การประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับร้านค้าสะดวกซื้อ

นาย อัครพล เนื่องฤทธิ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN APPLICATION OF COMPUTER PROGRAM FOR THE ROUTING OF CONVENIENCE STORE DELIVERIES

Mr. Akaraphon Nuangrit

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering
Department of Civil Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับร้านค้าสะดวกซื้อ
โดย	นาย อัครพล เนื่องฤทธิ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาโนช โลหเตปานนท์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาโนช โลหเตปานนท์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ อนุกัลย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สีรง ปรีชานนท์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อัครพล เนื่องฤทธิ์ : การประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับร้านค้าสะดวกซื้อ. (AN APPLICATION OF COMPUTER PROGRAM FOR THE ROUTING OF CONVENIENCE STORE DELIVERIES) อ. ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาโนช โลหเตปานนท์, 183 หน้า.

การขนส่งสินค้าถือเป็นกิจกรรมที่สำคัญสำหรับการดำเนินธุรกิจ โดยเฉพาะธุรกิจที่มีจำนวนจุดส่งสินค้าเป็นจำนวนมาก การวางแผนการขนส่งสินค้าที่ดีสามารถลดต้นทุนได้อย่างมาก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า ในกรณีของร้านค้าสะดวกซื้อที่มีร้านสาขากระจายอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและภาคตะวันออกจำนวน 1,724 สาขา

การศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ส่วนแรกคือการสร้างเส้นทางเดินรถหลัก ซึ่งแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัท UPS จำกัด มหาชน โดยวัตถุประสงค์คือการจัดกลุ่มจุดรับสินค้าและมอบสิทธิการเดินรถของกลุ่มจุดรับสินค้าที่จัดขึ้นแก่ผู้รับจ้างเดินรถ ส่วนที่สองคือการสร้างเส้นทางเดินรถประจำวัน โดยวัตถุประสงค์คือการระบุชิ้นของสินค้าที่รถแต่ละคันจะต้องทำการขนส่งไปยังจุดรับสินค้า โดยพยายามใช้รถในการขนส่งสินค้าให้น้อยที่สุด ทั้งนี้กระบวนการในขั้นตอนดังกล่าวจะดำเนินการอยู่ภายใต้ข้อจำกัดด้านการขนส่ง ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้พัฒนาวิธีการในการแก้ปัญหาและวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา

การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองพบว่า แบบจำลองเส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถลดระยะทางในการขนส่งลงได้ประมาณร้อยละ 2.66 หรือประมาณ 176,542 กิโลเมตรต่อปี และยังสามารถแสดงผลในด้านต่างๆ เช่น แผนที่ตำแหน่งจุดส่งและเส้นทางเดินรถไปยังจุดส่ง เป็นต้น ในส่วนของแบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวันที่พัฒนาขึ้น สามารถลดจำนวนรถที่ต้องใช้ในการขนส่งและต้นทุนในการขนส่งลงได้ประมาณร้อยละ 2.98 หรือประมาณ 5.37 ล้านบาทต่อปี

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2550

4970737321 : MAJOR CIVIL ENGINEERING
KEY WORD: COMPUTER PROGRAMMING / VEHICLE ROUTING

AKARAPHON NUANGRIT : AN APPLICATION OF COMPUTER PROGRAM FOR THE ROUTING OF CONVENIENCE STORE DELIVERIES. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. MANOJ LOHATEPANONT, Ph.D., 183 pp.

Transportation is an important activity for business, especially for a large scale retail business. A good transportation planning can reduce the transportation cost in large scale. The objective of this study is to apply computer programs for transportation planning for a convenience store chain with 1,724 outlets in Bangkok and the eastern part of Thailand.

The problem is decomposed into 2 modules. The first module is the master route construction module, which is solved using a computer program developed by United Parcel Service of America (UPS). The objective is to group the delivery points and assign the routes to transportation contractors. The second module is the daily route module, whose objective is to the allocation of goods onto vehicle while minimizing the number of vehicles subject to operational constants. In this part, the author developed and tested there algorithms for solving the problem.

The analysis of the model's results indicated that the master route model can reduce the total delivery distance by approximately 2.66 percent or 176,542 kilometer annually and can display results such as the map of delivery point locations and the map of vehicle route. The daily route model can reduce the total number of vehicles and total transportation costs by approximately 2.98 percent or 5.37 million baht annually.

Department.....Civil Engineering..... Student's signature.....
Field of study.....Civil Engineering..... Advisor's signature.....
Academic year....2007.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาโนช โลหเตปานนท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัย เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษา ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงด้วยดีและขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.สีรง ปรีชานนท์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์และรองศาสตราจารย์ อนุกัลย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนแล้วเสร็จอย่างสมบูรณ์ทุกประการ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณนิเวศ พิชยานนท์ คุณกัณฐรัตน์ สัจพันโรจน์ และพี่ๆ บริษัท ซี พี ออลล์ จำกัด (มหาชน) ทั้งที่หน่วยงานกลางสีลมและศูนย์กระจายสินค้าลาดกะบัง ที่ได้แนะนำและให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่เป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา

สุดท้ายนี้เหนือสิ่งอื่นใดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิดที่ให้ความช่วยเหลือและให้การสนับสนุนข้าพเจ้าเสมอมา จนทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต ซึ่งข้าพเจ้าจะนำไปเป็นมงคลแห่งชีวิตตลอดไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ฌ

สารบัญภาพ.....ฐ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 ศึกษาลักษณะการทำงานขององค์กร ในปัจจุบัน.....2

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....8

1.4 ขอบเขตของการศึกษา 8

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 11

1.6 องค์ความรู้ที่ได้รับ.....11

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....12

2.1 ความสำคัญของการบริหารจัดการการขนส่ง.....13

2.2 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ.....16

2.3 ปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัด (Knapsack problem)..... 23

2.4 กำหนดการพลวัต (Dynamic Programming).....27

2.4 สรุป.....41

บทที่ 3 การสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลัก..... ...42

3.1 ศึกษาวิธีการจัดเส้นทางเดินรถหลักโดยพนักงาน..... ...45

3.2 การสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลัก..... ...52

3.3 การวิเคราะห์ผลการจัดเส้นทางเดินรถหลักด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์.....76

3.4 ข้อจำกัดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์.....79

3.5 แนวทางการนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาการจัดเส้นทางเดินรถหลัก ไปประยุกต์ใช้..... ...80

บทที่ 4 การสร้างแบบจำลองเส้นทางการเดินรถประจำวัน..... ...81

4.1 ศึกษาวิธีการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันในปัจจุบัน.....81

หน้า

4.2 การสร้างแบบจำลองในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน…….. 86
4.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพและความเหมาะสมของแต่ละแบบจำลอง.....128
4.4 การทดสอบใช้แบบจำลองในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน……..……...145
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ……..……..148
5.1 การศึกษากระบวนการวางแผนการจัดส่งสินค้า……..…..148
5.2 การสร้างแบบจำลองและการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง……149
5.3 สรุปผลการวิจัย……..150
5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต……..…..150
รายการอ้างอิง.....152
ภาคผนวก.....154
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....183

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	จำนวนร้านค้าในความรับผิดชอบของบริษัท	2
1.2	จำนวนร้านสาขาในพื้นที่ต่างๆ	4
1.3	ค่าขนส่งในเดือนต่างๆ ของศูนย์กระจายสินค้าลาดกะบังในปี พ.ศ. 2551	4
1.4	รูปแบบของราคาที่ใช้ในการประมูลเพื่อของรับสัมปทานเดินรถ	7
2.1	ตารางในการแก้ปัญหาการพิจารณาเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของหนึ่งๆ	31
2.2	ลำดับการเลือกและคุณสมบัติของสิ่งของที่ i	32
2.3	ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 2	33
2.4	ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 3	33
2.5	ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 4	34
2.6	การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (1,1)	35
2.7	การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (1,2)	36
2.8	การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (1,3)	36
2.9	การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (2,1)	37
2.10	การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (2,2)	37
2.11	การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (2,3)	38
2.12	การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (2,4)	38
2.13	ตารางจดจำคำตอบที่แก้ปัญหาครบทุกปัญหาย่อย	39
2.14	การหาสิ่งของที่ต้องเลือกใส่ไว้ในกระเป๋า เพื่อให้ได้ผลเฉลยที่ดีที่สุด	40
3.1	จำนวนร้านสาขาในแต่ละรอบการจัดส่ง	65
3.2	กลุ่มจุดส่งย่อย ในแต่ละรอบการจัดส่ง	66
3.3	จำนวนสายเส้นทางเดินรถหลัก ในแต่ละรอบการจัดส่ง	70
3.4	การแสดงผลเส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากแบบจำลองในรูปตารางข้อมูล	73
3.5	ระยะทางรวมของเส้นทางเดินรถหลัก (กิโลเมตร)	78
3.6	จำนวนจุดส่งในแต่ละรอบการจัดส่ง	79
4.1	ความสามารถในการบรรทุกของรถแต่ละประเภท	81
4.2	ยอดการสั่งซื้อสินค้าของร้านสาขา	82
4.3	สรุปผลการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันในเขตกรุงเทพและปริมณฑลโดยพนักงาน	85

ตาราง หน้า

4.4 คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ในการพัฒนาโปรแกรม
แบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวัน.....89
4.5 การแก้ปัญหาโดยกำหนดการพลวัตร.....98
4.6 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 2 ด้วยวิธี DPH-W.....102
4.7 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 3 ด้วยวิธี DPH-W.....102
4.8 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 4 ด้วยวิธี DPH-W.....103
4.9 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 4 ด้วยวิธี DPH-W.....104
4.10 ปริมาตรและน้ำหนักของสิ่งของที่ต้องการแก้ปัญหาของตัวอย่างที่ 4.1.....105
4.11 ลำดับการเลือกและคุณสมบัติของสิ่งของที่ i ของตัวอย่างที่ 4.1.....106
4.12 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 2
ด้วยวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1.....106
4.13 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 3
ด้วยวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1.....107
4.14 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 4
ด้วยวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1.....107
4.15 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (1,1) ด้วยวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1.....108
4.16 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (1,4) ด้วยวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1.....108
4.17 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (4,3) ด้วยวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1.....109
4.18 ตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อยของวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1.....109
4.19 การหาสิ่งของที่ต้องเลือกใส่ไว้ในรถ เพื่อให้ได้ผลเฉลย
ของวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1.....110
4.20 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 2 ด้วยวิธี DPH-V.....111
4.21 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 3 ด้วยวิธี DPH-V.....112
4.22 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 4 ด้วยวิธี DPH-V.....112
4.23 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 5 ด้วยวิธี DPH-V.....115
4.24 ปริมาตรและน้ำหนักของสิ่งของที่ต้องการแก้ปัญหา
ด้วยวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2.....116
4.25 ลำดับการเลือกและคุณสมบัติของสิ่งของที่ i ของตัวอย่างที่ 4.2.....117

ตาราง หน้า

4.26 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 2
ด้วยวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2.....117
4.27 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 3
ด้วยวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2.....118
4.28 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 4
ด้วยวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2.....118
4.29 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (1,1) ด้วยวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2.....119
4.30 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (1,2) ด้วยวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2.....119
4.31 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (2,5) ด้วยวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2.....120
4.32 ตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อยของวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2.....120
4.33 การหาสิ่งของที่ต้องเลือกใส่ไว้ในรถ เพื่อให้ได้ผลเฉลย
ของวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2.....121
4.34 จำนวนรถที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-W และวิธี DPH-V
เมื่อเรียงข้อมูลเข้าแบบต่างๆ.....123
4.35 จำนวนรถที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-W ในรอบการจัดส่งต่างๆ.....123
4.36 จำนวนรถที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-V ในรอบการจัดส่งต่างๆ.....123
4.37 ปริมาตรของสิ่งของที่ต้องการแก้ปัญหาด้วยกรีดีอัลกอริธึมและวิธี FIAGA.....127
4.38 ผลเฉลยของปัญหาเมื่อแก้ด้วยวิธีกรีดีอัลกอริธึม.....127
4.39 ผลเฉลยของปัญหาเมื่อแก้ด้วยวิธี FIAGA.....127
4.40 จำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งในแต่ละพื้นที่การจัดส่งของรอบการจัดส่งที่ 1.....129
4.41 จำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งในแต่ละพื้นที่การจัดส่งของรอบการจัดส่งที่ 2.....130
4.42 จำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งในแต่ละพื้นที่การจัดส่งของรอบการจัดส่งที่ 3.....131
4.43 จำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งในแต่ละพื้นที่การจัดส่งของรอบการจัดส่งที่ 4.....132
4.44 จำนวนรถที่ต้องใช้จัดส่งสินค้า เมื่อแก้ปัญหาด้วยวิธีต่างๆ ในกรณีที่
แบ่งพื้นการจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก.....138
4.45 จำนวนรถที่ต้องใช้จัดส่งสินค้า เมื่อแก้ปัญหาด้วยวิธีต่างๆ ในกรณีที่
ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก.....138
4.46 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าเต็มความจุที่กำหนดไว้ เมื่อแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ
ในกรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก.....139

ตาราง หน้า

4.47 การเปรียบเทียบค่าการใช้ประโยชน์จากรถเฉลี่ยระหว่างการจัดโดยพนักงานและวิธี FIAGA.....144
4.48 ระยะทางรวมของเส้นทางเดินรถประจำวันที่จากพนักงานและวิธี FIAGA.....145
4.49 เปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันระหว่างพนักงานกับแบบจำลอง.....146

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ		หน้า
1.1	ประเภทของศูนย์กระจายสินค้า	3
1.2	การวางแผนการจัดส่งสินค้า	6
1.3	ร้านสาขาในความรับผิดชอบของศูนย์กระจายสินค้าลาดกระบัง	6
2.1	การจัดกลุ่มแบบกวาด	19
2.2	การลดระยะทางในการเดินโดยการรวมเส้นทาง	20
2.3	การจัดกลุ่มลูกค้าตามตำแหน่งของลูกค้า	21
2.4	การจัดกลุ่มลูกค้าในแต่ละวันในสัปดาห์	22
2.5	การจัดลำดับการจัดส่งที่ดีและไม่ดี	23
2.6	การเกิดปัญหาย่อยๆ ที่ซ้ำซ้อนกันในการหาคำตอบ	26
2.7	องค์ประกอบในขั้นตอนที่ n	27
2.8	ระบบการตัดสินใจ n ขั้นตอน แบบไปข้างหน้า	29
2.9	ระบบการตัดสินใจ n ขั้นตอน แบบย้อนหลัง	29
2.10	ระบบการตัดสินใจของปัญหาการพิจารณาเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของหนึ่งๆ	31
2.10	เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการแก้ปัญหาระหว่างวิธี Dynamic Programming กับวิธี Brute Force	40
3.1	เขตพื้นที่ความรับผิดชอบของศูนย์กระจายสินค้าอุปโภคบริโภค	42
3.2	พื้นที่กรุงเทพฯ ในความรับผิดชอบของศูนย์กระจายสินค้าลาดกระบัง	44
3.3	ร้านสาขาในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลในความรับผิดชอบจำนวน 1,190 สาขา	44
3.4	ร้านสาขาในภาคตะวันออก ในความรับผิดชอบจำนวน 407 สาขา	45
3.5	รถบรรทุกขนาด 4 ล้อ	47
3.6	รถบรรทุกขนาด 6 ล้อ	47
3.7	รถบรรทุกขนาด 6 ล้อจัมโบ้	47
3.8	การเพิ่มร้านเปิดใหม่เข้าไปยังเส้นทางเดินรถหลักเดิม	48
3.9	การย้ายร้านที่เปลี่ยนรอบการส่งเข้าเส้นทางเดินรถหลักใหม่	49
3.10	การเพิ่มเส้นทางเดินรถหลัก	49
3.11	ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลร้านสาขา	51
3.12	ช่วงเวลาการจัดทำเส้นทางเดินรถหลัก	52
3.13	รายละเอียดของแผนที่	53

ภาพ หน้า

3.14 การตั้งค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐานของถนนแต่ละประเภท.....54
3.15 การตั้งค่าการแสดงผลบนแผนที่ของถนนแต่ละประเภท.....55
3.16 การตั้งค่ารายละเอียดของถนน.....55
3.17 การกำหนดเวลาในการขนถ่ายสินค้า.....57
3.18 การกำหนดช่วงเวลาที่จุดส่งสามารถรับสินค้าได้.....58
3.19 การตั้งค่ารูปแบบการจัดส่ง.....58
3.20 การตั้งค่าชุดรูปแบบการจัดส่ง.....59
3.21 การกำหนดประเภทรถ.....60
3.22 วิธีการคำนวณ ระยะทางและเวลาของโปรแกรมเทอริทอรีแพลนเนอร์.....60
3.23 การเลือกเปิดแผนการวิเคราะห์.....62
3.24 การแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็นระดับต่างๆ ในการจัดเส้นทางเดินรถหลัก.....64
3.25 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มจุดส่งย่อย 2 กลุ่ม ในรอบการจัดส่ง.....66
3.26 พื้นที่การจัดส่งภายในแต่ละกลุ่มจุดส่งย่อย.....67
3.27 รูปแบบข้อมูลที่ใช้ในการนำเข้าสู่ระบบ.....70
3.28 การตั้งค่าข้อจำกัดในการสร้างเส้นทางเดินรถหลัก.....72
3.29 การจัดกลุ่มลูกค้าบริเวณรอบๆ ลูกค้าที่อยู่ไกลที่สุดจากศูนย์กระจายสินค้า.....72
3.30 การแสดงผลเส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากแบบจำลองในรูปแผนที่.....73
3.31 การแสดงผลเส้นทางเดินรถจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังกลุ่มลูกค้า.....74
3.32 การแสดงผลระยะทางและเวลาการเดินทางไปยังลูกค้า
ในเส้นทางเดินรถหลักแต่ละสาย.....74
3.33 การย้ายร้านในสายเดินรถที่อยู่ห่างกันไปไว้ในสายเดินรถที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน.....75
3.34 การเพิ่มสายเดินรถ เมื่อมีร้านในสายเดินรถเดิมอยู่ห่างกันมาก.....76
3.35 ลักษณะเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงานและโปรแกรม.....77
4.1 การเพิ่มสินค้าจากเส้นทางเดินรถหลักใกล้เคียง ในพื้นที่การจัดส่งเดียวกัน.....84
4.2 พื้นที่การจัดส่ง.....84
4.3 ความผิดพลาดในการคำนวณปริมาตรและน้ำหนักบรรทุกของพนักงาน.....86
4.4 ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน.....90
4.5 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในการเลือกประเภทรถในการจัดส่ง.....91
4.6 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในการเพิ่มประเภทหรือแก้ไขรายละเอียดของรถ.....92

ภาพ หน้า

4.7 รูปแบบไฟล์ที่จะนำสู่ระบบ.....93
4.8 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในการเลือกข้อมูลและยอดสั่งซื้อของร้านสาขามาคำนวณ..... 94
4.9 การแสดงผลข้อมูลที่ผิดประเภทหรือมีค่าไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด.....95
4.10 รายงานรายละเอียดการจัดส่งของแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก..... 96
4.11 รายงานรายละเอียดการจัดส่งของรถแต่ละคัน.....97
4.12 ตารางจดจำค่าการแก้ปัญหา 3 มิติ.....100
4.13 ลำดับการแก้ปัญหาและโอกาสที่จะถูกเลือกของสิ่งของในการแก้ปัญหา
ด้วยวิธี DPH-W และ DPH-V.....122
4.14 ขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยวิธี FIAGA.....126
4.15 เปรียบเทียบจำนวนรถที่แตกต่าง เมื่อจัดด้วยวิธีต่างๆ กับขอบล่าง
ในรอบการจัดส่งที่ 1.....133
4.16 เปรียบเทียบจำนวนรถที่แตกต่าง เมื่อจัดด้วยวิธีต่างๆ กับขอบล่าง
ในรอบการจัดส่งที่ 2.....133
4.17 เปรียบเทียบจำนวนรถที่แตกต่าง เมื่อจัดด้วยวิธีต่างๆ กับขอบล่าง
ในรอบการจัดส่งที่ 3.....134
4.18 เปรียบเทียบจำนวนรถที่แตกต่าง เมื่อจัดด้วยวิธีต่างๆ กับขอบล่าง
ในรอบการจัดส่งที่ 4.....134
4.19 เปรียบเทียบจำนวนรถที่ต้องใช้ในการจัดส่งสินค้า.....135
4.20 เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ด้านปริมาตรบรรทุกจากรถเมื่อจัดด้วยวิธีต่างๆ.....136
4.21 เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ด้านน้ำหนักบรรทุกจากรถเมื่อจัดด้วยวิธีต่างๆ.....136
4.22 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 1
กรณีที่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก.....139
4.23 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 2
กรณีที่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก.....140
4.24 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 3
กรณีที่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก.....140
4.25 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 4
กรณีที่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก.....140

ภาพ หน้า

4.26 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 1
กรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก.....141
4.27 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 2
กรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก.....142
4.28 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 3
กรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก.....142
4.29 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 4
กรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก.....142

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การขนส่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของมนุษย์ เนื่องจากการขนส่งช่วยในการกระจายสินค้าจากแหล่งผลิตไปจนถึงผู้บริโภค ในต่างประเทศมูลค่าการขนส่งมีค่าประมาณร้อยละ 10 ของผลผลิตมวลรวมประชาชาติ (Gross National Product, GNP) (Roy, and Delorme, 1989) ดังนั้นการขนส่งจึงถือเป็นปัจจัยหนึ่งของการพัฒนาประเทศเนื่องจากเป็นการเชื่อมโยงจากธุรกิจไปสู่ตลาดและผู้จัดหาวัตถุดิบ การขนส่งมีผลกระทบต่อทั้งภาคเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ระบบการขนส่งที่มีประสิทธิภาพช่วยให้เศรษฐกิจเติบโต นอกจากนี้การขนส่งจัดเป็นต้นทุนหนึ่งของสินค้าต่างๆ ที่วางจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งหากมีการจัดการด้านการขนส่งที่ดีจะสามารถลดต้นทุนด้านนี้ลงได้ ซึ่งจะทำให้ต้นทุนโดยรวมของสินค้าลดลงด้วย

การขนส่งสินค้าทางถนนเป็นรูปแบบการขนส่งสินค้าที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากมีจุดเด่นเหนือกว่าการขนส่งในรูปแบบอื่น ในประเด็น 1) ความสามารถในการเข้าถึงจุดรับและส่งสินค้า 2) การเตรียมตัวในการจัดส่งและการรับสินค้าทำได้ง่าย ดังนั้นจึงสามารถจัดส่งได้ด้วยความถี่ที่สูง และ 3) การขนส่งทางถนนเหมาะสำหรับการกระจายสินค้าให้กับผู้จำหน่ายสินค้ารายย่อยซึ่งสินค้าที่จัดส่งให้ผู้รับแต่ละรายมีจำนวนไม่มากนัก (Lambert, Stock, and Ellram, 1993 และ Bowersox, Calabro, and Wagenheim, 1981)

การขนส่งสินค้าถือเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญ มีผลต่อการดำเนินธุรกิจในหลายๆ ด้าน การวางแผนการขนส่งสินค้าในองค์กรที่มีจำนวนลูกค้าหรือจุดรับส่งสินค้าจำนวนมาก เช่น ในกรณีโครงข่ายร้านค้าสะดวกซื้อย่อมมีความซับซ้อนอันนำไปสู่แผนการขนส่งที่มีความแตกต่างกันมาก หากบริษัทหรือองค์กรใดมีการวางแผนที่ดีจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้อย่างมาก

การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นวิธีที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนการขนส่งสินค้าขององค์กร แม้จะมีค่าใช้จ่ายสำหรับค่าลิขสิทธิ์ของโปรแกรมและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานค่อนข้างสูง แต่มีงานวิจัยจำนวนมากที่ได้ทำการศึกษาการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจในการวาง

แผนการขนส่งสินค้าแล้วพบว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและสามารถแสดงผลลัพธ์ต่างๆ เช่น เส้นทางการเดินรถบนแผนที่ ค่าใช้จ่าย เวลาและจำนวนรถที่ต้องใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถช่วยให้ผู้รับผิดชอบสามารถตัดสินใจดำเนินกิจกรรมต่างๆได้อย่างถูกต้อง

1.2 ลักษณะการทำงานในปัจจุบันของบริษัทตัวอย่าง

1.2.1 รูปแบบบริษัท

บริษัทตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจค้าปลีก ซึ่งมีร้านค้าสะดวกซื้อในปัจจุบันมากกว่าสี่พันร้านดังแสดงในตารางที่ 1.1 และมีจำนวนร้านสาขาเพิ่มขึ้นทุกวัน โดยบริษัทเป็นผู้รับจัดการขนส่งสินค้าให้กับร้านสาขาซึ่งกระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศ

ตารางที่ 1.1 จำนวนร้านค้าในความรับผิดชอบของบริษัท

	ปี พ.ศ.			
ประเภทร้านค้า	2546	2547	2548	2549
ร้านค้าของบริษัท	1,608	1,782	1,931	2,119
ร้านค้าของผู้ร่วมประกอบการ	662	923	1,191	1,449
ร้านค้าท้องถิ่น	127	156	189	216
รวม	2,397	2,861	3,311	3,784
ร้านค้าเปิดใหม่	355	464	450	473

ต้นทุนการกระจายสินค้าของบริษัทตัวอย่างสามารถแบ่งออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ได้ดังนี้

Logistic Cost = Transportation Cost + Operating Cost

Logistic Cost คือ ต้นทุนในระบบกระจายสินค้าของบริษัททั้งหมด

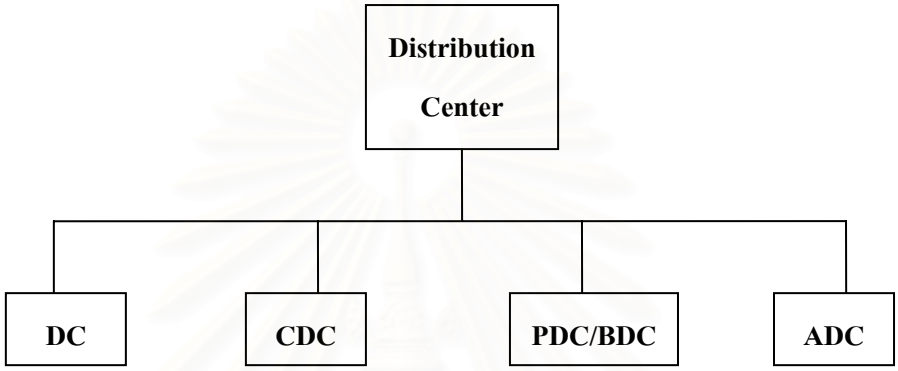
Transportation Cost คือ ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าที่ต้องจ่ายให้กับผู้รับเหมาเดินรถ

Operating Cost คือ ต้นทุนส่วนกลางในระบบการกระจายสินค้า ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนในด้านต่างๆ ดังนี้

- ต้นทุนด้านการบริหารสินค้าคงคลัง
- เงินเดือนและค่าแรงของพนักงาน
- ค่าใช้จ่ายส่วนกลาง

- ค่าใช้จ่ายในจัดซื้อและบำรุงรักษาอุปกรณ์

ต้นทุนในการขนส่งสินค้าของบริษัทเฉลี่ยในแต่ละเดือนอยู่ที่ประมาณร้อยละ 52 ของต้นทุนในระบบกระจายสินค้าของทั้งหมดบริษัท โดยสินค้าที่บริษัทจัดส่งให้กับร้านสาขา จะถูกแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทดังแสดงในรูปที่ 1.1 ตามลักษณะการจัดเก็บและรูปแบบของธุรกิจ ซึ่งมีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ทำให้ศูนย์กระจายสินค้าถูกแบ่งออกตามประเภทสินค้าดังนี้



รูปที่ 1.1 ประเภทของศูนย์กระจายสินค้า

DC คือ ศูนย์กระจายสินค้าประเภทอุปโภคบริโภค ซึ่งไม่ต้องควบคุมอุณหภูมิ

CDC คือ ศูนย์กระจายสินค้าประเภทที่ต้องมีการรักษาอุณหภูมิ เช่น นม โยเกิร์ต ไส้กรอก เป็นต้น ซึ่งจะทำหน้าที่แยกสินค้าและจัดส่ง โดยไม่มีการเก็บสินค้าคงคลัง

PDC/BDC คือ ศูนย์กระจายสินค้าประเภทสิ่งพิมพ์และเบเกอรี่

ADC คือ ศูนย์กระจายสินค้าประเภทช็อกโกเลต ซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิ

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาเฉพาะส่วนของศูนย์กระจายสินค้าประเภทอุปโภคบริโภคเท่านั้น โดยการจัดส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า จะมีการแบ่งความรับผิดชอบของแต่ละศูนย์กระจายสินค้าออกจากกันอย่างชัดเจน ซึ่งจะใช้ตำแหน่งที่ตั้งของร้านสาขาในการแบ่งแยก โดยปัจจุบันร้านสาขาที่ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครมีจำนวนประมาณครึ่งหนึ่งของร้านสาขาทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 1.2

เนื่องจากร้านสาขามีการกระจายอยู่ทั่วประเทศ จึงทำให้การจัดสายรถเพื่อจัดส่งในเขตต่างๆ มีข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไป เช่น ระยะทาง สภาพภูมิประเทศ เป็นต้น ซึ่งจะต้องนำปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อเป็นข้อกำหนดในการจัดเส้นทางเดินรถ โดยศูนย์กระจายสินค้าที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ คือศูนย์กระจายสินค้าลาดกระบัง ซึ่งรับผิดชอบกระจาย

สินค้าไปยังร้านสาขาในพื้นที่กรุงเทพมหานครและภาคตะวันออกจำนวนทั้งสิ้น 1,597 ร้าน โดยมีค่าขนส่งของทั้งศูนย์กระจายสินค้าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 15 ล้านบาทต่อเดือน ดังแสดงในตารางที่ 1.3 คิดเป็นค่าขนส่งในเขตกรุงมหานครประมาณครึ่งหนึ่งของค่าขนส่งทั้งหมดของศูนย์กระจายสินค้าลาดกะบัง เนื่องจากร้านสาขาส่วนใหญ่ที่ศูนย์กระจายสินค้ารับผิดชอบตั้งอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ทั้งนี้ค่าขนส่งของทั้งศูนย์กระจายสินค้าคิดเป็นร้อยละ 1.46 ของยอดขายสินค้าทั้งหมด

ตารางที่ 1.2 จำนวนร้านสาขาในพื้นที่ต่างๆ

	ปี พ.ศ.			
ตำแหน่งที่ตั้ง	2546	2547	2548	2549
กรุงเทพมหานคร	1,022	1,158	1,276	1,960
ต่างจังหวัดและปริมณฑล	1,375	1,703	2,035	1,824

ตารางที่ 1.3 ค่าขนส่งในเดือนต่างๆ ของศูนย์กระจายสินค้าลาดกะบังในปี พ.ศ. 2551

เดือน	ค่าขนส่งรวม(บาท)	ค่าขนส่งเขต กทม.(บาท)	ค่าขนส่ง ตจว.(บาท)
ม.ค.	13,204,295	8,425,165	4,779,130
ก.พ.	12,421,470	7,923,970	4,497,500
มี.ค.	17,070,055	11,040,490	6,029,565
เม.ย.	16,958,755	11,097,230	5,861,525
พ.ค.	15,395,665	10,291,110	5,104,555
เฉลี่ย	15,010,048	9,755,593	5,254,455

ต้นทุนการกระจายสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าตัวอย่างมีมูลค่าสูงมาก หากมีระบบการบริหารจัดการด้านการกระจายสินค้าที่ดี จะสามารถลดต้นทุนในส่วนนี้ของบริษัทลงได้

1.2.2 การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า

ในการจัดส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปสู่จุดรับสินค้า คือ ร้านค้าสาขาย่อยต่างๆ ให้ครอบคลุมปริมาณการสั่งซื้อของร้านค้าสาขาย่อยนั้นๆ อย่างครบถ้วน จะต้องมีการวางแผนการจัดส่งสินค้าอย่างเป็นระบบ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าให้ต่ำที่สุดและจัดส่งสินค้าให้ได้ครบถ้วนตามปริมาณการสั่งซื้อของร้านค้าสาขาย่อยทุกสาขา ซึ่งได้แสดงแผนผังขั้นตอนการวาง

แผนการจัดส่งสินค้าไว้ในรูปที่ 1.2 โดยการวางแผนในเบื้องต้นคือ การจัดเส้นทางเดินรถหลัก (Master Route) ซึ่งต้องทำเป็นประจำทุกเดือน การจัดเส้นทางเดินรถหลักจะทำให้ร้านสาขาแต่ละร้านทราบถึงรอบในการสั่งและจัดส่งสินค้า เพื่อใช้ในการวางแผนสั่งซื้อและจัดเก็บสินค้าคงคลังให้เพียงพอต่อการจำหน่าย นอกจากนี้ยังทำให้ทราบระยะทางของสายรถแต่ละสาย ซึ่งสามารถนำไปคำนวณค่าขนส่งในแต่ละร้านค้าสาขาย่อยมาเป็นราคามาตรฐาน เพื่อที่จะนำไปใช้เป็นค่าใช้จ่ายให้กับรถขนส่งสินค้า หลังจากที่ได้เส้นทางเดินรถหลักประจำในแต่ละศูนย์กระจายสินค้าแล้ว ยังไม่สามารถใช้เส้นทางเดินรถหลักมาทำการจัดส่งสินค้าได้ เนื่องจากปริมาณการสั่งซื้อสินค้าของร้านค้าสาขาย่อยนั้น มีการเปลี่ยนแปลงไปทุกครั้งในแต่ละครั้งของการสั่งซื้อ จึงมีการนำเส้นทางเดินรถหลักมาปรับใช้เป็นเส้นทางเดินรถประจำวัน (Daily Route) เพื่อใช้ในการขนส่งสินค้าไปยังร้านสาขาในแต่ละวัน เพื่อให้ร้านค้าสาขาย่อยทุกๆ ร้านได้รับการจัดส่งสินค้าตามที่ได้สั่งซื้อเอาไว้อย่างครบถ้วน ทั้งนี้รายละเอียดของการวางแผนเส้นทางเดินรถหลักและเส้นทางเดินรถประจำวันจะกล่าวในบทที่ 3 และ 4 ต่อไป

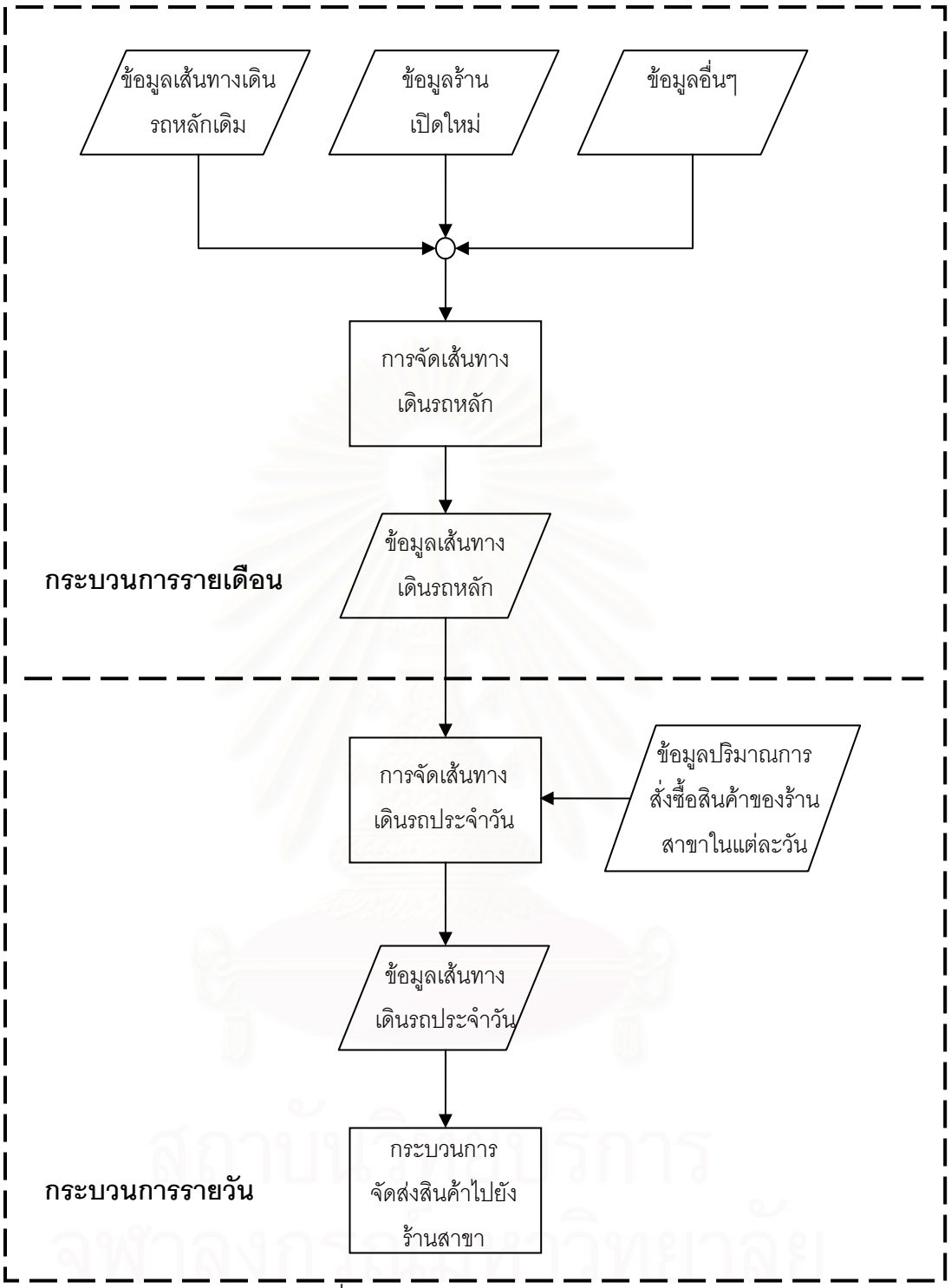
1.2.3 การจัดสัมปทานเดินรถให้แก่ผู้รับเหมา

การจัดสัมปทานเดินรถให้แก่ผู้รับเหมา จะดำเนินการเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนเส้นทางเดินรถหลัก ซึ่งจะเกิดขึ้นใน 2 ช่วงเวลาดังนี้

1. ช่วงการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่

ในระหว่างที่ทำการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ เมื่อทราบผลการจัดเส้นทางเดินรถหลักของศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ พนักงานจะทำการประมาณราคาค่าขนส่งกลางของแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก แล้วประกาศเชิญชวนให้ผู้ที่สนใจเข้ามาทำการประมูลเพื่อของรับสัมปทานเดินรถในแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก ซึ่งตัวอย่างรูปแบบของราคาที่ใช้ในการประมูลได้แสดงไว้ในตารางที่ 1.4

การพิจารณาจัดสัมปทานเดินรถจะพิจารณาให้สิทธิแก่ผู้ที่เสนอราคาต่ำที่สุดในแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก แต่อย่างไรก็ตามการให้สัมปทานเดินรถยังต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของผู้เหมาแต่ละรายเข้ามาประกอบในการตัดสินใจอีกด้วย นอกจากนี้ในกรณีที่ผู้รับเหมาที่เสนอราคาต่ำที่สุด เสนอราคาสูงกว่าราคากลางที่บริษัทได้ประมาณไว้ พนักงานผู้ทำหน้าที่จัดสรรสัมปทานจำเป็นต้องต่อรองให้ผู้รับเหมารายดังกล่าวลดราคาให้ใกล้เคียงราคากลางมากที่สุด ก่อนที่จะตกลงมอบสัมปทานแก่ผู้รับเหมารายดังกล่าว



รูปที่ 1.2 การวางแผนการจัดส่งสินค้า

ตารางที่ 1.4 รูปแบบของราคาที่ใช้ในการประมูลเพื่อของรับสัมปทานเดินรถ

		ผู้รับเหมา		
เส้นทางเดินรถหลัก สายที่	ราคากลาง (บาท)	A (บาท)	B (บาท)	C (บาท)
1	1000	1200	1100	*1050
2	1100	*1150	1200	1200
3	900	1000	*950	1050
4	1200	1300	1200	*1150
5	800	1000	1000	950
รวม	5000	5650	5450	5400

2. ระหว่างดำเนินภายหลังเปิดคลังสินค้า

แม้สัมปทานเดินรถจะถูกจัดสรรให้แก่ผู้รับเหมาเสร็จสิ้นก่อนที่จะเปิดคลังสินค้า แต่ระหว่างที่คลังสินค้าเปิดดำเนินการอยู่จำนวนร้านสาขาภายใต้ความรับผิดชอบของแต่ละคลังสินค้าจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงสิทธิ์สัมปทานเดินรถของผู้รับเหมา ซึ่งการจะเพิ่มหรือลดจำนวนสัมปทานเส้นทางเดินรถหลักแก่ผู้รับเหมารายเดิม รวมถึงการพิจารณามอบสัมปทานแก่ผู้รับเหมารายใหม่ จะพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

2.1 คะแนนในการดำเนินการเดินรถของผู้รับเหมา

เป็นคะแนนที่ใช้หลักเกณฑ์ที่บริษัทตั้งขึ้น ในการวัดประสิทธิ์ภาพในการดำเนินงานของผู้รับเหมาแต่ละรายในระหว่างที่เดินรถกับทางบริษัท ซึ่งคิดจากหลายปัจจัย เช่น ความตรงต่อเวลา สภาพสินค้าที่ส่งถึงร้านสาขา สภาพรถ เป็นต้น

2.2 สถานะทางการเงินของผู้รับเหมา

สถานะทางการเงินสามารถใช้ในการพิจารณาถึงความมั่นคงของผู้รับเหมาความสามารถในการจ่ายค่างวดของรถที่นำมาใช้ขนส่งสินค้า และความยืดหยุ่นในการเพิ่มจำนวนรถในครอบครอง หากบริษัทต้องการใช้รถในการขนส่งเพิ่มขึ้น

2.3 จำนวนรถที่ผู้รับเหมามีอยู่ในครอบครอง

จำนวนรถที่ผู้รับเหมามีอยู่ในครอบครอง สามารถบอกถึงความสามารถของผู้รับเหมาในการรองรับความต้องการใช้รถขนส่งของบริษัท

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษา วิเคราะห์แนวทางและประโยชน์ของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวางแผนจัดเส้นทางหลักในการขนส่งสินค้าหรือ Master Route

2. เพื่อศึกษาการสร้างแบบจำลองและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวางแผนการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันหรือ Daily Route

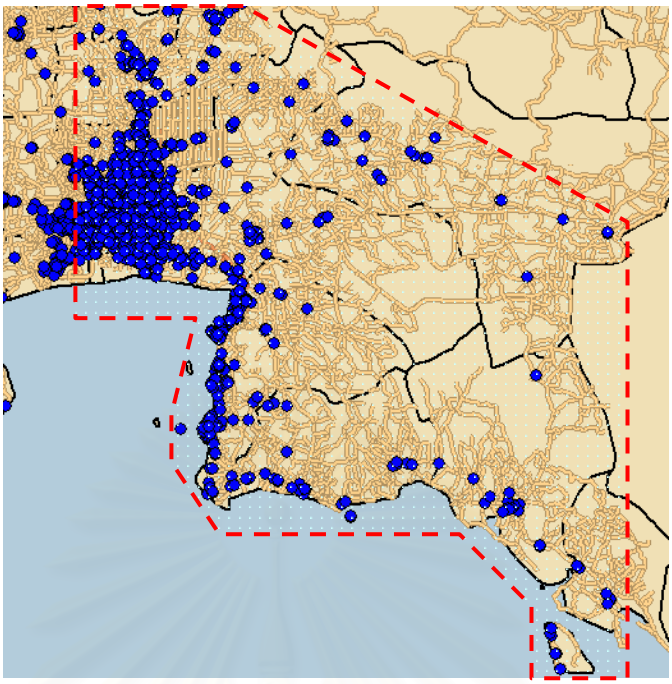
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของทั้งเส้นทางเดินรถหลักและเส้นทางเดินรถประจำวัน ในการขนส่งสินค้าที่ได้จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และเส้นทางเดินรถที่ได้จากการจัดโดยพนักงาน

1.4 ขอบเขตและวิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาประโยชน์จากการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนการขนส่งเพื่อจัดเส้นทางเดินรถหลักและเส้นทางเดินรถประจำวัน ที่เหมาะสมสำหรับโครงข่ายร้านค้าสะดวกซื้อจำนวน 1,597 ร้าน ซึ่งอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของศูนย์กระจายสินค้าลาดกะบัง โดยพิจารณาถึงเงื่อนไขและข้อจำกัดในการขนส่งต่างๆ คือ จำนวนรถ ประเภทของรถ ความจุรถ ค่าใช้จ่าย กรอบเวลาที่ลูกค้ากำหนดในการรับสินค้า โดยเส้นทางเดินรถนี้ เป็นเส้นทางการเดินรถที่ครอบคลุมพื้นที่กรุงเทพมหานครและภาคตะวันออกดังแสดงในรูปที่ 1.3 ซึ่งมีรายละเอียดด้านขอบเขตและวิธีการศึกษาดังนี้

1.4.1 การรวบรวมข้อมูล

การวางแผนการจัดเส้นทางเดินรถจำเป็นต้องใช้ข้อมูลเกี่ยวกับศูนย์กระจายสินค้าและร้านสาขา เพื่อนำมาใช้เป็นข้อกำหนดและสร้างแบบจำลอง ให้มีความเหมาะสมและมีลักษณะคล้ายคลึงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากการเก็บรวบรวมของหน่วยงานต่างๆ ทั้งนี้ข้อกำหนดในการจัดส่งและวิธีการในการจัดเส้นทางเดินรถของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันทำให้ในการสร้างแบบจำลองจึงต้องสร้างแบบจำลองให้มีลักษณะคล้ายคลึงกันลักษณะการทำงานของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า โดยข้อมูลที่สำคัญในการจัดเส้นทางเดินรถมีดังนี้



รูปที่ 1.3 ร้านสาขาในความรับผิดชอบของศูนย์กระจายสินค้าลาดกระบัง

1. ประเภทของรถ คือ ประเภทของรถที่ใช้ในการส่ง สินค้า เช่น รถ 4 ล้อ รถ 6 ล้อและรถ 6 ล้อจัมโบ้ เป็นต้น

2. ความจุรถ คือ ปริมาตรสูงสุดของรถขนส่งสินค้าแต่ละคันที่สามารถบรรทุกสินค้าได้ โดยรถขนส่งสินค้าแต่ละประเภทก็จะมีความจุของรถต่างกัน ทั้งนี้ความจุที่ใช้ในการพิจารณามี 2 ประเภท คือ ปริมาณและน้ำหนัก ซึ่งหากปริมาณใดสูงถึงความจุสูงสุดที่กำหนดไว้ก็จะถือว่าปริมาณความจุนั้นเป็นตัวกำหนดความจุของรถคันดังกล่าว

3. จำนวนรถ คือ จำนวนรถแต่ละประเภทที่สามารถใช้ในการขนสินค้าไปส่งยังร้านสาขาได้ในช่วงเวลาต่างๆ ของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า

4. ค่าใช้จ่าย คือ ราคาที่ทางบริษัทตกลงกับผู้รับเหมาซึ่งก็คือเจ้าของรถ โดยแบ่งออกเป็นต้นทุนคงที่ คือ ราคาขั้นต่ำที่รถคันนี้ต้องรับได้ทุกครั้งที่มีการวิ่งโดยไม่ขึ้นกับระยะทาง และ ต้นทุนแปรผัน คือ ราคาที่รถคันนี้จะได้รับโดยแปรผันตามระยะทางที่วิ่ง เนื่องจากร้านสาขาซึ่งเป็นจุดรับสินค้ามีจำนวนมากและกระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ ดังนั้นเพื่อเป็นการง่ายในการทำงาน ทางบริษัทตัวอย่างจึงนำวิธีการคำนวณต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน มาใช้คำนวณราคาค่าขนส่งเฉลี่ยของเขตพื้นที่ต่างๆ และกำหนดให้ร้านสาขาที่อยู่ในเขตพื้นที่ดังกล่าวมีราคาค่าขนส่งเท่ากับค่าขนส่งเฉลี่ยของเขตพื้นที่นั้นๆ โดยการจ่ายค่าขนส่งแก่ผู้รับเหมาจะจ่ายตามค่าขนส่งของร้านที่มีค่าขนส่งสูงที่สุดที่รถคันดังกล่าวจัดส่งสินค้า ตัวอย่างเช่น รถขนส่งจัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขา A B และ C โดยแต่ละร้านสาขามีค่าขนส่ง 750 750 และ 800 บาท ตามลำดับ บริษัทจะจ่ายค่าขนส่งให้แก่

ผู้รับเหมา 800 บาท ตามค่าขนส่งของร้านสาขาที่มีค่าขนส่งสูงที่สุดที่รถคันดังกล่าวจัดส่งสินค้า เป็นต้น

5. รอบวันการส่ง คือ การกำหนดลักษณะการส่งสินค้าใน 1 สัปดาห์โดยกำหนดว่า ใน 1 สัปดาห์จะต้องส่งสินค้าให้กับร้านค้าวันใดบ้าง เช่น กลุ่มสาขาแรกส่งวันจันทร์ วันพุธ วันศุกร์ อีกกลุ่มสาขาส่งวันอังคาร วันพฤหัส วันเสาร์ เป็นต้น

6. คำสั่งซื้อร้าน คือ ความต้องการสินค้าของร้านสาขาในแต่ละวัน โดยแบ่งเป็นปริมาตรมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรและน้ำหนักมีหน่วยเป็นกิโลกรัม

7. สถานที่ตั้งร้าน คือ ตำแหน่งที่ตั้งของร้านสาขา ระบุเป็นค่าพิกัดละติจูดและลองติจูด

8. สถานที่ตั้งคลังสินค้า คือ ตำแหน่งที่ตั้งของร้านสาขา ระบุเป็นค่าพิกัดละติจูดและลองติจูด

1.4.2 การจัดเส้นทางการเดินรถหลักด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ศึกษาการจัดเส้นทางเดินรถหลักโดยพนักงานในปัจจุบัน รวบรวมข้อมูลและทำการสร้างเส้นทางเดินรถหลักโดยโปรแกรมเทอริทอรีแพลนเนอร์ (Territory Planner, TP) ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการจัดกลุ่มร้านสาขาหรือวางแผนเส้นทางเดินรถหลัก ผลิตโดยบริษัท UPS (United Parcel Service of America) จำกัด มหาชน จากนั้นนำเส้นทางเดินรถหลักใหม่ ที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ขนส่งและทำการปรับปรุงให้เหมาะสมในการขนส่งจริง เมื่อได้เส้นทางเดินรถหลักที่เหมาะสมจึงทำการเปรียบเทียบผลต่างๆ ในด้านการขนส่งที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น ระยะทางรวมในการขนส่ง เป็นต้น

1.4.3 การสร้างแบบจำลองในการจัดเส้นทางการเดินรถประจำวัน

ศึกษาการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันโดยพนักงานในปัจจุบัน เพื่อใช้เป็นองค์ความรู้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน โดยใช้แบบจำลองการแก้ปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัดแบบเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของหนึ่งๆ ซึ่งเป็นรูปแบบปัญหาของการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน โดยจะพัฒนาเป็นจำลองที่ใช้อัลกอริธึมในการแก้ปัญหาดังกล่าวหลายๆ รูปแบบและเปรียบเทียบเส้นทางเดินรถประจำวันที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่แก้ปัญหาด้วยอัลกอริธึมแต่ละแบบ รวมถึงเปรียบเทียบกับเส้นทางเดินรถประจำวันที่ได้จากพนักงาน ในแง่ต่างๆ เช่น ราคาค่าขนส่ง จำนวนรถที่ใช้ในการขนส่งและเวลาที่ใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน เป็นต้น

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทราบถึงประโยชน์และข้อจำกัดต่างๆ ของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเส้นทางเดินรถหลักและการเสริมสร้างความเข้าใจในกระบวนการวางแผนการจัดเส้นทางเดินรถหลักและหลักการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน

3. แนวทางการลดต้นทุนการขนส่งสินค้าและสร้างรูปแบบการบริหารจัดการการเดินรถขนส่งที่มีประสิทธิภาพและมีมาตรฐาน โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.6 องค์ความรู้ที่ได้รับ

1. วิเคราะห์ถึงที่มาของประโยชน์และต้นทุนการขนส่งที่ลดลงจากการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ในการจัดกลุ่มจุดรับสินค้าจำนวนมาก

2. พัฒนาวิธีการในการแก้ปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัดแบบการพิจารณาเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของหนึ่งๆ (The 0-1 Knapsack Problem) ซึ่งต้องใช้รถหลายคันในการจัดส่ง ซึ่งวิธีการที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย

- ฮิวริสติกแบบอ้างอิงกำหนดการพลวัตโดยน้ำหนัก (Dynamic Programming Based Heuristic by Weight, DPH-W)
- ฮิวริสติกแบบอ้างอิงกำหนดการพลวัตโดยปริมาตร (Dynamic Programming Based Heuristic by Volume, DPH-V)
- กรีดีอัลกอริธึมแบบสลับของชิ้นแรกสำหรับปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัด (First Item Alternation Greedy Algorithm for Knapsack Problem, FIAGA)

3. วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ ที่ได้พัฒนาขึ้น

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประโยชน์และประสิทธิภาพของการจัดเส้นทางเดินรถหลักและเส้นทางเดินรถประจำวันโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งในบทนี้จะเป็นการทบทวนทฤษฎี แนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์แก่การดำเนินงานวิจัย โดยได้แบ่งแนวความคิดและการวิจัยที่เกี่ยวข้องเหล่านี้ออกเป็น 3 กลุ่มคือ

1. ความสำคัญของการบริหารจัดการการขนส่ง

เนื่องจากปัจจุบันการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้ายังจำกัดอยู่ในวงแคบ ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาถึงข้อดีและข้อจำกัดของการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าจากการศึกษาในอดีต เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวางแผนการขนส่ง ในลักษณะปัญหาขององค์กรในประเทศไทย

2. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

การศึกษาและสร้างแบบจำลองในการจัดเส้นทางเดินรถหลัก ซึ่งเป็นการจัดกลุ่มร้านค้าที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันไว้ด้วยกัน โดยแต่ละกลุ่มมีจำนวนร้านใกล้เคียงกัน เพื่อใช้เส้นทางเดินรถหลักในการแบ่งความรับผิดชอบแก่ผู้รับเหมาเดินรถ จึงจำเป็นต้องใช้ความรู้ในเรื่องของการจัดเส้นทางเดินรถ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดกลุ่มของลูกค้าและการจัดเส้นทางในการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้า มาประยุกต์ใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถหลักเพื่อให้ได้เส้นทางเดินรถหลักที่มีประสิทธิภาพ

3. ปัญหาการเลือกสิ่งของเข้าในความจุจำกัด

เมื่อได้กลุ่มลูกค้าแต่ละกลุ่มที่เรียกว่าสายส่งสินค้าจากการจัดเส้นทางเดินรถหลัก ซึ่งแต่ละสายส่งจะประกอบด้วยลูกค้าจำนวนหนึ่งที่มีตำแหน่งที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงกันแล้ว ในการจัดส่งสินค้าไปยังกลุ่มลูกค้าดังกล่าวจะต้องนำยอดการสั่งสินค้าของลูกค้าแต่ละรายมาใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันเนื่องจากในแต่ละสายการส่งจะมียอดสั่งสินค้ารวมสูงกว่าความจุของรถที่ใช้ขนส่ง จึงเป็นต้องใช้รถหลายคันในการจัดส่ง ดังนั้นการระบุว่ารถคันใดจะไปส่งสินค้าที่ลูกค้ารายใดบ้างในสายส่งสินค้า จึงจำเป็นต้องประยุกต์ใช้รูปแบบปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัด เพื่อหารูปแบบการจัดส่งที่ใช้จำนวนรถในการจัดส่งสินค้าน้อยที่สุด เพื่อลดต้นทุนในการจัดส่งสินค้า

2.1 ความสำคัญของการบริหารจัดการการขนส่ง

ต้นทุนในการจัดส่งสินค้าเป็นส่วนหนึ่งของราคาสินค้า ซึ่งภาระส่วนนี้มักจะถูกผลักไปสู่ผู้บริโภคในรูปแบบราคาที่สูงขึ้นและเมื่อสินค้ามีราคาสูงขึ้น ลูกค้าอาจซื้อสินค้าน้อยลง ทำให้รายได้ของผู้ประกอบการลดลงตามไปด้วย นอกจากราคาสินค้าแล้ว ความน่าเชื่อถือเกี่ยวกับความตรงต่อเวลาในการจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้า ยังถือเป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อการประกอบการ ดังนั้น การบริหารจัดการการขนส่งให้มีประสิทธิภาพจึงถือเป็นสิ่งสำคัญ โดย Laporte and Crainic (1997) ได้จัดกลุ่มการบริหารจัดการการขนส่งออกเป็น 3 ระดับดังนี้

1. ระดับยุทธศาสตร์ (Strategic) เป็นการวางแผนที่มีผลในระยะยาวต่อองค์กรอาทิ การเลือกที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า การเลือกที่ตั้งโรงงาน การกำหนดประเภทและขนาดฝูงรถบรรทุก

2. ระดับยุทธวิธี (Tactical) เป็นการบริหารและจัดสรรทรัพยากรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดอาทิ การกำหนดเส้นทางหลักในการจัดส่งสินค้า (Master route)

3. ระดับปฏิบัติการ (Operational) เป็นการควบคุมจัดการงานในแต่ละวันให้สามารถดำเนินตามแผนในระดับยุทธวิธี อาทิการกำหนดเส้นทางเดินรถประจำวัน (Daily Route)

เอกภพ กองกาญจน์ (2545) ได้ศึกษากระบวนการการจัดส่งสินค้าของโรงงานน้ำอัดลมแห่งหนึ่ง สามารถสรุปประเด็นปัญหาและข้อควรพิจารณาได้ดังนี้

1. วิธีการในการวางแผนและการจัดส่งสินค้ายังไม่มีรูปแบบที่แน่นอนและเป็นมาตรฐาน เนื่องจากใช้การวางแผนด้วยคน ซึ่งแต่ละบุคคลย่อยมีทักษะความชำนาญและแนวคิดที่แตกต่างกัน

2. การจัดเตรียมข้อมูลการจัดส่งสินค้าเกิดความผิดพลาดขึ้นอาทิ ความผิดพลาดในการกรองข้อมูลการสั่งซื้อเข้าสู่ระบบ ส่งสินค้าไม่ตรงกับจำนวนที่ลูกค้าสั่งซื้อ

3. การส่งสินค้าไม่ทันเวลารับสินค้า ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยหลายประการอาทิ สภาพการจราจร กรอบเวลาการห้ามรถบรรทุก 6 ล้อเข้าเขตกรุงเทพมหานคร

