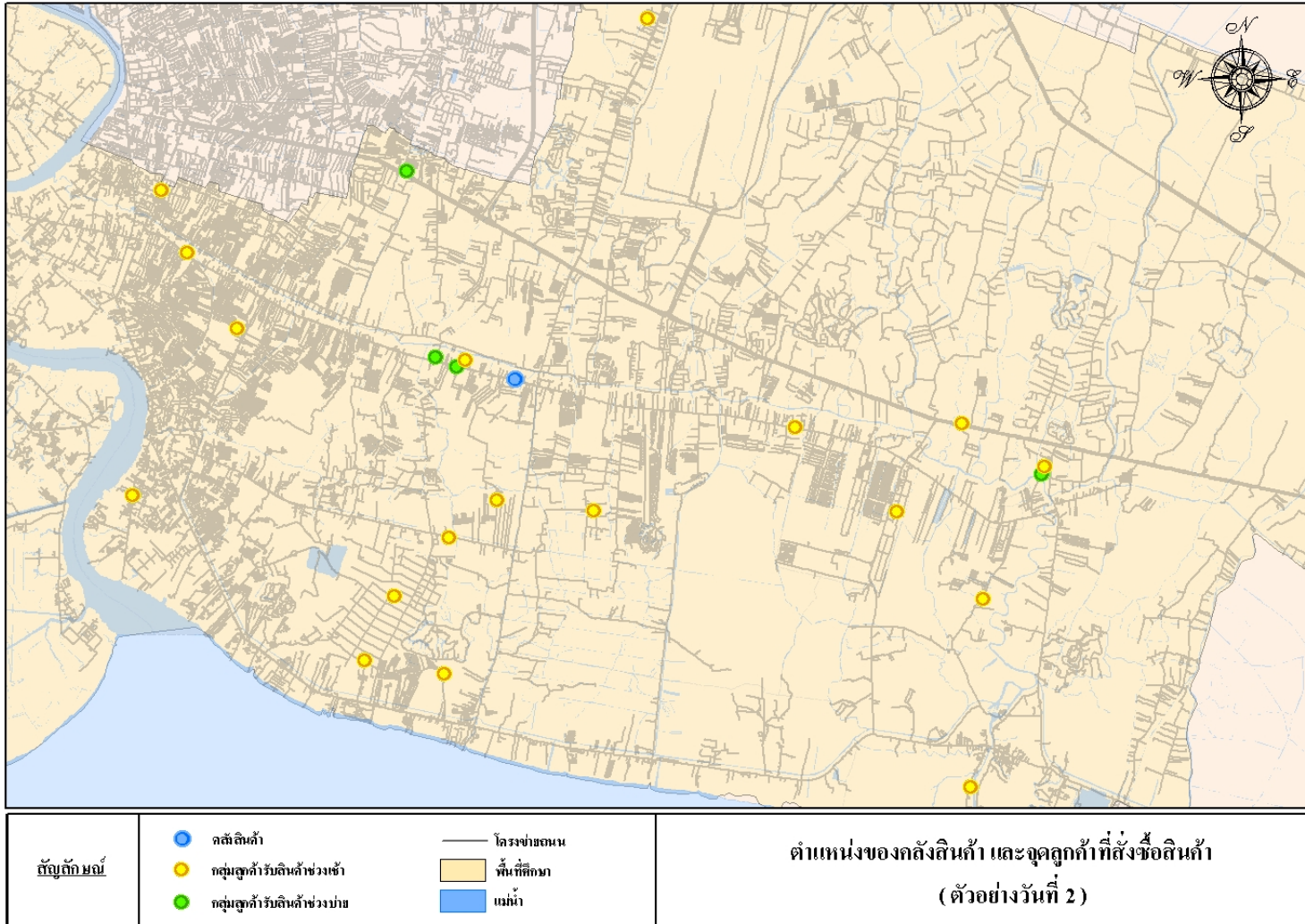


## ภาคผนวก ค

### การจำลองเหตุการณ์การจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้า

**ตารางที่ ค 1** รายการจัดส่งสินค้าทั้งหมดของตัวอย่างที่ 2

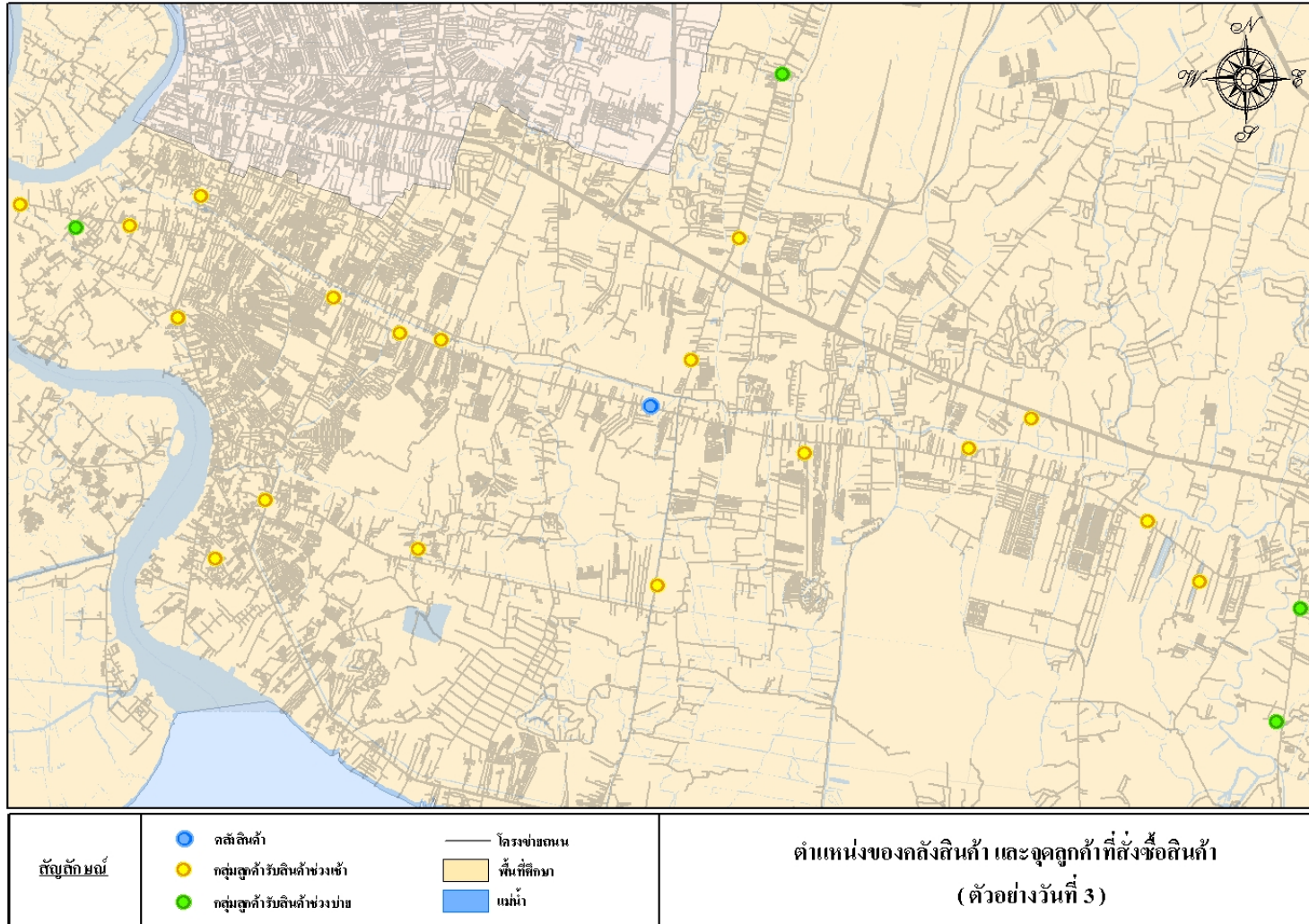
ลำดับที่	รหัสลูกค้า	ปริมาณการสั่งซื้อ	ปริมาณการสั่งซื้อ	เวลาในการขนถ่ายสินค้า (นาที)	ช่วงเวลารับสินค้า
		(แพ็คเกจ)	(ตัน)		
1	3	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
2	10	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
3	7	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
4	15	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
5	13	60	0.54	24	13.00 - 17.00 น.
6	47	80	0.72	32	08.00 - 12.00 น.
7	17	72	0.648	28.8	13.00 - 17.00 น.
8	91	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
9	20	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
10	102	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
11	26	75	0.675	30	08.00 - 12.00 น.
12	31	90	0.81	36	08.00 - 12.00 น.
13	92	55	0.495	22	13.00 - 17.00 น.
14	101	100	0.9	40	08.00 - 12.00 น.
15	35	82	0.738	32.8	08.00 - 12.00 น.
16	38	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
17	104	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
18	80	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
19	84	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
20	1	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
21	105	80	0.72	32	08.00 - 12.00 น.
22	50	50	0.45	20	13.00 - 17.00 น.