4. การเกิดปัญหาจำนวนรถไม่เพียงพอในการส่งสินค้า ในช่วงที่มีการสั่งสินค้าเป็นปริมาณมาก ทำให้ต้องเลื่อนเวลาในการจัดส่งสินค้าออกไป ซึ่งบางครั้งทำให้เกิดการเสียโอกาสทางธุรกิจ

เมื่อพิจารณา ขั้นตอน ปัจจัยและข้อบกพร่องต่างๆ เอกภพ กองกาญจน์ (2545) จึงเห็นว่าควรมีการสร้างระบบงานหรือแบบจำลองในส่วนของการคำนวณกระบวนการในการจัดส่งสินค้าเพื่อให้เกิดความเป็นมาตรฐานและกระบวนการที่เป็นระบบแบบแผน จึงได้พัฒนาโปรแกรม

คอมพิวเตอร์ในการจัดตารางเวลาเดินรถของโรงงานเครื่องดื่มน้ำอัดลมแห่งหนึ่งไปยังร้านค้าของผู้ค้าปลีกรายใหญ่ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วนย่อย คือ

1. แบบจำลองการคำนวณจำนวนกระบะสินค้า

พัฒนาขึ้นเพื่อคำนวณจำนวนกระบะสินค้าอย่างมีมาตรฐาน เกิดความสะดวกในการปฏิบัติงานและลดข้อบกพร่องจากการคำนวณด้วยมือ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมีความใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ได้จากการปฏิบัติงานจริง

2. แบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินรถ

พัฒนาขึ้นเพื่อจัดเส้นทางเดินรถอย่างเหมาะสมและเป็นมาตรฐาน โดยพิจารณาจับคู่สาขาลูกค้าที่สามารถนำมาจัดส่งสินค้า โดยใช้รถบรรทุกคันเดียวกัน หรือในเส้นทางเดียวกันจากค่าการประหยัดจากระยะทาง (Saving Algorithm) แล้วทำการเลือกเส้นทางที่มีค่าต้นทุนขนส่งสินค้าต่อหน่วยสินค้าต่ำที่สุดเป็นเส้นทางเดินรถ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองในบางกรณีด้อยกว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการปฏิบัติงานจริง แต่สามารถปรับปรุงเส้นทางเดินรถให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นได้โดยการจัดเส้นทางด้วยคนอีกรอบในเส้นทางที่มีปัญหา

3. แบบจำลองการจัดตารางเวลาเดินรถ

พัฒนาขึ้นเพื่อให้ระบบการเดินรถมีความเหมาะสม และใช้รถบรรทุกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจัดลำดับการดำเนินการของแต่ละงาน เพื่อให้เกิดจำนวนงานค้างส่งน้อยที่สุด ซึ่งแบบจำลองได้อาศัยวิธีกรรมพันธ์ (Genetic) ในการสุ่มสร้างทางเลือกของลำดับการดำเนินการของงานที่ต้องจัดส่ง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมีความใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ได้จากการปฏิบัติงานจริง

จากผลการตรวจสอบแบบจำลองพบว่าผลลัพธ์มีความถูกต้องในระดับหนึ่ง ในการนำไปใช้งานจริงอาจมีการปรับใช้ เปลี่ยนแปลงผลลัพธ์ได้บ้างเพื่อให้เข้ากับระบบงานจริง อย่างไรก็ดีแบบจำลองสามารถลดข้อผิดพลาดและช่วยลดเวลาในการทำงานของพนักงานฝ่ายจัดส่งได้ อีกทั้งสามารถใช้เป็นแนวทางในการบริหารงานขนส่ง และเป็นระบบสนับสนุน ช่วยในการตัดสินใจได้เป็นอย่างดี

ธนุส ผะอบแสง (2549) ได้ศึกษากระบวนการทำงานของบริษัทผู้ให้บริการขนส่งสินค้าตัวอย่างแห่งหนึ่ง และพบอุปสรรคในการจัดเส้นทางขนส่งขึ้นหลายประการ ดังนี้

1. ในการจัดเส้นทางเดินรถด้วยคน ไม่มีมาตรฐานและกฎเกณฑ์ที่ชัดเจน ทำให้เส้นทางเดินรถและประเภทรถที่ใช้ในการจัดส่งจะขึ้นอยู่กับทักษะและความชำนาญของผู้จัดเส้นทาง ทำให้ระดับการบริการที่ให้แก่ลูกค้ามีความไม่แน่นอน

2. การจัดส่งสินค้าตามตารางเวลาเดินรถที่ตายตัว (Fixed Schedule) ทำให้เกิดปัญหาการใช้รถขนส่งอย่างไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากมีโอกาสที่คำสั่งขนส่งจากลูกค้าจะมีปริมาณไม่เท่ากันในแต่ละเส้นทาง และไม่สามารถใช้รถขนส่งร่วมกันระหว่างเส้นทางได้

3. พนักงานต้องใช้เวลาในการจัดเส้นทางเดินรถในแต่ละวันเป็นเวลาหลายชั่วโมง ทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานลดลง เนื่องจากความเหนื่อยล้า

4. ในบางเส้นทางที่พนักงานจัดเส้นทางเดินรถไม่มีความชำนาญ อาจต้องขอรับคำปรึกษาจากพนักงานขับรถ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวอาจมีความผิดพลาดหรือเป็นข้อมูลที่เอื้อประโยชน์แก่ตัวพนักงานขับรถเอง

5. เมื่อลูกค้ามีจำนวนมากขึ้น พนักงานจะต้องเสียเวลาในการศึกษาเส้นทางและเงื่อนไขต่างๆ อาทิ ช่วงเวลาในการรับสินค้าของลูกค้าแต่ละราย

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบจำลองภายใต้โปรแกรมสำเร็จรูปทรานสปอตเทชั่นโมเดลเลอร์ (Transportation Modeler) มาใช้เป็นเครื่องมือในการบริหารการจัดส่ง พบว่าเส้นทางที่มีระยะทางเฉลี่ยต่อเที่ยว (Average Distance per Trip) และค่าน้ำหนักบรรทุกที่เกิดประโยชน์ต่อระยะทางรวม (Weight Utilization per Total Distance) สูงขึ้นส่งผลดีต่อการใช้ประโยชน์จากรถขนส่ง โดยรถขนส่งแต่ละคันมีสินค้าที่บรรทุกอยู่ในแต่ละรอบการจัดส่งสูงขึ้นและสามารถจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าได้มากรายยิ่งขึ้นในแต่ละรอบการจัดส่ง ซึ่งหมายถึงจำนวนรถขนส่งลดลง สามารถประหยัดต้นทุนและเวลาในการจัดเส้นทางเดินรถลดลงได้

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการนำระบบคอมพิวเตอร์ เข้ามาช่วยในการบริหารจัดการการขนส่งสามารถแก้ไขปัญหาได้ในระดับที่น่าพอใจ งานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งเน้นที่จะใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาและลดเวลาในการวางแผนการขนส่ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบขนส่งขององค์กร

2.2 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

Dantzing and Ramser (1959) กล่าวว่าปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเป็นปัญหาในส่วนของการขนส่งและกระบวนการกระจายสินค้า ซึ่งหากมีการจัดการและแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพจะสามารถลดต้นทุนลงได้อยู่ในช่วงร้อยละ 5 ถึงร้อยละ 20 ของต้นทุนค่าขนส่งทั้งหมด ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเป็นการจัดเส้นทางเดินรถให้กับกลุ่มรถเพื่อใช้ในการขนส่งสินค้าระหว่างศูนย์กระจายสินค้ากับลูกค้า โดยมักมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เส้นทางเดินรถดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุดและสามารถขนส่งสินค้าได้ตรงกับความต้องการของลูกค้า

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ มีลักษณะปัญหาเป็นรูปแบบกำหนดการเชิงจำนวนเต็ม (Integer Programming) โดย Solomon (1987) ได้จัดปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถอยู่ในกลุ่มปัญหาที่มีความซับซ้อนในการหาค่าผลเฉลยสูง (Non-Deterministic Polynomial-Time Hard) กล่าวคือ ความยุ่งยากในการคำนวณเพื่อแก้ปัญหาเพิ่มในอัตราส่วนแบบเอกโปเนนเชียลกับขนาดของปัญหาที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นบ่อยครั้งจึงนิยมใช้วิธีการหาผลเฉลยโดยประมาณแทน เพื่อให้ได้ผลเฉลยในเวลาที่รวดเร็วและได้คุณภาพของผลเฉลยที่ยอมรับได้ วิธีการโดยประมาณที่ถูกนำมาใช้คือ วิธีฮิวริสติคในหลายๆ รูปแบบ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถหนึ่งๆ

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถสามารถแบ่งออกตามลักษณะและข้อจำกัดต่างๆ ซึ่ง Toth and Vigo (2001) ได้จำแนกรูปแบบของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถไว้ดังนี้

1. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถภายใต้ข้อจำกัดด้านความจุของรถ (Capacitated VRP - CVRP) คือ ปัญหาที่มีข้อจำกัดว่ารถทุกคันที่นำมาพิจารณาต้องมีความจุจำกัด โดยปริมาณสินค้าที่บรรทุกในแต่ละรอบการวิ่งต้องไม่เกินความจุสูงสุดของรถ

2. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่มีกรอบเวลา (VRP with Time Windows - VRPTW) คือ ปัญหาที่มีข้อจำกัดของกรอบเวลาในการรับสินค้า (Time Windows) ของลูกค้าแต่ละราย ซึ่งการบริการจะต้องส่งสินค้าไปยังลูกค้าให้อยู่ในกรอบเวลาดังกล่าว

3. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถจากศูนย์กระจายสินค้าหลายแห่ง (Multiple Depot VRP - MDVRP) คือ ปัญหาที่มีศูนย์กระจายสินค้าหลายแห่งในการกระจายสินค้าไปยังลูกค้า ซึ่งศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีรถประจำอยู่และปริมาณสินค้าจำกัด เมื่อรถทำการส่งเรียบร้อยแล้วจะต้องวิ่งกลับมายังศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดิม

4. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่มีการรับและส่งสินค้าในระหว่างเส้นทาง (VRP with Pick-Up and Delivery - VRPPD) คือ ปัญหาที่มีทั้งการรับและส่งสินค้าพร้อมๆกันไปในเส้นทาง โดยอาจขนสินค้าส่งกลับหลังจากจัดส่งสินค้าในแต่ละร้านหรือส่งสินค้าให้ครบทุกร้านแล้วจึงเริ่มรับสินค้าส่งกลับก็ได้

5. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถแบบแยกสินค้า (Split Delivery VRP - SDVRP) คือ ปัญหาที่สามารถจัดส่งสินค้าที่มีการแยกสินค้าออกเพื่อจัดส่งให้ลูกค้ารายเดียวโดยใช้รถหลายคัน เช่น กรณีที่ลูกค้ามีความต้องการสูงกว่าความจุของรถ 1 คัน

6. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่มีความไม่แน่นอนของปัจจัยในการขนส่ง (Stochastic VRP - SVRP) คือ ปัญหาที่มีความไม่แน่นอนของปัจจัยในการขนส่ง ซึ่งสามารถแบ่งปัจจัยที่มีความไม่แน่นอนออกเป็น 3 ประเภท คือ จำนวนลูกค้า ปริมาณความต้องการของลูกค้าและเวลาในการเดินทาง

7. ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถที่ใช้เวลาในการจัดส่งมากกว่า 1 วัน (Periodic VRP - PVRP) คือ ปัญหาที่ใช้เวลาในการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้ามากกว่า 1 วัน อันเนื่องมาจากข้อจำกัดต่างๆ เช่น ระยะทางในการจัดส่ง เป็นต้น

อนึ่งจากการศึกษารูปแบบปัญหาของบริษัทตัวอย่างที่พิจารณาในงานวิจัยชิ้นนี้ พบว่ามีรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเป็นแบบปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถจากศูนย์กระจายสินค้าหลายแห่ง (Multiple Depot VRP - MDVRP) เนื่องจากมีศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 3 แห่ง ทำหน้าที่กระจายสินค้าไปยังลูกค้าที่กระจายอยู่ตามตำแหน่งต่างๆ แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะส่วนของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ใช้ในการศึกษาพบว่ารูปแบบของปัญหาเป็นปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถภายใต้ข้อจำกัดด้านความจุของรถและกรอบเวลา ซึ่งวิธีการในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถมีดังนี้

1. วิธีหาคำตอบที่ดีที่สุด (Exact Approach)

วิธีการนี้จะทำการคำนวณหาการแก้ปัญหาทุกทางที่สามารถเป็นไปได้ จนกว่าจะพบผลเฉลยที่ดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาของการจัดเส้นทางเดินรถเป็นปัญหากำหนดการเชิงจำนวนเต็ม (Integer Programming) การแก้ปัญหามีหลายวิธี แต่วิธีในการหาผลเฉลยที่ดีที่สุดใช้เวลาในการแก้ปัญหานานมาก จึงเหมาะสำหรับปัญหาที่มีขนาดเล็กเท่านั้น

2. วิธีฮิวริสติก (Heuristics)

เป็นวิธีที่กำหนดกฎเกณฑ์บางประการขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ข้อดีของวิธีฮิวริสติก คือ สามารถแก้ปัญหาได้รวดเร็วและสามารถใช้กับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ แม้ผลเฉลยที่ได้จะไม่ใช้ผลเฉลยที่ดีที่สุด แต่ก็เป็นผลเฉลยที่เหมาะสม การแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ขึ้นอยู่กับวิธีการและกฎเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาตัวอย่างดังนี้

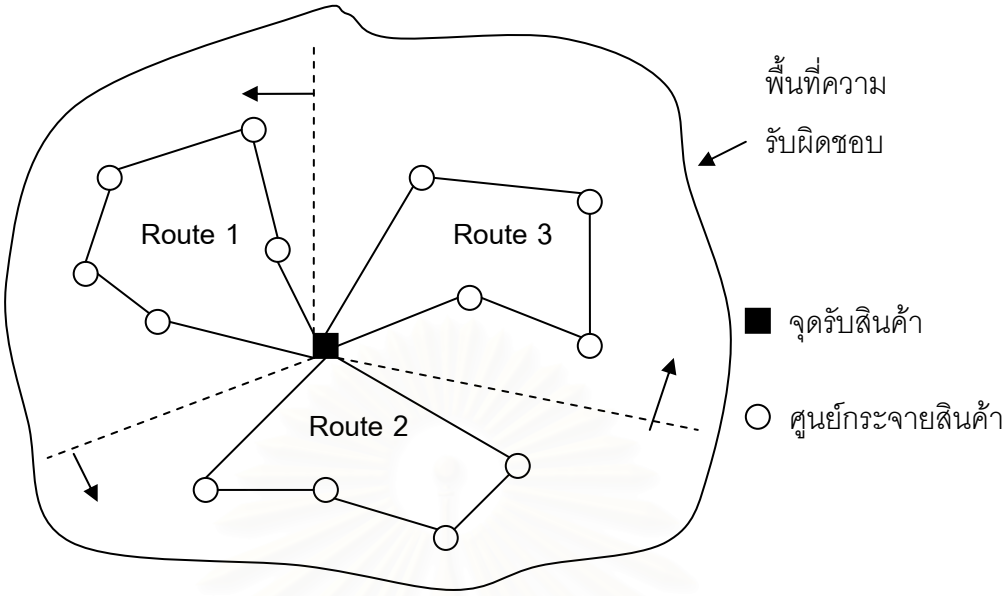
2.1 การจัดกลุ่มจุดรับสินค้าก่อนแล้วจึงจัดเส้นทางเดินรถ (Cluster First-Route Second)

เป็นการจัดเส้นทางเดินรถ โดยเริ่มจากการกำหนดกลุ่มลูกค้าก่อน แล้วจึงจัดลำดับการจัดส่งสินค้าภายในกลุ่มลูกค้า ซึ่งเทคนิคนี้มีด้วยกันหลายวิธี เช่น การจัดกลุ่มแบบกลีบดอกไม้ (Petal Algorithm) การจัดกลุ่มแบบกวาด (Sweep Algorithm) เป็นต้น

การจัดกลุ่มแบบกวาด (Sweep Algorithm) เป็นวิธีที่สะดวกและใช้เวลาในการแก้ปัญหาน้อย เหมาะสำหรับการแก้ปัญหาขนาดใหญ่ คำตอบที่ได้มีค่าแตกต่างกับคำตอบที่ดีที่สุดโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 10 (Ballou and Agarwal, 1988) อัลกอริทึมเริ่มจากการกำหนดพื้นที่ความรับผิดชอบของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่ง แล้วกำหนดเส้นตรงออกจากศูนย์กระจายสินค้าให้หมุนไปในทิศตามเข็มหรือทวนเข็มนาฬิกา เมื่อเส้นตรงนี้ตัดกับลูกค้ารายใดก็ให้รวมเข้าอยู่ในเส้นทางเดินรถ หมุนเส้นตรงนี้ต่อไปเรื่อยๆ จนกว่าจะไม่สามารถรวมลูกค้ารายใหม่เข้ามาในเส้นทางเดินรถได้ เนื่องจากข้อจำกัดต่างๆ เช่น ปริมาณสินค้าเกินความจุของรถ เป็นต้น เริ่มต้นจัดสายรถใหม่จากลูกค้าที่เหลืออยู่จนกระทั่งลูกค้าทุกรายมีสายรถครบ (ดูรูปที่ 2.1) การจัดลำดับการจัดส่งในแต่ละสายรถ เพื่อให้เส้นทางที่สั้นที่สุดควรใช้หลักการของปัญหาการเดินทางของบุรุษไปรษณีย์ (Traveling Salesman Problem) หรือวิธีการอื่นๆ เช่น จัดให้มีรูปร่างเป็นหยดน้ำตา (Teardrop) เป็นต้น แต่ข้อเสียของวิธีนี้คือ การควบคุมด้านเวลา เช่น เวลาในการเดินทางทั้งหมด เวลาในการส่งสินค้า (Time Windows) เป็นต้น สามารถควบคุมได้ยาก

2.2 การจัดเส้นทางเดินรถก่อนแล้วจึงแบ่งกลุ่มจุดรับสินค้า (Route First-Cluster Second)

เป็นการหาเส้นทางการเดินรถ โดยเริ่มจากหาเส้นทางที่เชื่อมระหว่างลูกค้าแต่ละรายที่เหมาะสม แล้วจึงแบ่งเส้นทางที่ได้ออกเป็นหลายเส้นทางย่อย เนื่องจากข้อจำกัดต่างๆ เช่น ความจุของรถ ระยะเวลาในการขนส่ง เป็นต้น ทำให้รถคันเดียวไม่สามารถขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าทั้งหมดได้ ซึ่งเทคนิคนี้มีด้วยกันหลายวิธี ดังนี้



รูปที่ 2.1 การจัดกลุ่มแบบกวาด

2.2.1 วิธีการประหยัด (Savings Method)

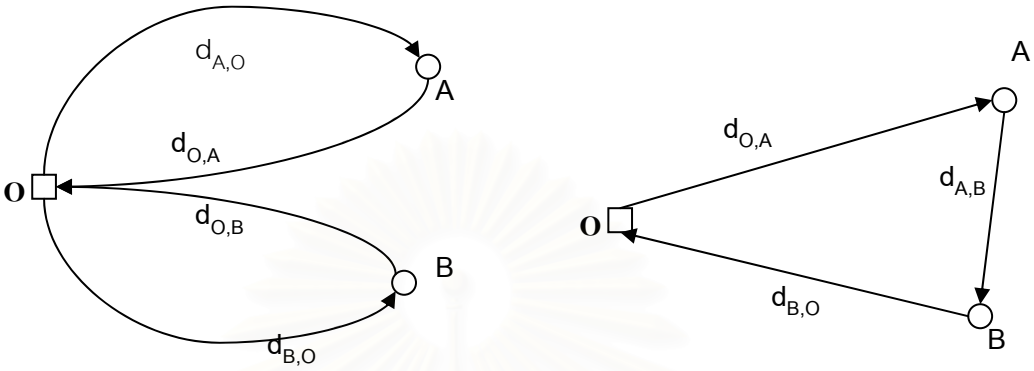
Clarke and Wright (1963) ได้พัฒนาวิธีการประหยัด (Savings Method) นี้ขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่มีจำนวนจุดปัญหาสูง คำตอบที่ได้มีค่าแตกต่างโดยเฉลี่ยจากคำตอบที่ดีที่สุดประมาณร้อยละ 2 (Ballou and Agarwal, 1988) โดยเริ่มจากการกำหนดให้รถวิ่งขนส่งระหว่างศูนย์กระจายสินค้าและลูกค้าแบบไปกลับจุดต่อจุด ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (ก) จากนั้นจึงเปลี่ยนมาใช้รถเพียงคันเดียวในการขนส่งเพื่อคำนวณหาระยะทางที่สามารถประหยัดได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (ข) แล้วจึงเรียงค่าระยะทางที่สามารถประหยัดจากมากไปน้อยเพื่อสร้างเส้นทางที่มีความประหยัดมากที่สุด โดยต้องคำนึงถึงข้อจำกัดต่างๆ เช่น ระยะทางรวมที่รถสามารถวิ่งได้ ความจุของรถ เป็นต้น แต่วิธีการนี้อาจให้ผลลัพธ์ที่ต้องใช้รถในการขนส่งจำนวนมากกว่าวิธีอื่นๆ

2.2.2 วิธีจุดข้างเคียงที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Method)

เป็นวิธีการสร้างเส้นทางจากการพิจารณาระยะทางระหว่างแต่ละจุด แล้วทำการสร้างเส้นทางเชื่อมระหว่างจุดที่ใกล้กันมากที่สุด โดยเริ่มต้นจากจุดที่ใกล้ศูนย์กระจายสินค้ามากที่สุด จากนั้นจึงหาเส้นทางเชื่อมระหว่างจุดที่ใกล้กับจุดสุดท้ายที่สุดต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งเส้นทางดังกล่าวเกินข้อจำกัดบางประการ เช่น ความจุของรถ ระยะเวลาในการเดินทาง เป็นต้น จึงเริ่มสร้างเส้นทางใหม่จากศูนย์กระจายสินค้าจนกระทั่งมีเส้นทางเชื่อมระหว่างศูนย์กระจายสินค้ากับลูกค้าทุกราย

(ก) เส้นทางเริ่มต้นมีระยะทางเท่ากับ $d_{O,A}+ d_{A,O}+ d_{O,B}+ d_{B,O}$

(ข) เมื่อรวมเส้นทางเข้าด้วยกันมีระยะทางเท่ากับ $d_{O,A}+ d_{A,B}+ d_{O,B}$



□ ศูนย์กระจายสินค้า

○ จุดรับสินค้า

เมื่อ $d_{i,j}$ คือ ระยะทางระหว่างจุด i และจุด j

ระยะทางที่สามารถประหยัดได้ = $(d_{O,A}+ d_{A,O}+ d_{O,B}+ d_{B,O}) – (d_{O,A}+ d_{A,B}+ d_{O,B})$

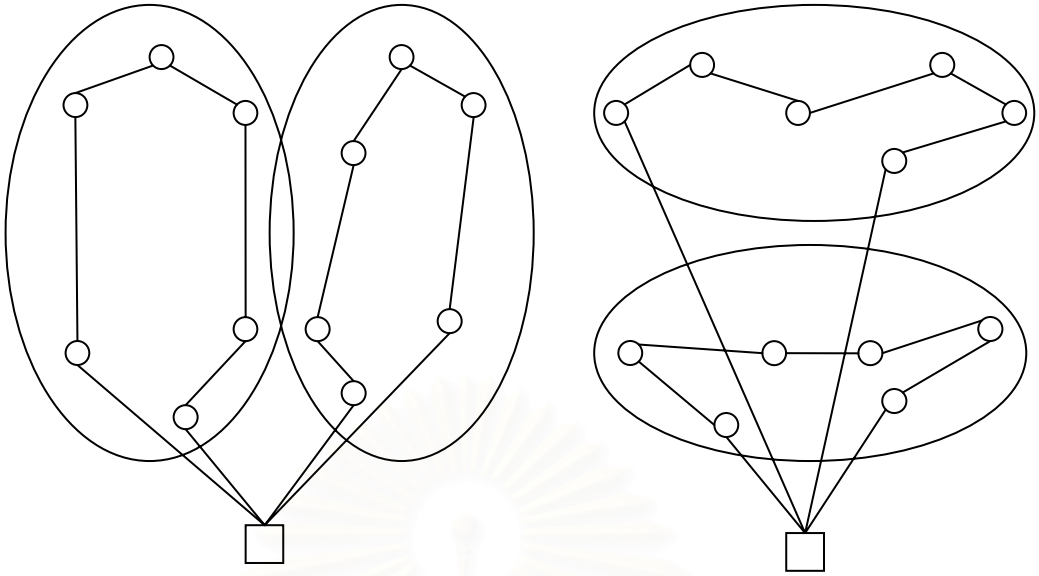
$= d_{O,A} + d_{O,B}- d_{A,B}$

รูปที่ 2.2 การลดระยะทางในการเดินโดยการรวมเส้นทาง

3. หลักการเบื้องต้นในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

นอกวิธีการดังที่กล่าวมาในหัวข้อข้างต้นแล้ว Ballou and Agarwal (1992) ได้เสนอหลักการสำหรับการจัดกลุ่มลูกค้าในแต่ละเส้นทางเดินรถและการกำหนดลำดับการจัดส่งในแต่ละเส้นทางเดินรถ ซึ่งมีหลักการดังนี้

1. การจัดกลุ่มของลูกค้าเพื่อทำการจัดส่ง ควรจัดกลุ่มโดยจัดลูกค้าที่มีตำแหน่งอยู่ใกล้กันไว้กลุ่มเดียวกัน เพื่อลดระยะทางและเวลาระหว่างแต่ละจุดที่จัดส่ง ซึ่งจะทำให้ระยะทางและระยะเวลารวมลดลง รูปที่ 2.3 (ก) แสดงลักษณะของการจัดกลุ่มลูกค้าที่ควรหลีกเลี่ยงและรูปที่ 2.3 (ข) แสดงการจัดกลุ่มลูกค้าที่เหมาะสมกว่า



(ก) การจัดกลุ่มที่ไม่ดี (ข) การจัดกลุ่มที่ดี

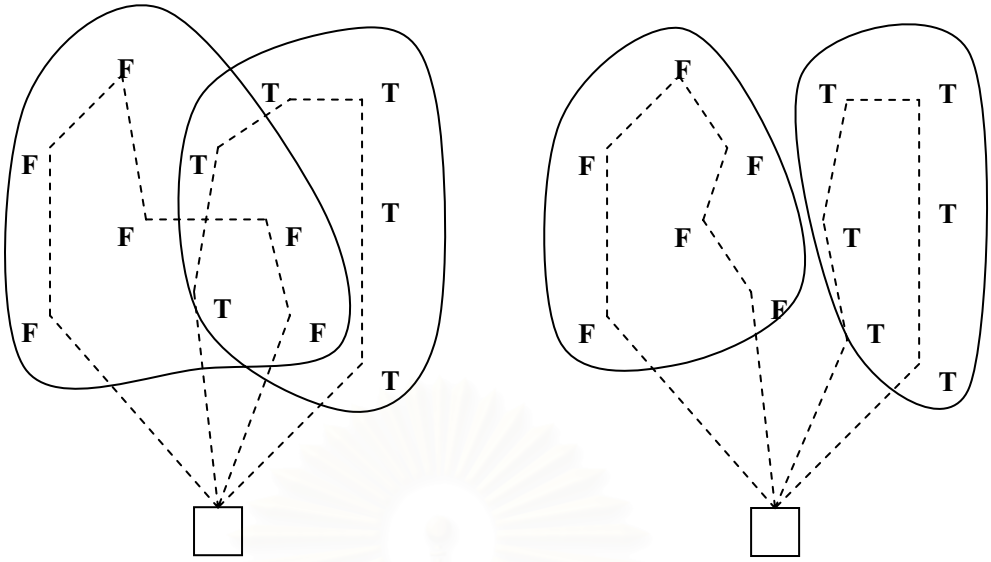
ศูนย์กระจายสินค้า

จุดรับสินค้า

รูปที่ 2.3 การจัดกลุ่มลูกค้าตามตำแหน่งของลูกค้า

2. จัดสายรถในกรณีที่มีรอบการส่งหลายวันต่อสัปดาห์ ควรจัดสายรถในแต่ละวันโดยหลีกเหลี่ยงการซ้อนทับกันของกลุ่มลูกค้าแต่ละกลุ่มในแต่ละรอบการส่ง ซึ่งจะสามารถลดจำนวนรถ ระยะเวลาและระยะทางรวมในการจัดส่งลงได้ รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการจัดกลุ่มลูกค้าที่ดีและไม่ดี

3. การจัดกลุ่มลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพสามารถทำได้โดยการเริ่มจัดกลุ่มลูกค้าบริเวณรอบๆ ลูกค้าที่อยู่ไกลที่สุดจากศูนย์กระจายสินค้า (Seed Point) โดยค่อยๆ เพิ่มลูกค้าเข้าไปในกลุ่มทีละรายจนปริมาณสินค้าเต็มความจุของรถ ซึ่งในการเพิ่มลูกค้าเข้าไปในกลุ่มต้องคำนึงถึงหลักการและความเหมาะสมในด้านต่างๆ ที่กล่าวมาด้วย จากนั้นจึงเริ่มจัดกลุ่มใหม่โดยเริ่มจากลูกค้าที่อยู่ไกลที่สุดที่ยังเหลืออยู่ ทำไปจนลูกค้าทุกรายมีกลุ่มการจัดส่งทั้งหมด



(ก) การจัดกลุ่มที่ไม่ดี มีการซ้อนทับกันของพื้นที่กลุ่ม

(ข) การจัดกลุ่มที่ดี ไม่มีการซ้อนทับกันของพื้นที่กลุ่ม

□ ศูนย์กระจายสินค้า

F จุดรับสินค้าในวันศุกร์

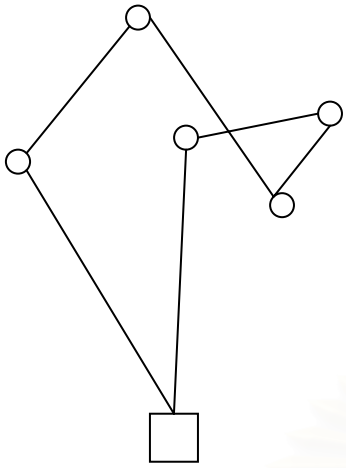
T จุดรับสินค้าในวันอังคาร

รูปที่ 2.4 การจัดกลุ่มลูกค้าในแต่ละวันในสัปดาห์

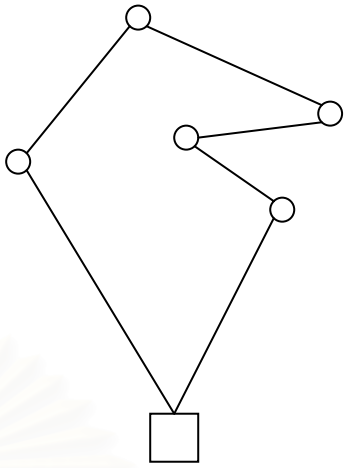
4. เส้นทางเดินรถควรมีลักษณะคล้ายหยดน้ำ (Teardrop Shape) และไม่มีการตัดกันของเส้นทางเดินรถ ดังรูปที่ 2.5 แต่อย่างไรก็ตามอาจมีข้อจำกัดต่างๆ เช่น กรอบเวลาในการรับสินค้า (Time Window) เป็นต้น ที่ทำให้มีการตัดกันของเส้นทางเดินรถเกิดขึ้นได้

5. รถที่มีขนาดใหญ่มีความคุ้มค่าในด้านการจัดส่งมากกว่ารถขนาดเล็ก จึงควรพิจารณาเลือกรถขนาดใหญ่ที่มีความจุสูงที่สุดในการขนส่งก่อน เนื่องจากสามารถลดจำนวนรอบในการขนส่ง ระยะทางและค่าใช้จ่ายในการขนส่งรวมลงได้

6. รถบรรทุกขนาดเล็กจะถูกนำมาใช้ เพื่อลดการตัดกันของเส้นทางเดินรถ ในกรณีที่บางร้านมีข้อจำกัดในการจัดส่ง เช่น ต้องทำการจัดส่งให้เป็นร้านแรกหรือสุดท้ายในรอบการส่ง เป็นต้น นอกจากนี้รถบรรทุกขนาดเล็กยังมีความจำเป็นสำหรับพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านขนาดของรถที่ต้องใช้จัดส่งด้วย



(ก) เส้นทางที่ไม่ดี มีการตัดกันของเส้นทาง



(ข) เส้นทางที่ดี ไม่มีการตัดกันของเส้นทาง

□ ศูนย์กระจายสินค้า

○ จุดรับสินค้า

รูปที่ 2.5 การจัดลำดับการจัดส่งที่ดีและไม่ดี

7. ลูกค้าที่อยู่ห่างจากกลุ่มลูกค้ารายอื่นๆ และมีความต้องการสินค้าต่ำ จะต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง หากใช้รถบรรทุกขนาดใหญ่ในการจัดส่งร่วมกับกลุ่มลูกค้ารายอื่นๆ ดังนั้นจึงควรใช้รถบรรทุกขนาดเล็กในจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้ารายดังกล่าว

8. ข้อจำกัดด้านเวลาในการจัดส่งของลูกค้า (Time window) เป็นสิ่งที่บังคับให้ไม่สามารถจัดเส้นทางการจัดส่ง ให้ได้เส้นทางที่มีประสิทธิภาพได้ จึงควรพยายามลดข้อจำกัดด้านกรอบเวลาในการจัดส่ง (Time Window) ของลูกค้าแต่ละรายให้น้อยที่สุด

2.3 ปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัด (Knapsack Problem)

ปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัด มีรูปแบบปัญหาเป็นแบบคอมบิเนโทเรียลอ๊อพติไมเซชั่น (Combinatorial Optimization) ซึ่งเป็นปัญหาเกี่ยวกับการคัดเลือกสิ่งของเพื่อใส่ในความจุจำกัดให้มีมูลค่าสูงที่สุด ภายใต้ข้อจำกัดบางประการ เช่น น้ำหนัก ปริมาตร เป็นต้น

Martello and Toth (1990) ได้ศึกษาการแก้ปัญหา ในกรณีที่หากมีสิ่งของ n ชิ้น โดยสิ่งของชิ้นที่ j (ระหว่างชิ้นที่ 1 ถึงชิ้นที่ n) มีมูลค่า P_j และน้ำหนัก W_j น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถเลือกได้มีค่า C จะสามารถจำแนกรูปแบบของปัญหาออกได้เป็น 3 รูปแบบดังนี้

2.3.1 การพิจารณาเลือกสิ่งของหนึ่งๆ ในช่วงที่กำหนด (The Bounded Knapsack Problem)

ปัญหาลักษณะนี้ สามารถเลือกสิ่งของชนิดที่ j ได้ในช่วงที่กำหนด คือ 0 ถึง B_j ชิ้น โดยที่อาจเป็นจำนวนเต็มหรือทศนิยม ซึ่งสามารถสร้างเป็นแบบจำลองในการแก้ปัญหาได้ดังนี้

โดย B_j คือ จำนวนสิ่งของชนิด j ที่สามารถเลือกได้

X_j คือ จำนวนสิ่งของชนิด j ที่ถูกเลือกมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง B_j

หาค่าสูงสุดของ $\sum_{j=1}^{n} P_j X_j$ (2.1)

โดยมีข้อจำกัด $\sum_{j=1}^{n} W_j X_j \le C$ (2.2)

$0 \le X_j \le B_j \quad ; j = 1,\ldots,n$ (2.3)

ปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัดแบบการพิจารณาเลือกสิ่งของหนึ่งๆ ในช่วงที่กำหนด (The Bounded Knapsack Problem) นิยมเรียกกันว่า “The Fractional Knapsack Problem” สามารถแก้ปัญหาได้โดยกรีดีอัลกอริธึม (Greedy Algorithms) ซึ่งมีวิธีการเลือกสิ่งของอยู่ 3 ประเภท คือ

1. เลือกสิ่งของที่มีน้ำหนักสูงสุดก่อน
2. เลือกสิ่งของที่มีมูลค่าสูงสุดก่อน
3. เลือกสิ่งของที่มีมูลค่าต่อน้ำหนักสูงสุดก่อน

แต่สำหรับรูปแบบปัญหาในลักษณะนี้ วิธีการเลือกสิ่งของที่มีมูลค่าต่อน้ำหนักสูงสุดก่อนจะให้คำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาดังนี้

1. คำนวณค่ามูลค่าต่อน้ำหนักของสิ่งของแต่ละชิ้น
2. เรียงสิ่งของจากค่ามูลค่าต่อน้ำหนักจากมากไปน้อย
3. เลือกบรรจุสิ่งของที่มีค่ามูลค่าต่อน้ำหนักสูงที่สุด โดยไม่เกินข้อจำกัดด้านน้ำหนัก
4. เลือกบรรจุสิ่งของชิ้นถัดไป ตามขั้นตอนที่ 3 จนกว่าจะไม่มีสิ่งของชิ้นใดสามารถบรรจุเพิ่มได้

2.3.2 การพิจารณาเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของหนึ่งๆ (The 0-1 Knapsack Problem)

ปัญหาลักษณะนี้เป็นการกำหนดให้ค่าการเลือกสิ่งของ X_j มีค่าเป็น 0 หรือ 1 ซึ่งสามารถสร้างเป็นแบบจำลองในการแก้ปัญหาได้ดังนี้

หาค่าสูงสุดของ $\sum_{j=1}^{n} P_j X_j$ (2.4)

โดยมีข้อจำกัด $\sum_{j=1}^{n} W_j X_j \le C$ (2.5)

$X_j = 0$ หรือ 1 ; $j = 1,\ldots,n$ (2.6)

ปัญหาลักษณะนี้มีความยุ่งยากและแตกต่างจากรูปแบบปัญหาแรกที่ได้กล่าวมาข้างต้น เนื่องจากค่าการเลือกสิ่งของเป็น 0 หรือ 1 คือ เลือกหรือไม่เลือกเท่านั้น ซึ่งเป็นปัญหากำหนดการเชิงจำนวนเต็ม (Integer Linear Programming) ไม่สามารถแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด (Optimal solution) ได้โดยกรีดีอัลกอริธึม (Greedy Algorithms) การที่ค่าการเลือกสิ่งของเป็น 0 หรือ 1 ทำให้หากแก้ปัญหาโดยหาทางเลือกทั้งหมด (Brute Force Method) จะมีรูปแบบการเลือกสิ่งของ n ชิ้น ทั้งหมดจำนวน 2^n รูปแบบ ซึ่งหากปัญหามีขนาดใหญ่จะไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้ได้

สำหรับรูปแบบปัญหาลักษณะนี้ มีคุณสมบัติที่สำคัญอยู่ 2 ประการ (Jayasena, 2003) คือ

1 Optimal Substructure

คำตอบที่เหมาะสมที่สุดของปัญหา (Optimal solution) เกิดจากการประกอบกันของคำตอบที่เหมาะสมที่สุดของปัญหาย่อย

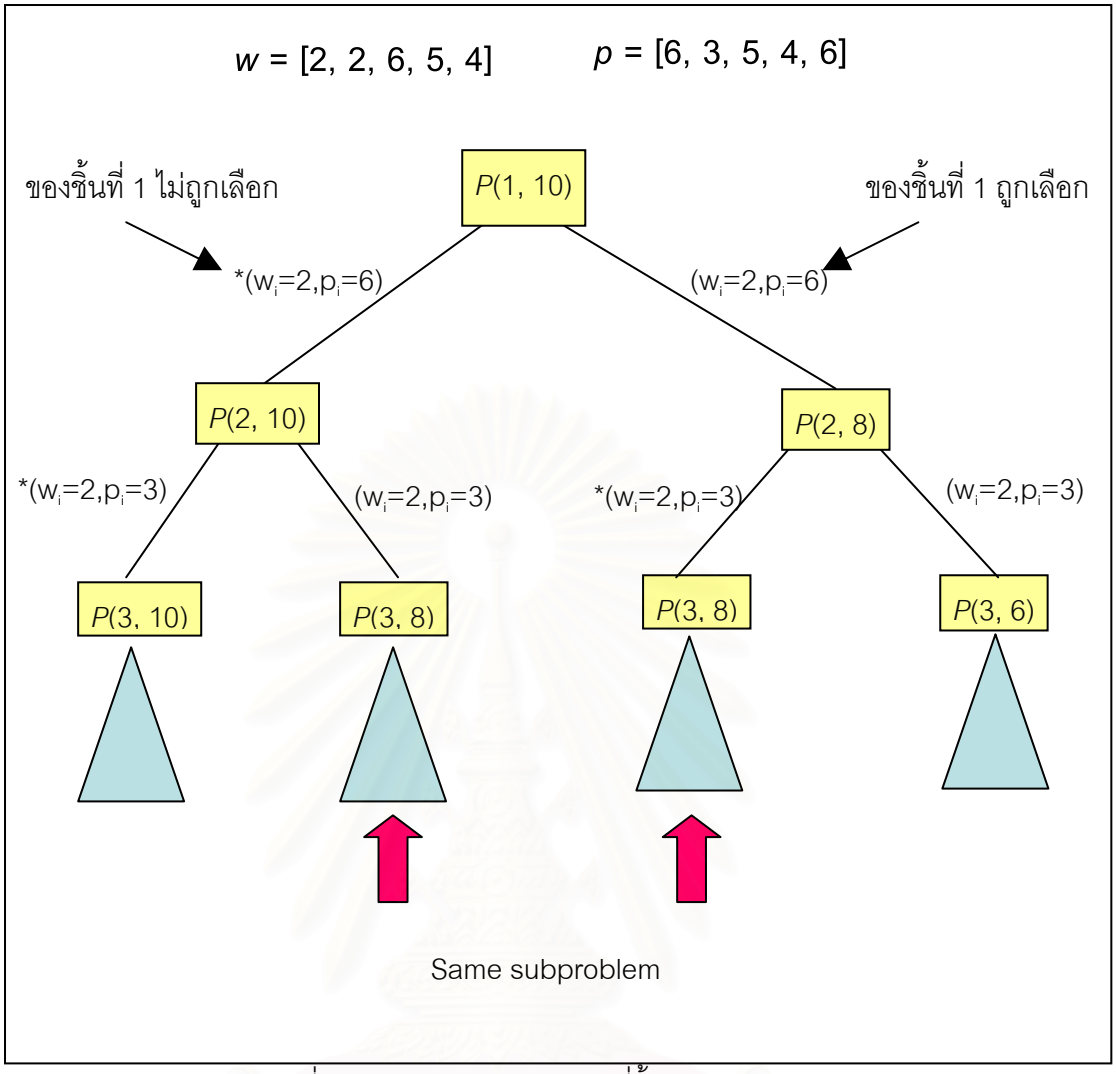
2 Overlapping Subproblems

เกิดปัญหาย่อยๆ ที่ซ้ำซ้อนกันในการหาคำตอบ ทำให้เสียเวลาในการหาคำตอบสำหรับปัญหาย่อยๆ ที่ซ้ำซ้อนกันหลายครั้ง ยกตัวอย่างเช่น มีกระเป๋าที่มีความจุ 10 หน่วย มีสิ่งของ 5 ชิ้น ซึ่งน้ำหนัก W = [2,2,6,5,4] และมูลค่า P = [6,3,5,4,6] ตามลำดับ รูปแบบการแก้ปัญหาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.6

เมื่อ P(x,y) คือ ฟังค์ชั่นลำดับการแก้ปัญหาและน้ำหนักที่สามารถใส่สิ่งของเพิ่มได้

x คือ ลำดับในการแก้ปัญหา

y คือ น้ำหนักที่สามารถใส่สิ่งของเพิ่มได้



รูปที่ 2.6 การเกิดปัญหาย่อยๆ ที่ซ้ำซ้อนกันในการหาคำตอบ

จากรูปแบบและคุณสมบัติของปัญหาที่กล่าวมา อัลกอริธึมที่สามารถแก้ปัญหาให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดและใช้เวลาในการแก้ปัญหาไม่มากนัก คือ กำหนดการพลวัต (Dynamic Programming) เป็นวิธีการที่เริ่มค้นหาคำตอบจากปัญหาที่มีขนาดเล็กและสร้างตารางเพื่อจดจำค่าของคำตอบของปัญหาย่อย ๆ เพื่อช่วยให้การแก้ปัญหาทำได้มีประสิทธิภาพขึ้น ในกรณีที่ปัญหาย่อยมีจำนวนไม่มากเกินไป เมื่อค้นหาคำตอบจนครบทุกปัญหาย่อยๆ จะนำคำตอบของทุกปัญหาย่อยๆ ในตารางที่สร้างขึ้นมาใช้ในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดของปัญหาใหญ่กว่า ซึ่งการแก้ปัญหาด้วยวิธีกำหนดการพลวัต สามารถลดจำนวนครั้งในการแก้ปัญหาจาก 2^n ครั้ง ลงเหลือเพียง nw ครั้ง ซึ่งทำให้ขนาดของปัญหาที่สามารถแก้ได้ใหญ่ขึ้นและใช้เวลาในการคำนวณน้อยลง

2.4 กำหนดการพลวัต (Dynamic Programming)

วิภาวรรณ สิงห์พริ้ง (2002) กล่าวว่ากำหนดการพลวัตเป็นเทคนิคในการแก้ปัญหาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าที่ดีที่สุดของ “ตัวแปรการตัดสินใจ” ที่จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ภายในโครงสร้างของปัญหา ซึ่งโดยปกติแล้วจะเปลี่ยนแปลงไปพร้อมๆ กันทั้งหมด แต่เราก็ยังคงพบกับปัญหาที่มีความจำเป็นและมีความเป็นไปได้ที่จะมีการแบ่งแยกการตัดสินใจออกเป็นส่วนย่อยๆ (Decomposition) และหลังจากนั้นก็จะรวมการตัดสินใจที่มีอยู่ก่อนแล้วเข้ามาพิจารณาในบางลักษณะ เพื่อที่จะให้ได้คำตอบที่ต้องการในภาพรวม (Composition) โดยกำหนดการพลวัตสามารถแก้ปัญหาได้ทั้งแบบที่ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์เป็นเชิงเส้นตรงและไม่เป็นเชิงเส้นตรง โดยที่สามารถมีรูปแบบของสมการเงื่อนไขต่างๆ ได้หลายรูปแบบ

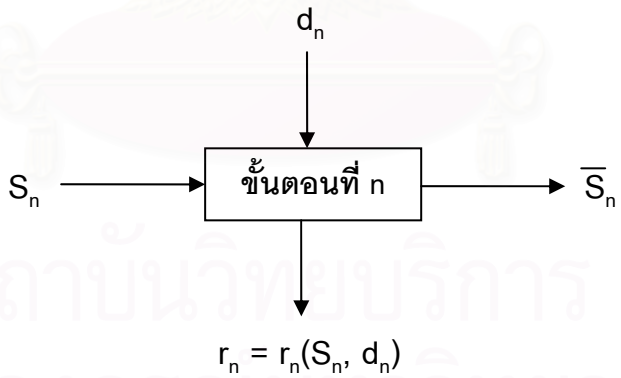
2.4.1 ลักษณะของปัญหาที่ใช้กำหนดการพลวัต

ปัญหาที่ใช้กำหนดการพลวัตต้องมีองค์ประกอบพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1. แตกปัญหาเดิมเป็นปัญหาย่อยๆ ได้ โดยที่เรียกแต่ละปัญหาย่อยว่า ขั้นตอน (Stage) เช่น ปัญหาย่อยที่ n เรียกว่าขั้นตอนที่ n และต้องมีการตัดสินใจในแต่ละขั้นตอน

2. มีสถานะเข้า (Input State) ในแต่ละขั้นตอน

ให้ S_n เป็นสถานะเข้าในขั้นตอนที่ n ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 องค์ประกอบในขั้นตอนที่ n

3. มีสถานะออก (Output State) จากแต่ละขั้นตอน

ให้ $\overline{S}_n$ เป็นสถานะออกจากขั้นตอนที่ n

4. มีตัวแปรตัดสินใจในแต่ละขั้นตอน

ให้ d_n เป็นตัวแปรตัดสินใจในขั้นตอนที่ n

5. ฟังก์ชันผลตอบแทนจากแต่ละขั้นตอน (Return Function)

ให้ r_n เป็นฟังก์ชันผลตอบแทนจากขั้นตอนที่ n เมื่อมีสถานะ S_n ตัวแปรตัดสินใจ d_n และสถานะออก $\overline{S}_n$ จะได้

$$r_n = r_n(S_n, d_n, \overline{S}_n)$$

ซึ่ง r_n เป็นฟังก์ชัน 1 ค่าของ S_n, d_n, $\overline{S}_n$ (Single-Valued Function) และเนื่องจากสถานะออก $\overline{S}_n$ ขึ้นอยู่กับสถานะเข้า S_n และการตัดสินใจ d_n จึงเขียนฟังก์ชันผลตอบแทน r_n ได้ใหม่เป็น

$$r_n = r_n(S_n, d_n)$$

6. การแปลงในแต่ละขั้นตอน (Stage Transformation)

พิจารณาสถานะออก $\overline{S}_n$ ซึ่งเป็นฟังก์ชันของ S_n และ d_n เรียกฟังก์ชันนี้ว่าฟังก์ชันถ่ายทอด (Transition Function) เขียนแทนด้วย

$$S_n = S_n * d_n$$

โดยที่เครื่องหมายตัวดำเนินการ (operator) * อาจแทนการ +,-,x หรือฟังก์ชันอื่นๆ ในการเปลี่ยนสถานะจากขั้นตอนหนึ่งไปอีกขั้นตอนที่อยู่ติดๆ กันจะเปลี่ยนโดยฟังก์ชั่นถ่ายทอดนี้

2.4.2 ระบบการตัดสินใจหลายขั้นตอน (Serial Mutistage Decision System)

เนื่องจากปัญหาที่ใช้กำหนดการพลวัต ต้องเป็นปัญหาที่แตกออกเป็นปัญหาย่อยๆ หรือแตกเป็นขั้นตอนได้ จึงต้องมีการตัดสินใจหลายขั้นตอน

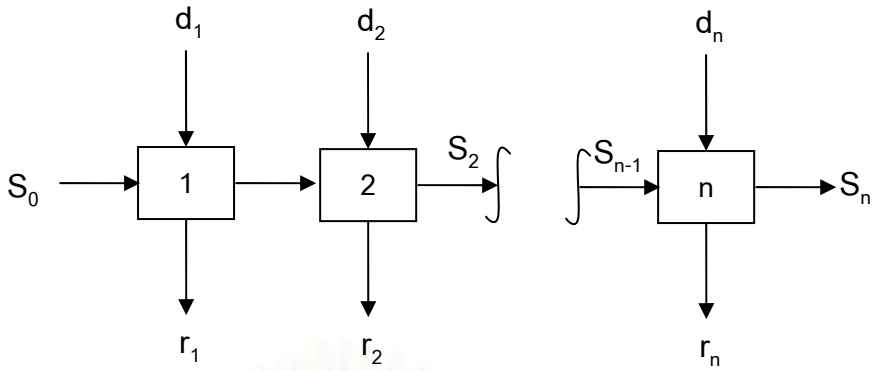
ในกรณีที่ระบบมีการตัดสินใจ n ขั้นตอน ดังรูปที่ 2.8 จะเขียนฟังก์ชันถ่ายทอดในขั้นตอนที่ n ใดๆ ได้เป็น

$$S_n = t_n(S_{n-1}, d_n)$$

เมื่อ t_n คือ ฟังก์ชันถ่ายทอดในขั้นตอนที่ n

S_n คือ สถานะออกจากขั้นตอนที่ n และเป็นสถานะเข้าในขั้นตอนที่ n+1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.8 ระบบการตัดสินใจ n ขั้นตอน แบบไปข้างหน้า

สำหรับผลตอบแทนในขั้นตอนที่ n คือ

$$r_n = r_n(S_{n-1}, d_n)$$

ให้ R_n = ผลตอบแทนทั้งหมดจาก n ขั้นตอน (ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ n)

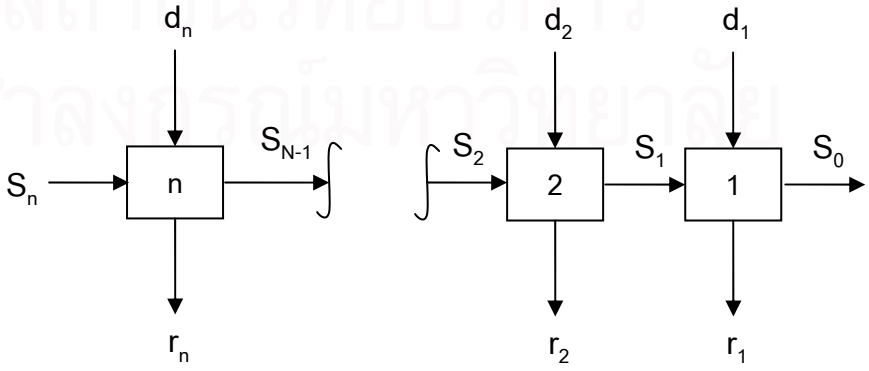
จะได้ว่า R_n เป็นฟังก์ชันของผลตอบแทนในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

$$R_n(S_{n-1}, S_{n-2},\ldots, S_0, d_{n-1}, d_{n-2},\ldots, d_0) = g[\, r_n(S_{n-1}, d_n), r_{n-1}(S_{n-2}, d_{n-1}),\ldots, r_1(S_0, d_1)]$$

ในการตัดสินใจหลายขั้นตอนของระบบปัญหาโดยวิธีกำหนดการพลวัตมักจะทำแบบย้อนหลัง ดังรูปที่ 2.9

ฟังก์ชั่นถ่ายทอดในขั้นตอนที่ n ใด ๆ คือ

$$S_{n-1} = t_n(S_n, d_n)$$



รูปที่ 2.9 ระบบการตัดสินใจ n ขั้นตอน แบบย้อนหลัง

เมื่อ S_{n-1} คือสถานะออกจากขั้นตอนที่ n และเป็นสถานะเข้าในขั้นตอนที่ n-1
ผลตอบแทนในขั้นตอนที่ n คือ

$$r_n = r_n(S_{n-1}, d_n)$$

เหตุผลที่วิธีกำหนดการพลวัตมักจะวิเคราะห์ปัญหาแบบย้อนหลัง เนื่องจากในกรณีที่มีปัญหาขนาดใหญ่ที่ยุ่งยากซับซ้อน เมื่อแตกปัญหาเดิมออกเป็นปัญหาย่อยแล้ว การวิเคราะห์แบบย้อนหลังมักจะให้ผลดีกว่า เช่น ปัญหาที่มีการตั้งเป้าหมายของขั้นตอนสุดท้ายเอาไว้ การวิเคราะห์ควรเริ่มวิเคราะห์จากขั้นตอนสุดท้ายย้อนกลับไปยังขั้นตอนที่อยู่ก่อนหน้า โดยการใช้เป้าหมายที่ตั้งไว้ในขั้นตอนสุดท้ายเป็นสถานะเข้าเพื่อวิเคราะห์หาสถานะออกที่เหมาะสม ซึ่งจะเป็นสถานะเข้าในขั้นตอนต่อไป ซึ่งเมื่อดำเนินการจนถึงขั้นตอนแรกสุดจะทำให้ทราบว่า ในแต่ละขั้นตอนจะมีสถานะเข้าและการตัดสินใจอย่างจึงจะให้ผลเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ในขั้นตอนสุดท้าย

สำหรับรูปแบบปัญหาของการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันในงานวิจัยชิ้นนี้ มีรูปแบบเป็นปัญหาการพิจารณาเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของหนึ่งๆ (The 0-1 Knapsack Problem) ซึ่งวิธีการในการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยกำหนดการพลวัตมีดังนี้

<u>ลักษณะปัญหาของการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน</u>

ต้องการเลือกสินค้าจากกลุ่มสินค้าทั้งหมด เพื่อบรรทุกลงในรถให้ได้มูลค่าที่ต้องการ (P_n)สูงที่สุด โดยสินค้าที่บรรจุลงในรถไม่เกินข้อจำกัดด้านการบรรทุกของรถ (W_n)

<u>กำหนด</u>

ขั้นตอน (Stage) : แต่ละช่วงเวลาของการเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของแต่ละชิ้น เช่น Stage ที่ 1 คือ ช่วงเวลาของการเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของชิ้นที่ 1 เป็นต้น

สภาวะ (State) : S_n = ช่องว่างที่เหลือของข้อจำกัดด้านการบรรทุกที่ยังสามารถบรรทุกเพิ่มได้ในช่วงเวลาที่ n

การตัดสินใจ (Decision) : d_n = การตัดสินใจว่าจะเลือกสิ่งของชิ้นที่ n หรือไม่ ซึ่งทำให้ d_n มีค่าเป็น 0 เมื่อไม่เลือก หรือ 1 เมื่อเลือก

ผลตอบแทน (return) : $r_n = P_n \times d_n$

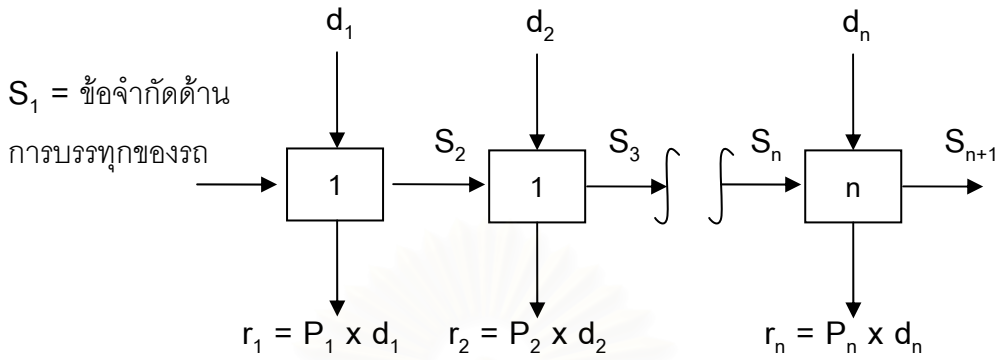
ฟังก์ชันถ่ายทอด : $S_n = (S_{n-1}) - (d_{n-1} \times W_{n-1})$

ให้ $f_n(S_n)$ = ค่าสูงสุดของผลตอบแทน n ขั้นตอน

จะได้ว่า

$$f_n(S_n) = \max g[r_n(S_n, d_n), r_{n-1}(S_{n-1}, d_{n-1}), \ldots, r_1(S_1, d_1)]$$

การพิจารณาตัดสินใจในแต่ละขั้นตอน สามารถเขียนอธิบายได้ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ระบบการตัดสินใจของปัญหาการพิจารณาเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของหนึ่งๆ

เนื่องจากตัวแปรตัดสินใจในแต่ละขั้นตอน d_n มีค่าได้เพียง 2 ค่า ในการแก้ปัญหาจึงสามารถรวมตารางในการแก้ปัญหาของแต่ละขั้นตอน (Stage) ให้เหลือเพียงตารางเดียวได้ โดยตารางการแก้ปัญหาได้แสดงไว้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางในการแก้ปัญหาการพิจารณาเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของหนึ่งๆ