ภาพที่ ค 1 ตำแหน่งจุดลูก้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 2

ตารางที่ ค 2 รายการจัดส่งสินค้าทั้งหมดของตัวอย่างที่ 3

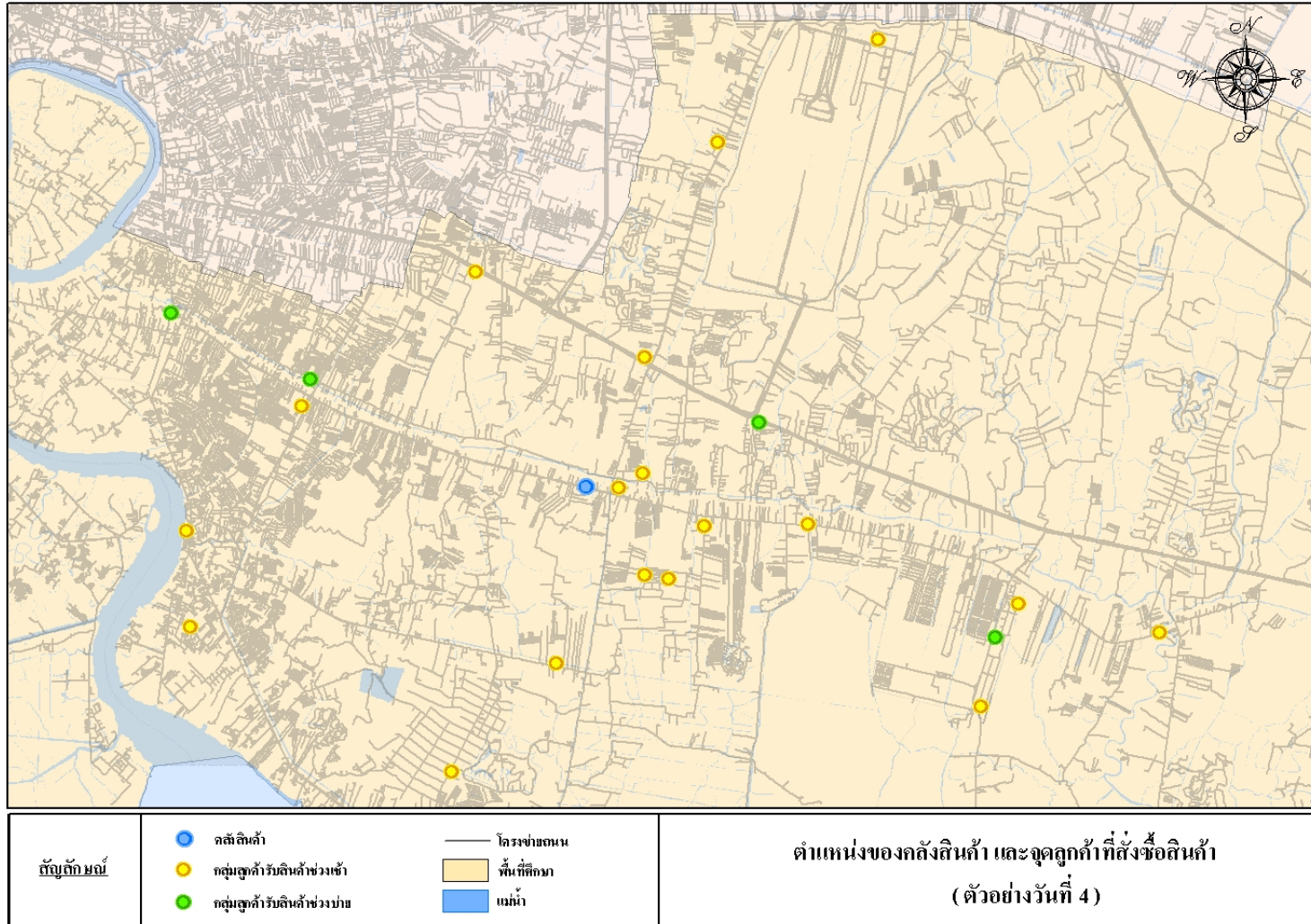
ลำดับที่	รหัสลูกค้า	ปริมาณการสั่งซื้อ	ปริมาณการสั่งซื้อ	เวลาในการขนถ่ายสินค้า	ช่วงเวลารับสินค้า
		(แพ็ค)	(ตัน)	(นาที)	
1	2	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
2	32	65	0.585	26	08.00 - 12.00 น.
3	25	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
4	14	50	0.45	20	13.00 - 17.00 น.
5	39	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
6	44	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
7	56	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
8	34	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
9	12	150	1.35	60	13.00 - 17.00 น.
10	71	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
11	41	62	0.558	24.8	08.00 - 12.00 น.
12	46	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
13	85	55	0.495	22	13.00 - 17.00 น.
14	57	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
15	70	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
16	81	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
17	28	50	0.45	20	13.00 - 17.00 น.
18	78	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
19	51	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
20	27	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
21	97	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
22	107	56	0.504	22.4	08.00 - 12.00 น.



ภาพที่ ค 2 ตำแหน่งจุดลูกค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 3

ตารางที่ ค 3 รายการจัดส่งสินค้าทั้งหมดของตัวอย่างที่ 4

ลำดับที่	รหัสลูกค้า	ปริมาณการสั่งซื้อ	ปริมาณการสั่งซื้อ	เวลาในการขนถ่ายสินค้า	ช่วงเวลารับ
		(แพ็ค)	(ตัน)	(นาที)	สินค้า
1	30	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
2	66	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
3	23	50	0.45	20	13.00-17.00 น.
4	58	80	0.72	32	08.00 - 12.00 น.
5	63	65	0.585	26	08.00 - 12.00 น.
6	18	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
7	45	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
8	42	50	0.45	20	13.00-17.00 น.
9	103	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
10	108	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
11	11	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
12	16	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
13	9	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
14	6	65	0.585	26	13.00-17.00 น.
15	64	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
16	40	50	0.45	20	13.00-17.00 น.
17	94	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
18	62	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
19	21	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
20	37	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
21	24	65	0.585	26	08.00 - 12.00 น.
22	5	65	0.585	26	08.00 - 12.00 น.

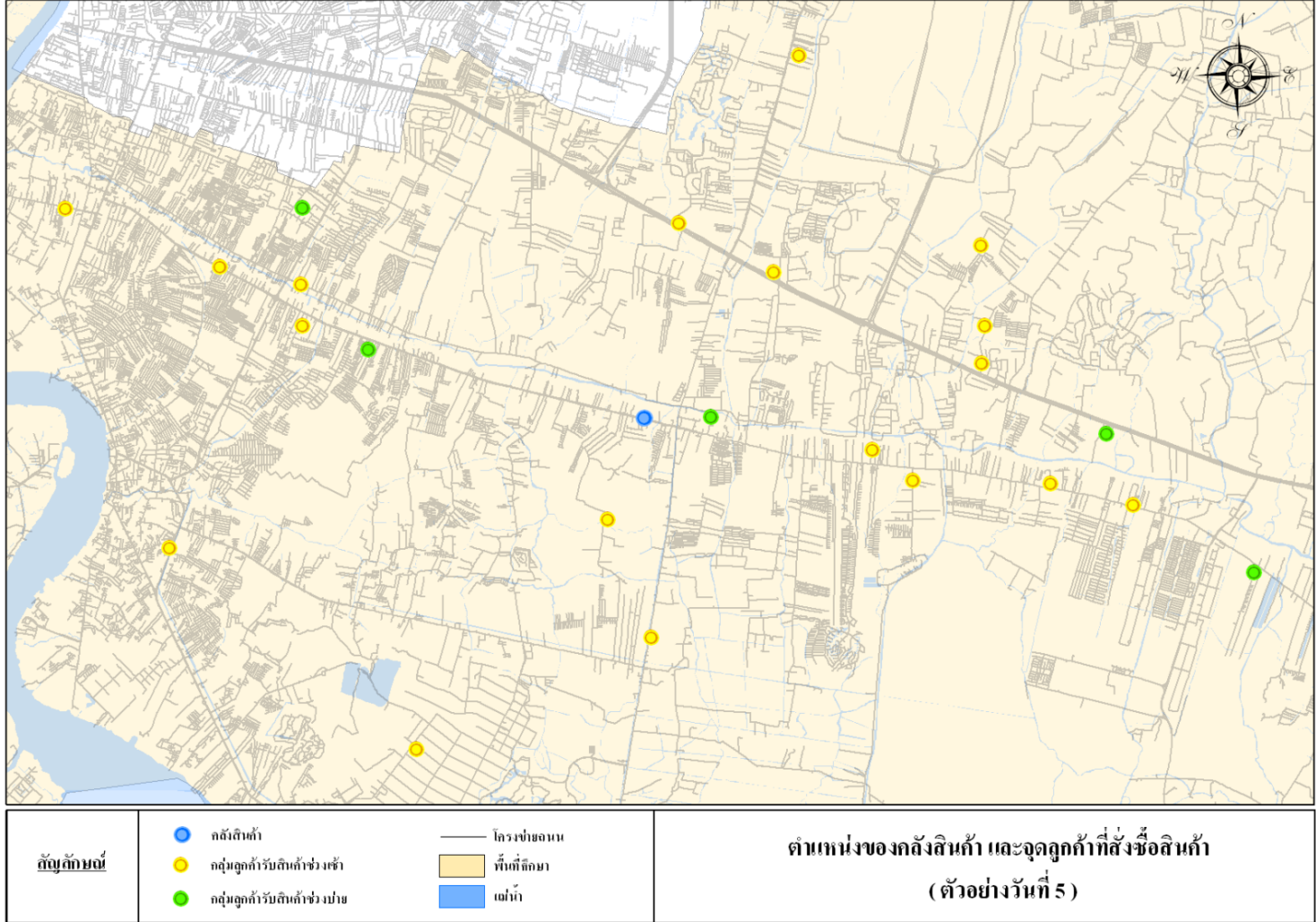


ภาพที่ ค 3 ตำแหน่งจุดลูกค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 4

ตารางที่ ค 4 รายการจัดส่งสินค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 5

ลำดับที่	รหัสลูกค้า	ปริมาณการสั่งซื้อ (แพ็คเกจ)	ปริมาณการสั่งซื้อ (ตัน)	เวลาในการขนถ่ายสินค้า (นาที)	ช่วงเวลารับสินค้า
1	79	65	0.585	26	08.00 - 12.00 น.
2	67	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
3	55	50	0.45	20	13.00 - 17.00 น.
4	19	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
5	33	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
6	107	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
7	4	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
8	36	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
9	22	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
10	76	90	0.81	36	08.00 - 12.00 น.
11	98	105	0.945	42	08.00 - 12.00 น.
12	29	50	0.45	20	13.00 - 17.00 น.
13	53	50	0.45	20	13.00 - 17.00 น.
14	82	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
15	27	55	0.495	22	13.00 - 17.00 น.
16	89	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
17	73	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
18	68	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
19	96	68	0.612	27.2	08.00 - 12.00 น.
20	59	70	0.63	28	08.00 - 12.00 น.
21	93	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
22	72	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
23	90	60	0.54	24	13.00 - 17.00 น.