	S_n				
Stage ที่	ค่าคงที่	ค่าคงที่	ค่าคงที่	ค่าคงที่	ค่าคงที่
1	←		$f_1(S_1)$		→
2	←		$f_2(S_2)$		→
...	...	...	...	...	...
n	←		$f_n(S_n)$		→

จากตารางที่ 2.1 จะสังเกตเห็นว่าไม่มีการเก็บค่า d_n ไว้ภายในตาราง เนื่องจาก d_n มีได้เพียง 2 ค่า คือเลือกและไม่เลือกเท่านั้น ดังนั้นจึงจะสามารถพิจารณาได้ว่าเมื่อใดก็ตามที่ค่า $f_n(S_n)$ ในแต่ละขั้นตอน (Stage) มีการเปลี่ยนแปลง หมายถึงมีการเลือกสิ่งของที่กำลังพิจารณาในขั้นตอน (Stage) ดังกล่าว ซึ่งการคำตอบของปัญหาทั้งหมด กล่าวการพิจารณาว่าจะเลือกสิ่งของชิ้นใดบ้าง สามารถทำได้โดยเริ่มต้นจากตำแหน่งภายในตารางที่มีค่า $f_n(S_n)$ สูงที่สุด แล้วเลื่อนตำแหน่งที่พิจารณาขึ้นไปยังขั้นตอน (Stage) ก่อนหน้า พิจารณาไปจนกว่าจะพบการเปลี่ยนแปลงของ $f_n(S_n)$ ซึ่ง ณ ขั้นตอน (Stage) ที่มีการเปลี่ยนแปลง $f_n(S_n)$ นี้เองที่มีการเลือกสิ่งที่กำลัง

พิจารณาในขั้นตอน (Stage) เป็นคำตอบของปัญหา โดยรายละเอียดของการพิจารณาหาคำตอบของปัญหาทั้งหมดจะขอแสดงไว้ในตัวอย่าง ซึ่งสะดวกต่อการทำความเข้าใจต่อไป

ตัวอย่างที่ 2.1

ตัวอย่างการแก้ปัญหาด้วยวิธีกำหนดการพลวัต ซึ่งจะใช้กรณีของปัญหาที่ได้ยกตัวอย่างในรูปที่ 2.6 ซึ่ง Goddard (2003) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดค่าผลเฉลยในการแก้ปัญหาย่อยเป็น P(i,w) คือ ฟังก์ชั่นผลเฉลยมูลค่าของการแก้ปัญหาย่อย ซึ่งเป็นค่าที่จะใส่ในคู่ลำดับที่ (i,w) ในตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อย โดยที่

i คือ ลำดับของสิ่งของที่พิจารณา

w_i คือ น้ำหนักของสิ่งของชิ้นที่ i

P_i คือ มูลค่าของสิ่งของชิ้นที่ i

w คือ น้ำหนักสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ ในปัญหาย่อยนั้นๆ

W คือ น้ำหนักสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ของกระเป๋า

โดยกำหนดลำดับการเลือกสิ่งของชิ้นที่ i ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ลำดับการเลือกและคุณสมบัติของสิ่งของที่ i

i	w_i	P_i
1	2	6
2	2	3
3	6	5
4	5	4
5	4	6

2. สร้างตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.3 โดยตารางมีจำนวนแถวเท่ากับ i+1 ซึ่งก็คือการเพิ่มขนาดของปัญหาขึ้นตามจำนวนชิ้นของสิ่งของ ที่สามารถเลือกได้และมีจำนวนสดมภ์เท่ากับ W+1 ซึ่งก็คือการเพิ่มขนาดของปัญหาขึ้นจากปัญหาที่เล็กที่สุดคือกระเป๋าไม่มีความจุ จนกระทั่งปัญหามีขนาดใหญ่ที่สุด คือกระเป๋ามีความจุเท่ากับความจุสูงที่สุดของกระเป๋า ซึ่งในตัวอย่างนี้กระเป๋ามีความจุสูงสุดเท่ากับ 10 หน่วย

ตารางที่ 2.3 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 2

i\W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0											
1											
2											
3											
4											
5											

3. แก้ปัญหาในกรณีที่เล็กที่สุดคือ ไม่มีสิ่งของที่สามารถเลือกได้ โดยทำการแก้ปัญหาหาค่า P(i,w) ของแต่ละตำแหน่งในตาราง ซึ่งพบว่าไม่สามารถเลือกสิ่งของในแต่ละปัญหาย่อยได้ ทำให้มูลค่าจากการแก้ปัญหาของทุกปัญหาย่อยมีค่าเป็น 0 และใส่ค่าดังกล่าวในตารางจะได้ตารางดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 3

i\W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1											
2											
3											
4											
5											

4. เพิ่มขนาดของปัญหาเป็น กรณีที่กระเป๋าไม่มีความจุ แต่สามารถเลือกสิ่งของได้ โดยสิ่งของที่สามารถเลือกได้เพิ่มขึ้นทีละชิ้นจนสามารถเลือกได้ครบทุกชิ้น ทำการแก้ปัญหาหาค่า P(i,w) ของแต่ละตำแหน่งในตาราง ซึ่งพบว่าไม่สามารถเลือกสิ่งของในแต่ละปัญหาย่อยได้ ทำให้มูลค่าจากการแก้ปัญหาของทุกปัญหาย่อยมีค่าเป็น 0 และใส่ค่าดังกล่าวในตารางจะได้ตาราง ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 4

i\W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0										
2	0										
3	0										
4	0										
5	0										

5. ทำการแก้ปัญหาเพื่อหาค่าคำตอบของทุกช่องในตารางที่เหลือ โดยเริ่มขยายขนาดของปัญหาและแก้ปัญหา จากปัญหาที่เล็กไปสู่ปัญหาที่ใหญ่ทีละแถวของตารางจากด้านบนลงด้านล่างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

for i = 1 to n

for w = 0 to W

if w_i <= w // สิ่งของชิ้นที่ i สามารถเป็นส่วนหนึ่งของคำตอบได้ (หัวข้อที่ 5.1)

if $P_i + P(i-1,w-w_i) > P(i-1,w)$ (หัวข้อที่ 5.1.1)

$P(i,w) = P_i + P(i-1,w-w_i)$

else (หัวข้อที่ 5.1.2)

$P(i,w) = P(i-1,w)$

else $P(i,w) = P(i-1,w)$ // $w_i > w$ (หัวข้อที่ 5.2)

จากขั้นตอนการแก้ปัญหาแบ่งรูปแบบของปัญหาออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

5.1 น้ำหนักของสิ่งของน้อยกว่าหรือเท่ากับน้ำหนักสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ ในปัญหาย่อยนั้นๆ แสดงว่าสิ่งของชิ้นนั้นสามารถเป็นส่วนหนึ่งของคำตอบได้ ในกรณีนี้ต้องพิจารณาต่อไป ว่าสิ่งของชิ้นนั้นจะเป็นส่วนหนึ่งของคำตอบหรือไม่

5.1.1 หากมูลค่าของสิ่งของชิ้นนี้รวมกับค่าคำตอบของตำแหน่งที่ $(i-1,w-w_i)$ แล้วมีค่ามากกว่าค่าคำตอบของตำแหน่งที่ (i-1,w) แสดงว่าสิ่งของชิ้นนั้นเป็นส่วนหนึ่งของคำตอบ ให้ใส่ค่าคำตอบในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นมูลค่าของสิ่งของชิ้นนั้นบวกด้วยค่าคำตอบของตำแหน่งที่ $(i-1,w-w_i)$

5.1.2 หากมูลค่าของสิ่งของชิ้นนี้รวมกับค่าคำตอบของตำแหน่งที่ (i-1,w-w_i) แล้วมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าคำตอบของตำแหน่งที่ (i-1,w) แสดงว่าสิ่งของชิ้นนั้นไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของคำตอบ ให้ใส่ค่าคำตอบในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นค่าคำตอบของตำแหน่งที่ (i-1,w)

5.2 น้ำหนักของสิ่งของมากกว่าน้ำหนักสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ ในปัญหาย่อยนั้นๆ แสดงว่าสิ่งของชิ้นนั้นไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของคำตอบ ให้ใส่ค่าคำตอบในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นค่าคำตอบของตำแหน่งที่ (i-1,w)

ตัวอย่างการแก้ปัญหาที่ตำแหน่งต่างๆ ของตารางมีดังนี้

<u>ตำแหน่ง (1,1)</u>

i = 1 , P_i = 6 , w_i = 2 , w = 1

w_i > w เข้ากรณีที่ 5.2

ดังนั้น P(1,1) = P(0,1) = 0

ตารางที่ 2.6 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (1,1)

i\W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0									
2	0										
3	0										
4	0										
5	0										

<u>ตำแหน่ง (1,2)</u>

i = 1 , P_i = 6 , w_i = 2 , w = 2

w- w_i = 0 เข้ากรณีที่ 5.1

P_i + P(0,0) > P(0,2) เข้ากรณีที่ 5.1.1

ดังนั้น P(1,2) = 6+P(0,0) = 6

ตารางที่ 2.7 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (1,2)

i\W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	6								
2	0										
3	0										
4	0										
5	0										

<u>ตำแหน่ง (1,3)</u>

$i = 1$, $P_i = 6$, $w_i = 2$, $w = 3$

$w - w_i = 1$ เข้ากรณีที่ 5.1

$P_i + P(0,1) > P(0,3)$ เข้ากรณีที่ 5.1.1

ดังนั้น $P(1,3) = 6+P(0,1) = 6$

ตารางที่ 2.8 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (1,3)

i\W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	6	6							
2	0										
3	0										
4	0										
5	0										

<u>ตำแหน่ง (1,4) (1,5) (1,6) (1,7) (1,8) (1,9) และ (1,10)</u>

พิจารณาเช่นเดียวกับตำแหน่งที่ (1,2) และ (1,3)

<u>ตำแหน่ง (2,1)</u>

$i = 2$, $P_i = 3$, $w_i = 2$, $w = 1$

$w - w_i = -1$ เข้ากรณีที่ 5.2

ดังนั้น $P(2,1) = P(1,1) = 0$

ตารางที่ 2.9 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (2,1)

i\W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2	0	0									
3	0										
4	0										
5	0										

<u>ตำแหน่ง (2,2)</u>

$i = 2$, $P_i = 3$, $w_i = 2$, $w = 2$

$w - w_i = 0$ เข้ากรณีที่ 5.1

$P_i + P(1,0) < P(1,2)$ เข้ากรณีที่ 5.1.2

ดังนั้น $P(2,2) = P(1,2) = 6$

ตารางที่ 2.10 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (2,2)

i\W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2	0	0	6								
3	0										
4	0										
5	0										

<u>ตำแหน่ง (2,3)</u>

$i = 2$, $P_i = 3$, $w_i = 2$, $w = 3$

$w - w_i = 1$ เข้ากรณีที่ 5.1

$P_i + P(1,1) < P(1,3)$ เข้ากรณีที่ 5.1.2

ดังนั้น $P(2,3) = P(1,3) = 6$

ตารางที่ 2.11 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (2,3)

i\W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2	0	0	6	6							
3	0										
4	0										
5	0										

<u>ตำแหน่ง (2,4)</u>

$i = 2$, $P_i = 3$, $w_i = 2$, $w = 4$

$w - w_i = 2$ เข้ากรณีที่ 5.1

$P_i + P(1,2) > P(1,4)$ เข้ากรณีที่ 5.1.1

ดังนั้น $P(2,4) = 6+P(1,2) = 9$

ตารางที่ 2.12 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (2,4)

i\W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2	0	0	6	6	9						
3	0										
4	0										
5	0										

เมื่อทำการแก้ปัญหาครบทุกตำแหน่งของตารางจดจำคำตอบของปัญหาย่อย ตามขั้นตอนที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะได้ผลดังตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 ตารางจดจำคำตอบที่แก้ปัญหาครบทุกปัญหาย่อย

i\W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2	0	0	6	6	9	9	9	9	9	9	9
3	0	0	6	6	9	9	9	9	11	11	14
4	0	0	6	6	9	9	9	10	11	13	14
5	0	0	6	6	9	9	12	12	15	15	15

6. หาคำตอบของปัญหาทั้งหมด ซึ่งเป็นการหาสิ่งของที่ต้องเลือกใส่ไว้ในกระเป๋า เพื่อให้ได้ผลเฉลยที่ดีที่สุด จากค่าในตารางจดจำค่าคำตอบที่สร้างขึ้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

i = n, w = W

while i,k > 0

if P(i,w) $\neq$ P(i-1,w) then (หัวข้อที่ 6.1)

เลือกสิ่งของชิ้นที่ i ใส่ไว้ในกระเป๋า

i = i-1, w = w-w_i

else (หัวข้อที่ 6.2)

i = i-1

ขั้นตอนการหาคำตอบของปัญหาจากค่าในตารางจดจำค่าคำตอบที่สร้างขึ้น สามารถแบ่งรูปแบบขั้นตอนออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

6.1 ค่าคำตอบในตำแหน่งที่ (i,w) ไม่เท่ากับค่าคำตอบในตำแหน่งที่ (i-1,w) แสดงว่าสิ่งของชิ้นที่ i เป็นหนึ่งในคำตอบของปัญหาทั้งหมด ให้เลือกสิ่งของชิ้นที่ i ใส่ไว้ในกระเป๋าแล้วเริ่มหาคำตอบต่อไปที่ตำแหน่ง (i-1,w-w_i)

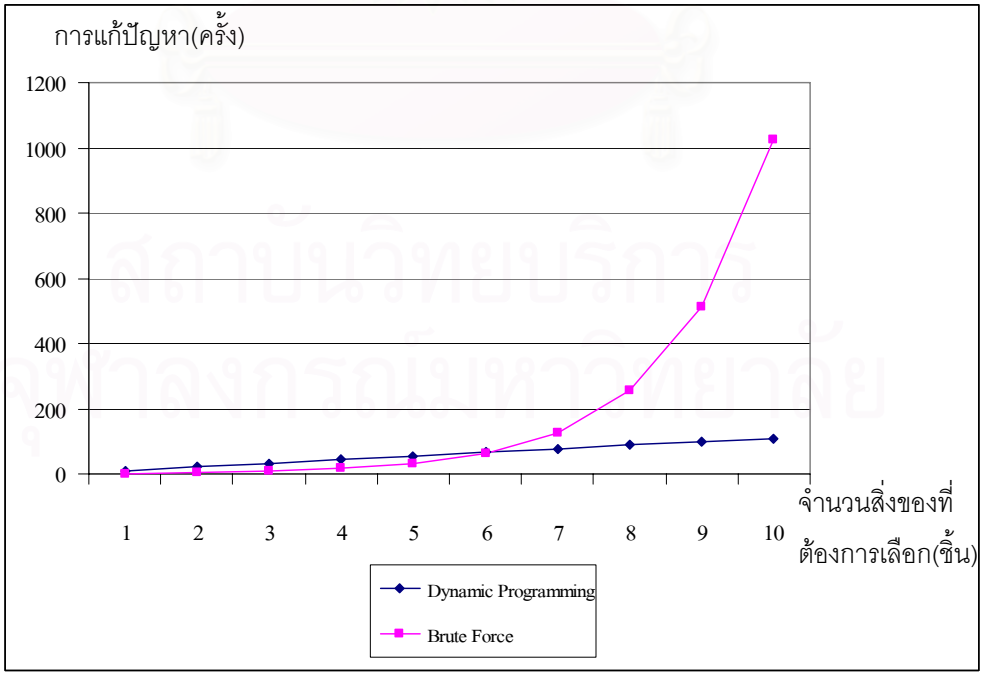
6.2 ค่าคำตอบในตำแหน่งที่ (i,w) เท่ากับค่าคำตอบในตำแหน่งที่ (i-1,w) แสดงว่าสิ่งของชิ้นที่ i ไม่เป็นหนึ่งในคำตอบของปัญหาทั้งหมด ให้หาคำตอบต่อไปที่ตำแหน่ง (i-1,w)

การหาสิ่งของที่ต้องเลือกใส่ไว้ในกระเป๋า เพื่อให้ได้ผลเฉลยที่ดีที่สุด สำหรับปัญหาตัวอย่าง มีขั้นตอนดังแสดงในตารางที่ 2.14 ซึ่งจากแก้ปัญหาด้วยกำหนดการพลวัตของปัญหาตัวอย่าง ได้ผลเฉลยสิ่งของที่ควรเลือกบรรจุในกระเป๋าเพื่อให้ได้มูลค่ารวมสูงที่สุด คือ ควรเลือก

สิ่งของชิ้นที่ 1,2 และ 5 ซึ่งจะมีมูลค่ารวม 15 หน่วย และมีน้ำหนักรวม 8 หน่วย แม้การแก้ปัญหาในตัวอย่างนี้ด้วยวิธีกำหนดการพลวัตจะมีจำนวนครั้งในการแก้ปัญหาทั้งหมด 11×6 = 66 ครั้ง มากกว่าแก้ปัญหาโดยวิธีการหาทางเลือกทั้งหมด (Brute Force) ซึ่งมีจำนวนครั้งในการแก้ปัญหา 2^5 = 32 ครั้ง แต่หากขนาดของปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้นหรือมีจำนวนสิ่งของที่ต้องการเลือกมากชิ้นขึ้น การแก้ปัญหาด้วยวิธีกำหนดการพลวัตจะมีจำนวนครั้งในการแก้ปัญหาน้อยกว่าวิธีการหาทางเลือกทั้งหมด เนื่องการจำนวนครั้งในการแก้ปัญหาด้วยวิธีกำหนดการพลวัตมีการเพิ่มแบบเชิงเส้น แต่สำหรับวิธีการหาทางเลือกทั้งหมดมีจำนวนครั้งในการแก้ปัญหาเพิ่มแบบ Exponential (Goddard, 2003) ดังรูปที่ 2.10

ตารางที่ 2.14 การหาสิ่งของที่ต้องเลือกใส่ไว้ในกระเป๋า เพื่อให้ได้ผลเฉลยที่ดีที่สุด

i\W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2	0	0	6	6	9	9	9	9	9	9	9
3	0	0	6	6	9	9	9	9	11	11	14
4	0	0	6	6	9	9	9	10	11	13	14
5	0	0	6	6	9	9	12	12	15	15	15



รูปที่ 2.10 เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการแก้ปัญหาระหว่างวิธี Dynamic Programming กับวิธี Brute Force

2.4 สรุป

จากที่กล่าวมาพบว่า มีหลายทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสำคัญของการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ใน การจัดเส้นทางการเดินรถหลักและการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ดังนี้

1. เนื่องจากลักษณะปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถของบริษัทตัวอย่างมีขนาดใหญ่ มีจำนวนจุดรับสินค้าเป็นจำนวนมากและอัตราการเพิ่มของจำนวนจุดรับสินค้ามีสูง ซึ่งต้องทำการเปลี่ยนเส้นทางเดินรถหลักทุกเดือน ทำให้ต้องใช้พนักงานและเวลาในการจัดเส้นทางเดินรถจำนวนมาก จึงมีความเหมาะสมที่จะนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดเส้นทางเดินรถหลักและเส้นทางเดินรถประจำวัน

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถแสดงตำแหน่งของจุดส่งและเส้นทางเดินบนแผนที่ ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์ตามหลักการในการจัดเส้นทางเพื่อให้ได้เส้นทางเดินรถที่เหมาะสมได้ รวมถึงสามารถใช้ในการแสดงตำแหน่งจุดส่งและเส้นทางเดินรถให้แก่พนักงานขับรถเพื่อป้องกันความซับสน

3. ในการศึกษาการสร้างแบบจำลองและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวางแผนการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันหรือ Daily Route สามารถนำรูปแบบการแก้ปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัดมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ เนื่องจากมีรูปแบบของปัญหาคล้ายคลึงกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
การสร้างเส้นทางเดินรถหลัก

บทนี้เป็นการศึกษาวิธีการจัดเส้นทางเดินรถหลักโดยพนักงาน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองในการจัดเส้นทางเดินรถหลักด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ซึ่งเมื่อทราบวิธีการและข้อจำกัดต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จึงเริ่มดำเนินการจัดเส้นทางเดินรถหลักด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เส้นทางเดินรถหลักที่ได้มีความสอดคล้องกับลักษณะการทำงานและสามารถใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้ โดยศึกษาในส่วนของการกระจายสินค้าประเภทอุปโภคบริโภคที่ไม่ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิในการจัดส่ง ซึ่งบริษัทตัวอย่างมีการแบ่งเขตความรับผิดชอบในการกระจายสินค้าประเภทดังกล่าวออกเป็น 3 เขตความรับผิดชอบดังนี้ (ข้อมูล ณ สิ้นปี 2549)

รูปที่ 3.1 เขตพื้นที่ความรับผิดชอบของศูนย์กระจายสินค้าอุปโภคบริโภค

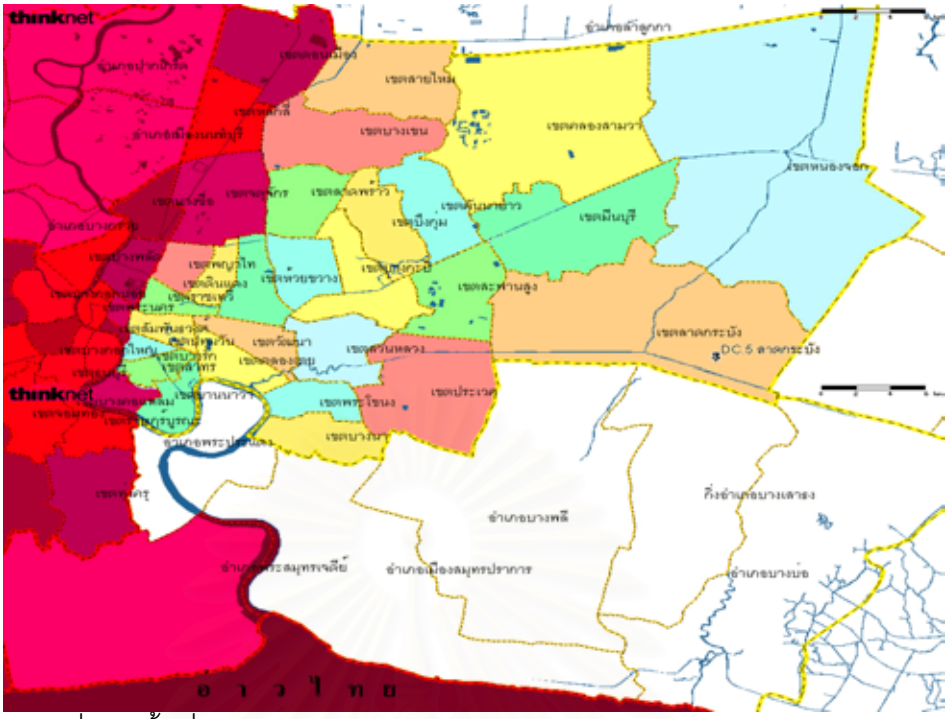
1. ศูนย์กระจายสินค้าลาดกระบัง รับผิดชอบ 1,597 ร้านสาขา ในเขตกรุงเทพมหานครและภาคตะวันออก

2. ศูนย์กระจายสินค้าบางบัวทอง รับผิดชอบ 2,047 ร้านสาขา ในเขตกรุงเทพมหานครบางส่วน ภาคเหนือและภาคใต้

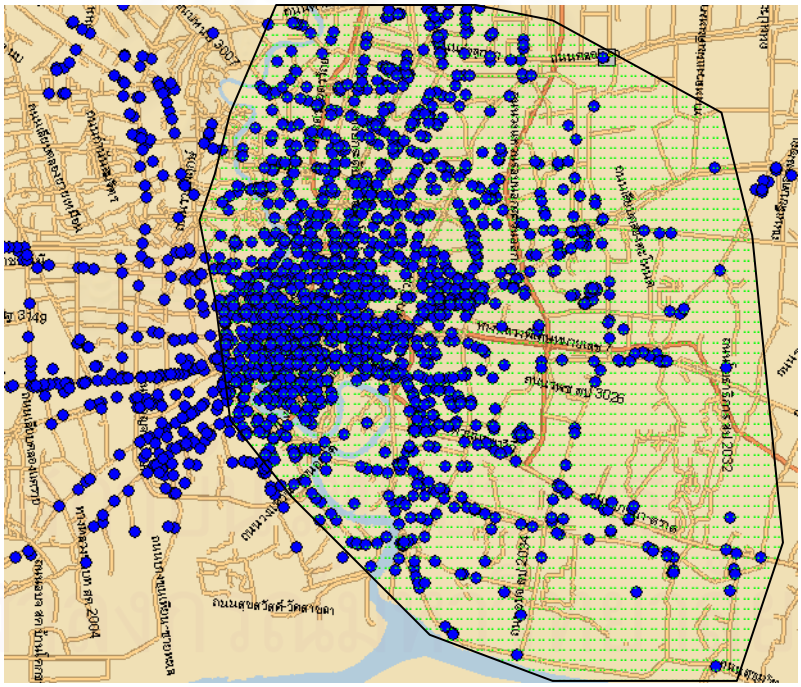
3. ศูนย์กระจายสินค้าภูมิภาคขอนแก่น รับผิดชอบ 370 ร้านสาขา ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เมื่อพิจารณาปัญหาการจัดส่งสินค้าในภาพรวมของบริษัทจะมีรูปแบบปัญหาเป็นแบบปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถจากศูนย์กระจายสินค้าหลายแห่ง เนื่องจากปัจจุบันมีการจัดส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าสินค้าจำนวน 3 แห่งด้วยกัน แต่หากพิจารณากระบวนการทำงานของแต่ละศูนย์กระจายสินค้าซึ่งมีการแบ่งพื้นที่ความรับผิดชอบออกจากกันอย่างชัดเจน รูปแบบของปัญหาจะเปลี่ยนเป็นแบบปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถภายใต้ข้อจำกัดด้านความจุของรถและกรอบเวลา ซึ่งความซับซ้อนของปัญหาจะลดลงในระดับหนึ่ง โดยในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาศึกษาศูนย์กระจายสินค้าเพียงแห่งเดียวเท่านั้น

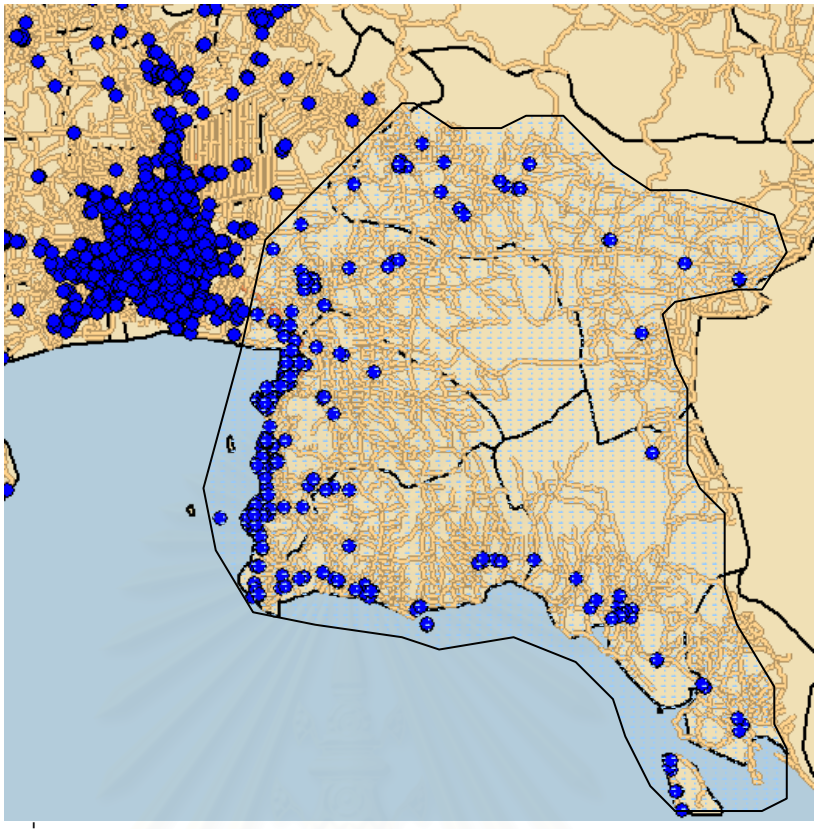
การศึกษานี้ได้เลือกศึกษากระบวนการจัดส่งสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าลาดกระบัง เนื่องจากมีเขตพื้นที่รับผิดชอบในพื้นที่ส่วนใหญ่ของกรุงเทพมหานครดังแสดงในรูปที่ 3.2 และ 3.3 และภาคตะวันออกดังแสดงในรูปที่ 3.4 ซึ่งสามารถใช้ความแตกต่างของข้อจำกัดต่างๆ ในพื้นที่ เช่น ประเภทรถที่ใช้ในการจัดส่งสินค้า ข้อจำกัดด้านเวลาในการจัดส่งและการกำหนดทิศทางการเดินรถบนถนนในเขตกรุงเทพมหานคร เป็นต้น มาใช้วิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดเส้นทางเดินรถหลัก ว่ามีความเหมาะสมกับพื้นที่ประเภทใดระหว่างพื้นที่ที่มีข้อจำกัดสูงหรือพื้นที่มีข้อจำกัดน้อย นอกจากนี้แผนที่ในเขตกรุงเทพมหานครจากโปรแกรมดิจิตอลแมบ (Digital Map) ที่ใช้ในการอ้างอิงแผนที่ในโปรแกรมเทอริทอรีแพลนเนอร์ (Territory Planner, TP) ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการจัดกลุ่มร้านสาขาหรือวางแผนเส้นทางเดินรถหลัก ผลิตโดยบริษัท UPS (United Parcel Service of America) จำกัด มหาชน เพื่อใช้ในการคำนวณระยะทางและจัดกลุ่มร้านสาขาเข้าสู่เส้นทางเดินรถหลัก มีความละเอียดของถนนสูงถึงระดับซอย โดยความละเอียดของแผนที่จะมีมากในเขตเมืองหรือจังหวัดหลักๆ เช่น เมืองพัทยา จังหวัดเชียงใหม่ เป็นต้น และความละเอียดจะลดลงในพื้นที่ไม่ใช่เมืองหลัก



รูปที่ 3.2 พื้นที่กรุงเทพฯ ในความรับผิดชอบของศูนย์กระจายสินค้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.3 ร้านสาขาในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลในความรับผิดชอบจำนวน 1,190 สาขา



รูปที่ 3.4 ร้านสาขาในภาคตะวันออก ในความรับผิดชอบจำนวน 407 สาขา

3.1 การจัดเส้นทางเดินรถหลักโดยพนักงาน

ปัจจุบันมีร้านสาขาเกิดใหม่จำนวนมากในแต่ละเดือนและบางร้านสาขาปิดกิจการ รวมถึงบางร้านสาขาต้องการเปลี่ยนรอบการส่งหรือเพิ่มจำนวนวันในการส่งสินค้า ทำให้เส้นทางเดินรถหลักเดิมไม่สามารถใช้ในการจัดส่งได้ ทำให้พนักงานต้องจัดเส้นทางเดินรถหลักใหม่ทุกๆ เดือน เพื่อให้ได้เส้นทางเดินรถหลักที่สอดคล้องกับความต้องการของร้านสาขาและสามารถใช้ในการจัดส่งได้ ซึ่งขั้นตอนและการปฏิบัติงานการจัดเส้นทางการเดินรถหลักในการจัดส่งสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าตัวอย่างมีดังนี้

1. <u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อกำหนดแม่แบบเส้นทางการส่งสินค้าในแต่ละเดือน
2. เพื่อให้การจัดส่งสินค้าถึงร้านสาขาได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง
3. เพื่อให้ร้านสาขาได้รับทราบถึงรอบ ในการสั่งซื้อและจัดส่งสินค้าของศูนย์กระจายสินค้า

2. องค์ประกอบข้อมูลในการจัดเส้นทางเดินรถหลัก

ในการจัดทำเส้นทางเดินรถหลักมีหลายปัจจัยที่ต้องใช้พิจารณาเพื่อจัดเส้นทางเดินรถหลัก ซึ่งจำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

2.1 ข้อมูลเส้นทางเดินรถหลักเดิม

เป็นข้อมูลของเส้นทางเดินรถหลักของเดือนที่ใช้ ณ ปัจจุบัน ซึ่งต้องเปลี่ยนทุก 1 เดือน โดยสาเหตุที่ต้องทำการเปลี่ยนเส้นทางเดินรถหลัก คือ

1. มีการเพิ่มของร้านสาขาที่เปิดใหม่และปิดกิจการของบางร้านสาขา

2. มีความต้องการเปลี่ยนรอบหรือเพิ่มรอบในการจัดส่งสินค้าของร้านสาขา เพื่อให้สอดคล้องกับการดำเนินกิจการของร้านสาขา

2.2 ข้อมูลร้านเปิดใหม่

เป็นข้อมูลของร้านสาขาที่จะเปิดทำการใหม่ โดยข้อมูลจะถูกส่งมาจากหน่วยงาน Store Design โดยหลักการที่ใช้พิจารณาร้านเปิดใหม่เพิ่มเติมในเส้นทางดินรถหลักประกอบด้วย

1. กรอบเวลาในการส่งสินค้า (Time Window)
2. รอบในการส่งสินค้า
3. พื้นที่ตั้งของร้านสาขาที่จะทำการเปิด และใกล้เคียง

2.3 ข้อมูลอื่นๆ

เป็นข้อมูลอื่นๆ ที่ต้องนำมาประกอบการพิจารณาจัดเส้นทางเดินรถหลัก ได้แก่

1. ร้านสาขาที่ขอเปลี่ยนรอบการส่งสินค้า
2. ร้านสาขาขอเพิ่มรอบการส่ง
3. ข้อจำกัดของร้านสาขา
4. ค่าขนส่ง
5. ประเภทของรถที่ใช้ในการขนส่ง ซึ่งแบ่งเป็น

- 4 ล้อ ความจุ 5.2 ลบ.ม. น้ำหนักบรรทุก 1,800 กก.
- 6 ล้อ ความจุ 17 ลบ.ม. น้ำหนักบรรทุก 6,500 กก.
- 6 ล้อจัมโบ้ ความจุ 22 ลบ.ม. น้ำหนักบรรทุก 7,500 กก.

รูปที่ 3.5 รถบรรทุกขนาด 4 ล้อ

รูปที่ 3.6 รถบรรทุกขนาด 6 ล้อ

รูปที่ 3.7 รถบรรทุกขนาด 6 ล้อจัมโบ้

3. ขั้นตอนในการสร้างเส้นทางเดินรถหลัก

พนักงานทำการจัดเส้นทางการเดินรถหลัก โดยอ้างอิงจากเส้นทางเดินรถหลักเดิม โดยมีการเปลี่ยนแปลงเส้นทางเดินรถหลักเฉพาะในเส้นทางที่มีการเพิ่มหรือลดจำนวนร้านสาขาในความรับผิดชอบ รวมถึงกรณีที่ร้านสาขาขอเพิ่มหรือเปลี่ยนรอบการจัดส่ง โดยหลักการในการจัดเส้นทางเดินรถหลักมีดังนี้

3.1 การจัดเส้นทางเดินรถแบ่งกลุ่มการจัดร้านสาขาเข้าในแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก ออกตามรอบวันการส่งในแต่ละสัปดาห์ ช่วงเวลาในการจัดส่งและประเภทรถที่ใช้จัดส่ง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 9 กลุ่ม ดังนี้

2.1 กรุงเทพฯ กลางวันรอบการส่งวันจันทร์ พุธ ศุกร์

2.2 กรุงเทพฯ กลางวันรอบการส่งวันอังคาร พฤหัสบดี เสาร์

2.3 กรุงเทพฯ กลางคืนรอบการส่งวันจันทร์ พุธ ศุกร์

2.4 กรุงเทพฯ กลางคืนรอบการส่งวันอังคาร พฤหัสบดี เสาร์

2.5 ต่างจังหวัดกลางวันรอบการส่งวันจันทร์ พุธ ศุกร์

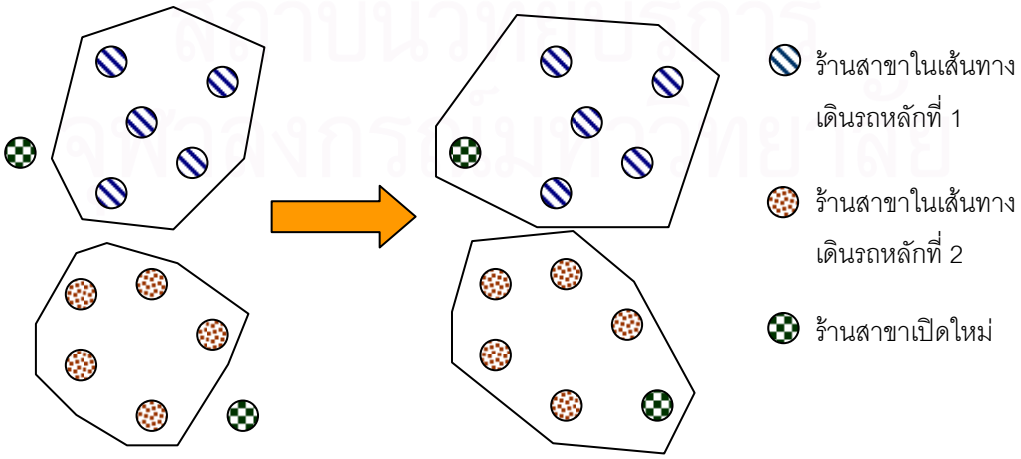
2.6 ต่างจังหวัดกลางวันรอบการส่งวันอังคาร พฤหัสบดี เสาร์

2.7 ต่างจังหวัดกลางคืนรอบการส่งวันจันทร์ พุธ ศุกร์

2.8 ต่างจังหวัดกลางคืนรอบการส่งวันอังคาร พฤหัสบดี เสาร์

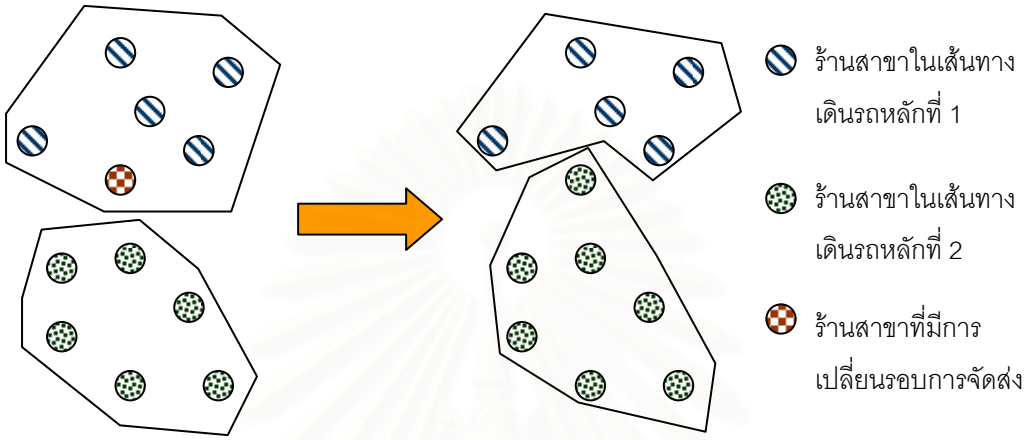
2.9 ต่างจังหวัดไกล

3.2 การจัดเส้นทางเดินรถหลัก เริ่มจากการอ้างอิงเส้นทางเดินรถหลักเดิม โดยเพิ่มร้านเปิดใหม่เข้าไปยังเส้นทางเดินรถหลักเดิมที่อยู่ในพื้นที่บริเวณเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.8



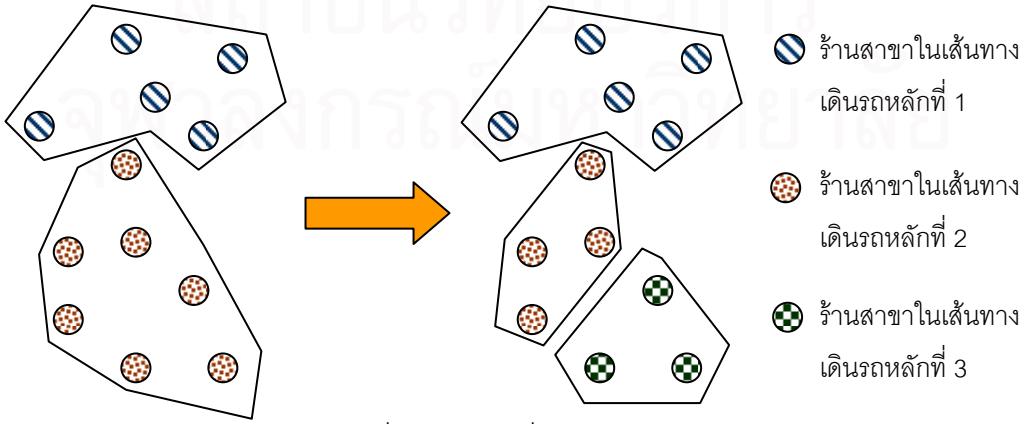
รูปที่ 3.8 การเพิ่มร้านเปิดใหม่เข้าไปยังเส้นทางเดินรถหลักเดิม

3.3 สำหรับร้านที่ต้องการเปลี่ยนรอบการจัดส่งและได้รับการพิจารณาจากผู้วางแผนการจัดส่งให้สามารถเปลี่ยนรอบการจัดส่งได้ เช่น เปลี่ยนจากรอบจันทร์, พุธ, ศุกร์ เป็นรอบอังคาร, พฤหัสบดี, เสาร์ เป็นต้น จะพิจารณาย้ายจากเส้นทางเดินรถหลักในรอบวันจัดส่งเดิมไปยังเส้นทางเดินรถหลักในรอบการจัดส่งใหม่ที่อยู่ในพื้นที่เดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การย้ายร้านที่เปลี่ยนรอบการส่งเข้าเส้นทางเดินรถหลักใหม่

3.4 เมื่อได้เส้นทางเดินรถหลักที่ครอบคลุมร้านสาขาครบถ้วน จะทำการพิจารณาจำนวนร้านสาขาในแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก หากเส้นทางเดินรถหลักใดมีจำนวนร้านสาขาสูงเกินกว่าค่าเฉลี่ยที่กำหนดเอาไว้มากเกินความเหมาะสม ซึ่งจำนวนร้านสาขาที่เหมาะสมในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักทางผู้วางแผนจะพิจารณาจากยอดขายโดยรวมของทั้งเส้นทางเดินรถหลัก ผู้วางแผนจะพิจารณาแตกเส้นทางเดินรถหลักออกเป็นสองสาย ดังแสดงในรูปที่ 3.10 เพื่อให้จำนวนร้านสาขาในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักอยู่ในจำนวนที่เหมาะสมในการกำหนดความรับผิดชอบแก่ผู้รับเหมาเดินรถต่อไป



รูปที่ 3.10 การเพิ่มเส้นทางเดินรถหลัก

4. <u>การรายงานผลการจัดเส้นทางเดินรถหลัก</u>

เมื่อจัดเส้นทางเดินรถหลักใหม่เรียบร้อย พนักงานผู้วางแผนจัดเส้นทางเดินรถหลักจะต้องจัดส่งข้อมูลและเส้นทางเดินรถหลักของร้านสาขา ให้กับฝ่ายต่างๆ เช่น สำนักจัดซื้อ ศูนย์ผู้จัดการกลุ่มร้านสาขา หน่วยงานในศูนย์กระจายสินค้า เป็นต้น เพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติงาน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ทำการบันทึกข้อมูลที่เตรียมไว้ เข้าระบบ AS 400 ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลของบริษัท

ทำการบันทึกข้อมูลรายละเอียดของร้านสาขาเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 3.11 เป็นตัวอย่างหน้าจอการบันทึกข้อมูลรายละเอียดของร้านสาขาและข้อมูลเส้นทางเดินรถหลักของร้านสาขา โดยข้อมูลที่ทำการบันทึกมีดังนี้

1. รหัสร้านสาขา เช่น ในรูปที่ 3.11 สาขาสุขุมวิท 101/1 มีรหัสร้านสาขาเป็น 0005 เป็นต้น

2. วันที่เริ่มใช้สายส่งสินค้า (Effective Date) เช่น ในรูปที่ 3.11 เส้นทางเดินรถหลักที่ทำการบันทึกนี้มีผลเริ่มใช้จัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขาสุขุมวิท 101/1 ในวันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2550 เป็นต้น

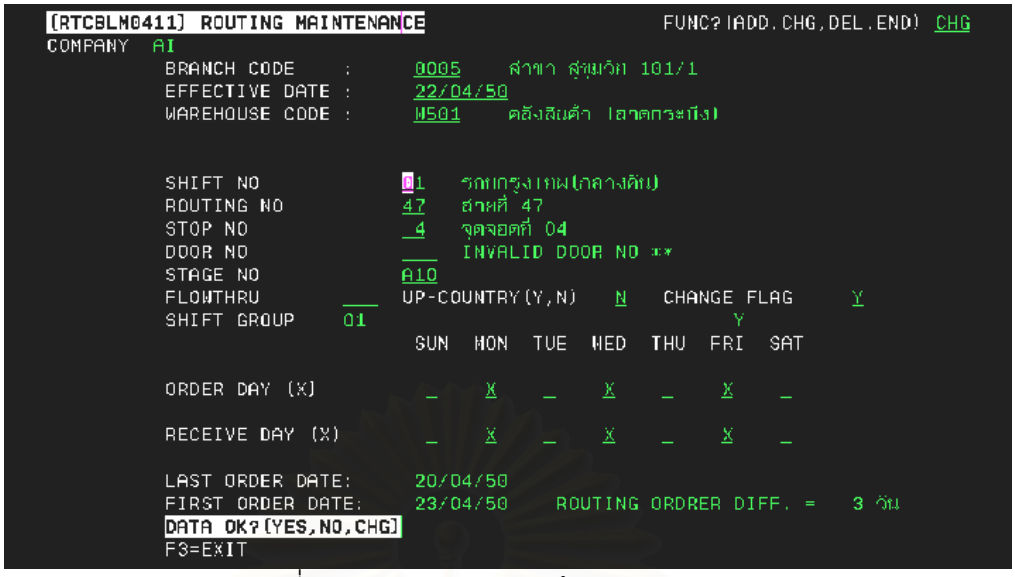
3. รอบการส่งสินค้า เช่น ในรูปที่ 3.11 สาขาสุขุมวิท 101/1 อยู่ในรอบการจัดส่งกรุงเทพกลางคืน เป็นต้น

4. สายเส้นทางเดินรถหลักของร้านสาขา เช่น ในรูปที่ 3.11 สาขาสุขุมวิท 101/1 อยู่ในสายเส้นทางเดินรถหลักที่ 47 เป็นต้น

5. ลำดับที่ของร้านสาขาในแต่ละสายเส้นทางเดินรถหลัก เช่น ในรูปที่ 3.11 สาขาสุขุมวิท 101/1 เป็นลำดับการจัดส่งที่ 4 ของเส้นทางเดินรถหลักที่ 47 เป็นต้น

6. วันที่สั่งสินค้าของร้านสาขา เช่น ในรูปที่ 3.11 สาขาสุขุมวิท 101/1 ต้องสั่งสินค้าในวันจันทร์ พุธและศุกร์ เป็นต้น

7. วันที่ทำการส่งสินค้าไปยังร้านสาขา เช่น ในรูปที่ 3.11 สาขาสุขุมวิท 101/1 จะได้รับการจัดส่งสินค้าในวันจันทร์ พุธและศุกร์ เป็นต้น



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลร้านสาขา

4.2 ส่งข้อมูลเส้นทางเดินรถหลักในการส่งสินค้า ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบ ส่งข้อมูลให้กับหน่วยงาน ต่าง ๆ ดังนี้

1. สื่อสารข้อมูลปฏิบัติการ
2. ศูนย์ผู้จัดการกลุ่มร้านสาขา
3. สำนักจัดซื้อ
4. หน่วยงานรายการสินค้า
5. สำนักบัญชี
6. หน่วยงานในศูนย์กระจายสินค้า
7. หน่วยงานอื่น ๆ

ข้อมูลของรายละเอียดและเส้นทางหลักของร้านสาขาที่ถูกบันทึกในฐานข้อมูล จะถูกนำไปใช้ในการวางแผนจัดเส้นทางเดินรถประจำวันและการติดต่อสั่งซื้อสินค้าระหว่างร้านสาขากับศูนย์กระจายสินค้าต่อไป

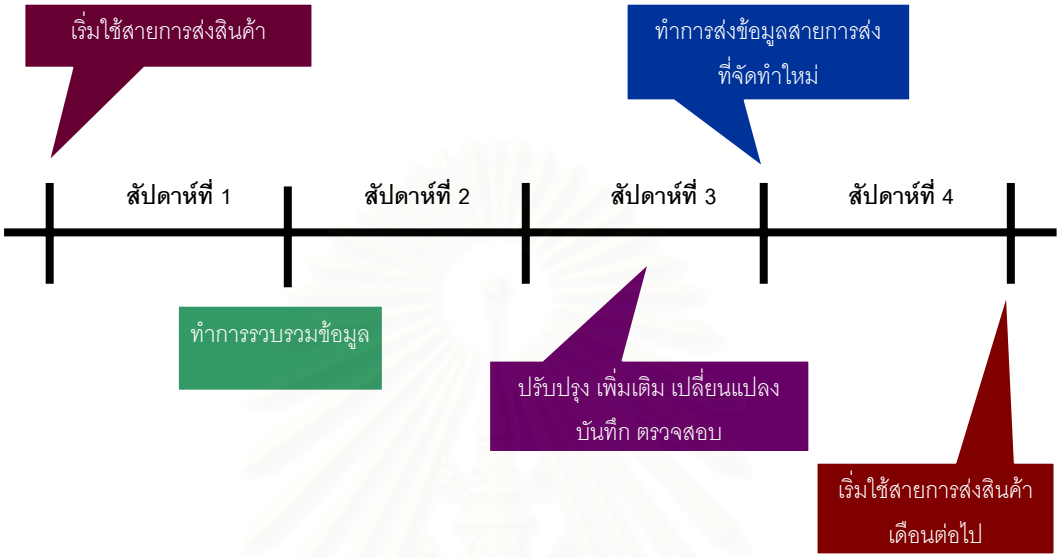
5. <u>ระยะเวลาในการจัดทำเส้นทางเดินรถหลัก</u>

การจัดทำเส้นทางเดินรถหลักใช้เวลาในการทำแต่ละขั้นตอนดังนี้

1.ทำการรวบรวมข้อมูล	ใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์
2.ทำการเพิ่มเติม ปรับปรุงข้อมูล	ใช้เวลาประมาณ 2 วัน
3.ทำการบันทึกข้อมูลในระบบ AS 400	ใช้เวลาประมาณ 3 วัน

4.ทำการตรวจสอบข้อมูลที่บันทึก ใช้เวลาประมาณ 1 วัน

5.ทำการเพิ่มข้อมูลร้านสาขาที่เปิดใหม่ ใช้เวลาจนถึงวันที่กำหนดใช้สายส่งสินค้า



รูปที่ 3.12 ช่วงเวลาการจัดทำเส้นทางเดินรถหลัก

3.2 การสร้างเส้นทางเดินรถหลัก

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างเส้นทางเดินรถหลักในงานวิจัยชิ้นนี้ คือ โปรแกรมเทอริทอรีแพลนเนอร์ (Territory Planner, TP) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวางแผนระยะยาว ในที่นี้คือ การสร้างเส้นทางเดินรถหลัก โดยกระบวนการสร้างเส้นทางเดินรถหลักด้วยโปรแกรมสามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักดังนี้

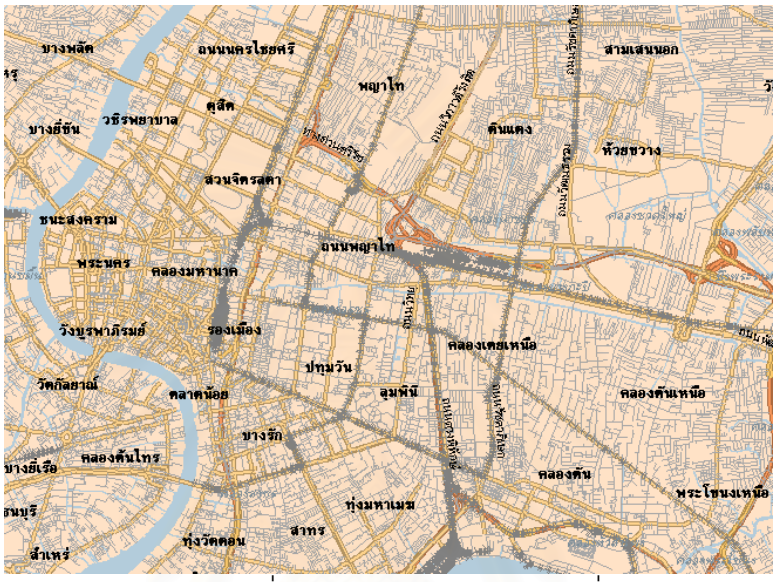
1. การกำหนดค่าพื้นฐานของระบบ
2. การกำหนดรายละเอียดของแต่ละจุดส่ง
3. กระบวนการวิเคราะห์และสร้างเส้นทางเดินรถหลัก
4. การวิเคราะห์และปรับปรุงเส้นทางเดินรถหลักที่ได้

3.2.1 การกำหนดค่าพื้นฐานของระบบ

เป็นการกำหนดค่าพื้นฐานของระบบที่มีความจำเป็นต่อการสร้างเส้นทางเดินรถหลัก ซึ่งมีค่าพื้นฐานที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. รายละเอียดของแผนที่

แผนที่ที่นำเข้าสู่โปรแกรมเทอริทอรีแพลนเนอร์มาจากโปรแกรมดิจิตอลแมป (Digital Map) ซึ่งแผนที่ดังกล่าวจะระบุรายละเอียดต่างๆ เช่น ชื่อสถานที่สำคัญ ชื่ออำเภอ รายละเอียดของถนน เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 3.13 ซึ่งในเขตเมืองหลักความละเอียดของถนนจะสูงถึงระดับซอยย่อย โดยความละเอียดของถนนจะลดลงในเขตพื้นที่ที่ไม่ใช่เมืองหลัก



รูปที่ 3.13 รายละเอียดของแผนที่

ในส่วนข้อมูลของถนนมีการจำแนกประเภทของถนนออกเป็น 5 ประเภท ซึ่งประเภทของถนนใช้ในการกำหนดค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐาน (Default average speed value) ของถนนดังนี้

1.ถนนที่มีการจำกัดความสามารถในการเข้าออก (Limited Access Interstates) ค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐานเท่ากับ 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

2.ถนนสายหลัก (Primary Roads) ค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐานเท่ากับ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

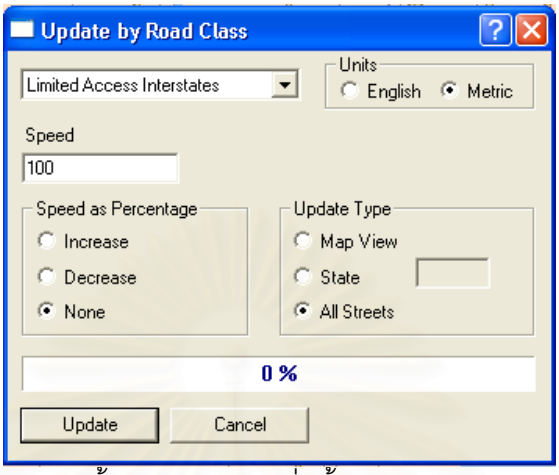
3.ถนนสายรอง (Secondary Roads) ค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐานเท่ากับ 45 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

4.ถนนท้องถิ่น (Local Roads) ค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐานเท่ากับ 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

5.ทางเชื่อม (Ramps) ค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐานเท่ากับ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

การตั้งค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐานจำเป็นต้องตั้งค่าดังกล่าวให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง เนื่องจากระบบจะใช้ค่าความเร็วเฉลี่ยของถนนแต่ละเส้นในการคำนวณระยะเวลาการเดินทาง รูปที่ 3.14 แสดงการตั้งค่าความเร็วพื้นฐานของถนนประเภทต่างๆ ซึ่งสามารถเลือกหน่วยของ

ความเร็วได้ 2 ระบบ คือ ระบบเมตริกระบุค่าความเร็วเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมงและระบบอังกฤษระบุค่าความเร็วเป็นไมล์ต่อชั่วโมง



รูปที่ 3.14 การตั้งค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐานของถนนแต่ละประเภท

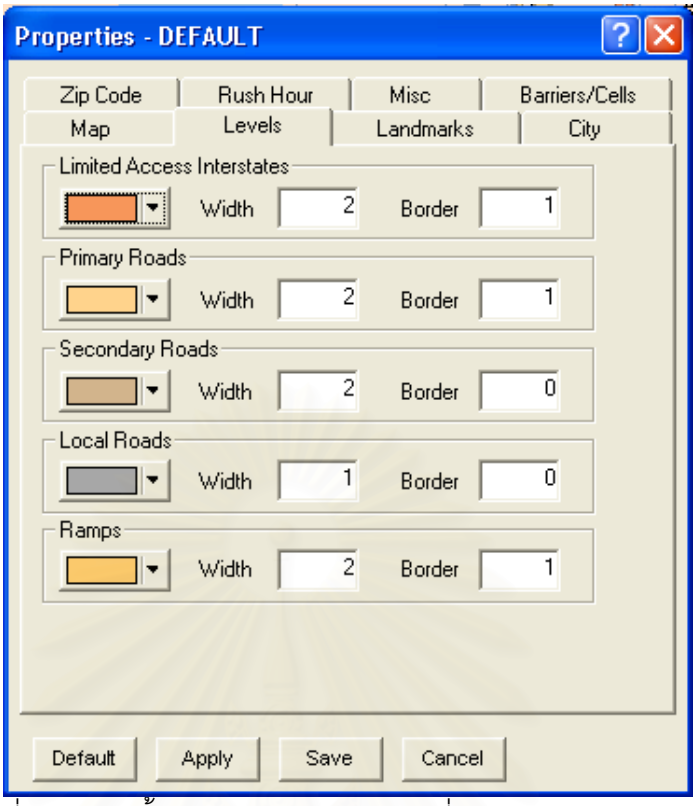
ระบบยังสามารถแสดงผลบนแผนที่ถนนแต่ละประเภทในรูปแบบที่แตกต่างกัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจระบบถนนในแผนที่ได้ง่ายขึ้นอีกด้วย รูปที่ 3.15 แสดงการตั้งค่าการแสดงผลของถนนประเภทต่างๆ บนแผนที่ โดยสามารถกำหนดสีของถนน ความกว้างของถนนและความหนาบางของเส้นขอบถนนได้ ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและการใช้งานแผนที่ที่โปรแกรมสร้างขึ้น นอกจากการตั้งค่ารายละเอียดพื้นฐานของถนนแล้ว การตั้งค่ารายละเอียดต่างๆ ของถนนแต่ละเส้นที่มีข้อมูลแตกต่างจากถนนทั่วไปหรือมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานหลังการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ จำเป็นต้องพิจารณาปรับแก้ข้อมูลดังกล่าวให้ถูกต้อง เนื่องจากมีความสำคัญต่อการคำนวณระยะทางและเวลาในการเดินทาง โดยรูปที่ 3.16 แสดงการตั้งค่ารายละเอียดของถนน เช่น ชื่อถนน การเดินรถทางเดียว ทิศทางการเดินรถ ความเร็วเฉลี่ย เป็นต้น