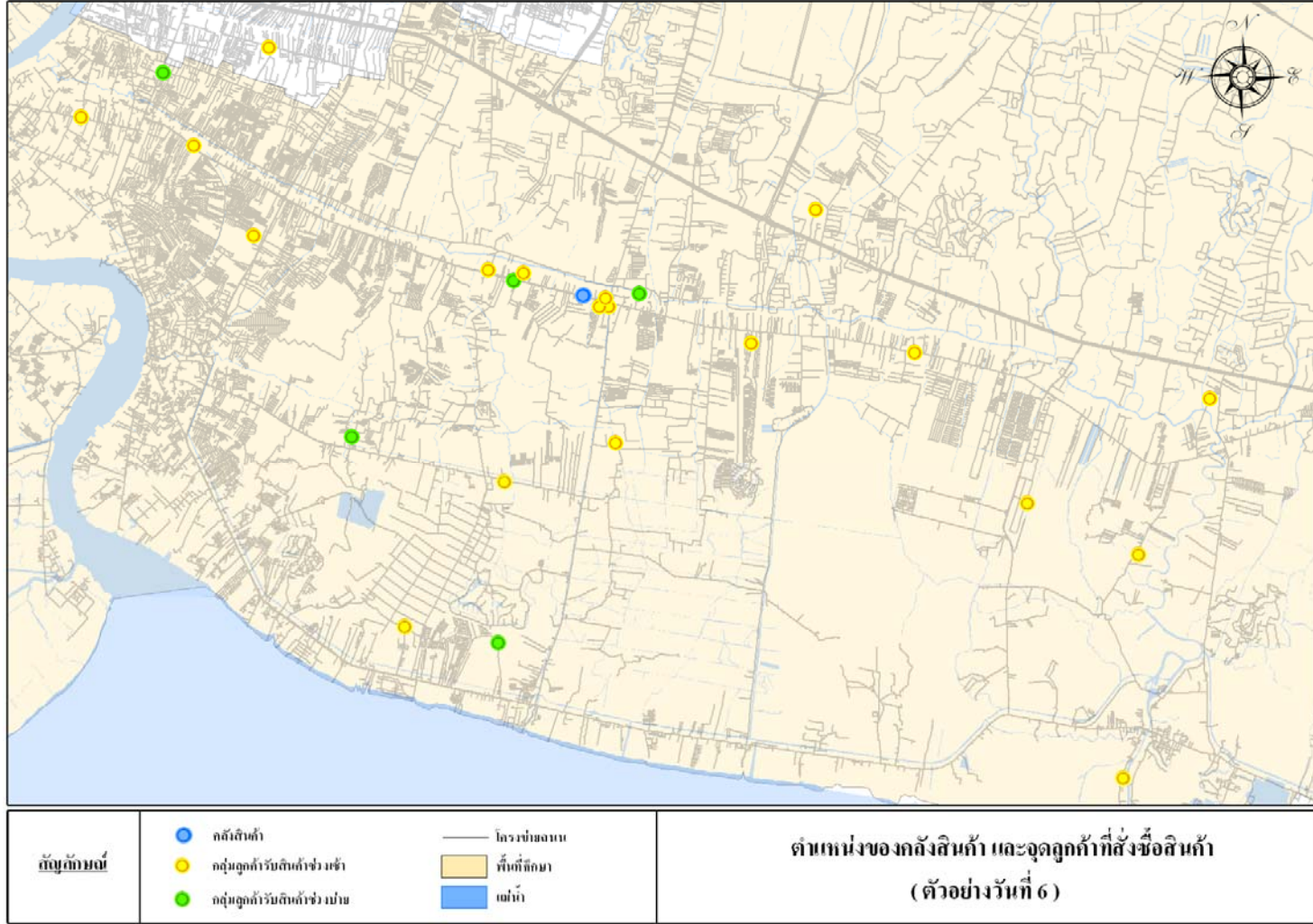




ภาพที่ ค 4 ตำแหน่งจุดจุดล้าค้ำทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 5

ตารางที่ ค 5 รายการจัดส่งสินค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 6

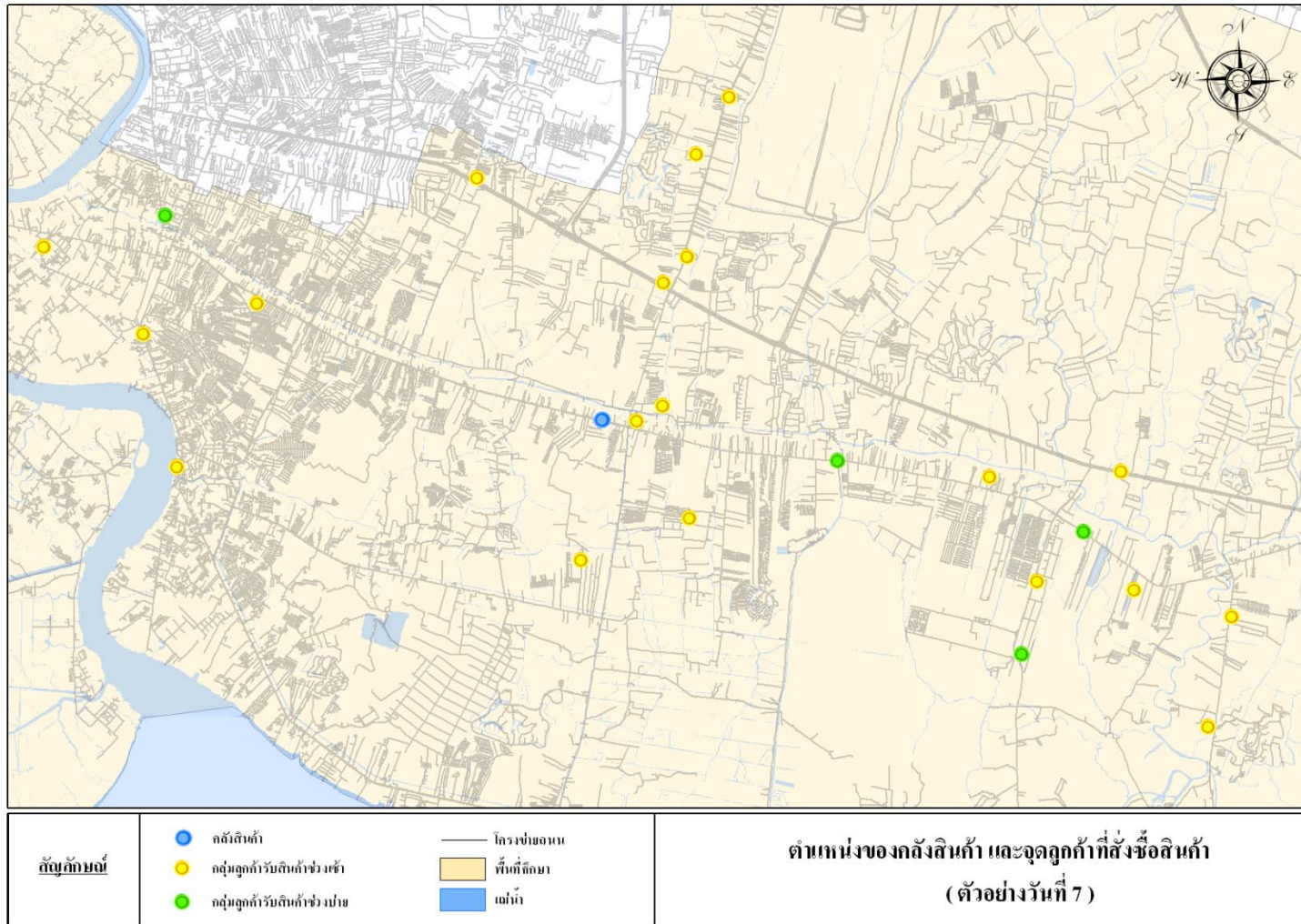
ลำดับที่	รหัสลูกค้า	ปริมาณการสั่งซื้อ	ปริมาณการสั่งซื้อ	เวลาในการขนถ่ายสินค้า	ช่วงเวลารับสินค้า
		(แพ็ค)	(ตัน)	(นาที)	
1	10	80	0.72	32	08.00 - 12.00 น.
2	75	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
3	8	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
4	35	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
5	83	50	0.45	20	13.00 - 17.00 น.
6	106	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
7	80	65	0.585	26	13.00 - 17.00 น.
8	104	75	0.675	30	08.00 - 12.00 น.
9	1	120	1.08	48	08.00 - 12.00 น.
10	50	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
11	102	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
12	43	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
13	47	60	0.54	24	13.00 - 17.00 น.
14	52	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
15	13	50	0.45	20	13.00 - 17.00 น.
16	48	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
17	99	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
18	20	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
19	26	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
20	88	75	0.675	30	08.00 - 12.00 น.
21	38	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
22	97	60	0.54	24	13.00 - 17.00 น.
23	15	40	0.36	16	08.00 - 12.00 น.
24	100	45	0.405	18	08.00 - 12.00 น.



ภาพที่ ค 5 ตำแหน่งจุดตุ๊กค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 6

ตารางที่ ค 6 รายการจัดส่งสินค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 7

ลำดับที่	รหัสลูกค้า	ปริมาณการสั่งซื้อ	ปริมาณการสั่งซื้อ	เวลาในการขนถ่ายสินค้า	ช่วงเวลารับสินค้า
		(แพ็ค)	(ตัน)	(นาที)	
1	6	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
2	9	60	0.54	24	13.00 - 17.00 น.
3	12	75	0.675	30	08.00 - 12.00 น.
4	85	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
5	54	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
6	78	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
7	34	55	0.495	22	13.00 - 17.00 น.
8	37	65	0.585	26	08.00 - 12.00 น.
9	45	50	0.45	20	13.00 - 17.00 น.
10	92	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
11	49	65	0.585	26	08.00 - 12.00 น.
12	28	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
13	39	70	0.63	28	13.00 - 17.00 น.
14	24	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
15	91	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
16	14	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
17	3	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.
18	16	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
19	51	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
20	30	80	0.72	32	08.00 - 12.00 น.
21	41	55	0.495	22	08.00 - 12.00 น.
22	95	60	0.54	24	08.00 - 12.00 น.
23	63	50	0.45	20	08.00 - 12.00 น.



ภาพที่ ค 6 ตำแหน่งจุดลูกค้าทั้งหมดของตัวอย่างวันที่ 7

## ภาคผนวก ง

### ผลลัพธ์จากการประมวลผลโปรแกรม

#### ง.1 การประมวลผล ตัวอย่างวันที่ 2

- นำเข้าข้อมูลการตั้งชื่อ



ภาพที่ 1 นำเข้าข้อมูลการตั้งชื่อ (ตัวอย่างวันที่ 2)

- ผลการวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points



ภาพที่ 2 การวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points (ตัวอย่างวันที่ 2)

ตาราง ง 1 ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบที่พัฒนา (ตัวอย่างวันที่ 2)

รหัสลูกค้า	ผลรวมอัตรา	จำนวนรอบบรรทุก (คัน)	ค่าเฉลี่ยอัตรา
	การกระจายสินค้า		การกระจายสินค้า
26	0.356123610818137	4	0.089030903
91	0.353851612246545	4	0.088462903
105	0.353087463945346	4	0.088271866
47	0.350999614786058	4	0.087749904
15	0.349417951463077	4	0.087354488
7	0.34842035202107	4	0.087105088
35	0.344682853420282	4	0.086170713
31	0.339293912201676	4	0.084823478
101	0.338122253916061	4	0.084530563
1	0.337762105275867	4	0.084440526
20	0.337697650771256	4	0.084424413
38	0.336905995998925	4	0.084226499
84	0.336781044999514	4	0.084195261
104	0.336329648225129	4	0.084082412
102	0.336038703543663	4	0.084009676
80	0.335327777978667	4	0.083831944
3	0.335305036317835	4	0.083826259
10	0.330901102043475	4	0.082725276

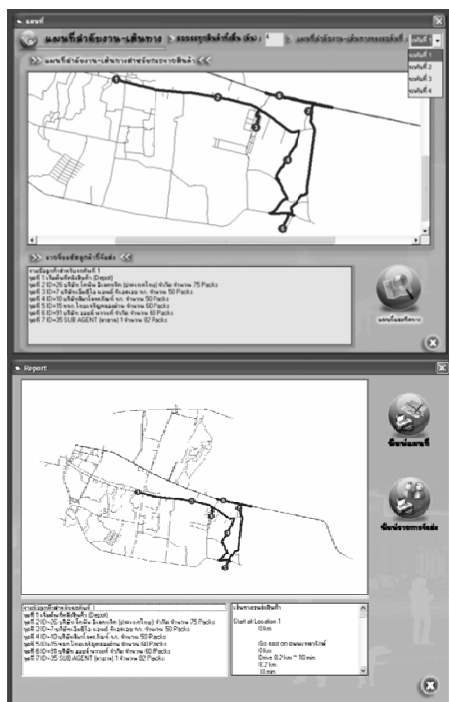
ตาราง ง 2 ผลลัพธ์การจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคันของ Seed point ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด (ตัวอย่างวันที่ 2)

รถคันที่	ตำแหน่ง เริ่มต้น	ตำแหน่ง ปลายทาง	เวลาในการเดินทาง (นาที)	เวลาในการขนถ่ายสินค้า (นาที)	เวลารวมทั้งหมด (นาที)	ปริมาณสินค้าจัดส่ง (ตัน)	อัตราการกระจาย สินค้า (ตัน/นาที)	เวลาที่ใช้ทั้งหมดใน การกระจายสินค้า (นาที)	ปริมาณสินค้า ทั้งหมดที่จัดส่ง (ตัน)
1	คลังสินค้า	26	9.75	30	39.75	0.675	0.016981132	209.58	3.393
	26	7	5.88	20	25.88	0.45	0.017387944		
	7	10	8.37	20	28.37	0.45	0.015861826		
	10	15	10.32	24	34.32	0.54	0.015734266		
	15	91	17.98	24	41.98	0.54	0.012863268		
	91	35	6.48	32.8	39.28	0.738	0.018788187		
2	คลังสินค้า	3	6.5	22	28.5	0.495	0.017368421	209.09	3.42
	3	102	2.97	22	24.97	0.495	0.019823789		
	102	104	6.21	22	28.21	0.495	0.017546969		
	104	80	5.98	24	29.98	0.54	0.018012008		
	80	38	16.05	20	36.05	0.45	0.012482663		
	38	20	15.8	20	35.8	0.45	0.012569832		
	20	1	3.58	22	25.58	0.495	0.019351056		
3	คลังสินค้า	47	15.28	32	47.28	0.72	0.015228426	239.4	3.6
	47	84	11.39	20	31.39	0.45	0.014335776		
	84	105	19.34	32	51.34	0.72	0.014024153		
	105	101	10.02	40	50.02	0.9	0.017992803		
	101	31	23.37	36	59.37	0.81	0.013643254		
4	คลังสินค้า	13	2.57	24	26.57	0.54	0.020323673	138.35	2.133
	13	50	2.67	20	22.67	0.45	0.019850022		
	50	92	13.98	22	35.98	0.495	0.013757643		
	92	17	24.33	28.8	53.13	0.648	0.012196499		

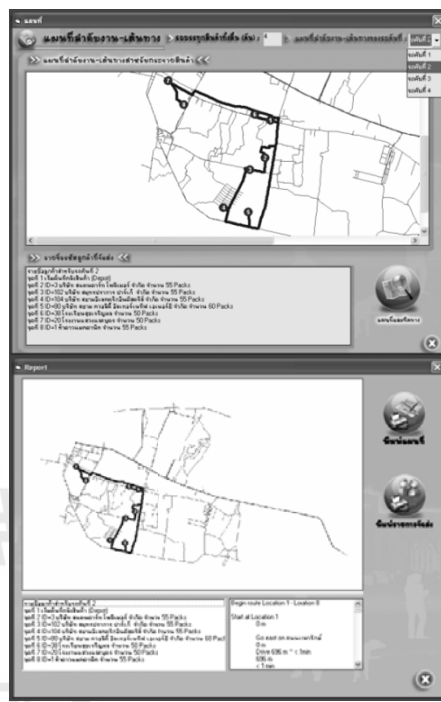


- ผลการจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน

● รถคันที่ 1



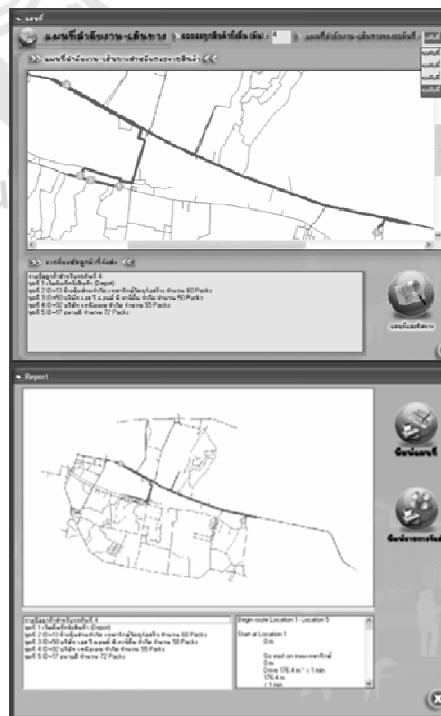
● รถคันที่ 2



● รถคันที่ 3



● รถคันที่ 4



ภาพที่ 3 การจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน (ตัวอย่างวันที่ 2)

## ง.2 การประมวลผล ตัวอย่างวันที่ 3

- นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ



ภาพที่ ง 4 นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ (ตัวอย่างวันที่ 3)

- ผลการวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-Seed points



ภาพที่ ง 5 การวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points (ตัวอย่างวันที่ 3)

ตาราง ง 3 ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบที่พัฒนา (ตัวอย่างวันที่ 3)