2. **พื้นที่ที่มีสภาพการจราจรพิเศษ** (Rush Hour Model)

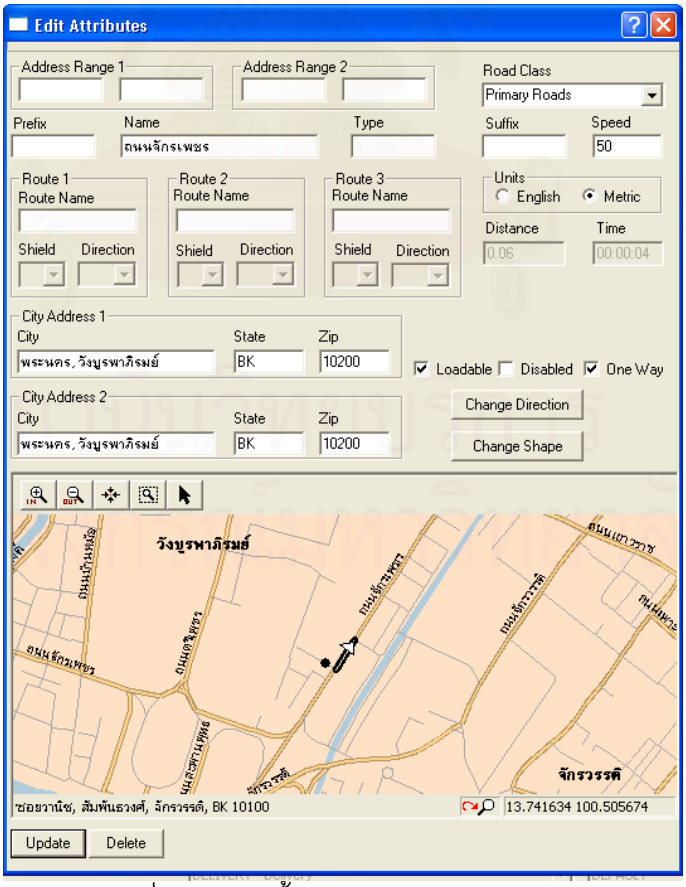
ในพื้นที่หรือถนนซึ่งมีสภาพการจราจรเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาหรือมีการจำกัดประเภทรถที่สามารถเข้าได้ตามช่วงเวลา จำเป็นมีการกำหนดข้อจำกัดของพื้นที่หรือถนนดังกล่าวในระบบดังนี้

1. การกำหนดการเปลี่ยนแปลงความเร็วเฉลี่ยของถนนจากค่าพื้นฐานบนถนนแต่ละประเภท ในช่วงเวลาต่างๆ

2. การกำหนดการจำกัดประเภทของรถที่สามารถวิ่งบนถนนแต่ละประเภท ในช่วงเวลาต่างๆ



รูปที่ 3.15 การตั้งค่าการแสดงผลบนแผนที่ของถนนแต่ละประเภท



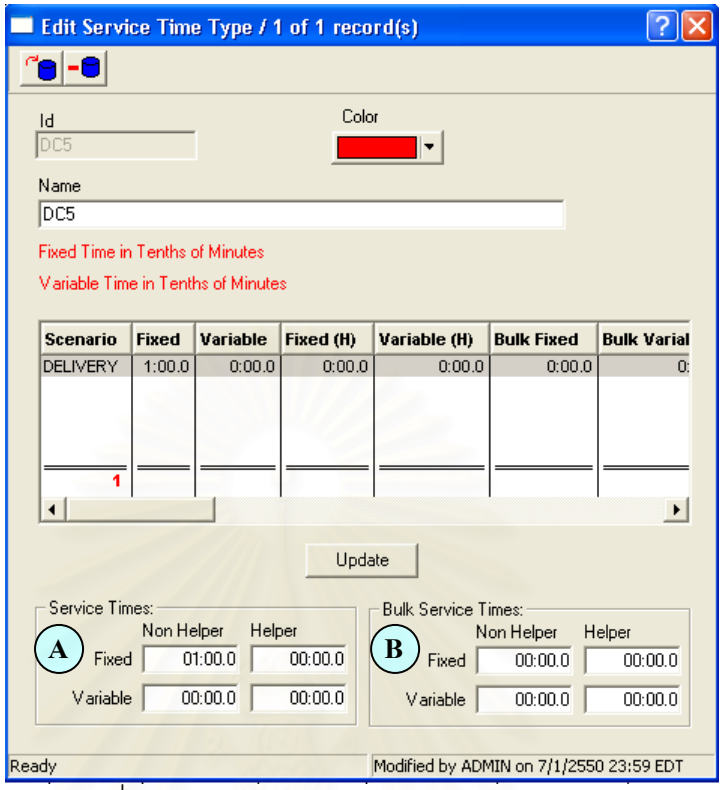
รูปที่ 3.16 การตั้งค่ารายละเอียดของถนน

3. เวลาที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้า (Service Time Types)

เป็นการตั้งรูปแบบการใช้เวลาในการขนถ่ายสินค้า เมื่อรถเดินทางถึงจุดส่งและทำการขนถ่ายสินค้าจนกระทั่งรถเดินทางออกจากจุดส่งของรถแต่ละประเภท รวมถึงกรณีมีคนขับเดียวและมีคนช่วยยกของ ซึ่งสามารถตั้งค่า Service Time Type ได้หลายรูปแบบ โดยสามารถตั้งชื่อของ Service Time Type แต่ละแบบ โดยรูปที่ 3.17 ตั้งชื่อ Service Time Type ว่า DC5 ซึ่งเป็นการกำหนดเวลาในการขนถ่ายสินค้ามาตรฐานของศูนย์กระจายสินค้าลาดกะบังหรือ DC5 เมื่อตั้งชื่อ Service Time Type แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการตั้งค่าเวลาที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้าของ Service Time Type ที่ตั้งขึ้น โดยเวลาในการขนถ่ายสินค้าแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. เวลาคงที่ คือ เวลาที่ต้องใช้ในการขนถ่ายสินค้าทุกครั้ง สามารถตั้งค่าได้ 4 กรณีดังนี้
    1.1 กรณีที่ใช้คนขับคนเดียวในการขนถ่ายสินค้า ให้ตั้งเวลาขนถ่ายสินค้าในส่วน A จากรูปที่ 3.17 ช่อง Service Times Non Helper Fixed
    1.2 กรณีที่มีทั้งคนขับและคนยกของช่วยกันขนถ่ายสินค้าให้ตั้งเวลาขนถ่ายสินค้าในส่วน A จากรูปที่ 3.17 ช่อง Service Times Helper Fixed
    1.3 กรณีที่ใช้คนขับคนเดียวโดยมีเครื่องมือช่วยในการขนถ่ายสินค้า ให้ตั้งเวลาขนถ่ายสินค้าในส่วน B จากรูปที่ 3.17 ช่อง Bulk Service Times Non Helper Fixed
    1.4 กรณีที่มีทั้งคนขับและคนยกของช่วยกันขนถ่ายสินค้าให้ตั้งเวลาขนถ่ายสินค้าในส่วน B จากรูปที่ 3.17 ช่อง Bulk Service Times Helper Fixed

2. เวลาแปรผัน คือ เวลาที่ใช้โดยขึ้นกับขนาดและจำนวนสินค้าที่ขนถ่ายในแต่ละครั้ง 4 กรณีดังนี้
    2.1 กรณีที่ใช้คนขับคนเดียวในการขนถ่ายสินค้า ให้ตั้งเวลาขนถ่ายสินค้าในส่วน A จากรูปที่ 3.17 ช่อง Service Times Non Helper Variable
    2.2 กรณีที่มีทั้งคนขับและคนยกของช่วยกันขนถ่ายสินค้าให้ตั้งเวลาขนถ่ายสินค้าในส่วน A จากรูปที่ 3.17 ช่อง Service Times Helper Variable
    2.3 กรณีที่ใช้คนขับคนเดียวโดยมีเครื่องมือช่วยในการขนถ่ายสินค้า ให้ตั้งเวลาขนถ่ายสินค้าในส่วน B จากรูปที่ 3.17 ช่อง Bulk Service Times Non Helper Variable
    2.4 กรณีที่มีทั้งคนขับและคนยกของช่วยกันขนถ่ายสินค้าให้ตั้งเวลาขนถ่ายสินค้าในส่วน B จากรูปที่ 3.17 ช่อง Bulk Service Times Helper Variable



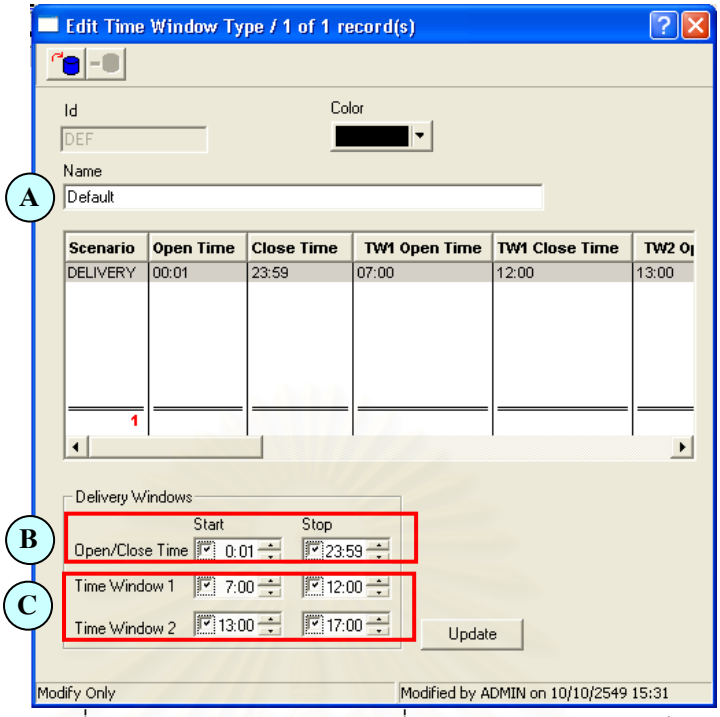
รูปที่ 3.17 การกำหนดเวลาในการขนถ่ายสินค้า

4. **ช่วงเวลาที่จุดส่งสามารถรับสินค้าได้** (Time Window Types)

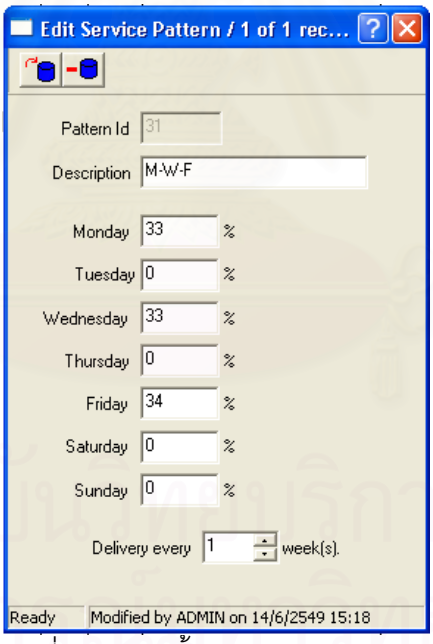
เป็นการตั้งรูปแบบช่วงเวลาที่ร้านสาขาย่อยเปิด/ปิด และ ช่วงเวลาที่สามารถรับสินค้าได้ ซึ่งช่วงเวลาที่สามารถรับสินค้าได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะที่ตั้งของร้านสาขา เช่น ในเขตเมืองอาจรับสินค้าได้เฉพาะช่วงกลางคืน เป็นต้น โดยรูปที่ 3.18 แสดงการตั้งค่า Time Window Types ซึ่งสามารถตั้งชื่อของ Time Window Types ได้ในส่วน A กำหนดช่วงเวลาเปิดปิดร้านได้ในส่วน B และกำหนดสามารถกำหนดช่วงเวลาที่สามารถรับสินค้าได้ 2 ช่วงเวลาในส่วน C

5. **รูปแบบการจัดส่ง** (Service Patterns)

เป็นการกำหนดรูปแบบการจัดส่งว่าใน 1 สัปดาห์จะทำการจัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขาในวันใดและวันละกี่เปอร์เซ็นต์ (1 สัปดาห์คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์) โดยรูปที่ 3.19 แสดงการตั้งค่า Service Patterns ซึ่ง Service Patterns ที่ตั้งขึ้นในขั้นตอนนี้จะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนการตั้งค่า Service Patterns Sets ต่อไป



รูปที่ 3.18 การกำหนดช่วงเวลาที่จุดส่งสามารถรับสินค้าได้



รูปที่ 3.19 การตั้งค่ารูปแบบการจัดส่ง

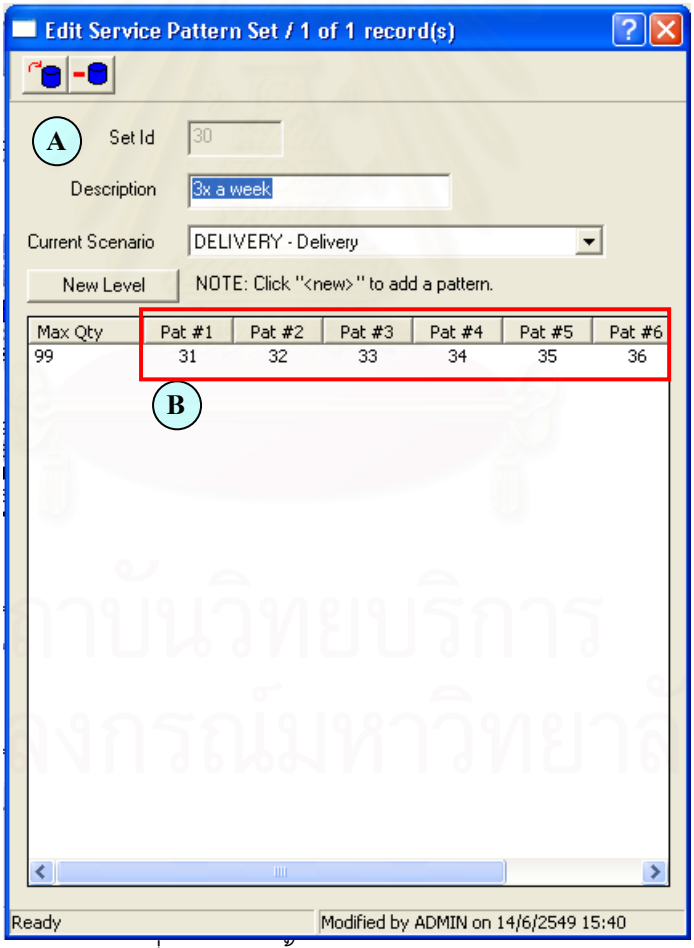
6. **ชุดรูปแบบการจัดส่ง** (Service Patterns Sets)

เป็นการกำหนดชุดรูปแบบการจัดส่ง เพื่อให้ระบบใช้ในการวิเคราะห์หา Service Patterns ที่อยู่ใน Service Patterns Sets ที่เหมาะสมกับแต่ละจุดส่งและทำให้ได้เส้นทางเดินรถหลักที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยรูปที่ 3.20 แสดงการตั้งค่า Service Patterns Sets ซึ่งสามารถตั้งชื่อ Service Patterns Sets ได้ในส่วน A ซึ่งในที่นี้ตั้งชื่อ Service Patterns Sets ว่า 30 และสามารถ

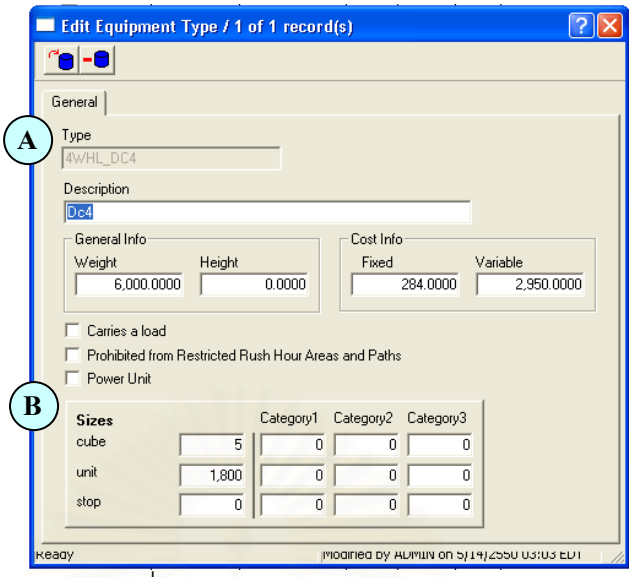
เลือก Service Patterns ที่ต้องการให้ระบบนำมาวิเคราะห์ภายใน Service Patterns Sets ที่สร้างขึ้นได้ในส่วน B ซึ่งในที่นี้ได้เลือก Service Patterns 31 32 33 34 35 และ 36 ซึ่งได้ตั้งค่าไว้ในขั้นตอนการตั้งค่า Service Patterns ให้อยู่ภายใน Service Patterns Sets ชื่อ 30

7. **ประเภทรถ** (Equipment Types)

เป็นการกำหนดชนิดและข้อมูลของรถขนส่งสินค้า โดยแบ่งเป็นปริมาตรความจุรถ น้ำหนักที่รับได้ ต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน ดังแสดงในรูปที่ 3.21 เป็นการตั้งค่า Equipment Types โดยตั้งประเภทของรถในส่วน A ช่อง Type เป็น 4WHL_DC4 ซึ่งเป็นการตั้งชื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจของผู้วางแผน โดย 4WHL_DC4 หมายถึง รถประเภท 4 ล้อของศูนย์กระจายสินค้าบางบัวทองหรือ DC4 โดยกำหนดข้อจำกัดด้านการบรรทุกของรถประเภทนี้อยู่ 2 ด้านคือ ปริมาตรบรรทุกสูงสุดกำหนดในส่วน B ช่อง cube และน้ำหนักบรรทุกสูงสุดกำหนดในส่วน B ช่อง unit



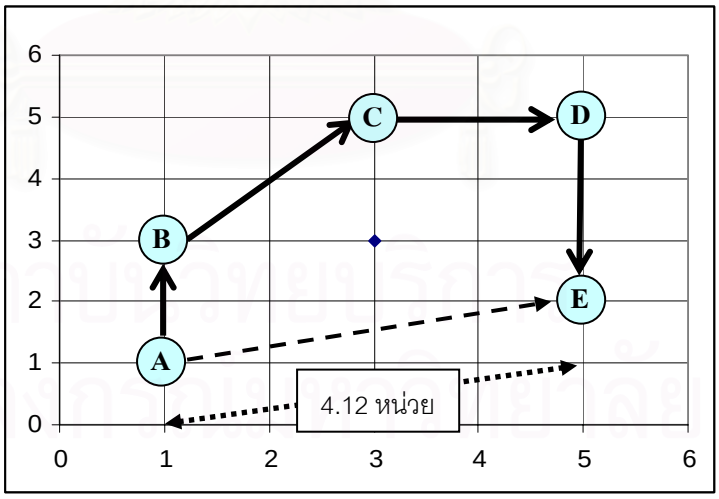
รูปที่ 3.20 การตั้งค่าชุดรูปแบบการจัดส่ง



รูปที่ 3.21 การกำหนดประเภทรถ

8. **แผนการวิเคราะห์** (Planning Session)

Planning Session คือ ส่วนที่ใช้สร้างแผน โดยการกำหนดชื่อแผนและกำหนดวิธีการคำนวณ ระยะทางและเวลาของ Planning Session ที่สร้างขึ้น โดยตัวอย่างการคำนวณระยะทางและเวลาได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.22 ซึ่งมี Node ทั้งหมด 6 Node มีถนนเชื่อมระหว่าง AB,BC,CD,DE และ EF ซึ่งโปรแกรมสามารถคำนวณระยะทางและเวลาได้ 2 วิธี ดังนี้



รูปที่ 3.22 วิธีการคำนวณ ระยะทางและเวลาของโปรแกรมเทอริทอรีแพลนเนอร์

1. แบบ XY คือ การคำนวณระยะทางและเวลาโดยอ้างอิงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งตามแนวแกน X และ Y ซึ่งจากรูปที่ 3.22 หากต้องการเดินทางจาก A ไป E จะวัดระยะทางและเวลาในการเดินทางจาก A ไป E เป็นเส้นตรง ซึ่งจากรูปที่ 3.22 ระบบจะวัดระยะทางตามแนว

ลูกศรที่เป็นเส้นประจาก A ไป E ทำให้ได้ระยะทางและเวลา 4.12 หน่วย ซึ่งการคำนวณด้วยวิธีนี้จะสามารถให้คำตอบอย่างคราวๆ ได้อย่างรวดเร็ว

2. แบบ Route Net คือ การคำนวณระยะทางและเวลาจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยอ้างอิงจากเส้นทางถนนบนแผนที่ ในการพิจารณาสร้างเส้นทางเดินรถหลัก ซึ่งจากรูปที่ 3.22 หากต้องการเดินทางจาก A ไป E จะวัดระยะทางและเวลาในการเดินทางจาก A ไป E ตามแนวถนนที่เชื่อมระหว่าง A ไปยัง E ซึ่งจะเริ่มต้นจาก A ไป B ไป C ไป D และไปสิ้นสุดที่ E ทำให้ได้ระยะทางและเวลา 9.83 หน่วย ซึ่งการคำนวณด้วยวิธีนี้จะได้แบบจำลองที่สมจริงตามโครงข่ายถนนที่มีอยู่ในแผนที่ที่ใช้อ้างอิง แต่จะใช้เวลาในการคำนวณสูงกว่าวิธี XY

Planning session เปรียบเสมือนการจำลองสถานการณ์การวางแผนเส้นทางเดินรถหลัก เมื่อสร้าง Planning session ขึ้นคล้ายกับการสร้างไฟล์ที่ว่างเปล่าขึ้น จำเป็นต้องเลือกวิธีการคำนวณและใส่ข้อมูลของสถานการณ์ที่ต้องการสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลักเข้าไปใน Planning session ดังกล่าว เช่น ข้อมูลรายละเอียดการจัดส่งของจุดส่ง (Location Extensions) ของร้านสาขาที่ต้องการสร้างเส้นทางเดินรถหลัก ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อ 3.2.2 เป็นต้น เพื่อให้ระบบนำข้อมูลไปใช้ในการสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลัก

3.2.2 การกำหนดรายละเอียดของแต่ละจุดส่ง

เป็นการกำหนดรายละเอียดของแต่ละจุดส่งที่จำเป็นต่อการสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลัก โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ตำแหน่งและข้อมูลจุดส่ง (Locations)

เป็นการระบุตำแหน่งที่ตั้งจุดส่งลงบนแผนที่และข้อมูลรายละเอียดของจุดส่ง เช่น ที่อยู่และเบอร์โทรศัพท์ เป็นต้น โดยการระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์สามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. กำหนดจุดลงบนแผนที่ในโปรแกรมเทอริทอรีแพลนเนอร์ โดยใช้ข้อมูลจากแผนที่ที่ได้รับจากร้านสาขา

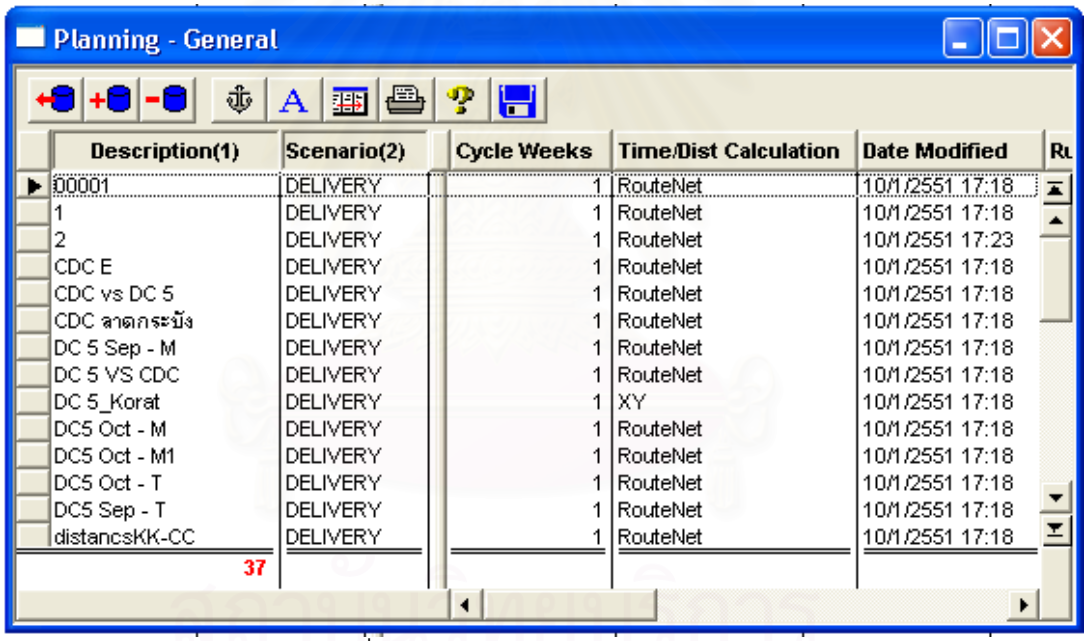
2. ระบุจากค่าพิกัดละติจูดและลองติจูด โดยข้อมูลพิกัดละติจูดและลองติจูดได้จากการนำอุปกรณ์ GPS Handheld ไปเก็บข้อมูลพิกัดบริเวณหน้าร้านสาขา

2. รายละเอียดการจัดส่งของจุดส่ง (Location Extensions)

เป็นการระบุรายละเอียดการจัดส่งของแต่ละจุดส่ง ซึ่งก็คือการระบุรูปแบบการจัดส่งต่างๆ ที่กำหนดไว้ ในส่วนของการตั้งค่าพื้นฐานระบบว่าจุดส่งแต่ละจุดมีรูปแบบการจัดส่งเป็นแบบใด โดยรายละเอียดรูปแบบการจัดส่งที่สำคัญมีดังนี้

2.1 แผนการวิเคราะห์ (Planning Session)

ในการสร้างแบบจำลองผู้วางแผนต้องระบุว่าจะวิเคราะห์การจัดส่งสินค้าไปยังจุดส่งดังกล่าวในแผนการวิเคราะห์ใด โดยเปิดแผนการวิเคราะห์ที่ต้องการจากแผนการวิเคราะห์ที่สร้างขึ้นในขั้นตอนการกำหนดค่าพื้นฐานหัวข้อการตั้งค่าแผนการวิเคราะห์ ดังรูปที่ 3.23 แล้วใส่ข้อมูลรายละเอียดการจัดส่งของจุดส่งลงไปในแผนการวิเคราะห์ดังกล่าว เพื่อให้โปรแกรมนำข้อมูลของจุดส่งดังกล่าวไปสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลักของจุดส่งดังกล่าวร่วมกับข้อมูลของจุดส่งอื่นๆ ที่อยู่ในแผนการวิเคราะห์เดียวกัน



รูปที่ 3.23 การเลือกเปิดแผนการวิเคราะห์

2.2 ชุดรูปแบบการจัดส่ง (Service Patterns Sets)

ข้อมูลชุดรูปแบบการจัดส่งที่ต้องระบุในโปรแกรม ก็คือข้อมูลรอบการจัดส่งของจุดส่งในการปฏิบัติงานจริง ซึ่งรอบการจัดส่งของจุดส่งได้จากข้อตกลงระหว่างบริษัทกับร้านสาขาว่าจะทำการจัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขาในวันและช่วงเวลาใด(กลางวันหรือกลางคืน) โดยการกำหนดรอบการจัดส่งของแต่ละร้านสาขาจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

2.2.1 ปริมาณความต้องการสินค้าและพื้นที่จัดเก็บสินค้าของร้านสาขา

ปัจจุบันการจัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขาแต่ละร้านจะมีความถี่ 3 หรือ 6 ครั้งต่อสัปดาห์ ซึ่งความถี่ในการจัดส่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการสินค้าและพื้นที่จัดเก็บสินค้าของร้านสาขา หากมีร้านสาขาใดมีปริมาณความต้องการสินค้ามากหรือมีพื้นที่จัดเก็บสินค้าน้อย ก็จะต้องจัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขาดังกล่าวด้วยความถี่มาก คือ 6 ครั้งต่อสัปดาห์ เพื่อให้มีสินค้าเพียงพอต่อการจำหน่าย ส่วนร้านที่ไม่ติดปัญหาด้านปริมาณสินค้าไม่พอขายและมีพื้นที่จัดเก็บสินค้าเพียงพอจะจัดส่งสินค้าด้วยความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์

2.2.2 ช่วงเวลาที่สามารถจัดส่งสินค้าได้

ช่วงเวลาที่สามารถจัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขาแต่ละร้านได้ มีความแตกต่างกันเนื่องจากหลายปัจจัยดังนี้

1. <u>ข้อจำกัดของพื้นที่ร้านสาขา</u>

ร้านสาขาที่ตั้งอยู่ในบริเวณชุมชุนหรือใจกลางเมืองจะสามารถจัดส่งสินค้าได้เฉพาะในช่วงเวลากลางคืนเพราะไม่สามารถจอดรถได้ในช่วงกลางวัน เนื่องจากสภาพการจราจรและบางพื้นที่เป็นเขตห้ามจอด นอกจากนี้ร้านสาขาที่ตั้งอยู่ในอาคารหรือพื้นที่ขององค์กรต่างๆ การจัดส่งสินค้าจะสามารถทำได้ในช่วงเวลาที่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของพื้นที่เท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นช่วงเวลากลางวัน

2. <u>ข้อจำกัดด้านการให้บริการแก่ลูกค้า</u>

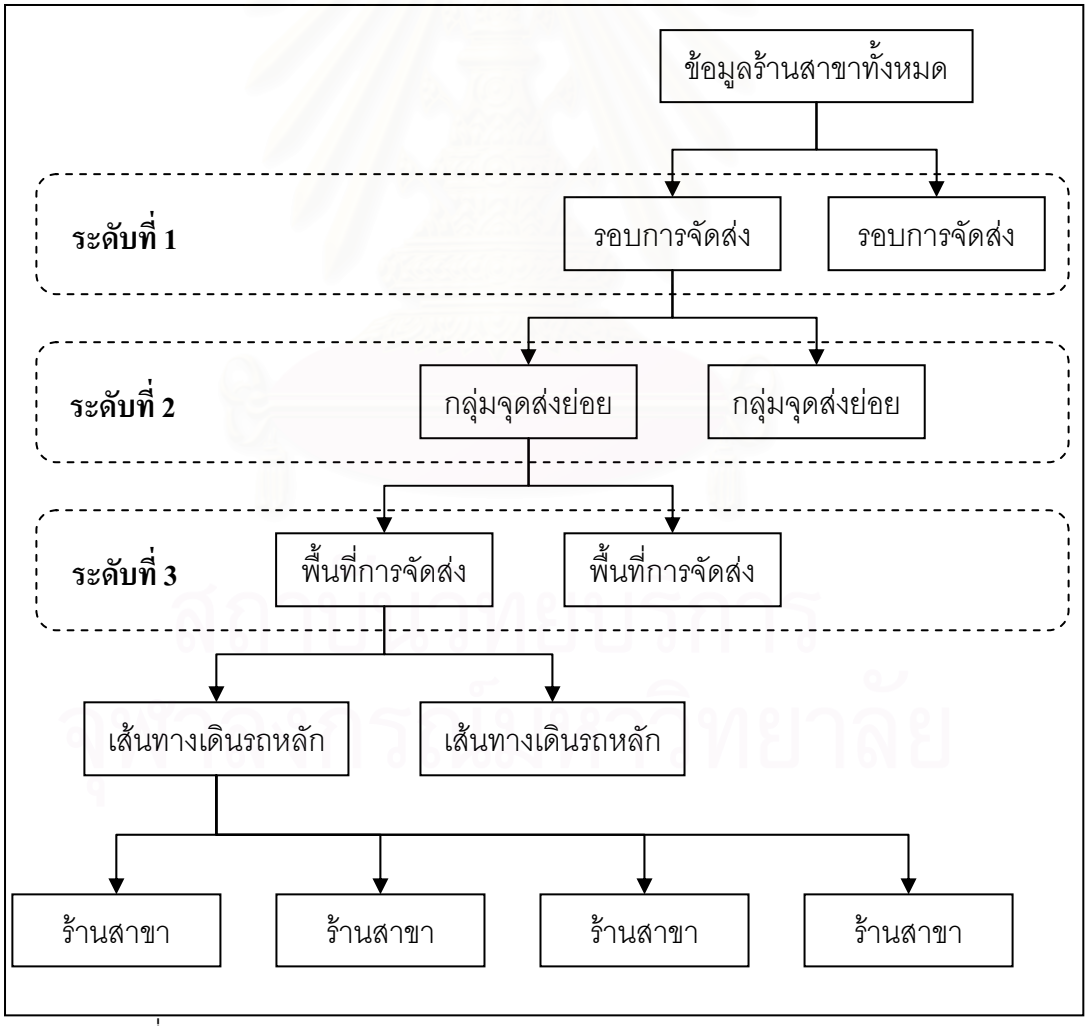
ร้านสาขาแต่ละร้านจะมีช่วงเวลาที่ลูกค้าเข้ามาซื้อของภายในร้านหนาแน่นต่างกัน การจัดส่งสินค้าในช่วงเวลาที่มีลูกค้าเข้ามาใช้บริการหนาแน่นจะสร้างความไม่สะดวกให้กับลูกค้า เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้พื้นที่ภายในร้านตรวจรับและจัดเรียงสินค้า ดังนั้นช่วงเวลาที่ลูกค้าเข้ามาใช้บริการหนาแน่นของร้านสาขา จึงเป็นช่วงเวลาที่ไม่เหมาะสมในการจัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขา

2.2.3 เขตพื้นที่การจัดส่ง

พื้นที่ที่ร้านสาขาตั้งอยู่เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ใช้ในการแบ่งรอบการจัดส่ง เนื่องจากการจัดส่งในพื้นที่ส่วนใหญ่ของกรุงเทพมหานครสามารถใช้รถ 4 ล้อ ในการจัดส่งได้เพียงชนิดเดียว แต่สำหรับพื้นที่ต่างจังหวัดสามารถใช้รถ 6 ล้อและรถ 6 ล้อจัมโบ้ในการจัดส่งได้ ซึ่งหากพื้นที่ใดสามารถใช้รถขนาดใหญ่ในการจัดส่งได้ ผู้วางแผนจะเลือกใช้รถขนาดใหญ่ในการจัดส่งก่อน

เนื่องจากมีต้นทุนต่อหน่วยการขนส่งที่ต่ำกว่ารถขนาดเล็ก การจัดเส้นทางเดินรถหลักจึงจำเป็นต้องแบ่งแยกร้านสาขาในการสร้างเส้นทางเดินรถหลักออกตามเขตพื้นที่การจัดส่ง เพื่อให้เส้นทางเดินรถหลักที่ได้แต่ละเส้นทางเดินรถหลัก ใช้รถประเภทเดียวกันในการจัดส่งและง่ายต่อการนำเส้นทางเดินรถหลักไปใช้ในการแบ่งความรับผิดชอบแก่ผู้รับเหมา ซึ่งจำเป็นต้องระบุประเภทและจำนวนรถที่ต้องการใช้ในการขนส่งให้ผู้รับเหมาทราบ รวมถึงง่ายต่อการนำเส้นทางเดินรถหลักไปใช้เป็นแม่แบบในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันต่อไป

จากปัจจัยทั้ง 3 ข้อที่กล่าวมา เมื่อนำข้อมูลด้านต่างๆ ของร้านสาขา รวมถึงข้อจำกัดในด้านการปฏิบัติงาน ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไปมาวิเคราะห์ ผู้วางแผนได้แบ่งข้อมูลของร้านสาขาทั้งหมดที่ศูนย์กระจายสินค้าต้องรับผิดชอบจัดส่งสินค้าออกเป็นกลุ่มย่อยๆ หลายระดับ ดังรูปที่ 3.24 เพื่อให้สะดวกต่อการจัดเส้นทางเดินรถหลักและเส้นทางเดินรถประจำวัน ดังนี้



รูปที่ 3.24 การแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็นระดับต่างๆ ในการจัดเส้นทางเดินรถหลัก

1. <u>รอบการจัดส่ง</u>

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลในด้านต่างๆ ของร้านสาขาทั้งหมด จะสามารถแบ่งรอบการจัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขาที่เหมาะสมได้ดังตารางที่ 3.1 ซึ่งมีรอบการจัดส่งทั้งหมด 9 รอบการจัดส่ง โดยรอบการจัดส่งแต่ละรอบอาจมีพื้นที่ซ้อนทับกับรอบการจัดส่งอื่นได้ ซึ่งรอบการจัดส่งที่ค่อนข้างพิเศษกว่ารอบการจัดส่งอื่น คือ รอบการจัดส่งต่างจังหวัดไกล ซึ่งทำการจัดส่งไปยังร้านสาขาเพียง 2 ร้าน ที่ตั้งอยู่บนเกาะเสม็ด ซึ่งมีระยะทางไกลและภูมิประเทศเป็นเกาะรถขนส่งต้องขึ้นเรือข้ามไปจัดส่งสินค้าบนเกาะ ทำให้รอบการจัดส่งไปยังร้านสาขาดังกล่าวมีความพิเศษกว่าการจัดส่งไปยังร้านสาขาอื่นๆ

ตารางที่ 3.1 จำนวนร้านสาขา ในแต่ละรอบการจัดส่ง

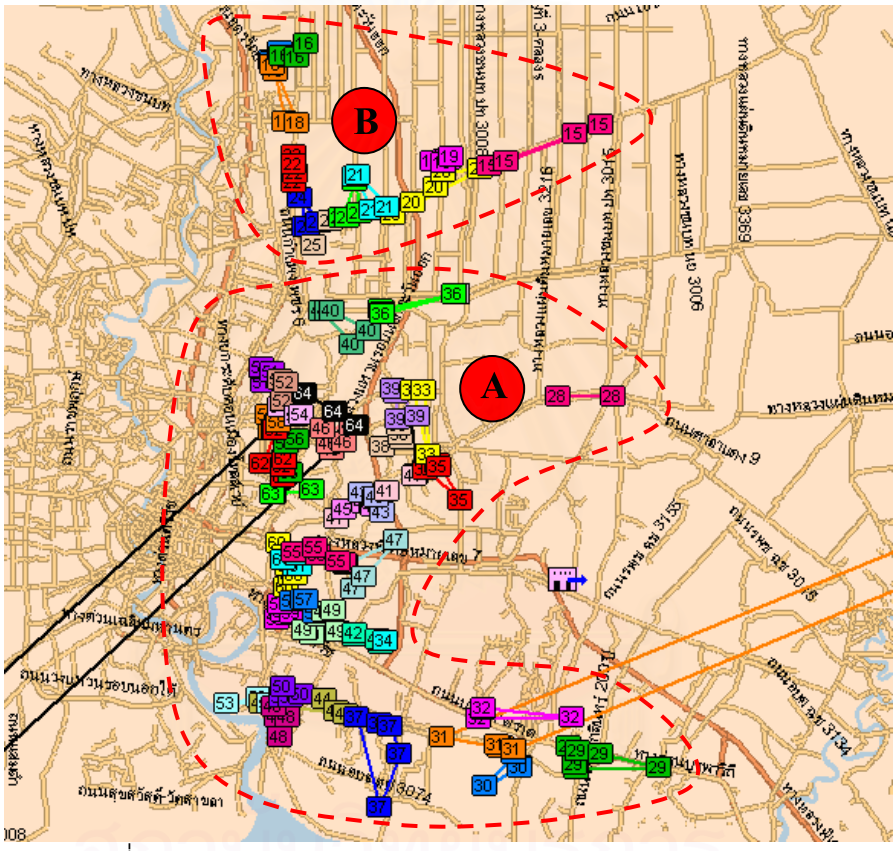
	วันในการจัดส่ง		
รอบการส่ง	จันทร์,พุธ,ศุกร์	อังคาร,พฤหัสบดี,เสาร์	จันทร์,พฤหัสบดี
กรุงเทพกลางวัน	291	314	-
กรุงเทพกลางคืน	367	344	-
ต่างจังหวัดกลางวัน	52	32	-
ต่างจังหวัดกลางคืน	157	167	-
ต่างจังหวัดไกล	-	-	2
จำนวนจุดส่งรวม	867	857	2
	1726		

2. <u>กลุ่มจุดส่งย่อย</u>

ผู้วางแผนได้แบ่งกลุ่มของจุดส่งย่อยในแต่ละรอบการจัดส่งเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถหลัก ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถวนรถขนส่งกลับมารับสินค้าไปส่งเป็นรอบที่ 2 หรือ 3 ได้ โดยในระบบการปฏิบัติงานของศูนย์กระจายสินค้าตัวอย่าง จะปล่อยรถออกจากศูนย์กระจายสินค้า ในแต่ละรอบการจัดส่งตามเลขที่สายของเส้นทางเดินรถหลัก โดยเริ่มจากเลขที่ 1 ไปจนถึงเลขที่สุดท้าย ซึ่งรอบการจัดส่งในเขตกรุงเทพมหานคร จำเป็นต้องมีการแบ่งกลุ่มจุดส่งในเขตพื้นที่ต่างๆ ของแต่ละรอบการจัดส่งออกเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อให้รถออกจากศูนย์กระจายสินค้าไปถึงยังจุดส่งได้ตามช่วงเวลาที่สามารถรับสินค้าได้และสามารถวนรถคันดังกล่าวกลับมายังศูนย์กระจายสินค้า เพื่อใช้ในการจัดส่งสินค้าไปยังจุดส่งอื่นๆ ได้ทันในรอบการจัดส่งต่างๆ ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มจุดส่งในรอบการจัดส่งแสดงในรูปที่ 3.25 ซึ่งแสดงกลุ่มการจัดส่ง 2 กลุ่ม โดยการจัดกลุ่ม

จุดส่งเข้าในเส้นทางเดินรถหลักแต่ละสาย จะสามารถสลับกันได้อย่างอิสระภายในกลุ่มจุดส่งย่อยที่แบ่งออกตามลักษณะของพื้นที่ดังกล่าว

จากรูปที่ 3.25 จะทำการจัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขาที่อยู่ภายในกลุ่ม A ก่อน เนื่องจากเป็นกลุ่มที่อยู่ใกล้ศูนย์กระจายสินค้าจึงใช้เวลาเดินทางไปส่งสินค้าและกลับมายังศูนย์กระจายสินค้าไม่มากนัก จึงสามารถใช้รถที่วนกลับมายังศูนย์กระจายสินค้าจัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขาที่อยู่ในกลุ่ม B ได้ทันในช่วงเวลาที่ร้านสามารถรับสินค้าได้ ทำให้จำนวนรถที่บริษัทต้องจ้างเพื่อใช้ในการขนส่งมีจำนวนน้อยลง โดยจำนวนกลุ่มย่อยในแต่รอบการจัดส่งได้สรุปไว้ในตารางที่ 3.2



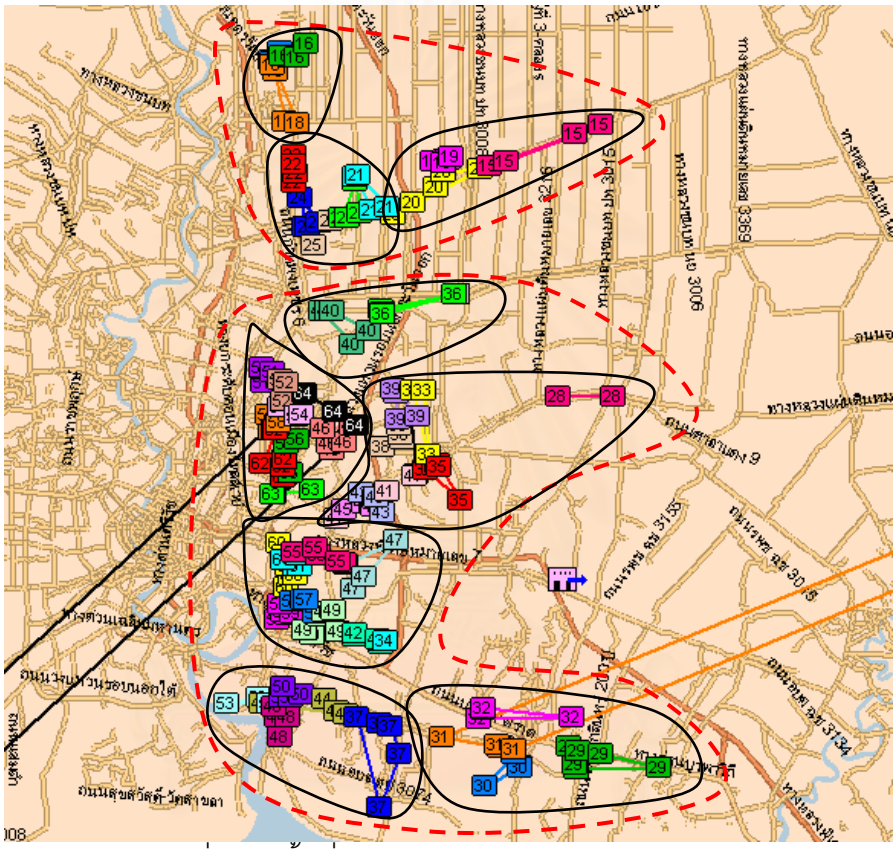
รูปที่ 3.25 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มจุดส่งย่อย 2 กลุ่ม ในรอบการจัดส่ง

ตารางที่ 3.2 กลุ่มจุดส่งย่อย ในแต่ละรอบการจัดส่ง

	วันในการจัดส่ง	
รอบการส่ง	จันทร์,พุธ,ศุกร์	อังคาร,พฤหัสบดี,เสาร์
กทม.กลางวัน	4	4
กทม.กลางคืน	4	5

3. พื้นที่การจัดส่ง

พื้นที่การจัดส่งจะถูกกำหนดโดยพนักงานผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งพิจารณาจากข้อจำกัดด้านต่างๆ เช่น ระยะทาง ช่วงเวลาการจัดส่งและความสะดวกในการเดินทางระหว่างแต่ละร้านสาขา เป็นต้น โดยพื้นที่การจัดส่งจะถูกกำหนดขึ้นภายหลังที่จัดเส้นทางเดินรถหลักแล้วเสร็จ ซึ่งจะกำหนดว่าเส้นทางเดินรถหลักเส้นใดอยู่ในพื้นที่การจัดส่งใด เพื่อใช้เป็นข้อจำกัดในการฝากสินค้าระหว่างเส้นทางเดินรถประจำวันในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ซึ่งจะกล่าวในบทต่อไป



รูปที่ 3.26 พื้นที่การจัดส่งภายในแต่ละกลุ่มจุดส่งย่อย

2.3 เวลาที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้า (Service Time Types)

เวลาในการขนถ่ายสินค้าและตรวจรับสินค้าในแต่ละร้านสาขา สำหรับศูนย์กระจายสินค้าตัวอย่างใช้เวลามาตรฐานเฉลี่ยอยู่ 1 ชั่วโมงต่อการขนถ่ายสินค้าแต่ละครั้ง ซึ่งหากต้องการให้การกำหนดเวลาการขนถ่ายสินค้ามีความถูกมากขึ้น จำเป็นต้องทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการขนถ่ายสินค้าเพิ่มเติม เพื่อสร้างแบบจำลองหาเวลาในการขนถ่ายสินค้าต่อไป

2.4 ช่วงเวลาที่จุดส่งสามารถรับสินค้าได้ (Time Window Types)

ข้อมูลรายละเอียดช่วงเวลาที่จุดส่งสามารถรับสินค้าได้ จะถูกใช้ในการสร้างเส้นทางเดินรถหลัก ให้รถขนส่งสามารถเดินทางไปถึงยังร้านสาขาในช่วงเวลาที่ร้านสาขาสามารถรับสินค้าได้ แต่สำหรับร้านสาขาของบริษัทตัวอย่าง มีช่วงเวลาที่สามารถรับสินค้าได้ค่อนข้างยาวจึงไม่เกิดปัญหาในส่วนนี้มากนัก

2.5 ประเภทรถ (Equipment Types)

รถที่ใช้ในการจัดส่งมีอยู่ 3 ประเภท ซึ่งจะสามารถใช้รถประเภทใด ในการจัดส่งไปยังร้านสาขาได้หรือไม่ ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ร้านสาขาตั้งอยู่ ดังนั้นผู้วางแผนจึงจำเป็นต้องใส่ข้อมูลประเภทที่สามารถใช้ในการจัดส่งได้ ลงในข้อมูลรายละเอียดของจุดส่งเพื่อใช้ในการวางแผนสร้างเส้นทางเดินรถหลักต่อไป

2.6 ยอดสั่งสินค้าระบุเป็นปริมาตรหรือน้ำหนัก

ในการสร้างเส้นทางเดินรถหลัก หากต้องการใช้ปริมาณการสั่งซื้อสินค้าเป็นตัวกำหนดขนาดของเส้นทางเดินรถหลัก เช่น กำหนดว่าเส้นทางเดินรถหลักแต่ละสายจะมียอดสั่งซื้อสินค้ารวมไม่เกิน 10 หน่วย ระบบจะทำการจัดกลุ่มร้านสาขาเข้ามาในเส้นทางเดินรถหลัก โดยมีเงื่อนไขว่ายอดสั่งซื้อสินค้าของร้านสาขาทั้งหมดในเส้นทางเดินรถหลักจะต้องรวมกันไม่เกิน 10 หน่วย เป็นต้น ซึ่งผู้วางแผนจำเป็นต้องใส่ข้อมูลยอดสั่งซื้อสินค้าที่คาดว่าจะเป็นค่าเฉลี่ยของการสั่งซื้อสินค้าของร้านสาขาในอนาคต เพื่อใช้ในการวางแผนสร้างเส้นทางเดินรถหลักต่อไป

ในการนำข้อมูลตำแหน่งและรายละเอียดของจุดส่ง เข้าสู่ระบบสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. นำข้อมูลเข้าระบบครั้งละจุดส่ง ใช้ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือการเพิ่มข้อมูลจุดส่งครั้งละไม่มาก เช่น การเกิดจุดส่งใหม่ในแต่ละเดือน เป็นต้น

2. นำข้อมูลเข้าระบบโดยจัดเก็บข้อมูลจำนวนมากและจัดเรียงให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันในโปรแกรม Microsoft excel แล้วแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูป Text File ในโปรแกรม Note Pad จากนั้นจึงนำข้อมูลดังกล่าวเข้าสู่ระบบ ดังรูปที่ 3.27 แสดงรูปแบบข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบ โดยในรูปที่ 3.27 มีข้อมูลที่ต้องการนำเข้าสู่ระบบทั้งหมด 6 ประเภท ดังนี้

1. สดมภ์ที่ 1 แสดงรหัสร้านสาขา (Location ID)
2. สดมภ์ที่ 2 แสดงรหัสสายรถเดิม (Territory ID)
3. สดมภ์ที่ 3 แสดงประเภทรถ (Equipment Types) ซึ่งค่า 1 ที่นำเข้าเป็น Equipment Type**s** ประเภทรถ 4 ล้อ

4. สดมภ์ที่ 4 แสดงชุดรูปแบบการจัดส่ง (Service Patterns Sets) ซึ่งตัวเลขข้อมูลที่นำเข้าเป็นประเภทของ Service Patterns Sets ที่ได้ตั้งชื่อไว้ในกระบวนการตั้งค่าพื้นฐานของระบบหัวข้อ Service Patterns Sets ที่ตรงกับรูปแบบการจัดส่งที่สามารถจัดส่งได้ของร้านสาขาดังกล่าว เช่น ค่า Service Patterns Sets 531 เป็นการตั้งชื่อโดยผู้วางแผน ซึ่ง 5 หมายถึง DC5, 3 หมายถึง จัดส่งสัปดาห์ละ 3 ครั้ง และ 1 หมายถึง การจัดส่งแบบที่ 1 ซึ่งจัดส่งทุกๆวันจันทร์ พุธ ศุกร์ เป็นต้น

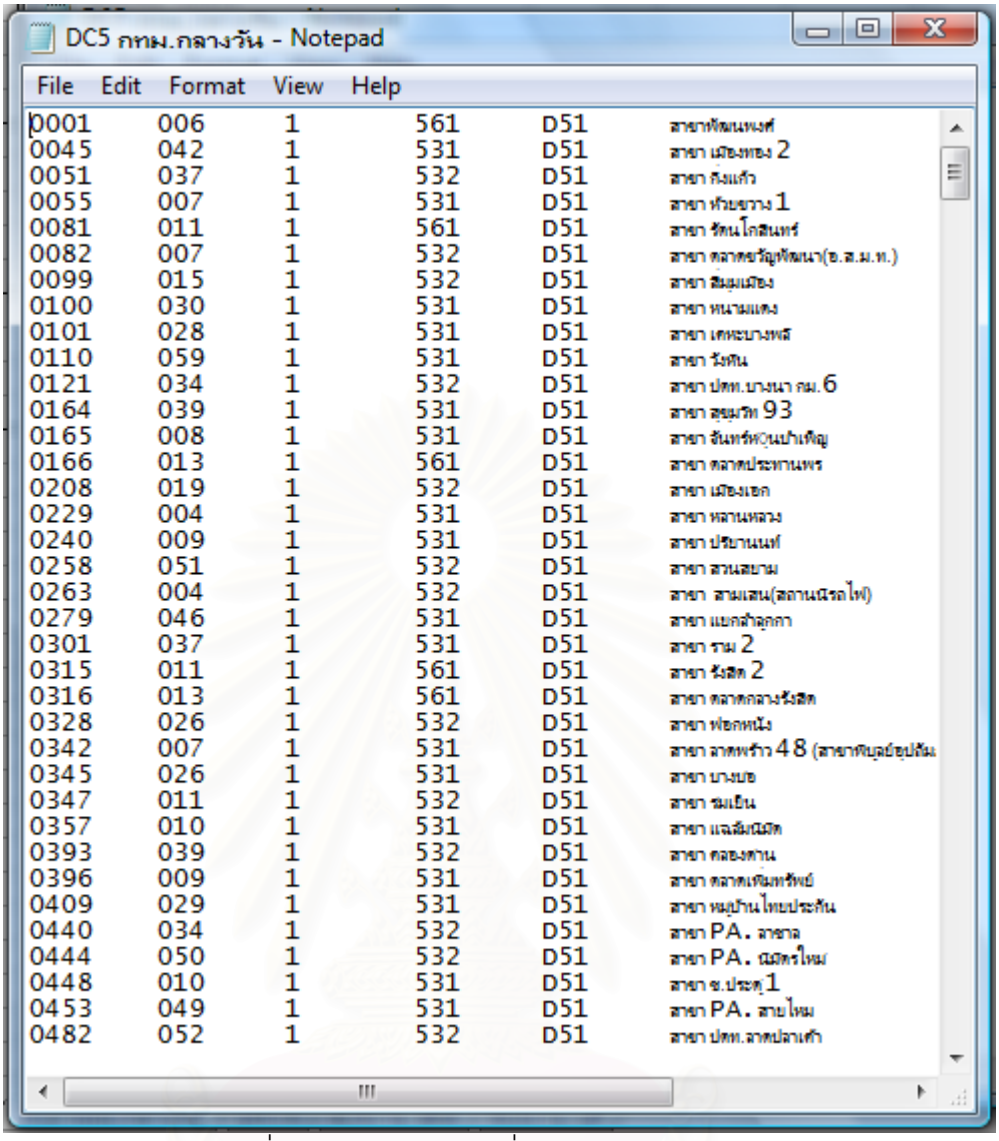
5. สดมภ์ที่ 5 แสดงช่วงเวลาที่จุดส่งสามารถรับสินค้าได้ (Time Window Types) ซึ่งตัวเลขข้อมูลที่นำเข้าเป็นประเภทของ Time Window Types ที่ได้ตั้งชื่อไว้ในกระบวนการตั้งค่าพื้นฐานของระบบหัวข้อ Time Window Types ที่ตรงกับช่วงเวลาที่สามารถรับสินค้าได้ของร้านสาขาดังกล่าว

6. สดมภ์ที่ 6 แสดงชื่อร้านสาขา (Location Description)

วิธีการนี้สามารถนำข้อมูลเข้าได้ครั้งละจำนวนมาก จึงเหมาะกับการนำข้อมูลจุดส่งเข้าระบบครั้งแรกหรือมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลครั้งละมากๆ

3.2.3 กระบวนการวิเคราะห์และสร้างเส้นทางเดินรถหลัก

ในการสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลักจำเป็นต้องคำนึงถึงข้อจำกัดด้านต่างๆ ในการปฏิบัติงานของทั้งศูนย์กระจายสินค้าและจุดส่งสินค้า เพื่อให้เส้นทางเดินรถหลักที่สร้างขึ้น โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีความสมจริงและสามารถนำมาใช้ปฏิบัติงานได้จริง โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลข้อจำกัดในการปฏิบัติงานด้านต่างๆ เข้าสู่ระบบในขั้นตอนการตั้งค่าพื้นฐานของระบบและขั้นตอนการกำหนดรายละเอียดของแต่ละจุดส่ง ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.1 และ 3.2.2 ตามลำดับ นอกจากนี้การสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลักยังจำเป็นต้องคำนึงถึงข้อจำกัดในการนำเส้นทางเดินรถหลักที่สร้างขึ้นไปใช้ในการปฏิบัติงาน เนื่องจากการกระจายงานให้กับผู้รับเหมาเดินรถ ผู้วางแผนจะใช้เส้นทางเดินรถหลักในการแบ่งความรับผิดชอบ การเปลี่ยนแปลงจำนวนสายของเส้นทางเดินรถหลักจึงเป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยง นอกจากกรณีที่มีความจำเป็นหรือมีความเหมาะสมเท่านั้น โดยจำนวนสายของแต่ละรอบการจัดส่งแสดงไว้ในตารางที่ 3.3 ซึ่งในการวางแผนสร้างเส้นทางเดินรถหลักสำหรับศูนย์กระจายสินค้าตัวอย่าง ต้องการให้แต่ละเส้นทางเดินรถหลักมีจำนวนร้านสาขาเท่ากัน เพื่อความเท่าเทียมกันในการแบ่งปริมาณงานให้แก่ผู้รับเหมา การสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลักในงานวิจัยครั้งนี้ จึงจะยึดจำนวนสายของเส้นทางเดินรถเดิมเป็นค่าเริ่มต้นและตั้งค่าให้โปรแกรมจัดเส้นทางเดินรถหลัก ให้มีจำนวนร้านสาขาเท่าๆ กัน