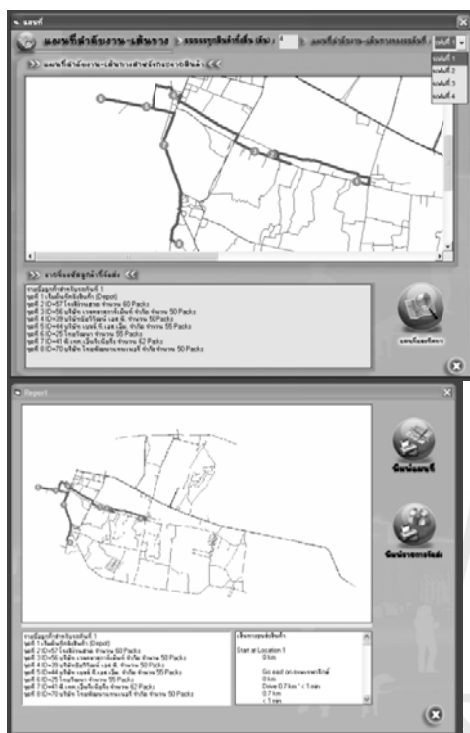
รหัสลูกค้า	ผลรวมอัตรา	จำนวนรถบรรทุก	ค่าเฉลี่ยอัตรา
	การกระจายสินค้า	(คัน)	การกระจายสินค้า
57	0.367050905550987	4	0.091762726
56	0.366009283471724	4	0.091502321
81	0.365969859194126	4	0.091492465
41	0.365373751567063	4	0.091343438
44	0.362354577490625	4	0.090588644
25	0.361347484686192	4	0.090336871
39	0.360441727571603	4	0.090110432
107	0.359973461576144	4	0.089993365
46	0.357648572340521	4	0.089412143
32	0.355517113800633	4	0.088879278
2	0.355304590292579	4	0.088826148
97	0.354916047775413	4	0.088729012
78	0.354783498014413	4	0.088695875
51	0.354709568905010	4	0.088677392
34	0.354509061318182	4	0.088627265
27	0.353069494707569	4	0.088267374
70	0.352410712523226	4	0.088102678
71	0.350285638749170	4	0.087571410

ตาราง ง 4 ผลลัพธ์การจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคันของ Seed point ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด (ตัวอย่างวันที่ 3)

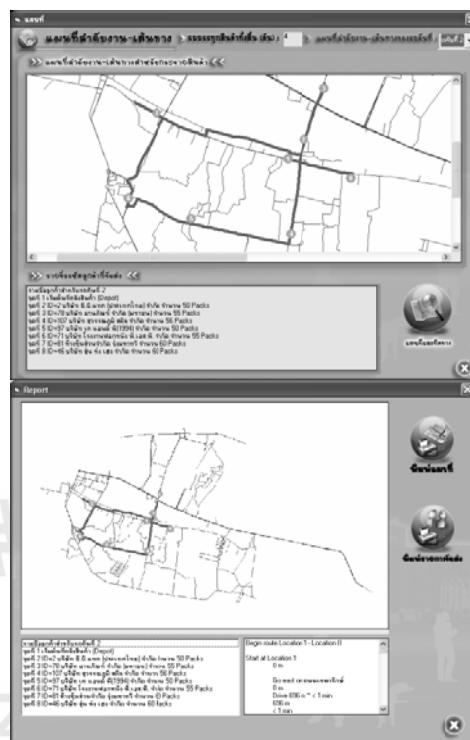
รถคันที่	ตำแหน่ง เริ่มต้น	ตำแหน่ง ปลายทาง	เวลาในการ เดินทาง (นาที)	เวลาในการขนถ่าย สินค้า (นาที)	เวลารวมทั้งหมด (นาที)	ปริมาณสินค้าจัดส่ง (ตัน)	อัตราการกระจาย สินค้า (ตัน/นาที)	เวลาที่ใช้ทั้งหมดใน การกระจายสินค้า (นาที)	ปริมาณสินค้าทั้งหมดที่ จัดส่ง (ตัน)
1	คลังสินค้า	57	7.53	24	31.53	0.54	0.017126546	200.86	3.438
	57	56	4.76	20	24.76	0.45	0.018174475		
	56	39	7.44	20	27.44	0.45	0.016399417		
	39	44	4.18	22	26.18	0.495	0.018907563		
	44	25	5.29	22	27.29	0.495	0.018138512		
	25	41	11.43	24.8	36.23	0.558	0.015401601		
	41	70	7.43	20	27.43	0.45	0.016405396		
2	คลังสินค้า	2	2.17	20	22.17	0.45	0.020297700	207.4	3.474
	2	78	3.78	22	25.78	0.495	0.019200931		
	78	107	8.68	22.4	31.08	0.504	0.016216216		
	107	97	7.23	20	27.23	0.45	0.016525891		
	97	71	6.08	22	28.08	0.495	0.017628205		
	71	81	10.63	24	34.63	0.54	0.015593416		
	81	46	14.43	24	38.43	0.54	0.014051522		
3	คลังสินค้า	32	9.53	26	35.53	0.585	0.016464959	205.79	3.105
	32	34	5.95	24	29.95	0.54	0.01803005		
	34	51	2.26	22	24.26	0.495	0.020403957		
	51	27	7.91	24	31.91	0.54	0.016922595		
	27	85	14.06	22	36.06	0.495	0.013727121		
	85	28	28.08	20	48.08	0.45	0.009359401		
4	คลังสินค้า	14	22.58	20	42.58	0.45	0.010568342	105.35	1.8
	14	12	2.77	60	62.77	1.35	0.021507089		

- ผลการจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน

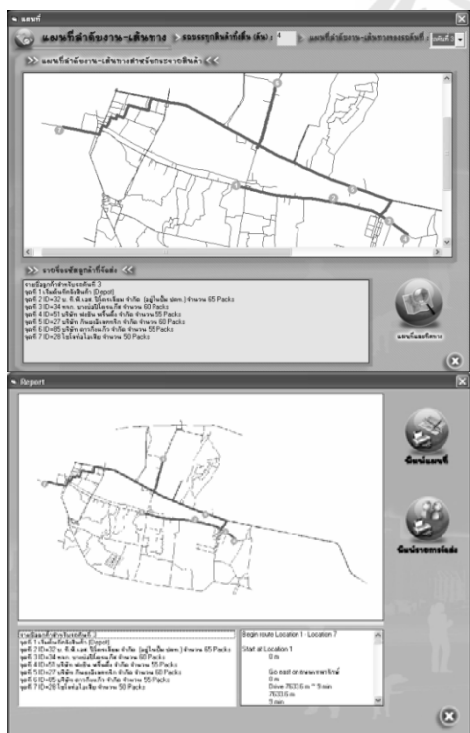
• รถคันที่ 1



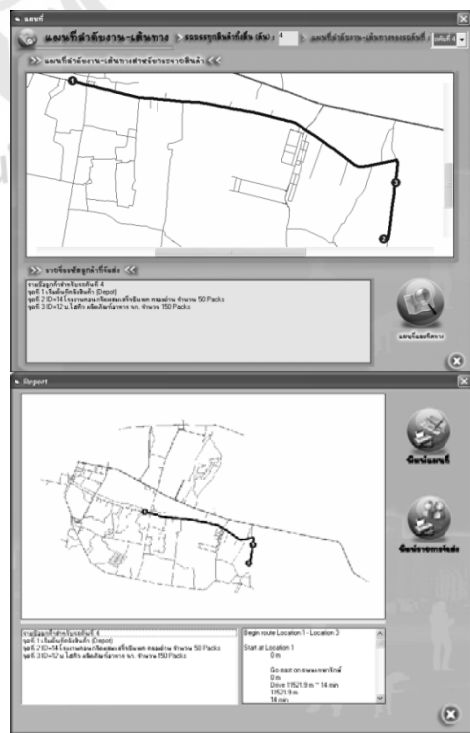
• รถคันที่ 2



• รถคันที่ 3



• รถคันที่ 4



ภาพที่ 6 การจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน (ตัวอย่างวันที่ 3)

### ง.3 การประมวลผล ตัวอย่างวันที่ 4

- นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ



ภาพที่ ง 7 นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ (ตัวอย่างวันที่ 4)

- ผลการวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points



ภาพที่ ง 8 การวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points (ตัวอย่างวันที่ 4)

ตาราง ง 5 ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบที่พัฒนา (ตัวอย่างวันที่ 4)

รหัสลูกค้า	ผลรวมอัตรา	จำนวนรอบบรรทุก	ค่าเฉลี่ยอัตรา
	การกระจายสินค้า	(คัน)	การกระจายสินค้า
63	0.375301861339426	4	0.093825465
64	0.372739367519668	4	0.093184842
24	0.371140771246878	4	0.092785193
30	0.370251188749325	4	0.092562797
58	0.370197826810753	4	0.092549457
37	0.370094513700042	4	0.092523628
94	0.369855350872641	4	0.092463838
21	0.369278236019076	4	0.092319559
66	0.368252656244846	4	0.092063164
108	0.367365375730878	4	0.091841344
103	0.366584323215142	4	0.091646081
16	0.366266890722425	4	0.091566723
45	0.364692504807156	4	0.091173126
9	0.36017294009101	4	0.090043235
11	0.360115990741981	4	0.090028998
5	0.359906881541791	4	0.089976720
18	0.352775279623868	4	0.088193820
62	0.351368977669152	4	0.087842244

ตาราง ง 6 ผลลัพธ์การจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคันของ Seed point ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด (ตัวอย่างวันที่ 4)