รูปที่ 3.27 รูปแบบข้อมูลที่ใช้ในการนำเข้าสู่ระบบ

ตารางที่ 3.3 จำนวนสายเส้นทางเดินรถหลัก ในแต่ละรอบการจัดส่ง

	วันในการจัดส่ง		
รอบการส่ง	จันทร์,พุธ,ศุกร์	อังคาร,พฤหัสบดี,เสาร์	จันทร์,พฤหัสบดี
กทม.กลางวัน	63	63	-
กทม.กลางคืน	78	77	-
ตจว.3รอบกลางวัน	12	11	-
ตจว.3รอบกลางคืน	31	34	-
ตจว.ไกล2รอบ	-	-	1

สำหรับการตั้งค่าข้อจำกัดในการสร้างเส้นทางเดินรถหลักสามารถตั้งค่าข้อจำกัดได้หลายรูปแบบ โดยรูปที่ 3.28 แสดงส่วนการตั้งค่าข้อจำกัดในการสร้างเส้นทางเดินรถหลักของโปรแกรม ซึ่งผู้วางแผนสามารถเลือกข้อจำกัดได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

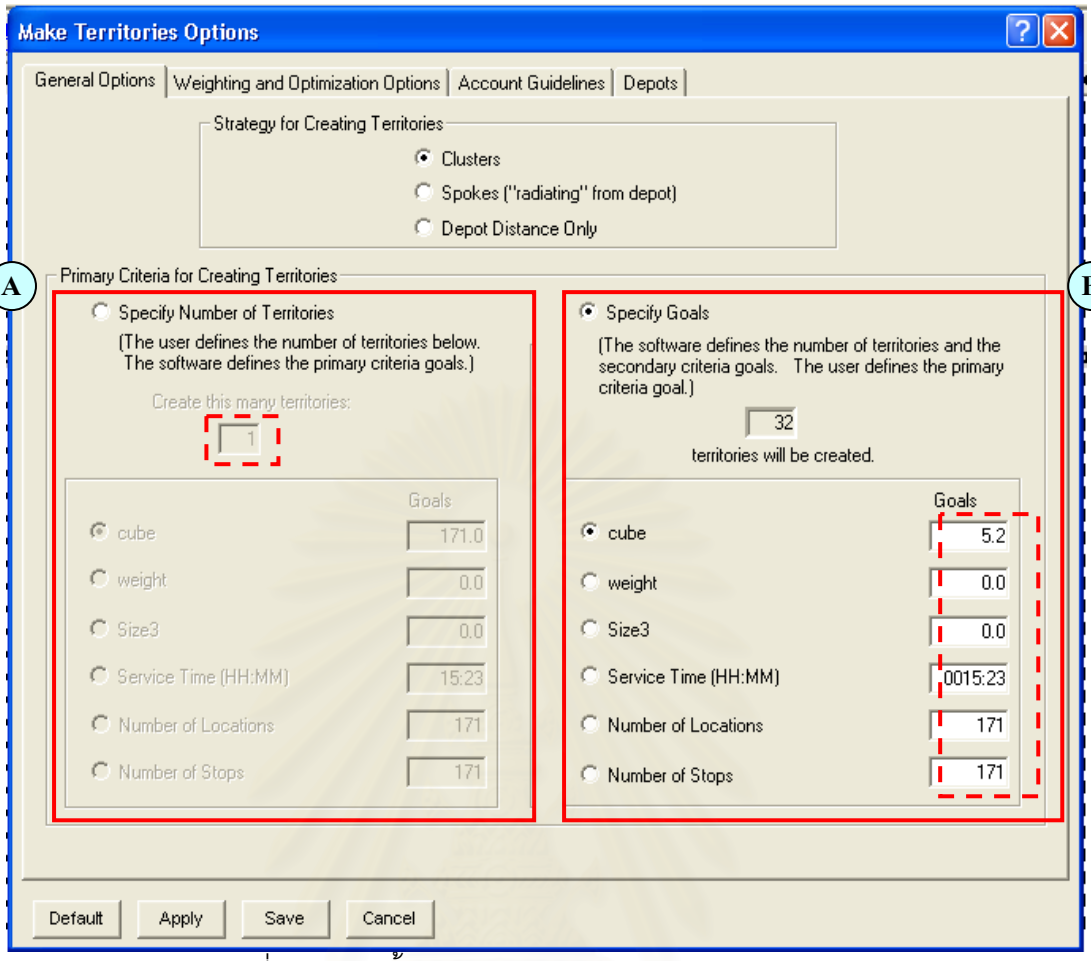
1. กำหนดจำนวนเส้นทางเดินรถหลักที่ต้องการ

ผู้วางแผนสามารถระบุจำนวนเส้นทางเดินรถหลักที่ต้องการ โดยใส่จำนวนเส้นทางเดินรถหลักที่ต้องการลงในกรอบสี่เหลี่ยมเส้นประในส่วน A ของรูปที่ 3.28 เมื่อระบบทราบจำนวนเส้นทางเดินรถหลักที่ต้องการ ระบบจะจัดเส้นทางเดินรถหลักให้มีจำนวนเท่ากับเส้นทางเดินรถหลักที่ผู้วางแผนต้องการ โดยการจัดจะพยายามรักษาสมดุลในด้านต่างๆ ภายในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักให้มีค่าใกล้เคียงกัน เช่น จำนวนจุดรับสินค้า ปริมาตรสินค้าที่ต้องจัดส่งรวม เป็นต้น

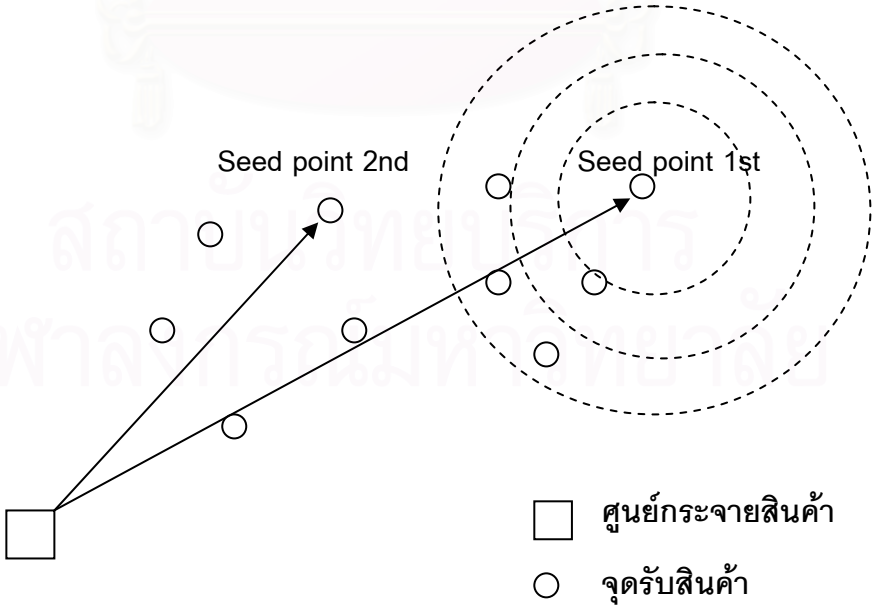
2. กำหนดค่าข้อจำกัดในแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก

ผู้วางแผนสามารถระบุค่าข้อจำกัดที่ต้องการในแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก เช่น จำนวนจุดรับสินค้า น้ำหนักสินค้าที่ต้องจัดส่งรวม เป็นต้น ในกรอบสี่เหลี่ยมเส้นประในส่วน B ของรูปที่ 3.28 เพื่อให้ระบบใช้เป็นข้อจำกัดในการจัดเส้นทางเดินรถหลัก ให้ภายในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักมีค่าข้อจำกัดใกล้เคียงแต่ไม่เกินค่าที่ตั้งไว้ สำหรับการตั้งค่าในรูปแบบนี้ ระบบจะแจ้งจำนวนเส้นทางเดินรถหลักโดยประมาณที่จะเกิดหลังจากการจัดเส้นทางเดินรถหลัก ให้แก่ผู้วางแผนทราบในทันทีที่ผู้วางแผนตั้งค่าข้อจำกัดในแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก

เมื่อนำข้อมูลและข้อจำกัดต่างๆ เข้าสู่ระบบครบถ้วนแล้ว ระบบจะสามารถจัดกลุ่มจุดส่งหรือสร้างเส้นทางเดินรถหลัก โดยการประยุกต์เทคนิคการแก้ไขปัญหาเส้นทางแบบฮิวริสติก (Heuristics) ที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 2 โดยการจัดกลุ่มจุดรับสินค้าก่อนแล้วจึงจัดเส้นทางเดินรถ (Cluster First-Route Second) โดยเริ่มจัดกลุ่มจุดส่งที่อยู่บริเวณรอบๆ จุดส่งที่อยู่ไกลจากศูนย์กระจายสินค้าที่สุด (Seed Point) โดยค่อยๆ เพิ่มจุดส่งที่อยู่ใกล้จุด Seed Point มากที่สุด เข้าไปในกลุ่มทีละจุด จนจำนวนจุดส่งในกลุ่มที่สร้างขึ้นเท่ากับจำนวนจุดส่งที่ตั้งเอาไว้ ดังแสดงในรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.28 การตั้งค่าข้อจำกัดในการสร้างเส้นทางเดินรถหลัก

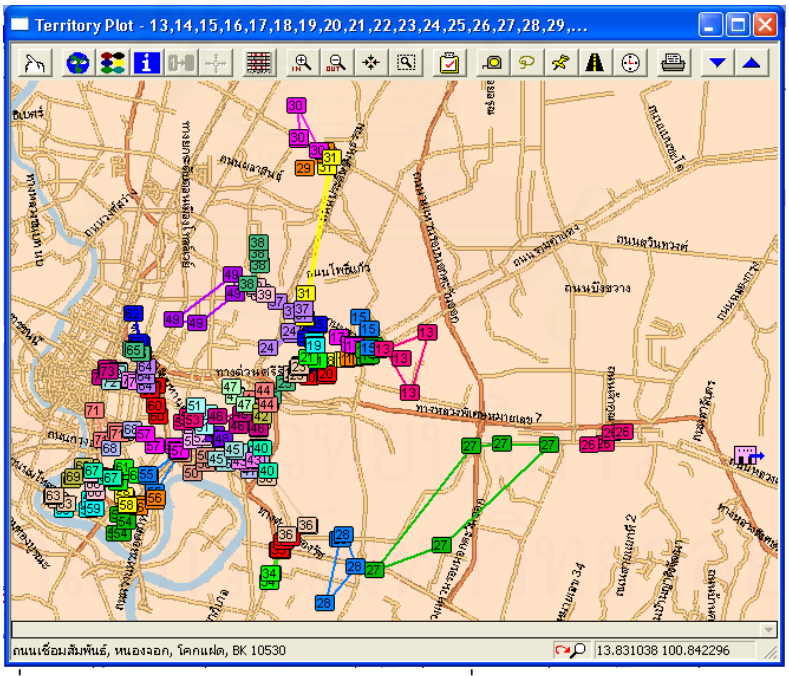


รูปที่ 3.29 การจัดกลุ่มลูกค้าบริเวณรอบๆ ลูกค้าที่อยู่ไกลที่สุดจากศูนย์กระจายสินค้า

ทั้งนี้ระบบสามารถแสดงผลเส้นทางเดินรถหลักที่ได้ในหลายรูปแบบ เช่น ข้อมูลในไฟล์ Excel ดังแสดงในตารางที่ 3.4 และแผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งจุดส่งและกลุ่มของร้านสาขาในเส้นทางเดินรถหลัก ดังแสดงในรูปที่ 3.30 เป็นต้น

ตารางที่ 3.4 การแสดงผลเส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากแบบจำลองในรูปตารางข้อมูล

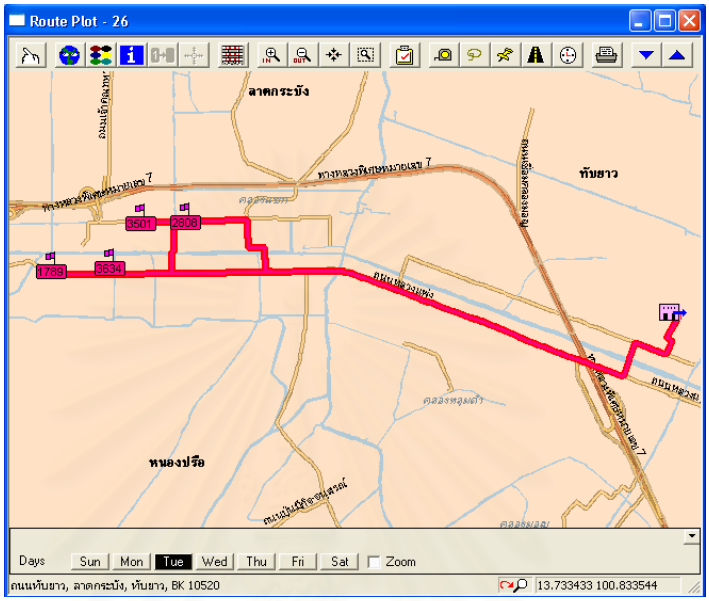
Territory Id	Location ID	Description	Equipment Type Id
001	0529	สาขา ร.พ.ราชวิถี	DC5_4WHL
001	1018	สาขา BOOTH ร.พ.ราชวิถี 2	DC5_4WHL
001	1192	สาขา ร.พ.พระมงกุฎ 2	DC5_4WHL
001	1691	สาขา เกษมสันต์ 1	DC5_4WHL
001	2028	สาขา ศูนย์การแพทย์สิริกิติ	DC5_4WHL
001	3259	สาขา เดือนเด่น	DC5_4WHL
002	0009	สาขา ประตูน้ำ	DC5_4WHL
002	0367	สาขา เพชรบุรี 39 (สาขามักก	DC5_4WHL
002	0739	สาขา ใบหยก	DC5_4WHL
002	0767	สาขา สี่แยกราชเทวี	DC5_4WHL
002	1453	สาขา แอมบาสซี่เพลส	DC5_4WHL



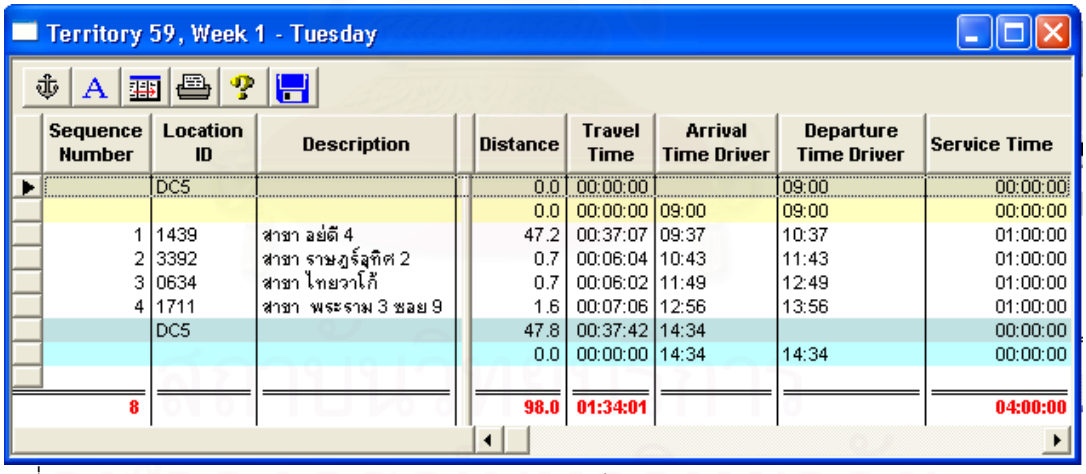
รูปที่ 3.30 การแสดงผลเส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากแบบจำลองในรูปแผนที่

เมื่อได้เส้นทางเดินรถหลักมาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการหาเส้นทางที่สามารถเดินทางไปจัดส่งสินค้ายังร้านสาขาต่างๆ ภายในเส้นทางเดินรถหลักที่สร้างขึ้น ให้มีระยะทางรวมน้อยที่สุด โดยโปรแกรมจะสร้างเส้นทางเดินรถให้มีลักษณะคล้ายหยดน้ำ (Teardrop Shape) และไม่มีการ

ตัดกันของเส้นทางเดินรถ ดังที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 2 โดยโปรแกรมสามารถแสดงผลแผนที่เส้นทางเดินรถที่เหมาะสมในแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก ดังแสดงในรูปที่ 3.31 รวมถึงระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ดังแสดงในรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.31 การแสดงผลเส้นทางเดินรถจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังกลุ่มลูกค้า



Sequence Number	Location ID	Description	Distance	Travel Time	Arrival Time Driver	Departure Time Driver	Service Time
	DC5		0.0	00:00:00		09:00	00:00:00
			0.0	00:00:00	09:00	09:00	00:00:00
1	1439	สาขา อย่ดี 4	47.2	00:37:07	09:37	10:37	01:00:00
2	3392	สาขา ราษฎร์อุทิศ 2	0.7	00:06:04	10:43	11:43	01:00:00
3	0634	สาขา ไทยวาโก้	0.7	00:06:02	11:49	12:49	01:00:00
4	1711	สาขา พระราม 3 ซอย 9	1.6	00:07:06	12:56	13:56	01:00:00
	DC5		47.8	00:37:42	14:34		00:00:00
			0.0	00:00:00	14:34	14:34	00:00:00
8			98.0	01:34:01			04:00:00

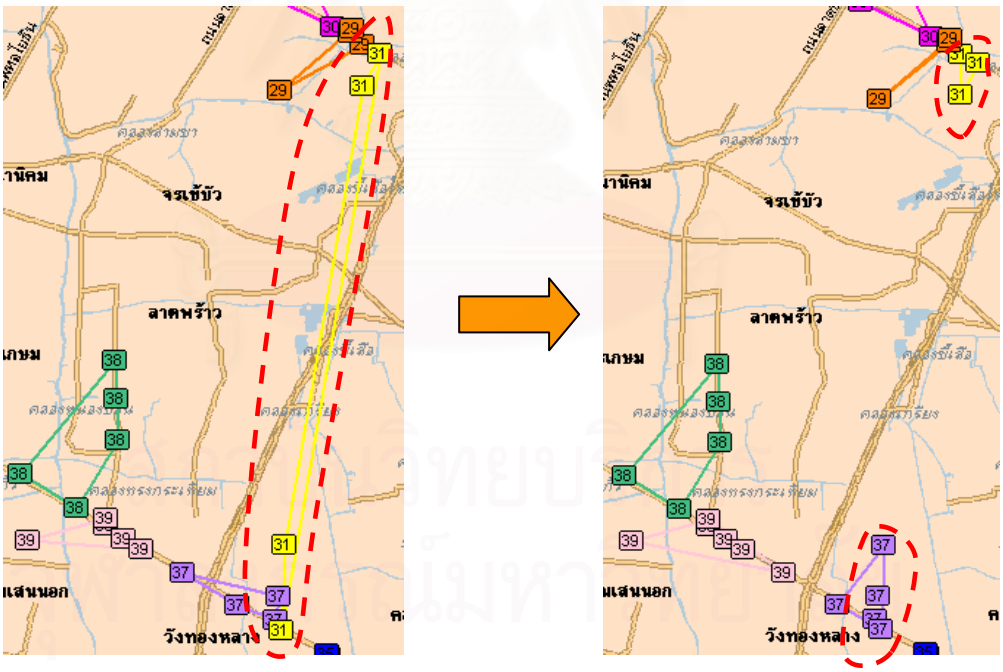
รูปที่ 3.32 การแสดงผลระยะทางและเวลาการเดินทางไปยังลูกค้าในเส้นทางเดินรถหลักแต่ละสาย

3.2.4 การวิเคราะห์และปรับปรุงเส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากแบบจำลอง

เส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากแบบจำลอง อาจยังมีความไม่เหมาะสมบางประการ ในการนำไปปฏิบัติงานจริงหรือยังสามารถปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพได้ เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีข้อจำกัดบางประการที่ยังไม่สอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริงและไม่มีความยืดหยุ่นในด้านการผ่อนปรนข้อจำกัดบางประการ ในการจัดเส้นทางเดินรถหลักเหมือนการจัดด้วยพนักงาน กล่าวคือ

โปรแกรมจะจัดเส้นทางเดินรถหลัก โดยจัดให้ทุกๆ เส้นทางเดินรถหลักมีจำนวนร้านสาขาภายในเส้นทางเดินรถหลักเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ โดยไม่คำนึงถึงความเหมาะสมในด้านอื่นๆ ที่อาจเป็นปัจจัยที่ทำให้ แต่ละเส้นทางเดินรถหลักอาจมีจำนวนร้านสาขาไม่เท่ากับค่าที่ตั้งไว้ ดังนั้นเมื่อได้เส้นทางเดินรถหลักจากแบบจำลอง จึงต้องนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงเพิ่มเติม ซึ่งสามารถแบ่งวิธีการปรับปรุงออกได้เป็น 2 วิธีการหลักดังนี้

1. การย้ายร้านในเส้นเดินรถหลักที่อยู่ห่างกันไปไว้ ในเส้นเดินรถหลักอื่นที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน ซึ่งทำให้ระยะทางรวมลดต่ำลง ดังแสดงในรูปที่ 3.33 เป็นการย้ายร้านในเส้นทางเดินรถหลักที่ 31 ที่อยู่ห่างจากกลุ่มร้านอื่นๆ ในเส้นทางเดินรถหลักเดียวกัน ไปอยู่กับเส้นทางเดินรถหลักที่ 37 ซึ่งอยู่ใกล้เคียงกับกลุ่มร้านดังกล่าว แม้วิธีการนี้จะทำให้จำนวนร้านสาขาในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักจำนวนไม่เท่ากัน ซึ่งอาจเกิดปัญหาในการแบ่งความรับผิดชอบให้แก่ผู้รับเหมาเดินรถ แต่หากระยะทางที่ลดลงหลังจากปรับปรุง มีค่ามากจนเป็นที่น่าพอใจ ก็จำเป็นต้องยอมให้เส้นทางเดินรถหลักมีจำนวนร้านสาขาไม่เท่ากัน

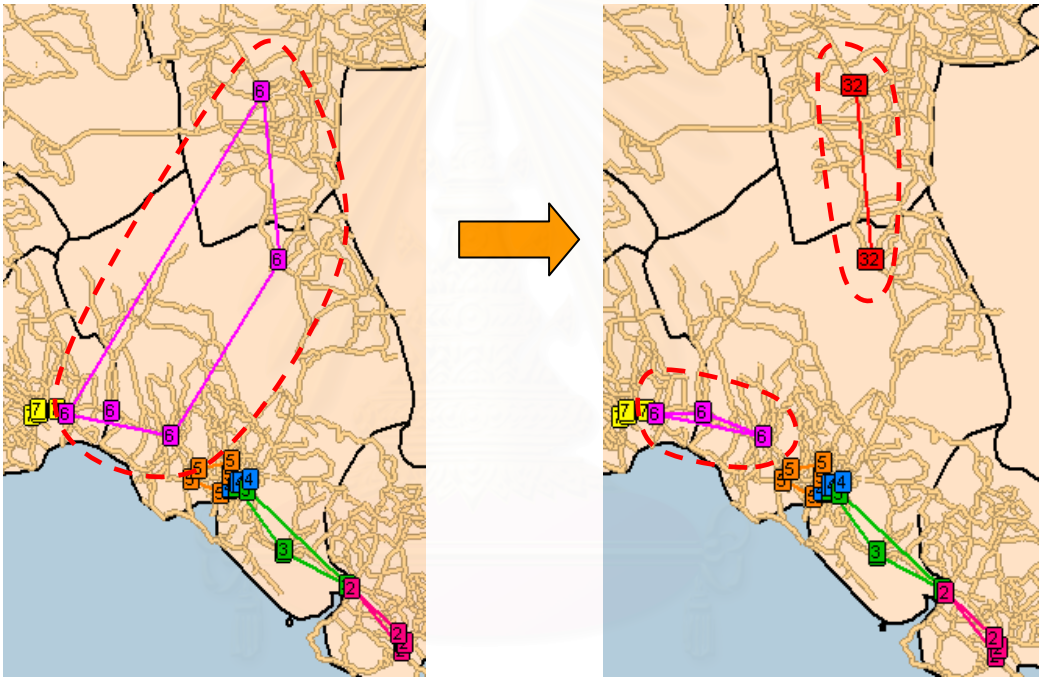


รูปที่ 3.33 การย้ายร้านในสายเดินรถที่อยู่ห่างกันไปไว้ในสายเดินรถที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน

2. การเพิ่มเส้นทางเดินรถหลัก เมื่อมีร้านในเส้นทางเดินรถหลักเดิมอยู่ห่างกันมากและไม่มีเส้นทางเดินรถหลักสายอื่นอยู่ในบริเวณใกล้เคียง ดังแสดงในรูปที่ 3.34 ตามหลักการที่ว่า “ลูกค้าที่อยู่ห่างจากกลุ่มลูกค้ารายอื่นๆ และมีความต้องการสินค้าต่ำ จะต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง

หากใช้รถบรรทุกขนาดใหญ่ในการจัดส่งร่วมกับกลุ่มลูกค้ารายอื่นๆ ดังนั้นจึงควรใช้รถบรรทุกขนาดเล็กในจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้ารายดังกล่าว” ตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 ซึ่งจากรูปที่ 3.34 ในเส้นทางเดินรถหลักที่ 6 มีร้านที่อยู่ห่างจากกลุ่มร้านอื่นๆ อยู่จำนวน 2 ร้าน โดยร้าน 2 ร้านดังกล่าวไม่มีเส้นทางเดินหลักอื่นๆ ที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มเส้นทางเดินรถหลักสายใหม่ ซึ่งก็คือเส้นทางเดินรถหลักที่ 32 ไปทำการจัดส่งสินค้าให้กับร้านทั้ง 2 ร้านดังกล่าว เพื่อให้ระยะทางการขนส่งโดยรวมลดลง

ทั้งนี้การปรับปรุงเพิ่มเติมมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อให้เส้นทางเดินรถหลักที่ได้ มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้จริง

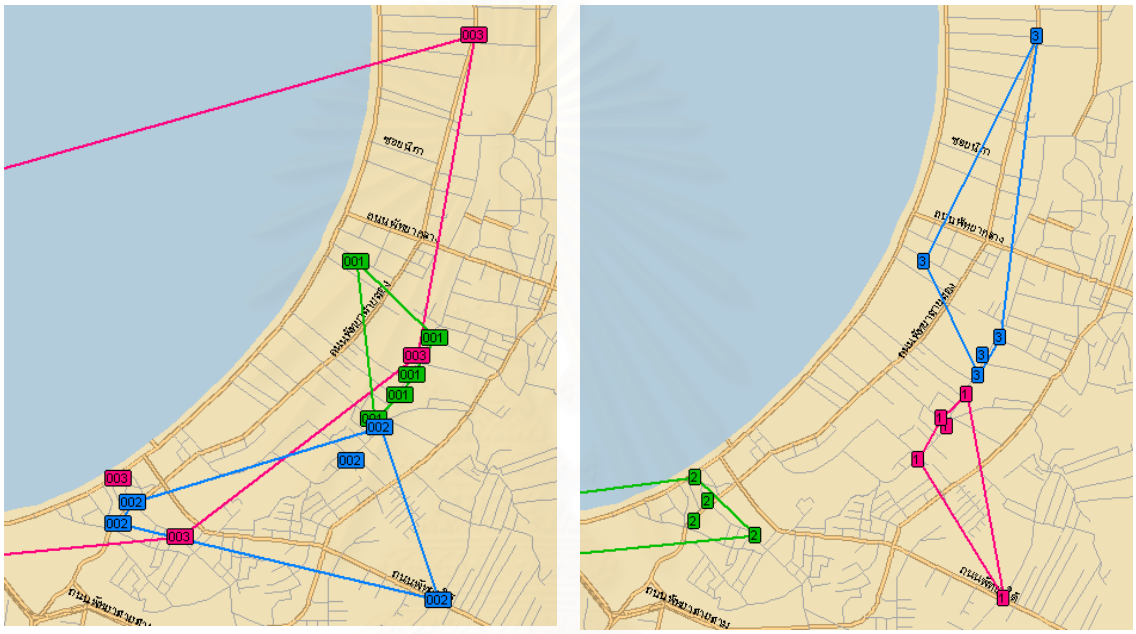


รูปที่ 3.34 การเพิ่มสายเดินรถ เมื่อมีร้านในสายเดินรถเดิมอยู่ห่างกันมาก

3.3 การวิเคราะห์ผลการจัดเส้นทางเดินรถหลักด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีระยะทางรวมน้อยกว่าเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงานดังแสดงในตารางที่ 3.5 เนื่องมาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถจัดกลุ่มจุดส่งได้ดีกว่าพนักงาน โดยเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงานมีการซ้อนทับกันของพื้นที่รับผิดชอบของแต่ละเส้นทางเดินรถดังแสดงในรูปที่ 3.35 ทำให้ระยะทางรวมสูงกว่าเส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ 3.35 เส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงานมีการซ้อนทับกันระหว่างเส้นทางเดินรถหลักที่ 003 กับเส้นทางเดินรถหลักที่ 001 และ 002 เนื่องมาจากพนักงานไม่สามารถจดจำตำแหน่งของร้านสาขาได้ครบถ้วน ในการจัดเส้นทางเดินรถหลักสำหรับร้านสาขาที่ไม่ทราบตำแหน่งแน่ชัด พนักงานจึงใช้เพียงเขตการปกครองของร้านสาขา เช่น ตำบล อำเภอ เป็นต้น เป็นตำแหน่งคร่าวๆ ในการจัดเส้นทางเดินรถหลักเท่านั้น แต่สำหรับเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถลดปัญหาการซ้อนทับกันของเส้นทางเดินรถหลักลงได้



จัดโดยพนักงาน **จัดโดยโปรแกรม**

รูปที่ 3.35 ลักษณะเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงานและโปรแกรม

จากตารางที่ 3.5 ระยะทางรวมของเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงานเท่ากับ 138,249.77 กิโลเมตร แต่สำหรับเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และผ่านการปรับปรุงโดยพนักงานมีระยะทางรวมเท่ากับ 134,571.81 กิโลเมตร ซึ่งน้อยกว่าระยะทางรวมของเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงานอยู่ 3,677.96 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 2.66 ของระยะทางรวม สำหรับสาเหตุที่ระยะทางรวมของเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยโปรแกรมน้อยกว่าระยะทางรวมของเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงานเพียงร้อยละ 2.66 เนื่องมาจากในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็นระดับต่างๆ ในการจัดเส้นทางเดินรถหลัก ตามระบบการทำงานในปัจจุบันของการจัดเส้นทางเดินรถหลักของพนักงานดังแสดงในรูปที่ 3.24 เพื่อให้เส้นทางเดินรถหลักที่ได้สามารถใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้ทันที ซึ่งการทำงานในปัจจุบันพนักงานได้นำข้อจำกัดด้านการ

ขนส่งของร้านสาขาต่างๆ เช่น รอบวันในการจัดส่ง ช่วงเวลาที่สามารถรับสินค้าได้ของร้านสาขา ประเภทรถที่สามารถใช้จัดส่งได้ เป็นต้น มาใช้ในการแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็นระดับต่างๆ ซึ่งหากนำกลุ่มของข้อมูลที่แบ่งโดยพนักงานมาใส่เป็นข้อจำกัดในการจัดเส้นทางเดินรถหลักด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยตรง จะทำให้เกิดข้อจำกัดที่ไม่จำเป็นในการจัดเส้นทางเดินรถหลัก หากนำข้อจำกัดดังกล่าวออก กล่าวคือไม่มีการแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็นระดับต่างๆ ในการจัดเส้นทางเดินรถหลัก โดยนำข้อมูลข้อจำกัดด้านการจัดส่งและรายละเอียดของแต่ละร้านสาขาเข้าสู่ระบบและให้คอมพิวเตอร์ใช้ข้อมูลดังกล่าวในการจัดเส้นทางเดินรถหลักอย่างอิสระ เส้นทางเดินรถหลักที่ได้น่าจะมีระยะทางรวมที่ลดลง

ตารางที่ 3.5 ระยะทางรวมของเส้นทางเดินรถหลัก (กิโลเมตร)

รอบการส่ง	พนักงาน		TP		TP หลังปรับปรุง	
	จ,พ,ศ	อ,พฤ,ส	จ,พ,ศ	อ,พฤ,ส	จ,พ,ศ	อ,พฤ,ส
กทม.กลางวัน	21,669.14	16262.91	21,396.57	15,791.97	21,236.01	16,015.47
กทม.กลางคืน	20,190.15	18028.41	20,093.01	17,912.31	19,716.93	17,673.54
ตจว.3รอบ กลางวัน	7,401.3	10086.93	7,388.76	9,970.98	7,394.88	9,970.98
ตจว.3รอบ กลางคืน	25,540.5	19070.43	25,355.4	18,371.31	25,355.4	17,208.6
ตจว.ไกล2รอบ	-	-	-	-	-	-
ระยะทางรวม	74,801.09	63448.68	74,233.74	62,046.57	73,703.22	60,868.59
	138,249.77		136,280.31		134,571.81	
ระยะทางรวมที่แตกต่าง	3,677.96					
เปอร์เซ็นความแตกต่าง	2.66					

นอกจากนี้เส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากการจัดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีจำนวนร้านสาขาใกล้เคียงกันในทุกเส้นทางเดินรถหลักมากกว่าเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงาน ซึ่งทำให้เส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมในการนำไปกำหนดความรับผิดชอบให้กับผู้รับเหมามากกว่าเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงาน

3.4 ข้อจำกัดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีข้อจำกัดในด้านต่างๆ ที่สำคัญดังนี้

1. โปรแกรมมีความยืดหยุ่นในการกำหนดจำนวนจุดส่งในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักต่ำ โดยโปรแกรมจะพยายามจัดให้มีจำนวนจุดส่งเท่ากันในเส้นเดินรถหลัก จึงทำให้เกิดปัญหาเส้นทางเดินรถหลักบางสายมีจุดส่งอยู่ห่างกันมากเกินความเหมาะสม จำเป็นต้องใช้พนักงานเข้ามาปรับปรุงเส้นทางเดินรถนั้น ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.2.4

2. ในบางตำแหน่งจุดส่งที่ไม่มีค่าพิกัด การจัดเส้นทางเดินรถหลักด้วยโปรแกรมจะไม่พิจารณาจุดดังกล่าว ซึ่งจากข้อมูลในตารางที่ 3.6 จำนวนจุดส่งของทุกๆ รอบการจัดส่งที่จัดเส้นทางเดินรถหลักโดยพนักงานมีจำนวน 1,724 จุดส่ง แต่สำหรับเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยโปรแกรมมีจำนวนจุดส่งรวม 1,688 จุดส่ง พบว่าจุดส่งที่ยังไม่มีพิกัด รวมทั้งหมดจากทุกๆ รอบการจัดส่ง ซึ่งหาได้จากจำนวนจุดส่งรวมที่จัดโดยพนักงานลบด้วยจำนวนจุดส่งรวมที่จัดโดยโปรแกรมมีจำนวน 36 จุด คิดเป็นร้อยละ 2.09 ของจุดส่งทั้งหมด ซึ่งเมื่อได้เส้นทางเดินรถหลักจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาแล้ว จำเป็นต้องใช้พนักงานเข้ามาช่วยวิเคราะห์ว่าจุดที่ไม่มีค่าพิกัดดังกล่าวว่าเหมาะสมที่จะอยู่ในเส้นทางเดินรถหลักเส้นใด เพื่อให้เส้นทางเดินรถหลักครอบคลุมจุดส่งทั้งหมด

ตารางที่ 3.6 จำนวนจุดส่งในแต่ละรอบการจัดส่ง

รอบการส่ง	พนักงาน		TP		TP หลังปรับปรุง	
	จ,พ,ศ	อ,พฤ,ส	จ,พ,ศ	อ,พฤ,ส	จ,พ,ศ	อ,พฤ,ส
กทม.กลางวัน	291	314	284	307	291	314
กทม.กลางคืน	367	344	362	338	367	344
ตจว.3รอบ กลางวัน	52	32	52	32	52	32
ตจว.3รอบ กลางคืน	157	167	153	160	157	167
จำนวนจุดส่ง	867	857	851	837	867	857
	1724		1688		1724	

3. ความเร็วเฉลี่ยของถนนแต่ละเส้นที่ใช้ในการคำนวณเวลาการเดินทางเป็นค่าตายตัว ดังนั้นเวลาการเดินทางที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมจึงอาจมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากสภาพการจราจรในสภาพความเป็นจริงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

4. ในเขตพื้นที่ที่มีข้อจำกัดสูง เช่น กรุงเทพมหานคร เป็น การตั้งค่าข้อจำกัดต่างๆ เข้าสู่ระบบใช้ทำได้ยากและใช้เวลานาน

3.5 แนวทางการนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาการจัดเส้นทางเดินรถหลักไปประยุกต์ใช้

จากการศึกษาขั้นตอนการวางแผนการจัดเส้นทางเดินรถหลักของพนักงานและหลักการการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเส้นทางเดินรถหลัก พบว่าสำหรับองค์กรที่มีลักษณะปัญหาคล้ายคลึงกับลักษณะปัญหาของบริษัทตัวอย่าง อาจนำวิธีการจัดเส้นทางเดินรถหลักมาประยุกต์ใช้ได้ โดยรวบรวมข้อจำกัดในด้านการจัดส่งของแต่ละจุดรับสินค้าและข้อจำกัดด้านการปฏิบัติงานของศูนย์กระจายสินค้า เพื่อใช้ในการแบ่งกลุ่มจุดรับสินค้าออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ในระดับภาพรวมก่อน เพื่อแบ่งปัญหาใหญ่ในภาพรวมออกเป็นปัญหาย่อยๆ ที่มีขนาดเล็กลง ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการแก้ปัญหา จากนั้นจึงจัดเก็บค่าพิกัดของจุดรับสินค้า เพื่อนำมาใช้ในการพิจารณาจัดเส้นทางเดินรถหลักภายในกลุ่มย่อยที่สร้างขึ้น ซึ่งการสร้างเส้นทางเดินรถหลัก หากองค์กรไม่มีโปรแกรมที่สามารถจัดเส้นทางเดินรถหลักได้ อาจประยุกต์ใช้โปรแกรมทางภูมิศาสตร์ เช่น Digital Mapหรือ Arc GIS เป็นต้น มาใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถหลัก โดยการระบุตำแหน่งของจุดรับสินค้าลงบนแผนที่ ซึ่งจะทำให้เห็นการกระจายตัวของจุดรับสินค้าได้อย่างชัดเจนมากขึ้น จากนั้นอาจเขียนโปรแกรมขึ้นมาช่วยในการจัดกลุ่มของจุดรับสินค้าที่อยู่ใกล้กันให้อยู่ในเส้นทางเดินรถหลักเดียวกัน โดยอ้างอิงจากค่าพิกัดของจุดรับสินค้า หรือหากขนาดปัญหาขององค์กรไม่ใหญ่มากนัก อาจใช้พนักงานจัดเส้นทางเดินรถหลัก โดยการแบ่งกลุ่มจุดรับสินค้าที่อยู่ใกล้กันไว้ด้วยกัน โดยพิจารณาจากตำแหน่งในแผนที่ที่สร้างขึ้น สำหรับหลักเกณฑ์ด้านจำนวนจุดรับสินค้าภายในเส้นทางเดินรถหลักขึ้นอยู่กับลักษณะการปฏิบัติงานและการนำไปปฏิบัติงาน ซึ่งจำนวนจุดรับสินค้าอาจจะพิจารณาได้จากหลายปัจจัย เช่น ปริมาณยอดสั่งซื้อสินค้ารวมภายในเส้นทางเดินรถหลัก เวลาและระยะทางรวมในการเดินทางในแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
การสร้างเส้นทางการเดินรถประจำวัน

การพัฒนาแบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวัน สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนหลักได้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการจัดเส้นทางเดินประจำวันในปัจจุบัน
2. สร้างแบบจำลองในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพและความเหมาะสมของแต่ละแบบจำลอง
4. การประยุกต์ใช้แบบจำลองในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน

4.1 การจัดเส้นทางเดินรถประจำวันในปัจจุบัน

การจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน คือ การนำเส้นทางเดินรถหลักที่จัดไว้ในแต่ละเดือนมาเป็นแม่แบบในการจัดรถขนส่งสินค้าไปยังกลุ่มลูกค้าตามยอดการสั่งสินค้าในแต่ละวัน โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อให้สามารถจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้าได้อย่างครบถ้วน
2. เพื่อให้การจัดส่งสินค้า มีการใช้ประโยชน์จากรถขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้ต้นทุนค่าขนส่งในแต่ละวันต่ำที่สุด

การจัดเส้นทางเดินรถประจำวันมีรถที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าอยู่ 3 ประเภท โดยรถแต่ละประเภทมีความสามารถในการบรรทุกด้านปริมาตรและด้านน้ำหนักบรรทุก ที่กำหนดเป็นค่าสูงสุดในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นของการจัดสินค้าขึ้นรถ ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งปริมาตรและน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่รถสามารถบรรทุกได้จะสูงกว่าค่าในตารางที่ 4.1 อีกประมาณ 5 %

ตารางที่ 4.1 ความสามารถในการบรรทุกของรถแต่ละประเภท

ประเภทรถ	ปริมาตรบรรทุก (ลบ.ม.)	น้ำหนักบรรทุก (กก.)
รถ 4 ล้อ	5.2	1,800
รถบรรทุก 6 ล้อ	17	6,500
รถบรรทุก 6 ล้อ จัมโบ้	21	7,500

การเลือกใช้รถประเภทใดในการจัดส่งสินค้า ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ ซึ่งแบ่งประเภทรถในการจัดส่งในพื้นที่ต่างๆ ดังนี้

1. ใช้รถ 4 ล้อ ในการจัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขาที่อยู่ในพื้นที่กรุงเทพและพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านการจราจรหรือด้านอื่นๆ เช่น ตัวเมืองพัทยาและปริมณฑล เป็นต้น สำหรับเส้นทางเดินรถหลักที่ใช้รถ 4 ล้อในการจัดส่งสินค้าจะต้องใช้รถมากกว่า 1 คัน ในการจัดส่งสินค้าสำหรับเส้นทางเดินรถหลักนั้น

2. ใช้รถบรรทุก 6 ล้อ และรถบรรทุก 6 ล้อจัมโบ้ ในการจัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขาที่อยู่ในพื้นที่ต่างจังหวัดที่ไม่มีข้อจำกัดด้านการจราจร สำหรับเส้นทางเดินรถหลักที่ใช้รถ 6 ล้อ ในการจัดส่งสินค้าจะใช้รถเพียงคันเดียวในการจัดส่งสินค้าสำหรับเส้นทางเดินรถหลักนั้น หากเส้นทางเดินรถหลักใด มียอดสั่งสินค้ารวมสูงกว่าความสามารถในการบรรทุกของรถบรรทุก 6 ล้อ จึงจะพิจารณาใช้รถบรรทุก 6 ล้อจัมโบ้ จัดส่งสินค้าในเส้นทางเดินรถหลักนั้น

4.1.1 การจัดเส้นทางเดินรถประจำวันโดยพนักงาน

ยอดการสั่งซื้อสินค้าจากร้านสาขาจะเข้ามาในเวลาประมาณ 5.00 น. ของทุกเช้า ซึ่งรายละเอียดของยอดการสั่งซื้อสินค้าได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ยอดการสั่งซื้อสินค้าของร้านสาขา

Territory	ID	Description	Cube Full (ลบ.ม.)	Weight Full (กก.)	Cube Break (ลบ.ม.)	Weight Break (กก.)
11	81	สาขา A	1.430	403.43	0.48	58.44
11	315	สาขา B	1.609	771.60	0.56	66.56
11	347	สาขา C	2.416	707.89	0.96	125.71
11	584	สาขา D	3.109	1446.67	1.52	201.71
11	1829	สาขา E	1.346	685.64	0.32	27.49
11	2904	สาขา F	1.960	749.26	0.80	86.93
11	4121	สาขา G	1.745	740.85	0.72	114.07
12	730	สาขา H	0.880	342.56	0.48	67.61
12	1209	สาขา I	1.350	593.23	0.56	83.74
12	1534	สาขา J	1.514	464.00	0.88	113.23
12	1606	สาขา K	0.837	261.98	0.32	32.83
12	2388	สาขา L	1.848	907.93	0.96	111.73
12	4268	สาขา M	3.356	1399.29	1.52	179.47
12	1809	สาขา N	1.707	613.31	0.96	119.72

สินค้าที่ต้องทำการจัดส่งไปยังแต่ละร้านสาขา แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ดังนี้

1. สินค้าเต็มลัง (Full Case) คือ สินค้าที่จัดส่งไปยังร้านสาขายกลัง เช่น ขนมอบกรอบบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เป็นต้น

2. สินค้าคัดแยก (Break Case) คือ สินค้าที่จัดลงในลังที่รวมสินค้าหลายๆ ประเภท โดยสินค้าแต่ละประเภทจะถูกจัดลงลังรวม จำนวนเท่าใด ขึ้นอยู่กับยอดการสั่งสินค้าประเภทนั้นของร้านสาขา

เมื่อได้รับยอดการสั่งซื้อสินค้าจากร้านสาขามาแล้ว เนื่องจากในแต่ละวันมีหลายรอบการจัดส่งที่จะทำการจัดส่งก่อนและหลังตามช่วงเวลาที่สามารถรับสินค้าได้ของร้านสาขาภายในรอบการจัดส่ง พนักงานจึงจะทำการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน โดยเริ่มจัดเส้นทางเดินรถประจำวันของรอบการจัดส่งที่จะต้องเริ่มทำการจัดส่งเป็นลำดับแรกของวันก่อน แล้วจึงจัดเส้นทางเดินรถประจำวันของรอบการจัดส่งที่จะจัดส่งเป็นลำดับต่อๆ ไปของวันเป็นอันดับต่อไป โดยมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงและวิธีการของการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ดังนี้

1. ปริมาตรสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ของรถแต่ละประเภท

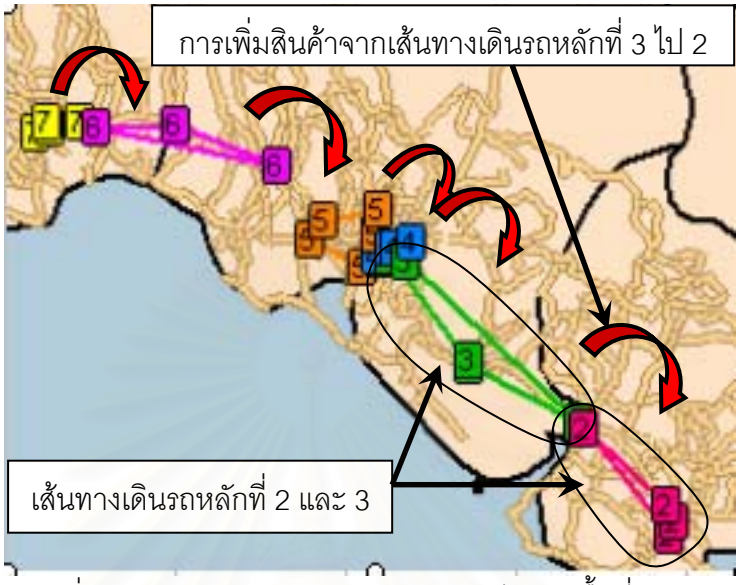
2. น้ำหนักสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ของรถแต่ละประเภท

3. การจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ต้องพยายามให้รถแต่ละคันบรรทุกสินค้าให้ใกล้เต็มความจุมากที่สุด เพื่อให้ใช้รถในการจัดส่งสินค้าในแต่ละวันน้อยที่สุด

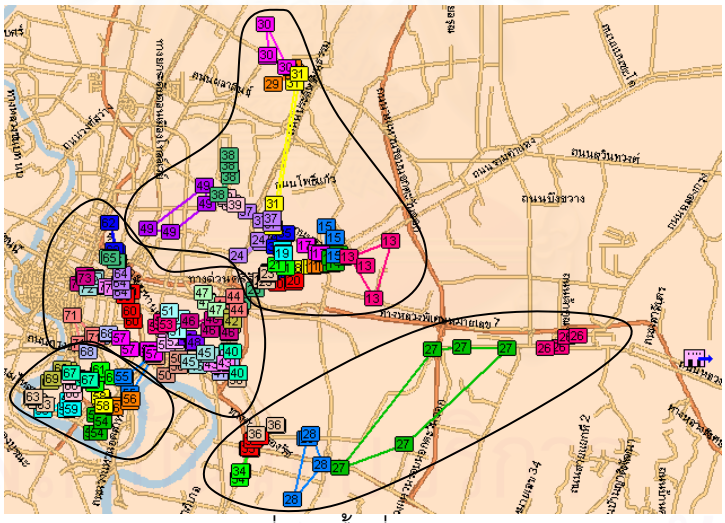
4. การจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ต้องพยายามให้ร้านสาขาแต่ละร้านได้รับการจัดส่งสินค้าทั้ง 2 ประเภท จากรถเพียงคันเดียว เพื่อลดความยุ่งยากในการติดประสานงานระหว่างร้านสาขากับรถขนส่งและลดช่วงเวลาในการรับสินค้า ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวจะสร้างความไม่สะดวกแก่ลูกค้า ในการใช้บริการ

5. กลุ่มลูกค้าที่รถแต่ละคันต้องจัดส่งสินค้า ต้องอยู่ในเส้นทางเดินรถหลักเดียวกัน เพื่อลดระยะทางการส่งสินค้ารวม แต่อย่างไรก็ตามหากรถคันใดมีความจุเหลือ ก็สามารถเพิ่มสินค้าจากเส้นทางเดินรถหลักที่ใกล้เคียงไปด้วยได้ ซึ่งรูปที่ 4.1 แสดงการเพิ่มสินค้าจากเส้นทางเดินรถหลักใกล้เคียง หากรถในเส้นทางเดินรถหลักที่ 2 ยังมีรถคันใดที่บรรทุกไม่เต็มความจุ ก็สามารถเพิ่มสินค้าจากเส้นทางเดินรถหลักที่ 3 ได้ เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากรถได้สูงที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม การฝากสินค้าระหว่างเส้นทางเดินรถหลักจะต้องไม่ทำการฝากสินค้าข้ามพื้นที่การจัดส่งที่กำหนดไว้ ซึ่งพื้นที่การจัดส่งแต่ละพื้นที่จะประกอบด้วยเส้นทางเดินรถหลักหลายๆ สาย ดังแสดงในรูปที่ 4.2 โดยพื้นที่การจัดส่งนี้ถูกกำหนดโดยพนักงานผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งพิจารณาจากข้อจำกัดด้านต่างๆ เช่น ระยะทาง ช่วงเวลาการจัดส่งและความสะดวกในการเดินทางระหว่างแต่ละร้านสาขา เป็นต้น ให้ได้พื้นที่การจัดส่งที่เหมาะสม โดยรถหนึ่งคันสามารถวิ่งจัดส่งสินค้าภายในพื้นที่การ

จัดส่งสินค้าที่กำหนดขึ้นได้ ภายในการจัดส่งหนึ่งรอบที่รถเดินทางออกจากศูนย์กระจายสินค้าตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3



รูปที่ 4.1 การเพิ่มสินค้าจากเส้นทางเดินรถหลักใกล้เคียง ในพื้นที่การจัดส่งเดียวกัน



รูปที่ 4.2 พื้นที่การจัดส่ง

4.1.2 วิเคราะห์ผลการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันโดยพนักงาน

จากการศึกษาการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันโดยพนักงานพบว่า เกิดปัญหาและความยุ่งยาก ในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งเป็นพื้นที่ซึ่งมีร้านสาขากระจายอยู่เป็นจำนวนมากและต้องใช้รถ 4 ล้อในการจัดส่ง ทำให้ในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักต้องใช้รถหลายคันในการจัดส่งสินค้า ทำให้เกิดความยุ่งยากและความผิดพลาดการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน แต่สำหรับการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันในพื้นที่ต่างจังหวัด ซึ่งสามารถ

ใช้รถ 6 ล้อหรือ 6 ล้อจัมโบ้ ในการจัดส่งได้และมีร้านสาขาการกระจายอยู่ตามเขตเมือง ในจังหวัดต่างๆ ซึ่งแบ่งกลุ่มกันอย่างชัดเจน พบว่าสามารถจัดเส้นทางเดินรถประจำวันได้ง่าย เนื่องจากจะใช้รถเพียงคันเดียว ในการจัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขาในแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก ทำให้ใช้เวลาในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันและเกิดความผิดพลาดน้อยกว่าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

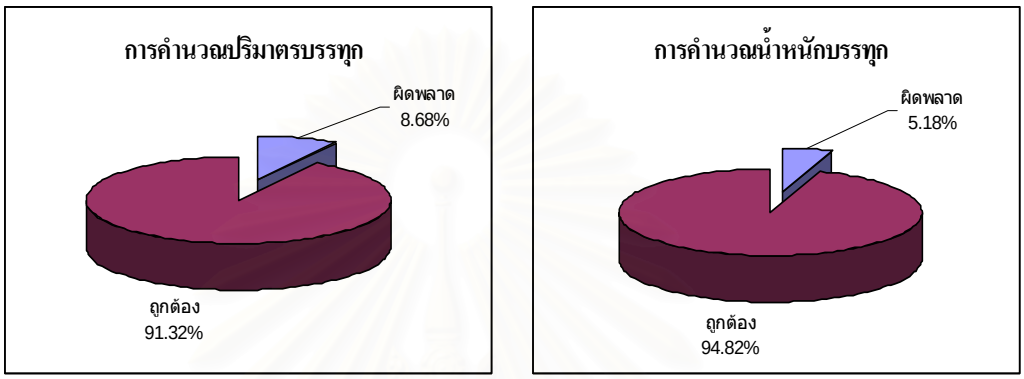
จากการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันโดยพนักงานในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล สามารถสรุปผลในด้านต่างๆ ได้ดังตารางที่ 4.3 ซึ่งพบว่าข้อจำกัดด้านความจุของรถที่สำคัญที่สุด คือ ข้อจำกัดด้านปริมาตร เนื่องจากมีปริมาณการใช้ประโยชน์เฉลี่ยด้านปริมาตรสูงกว่าการใช้ประโยชน์เฉลี่ยด้านน้ำหนักบรรทุกอยู่ประมาณร้อยละ 10 ซึ่งปริมาตรสินค้าเฉลี่ยที่บรรจุในรถแต่ละคันคิดเป็นร้อยละ 88.21 ทั้งนี้หากนำปริมาตรสูญเปล่าของรถแต่ละคันมารวมกัน จะคิดเป็นปริมาตรความจุที่สูญเปล่ารวมประมาณ 330 ลบ.ม. ในแต่ละวัน หรือหากเปรียบเทียบปริมาตรที่สูญเปล่ากับปริมาตรบรรทุกสูงสุดของรถ 4 ล้อ จะคิดเป็นจำนวนรถที่สูญเปล่าจำนวน 63 คัน ซึ่งค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการขนส่งของรถ 4 ล้ออยู่ที่ 818 บาทต่อคัน ทำให้บริษัทมีต้นทุนสูญเปล่ากับการบรรทุกสินค้าไม่เต็มคันรถประมาณ 51,534 บาทต่อวัน หรือประมาณ 18 ล้านบาทต่อปี

ตารางที่ 4.3 สรุปผลการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันในเขตกรุงเทพและปริมณฑลโดยพนักงาน

		วันที่ตัวอย่าง		ค่าเฉลี่ย
		1	2	
	จำนวนรถ	550	531	541
ค่าเฉลี่ย	Cube (ลบ.ม.)	4.62	4.55	4.59
	Weight (กก.)	1406.41	1425.17	1415.79
ร้อยละของความจุรถ	Cube	88.89	87.53	88.21
	Weight	78.13	79.18	78.65
จำนวนรถที่เกิดความผิดพลาดในการคำนวณปริมาณสินค้าเกินความจุรถ	Cube	54	40	47
	Weight	30	26	28

ทั้งนี้แม้รถส่วนใหญ่จะมีการบรรทุกสินค้าโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 88 ของปริมาตรสูงสุดที่บรรทุกได้และร้อยละ 79 ของน้ำหนักสูงสุดที่บรรทุกได้ แต่ยังพบว่าเกิดความผิดพลาดในการคำนวณค่าปริมาตรของสินค้าในขั้นตอนการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันเกินความจุรถเฉลี่ยวันละ 47 คันหรือร้อยละ 8.68 ของจำนวนรถทั้งหมดและเกิดความผิดพลาดในการคำนวณน้ำหนักของสินค้าในขั้นตอนการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันเกินความจุรถเฉลี่ยวันละ 28 คันหรือร้อยละ 5.18

ของจำนวนรถทั้งหมด แม้จะใช้พนักงานที่มีความชำนาญในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันแล้วก็ตาม ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ซึ่งทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการจัดสินค้าขึ้นรถ ซึ่งจะต้องทำการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า โดยฝากสินค้าที่เกินความจุไปกับรถที่ทำการจัดส่งสินค้าในเส้นทางเดินรถหลักเดียวกัน ซึ่งหากปริมาณสินค้าที่เกินความจุมีสูงหรือรถคันอื่นบรรทุกสินค้าเต็มความจุไม่สามารถรับฝากสินค้าได้ จะเกิดปัญหาไม่สามารถจัดส่งสินค้าส่วนที่เกินความจุดังกล่าวไปยังร้านสาขาได้



รูปที่ 4.3 ความผิดพลาดในการคำนวณปริมาตรและน้ำหนักบรรทุกของพนักงาน

4.2 การสร้างแบบจำลองในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน

งานในกระบวนการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน มีข้อจำกัดและรายละเอียดที่ซับซ้อน การจัดเส้นทางเดินรถประจำวันจึงจำเป็นที่ต้องใช้พนักงานที่มีความชำนาญในการปฏิบัติงานและเนื่องจากเป็นงานที่ต้องปฏิบัติแบบวันต่อวัน แม้จะใช้พนักงานที่มีความชำนาญในการปฏิบัติงานก็ยังเกิดความผิดพลาดในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันและความยุ่งยากในกระบวนการจัดส่ง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องนำผลของการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันไปใช้ในการปฏิบัติงาน การวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ช่วยในการสร้างระบบงานให้มีมาตรฐาน ลดข้อบกพร่องต่างๆ รวมถึงสามารถลดเวลาและพนักงานในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันลงได้

การออกแบบและสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวันให้สอดคล้องกับระบบการทำงานและสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงจึงถือเป็นสิ่งสำคัญ การดำเนินการสร้างแบบจำลองจึงเป็นต้องคำนึงถึงขั้นตอนและข้อจำกัดต่างๆ ในการปฏิบัติงานจริงเป็นข้อจำกัดสำคัญในการสร้างแบบจำลอง

จากการศึกษาวิธีการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน พบว่าเป็นปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัดแบบการพิจารณาเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของหนึ่งๆ (0-1 Knapsack problem) เนื่องจากสินค้าที่ทำการจัดส่งไม่สามารถแบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้ด้วยเหตุผลด้านความสะดวกในการจัดส่งและการประสานงานระหว่างร้านสาขากับผู้จัดส่ง ซึ่งในแต่ละร้านสาขาจะมี