รถคันที่	ตำแหน่ง เริ่มต้น	ตำแหน่ง ปลายทาง	เวลาในการ เดินทาง (นาที)	เวลาในการขนถ่าย สินค้า (นาที)	เวลารวมทั้งหมด (นาที)	ปริมาณสินค้าจัดส่ง (ตัน)	อัตราการกระจาย สินค้า (ตัน/นาที)	เวลาที่ใช้ทั้งหมดใน การกระจายสินค้า (นาที)	ปริมาณสินค้า ทั้งหมดที่จัดส่ง (ตัน)
1	คลังสินค้า	63	16.49	26	42.49	0.585	0.013767945	202.44	3.42
	63	64	3.49	20	23.49	0.45	0.019157088		
	64	103	12.44	22	34.44	0.495	0.014372822		
	103	108	5.8	24	29.8	0.54	0.018120805		
	108	66	5.07	20	25.07	0.45	0.017949741		
	66	16	0.66	20	20.66	0.45	0.021781220		
	16	45	6.49	20	26.49	0.45	0.016987542		
2	คลังสินค้า	30	1.29	22	23.29	0.495	0.021253757	202.33	3.6
	30	37	1.46	20	21.46	0.45	0.020969245		
	37	21	4.69	24	28.69	0.54	0.018821889		
	21	94	13.32	22	35.32	0.495	0.014014723		
	94	24	7.48	26	33.48	0.585	0.017473118		
	24	18	6.45	24	30.45	0.54	0.017733990		
	18	62	7.64	22	29.64	0.495	0.016700405		
3	คลังสินค้า	58	10.73	32	42.73	0.72	0.016849988	214.87	3.33
	58	9	28.24	22	50.24	0.495	0.009852707		
	9	5	3.89	26	29.89	0.585	0.019571763		
	5	11	5.66	22	27.66	0.495	0.017895879		
	11	6	6.57	26	32.57	0.585	0.017961314		
	6	23	11.78	20	31.78	0.45	0.014159849		
4	คลังสินค้า	42	15.33	20	35.33	0.45	0.012737051	61.54	0.9
	42	40	6.21	20	26.21	0.45	0.017169019		





### ง.4 การประมวลผล ตัวอย่างวันที่ 5

- นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ



ภาพที่ 10 นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ (ตัวอย่างวันที่ 5)

- ผลการวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points



ภาพที่ 11 การวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points (ตัวอย่างวันที่ 5)

ตาราง ง 7 ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบที่พัฒนา (ตัวอย่างวันที่ 5)

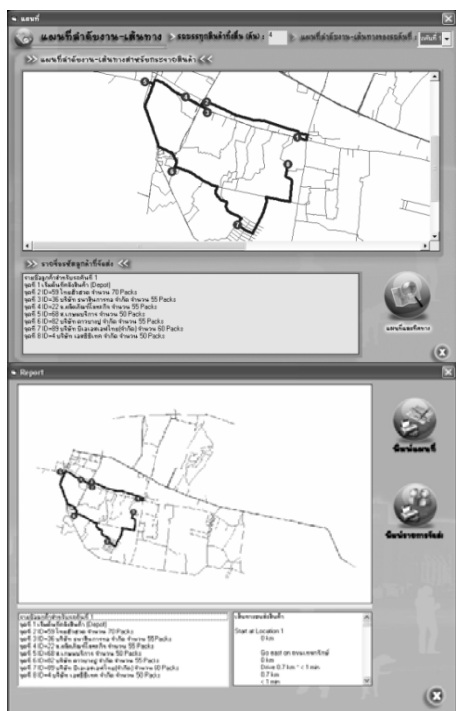
รหัสลูกค้า	ผลรวมอัตรา	จำนวนรถบรรทุก	ค่าเฉลี่ยอัตรา
	การกระจายสินค้า	(คัน)	การกระจายสินค้า
59	0.382669286952025	4	0.095667322
68	0.382093583575017	4	0.095523396
33	0.381739046733746	4	0.095434762
36	0.381531724057551	4	0.095382931
22	0.380579704151511	4	0.095144926
73	0.380470841761721	4	0.095117710
76	0.379287934028018	4	0.094821984
89	0.378606111630907	4	0.094651528
4	0.378445884579983	4	0.094611471
107	0.377895247663682	4	0.094473812
96	0.377615484249312	4	0.094403871
72	0.376547757901813	4	0.094136939
82	0.376083038464437	4	0.094020760
98	0.375145298976650	4	0.093786325
79	0.374163922232689	4	0.093540981
93	0.373660403388617	4	0.093415101
67	0.370909183924918	4	0.092727296
19	0.365670143396679	4	0.091417536

ตาราง ง 8 ผลลัพธ์การจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคันของ Seed point ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด (ตัวอย่างวันที่ 5)

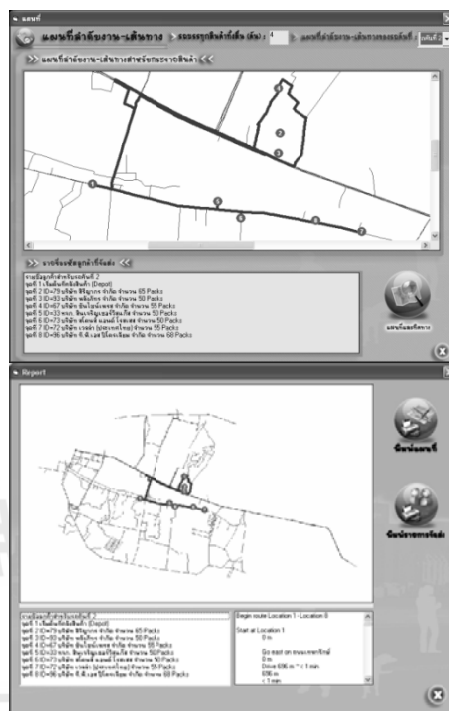
รถคันที่	ตำแหน่ง เริ่มต้น	ตำแหน่ง ปลายทาง	เวลาในการ เดินทาง (นาที)	เวลาในการขนถ่าย สินค้า (นาที)	เวลารวมทั้งหมด (นาที)	ปริมาณสินค้าจัดส่ง (ตัน)	อัตราการกระจาย สินค้า (ตัน/นาที)	เวลาที่ใช้ทั้งหมดใน การกระจายสินค้า (นาที)	ปริมาณสินค้า ทั้งหมดที่จัดส่ง (ตัน)
1	คลังสินค้า	59	9.24	28	37.24	0.63	0.016917293	212.89	3.555
	59	36	2.11	22	24.11	0.495	0.020530900		
	36	22	4.42	22	26.42	0.495	0.018735806		
	22	68	7.17	20	27.17	0.45	0.016562385		
	68	82	11.66	22	33.66	0.495	0.014705882		
	82	89	9.54	24	33.54	0.54	0.016100179		
	89	4	10.75	20	30.75	0.45	0.014634146		
2	คลังสินค้า	79	11.74	26	37.74	0.585	0.015500795	202.56	3.537
	79	93	1.71	20	21.71	0.45	0.020727775		
	93	67	5.8	22	27.8	0.495	0.017805755		
	67	33	16.84	20	36.84	0.45	0.012214984		
	33	73	1.7	20	21.7	0.45	0.020737327		
	73	72	5.56	22	27.56	0.495	0.017960813		
	72	96	2.01	27.2	29.21	0.612	0.020951729		
3	คลังสินค้า	19	16.08	24	40.08	0.54	0.013473054	212.89	3.375
	19	107	11.04	24	35.04	0.54	0.015410959		
	107	76	11.98	36	47.98	0.81	0.016882034		
	76	98	15.69	42	57.69	0.945	0.016380655		
	98	90	8.1	24	32.1	0.54	0.01682243		
4	คลังสินค้า	55	14.91	20	34.91	0.45	0.012890289	128.07	1.845
	55	27	5.98	22	27.98	0.495	0.017691208		
	27	53	19.79	20	39.79	0.45	0.011309374		
	53	29	5.39	20	25.39	0.45	0.017723513		

- ผลการจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน

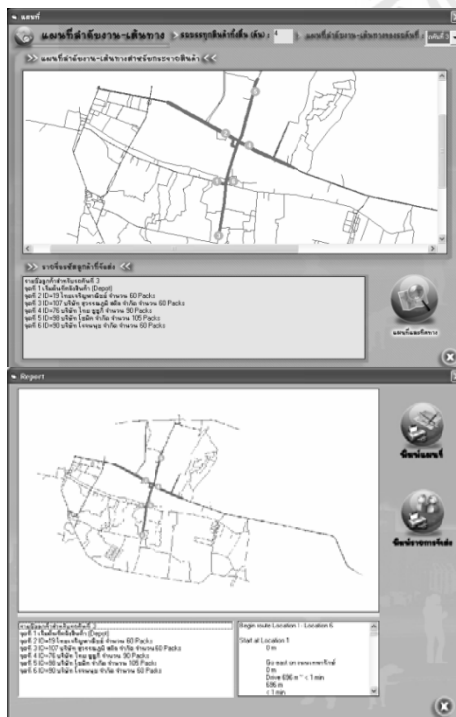
• รถคันที่ 1



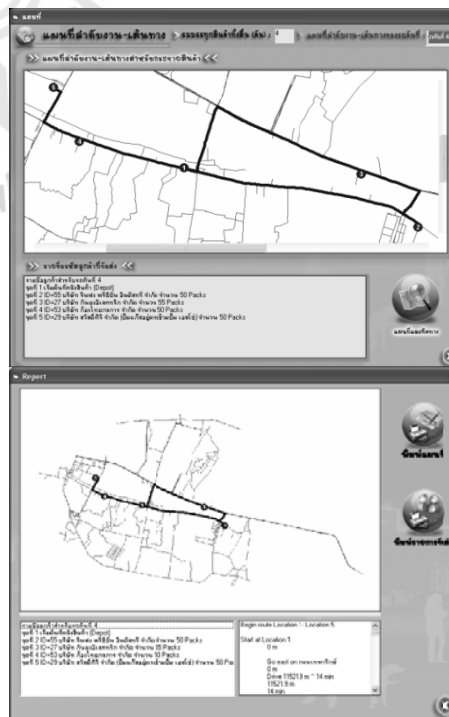
• รถคันที่ 2



• รถคันที่ 3



• รถคันที่ 4



ภาพที่ 12 การจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน (ตัวอย่างวันที่ 5)

### ง.5 การประมวลผล ตัวอย่างวันที่ 6

- นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ



ภาพที่ ง 13 นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ (ตัวอย่างวันที่ 6)

- ผลการวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points



ภาพที่ ง 14 การวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points (ตัวอย่างวันที่ 6)

ตาราง ง 9 ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบที่พัฒนา (ตัวอย่างวันที่ 6)

รหัสลูกค้า	ผลรวมอัตรา	จำนวนรอบบรรทุก (คัน)	ค่าเฉลี่ยอัตรา
	การกระจายสินค้า		การกระจายสินค้า
1	0.403667061396766	4	0.100916765
10	0.402739502900944	4	0.100684876
100	0.399196641136530	4	0.099799160
88	0.398535339647142	4	0.099633835
104	0.398327089752365	4	0.099581772
75	0.397925809577128	4	0.099481452
52	0.397755954613702	4	0.099438989
38	0.394989848109017	4	0.098747462
50	0.394703932815602	4	0.098675983
102	0.390821338344349	4	0.097705335
20	0.390590951089756	4	0.097647738
99	0.388945878476860	4	0.097236470
43	0.388537292021617	4	0.097134323
35	0.378919083281211	4	0.094729771
15	0.376738293310174	4	0.094184573
106	0.395559924211720	5	0.079111985
48	0.395421734628682	5	0.079084347
26	0.394994796460464	5	0.078998959
8	0.386547858702879	5	0.077309572

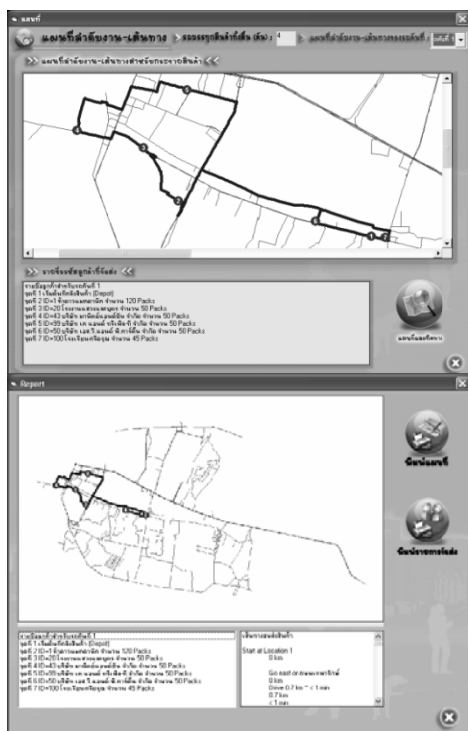
ตาราง ง 10 ผลลัพธ์การจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคันของ Seed point ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด (ตัวอย่างวันที่ 6)

รถคันที่	ตำแหน่ง เริ่มต้น	ตำแหน่ง ปลายทาง	เวลาในการเดินทาง (นาที)	เวลาในการขนถ่ายสินค้า (นาที)	เวลารวมทั้งหมด (นาที)	ปริมาณสินค้าจัดส่ง (ตัน)	อัตราการกระจาย สินค้า (ตัน/นาที)	เวลาที่ใช้ทั้งหมด ในการกระจาย สินค้า (นาที)	ปริมาณสินค้า ทั้งหมดที่จัดส่ง (ตัน)
1	คลังสินค้า	1	12.85	48	60.85	1.08	0.017748562	191.79	3.285
	1	20	3.6	20	23.6	0.45	0.019067797		
	20	43	6.64	20	26.64	0.45	0.016891892		
	43	99	7.41	20	27.41	0.45	0.016417366		
	99	50	11.72	20	31.72	0.45	0.014186633		
	50	100	3.57	18	21.57	0.405	0.018776078		
2	คลังสินค้า	10	20.25	32	52.25	0.72	0.013779904	218.93	3.42
	10	35	4.71	20	24.71	0.45	0.018211251		
	35	15	13.62	16	29.62	0.36	0.012153950		
	15	8	11.65	22	33.65	0.495	0.014710253		
	8	26	7.13	20	27.13	0.45	0.016586804		
	26	48	5.05	22	27.05	0.495	0.018299445		
	48	52	4.52	20	24.52	0.45	0.018352365		
3	คลังสินค้า	75	1.15	20	21.15	0.45	0.021276596	192.92	3.285
	75	38	3.3	22	25.3	0.495	0.019565217		
	38	106	7.15	22	29.15	0.495	0.016981132		
	106	102	4.21	22	26.21	0.495	0.018885921		
	102	104	6.21	30	36.21	0.675	0.018641259		
	104	88	24.9	30	54.9	0.675	0.012295082		
4	คลังสินค้า	83	1.89	20	21.89	0.45	0.020557332	170.4	2.565
	83	13	4.1	20	24.1	0.45	0.018672199		
	13	97	9.18	24	33.18	0.54	0.016274864		
	97	80	13.02	26	39.02	0.585	0.014992312		
	80	47	28.21	24	52.21	0.54	0.010342846		

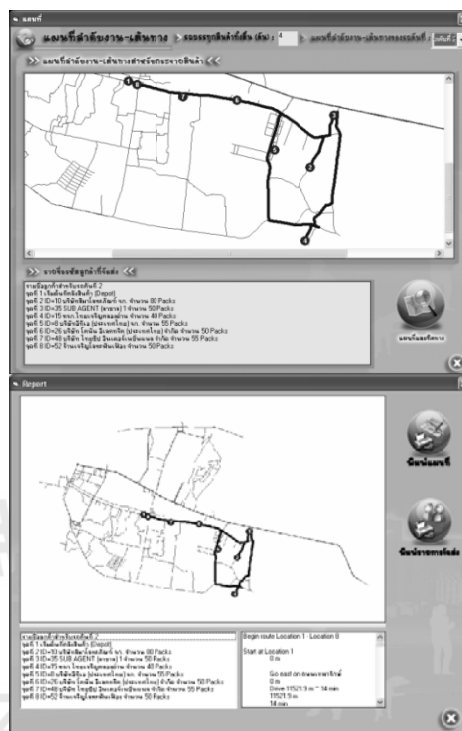


- ผลการจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน

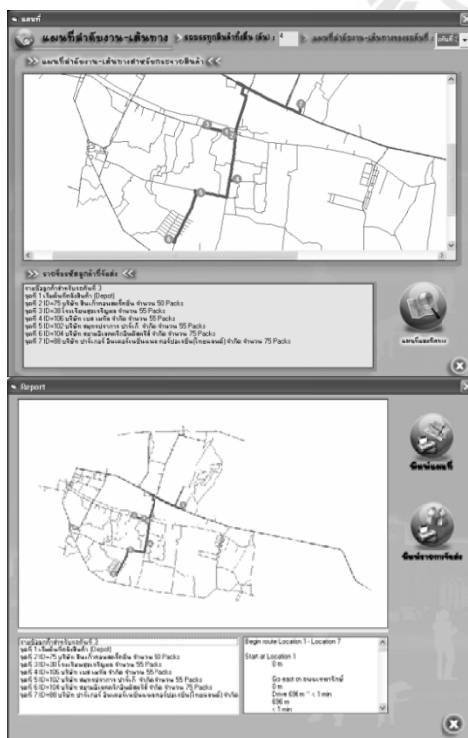
• รถคันที่ 1



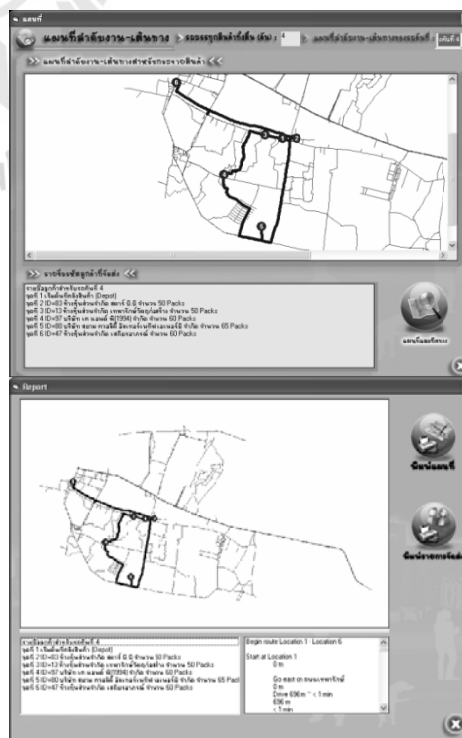
• รถคันที่ 2



• รถคันที่ 3



• รถคันที่ 4



ภาพที่ 15 การจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน (ตัวอย่างวันที่ 6)

### ง.6 การประมวลผล ตัวอย่างวันที่ 7

- นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ



ภาพที่ 16 นำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อ (ตัวอย่างวันที่ 7)

- ผลการวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points



ภาพที่ 17 การวิเคราะห์ลำดับงานแบบ Multi-seed points (ตัวอย่างวันที่ 7)

ตาราง ง 11 ผลลัพธ์จากการประมวลผลของระบบที่พัฒนา (ตัวอย่างวันที่ 7)