กลุ่มของสินค้าให้เลือก 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของสินค้าเต็มลัง (Full case) และกลุ่มของสินค้าคัดแยก (Break case) ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ซึ่งรายละเอียดของวิธีการสร้างแบบจำลองในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน สามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อที่สำคัญได้ดังนี้

1. ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน

เป็นรายละเอียดของการออกแบบขั้นตอนการทำงานและรูปแบบการแสดงผลของแบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวันที่พัฒนาขึ้น

2. กำหนดการพลวัต

เป็นหนึ่งในอัลกอริธึมที่ใช้เป็นแม่แบบในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ซึ่งวิธีการที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ที่ใช้วิธีกำหนดการพลวัตเป็นแม่แบบมี 2 วิธี คือ วิธี DPH-W และ DPH-V ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในส่วนถัดไป

3. การวิเคราะห์ผลของการเรียงลำดับสิ่งของในตารางจำจดคำตอบของวิธี DPH-W และ DPH-V

เป็นการวิเคราะห์ผลของการจัดเรียงลำดับของสิ่งของตารางจดจำคำตอบที่ส่งผลต่อคำตอบในการแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-W และ DPH-V เพื่อหาวิธีการเรียงลำดับสิ่งของที่ให้คำตอบจากการแก้ปัญหาดีที่สุด เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลอง

4. กรีดีอัลกอริธึมแบบสลับของชิ้นแรกสำหรับปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัด

เป็นรูปแบบหนึ่งของวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันที่พัฒนาขึ้น โดยมีแม่แบบมาจากวิธีกรีดีอัลกอริธึม

4.2.1 ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน

การสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวัน ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ซึ่งออกแบบให้สามารถรับข้อมูลจากไฟล์ Microsoft Excel ซึ่งง่ายต่อการปฏิบัติงาน รวมถึงสามารถแสดงผลการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันได้หลายรูปแบบตามความต้องการใช้งานของพนักงานผู้มีหน้าที่จัดเส้นทางเดินรถประจำวัน โดยโปรแกรมที่ใช้ในเป็นเครื่องมือในการพัฒนาแบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวันมี 3 อย่างด้วยกันคือ

1. โปรแกรม Microsoft Excel 2002
2. โปรแกรม Microsoft Access 2002
3. โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2005

โดยรายละเอียดการใช้งานและความเหมาะสมของแต่ละเครื่องมือที่นำมาใช้พัฒนาโปรแกรมแบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวันมีดังนี้

1. โปรแกรม Microsoft Excel 2002

Microsoft Excel 2002 เป็นหนึ่งในชุดโปรแกรม Microsoft Office ซึ่งมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย รวมทั้งบริษัทตัวอย่างที่มีการใช้งานโปรแกรม Microsoft Excel 2002 ในการปฏิบัติงานในขั้นตอนต่างๆ ซึ่งข้อมูลที่ใช้เป็นต้นแบบในการวางแผนเส้นทางเดินรถประจำวันเป็นข้อมูลที่อยู่บนโปรแกรม Microsoft Excel 2002 ซึ่งหากเราออกแบบให้โปรแกรมแบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวันที่สร้างขึ้นสามารถรับข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของโปรแกรม Microsoft Excel 2002 จะเป็นการลดขั้นตอนการทำงานของพนักงานผู้วางแผนเส้นทางเดินรถประจำวัน รวมถึงสามารถลดความผิดพลาดในการกรอกข้อมูล หากออกเป็นให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลเข้าสู่ระบบโดยตรง นอกจากนี้ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมแบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวันผู้วิจัยยังได้ออกแบบให้รายงานอยู่ในรูปแบบของโปรแกรม Microsoft Excel 2002 เพื่อสะดวกต่อการนำผลลัพธ์ไปวิเคราะห์และใช้ปฏิบัติงานต่อไป

2. โปรแกรม Microsoft Access 2002

Microsoft Access 2002 เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่อยู่ในชุดโปรแกรม Microsoft Office ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบให้นำข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excel 2002 เข้ามายังโปรแกรม Microsoft Access ก่อนที่จะนำข้อมูลดังกล่าวไปทำการสร้างเส้นทางเดินรถประจำวัน สาเหตุที่ต้องใช้ Microsoft Access เป็นฐานข้อมูล เนื่องจากต้องการใช้ความสามารถด้าน SQL (Structure Query Language) ของ Microsoft Access ในการเข้าถึงข้อมูล การดึงข้อมูล การเรียงข้อมูล รวมถึงความสามารถในการทำงานร่วมกับ Programming Language

3. โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2005

Microsoft Visual Studio 2005 เป็น Programming Language ซึ่งมีหลากหลายภาษาคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาโปรแกรม โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้ภาษา C# เป็นภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเส้นทางเดินรถประจำวัน

Microsoft Visual Studio 2005 เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ช่วยในการพัฒนาโปรแกรมแบบ GUI (Graphic User Interface) ซึ่งอำนวยความสะดวกให้กับผู้เขียนโปรแกรมในด้านการออกเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานโปรแกรม ซึ่งก็คือหน้าจอแสดงผลและปุ่มคำสั่งต่างๆ

Microsoft Visual Studio 2005 มีลักษณะการพัฒนาโปรแกรมเป็นแบบ Event Driven กล่าวคือโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะทำงานตามชุดคำสั่งที่เขียนไว้ภายใต้ปุ่มคำสั่งต่างๆ ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

จากข้อมูลโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวันข้างต้น พบว่าคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ในการพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวันเป็นดังตารางที่ 4.4

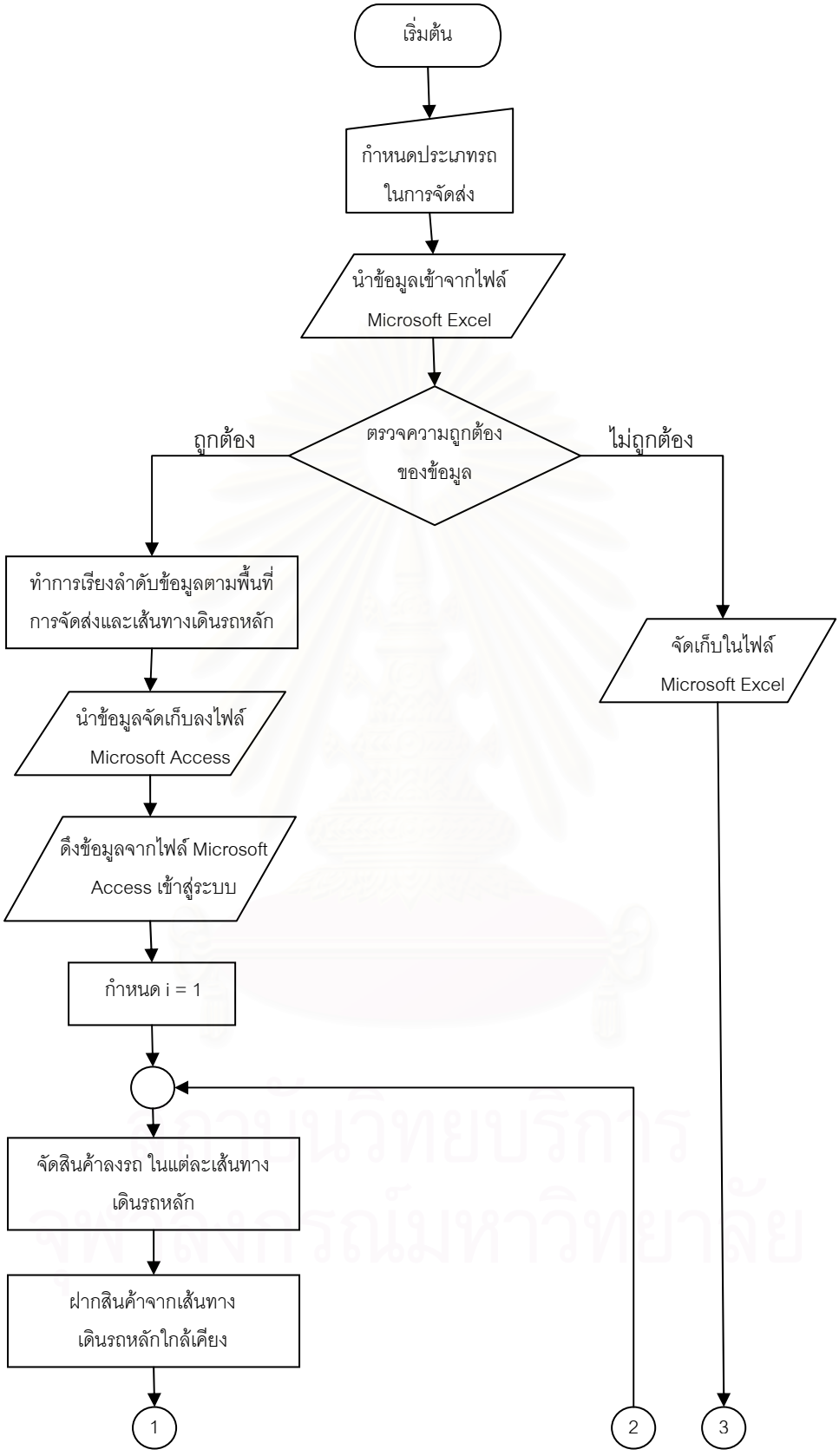
ตารางที่ 4.4 คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ในการพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวัน

	Minimum	Recommended
Processor	600 Hz Pentium processor	1 GHz Pentium processor or Higher
RAM	192 MB	256 MB or Higher
Display	800x600 256 colors	1024x768 High Color - 16 bit

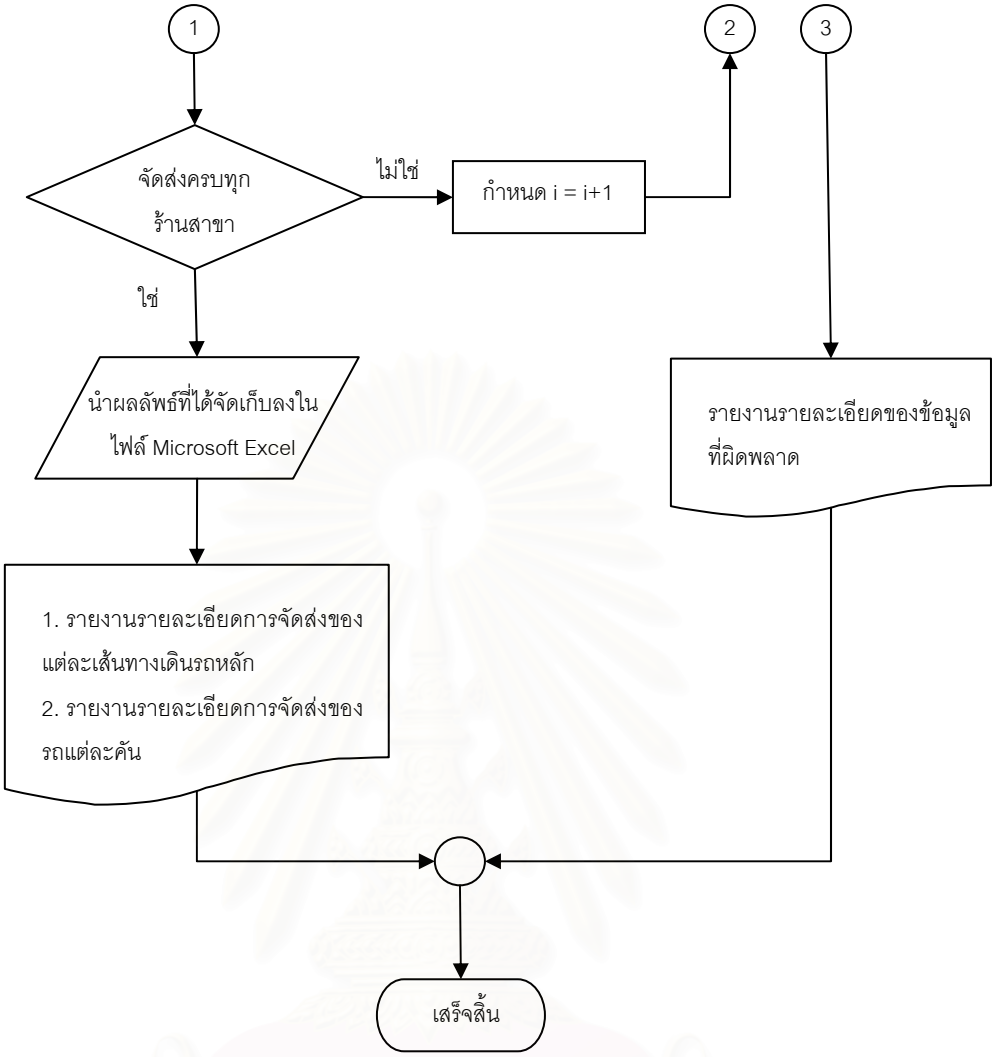
โดยโปรแกรมแบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวัน ที่พัฒนาขึ้นมีกระบวนการและขั้นตอนการทำงานหลักๆ เป็นไปตามรูปที่ 4.4 ดังนี้

1. กำหนดประเภทของรถที่ใช้ในการจัดส่ง

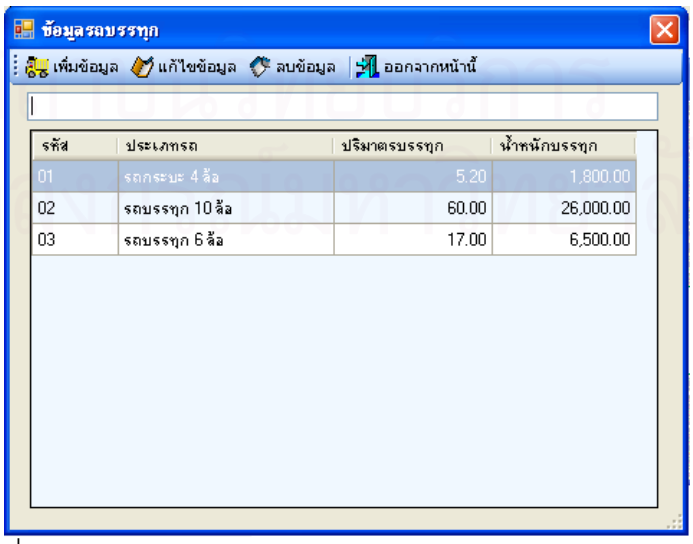
ในการจัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขา สำหรับศูนย์กระจายสินค้าที่ทำการศึกษาในครั้งนี้มีรถที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าอยู่ 3 ประเภท ซึ่งใช้ในการจัดสินค้าในพื้นที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องระบุประเภทของรถที่สามารถใช้จัดส่งได้ ในรอบการจัดส่งที่ต้องการวางแผนให้ระบบทราบ เพื่อใช้ข้อจำกัดของรถประเภทดังกล่าวในการวางแผนการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ซึ่งสำหรับส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานได้ทำการออกแบบ ให้ผู้ใช้งานทำการเลือกประเภทของรถในการจัดส่งดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน

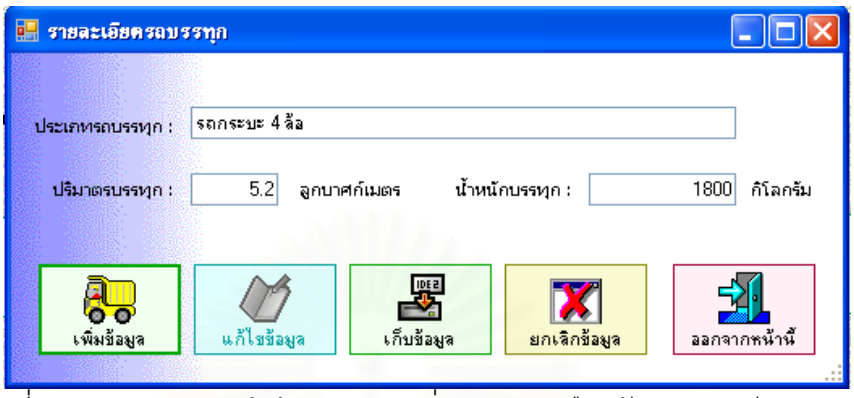


รูปที่ 4.4 (ต่อ) ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน



รูปที่ 4.5 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในการเลือกประเภทรถในการจัดส่ง

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ออกแบบ ให้ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มประเภทหรือแก้ไขรายละเอียดของรถที่จะใช้ในการจัดส่งได้อย่างอิสระ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในการเพิ่มประเภทหรือแก้ไขรายละเอียดของรถ

2. การเตรียมข้อมูลเข้าสู่ระบบ

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถรับข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณ โดยไฟล์ที่จะนำเข้าสู่โปรแกรมจะต้องจัดให้มีหัวตารางและประเภทของข้อมูลในแต่ละสดมภ์ตรงตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งมีรูปแบบดังแสดงในรูปที่ 4.7 ซึ่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างเส้นทางเดินรถประจำวันและต้องนำเข้าสู่โปรแกรมมีดังนี้

- พื้นที่การจัดส่ง

แสดงในสดมภ์ A ต้องใช้หัวตารางว่า ZONE ซึ่งประเภทของข้อมูลภายในสดมภ์เป็นตัวเลข

- เส้นทางเดินรถหลัก

แสดงในสดมภ์ B ต้องใช้หัวตารางว่า Territory ซึ่งประเภทของข้อมูลภายในสดมภ์เป็นตัวเลข

- รหัสประจำร้านสาขา

แสดงในสดมภ์ C ต้องใช้หัวตารางว่า ID ซึ่งประเภทของข้อมูลภายในสดมภ์เป็นตัวเลข

- ชื่อร้านสาขา

แสดงในสดมภ์ C ต้องใช้หัวตารางว่า Description ซึ่งประเภทของข้อมูลภายในสดมภ์เป็นข้อความ

- ปริมาตรสินค้าของกลุ่มสินค้าเต็มลัง

แสดงในสดมภ์ E ต้องใช้หัวตารางว่า Cube_F ซึ่งย่อมาจาก Cube of full case โดยประเภทของข้อมูลภายในสดมภ์เป็นตัวเลข

- ปริมาตรของกลุ่มสินค้าคัดแยก

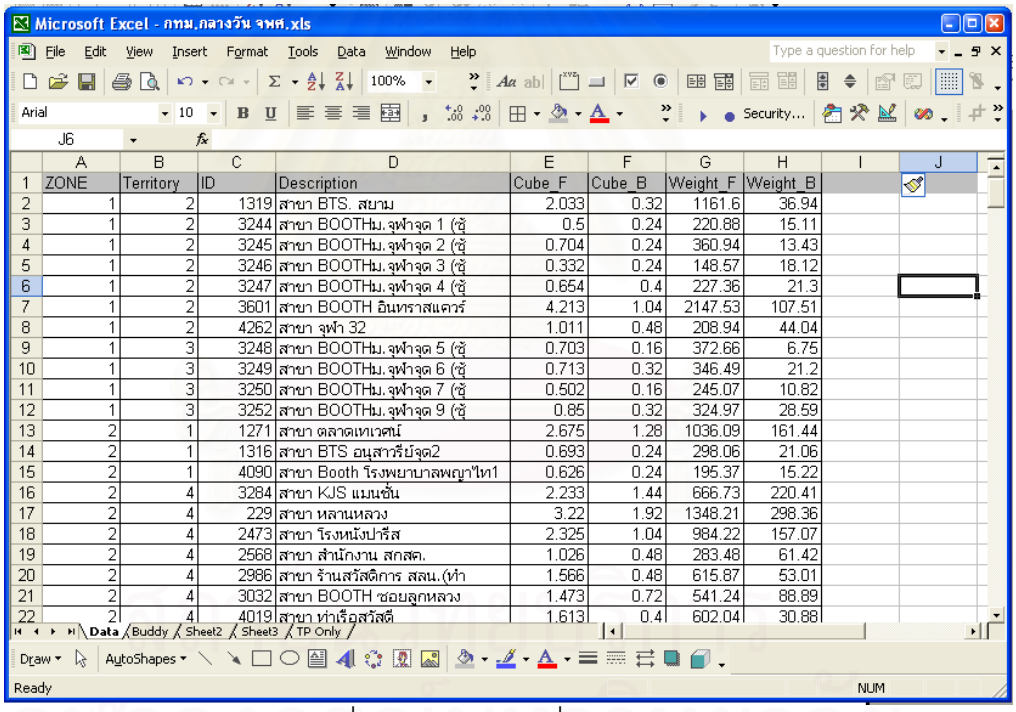
แสดงในสดมภ์ F ต้องใช้หัวตารางว่า Cube_B ซึ่งย่อมาจาก Cube of break case โดยประเภทของข้อมูลภายในสดมภ์เป็นตัวเลข

- น้ำหนักของกลุ่มสินค้าเต็มลัง

แสดงในสดมภ์ G ต้องใช้หัวตารางว่า Weight_F ซึ่งย่อมาจาก Weight of full case โดยประเภทของข้อมูลภายในสดมภ์เป็นตัวเลข

- น้ำหนักของกลุ่มสินค้าคัดแยก

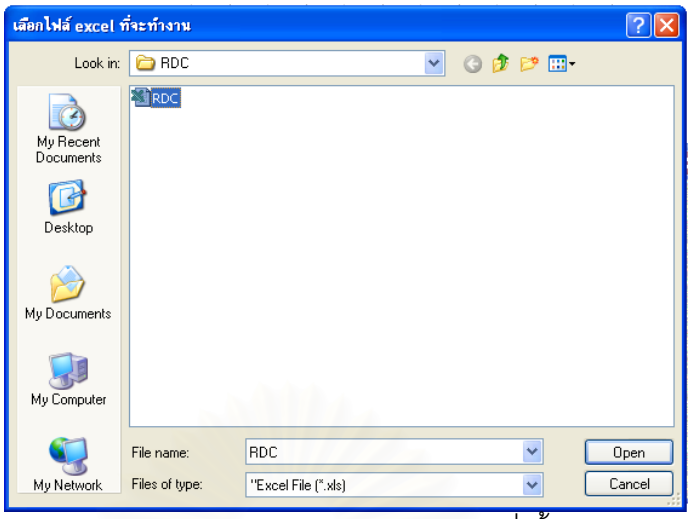
แสดงในสดมภ์ H ต้องใช้หัวตารางว่า Weight_B ซึ่งย่อมาจาก Weight of break case โดยประเภทของข้อมูลภายในสดมภ์เป็นตัวเลข



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	ZONE	Territory	ID	Description	Cube_F	Cube_B	Weight_F	Weight_B		
2	1	2	1319	สาขา BTS. สยาม	2.033	0.32	1161.6	36.94		
3	1	2	3244	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 1 (ซู้	0.5	0.24	220.88	15.11		
4	1	2	3245	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 2 (ซู้	0.704	0.24	360.94	13.43		
5	1	2	3246	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 3 (ซู้	0.332	0.24	148.57	18.12		
6	1	2	3247	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 4 (ซู้	0.654	0.4	227.36	21.3		
7	1	2	3601	สาขา BOOTH อินทราสแควร์	4.213	1.04	2147.53	107.51		
8	1	2	4262	สาขา จุฬา 32	1.011	0.48	208.94	44.04		
9	1	3	3248	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 5 (ซู้	0.703	0.16	372.66	6.75		
10	1	3	3249	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 6 (ซู้	0.713	0.32	346.49	21.2		
11	1	3	3250	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 7 (ซู้	0.502	0.16	245.07	10.82		
12	1	3	3252	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 9 (ซู้	0.85	0.32	324.97	28.59		
13	2	1	1271	สาขา ตลาดเทเวศน์	2.675	1.28	1036.09	161.44		
14	2	1	1316	สาขา BTS อนุสาวรีย์จุด2	0.693	0.24	298.06	21.06		
15	2	1	4090	สาขา Booth โรงพยาบาลพญาไท1	0.626	0.24	195.37	15.22		
16	2	4	3284	สาขา KJS แมนชั่น	2.233	1.44	666.73	220.41		
17	2	4	229	สาขา หลานหลวง	3.22	1.92	1348.21	298.36		
18	2	4	2473	สาขา โรงหนังปารีส	2.325	1.04	984.22	157.07		
19	2	4	2568	สาขา สำนักงาน สกสค.	1.026	0.48	283.48	61.42		
20	2	4	2986	สาขา ร้านสวัสดิการ สลน.(ทำ	1.566	0.48	615.87	53.01		
21	2	4	3032	สาขา BOOTH ซอยลูกหลวง	1.473	0.72	541.24	88.89		
22	2	4	4019	สาขา ท่าเรือสวัสดิ์	1.613	0.4	602.04	30.88		

รูปที่ 4.7 รูปแบบไฟล์ที่จะนำสู่ระบบ

สำหรับส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานได้ทำการออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกไฟล์ข้อมูลร้านสาขาและยอดสั่งซื้อที่ต้องการนำเข้าสู่ระบบ เพื่อทำการวางแผนเส้นทางเดินรถประจำวันได้ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานในการเลือกข้อมูลและยอดสั่งซื้อของร้านสาขามาคำนวณ

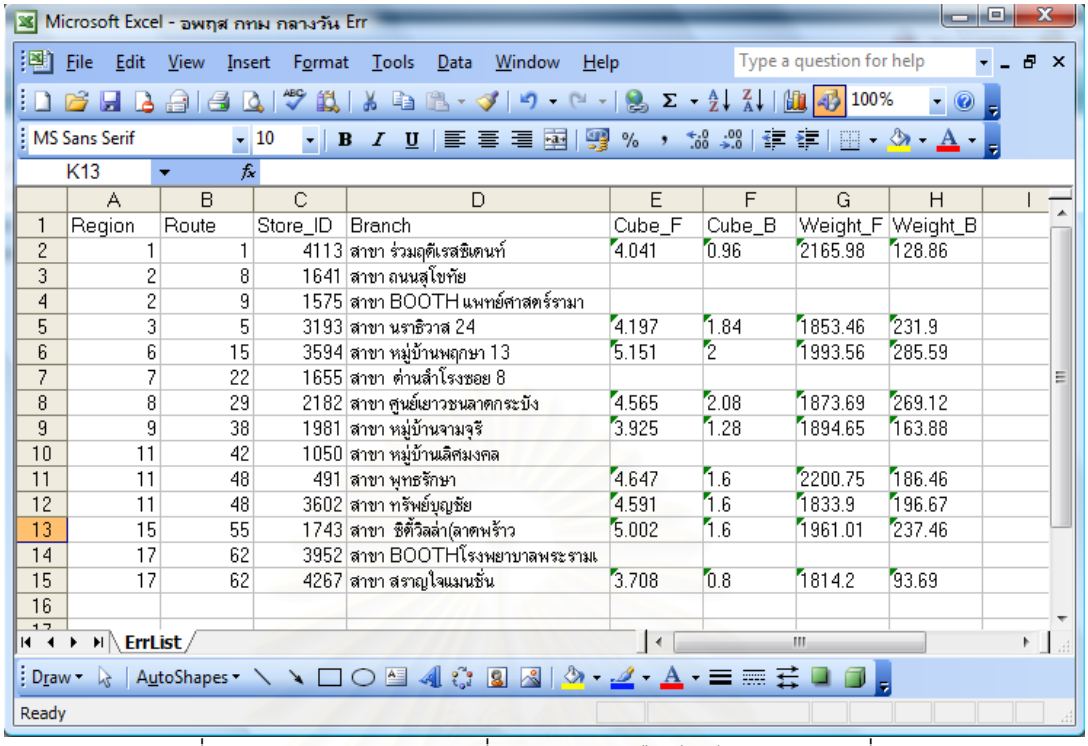
3. ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

เมื่อรับข้อมูลเข้าสู่ระบบ ระบบจะทำการคัดแยกประเภทและความถูกต้องของข้อมูล โดยระบบได้ถูกออกแบบให้คัดแยกข้อมูลที่ไม่ถูกต้องตามประเภทที่กำหนดไว้หรือตัวเลขที่มีค่าไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด เช่น ข้อมูลร้านสาขาที่ไม่ยอดสั่งซื้อหรือมียอดสั่งสินค้าเกินกว่าความจุของรถ เป็นต้น ให้แยกข้อมูลผิดประเภทดังกล่าวไปจัดเก็บในไฟล์โปรแกรม Microsoft Excel แยกต่างหากและสามารถแสดงผลของข้อมูลดังกล่าวแก่ผู้ใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 4.9 เพื่อง่ายต่อการตรวจสอบในกรณีที่เกิดการผิดพลาดของข้อมูล รวมถึงง่ายต่อการจัดการการจัดส่งสินค้าในกรณีที่ร้านสาขามียอดสั่งซื้อเกินกว่าความจุของรถ

สำหรับข้อมูลที่มีประเภทและค่าถูกต้อง จะถูกจัดเรียงลำดับข้อมูลตามพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก จากนั้นจึงจัดเก็บลงในไฟล์โปรแกรม Microsoft Access เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการคำนวณวางแผนสร้างเส้นทางเดินรถประจำวันต่อไป

4. จัดสินค้าลงรถในแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก

นำข้อมูลปริมาตรยอดสั่งซื้อสินค้า ในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักมาทำการคำนวณด้วยวิธีการแก้ปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัดแบบการพิจารณาเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของหนึ่งๆ (The 0-1 Knapsack Problem) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้สร้างแบบจำลองในการแก้ปัญหาดังกล่าว 3 วิธีด้วยกัน ซึ่งจะกล่าวในส่วนถัดไป เมื่อแก้ปัญหาสำเร็จจะได้ผลลัพธ์เป็นกลุ่มสินค้าที่ควรบรรจุในรถคันดังกล่าว ซึ่งจะทำให้มีปริมาตรบรรทุกสูงสุด เพื่อให้ใช้รถได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด โดยคำนึงถึงข้อจำกัดด้านการบรรทุกของรถ



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Region	Route	Store_ID	Branch	Cube_F	Cube_B	Weight_F	Weight_B
2	1	1	4113	สาขา ร่วมฤดีเรสซิเดนท์	4.041	0.96	2165.98	128.86
3	2	8	1641	สาขา ถนนสุโขทัย				
4	2	9	1575	สาขา BOOTH แพทย์ศาสตร์รามา				
5	3	5	3193	สาขา นราธิวาส 24	4.197	1.84	1853.46	231.9
6	6	15	3594	สาขา หมู่บ้านพฤกษา 13	5.151	2	1993.56	285.59
7	7	22	1655	สาขา ต่านสำโรงซอย 8				
8	8	29	2182	สาขา ศูนย์เยาวชนลาดกระบัง	4.565	2.08	1873.69	269.12
9	9	38	1981	สาขา หมู่บ้านจามจุรี	3.925	1.28	1894.65	163.88
10	11	42	1050	สาขา หมู่บ้านลลิศมงคล				
11	11	48	491	สาขา พุทธรักษา	4.647	1.6	2200.75	186.46
12	11	48	3602	สาขา ทรัพย์บุญชัย	4.591	1.6	1833.9	196.67
13	15	55	1743	สาขา ซิตี้วิลล่า(ลาดพร้าว	5.002	1.6	1961.01	237.46
14	17	62	3952	สาขา BOOTHโรงพยาบาลพระรามแ				
15	17	62	4267	สาขา สราญใจแมนชั่น	3.708	0.8	1814.2	93.69
16								

รูปที่ 4.9 การแสดงผลข้อมูลที่ผิดประเภทหรือมีค่าไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด

5. ฝากสินค้าจากเส้นทางเดินรถหลักใกล้เคียง

นำผลการจากขั้นตอนที่ 3 มาพิจารณาว่ารถคันดังกล่าวยังมีความจุเหลือหรือไม่ หากยังมีความจุเหลือจะทำการฝากสินค้าจากเส้นทางเดินหลักใกล้เคียงเพิ่มเข้าไปด้วย โดยการแก้ปัญหาจะใช้แบบจำลองเดียวกันกับการแก้ปัญหาในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งผลที่ได้จะเป็นรายการสินค้าทั้งหมดที่รถคันดังกล่าวจะต้องทำการจัดส่งในวันดังกล่าว

6. การรายงานผล

แบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันที่สร้างที่สร้างขึ้น สามารถรายงานผลการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันได้ 2 รูปแบบ คือ

6.1 รายงานรายละเอียดการจัดส่งของแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก โดยเรียงลำดับของร้านสาขา ตามลำดับร้านสาขาที่นำเข้าสู่โปรแกรมที่สร้างขึ้น เพื่อสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวัน ซึ่งเป็นการเรียงลำดับตามลำดับการบันทึกข้อมูลเส้นทางเดินรถประจำวันเข้าสู่ฐานข้อมูลบริษัท ที่พนักงานต้องนำเข้าข้อมูลทีละหนึ่งร้านจนครบทุกร้านสาขา ดังแสดงในรูปที่ 4.10 เพื่อให้ง่ายต่อการนำข้อมูลเส้นทางเดินรถประจำวันดังกล่าว ไปใช้ในการนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลของบริษัทที่ใช้ประสานงานกับหน่วยงานอื่นในบริษัทต่อไป

ตารางการจัดส่งสินค้า

ประจำวันที่ 23 มกราคม 2551 เวลา : 13:20:30

รหัสสาขา	ชื่อสาขา	สถานะ	ปริมาตร	น้ำหนัก	สายที่	เที่ยวที่
1319	สาขา BTS. สยาม	F	2.0330	1,161.60	2	1
1319	สาขา BTS. สยาม	B	.3200	36.94	2	1
3244	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 1 (ชั้	F	.5000	220.88	3	1
3244	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 1 (ชั้	B	.2400	15.11	3	1
3245	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 2 (ชั้	F	.7040	360.94	3	1
3245	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 2 (ชั้	B	.2400	13.43	3	1
3246	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 3 (ชั้	F	.3320	148.57	3	1
3246	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 3 (ชั้	B	.2400	18.12	2	1
3247	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 4 (ชั้	F	.6540	227.36	2	1
3247	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 4 (ชั้	B	.4000	21.30	2	1
4262	สาขา จุฬา 32	F	1.0110	208.94	2	1
4262	สาขา จุฬา 32	B	.4800	44.04	2	1
3248	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 5 (ชั้	F	.7030	372.66	3	2
3248	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 5 (ชั้	B	.1600	6.75	3	1
3249	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 6 (ชั้	F	.7130	346.49	3	1
3249	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 6 (ชั้	B	.3200	21.20	3	1
3250	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 7 (ชั้	F	.5020	245.07	3	1
3250	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 7 (ชั้	B	.1600	10.82	3	1
3252	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 9 (ชั้	F	.8500	324.97	3	1
3252	สาขา BOOTHม.จุฬาจุด 9 (ชั้	B	.3200	28.59	3	1
1271	สาขา ตลาดเทเวศน์	F	2.6750	1,036.09	1	1
1271	สาขา ตลาดเทเวศน์	B	1.2800	161.44	1	1

รูปที่ 4.10 รายงานรายละเอียดการจัดส่งของแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก

จากรูปที่ 4.10 รายละเอียดของข้อมูลที่แสดงในรายงานมีดังนี้

1. รหัสสาขา แสดงหมายเลขรหัสสาขาของร้านสาขา

2. ชื่อสาขา แสดงชื่อร้านสาขา

3. สถานะ แสดงประเภทของสินค้า ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

F คือ สินค้าประเภทยกลังหรือสินค้า Full case

B คือ สินค้าประเภทคัดแยกหรือสินค้า Brake case

4. ปริมาตร แสดงปริมาตรของสินค้าประเภทที่ระบุของร้านสาขา ในหน่วยลูกบาศก์เมตร

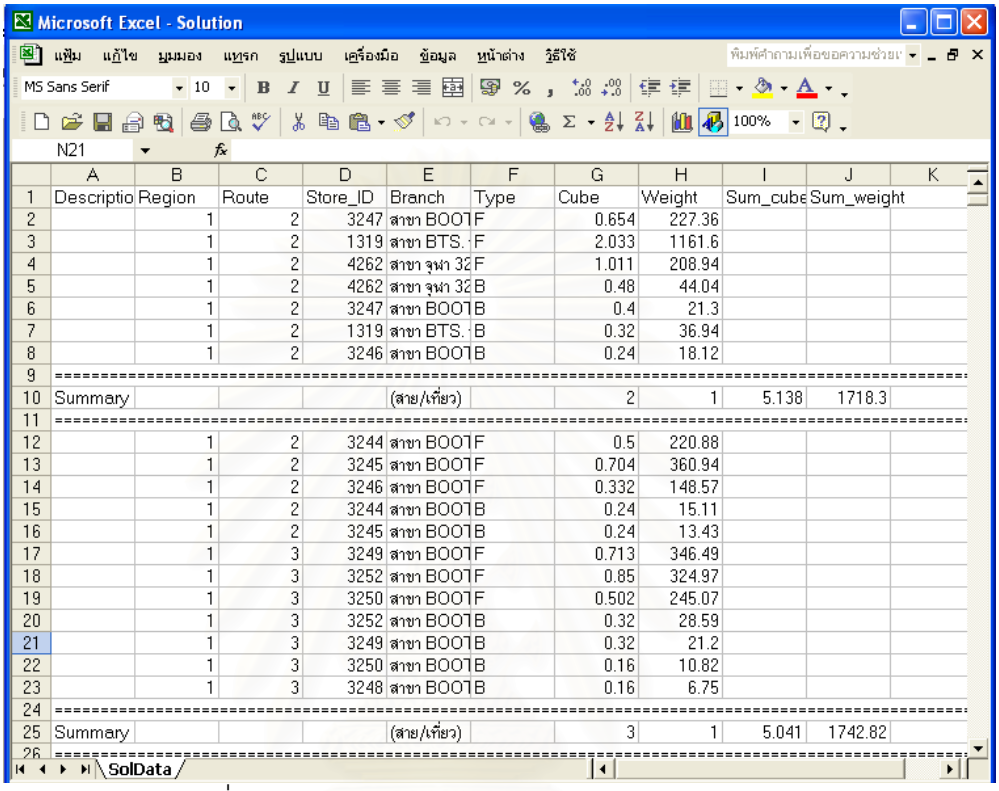
5. น้ำหนัก แสดงน้ำหนักของสินค้าประเภทที่ระบุของร้านสาขา ในหน่วยกิโลกรัม

6. สายที่ แสดงเลขที่สายของเส้นทางเดินรถหลักของร้านสาขา

7. เที่ยวที่ แสดงเลขที่รถในเส้นทางเดินรถหลักที่ทำการจัดส่งสินค้าชิ้นดังกล่าว ตัวอย่างเช่น สายที่ 2 เที่ยวที่ 1 หมายถึง สินค้าชิ้นดังกล่าวถูกจัดส่งโดยรถคันที่ 1 ของเส้นทางเดินรถหลักสายที่ 2 เป็นต้น

6.2 รายงานรายละเอียดการจัดส่งของรถแต่ละคัน ซึ่งจะแสดงรายชื่อร้านสาขาและประเภทสินค้าทั้งหมดที่รถแต่ละคันต้องจัดส่ง รวมถึงระบุว่ารถคันดังกล่าวอยู่ในเส้นทางเดินรถหลักใดและเป็นรถคันที่เท่าใดในเส้นทางเดินรถหลักดังกล่าว ดังแสดงในรูปที่ 4.11 โดยรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมดเหมือนกับรายงานรายละเอียดการจัดส่งของแต่ละเส้นทางเดินรถ

หลัก ที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อ 6.1 เพียงแต่เปลี่ยนลำดับและรูปแบบการนำเสนอ เพื่อให้สะดวกต่อการนำไปตรวจสอบความเหมาะสมของการบรรทุกสินค้าในรถแต่ละคันโดยพนักงานหรือในกรณีที่ต้องเพิ่มหรือลดสินค้าในรถแต่ละคัน ข้อมูลส่วนนี้จะสะดวกต่อการนำไปปฏิบัติงาน



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Descriptio	Region	Route	Store_ID	Branch	Type	Cube	Weight	Sum_cube	Sum_weight	
2		1	2	3247	สาขา BOO1	F	0.654	227.36			
3		1	2	1319	สาขา BTS.	F	2.033	1161.6			
4		1	2	4262	สาขา จุฬา 32	F	1.011	208.94			
5		1	2	4262	สาขา จุฬา 32	B	0.48	44.04			
6		1	2	3247	สาขา BOO1	B	0.4	21.3			
7		1	2	1319	สาขา BTS.	B	0.32	36.94			
8		1	2	3246	สาขา BOO1	B	0.24	18.12			
9	==========										
10	Summary				(สาย/เที่ยว)		2	1	5.138	1718.3	
11	==========										
12		1	2	3244	สาขา BOO1	F	0.5	220.88			
13		1	2	3245	สาขา BOO1	F	0.704	360.94			
14		1	2	3246	สาขา BOO1	F	0.332	148.57			
15		1	2	3244	สาขา BOO1	B	0.24	15.11			
16		1	2	3245	สาขา BOO1	B	0.24	13.43			
17		1	3	3249	สาขา BOO1	F	0.713	346.49			
18		1	3	3252	สาขา BOO1	F	0.85	324.97			
19		1	3	3250	สาขา BOO1	F	0.502	245.07			
20		1	3	3252	สาขา BOO1	B	0.32	28.59			
21		1	3	3249	สาขา BOO1	B	0.32	21.2			
22		1	3	3250	สาขา BOO1	B	0.16	10.82			
23		1	3	3248	สาขา BOO1	B	0.16	6.75			
24	==========										
25	Summary				(สาย/เที่ยว)		3	1	5.041	1742.82	
26	==========										

รูปที่ 4.11 รายงานรายละเอียดการจัดส่งของรถแต่ละคัน

ทั้งนี้การออกแบบรูปแบบการแสดงผล คำนึงถึงความสะดวกในการแก้ไขปรับปรุงข้อมูลและความสะดวกในการนำไปปฏิบัติงานเป็นสำคัญ ซึ่งในการแก้ปัญหาการจัดสินค้าลงรถในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักและการฝากสินค้าจากเส้นทางเดินรถหลักใกล้เคียง ในขั้นตอนที่ 4 และ 5 ตามที่ได้กล่าวมาในข้างต้นเป็นปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัดแบบการพิจารณาเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของหนึ่งๆ (The 0-1 Knapsack Problem) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ขั้นตอนและสูตรคำนวณในการแก้ปัญหาหรือ Algorithm ในการแก้ปัญหาดังกล่าว 3 รูปแบบ คือ

1. ฮิวริสติกแบบอ้างอิงกำหนดการพลวัตโดยน้ำหนัก (Dynamic Programming Based Heuristic by weight)

2. ฮิวริสติกแบบอ้างอิงกำหนดการพลวัตโดยปริมาตร (Dynamic Programming Based Heuristic by cube)

3. กรีดีอัลกอริธึมแบบสลับของชิ้นแรกสำหรับปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัด (First Item Alternation Greedy Algorithms for Knapsack Problem)

4.2.2 กำหนดการพลวัต (Dynamic Programming)

จากรูปแบบปัญหาที่เป็นปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัดแบบการพิจารณาเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของหนึ่งๆ (The 0-1 Knapsack Problem) ซึ่งรูปแบบปัญหาดังกล่าว มีคุณสมบัติที่สำคัญอยู่ 2 ประการ ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.3.2 คือ

1 Optimal substructure

คำตอบที่เหมาะสมที่สุดของปัญหา (Optimal solution) เกิดจากการประกอบกันของคำตอบที่เหมาะสมที่สุดของปัญหาย่อย

2 Overlapping subproblems

เกิดปัญหาย่อยๆ ที่ซ้ำซ้อนกันในการหาคำตอบ ทำให้เสียเวลาในการหาคำตอบสำหรับปัญหาย่อยๆ ที่ซ้ำซ้อนกันหลายครั้ง

อัลกอริทึมที่เหมาะสมและสามารถให้ผลเฉลยที่ดีที่สุด (Optimal Solution) สำหรับปัญหานี้ คือ กำหนดการพลวัต (Dynamic Programming) ซึ่งเป็นการสร้างตารางขึ้นจดจำผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาย่อยๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่ใหญ่กว่าหรือปัญหาทั้งหมด ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.4 บทที่ 2

การแก้ปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัดแบบการพิจารณาเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของหนึ่งๆ (The 0-1 Knapsack Problem) โดยกำหนดการพลวัต (Dynamic Programming) เป็นการสร้างตารางซึ่งมีรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 4.5 ซึ่งมีหัวตารางเป็นสิ่งของที่ต้องการเลือกและหน่วยของข้อจำกัด เป็นการแตกปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยที่มีขนาดเล็ก โดยเริ่มจากการมีสิ่งของที่ต้องเลือกน้อยชิ้นและไม่มีความจุเริ่มต้น แล้วทำการแก้ปัญหาและจัดเก็บผลลัพธ์ลงในตารางที่สร้างขึ้น จากนั้นจึงขยายขนาดของปัญหาให้มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยเพิ่มความจุและจำนวนสิ่งของที่สามารถเลือกได้แล้วทำการแก้ปัญหาดังกล่าวจนในที่สุดขยายปัญหาจนเป็นปัญหาที่ต้องหาคำตอบ

ตารางที่ 4.5 การแก้ปัญหาโดยกำหนดการพลวัต

ข้อจำกัด (หน่วย) / สิ่งของชิ้นที่	0	1	2	…	C-1	C
1	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์
2	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์
…	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์
n-1	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์
n	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์

แม้วิธีการกำหนดการพลวัตจะสามารถให้ผลเฉลยที่ดีที่สุดของปัญหาในรูปแบบดังกล่าวได้ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดที่ว่าความจุของสิ่งที่จะพิจารณาควรระบุเป็นจำนวนเต็มหรือมีช่วงในการพิจารณาไม่กว้างมากนัก เนื่องจากการมีช่วงการพิจารณาของความจุที่กว้าง จะทำให้ขนาดของการแก้ปัญหาและตารางที่ใช้ในการจดจำคำตอบมีขนาดใหญ่ ซึ่งทำให้ใช้เวลาในการแก้ปัญหาสูงขึ้นหรือไม่สามารถแก้ปัญหาได้ หากมีช่วงการพิจารณาของความจุที่กว้างมาก รวมถึงหากสิ่งที่ต้องการพิจารณามีข้อจำกัดด้านความจุเกิน 2 ปัจจัย จะไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีกำหนดการพลวัตแบบที่ได้แสดงไว้ได้

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน มีข้อจำกัดด้านการบรรทุกของรถที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าอยู่ 2 ปัจจัย ซึ่งต้องใช้ในการสร้างตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อยดังนี้

1. ปริมาตรบรรทุกสูงสุด

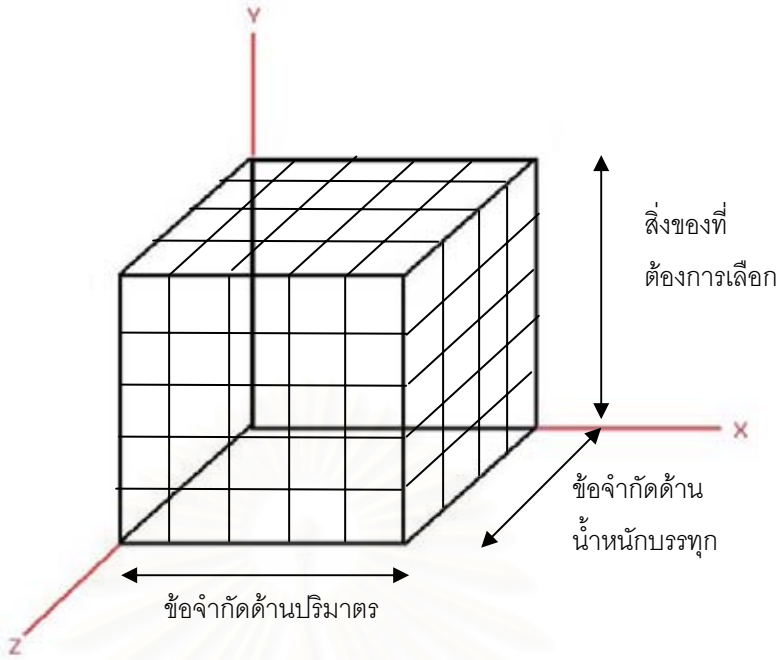
เนื่องจากการคำนวณค่าปริมาตรของแต่กลุ่มสินค้าที่ต้องทำการจัดส่งของบริษัทตัวอย่างมีนัยสำคัญถึงทศนิยมอันดับที่ 3 ดังนั้นการสร้างตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อย จึงต้องเพิ่มค่าความสามารถปริมาตรบรรทุกขึ้นทีละ 0.001 ลบ.ม. ตัวอย่างเช่นหากรถที่ใช้จัดส่งสินค้ามีความจุ 5.2 ลบ.ม. หัวตารางจะต้องเริ่มจาก 0 ลบ.ม. แล้วเพิ่มขึ้นทีละ 0.001 ลบ.ม. จนถึง 5.200 ลบ.ม. ซึ่งจะทำให้ตารางมีสดมภ์ทั้งหมด 5200 สดมภ์

2. น้ำหนักบรรทุกสูงสุด

เนื่องจากการคำนวณค่าน้ำหนักของกลุ่มสินค้าที่ต้องการจัดส่งมีนัยสำคัญถึงทศนิยมอันดับที่ 2 ดังนั้นการสร้างตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อย จึงต้องเพิ่มน้ำหนักบรรทุกขึ้นทีละ 0.01 กิโลกรัม ซึ่งหากรถที่ใช้จัดส่งสินค้ามีความจุ 1,800 กิโลกรัม จะต้องใช้ตารางที่มีสดมภ์ทั้งหมด 180,000 สดมภ์

เนื่องจากการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน มีข้อจำกัดด้านการบรรทุกสินค้า 2 ปัจจัย ซึ่งการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีกำหนดการพลวัต เพื่อให้ได้ให้ผลเฉลยที่ดีที่สุด (Optimal Solution) สำหรับปัญหานี้จำเป็นต้องสร้างตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อยเป็นตารางสามมิติ ดังแสดงในรูปที่ 4.12 โดยมีหัวตาราง ดังนี้

1. สิ่งของที่ต้องการเลือก
2. ข้อจำกัดด้านปริมาตร
3. ข้อจำกัดด้านน้ำหนัก



รูปที่ 4.12 ตารางจดจำค่าการแก้ปัญหา 3 มิติ

การสร้างตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อยเป็นตารางสามมิติ ในปัญหานี้จะมีขนาดของตารางและจำนวนครั้งในการแก้ปัญหาสูงมาก รวมถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาในแต่ละปัญหาย่อยและกระบวนการในการหาคำตอบของปัญหาทั้งหมดจากคำตอบของปัญหาย่อยในตารางจดจำคำตอบมีความยุ่งยากและซับซ้อน งานวิจัยชิ้นนี้จึงได้สร้างฮิวริสติกสำหรับการแก้ปัญหาโดยเลือกใช้ข้อจำกัดเพียงข้อจำกัดเดียวในการสร้างตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาและจะนำข้อจำกัดอีกด้านมาใช้เป็นข้อจำกัดในการหาคำตอบของปัญหาย่อยเท่านั้น โดยแยกเป็น 2 รูปแบบคือ

1. ฮิวริสติกแบบอ้างอิงกำหนดการพลวัตโดยน้ำหนัก

2. ฮิวริสติกแบบอ้างอิงกำหนดการพลวัตโดยปริมาตร

แม้ผลเฉลยที่ได้จะไม่เป็นผลเฉลยที่ดีที่สุด แต่การแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้ จะทำให้ขนาดของตารางและจำนวนครั้งในการแก้ปัญหาอยู่ในวิสัยที่สามารถแก้ปัญหาได้

4.2.2.1 **ฮิวริสติกแบบอ้างอิงกำหนดการพลวัตโดยน้ำหนัก** (Dynamic Programming Based Heuristic by Weight, DPH-W)

จากการศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน พบว่าข้อจำกัดด้านปริมาตรเป็นข้อจำกัดที่สำคัญ เนื่องจากลักษณะปัญหาที่พบในการจัดส่งสินค้าในปัจจุบัน เมื่อบรรจุสินค้าลงในรถ โดยส่วนใหญ่ปริมาตรของสินค้าจะเต็มความจุรถก่อนที่น้ำหนักของสินค้าจะถึงความจุรถ ดังนั้นการแก้ปัญหาเพื่อให้สามารถใช้จำนวนรถที่น้อยที่สุด ในการจัดส่งจึงควรจัดให้รถแต่ละคันบรรทุกสินค้าให้มีปริมาตรสูงสุด โดยวิธี DPH-W เป็นการประยุกต์ใช้กำหนดการพลวัต โดยใช้

ข้อจำกัดด้านน้ำหนักในการสร้างตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อยและใช้ข้อจำกัดด้านปริมาตรเป็นเป้าหมาย รวมถึงเป็นข้อจำกัดในการหาผลเฉลยในแต่ละปัญหาย่อย โดยการแก้ปัญหาย่อยเป็นการหาค่าปริมาตรสูงสุดของแต่ละปัญหาย่อยแล้วบันทึกค่าลงในตารางที่สร้างขึ้น จากนั้นจึงทำการแก้ปัญหาทั้งหมดจากคำตอบของปัญหาย่อยที่บันทึกไว้ในตาราง ซึ่งขั้นตอนการแก้ปัญหามีดังนี้

1. กำหนดค่าผลเฉลยในการแก้ปัญหาย่อยเป็น V(i,w) คือ ฟังก์ชั่นผลเฉลยปริมาตรของการแก้ปัญหาย่อย ซึ่งเป็นค่าที่จะใส่ในคู่ลำดับที่ (i,w) ในตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อย โดยที่

i คือ ลำดับของสิ่งของที่พิจารณา

v_i คือ ปริมาตรของสิ่งของชิ้นที่ i

w_i คือ น้ำหนักของสิ่งของชิ้นที่ i

w คือ น้ำหนักสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ ในปัญหาย่อยนั้นๆ

V คือ ปริมาตรสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ของรถที่ใช้ในการจัดส่ง

W คือ น้ำหนักสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ของรถที่ใช้ในการจัดส่ง

<u>กำหนด</u>

ขั้นตอน (Stage) : แต่ละช่วงเวลาของการเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของแต่ละชิ้น เช่น Stage ที่ 1 คือ ช่วงเวลาของการเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของชิ้นที่ 1 เป็นต้น

สภาวะ (State) : S_i = น้ำหนักที่ยังสามารถบรรทุกเพิ่มได้ในช่วงเวลาที่ i

การตัดสินใจ (Decision) : d_i = การตัดสินใจว่าจะเลือกสิ่งของชิ้นที่ i หรือไม่ ซึ่งทำให้ d_i มีค่าเป็น 0 เมื่อไม่เลือก หรือ 1 เมื่อเลือก

ผลตอบแทน (return) : $r_i = v_i \times d_i$

ฟังก์ชันถ่ายทอด : $S_i = (S_{i-1}) - (d_{i-1} \times W_{i-1})$

ให้ $f_i(S_i)$ = ค่าสูงสุดของผลตอบแทน i ขั้นตอน

จะได้ว่า

$$f_i(S_i) = \max g[r_i(S_i, d_i), r_{i-1}(S_{i-1}, d_{i-1}),\ldots, r_1(S_1, d_1)]$$

ใช้ระบบการตัดสินใจ N ขั้นตอน แบบไปข้างหน้าดังแสดงในรูปที่ 2.8 และรูปแบบของตารางในการแก้ปัญหามีรูปแบบเดียวกับตารางที่ 2.1

โดย $f_i(S_i)$ คือ V(i,w)

2. สร้างตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.6 โดยตารางมีจำนวนแถวเท่ากับ i+1 ซึ่งก็คือการเพิ่มขนาดของปัญหาขึ้นตามจำนวนชิ้นของสิ่งของ ที่สามารถเลือกได้ โดยเริ่มจากไม่มีสิ่งของที่สามารถเลือกได้จนสามารถเลือกสิ่งของได้ครบทุกชิ้น และมีจำนวนสดมภ์เท่ากับ W+1 ซึ่งก็คือการเพิ่มขนาดของปัญหาขึ้นจากปัญหาที่เล็กที่สุดคือกระเป๋าไม่มีความจุ จนกระทั่งปัญหามีขนาดใหญ่ที่สุด คือกระเป๋ามีความจุเท่ากับความจุสูงที่สุดของกระเป๋า

ตารางที่ 4.6 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 2 ด้วยวิธี DPH-W

i\w	0	1	2	…	W-1	W
0						
1						
2						
…						
i-1						
i						

3. แก้ปัญหาในกรณีที่เล็กที่สุดคือ ไม่มีสิ่งของที่สามารถเลือกได้ โดยทำการแก้ปัญหาหาค่า V(i,w) ของแต่ละตำแหน่งในตาราง ซึ่งพบว่าไม่สามารถเลือกสิ่งของในแต่ละปัญหาย่อยได้ ทำให้ผลเฉลยจากการแก้ปัญหาของทุกปัญหาย่อยมีค่าเป็น 0 และใส่ค่าดังกล่าวในตารางจะได้ตาราง ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 3 ด้วยวิธี DPH-W

i\w	0	1	2	…	W-1	W
0	0	0	0	0	0	0
1						
2						
…						
i-1						
i						

4. เพิ่มขนาดของปัญหาเป็น กรณีที่กระเป๋าไม่มีความจุ แต่สามารถเลือกสิ่งของได้ โดยสิ่งของที่สามารถเลือกได้เพิ่มขึ้นทีละชิ้นจนสามารถเลือกได้ครบทุกชิ้น ทำการแก้ปัญหาหาค่า V(i,w) ของแต่ละตำแหน่งในตาราง ซึ่งพบว่าไม่สามารถเลือกสิ่งของในแต่ละปัญหาย่อยได้ ทำ

ให้ผลเฉลยจากการแก้ปัญหาของทุกปัญหาย่อยมีค่าเป็น 0 และใส่ค่าดังกล่าวในตารางจะได้ตาราง ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 4 ด้วยวิธี DPH-W

i\w	0	1	2	…	W-1	W
0	0	0	0	0	0	0
1	0					
2	0					
…	0					
i-1	0					
i	0					

5. ทำการแก้ปัญหาเพื่อหาค่าคำตอบของทุกช่องในตารางที่เหลือ โดยเริ่มขยายขนาดของปัญหาและแก้ปัญหา จากปัญหาที่เล็กไปสู่ปัญหาที่ใหญ่ทีละแถวของตารางจากซ้ายไปขวาและจากด้านบนลงด้านล่างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

for i = 1 to n

for w = 0 to W

if w_i <= w // item i can be part of the solution (5.1)

if $v_i + V(i-1,w-w_i) > V(i-1,w)$ & $v_i + V(i-1,w-w_i) <= V$ (5.1.1)

$V(i,w) = v_i+V(i-1,w-w_i)$

else (5.1.2)

V(i,c) = V(i-1,w)

else V(i,w) = V(i-1,w) // $w_i > w$ (5.2)

จากขั้นตอนการแก้ปัญหาแบ่งรูปแบบของปัญหาออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

5.1 น้ำหนักของสิ่งของน้อยกว่าหรือเท่ากับน้ำหนักสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ ในปัญหาย่อยนั้นๆ แสดงว่าสิ่งของชิ้นนั้นสามารถเป็นส่วนหนึ่งของคำตอบได้ ในกรณีนี้ต้องพิจารณาต่อไป ว่าสิ่งของชิ้นนั้นจะเป็นส่วนหนึ่งของคำตอบหรือไม่

5.1.1 หากปริมาตรของสิ่งของชิ้นนี้รวมกับค่าคำตอบของตำแหน่งที่ $(i-1,w-w_i)$ แล้วมีค่ามากกว่าค่าคำตอบของตำแหน่งที่ (i-1,w) และปริมาตรของสิ่งของชิ้นนี้รวมกับค่าคำตอบของตำแหน่งที่ $(i-1,w-w_i)$ แล้วมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับปริมาตรบรรทุกสูงสุด แสดงว่าสิ่งของชิ้นนั้นเป็นส่วนหนึ่งของคำตอบ ให้ใส่

ค่าคำตอบในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นปริมาตรของสิ่งของชิ้นนั้นบวกด้วยค่าคำตอบของตำแหน่งที่ (i-1,w-w_i)

5.1.2 หากปริมาตรของสิ่งของชิ้นนี้รวมกับค่าคำตอบของตำแหน่งที่ (i-1,w-w_i) แล้วมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าคำตอบของตำแหน่งที่ (i-1,w) หรือปริมาตรของสิ่งของชิ้นนี้รวมกับค่าคำตอบของตำแหน่งที่ (i-1,w-w_i) แล้วมีค่ามากกว่าปริมาตรบรรทุกสูงสุด แสดงว่าสิ่งของชิ้นนั้นไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของคำตอบ ให้ใส่ค่าคำตอบในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นค่าคำตอบของตำแหน่งที่ (i-1,w)

5.2 น้ำหนักของสิ่งของมากกว่าน้ำหนักสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ ในปัญหาย่อยนั้นๆ แสดงว่าสิ่งของชิ้นนั้นไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของคำตอบ ให้ใส่ค่าคำตอบในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นค่าคำตอบของตำแหน่งที่ (i-1,w)

ซึ่งเมื่อทำการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ 5 แล้วเสร็จจะได้ผลดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 4 ด้วยวิธี DPH-W

i\w	0	1	2	…	W-1	W
0	0	0	0	0	0	0
1	0	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์
2	0	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์
…	0	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์
i-1	0	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์
i	0	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์

6. เมื่อสามารถหาผลเฉลยของทุกปัญหาย่อยได้ครบถ้วนแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการใช้ผลเฉลยที่ได้เก็บค่าไว้ในตาราง ในการหาคำตอบของปัญหาทั้งหมด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

i = n, w = W

while i,w > 0

if V(i,w) $\neq$ V(i-1,w) then (6.1)

mark the i^{th} item as in the vehicle

i = i-1,w = w-w_i

else (6.2)

i = i-1

ขั้นตอนการหาคำตอบของปัญหาจากค่าในตารางจดจำค่าคำตอบที่สร้างขึ้น สามารถแบ่งรูปแบบขั้นตอนออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

6.1 ค่าคำตอบในตำแหน่งที่ (i,w) ไม่เท่ากับค่าคำตอบในตำแหน่งที่ (i-1,w) แสดงว่าสิ่งของชิ้นที่ i เป็นหนึ่งในคำตอบของปัญหาทั้งหมด ให้เลือกสิ่งของชิ้นที่ i ใส่ไว้ในรถแล้วเริ่มหาคำตอบต่อไปที่ตำแหน่ง $(i-1,w-w_i)$

6.2 ค่าคำตอบในตำแหน่งที่ (i,w) เท่ากับค่าคำตอบในตำแหน่งที่ (i-1,w) แสดงว่าสิ่งของชิ้นที่ i ไม่เป็นหนึ่งในคำตอบของปัญหาทั้งหมด ให้หาคำตอบต่อไปที่ตำแหน่ง (i-1,w)

เมื่อดำเนินการตามขั้นตอนที่ 6 จนแล้วเสร็จ จะได้ผลเฉลยของปัญหาว่าควรเลือกสิ่งของชิ้นใดบรรจุลงในรถบ้าง โดยรายละเอียดวิธีการแก้ปัญหาจะขออธิบายด้วยตัวอย่างเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 4.1 การแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-W

กำหนดให้มีสิ่งของ 5 ชิ้น โดยที่รถมีปริมาตร 7 หน่วย และสามารถบรรทุกน้ำหนักได้สูงสุด 9 หน่วย ให้เลือกสิ่งของบรรทุกลงรถให้มีปริมาตรรวมสูงที่สุด โดยสินค้าดังกล่าวไม่เกินข้อจำกัดด้านความสามารถในการบรรทุกของรถ

ตารางที่ 4.10 ปริมาตรและน้ำหนักของสิ่งของที่ต้องการแก้ปัญหาของตัวอย่างที่ 4.1

สิ่งของชิ้นที่	ปริมาตร (หน่วย)	น้ำหนัก (หน่วย)
1	2	4
2	3	5
3	4	3
4	1	2
5	3	4

วิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-W มีดังนี้

1. ดำเนินการตามขั้นตอนที่ 1 ตามที่ได้กล่าวมา โดยกำหนดลำดับการเลือกสิ่งของชิ้นที่ i ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ลำดับการเลือกและคุณสมบัติของสิ่งของที่ i ของตัวอย่างที่ 4.1

i	v_i	w_i
1	2	4
2	3	5
3	4	3
4	1	2
5	3	4

2. สร้างตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.12 โดยตารางมีจำนวนแถวเท่ากับ i+1 ซึ่งในปัญหานี้มีสิ่งของ 5 ชิ้น และมีจำนวนสดมภ์เท่ากับ W+1 ซึ่งในปัญหานี้กระเป๋าสามารถบรรทุกน้ำหนักสูงสุดได้ 9 หน่วย

ตารางที่ 4.12 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 2 ด้วยวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1

i\w	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0										
1										
2										
3										
4										
5										

3. แก้ปัญหาในกรณีที่เล็กที่สุดคือ ไม่มีสิ่งของที่สามารถเลือกได้ ซึ่งพบว่าไม่สามารถเลือกสิ่งของในแต่ละปัญหาย่อยได้ ทำให้ผลเฉลยจากการแก้ปัญหาของทุกปัญหาย่อยมีค่าเป็น 0 และใส่ค่าดังกล่าวในตารางจะได้ตาราง ดังตารางที่ 4.13

4. เพิ่มขนาดของปัญหาเป็น กรณีที่กระเป๋าไม่มีความจุ แต่สามารถเลือกสิ่งของได้ โดยสิ่งของที่สามารถเลือกได้เพิ่มขึ้นทีละชิ้นจนสามารถเลือกได้ครบทุกชิ้น ซึ่งพบว่าไม่สามารถเลือกสิ่งของในแต่ละปัญหาย่อยได้ ทำให้ผลเฉลยจากการแก้ปัญหาของทุกปัญหาย่อยมีค่าเป็น 0 และใส่ค่าดังกล่าวในตารางจะได้ตาราง ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.13 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 3 ด้วยวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1

i\w	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1										
2										
3										
4										
5										

ตารางที่ 4.14 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 4 ด้วยวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1

i\w	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0									
2	0									
3	0									
4	0									
5	0									

5. ทำการแก้ปัญหาเพื่อหาค่าคำตอบของทุกช่องในตารางที่เหลือ ตามขั้นตอนที่ 5 ของวิธี DPH-W ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น

ตัวอย่างการแก้ปัญหาที่ตำแหน่งต่างๆ ของตารางมีดังนี้

<u>ตำแหน่ง (1,1)</u>

$i = 1 , v_i = 2 , w_i = 4 , w = 1 , w_i > w$

เข้ากรณีที่ 5.2 ดังนั้น V(1,1) = V(0,1) = 0

<u>ตำแหน่ง (1,2) (1,3)</u>

พิจารณาเช่นเดียวกับตำแหน่งที่ (1,1)

ตารางที่ 4.15 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (1,1) ด้วยวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1

i\w	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0								
2	0									
3	0									
4	0									
5	0									

<u>ตำแหน่ง (1,4)</u>

$i = 1$, $v_i = 2$, $w_i = 4$, $w = 4$, $w - w_i = 0$

เข้ากรณีที่ 5.1 โดย $v_i + V(0,0) > V(0,4)$ และ $v_i + V(0,0) < V$

เข้ากรณีที่ 5.1.1 ดังนั้น $V(1,4) = 2 + V(0,0) = 2$

ตารางที่ 4.16 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (1,4) ด้วยวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1

i\w	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	2					
2	0									
3	0									
4	0									
5	0									

<u>ตำแหน่ง (4,3)</u>

$i = 4$, $v_i = 1$, $w_i = 2$, $w = 3$, $w - w_i = 1$

เข้ากรณีที่ 5.1 และ $v_i + V(3,1) < V(3,3)$

เข้ากรณีที่ 5.1.2 ดังนั้น $V(4,3) = V(3,3) = 4$

ตารางที่ 4.17 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (4,3) ด้วยวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1

i\w	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2
2	0	0	0	0	2	3	3	3	3	5
3	0	0	0	4	4	4	4	6	7	7
4	0	0	1	4						
5	0									

เมื่อทำการแก้ปัญหาย่อยตามขั้นตอนที่กล่าวมาและทำการบันทึกค่าลงในตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อยจะได้ผลดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อยของวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1

i\w	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2
2	0	0	0	0	2	3	3	3	3	5
3	0	0	0	4	4	4	4	6	7	7
4	0	0	1	4	4	5	5	6	7	7
5	0	0	1	4	4	5	5	7	7	7

6. เมื่อสามารถหาผลเฉลยของทุกปัญหาย่อยได้ครบถ้วนแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการใช้ผลเฉลยที่ได้เก็บค่าไว้ในตาราง ในการหาคำตอบของปัญหาทั้งหมด โดยดำเนินการตามขั้นตอนที่ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ซึ่งการหาสิ่งของที่ต้องเลือกใส่ไว้ในรถ เพื่อให้ได้ผลเฉลยสำหรับปัญหาตัวอย่าง มีขั้นตอนดังแสดงในตารางที่ 4.19

เมื่อทำการหาสิ่งของที่ควรบรรจุลงในรถเสร็จสิ้นตามขั้นตอนข้างต้น จะได้ผลดังตารางที่ 4.19 ซึ่งผลเฉลยในตัวอย่างนี้ คือควรเลือกสิ่งของชิ้นที่ 2 และ 3 ซึ่งจะมีปริมาตรรวม 7 หน่วย เท่ากับปริมาตรสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้และมีน้ำหนักรวม 8 หน่วย ซึ่งไม่เกินข้อจำกัดด้านน้ำหนักบรรทุก จะเห็นว่าปริมาตรรวมของผลเฉลยที่ได้มีค่าสูงสุดเท่าที่สามารถบรรทุกได้

ตารางที่ 4.19 การหาสิ่งของที่ต้องเลือกใส่ไว้ในรถ เพื่อให้ได้ผลเฉลย
ของวิธี DPH-W ของตัวอย่างที่ 4.1

i\w	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2
2	0	0	0	0	2	3	3	3	3	5
3	0	0	0	4	4	4	4	6	7	7
4	0	0	1	4	4	5	5	6	7	7
5	0	0	1	4	4	5	5	7	7	7

4.2.2.2 **ฮิวริสติกแบบอ้างอิงกำหนดการพลวัตโดยปริมาตร** (Dynamic Programming Based Heuristic by Volume, DPH-V)

DPH-V เป็นการประยุกต์ใช้กำหนดการพลวัต โดยใช้ข้อจำกัดด้านปริมาตรในการสร้างตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อย รวมถึงเป็นเป้าหมายในการแก้ปัญหาและใช้ข้อจำกัดด้านน้ำหนักเป็นข้อจำกัดในการหาผลเฉลยในแต่ละปัญหาย่อย โดยทำการแก้ปัญหาย่อยเพื่อหาผลเฉลยปริมาตรสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้และน้ำหนักบรรทุกของแต่ละปัญหาย่อย บันทึกลงในตารางเพื่อใช้ในการหาผลเฉลยของปัญหาทั้งหมด ซึ่งก็คือการเลือกสิ่งของเพื่อให้รถแต่ละคันมีปริมาตรบรรทุกสูงที่สุด โดยมีขั้นตอนการแก้ปัญหาดังนี้

1. กำหนดค่าผลเฉลยในการแก้ปัญหาย่อยเป็น V(i,w) คือ ฟังก์ชั่นผลเฉลยปริมาตรของการแก้ปัญหาย่อย ซึ่งเป็นค่าที่จะใส่ในคู่ลำดับที่ (i,w) ในตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อย โดยที่

W(i,w) คือ ค่าน้ำหนักของการแก้ปัญหาย่อย ซึ่งเป็นค่าที่จะใส่ในคู่ลำดับที่ (i,w) ในตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อย

[V(i,w),W(i,w)] คือ ค่าผลเฉลยที่ต้องใส่ในตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อยในคู่ลำดับที่ (i,w)

i คือ ลำดับของสิ่งของที่พิจารณา

v_i คือ ปริมาตรของสิ่งของชิ้นที่ i

w_i คือ น้ำหนักของสิ่งของชิ้นที่ i

v คือ ปริมาตรสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ ในปัญหาย่อยนั้นๆ

V คือ ปริมาตรสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ของรถที่ใช้ในการจัดส่ง

W คือ น้ำหนักสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ของรถที่ใช้ในการจัดส่ง

<u>กำหนด</u>

ขั้นตอน (Stage) : แต่ละช่วงเวลาของการเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของแต่ละชิ้น เช่น Stage ที่ 1 คือ ช่วงเวลาของการเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของชิ้นที่ 1 เป็นต้น

สภาวะ (State) : S_i = ปริมาตรที่ยังสามารถบรรทุกเพิ่มได้ในช่วงเวลาที่ i

การตัดสินใจ (Decision) : d_i = การตัดสินใจว่าจะเลือกสิ่งของชิ้นที่ i หรือไม่ ซึ่งทำให้ d_i มีค่าเป็น 0 เมื่อไม่เลือก หรือ 1 เมื่อเลือก

ผลตอบแทน (return) : $r_i = v_i \times d_i$

ฟังก์ชันถ่ายทอด : $S_i = (S_{i-1}) - (d_{i-1} \times c_{i-1})$

ให้ $f_i(S_i)$ = ค่าสูงสุดของผลตอบแทน i ขั้นตอน

จะได้ว่า

$$f_i(S_i) = \max g[r_i(S_i, d_i), r_{i-1}(S_{i-1}, d_{i-1}),\ldots, r_1(S_1, d_1)]$$

ใช้ระบบการตัดสินใจ N ขั้นตอน แบบไปข้างหน้าดังแสดงในรูปที่ 2.8 และรูปแบบของตารางในการแก้ปัญหามีรูปแบบเดียวกับตารางที่ 2.1

โดย $f_i(S_i)$ คือ [V(i,w),W(i,w)]

2. สร้างตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ โดยตารางมีจำนวนแถวเท่ากับ i+1 ซึ่งก็คือการเพิ่มขนาดของปัญหาขึ้นตามจำนวนชิ้นของสิ่งของที่สามารถเลือกได้ โดยเริ่มจากไม่มีสิ่งของที่สามารถเลือกได้จนสามารถเลือกสิ่งของได้ครบทุกชิ้น และมีจำนวนสดมภ์เท่ากับ V+1 ซึ่งก็คือการเพิ่มขนาดของปัญหาขึ้นจากปัญหาที่เล็กที่สุดคือกระเป๋าไม่มีความจุ จนกระทั่งปัญหามีขนาดใหญ่ที่สุด คือกระเป๋ามีความจุเท่ากับความจุสูงที่สุดของกระเป๋า ดังแสดงในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 2 ด้วยวิธี DPH-V

i\v	0	1	2	…	V-1	V
0						
1						
2						
…						
i-1						
i						

3. แก้ปัญหาในกรณีที่เล็กที่สุดคือ ไม่มีสิ่งของที่สามารถเลือกได้ โดยทำการแก้ปัญหาเพื่อหาค่า [V(i,w),W(i,w)] ของแต่ละตำแหน่งในตาราง ซึ่งพบว่าไม่สามารถเลือกสิ่งของในแต่ละ

ปัญหาย่อยได้ ทำให้ผลเฉลยจากการแก้ปัญหาของทุกปัญหาย่อยมีค่าเป็น (0,0) และใส่ค่าดังกล่าวในตาราง ดังแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 3 ด้วยวิธี DPH-V

i\v	0	1	2	…	V-1	V
0	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
1						
2						
…						
i-1						
i						

4. เพิ่มขนาดของปัญหาเป็นกรณีที่กระเป๋าไม่มีความจุ แต่สามารถเลือกสิ่งของได้ โดยสิ่งของที่สามารถเลือกได้เพิ่มขึ้นทีละชิ้นจนสามารถเลือกได้ครบทุกชิ้น ทำการแก้ปัญหาหาค่า [V(i,w),W(i,w)] ของแต่ละตำแหน่งในตาราง ซึ่งพบว่าไม่สามารถเลือกสิ่งของในแต่ละปัญหาย่อยได้ ทำให้ผลเฉลยจากการแก้ปัญหาของทุกปัญหาย่อยมีค่าเป็น (0,0) และใส่ค่าดังกล่าวในตารางดังในแสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 4 ด้วยวิธี DPH-V

i\v	0	1	2	…	V-1	V
0	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
1	(0,0)					
2	(0,0)					
…	(0,0)					
i-1	(0,0)					
i	(0,0)					

5. ทำการแก้ปัญหาเพื่อหาค่าคำตอบของทุกช่องในตารางที่เหลือ โดยเริ่มขยายขนาดของปัญหาและแก้ปัญหาจากปัญหาที่เล็กไปสู่ปัญหาที่ใหญ่ทีละแถวของตารางจากซ้ายไปขวาและจากด้านบนลงด้านล่างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

for i = 1 to n

for v = 0 to V

if v_i <= v // item i can be part of the solution (5.1)

if $v_i + V(i-1,v-v_i) > V(i-1,v)$ & $w_i + W(i-1,v-v_i) <= W$ (5.1.1)

if $v_i + V(i-1,v-v_i) > V(i-1,v)$ (5.1.1.1)

$V(i,v) = v_i+V(i-1,v-v_i)$ & $W(i,v) = w_i + W(i-1,v-v_i)$

else (5.1.1.2)

if $w_i + W(i-1,v-v_i) > W(i-1,v)$ (5.1.1.2.1)

$V(i,v) = V(i-1,v)$ & $W(i,v) = W(i-1,v)$

else (5.1.1.2.2)

$V(i,v) = v_i+V(i-1,v-v_i)$ & $W(i,v) = w_i + W(i-1,v-v_i)$

else (5.1.2)

if V(i-1,v) > V(i,v-1) (5.1.2.1)

$V(i,v) = V(i-1,v)$ & $W(i,v) = W(i-1,v)$

else (5.1.2.2)

$V(i,v) = V(i,v-1)$ & $W(i,v) = W(i,v-1)$

else $V(i,v) = V(i-1,v)$ & $W(i,v) = W(i-1,v)$ // $V_i > v$ (5.2)

จากขั้นตอนการแก้ปัญหาแบ่งรูปแบบของปัญหาออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

5.1 ปริมาตรของสิ่งของน้อยกว่าหรือเท่ากับปริมาตรสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ ในปัญหาย่อยนั้นๆ แสดงว่าสิ่งของชิ้นนั้นสามารถเป็นส่วนหนึ่งของคำตอบได้ ในกรณีนี้ต้องพิจารณาต่อไป ว่าสิ่งของชิ้นนั้นจะเป็นส่วนหนึ่งของคำตอบหรือไม่

5.1.1 หากปริมาตรของสิ่งของชิ้นนี้รวมกับค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ $(i-1,v-v_i)$ แล้วมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ (i-1,v) และน้ำหนักของสิ่งของชิ้นนี้รวมกับค่าคำตอบน้ำหนักของตำแหน่งที่ $(i-1,v-v_i)$ แล้วมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับน้ำหนักบรรทุกสูงสุด แสดงว่าสิ่งของชิ้นนั้นสามารถเป็นส่วนหนึ่งของคำตอบได้ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี

5.1.1.1 หากปริมาตรของสิ่งของชิ้นนี้รวมกับค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ $(i-1,v-v_i)$ แล้วมีค่ามากกว่าค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ (i-1,v) ให้ใส่ค่าคำตอบปริมาตรในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นปริมาตรของสิ่งของชิ้นนั้นบวกด้วยค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ $(i-1,v-v_i)$ และใส่

ค่าคำตอบน้ำหนักในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นน้ำหนักของสิ่งของชิ้นนั้นบวกด้วยค่าคำตอบน้ำหนักของตำแหน่งที่ (i-1,v-v_i)

5.1.1.2 หากปริมาตรของสิ่งของชิ้นนี้รวมกับค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ (i-1,v-v_i) แล้วมีค่าเท่ากับค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ (i-1,v) จะต้องพิจารณาต่อไปเป็นกรณีย่อยอีก 2 กรณี

5.1.1.2.1 หากน้ำหนักของสิ่งของชิ้นนี้รวมกับค่าคำตอบน้ำหนักของตำแหน่งที่ (i-1,v-v_i) แล้วมีค่ามากกว่าค่าคำตอบน้ำหนักของตำแหน่งที่ (i-1,v) แสดงว่าสิ่งของชิ้นนี้ไม่เป็นส่วนหนึ่งของคำตอบ ให้ใส่ค่าคำตอบปริมาตรในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ (i-1,v_i) และใส่ค่าคำตอบน้ำหนักในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นค่าคำตอบน้ำหนักของตำแหน่งที่ (i-1,v)

5.1.1.2.2 หากน้ำหนักของสิ่งของชิ้นนี้รวมกับค่าคำตอบน้ำหนักของตำแหน่งที่ (i-1,v-v_i) แล้วมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าคำตอบน้ำหนักของตำแหน่งที่ (i-1,v) แสดงว่าสิ่งของชิ้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของคำตอบ ให้ใส่ค่าคำตอบปริมาตรในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นปริมาตรของสิ่งของชิ้นนั้นบวกด้วยค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ (i-1,v-v_i) และใส่ค่าคำตอบน้ำหนักในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นน้ำหนักของสิ่งของชิ้นนั้นบวกด้วยค่าคำตอบน้ำหนักของตำแหน่งที่ (i-1,v-v_i)

5.1.2 หากปริมาตรของสิ่งของชิ้นนี้รวมกับค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ (i-1,v-v_i) แล้วมีค่าน้อยกว่าค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ (i-1,v) หรือน้ำหนักของสิ่งของชิ้นนี้รวมกับค่าคำตอบน้ำหนักของตำแหน่งที่ (i-1,v-v_i) แล้วมีค่ามากกว่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุด แสดงว่าสิ่งของชิ้นนั้นไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของคำตอบ ซึ่งการใส่ค่าคำตอบในตารางจดจำคำตอบสามารถแบ่งออกเป็น 2 กรณี

5.1.2.1 หากค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ (i-1,v) มากกว่าค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่ง (i,v-1) ให้ใส่ค่าคำตอบปริมาตรในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ (i-1,v) และใส่ค่าคำตอบน้ำหนักในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นค่าคำตอบน้ำหนักของตำแหน่งที่ (i-1,v)

5.1.2.2 หากค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ (i-1,v) น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่ง (i,v-1) ให้ใส่ค่าคำตอบปริมาตรในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ (i,v-1) และใส่ค่าคำตอบน้ำหนักในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นค่าคำตอบน้ำหนักของตำแหน่งที่ (i,v-1)

5.2 ปริมาตรของสิ่งของมากกว่าปริมาตรสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ ในปัญหาย่อยนั้นๆ แสดงว่าสิ่งของชิ้นนั้นไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของคำตอบ ให้ใส่ค่าคำตอบปริมาตรในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นค่าคำตอบปริมาตรของตำแหน่งที่ (i-1,v) และใส่ค่าคำตอบน้ำหนักในช่องคำตอบของปัญหาย่อยนั้นเป็นค่าคำตอบน้ำหนักของตำแหน่งที่ (i-1,v)

ซึ่งเมื่อทำการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ 5 แล้วเสร็จจะได้ผลดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 5 ด้วยวิธี DPH-V

i\v	0	1	2	…	v-1	v
0	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
1	(0,0)	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์
2	(0,0)	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์
…	(0,0)	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์
i-1	(0,0)	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์
i	(0,0)	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์

6. เมื่อสามารถหาผลเฉลยของทุกปัญหาย่อยได้ครบถ้วนแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการใช้ผลเฉลยที่ได้เก็บค่าไว้ในตาราง ในการหาคำตอบของปัญหาทั้งหมด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

i = n, v = V

while i,v > 0

if V(i,v) $\neq$ V(i-1,v) or W(i,v) $\neq$ W(i-1,v) then (6.1)

mark the i^{th} item as in the vehicle

i = i-1,v = v-v_i

else (6.2)

i = i-1

ขั้นตอนการหาคำตอบของปัญหาจากค่าในตารางจดจำค่าคำตอบที่สร้างขึ้น สามารถแบ่งรูปแบบขั้นตอนออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

6.1 ค่าคำตอบปริมาตรในตำแหน่งที่ (i,v) ไม่เท่ากับค่าคำตอบปริมาตรในตำแหน่งที่ (i-1,v) หรือค่าคำตอบน้ำหนักในตำแหน่งที่ (i,v) ไม่เท่ากับค่าคำตอบน้ำหนักในตำแหน่งที่ (i-1,v) แสดงว่าสิ่งของชิ้นที่ i เป็นหนึ่งในคำตอบของปัญหาทั้งหมด ให้เลือกสิ่งของชิ้นที่ i ใส่ไว้ในรถแล้วเริ่มหาคำตอบต่อไปที่ตำแหน่ง $(i-1,v-v_i)$

6.2 ค่าคำตอบในตำแหน่งที่ (i,v) เท่ากับค่าคำตอบในตำแหน่งที่ (i-1,v) แสดงว่าสิ่งของชิ้นที่ i ไม่เป็นหนึ่งในคำตอบของปัญหาทั้งหมด ให้หาคำตอบต่อไปที่ตำแหน่ง (i-1,v)

เมื่อดำเนินการตามขั้นตอนที่ 6 จนแล้วเสร็จ จะได้ผลเฉลยของปัญหาว่าควรเลือกสิ่งของชิ้นใดบรรจุลงในรถบ้าง โดยรายละเอียดวิธีการแก้ปัญหาจะขออธิบายด้วยตัวอย่างเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 4.2 การแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-V

กำหนดให้มีสิ่งของ 5 ชิ้น โดยที่รถมีปริมาตร 7 หน่วย และสามารถบรรทุกน้ำหนักได้สูงสุด 8 หน่วย ให้เลือกสิ่งของบรรทุกลงรถให้มีปริมาตรรวมสูงที่สุด โดยสินค้าดังกล่าวไม่เกินข้อจำกัดด้านความสามารถในการบรรทุกของรถ

ตารางที่ 4.24 ปริมาตรและน้ำหนักของสิ่งของที่ต้องการแก้ปัญหา
ด้วยวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2

สิ่งของชิ้นที่	ปริมาตร(หน่วย)	น้ำหนัก(หน่วย)
1	2	4
2	3	5
3	4	3
4	1	2
5	3	4

วิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-V มีดังนี้

1. ดำเนินตามขั้นตอนที่ 1 โดยกำหนดลำดับการเลือกสิ่งของชิ้นที่ i ดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ลำดับการเลือกและคุณสมบัติของสิ่งของที่ i ของตัวอย่างที่ 4.2

i	v_i	w_i
1	2	4
2	3	5
3	4	3
4	1	2
5	3	4

2. สร้างตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.26 โดยตารางมีจำนวนสดมภ์เท่ากับ i+1 ซึ่งในปัญหานี้มีสิ่งของ 5 ชิ้น และมีจำนวนแถวเท่ากับ V+1 ซึ่งในปัญหานี้กระเป๋ามีปริมาตรสูงสุดเท่ากับ 7 หน่วย

ตารางที่ 4.26 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 2 ด้วยวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2

i\v	0	1	2	3	4	5	6	7
0								
1								
2								
3								
4								
5								

3. แก้ปัญหาในกรณีที่เล็กที่สุดคือ ไม่มีสิ่งของที่สามารถเลือกได้ ซึ่งพบว่าไม่สามารถเลือกสิ่งของในแต่ละปัญหาย่อยได้ ทำให้ผลเฉลยจากการแก้ปัญหาของทุกปัญหาย่อยมีค่าเป็น (0,0) และใส่ค่าดังกล่าวในตารางจะได้ผลดังตารางที่ 4.27

4. เพิ่มขนาดของปัญหาเป็นกรณีที่กระเป๋าไม่มีความจุ โดยสิ่งของที่สามารถเลือกได้เพิ่มขึ้นทีละชิ้นจนสามารถเลือกได้ครบทุกชิ้น พบว่าผลเฉลยจากการแก้ปัญหาของทุกปัญหาย่อยมีค่าเป็น (0,0) และใส่ค่าดังกล่าวในตารางจะได้ผลดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.27 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 3 ด้วยวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2

i\v	0	1	2	3	4	5	6	7
0	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
1								
2								
3								
4								
5								

ตารางที่ 4.28 ตารางจดจำค่าคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ในขั้นตอนที่ 4 ด้วยวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2

i\v	0	1	2	3	4	5	6	7
0	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
1	(0,0)							
2	(0,0)							
3	(0,0)							
4	(0,0)							
5	(0,0)							

5. ดำเนินการตามขั้นตอนที่ 5 ของการแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-V ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น เพื่อคำตอบของปัญหาย่อยที่ตำแหน่งต่างๆ ของตาราง

ตัวอย่างการแก้ปัญหาที่ตำแหน่งต่างๆ ของตารางมีดังนี้

<u>ตำแหน่ง (1,1)</u>

$i = 1$, $v_i = 2$, $w_i = 400$, $v = 1$

$v_i > v$ เข้ากรณีที่ 5.2

ดังนั้น $V(1,1) = V(0,1) = 0$

และ $W(1,1) = W(0,1) = 0$

ตารางที่ 4.29 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (1,1) ด้วยวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2

i\v	0	1	2	3	4	5	6	7
0	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
1	(0,0)	(0,0)						
2	(0,0)							
3	(0,0)							
4	(0,0)							
5	(0,0)							

<u>ตำแหน่ง (1,2)</u>

$i = 1$, $v_i = 2$, $w_i = 4$, $v = 2$

$v - v_i = 0$ เข้ากรณีที่ 5.1

$v_i + V(0,0) > V(0,2)$ และ $w_i + W(0,0) < W$ เข้ากรณีที่ 5.1.1.1

ดังนั้น $V(1,2) = 2 + V(0,0) = 2$

และ $W(1,2) = 4 + W(0,0) = 4$

<u>ตำแหน่ง (1,3) (1,4) (1,5) (1,6) (1,7) (2,3) (2,4)</u>

เข้ากรณีที่ 5.1.1.1 พิจารณาเช่นเดียวกับตำแหน่งที่ (1,2)

<u>ตำแหน่ง (2,1) (2,2)</u>

เข้ากรณีที่ 5.2 พิจารณาเช่นเดียวกับตำแหน่งที่ (1,1)

ตารางที่ 4.30 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (1,2) ด้วยวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2

i\v	0	1	2	3	4	5	6	7
0	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
1	(0,0)	(0,0)	(2,4)					
2	(0,0)							
3	(0,0)							
4	(0,0)							
5	(0,0)							

<u>ตำแหน่ง (2,5)</u>

i = 2 , v_i = 3 , w_i = 500 , v = 5

v - v_i = 2 เข้ากรณีที่ 5.1

v_i + V(1,2) > V(1,5) แต่ w_i + W(1,2) > W เข้ากรณีที่ 5.1.2

V(1,5) < V(2,4) เข้ากรณีที่ 5.1.2.2

ดังนั้น V(2,5) = V(2,4) = 3

และ W(2,5) = W(2,4) = 5

ตารางที่ 4.31 การแก้ปัญหาย่อยที่ตำแหน่ง (2,5) ด้วยวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2

i\v	0	1	2	3	4	5	6	7
0	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
1	(0,0)	(0,0)	(2,4)	(2,4)	(2,4)	(2,4)	(2,4)	(2,4)
2	(0,0)	(0,0)	(2,4)	(3,5)	(3,5) →	(3,5)		
3	(0,0)							
4	(0,0)							
5	(0,0)							

เมื่อทำการแก้ปัญหาย่อยตามขั้นตอนที่กล่าวมาและทำการบันทึกค่าลงในตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อยจะได้ผลดังตารางที่ 4.32

ตารางที่ 4.32 ตารางจดจำค่าการแก้ปัญหาย่อยของวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2

i\v	0	1	2	3	4	5	6	7
0	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
1	(0,0)	(0,0)	(2,4)	(2,4)	(2,4)	(2,4)	(2,4)	(2,4)
2	(0,0)	(0,0)	(2,4)	(3,5)	(3,5)	(3,5)	(3,5)	(3,5)
3	(0,0)	(0,0)	(2,4)	(3,5)	(4,3)	(4,3)	(6,7)	(7,8)
4	(0,0)	(1,2)	(2,4)	(3,5)	(4,3)	(5,5)	(6,7)	(7,8)
5	(0,0)	(1,2)	(2,4)	(3,4)	(4,3)	(5,5)	(6,7)	(7,8)

6. ดำเนินการตามขั้นตอนที่ 6 ของการแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-V ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นเพื่อหาคำตอบของปัญหาทั้งหมด ซึ่งการหาสิ่งของที่ต้องเลือกใส่ไว้ในรถ เพื่อให้ได้ผลเฉลยที่ดีที่สุดสำหรับปัญหาตัวอย่าง มีขั้นตอนดังแสดงในตารางที่ 4.33

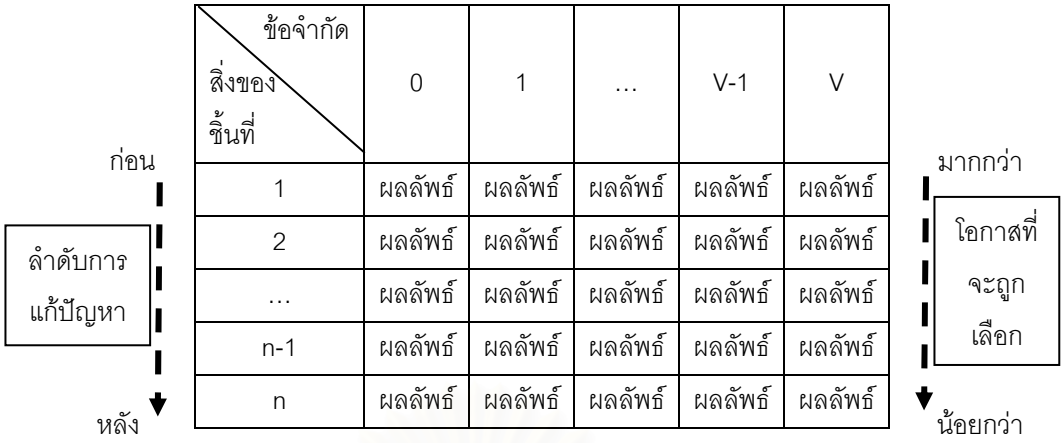
เมื่อทำการหาสิ่งของที่ควรบรรจุลงในรถเสร็จสิ้นตามขั้นตอนข้างต้น จะได้ผลดังตารางที่ 4.33 ซึ่งผลเฉลยในตัวอย่างนี้ คือควรเลือกสิ่งของชิ้นที่ 2 และ 3 ซึ่งจะมีปริมาตรรวม 7 หน่วย เท่ากับปริมาตรสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้และมีน้ำหนักรวม 8 หน่วย ซึ่งไม่เกินข้อจำกัดด้านน้ำหนักบรรทุก จะเห็นว่าปริมาตรรวมของผลเฉลยที่ได้มีค่าสูงสุดเท่าที่สามารถบรรทุกได้

ตารางที่ 4.33 การหาสิ่งของที่ต้องเลือกใส่ไว้ในรถ เพื่อให้ได้ผลเฉลย
ของวิธี DPH-V ของตัวอย่างที่ 4.2

i\v	0	1	2	3	4	5	6	7
0	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
1	(0,0)	(0,0)	(2,4)	(2,4)	(2,4)	(2,4)	(2,4)	(2,4)
②	(0,0)	(0,0)	(2,4)	(3,5)	(3,5)	(3,5)	(3,5)	(3,5)
③	(0,0)	(0,0)	(2,4)	(3,5)	(4,3)	(4,3)	(6,7)	(7,8)
4	(0,0)	(1,2)	(2,4)	(3,5)	(4,3)	(5,5)	(6,7)	(7,8)
5	(0,0)	(1,2)	(2,4)	(3,4)	(4,3)	(5,5)	(6,7)	(7,8)

4.2.3 การวิเคราะห์ผลของการเรียงลำดับสิ่งของในตารางจำจดคำตอบของวิธี DPH-W และ DPH-V

จากที่กล่าวมาข้างต้นวิธี DPH-W และ DPH-V เป็นการนำหลักการของกำหนดการพลวัตมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัด ซึ่งหากปัญหาที่ต้องการแก้เป็นปัญหาการเลือกสิ่งของบรรจุลงในรถเพียงคันเดียว ลำดับการเลือกสิ่งของใส่ลงในหัวตารางจดจำคำตอบย่อมไม่มีผลต่อคำตอบ เนื่องจากวิธีการดังกล่าวเป็นการหาคำตอบการเลือกสิ่งที่เหมาะสมในการบรรจุลงในรถคันแรกคันเดียว แต่หากปัญหาที่ต้องการแก้เป็นปัญหาการเลือกสิ่งของจากกลุ่มของสิ่งของทั้งหมดบรรจุลงในรถหลายๆ คัน จนกว่าสิ่งของภายในกลุ่มทั้งหมดจะถูกบรรจุลงในรถ โดยต้องการให้ใช้จำนวนรถในการบรรจุสิ่งของทั้งหมดน้อยที่สุด ลำดับการเลือกสิ่งของใส่ลงในหัวตารางจดจำคำตอบน่าจะมีผลต่อคำตอบ เนื่องจากการแก้ปัญหาย่อยในตารางจดจำคำตอบจะทำการแก้ปัญหาจากด้านบนลงด้านล่าง ทำให้สิ่งของที่อยู่ด้านบนของตารางจดจำคำตอบจะมีโอกาสในการถูกเลือกบรรจุลงในรถก่อนสิ่งของที่อยู่ด้านล่างตารางจดจำคำตอบ ดังแสดงในรูปที่ 4.13 ซึ่งการเลือกสิ่งของบรรจุลงในรถคันแรกจะมีผลต่อการเลือกสิ่งของบรรจุลงในรถคันถัดไป ซึ่งน่าจะส่งผลต่อจำนวนรถที่ต้องใช้ในการบรรจุสิ่งของทั้งหมดโดยภาพรวม



รูปที่ 4.13 ลำดับการแก้ปัญหาและโอกาสที่จะถูกเลือกของสิ่งของในการแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-W และ DPH-V

จากสมมุติฐานข้างต้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาวิธีการเรียงสิ่งของใส่ในหัวตารางจดจำคำตอบเมื่อแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-W และ DPH-V โดยจะทำการเรียงสิ่งของใส่ในหัวตารางจดจำคำตอบจากข้อมูลรายละเอียดของสิ่งของแต่ละชิ้น โดยข้อมูลที่ใช้พิจารณาแบ่งออกเป็น 3 ข้อมูลดังนี้

1. ปริมาตรของสิ่งของ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร
2. น้ำหนักของสิ่งของ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
3. ความหนาแน่นของสิ่งของ มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานเป็นข้อมูลการจัดส่งสินค้าในรอบการจัดส่งกรุงเทพกลางวัน ในวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2551 ซึ่งมีสินค้าที่ต้องทำการจัดส่งทั้งหมด 600 ชิ้น ซึ่งในรอบการจัดส่งนี้ สามารถแบ่งพื้นที่รับผิดชอบในการกระจายสินค้าออกเป็นพื้นที่การจัดส่งทั้งหมด 17 พื้นที่ ซึ่งจะต้องพิจารณาแต่ละพื้นที่การจัดส่งแยกออกจากกัน เปรียบเสมือนการพิจารณาปัญหาย่อย 17 ปัญหา เพื่อหาคำตอบของปัญหาใหญ่ ซึ่งก็คือจำนวนรถรวมของทั้งรอบการจัดส่ง โดยผลการทดสอบเมื่อแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-W และวิธี DPH-V เป็นดังตารางที่ 4.34 ซึ่งตัวเลขภายในตารางคือจำนวนรถที่ต้องใช้ในการขนส่ง ซึ่งจากตารางที่ 4.34 พบว่าการแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-W และ DPH-V เมื่อเรียงข้อมูลที่มีค่าปริมาตรหรือน้ำหนักหรือความหนาแน่นจากค่ามากไปหาค่าน้อย เมื่อทำการแก้ปัญหาจะได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการแก้ปัญหาโดยเรียงข้อมูลที่มีค่าปริมาตรหรือน้ำหนักหรือความหนาแน่นจากค่าน้อยไปหาค่ามาก นอกจากนี้เรียงข้อมูลที่มีค่าปริมาตรหรือน้ำหนักจากค่ามากไปหาค่าน้อยเมื่อทำการแก้ปัญหาจะได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าหรือเท่ากับการแก้ปัญหาโดยไม่มีการเรียงข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลจากรอบการจัดส่งอื่นๆ มาทดสอบว่าการแก้ปัญหาด้วยการเรียงข้อมูลแบบใดที่สามารถให้คำตอบที่ดีกว่าแบบอื่นๆ โดยผลการทดสอบเมื่อ

แก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-W และวิธี DPH-V เป็นดังตารางที่ 4.35 และ 4.36 ตามลำดับ ซึ่งตัวเลขภายในตารางคือจำนวนรถที่ต้องใช้ในการขนส่ง

จากตารางที่ 4.35 และ 4.36 พบว่าการแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-W และ DPH-V เมื่อเรียงข้อมูลปริมาตรจากค่ามากไปหาค่าน้อย แล้วทำการแก้ปัญหาจะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าหรือเท่ากับการแก้ปัญหา เมื่อไม่มีการเรียงข้อมูลหรือเรียงข้อมูลแบบอื่นๆ ผู้วิจัยจึงจะใช้รูปแบบการเรียงข้อมูลปริมาตรจากค่ามากไปหาค่าน้อยในการสร้างแบบจำลองสำหรับแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันต่อไป

ตารางที่ 4.34 จำนวนรถที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-W และวิธี DPH-V เมื่อเรียงข้อมูลเข้าแบบต่างๆ

		ปริมาตร		น้ำหนัก		ความหนาแน่น	
วิธีแก้ปัญหา	ไม่เรียง	มากไปน้อย	น้อยไปมาก	มากไปน้อย	น้อยไปมาก	มากไปน้อย	น้อยไปมาก
DPH-W	220	220	234	220	234	221	233
DPH-V	221	220	223	220	222	220	222

ตารางที่ 4.35 จำนวนรถที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-W ในรอบการจัดส่งต่างๆ

รอบการจัดส่ง	ไม่เรียง	ปริมาตรมากไปน้อย	น้ำหนักมากไปน้อย
กทม กลางวัน จพศ	203	202	203
กทม กลางวัน อพฤส	220	220	220
กทม กลางคืน จพศ	270	265	266
กทม กลางคืน อพฤส	234	233	233

ตารางที่ 4.36 จำนวนรถที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-V ในรอบการจัดส่งต่างๆ

รอบการจัดส่ง	ไม่เรียง	ปริมาตรมากไปน้อย	น้ำหนักมากไปน้อย
กทม กลางวัน จพศ	200	200	200
กทม กลางวัน อพฤส	221	220	220
กทม กลางคืน จพศ	268	267	267
กทม กลางคืน อพฤส	233	232	232

4.2.3 กรีดีอัลกอริธึมแบบสลับของชิ้นแรกสำหรับปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัด (First Item Alternation Greedy Algorithm for Knapsack Problem, FIAGA)

นอกจากการแก้ปัญหาด้วยวิธีกำหนดการพลวัตแล้ว กรีดีอัลกอริธึมยังเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัดแบบการพิจารณาเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของหนึ่งๆ (The 0-1 Knapsack Problem) แม้คำตอบที่ได้จะไม่ใช่ผลเฉลยที่ดีที่สุด แต่สำหรับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ซึ่งต้องใช้รถหลายคันในการจัดส่งสินค้า การได้คำตอบที่ดีที่สุดสำหรับการจัดสินค้าลงในรถแต่ละคันอาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาทั้งหมด เนื่องจากสิ่งของที่เหลือในการจัดลงรถคันต่อไปอาจมีขนาดไม่ลงตัวในการจัดลงรถคันต่อๆไป ซึ่งอาจทำให้รถคันท้ายๆ ที่ทำการจัดสินค้าลงรถอาจมีสินค้าบรรทุกเพียงไม่กี่ชิ้นและเกิดการใช้ประโยชน์จากรถอย่างไม่มีประสิทธิภาพ งานวิจัยชิ้นนี้จึงได้พัฒนาแบบจำลองที่ใช้วิธีกรีดีอัลกอริธึม มาใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ซึ่งข้อดีของวิธีกรีดีอัลกอริธึม คือมีจำนวนครั้งในการแก้ปัญหาน้อยกว่าการแก้ปัญหาด้วยกำหนดการพลวัต ทำให้สามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่กว่าได้

การแก้ปัญหาโดยกรีดีอัลกอริธึม (Greedy Algorithms) มีวิธีการเลือกสิ่งของอยู่หลายแบบ ได้แก่

1. เลือกสิ่งของที่มีน้ำหนักสูงสุดก่อน
2. เลือกสิ่งของที่มีปริมาตรสูงสุดก่อน
3. เลือกสิ่งของที่มีปริมาตรต่อน้ำหนักสูงสุดก่อน
4. เลือกสิ่งของที่มีปริมาตรต่อน้ำหนักต่ำสุดก่อน
5. เลือกสิ่งของที่มีน้ำหนักต่ำสุดก่อน
6. เลือกสิ่งของที่มีปริมาตรต่ำสุดก่อน

วิธีการเลือกสิ่งของแต่ละแบบจะให้ผลเฉลยของปัญหาที่แตกต่างกัน ซึ่งการเลือกใช้วิธีการเลือกสิ่งของจะต้องขึ้นอยู่กับรูปแบบของปัญหาและคำตอบที่ต้องการได้จากการแก้ปัญหา โดยในการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้แก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ใช้วิธีกรีดีอัลกอริธึมแบบเลือกสิ่งของที่มีปริมาตรสูงสุดก่อน โดยใช้ความสามารถในการบรรทุกทั้งด้านปริมาตรและด้านน้ำหนักเป็นข้อจำกัดในการหาคำตอบ

การใช้วิธีกรีดีอัลกอริธึมแบบเลือกสิ่งของที่มีปริมาตรสูงสุดก่อนมีความเหมาะสมกับการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน เนื่องจากในการเลือกสินค้าลงรถในคันแรกๆ สินค้าที่สามารถเลือกลงรถได้มีจำนวนมาก การเลือกสินค้าที่มีปริมาตรสูงก่อนแม้จะทำให้รถคันแรกๆ อาจจะยังมีพื้นที่ว่างเหลืออยู่บ้าง แต่การเลือกสินค้าที่มีปริมาตรสูงก่อนจะทำให้สินค้าที่เหลืออยู่ใน

การเลือกสินค้าลงรถในคันต่อๆ ไป มีปริมาตรไม่ใหญ่มากนัก ทำให้สามารถจัดสินค้าที่มีขนาดเล็กดังกล่าวลงรถได้ โดยมีพื้นที่ว่างในรถคันท้ายๆ ไม่มากนักและสามารถกำจัดปัญหาการต้องจัดส่งสินค้าที่มีขนาดใหญ่เพียงชิ้นเดียวด้วยรถหนึ่งคัน เนื่องจากไม่มีสินค้าชิ้นเล็กเหลืออยู่ในการเลือกสินค้าลงรถคันท้ายๆ

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ประยุกต์การหาคำตอบหลายๆ รูปแบบเข้ามาใช้กับวิธีกรีดีอัลกอริธึม ซึ่งผู้วิจัยจะเรียกวิธีการแก้ปัญหาที่ประยุกต์ขึ้นว่าวิธีกรีดีอัลกอริธึมแบบสลับของชิ้นแรกสำหรับปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัด (First Item Alternation Greedy Algorithm for Knapsack Problem, FIAGA) ซึ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยวิธี FIAGA มีดังนี้

1. เรียงลำดับสิ่งของตามข้อมูลปริมาตรของสิ่งของจากมากไปหาน้อย
2. เลือกสิ่งของเป็นสิ่งของชิ้นแรกตามลำดับข้อมูลที่เรียงไว้
3. เลือกสิ่งของชิ้นต่อไป โดยเลือกสิ่งของชิ้นที่มีปริมาตรมากที่สุดที่ไม่เกินความจุที่เหลือของรถ โดยเลือกต่อไปเรื่อยจนกว่าจะไม่สิ่งของชิ้นใดที่สามารถบรรจุเพิ่มได้
4. บันทึกค่าคำตอบที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 ไว้เป็นคำตอบชั่วคราว
5. ทำตามขั้นตอนที่ 2,3 และ 4 โดยในขั้นตอนที่ 2 ให้เลือกสิ่งของชิ้นแรกไล่ตามลำดับของข้อมูลที่นำเข้ามาจนกว่าจะได้รูปแบบของการแก้ปัญหาที่มีค่าปริมาตรเต็มความจุของรถพอดีหรือได้รูปแบบของการแก้ปัญหาครบทุกรูปแบบ กล่าวคือสิ่งของทุกชิ้นได้ถูกเลือกเป็นชิ้นแรกแล้วทั้งหมด
6. เลือกรูปแบบการแก้ปัญหาจากข้อ 5 ที่มีค่าปริมาตรของคำตอบมากที่สุดเป็นรูปแบบการเลือกสิ่งของที่เป็นคำตอบของปัญหา

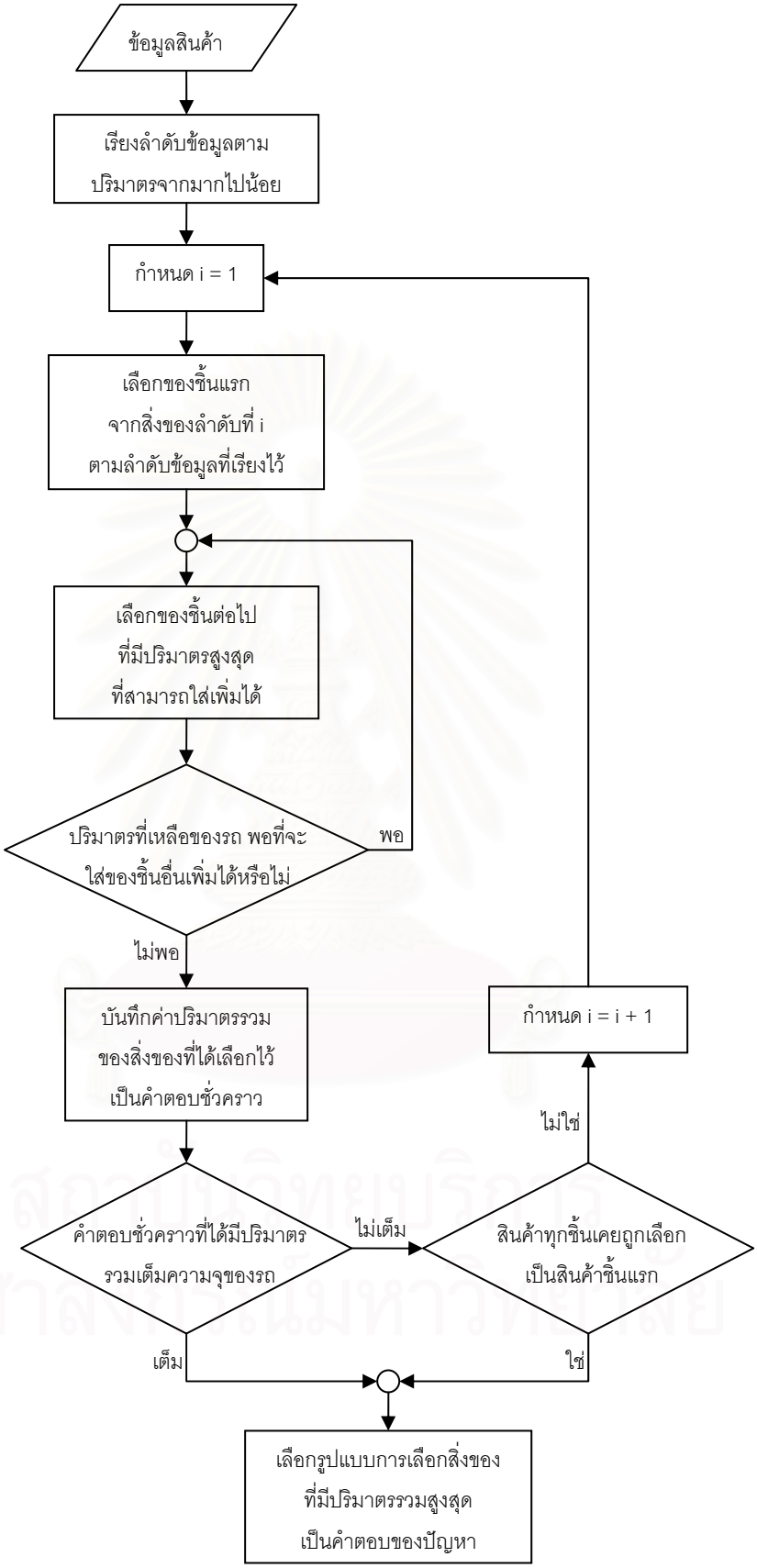
จากลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยวิธี FIAGA ที่ได้กล่าวมาสามารถเขียนแผนผังลำดับการแก้ปัญหาได้ดังรูปที่ 4.14 และเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบและเข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างวิธีกรีดีอัลกอริธึมและวิธี FIAGA ผู้วิจัยจึงจะขอยกตัวอย่างการแก้ปัญหาดังนี้

ตัวอย่างที่ 4.3 การแก้ปัญหาด้วยวิธีกรีดีอัลกอริธึมและวิธี FIAGA

กำหนดให้มีสิ่งของ 6 ชิ้น โดยที่รถมีปริมาตร 29 หน่วย ให้เลือกสิ่งของบรรทุกลงรถให้มีปริมาตรรวมสูงที่สุด โดยสินค้าดังกล่าวไม่เกินข้อจำกัดด้านความสามารถในการบรรทุกของรถ

<u>วิธีกรีดีอัลกอริธึม</u>

เลือกสิ่งของชิ้นที่มีปริมาตรสูงที่สุดที่สามารถบรรทุกลงรถได้ โดยเลือกต่อไปเรื่อยๆ จนไม่มีสิ่งของชิ้นใดที่สามารถบรรจุเพิ่มได้ ซึ่งได้ผลเฉลยดังตารางที่ 4.38 โดยเลือกสิ่งของชิ้นที่มีปริมาตร 14,11 และ 3 หน่วย ซึ่งมีปริมาตรรวมเท่ากับ 28 หน่วย



รูปที่ 4.14 ขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยวิธี FIAGA

ตารางที่ 4.37 ปริมาตรของสิ่งของที่ต้องการแก้ปัญหาด้วยกรีดีอัลกอริธึมและวิธี FIAGA

สิ่งของชิ้นที่	ปริมาตร(หน่วย)
1	14
2	2
3	5
4	11
5	3
6	8

ตารางที่ 4.38 ผลเฉลยของปัญหาเมื่อแก้ด้วยวิธีกรีดีอัลกอริธึม

สิ่งของที่เลือกเป็นลำดับที่	1	2	3
ปริมาตรของสิ่งของ(หน่วย)	14	11	3

วิธี FIAGA

เลือกสิ่งของหลายๆ ชิ้นเป็นสิ่งของเริ่มต้น แล้วจึงเลือกชิ้นที่มีปริมาตรมากที่สุดที่ไม่เกินความจุของรถเป็นชิ้นต่อไป โดยเลือกต่อไปเรื่อยๆ จนไม่มีสิ่งของชิ้นใดที่สามารถบรรจุเพิ่มได้ จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบผลเฉลยจากการเลือกสิ่งของชิ้นแรกหลายๆ รูปแบบ ว่าการเลือกสิ่งของชิ้นแรกรูปแบบใดให้ผลเฉลยที่ดีที่สุด จึงถือว่าผลเฉลยจากรูปแบบที่ดีที่สุดเป็นคำตอบของปัญหา ซึ่งได้ผลเฉลยดังตารางที่ 4.39 ซึ่งพบว่ารูปแบบการเลือกที่ให้ผลเฉลยที่มีปริมาตรสูงสุดคือการเลือกสิ่งของที่มีปริมาตร 5,14,8 และ 2 หน่วย ซึ่งมีปริมาตรรวมเท่ากับ 29 หน่วย

ตารางที่ 4.39 ผลเฉลยของปัญหาเมื่อแก้ด้วยวิธี FIAGA

รูปแบบการเลือกที่	ปริมาตรของสิ่งของที่เลือก(หน่วย)				ปริมาตรรวม(หน่วย)
	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	
1	14	11	3		28
2	2	14	11		27
3	5	14	8	2	29
4	11	14	3		28
5	3	14	11		28
6	8	14	5	2	29

วิธี FIAGA จะให้คำตอบที่ดีกว่าหรืออย่างน้อยเป็นคำตอบที่เท่ากับคำตอบที่ได้จากวิธีกรีดีอัลกอริธึม ผู้วิจัยจึงได้นำวิธี FIAGA มาใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน โดยวิธีการและขั้นตอนการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยแบบจำลองวิธี FIAGA ที่สร้างขึ้นมี ดังนี้

1. นำเข้าข้อมูลสินค้า 2 สองเส้นทางเดินรถหลัก ที่อยู่ในพื้นที่การจัดส่งเดียวกัน

2. จัดข้อมูลสินค้าเข้ารถ โดยเลือกสินค้าชิ้นแรกเรียงลำดับตามการเรียงข้อมูลที่นำเข้ามา

3. จัดสินค้าชิ้นต่อไป ซึ่งเป็นชิ้นที่มีปริมาตรสูงสุดที่สามารถบรรจุได้เข้ารถ ทำจนกว่าจะไม่สามารถจัดสินค้าชิ้นที่เหลือใส่รถได้ จึงจัดเก็บข้อมูลกลุ่มสินค้าดังกล่าวเป็นคำตอบในเบื้องต้น

4. หากกลุ่มสินค้าที่ได้จากข้อที่ 3 ไม่เต็มความจุรถให้ดำเนินการขั้นที่ 2 และ 3 ใหม่ โดยเริ่มจากเลือกสินค้าชิ้นแรกจากสินค้าชิ้นอื่นและเก็บค่าสูงสุดที่ได้ไว้เป็นผลเฉลย