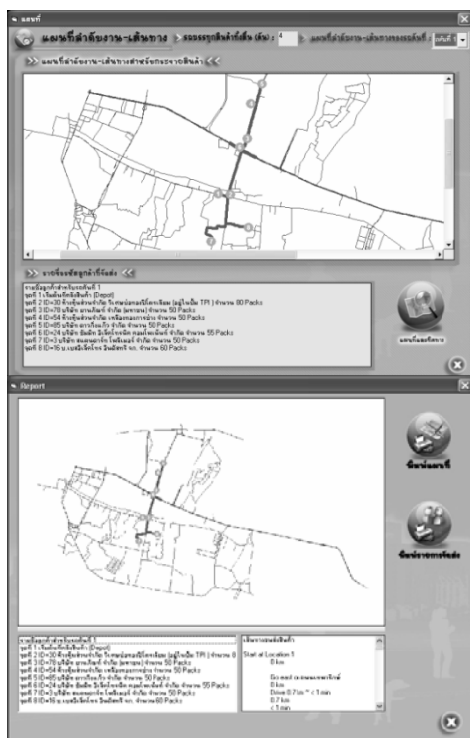
รหัสลูกค้า	ผลรวมอัตรา	จำนวนรอบบรรทุก (คัน)	ค่าเฉลี่ยอัตรา
	การกระจายสินค้า		การกระจายสินค้า
30	0.388839354577521	4	0.097209839
92	0.388230892063202	4	0.097057723
37	0.380095395214354	4	0.095023849
49	0.379962862026102	4	0.094990716
24	0.379780227569042	4	0.094945057
95	0.378314383788351	4	0.094578596
54	0.378255534161973	4	0.094563884
12	0.377996779136476	4	0.094499195
91	0.377780891324443	4	0.094445223
16	0.377644236123857	4	0.094411059
28	0.377349872271420	4	0.094337468
3	0.377339099945971	4	0.094334775
78	0.376829525791923	4	0.094207381
41	0.376139668870203	4	0.094034917
6	0.376059918012030	4	0.094014980
85	0.376059918012030	4	0.094014980
51	0.375862963012111	4	0.093965741
63	0.375062425741609	4	0.093765606
14	0.360245862279256	4	0.090061466

ตาราง ง 12 ผลลัพธ์การจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคันของ Seed point ที่ให้ค่าเฉลี่ยอัตราการกระจายสินค้าสูงสุด (ตัวอย่างวันที่ 7)

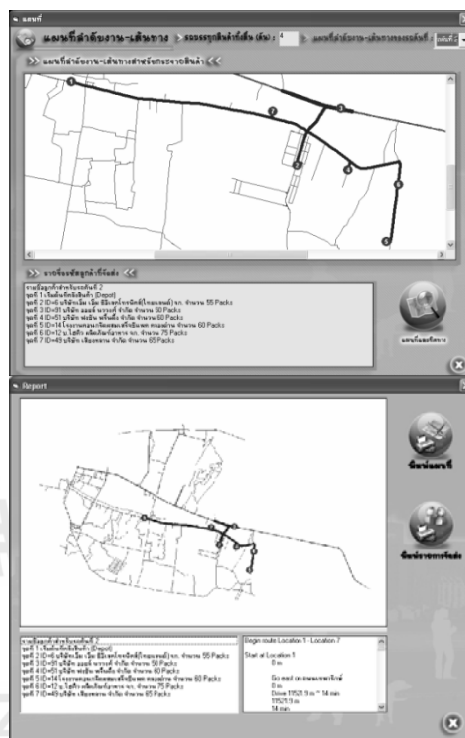
รถคันที่	ตำแหน่ง เริ่มต้น	ตำแหน่ง ปลายทาง	เวลาในการ เดินทาง (นาที)	เวลาในการขนถ่าย สินค้า (นาที)	เวลารวมทั้งหมด (นาที)	ปริมาณสินค้าจัดส่ง (ตัน)	อัตราการกระจาย สินค้า (ตัน/นาที)	เวลาที่ใช้ทั้งหมดใน การกระจายสินค้า (นาที)	ปริมาณสินค้า ทั้งหมดที่จัดส่ง (ตัน)
1	คลังสินค้า	30	1.29	32	33.29	0.72	0.021628117	195.62	3.555
	30	78	5.2	20	25.2	0.45	0.017857143		
	78	54	4.22	20	24.22	0.45	0.018579686		
	54	85	2.22	20	22.22	0.45	0.020252025		
	85	24	7.39	22	29.39	0.495	0.016842463		
	24	3	11.59	20	31.59	0.45	0.014245014		
	3	16	5.71	24	29.71	0.54	0.018175698		
2	คลังสินค้า	6	15.91	22	37.91	0.495	0.013057241	195.31	3.285
	6	91	8.78	20	28.78	0.45	0.015635858		
	91	51	6.37	24	30.37	0.54	0.017780705		
	51	14	6.88	24	30.88	0.54	0.017487047		
	14	12	2.77	30	32.77	0.675	0.020598108		
	12	49	8.6	26	34.6	0.585	0.016907514		
3	คลังสินค้า	37	2.2	26	28.2	0.585	0.020744681	187.2	3.06
	37	92	11.07	24	35.07	0.54	0.015397776		
	92	95	13.5	24	37.5	0.54	0.0144		
	95	41	6.27	22	28.27	0.495	0.017509728		
	41	63	5.04	20	25.04	0.45	0.017971246		
	63	28	13.12	20	33.12	0.45	0.013586957		
4	คลังสินค้า	9	17.84	24	41.84	0.54	0.01290631	146.61	2.115
	9	34	4.9	22	26.9	0.495	0.018401487		
	34	45	7.49	20	27.49	0.45	0.016369589		
	45	39	22.38	28	50.38	0.63	0.012504962		

- ผลการจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน

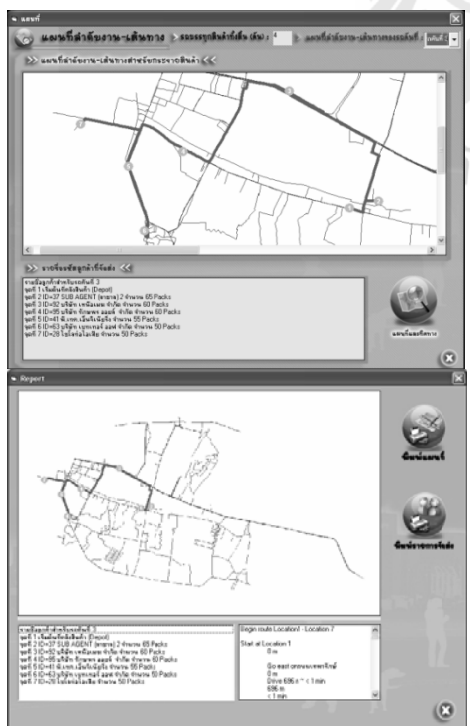
● รถคันที่ 1



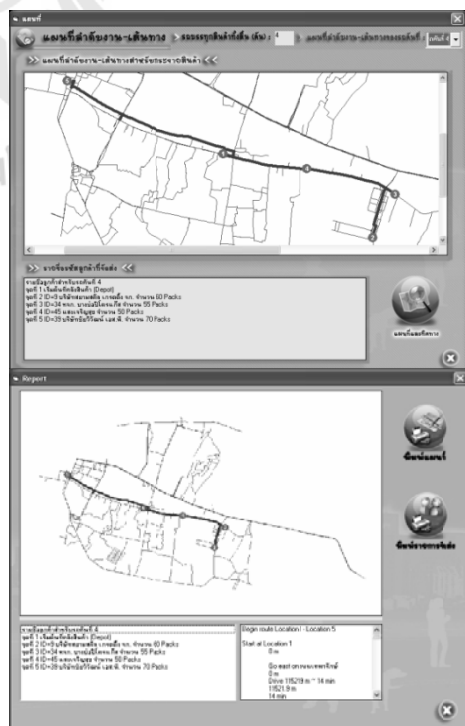
● รถคันที่ 2



● รถคันที่ 3



● รถคันที่ 4



ภาพที่ 18 การจัดเส้นทางในรูปแบบแผนที่ของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน (ตัวอย่างวันที่ 7)

## ภาคผนวก จ

### แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานโปรแกรม

โปรแกรมจัดลำดับงาน-เส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าด้วยการบูรณาการ

วิธีวิฤตติศาสตร์แบบ multi-seed points ผนวกกับการวิเคราะห์โครงข่าย

**คำชี้แจง** แบบสอบถามนี้สำหรับกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้โปรแกรมเป็นผู้ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อโปรแกรม  
หลังจากที่ท่านทดลองใช้งานแล้ว โปรดทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมที่สุด

ผู้ให้สัมภาษณ์/ผู้ให้ข้อมูล เพศ  ชาย  หญิง อายุ ..... ปี  
ตำแหน่ง .....

#### ส่วนของการประเมินความพึงพอใจ

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย
<b>การวิเคราะห์ลำดับงานในการจัดส่งสินค้า</b>				
(1) ลำดับงานในการจัดส่งมีความเหมาะสม				
(2) ความถูกต้องของช่วงเวลารับสินค้าและปริมาณสินค้า				
(3) ข้อเสนอแนะอื่นๆ .....				
<b>การจัดเส้นทางเดินรถในการจัดส่งสินค้า</b>				
(1) แนวเส้นทางที่ได้จากโปรแกรมมีความเหมาะสม				
(2) แผนที่และทิศทางการเดินทางเพื่อกระจายสินค้ามีความเหมาะสม				
(3) ข้อเสนอแนะอื่นๆ .....				
<b>การใช้งานระบบที่พัฒนา</b>				
(1) ความเร็วในการทำงานของโปรแกรม				
(2) ความสะดวกในการใช้คำสั่งต่างๆ ในส่วนของเมนู				
(3) ผลลัพธ์ง่ายต่อความเข้าใจและการนำไปใช้ปฏิบัติงานจริง				
(4) ข้อเสนอแนะอื่นๆ .....				

## ประวัติผู้เขียน

นางสาวรวงคณา อดทน เกิดเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2521 ที่จังหวัดสกลนคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในปีการศึกษา 2543 ภายหลังสำเร็จการศึกษาได้เข้าทำงานกับหน่วยปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาบริการวิชาการด้านวิศวกรรมโยธา ขณะเดียวกันก็ได้ศึกษาต่อหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปีการศึกษา 2549