5. เมื่อได้กลุ่มสินค้าที่จัดเฉพาะสินค้าจากเส้นทางเดินรถหลักที่ 1 จากขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 4 แล้ว ในกรณีที่กลุ่มสินค้าดังกล่าวจากเส้นทางเดินรถหลักที่ 1 ยังไม่เต็มความจุรถให้พิจารณาเลือกสินค้าจากเส้นทางเดินรถหลักที่ 2 ที่สามารถใส่ได้ในความจุที่เหลือ ใส่เข้าไปในกลุ่มสินค้าดังกล่าวด้วยวิธีการในขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 4

6. รายงานค่ากลุ่มสินค้าดังกล่าว เป็นสินค้าที่บรรจุในรถหนึ่งคัน

7. ดำเนินการในขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 6 จนสินค้าทุกชิ้นในเส้นทางเดินรถหลักที่ 1 ได้รับการจัดส่ง

8. นำเข้าข้อมูลจากเส้นทางเดินรถหลักสายถัดไป แล้วดำเนินการตามขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 7 จนครบทุกเส้นทางเดินรถหลัก

4.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพและความเหมาะสมของแต่ละแบบจำลอง

4.3.1 ผลการจัดเส้นทางเดินรถประจำทางด้วยวิธีต่าง ๆ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการวางแผนการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน โดยใช้อัลกอริธึมในการแก้ปัญหา 3 รูปแบบ คือ

1. ฮิวริสติกแบบอ้างอิงกำหนดการพลวัตโดยน้ำหนัก (Dynamic Programming Based Heuristic by weight, DPH-W)

2. ฮิวริสติกแบบอ้างอิงกำหนดการพลวัตโดยปริมาตร (Dynamic Programming Based Heuristic by volume, DPH-V)

3. กรีดีอัลกอริธึมแบบสลับของชิ้นแรกสำหรับปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัด (First Item Alternation Greedy Algorithms for Knapsack Problem, FIAGA)

การตรวจสอบและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น จะใช้ข้อมูลปริมาตรยอดสั่งซื้อสินค้าจากร้านค้าจำนวน 4 รอบการจัดส่ง คิดเป็นพื้นที่การจัดส่งทั้งหมด 60 พื้นที่การจัดส่ง คิดเป็นจุดรับสินค้าทั้งหมด 1,316 จุดรับสินค้า การที่ระบุจำนวนเป็นจุดรับสินค้า เนื่องจากบางร้านสาขามีการรับสินค้าจาก 2 รอบการจัดส่ง เช่น รับสินค้าจากรอบกรุงเทพกลางวัน จันทร์ พุธ ศุกร์ และรอบกรุงเทพกลางวันอังคาร พฤหัสบดี เสาร์ เป็นต้น ร้านสาขาเหล่านี้จะนับเป็น 2 จุดรับสินค้า โดยจะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาของอัลกอริธึมแต่ละแบบ ซึ่งจากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดเส้นทางเดินรถประจำวันมีผลลัพธ์ ดังนี้

1. จำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งสินค้า

เปรียบเทียบจำนวนรถที่ต้องใช้ในการจัดส่งสินค้า เมื่อจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยวิธีการต่างๆ และขอบล่าง (Lower Bound) ของจำนวนรถที่ต้องใช้ขนส่งสินค้าที่คำนวณจากสมการที่ 5.1 ซึ่งในการปฏิบัติงานจริงจำนวนรถที่ใช้จะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ "ขอบล่าง" นี้ เนื่องจากในการปฏิบัติงานไม่สามารถแบ่งกลุ่มสินค้าแต่ละกลุ่มออกจากกันได้ จึงแทบจะไม่มีโอกาสที่สินค้าแต่ละกลุ่มจะมีปริมาตรรวมกันได้เท่ากับความจุรถพอดีได้

$$LB = \left\lceil \frac{\sum Volume}{V_{vehicle}} \right\rceil \qquad (5.1)$$

เมื่อ LB คือ ขอบล่างของจำนวนรถ ซึ่งจะทำการปัดขึ้นเป็นจำนวนเต็ม

$\sum Volume$ คือ ปริมาตรสินค้าทั้งหมดที่ต้องจัดส่ง

$V_{vehicle}$ คือ ความสามารถในการบรรทุกด้านปริมาตรของรถที่ใช้ขนส่ง

1.1 จำนวนรถที่ใช้จัดส่งสินค้าในแต่ละพื้นที่การจัดส่ง

แสดงข้อมูลเปรียบเทียบจำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งสินค้า ในแต่ละพื้นที่การจัดส่งของแต่ละรอบการจัดส่ง

ตารางที่ 4.40 จำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งในแต่ละพื้นที่การจัดส่งของรอบการจัดส่งที่ 1

พื้นที่การจัดส่งที่	Lower bound (คัน)	FIAGA (คัน)	DPH-V (คัน)	DPH-W (คัน)
1	3	3	3	3
2	5	5	5	6
3	11	11	11	11

ตารางที่ 4.40(ต่อ) จำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งในแต่ละพื้นที่การจัดส่งของรอบการจัดส่งที่ 1

พื้นที่การจัดส่งที่	Lower bound (คัน)	FIAGA (คัน)	DPH-V (คัน)	DPH-W (คัน)
4	7	8	8	8
5	24	24	25	25
6	3	3	3	3
7	1	1	1	1
8	23	24	25	25
9	2	2	2	2
10	28	30	30	30
11	29	30	31	31
12	15	15	15	15
13	7	8	8	8
14	15	15	15	15
15	8	8	8	8
16	10	10	10	11
รวม	191	197	200	202

ตารางที่ 4.41 จำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งในแต่ละพื้นที่การจัดส่งของรอบการจัดส่งที่ 2

พื้นที่การจัดส่งที่	Lower bound (คัน)	FIAGA (คัน)	DPH-V (คัน)	DPH-W (คัน)
1	5	5	5	5
2	12	12	12	12
3	9	10	10	10
4	6	6	7	7
5	22	22	23	23
6	14	14	15	15
7	3	3	3	3
8	10	11	11	11
9	35	37	37	37
10	16	18	18	18
11	20	21	22	22

ตารางที่ 4.41(ต่อ) จำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งในแต่ละพื้นที่การจัดส่งของรอบการจัดส่งที่ 2

พื้นที่การจัดส่งที่	Lower bound (คัน)	FIAGA (คัน)	DPH-V (คัน)	DPH-W (คัน)
12	6	7	7	7
13	6	7	7	7
14	9	10	9	10
15	18	19	20	19
16	11	12	12	12
17	2	2	2	2
รวม	204	216	220	220

ตารางที่ 4.42 จำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งในแต่ละพื้นที่การจัดส่งของรอบการจัดส่งที่ 3

พื้นที่การจัดส่งที่	Lower bound (คัน)	FIAGA (คัน)	DPH-V (คัน)	DPH-W (คัน)
1	17	20	20	19
2	14	15	15	15
3	23	25	25	25
4	12	13	13	13
5	12	13	14	13
6	28	30	30	30
7	19	20	20	20
8	21	22	22	22
9	10	11	11	11
10	18	19	19	19
11	17	17	18	18
12	38	41	41	41
13	3	3	3	3
14	10	11	11	11
15	5	5	5	5
รวม	247	265	267	265

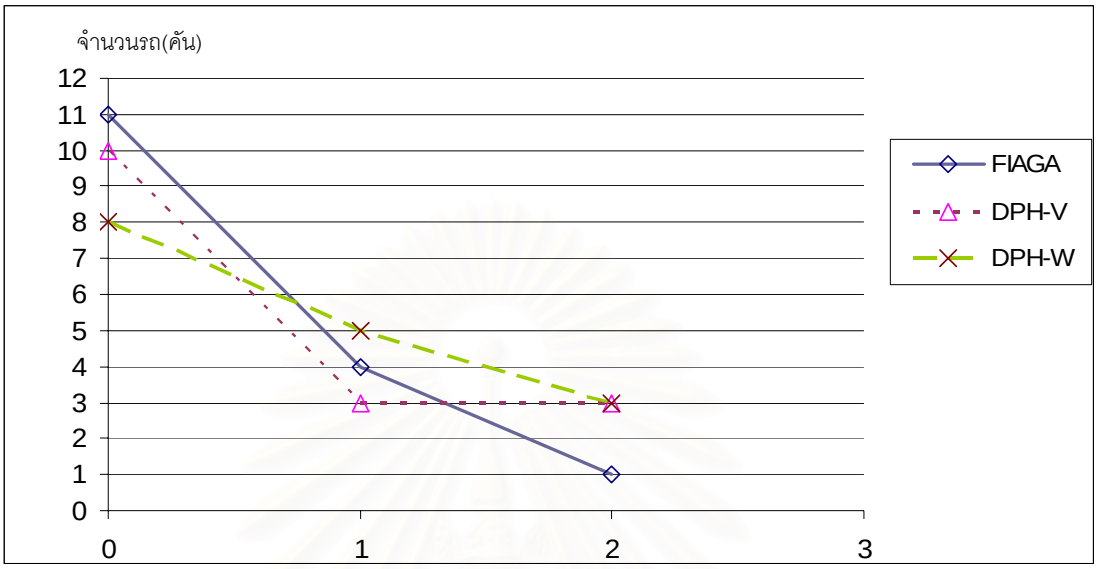
ตารางที่ 4.43 จำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งในแต่ละพื้นที่การจัดส่งของรอบการจัดส่งที่ 4

พื้นที่การจัดส่งที่	Lower bound (คัน)	FIAGA (คัน)	DPH-V (คัน)	DPH-W (คัน)
1	24	26	27	27
2	57	61	62	62
3	27	28	29	29
4	10	10	11	11
5	10	12	12	12
6	22	26	27	26
7	4	5	5	5
8	13	13	13	14
9	7	7	7	8
10	16	17	17	17
11	6	7	7	7
12	15	15	15	15
รวม	211	227	232	233

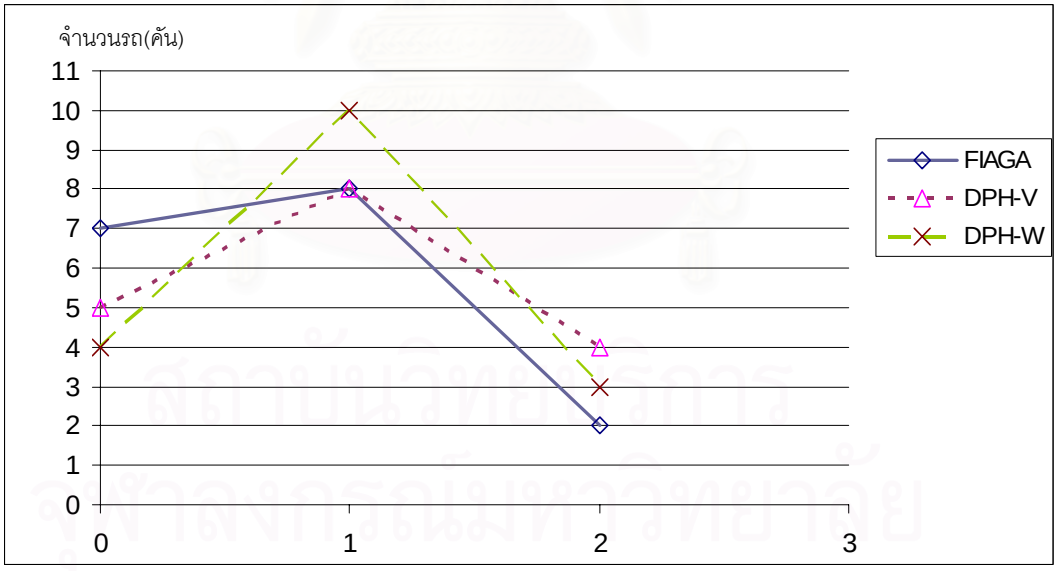
จากข้อมูลในตารางที่ 4.40 4.41 4.42 และ 4.43 พบว่าจำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าในแต่ละพื้นที่การจัดส่ง ในแต่ละรอบการจัดส่ง ที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ โดยส่วนใหญ่มีจำนวนเท่ากับขอบล่างของจำนวนรถ แต่ก็ยังมีบางพื้นที่การจัดส่งที่จำนวนรถที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีต่างๆ มีจำนวนสูงกว่าขอบล่างของจำนวนรถขนส่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

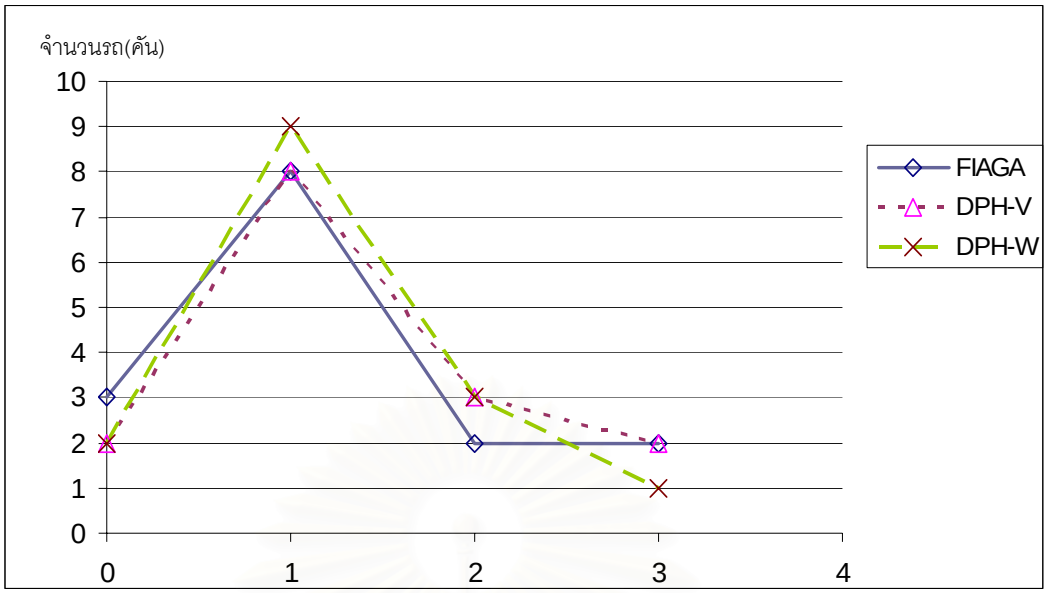
1.2 ความแตกต่างของจำนวนรถที่ใช้จัดส่งสินค้าในแต่ละพื้นที่การจัดส่ง เมื่อจัดด้วยวิธีต่างๆ เปรียบเทียบกับขอบล่าง(Lower Bound)



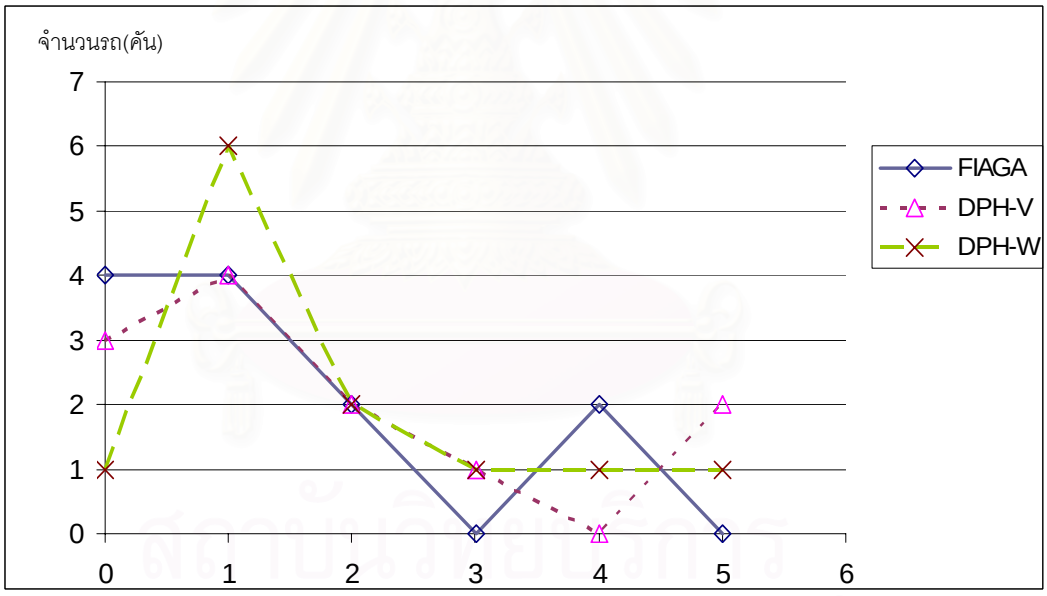
รูปที่ 4.15 เปรียบเทียบจำนวนรถที่แตกต่าง เมื่อจัดด้วยวิธีต่างๆ กับขอบล่าง ในรอบการจัดส่งที่ 1



รูปที่ 4.16 เปรียบเทียบจำนวนรถที่แตกต่าง เมื่อจัดด้วยวิธีต่างๆ กับขอบล่าง ในรอบการจัดส่งที่ 2



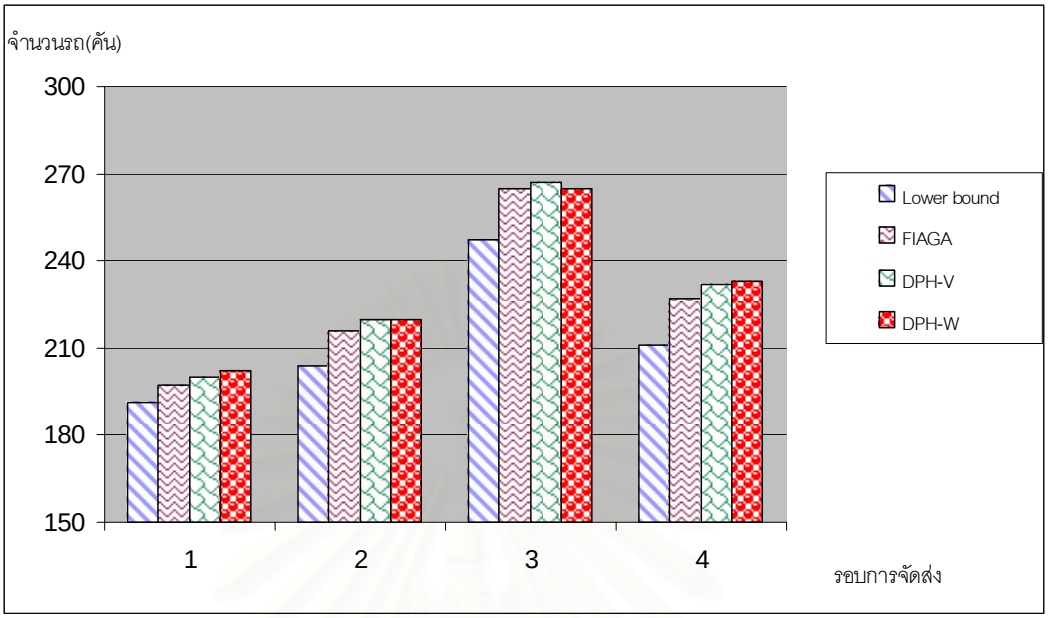
รูปที่ 4.17 เปรียบเทียบจำนวนรถที่แตกต่าง เมื่อจัดด้วยวิธีต่างๆ กับขอบล่าง ในรอบการจัดส่งที่ 3



รูปที่ 4.18 เปรียบเทียบจำนวนรถที่แตกต่าง เมื่อจัดด้วยวิธีต่างๆ กับขอบล่าง ในรอบการจัดส่งที่ 4

จากรูปที่ 4.15 ถึง 4.18 พบว่าการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยวิธี FIAGA มีจำนวนรถที่ต้องในการจัดส่งสินค้าในแต่ละพื้นที่การจัดส่งใกล้เคียงขอบล่าง (Lower Bound) มากที่สุด

1.3 จำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าแต่ละรอบการจัดส่ง



รูปที่ 4.19 เปรียบเทียบจำนวนรถที่ต้องใช้ในการจัดส่งสินค้า

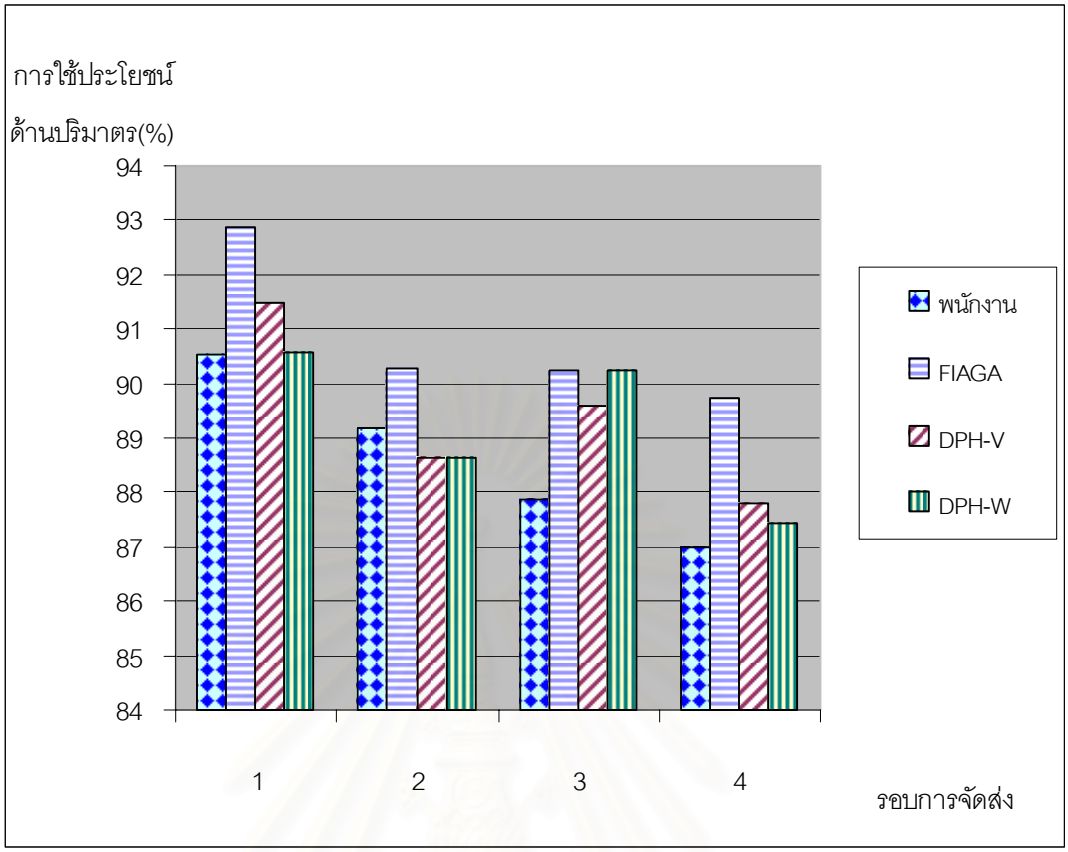
จากรูปที่ 4.19 การจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยวิธีการต่างๆ ให้ผลลัพธ์เป็นเส้นทางเดินรถประจำวันที่ใช้รถในการขนส่งใกล้เคียงกับขอบล่างของจำนวนรถ โดยวิธี FIAGA เป็นวิธีที่ใช้จำนวนรถในการขนส่งต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ

2. การใช้ประโยชน์ด้านการบรรทุกจากรถเฉลี่ย

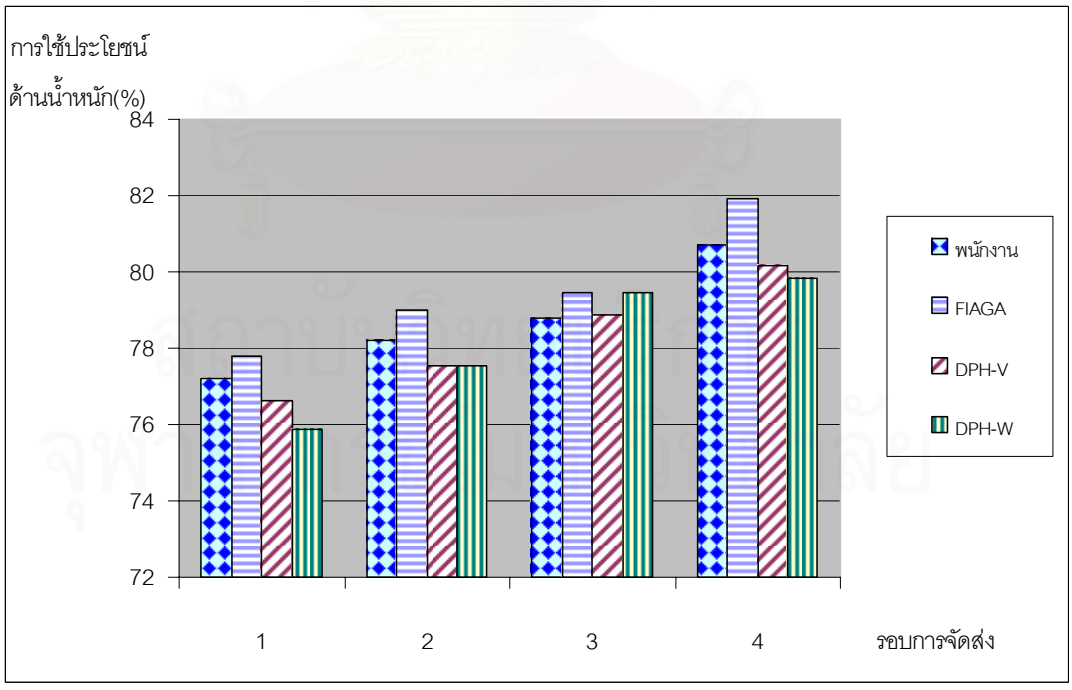
เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ด้านการบรรทุกจากรถขนส่ง เมื่อจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยวิธีต่างๆ

2.1 การใช้ประโยชน์ด้านปริมาตรบรรทุกเฉลี่ยของรถแต่ละคันในแต่ละรอบการจัดส่ง ดังแสดงในรูปที่ 4.20 ซึ่งจากรูปที่ 4.20 พบว่าการแก้ปัญหาด้วยวิธี FIAGA สามารถสร้างเส้นทางเดินรถประจำวันที่มีการใช้ประโยชน์ด้านปริมาตรบรรทุกจากรถขนส่งได้สูงกว่าวิธีอื่นในทุกรอบการจัดส่ง

2.2 การใช้ประโยชน์ด้านน้ำหนักบรรทุกเฉลี่ยของรถแต่ละคันในแต่ละรอบการจัดส่ง ดังแสดงในรูปที่ 4.21 ซึ่งจากรูปที่ 4.21 พบว่าการแก้ปัญหาด้วยวิธี FIAGA สามารถสร้างเส้นทางเดินรถประจำวันที่มีการใช้ประโยชน์ด้านน้ำหนักบรรทุกจากรถขนส่งได้สูงกว่าวิธีอื่นในทุกรอบการจัดส่ง



รูปที่ 4.20 เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ด้านปริมาตรบรรทุกจากรถเมื่อจัดด้วยวิธีต่างๆ



รูปที่ 4.21 เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ด้านน้ำหนักบรรทุกจากรถเมื่อจัดด้วยวิธีต่างๆ

จากการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ด้านการบรรทุกจากรถเฉลี่ย พบว่าการใช้ประโยชน์จากรถทั้งในด้านปริมาตรและน้ำหนักเฉลี่ยของรถแต่ละคันในแต่ละรอบการจัดส่ง เมื่อแก้ปัญหาด้วยวิธี FIAGA มีค่ามากที่สุด เนื่องจากวิธีกรีดีอัลกอริธึมแบบจดจำมีประสิทธิภาพสูงสุด ทำให้สามารถจัดสินค้าลงรถได้ใกล้เต็มความของรถมากที่สุด

4.3.2 วิเคราะห์ผลการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน

จากผลการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยวิธีต่างๆ แบบจำลองทุกวิธีที่พัฒนาขึ้นสามารถจัดเส้นทางเดินรถประจำวันในแต่ละพื้นที่การจัดส่งได้ดีและมีจำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าใกล้เคียงกับขอบล่างของจำนวนรถ ส่งผลให้จำนวนรถที่ต้องใช้ในแต่ละรอบการจัดส่ง มีจำนวนใกล้เคียงกับขอบล่างของจำนวนรถ ซึ่งการวิเคราะห์ประสิทธิ์และความแตกต่างของการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยวิธีต่างๆ จะทำการเปรียบเทียบผลในด้านต่างๆ ของ 2 กรณีดังนี้

1. กรณีที่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก

เป็นกรณีที่ใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ในการปฏิบัติงานจริง ซึ่งในแต่ละรอบการจัดส่งจะมีการแบ่งพื้นความรับผิดชอบทั้งหมดของแต่ละรอบการจัดส่งออกเป็นพื้นที่การจัดส่งย่อยๆ และภายในพื้นที่การจัดส่งจะถูกแบ่งเป็นเส้นทางเดินรถหลักหลายๆ สาย ซึ่งในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันจะสามารถฝากสินค้าระหว่างเส้นทางเดินรถหลักที่อยู่ใกล้เคียงกันในพื้นที่การจัดส่งเดียวกันได้ แต่ไม่สามารถฝากสินค้าระหว่างพื้นที่การจัดส่งได้

2. กรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก

เป็นกรณีที่พิจารณาให้แต่ละรอบการจัดส่งมีเพียงพื้นที่การจัดส่งเดียวและเส้นทางเดินรถหลักเดียว ซึ่งทำให้สามารถเลือกสินค้าทั้งหมดในรอบการจัดส่งบรรจุลงในรถได้อย่างอิสระ กรณีนี้เป็นการลดข้อจำกัดในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ซึ่งจะสามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพและความแตกต่างของการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยวิธีต่างๆ ได้ง่ายขึ้น

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพและความแตกต่างของการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยวิธีต่างๆ จะทำการพิจารณาในด้านต่างๆ ดังนี้

1. จำนวนรถที่ต้องใช้จัดส่งสินค้า

ทำการเปรียบเทียบจำนวนรถที่ต้องใช้จัดส่งสินค้า เมื่อแก้ปัญหาด้วยวิธีต่างๆ ของทั้ง 2 กรณี ดังนี้

1.1 กรณีที่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก

ตารางที่ 4.44 จำนวนรถที่ต้องใช้จัดส่งสินค้า เมื่อแก้ปัญหาด้วยวิธีต่างๆ ในกรณีที่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก

รอบการจัดส่ง	Lower Bound	FIAGA	DPH-V	DPH-W
1	191	197	200	202
2	204	216	220	220
3	247	265	267	265
4	211	227	232	233

1.2 กรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก

ตารางที่ 4.45 จำนวนรถที่ต้องใช้จัดส่งสินค้า เมื่อแก้ปัญหาด้วยวิธีต่างๆ ในกรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก

รอบการจัดส่ง	Lower Bound	FIAGA	DPH-V	DPH-W
1	183	184	210	192
2	195	198	238	209
3	240	242	303	255
4	204	207	261	216

จากตารางที่ 4.44 และ 4.45 พบว่าสำหรับวิธี FIAGA และ DPH-W เมื่อลดข้อจำกัดในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน กล่าวคือเมื่อเปรียบเทียบผลจากการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันในกรณีที่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลักมาเป็นกรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก จำนวนรถที่ต้องใช้ในการจัดส่งสินค้ามีจำนวนลดลง แต่สำหรับวิธี DPH-V จำนวนที่ต้องใช้ในการจัดส่งสินค้ามีจำนวนเพิ่มขึ้น เมื่อลดข้อจำกัดในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน โดยทั้งกรณีที่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลักมาและกรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลักแบบจำลองที่ใช้วิธี FIAGA เป็นวิธีที่สามารถจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ให้มีจำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งใกล้เคียงกับขอบล่างของจำนวนรถมากที่สุด

2. จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าเต็มความจุที่กำหนดไว้

ทำการเปรียบเทียบจำนวนรถที่บรรทุกสินค้าเต็มความจุที่กำหนดไว้ เมื่อแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ ในกรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก

ตารางที่ 4.46 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าเต็มความจุที่กำหนดไว้ เมื่อแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ ในกรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก

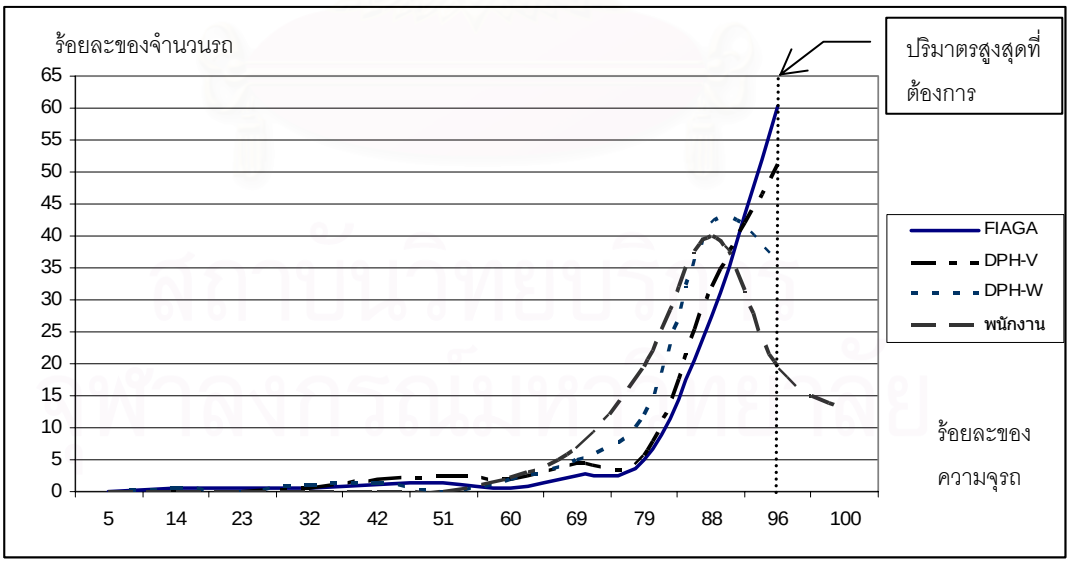
รอบการจัดส่ง	FIAGA	DPH-V	DPH-W
1	56	95	0
2	29	100	1
3	32	118	0
4	24	91	2

จากตารางที่ 4.46 วิธี DPH-V เป็นวิธีที่สามารถจัดสินค้าลงรถได้เต็มความจุมากที่สุด ซึ่งจากตัวอย่างข้อมูลรอบการขนส่งทั้ง 4 รอบการจัดส่ง วิธี DPH-V สามารถจัดสินค้าลงรถได้เต็มความจุที่กำหนดได้มากว่าหนึ่งในสามของรถที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าทั้งหมด ส่วนวิธี DPH-W เป็นวิธีที่แทบจะไม่สามารถจัดสินค้าลงรถได้เต็มความจุเลย

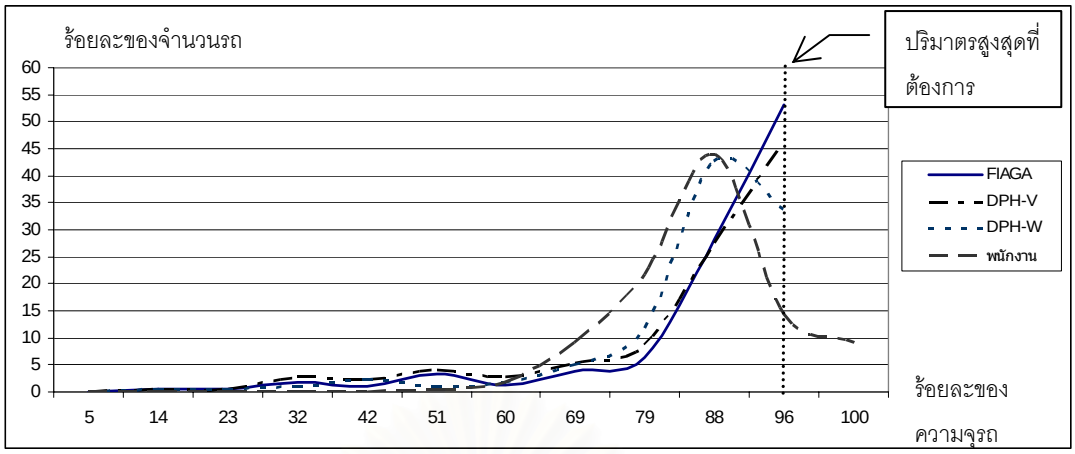
3. จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ

ทำการเปรียบเทียบจำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ เมื่อแก้ปัญหาด้วยวิธีต่างๆ ของทั้ง 2 กรณี ดังนี้

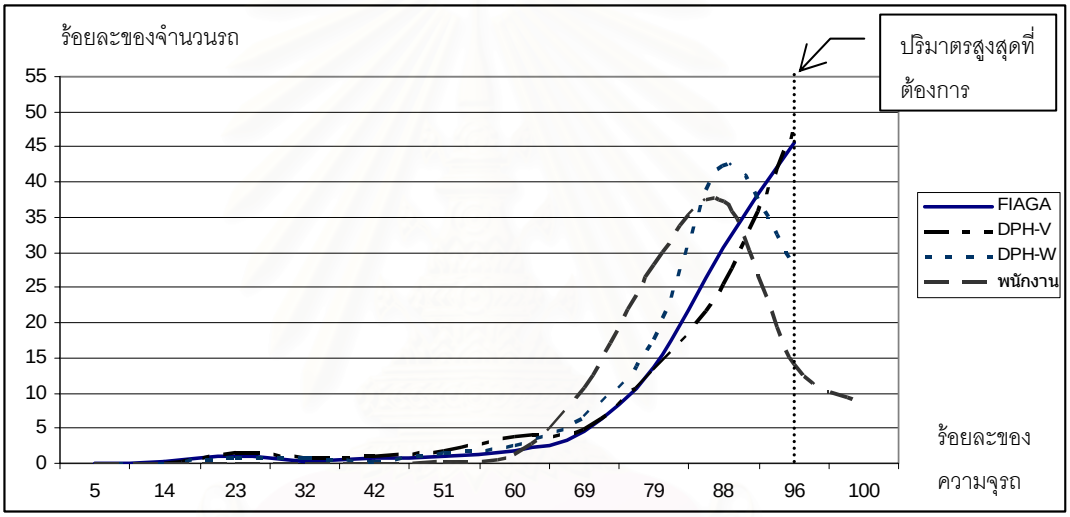
3.1 กรณีที่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก



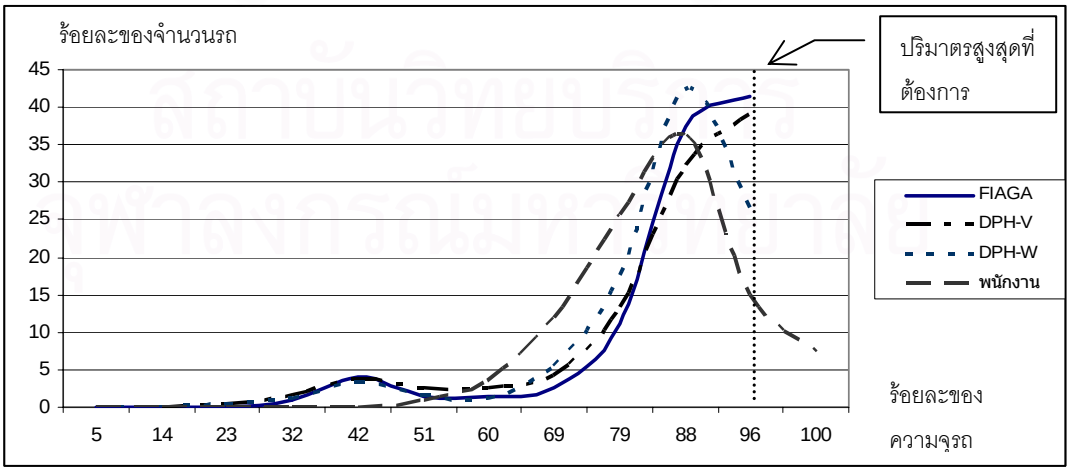
รูปที่ 4.22 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 1 กรณีที่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก



รูปที่ 4.23 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 2 กรณีที่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก



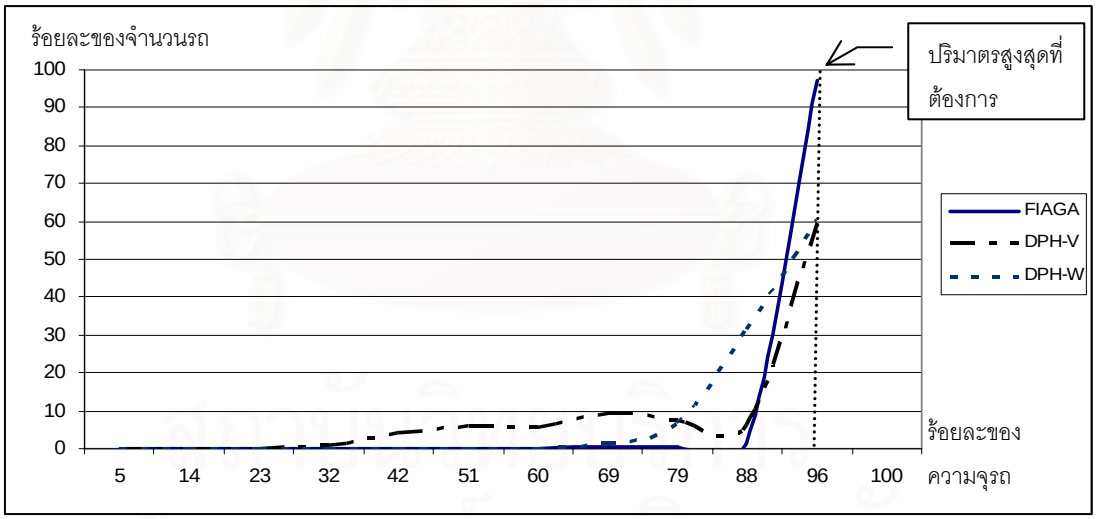
รูปที่ 4.24 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 3 กรณีที่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก



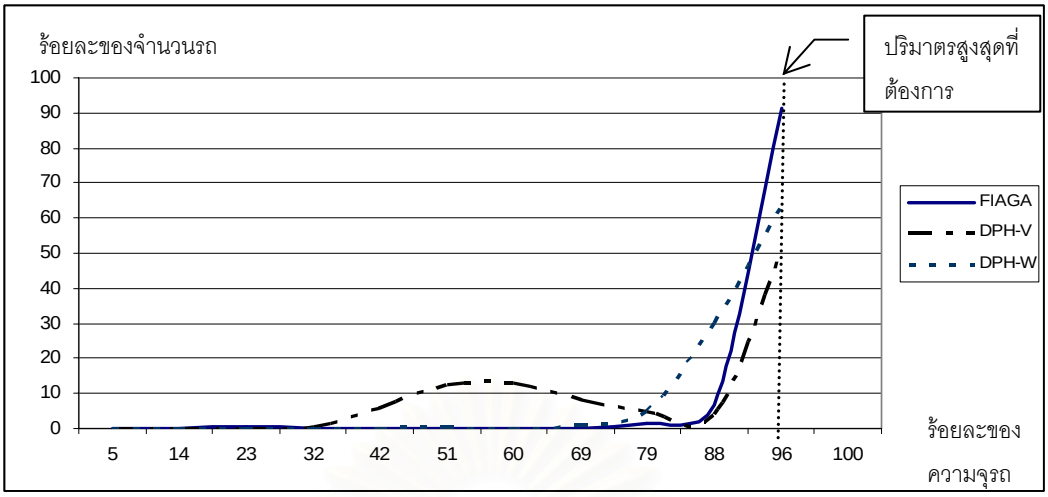
รูปที่ 4.25 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 4 กรณีที่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก

จากรูปที่ 4.22 ถึงรูปที่ 4.25 พบว่าการกระจายตัวของจำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ เมื่อแก้ปัญหาด้วยวิธีแต่ละวิธี มีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยการแก้ปัญหาด้วยวิธี FIAGA และ DPH-V มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ เส้นกราฟจะเริ่มชันขึ้น เมื่อปริมาตรเกินร้อยละ 69 ของความจุรถ และสูงสุดเมื่อมีปริมาตรประมาณร้อยละ 96 ของความจุรถ ซึ่งเป็นปริมาตรสูงสุดที่ต้องการในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน แต่การแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-W เส้นกราฟจะเริ่มชันขึ้นก่อนเส้นกราฟของวิธี FIAGA และ DPH-V และสูงสุดเมื่อปริมาตรประมาณร้อยละ 88 ของความจุรถ ก่อนจะตกลงเมื่อมีปริมาตรเกินร้อยละ 88 ของความจุรถ ในส่วนของการแก้ปัญหาด้วยพนักงาน กราฟจะเริ่มชันขึ้นตั้งแต่มีปริมาตรเกินร้อยละ 60 ของความจุรถ และสูงสุดเมื่อมีปริมาตรประมาณร้อยละ 85 ของความจุ จากนั้นกราฟจึงจะตกลงเมื่อมีปริมาตรมากกว่าร้อยละ 85 ของความจุรถ นอกจากนี้การแก้ปัญหาโดยพนักงานยังให้คำตอบที่มีปริมาตรเกินกว่าปริมาตรสูงสุดที่ต้องการ ซึ่งจะเป็นปัญหาในการจัดสินค้าขึ้นรถ เมื่อนำผลการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันดังกล่าวไปปฏิบัติ

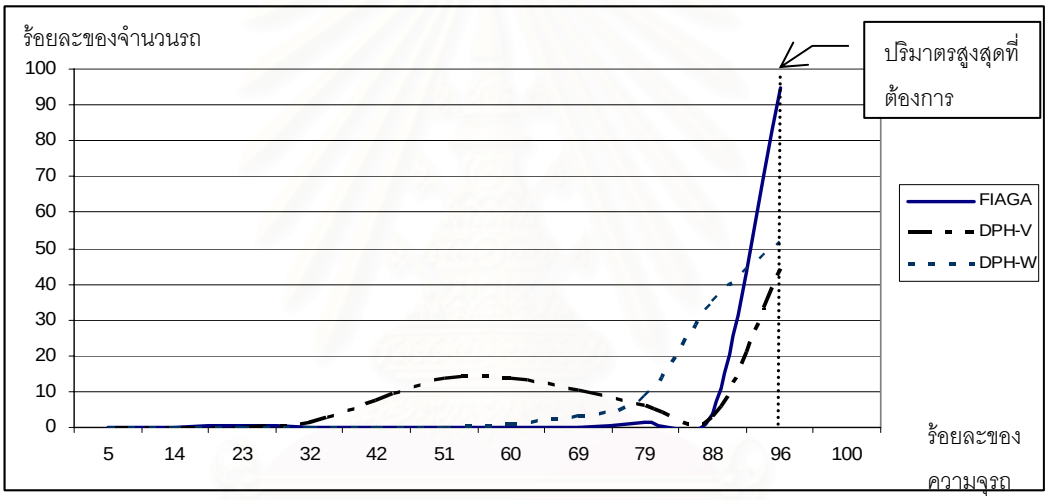
3.2 กรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก



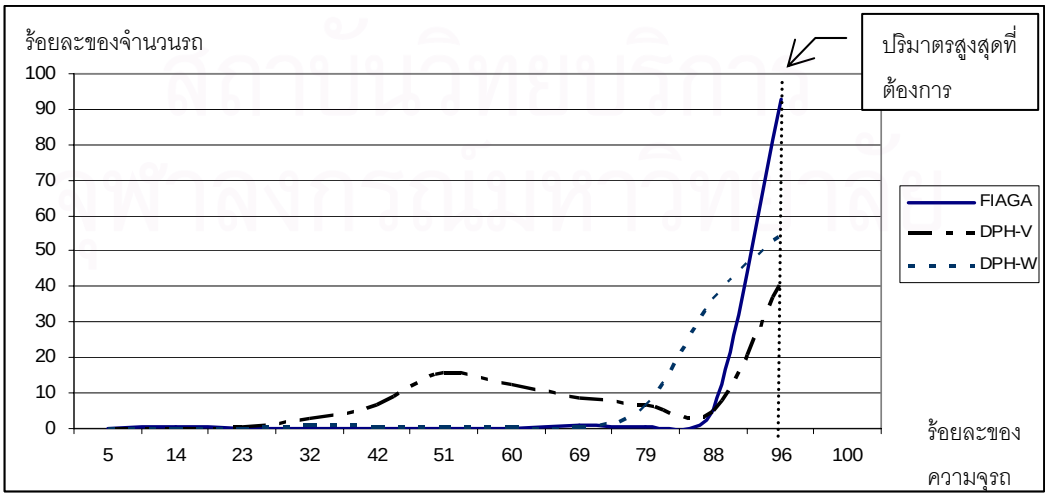
รูปที่ 4.26 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 1
กรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก



รูปที่ 4.27 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 2 กรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก



รูปที่ 4.28 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 3 กรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก



รูปที่ 4.29 จำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ในรอบการจัดส่งที่ 4 กรณีที่ไม่แบ่งพื้นที่การจัดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก

จากรูปที่ 4.26 ถึงรูปที่ 4.29 สามารถสรุปความแตกต่างของจำนวนรถที่บรรทุกสินค้าในช่วงปริมาตรต่างๆ ของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีได้ดังนี้

- การแก้ปัญหาด้วยวิธี FIAGA มีจำนวนรถที่บรรทุกสินค้าสูงอยู่ในช่วงปริมาตรร้อยละ 88 ถึง 96 ของความจุรถ
- การแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-V มีจำนวนรถที่บรรทุกสินค้าสูงอยู่ในช่วงปริมาตรร้อยละ 90 ถึง 96 ของความจุรถ และช่วงปริมาตรร้อยละ 40 ถึง 80 ของความจุรถ
- การแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-W มีจำนวนรถที่บรรทุกสินค้าสูงอยู่ในช่วงปริมาตรร้อยละ 80 ถึง 96 ของความจุรถ

จากผลในด้านต่างๆ ของการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแต่ละรูปแบบตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองที่ใช้วิธี FIAGA เป็นวิธีที่สามารถจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ให้มีจำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งใกล้เคียงกับขอบล่างของจำนวนรถมากที่สุด เนื่องจากการสร้างเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยวิธี FIAGA เป็นการเลือกสินค้าชิ้นแรกหลายๆ รูปแบบ แล้วจึงเลือกสินค้าที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ที่สามารถบรรจุในพื้นที่ว่างที่เหลือของรถได้เป็นสินค้าต่อไป จนกว่าจะไม่มีสินค้าชิ้นใดสามารถบรรจุใส่รถเพิ่มได้ แล้วทำการเปรียบเทียบผลเฉลยที่ได้จากการเลือกสินค้าชิ้นแรกหลายๆ รูปแบบ โดยนำผลเฉลยจากรูปแบบที่ดีที่สุดเป็นผลเฉลยของคำตอบ ซึ่งวิธีการนี้ทำให้สินค้าในรถคันแรกๆ เป็นสินค้าที่มีขนาดใหญ่ ทำให้สินค้าที่เหลือในการเลือกบรรจุลงในรถคันท้ายๆ เป็นสินค้าชิ้นเล็กๆ ซึ่งสามารถบรรจุได้ใกล้เต็มความจุรถและไม่เกิดปัญหาในกรณีที่รถยังเหลือพื้นที่ว่างแต่ไม่สามารถบรรทุกสินค้าเพิ่มได้ เพราะสินค้าชิ้นที่เหลือให้สามารถเลือกได้มีขนาดใหญ่กว่าความจุที่เหลือของรถ ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะเกิดขึ้น เมื่อแก้ปัญหาด้วยวิธี DPH-V เนื่องจากวิธีดังกล่าวสามารถจัดสินค้าบรรจุลงในรถได้ใกล้เต็มความจุของรถมากสำหรับรถคันแรกๆ เนื่องจากสามารถเลือกสินค้าบรรจุลงในรถได้ทั้งชิ้นใหญ่และชิ้นเล็กอย่างอิสระ ซึ่งในรถคันแรกๆ จะมีสินค้าชิ้นเล็กถูกบรรจุลงในรถมากกว่าวิธี FIAGA ทำให้เหลือสินค้าที่มีขนาดใหญ่ในการเลือกบรรจุลงในรถคันท้ายๆ ซึ่งมีจำนวนสินค้าน้อยชิ้นให้เลือก ทำให้เกิดปัญหาต้องขนส่งสินค้าที่มีขนาดใหญ่เพียงไม่กี่ชิ้นด้วยรถหนึ่งคัน โดยสินค้ายังไม่เต็มความจุรถ ทำให้ต้องใช้รถในการขนส่งสินค้ามากกว่าวิธี FIAGA

สำหรับวิธี DPH-W เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถเลือกสิ่งของบรรจุลงในรถได้อย่างอิสระ แต่วิธีการนี้มีประสิทธิภาพในการเลือกของบรรจุลงในรถแต่ละคัน น้อยกว่าวิธี DPH-V และวิธี FIAGA เนื่องจากวิธี DPH-W ใช้ข้อจำกัดด้านน้ำหนักในการสร้างตารางจดจำคำตอบ ซึ่งก็คือการใช้ข้อจำกัดด้านน้ำหนักในแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย แต่ข้อจำกัดด้านน้ำหนักมิใช่ข้อจำกัดที่สำคัญที่สุดในการจัดสินค้าลงรถ โดยข้อจำกัดที่สำคัญที่สุดในการจัดสินค้าลงรถคือข้อจำกัดด้าน

ปริมาตร ซึ่งควรใช้ข้อจำกัดด้านปริมาตรในการสร้างตารางจดจำคำตอบ จึงทำให้วิธี DPH-W มีประสิทธิภาพในการเลือกสินค้าบรรจุลงในรถแต่ละคัน น้อยกว่าวิธี DPH-V แต่ด้วยความแตกต่างด้านประสิทธิภาพนี้เอง ที่ทำให้วิธี DPH-W มีปัญหาในการเลือกสินค้าบรรจุลงในรถคันท้ายๆ ตามที่กล่าวมาข้างต้นน้อยกว่าวิธี DPH-V ทำให้จำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าในภาพรวมใกล้เคียงกับวิธี DPH-V

นอกจากนี้ในส่วนของการใช้ประโยชน์ด้านการบรรทุกจากรถเฉลี่ย เมื่อจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยวิธีต่างๆ พบว่าการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยวิธี FIAGA สามารถใช้ประโยชน์จากรถได้สูงกว่าอีกทั้ง 2 วิธี รวมถึงยังมีค่าสูงกว่าการจัดโดยพนักงาน ซึ่งการเปรียบเทียบค่าการใช้ประโยชน์จากรถระหว่างการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันโดยพนักงานกับวิธี FIAGA ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.47 พบว่าการใช้แบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยวิธี FIAGA สามารถช่วยเพิ่มการใช้ประโยชน์จากรถได้ แม้คำตอบที่ได้อาจจะยังไม่ใช่ผลเฉลยที่ดีที่สุด (Optimal Solution) แต่ถือว่าเป็นคำตอบที่น่าพอใจ เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริง หากจัดสินค้าจนเต็มความจุของรถทุกคันอาจทำให้เกิดปัญหาขึ้นได้ ทั้งนี้เนื่องจากควรเหลือพื้นที่ว่างไว้สำรอง ในกรณีที่การจัดเรียงสินค้าภายในรถทำได้ไม่ดีหรือมีการผิดพลาดในการคำนวณปริมาตรและน้ำหนักของสินค้า เพื่อป้องกันการตกหล่นของสินค้า เนื่องจากไม่สามารถบรรทุกไปได้หมด

ตารางที่ 4.47 การเปรียบเทียบค่าการใช้ประโยชน์จากรถเฉลี่ยระหว่างการจัดโดยพนักงานและวิธี FIAGA

รอบการจัดส่งที่	FIAGA	พนักงาน	ความแตกต่าง
1	92.88 %	90.54 %	2.34 %
2	90.28 %	89.20 %	1.08 %
3	90.25 %	87.80 %	2.45 %
4	89.73 %	87.00 %	2.73 %

จากการพิจารณาผลการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน พบว่าแบบจำลองที่ใช้วิธี FIAGA เป็นวิธีที่สามารถจัดเส้นทางเดินรถประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุด ซึ่งผู้วิจัยจะใช้แบบจำลองวิธี FIAGA ในการแก้ปัญหาและเปรียบเทียบผลลัพธ์ของเส้นทางเดินรถประจำวันที่ได้กับเส้นทางเดินรถประจำวันที่ได้จากพนักงาน โดยระยะทางรวมของเส้นทางเดินรถประจำวันที่จากทั้งสองวิธีดังกล่าวได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.48

ตารางที่ 4.48 ระยะทางรวมของเส้นทางเดินรถประจำวันที่จากพนักงานและวิธี FIAGA

รอบการจัดส่ง	พนักงาน	FIAGA	ความแตกต่าง	ร้อยละของความแตกต่าง
1	67,007.85	65,577.28	1,430.57	2.13
2	54,932.31	53,959.71	972.60	1.77
3	68,828.74	67,482.61	1,346.13	1.96
4	52,304.58	51,253.38	1,051.20	2.01
รวม	243,073.48	238,272.97	4,800.50	1.97

จากตารางที่ 4.48 พบว่าระยะทางรวมของเส้นทางเดินรถประจำวันที่แก้ปัญหาด้วยวิธี FIAGA มีค่าน้อยกว่าการแก้ปัญหาด้วยพนักงานอยู่ร้อยละ 1.97 ซึ่งมีผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจและอยู่ในช่วงสามารถนำไปปฏิบัติงานจริงได้ แต่เหตุผลที่ร้อยละของระยะทางรวมที่ลดลงได้ของเส้นทางเดินรถประจำวันมีค่าน้อยกว่าร้อยละของระยะทางรวมที่ลดลงได้ของเส้นทางเดินรถหลักตามที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.5 ซึ่งสามารถลดระยะทางรวมของเส้นทางเดินรถหลักได้ร้อยละ 2.66 เนื่องจากโปรแกรมสำหรับจัดเส้นทางเดินรถประจำวันที่พัฒนาขึ้น พยายามจัดให้ต้องใช้รถในการขนส่งจำนวนน้อยที่สุด โดยมิได้คำนึงถือปัจจัยด้านระยะทาง เพราะได้ทำการจัดกลุ่มร้านสาขาที่อยู่ใกล้เคียงกันไว้ด้วยกันในขั้นตอนการจัดเส้นทางเดินรถหลัก การจัดเส้นทางเดินรถประจำวันจึงอาจเกิดการวิ่งรถสลับไปมาภายในกลุ่มร้าน ซึ่งเป็นสาเหตุให้ระยะทางรวมมิได้ต่ำที่สุด รวมถึงในบางกรณีที่สินค้าในร้านเดียวกันมีปริมาตรเกินข้อจำกัดของรถสูงสุดที่ตั้งเอาไว้ หากเกินไม่มากนักพนักงานจะถือว่าร้านดังกล่าวสามารถจัดส่งด้วยรถคันเดียวได้ แต่สำหรับการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนาขึ้น เมื่อเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวโปรแกรมจะยึดตามข้อจำกัดของรถที่ได้ตั้งค่าไว้เป็นสำคัญ จึงจำเป็นต้องจัดส่งสินค้าไปยังร้านสาขาดังกล่าวด้วยรถ 2 คัน ซึ่งเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ระยะทางรวมของเส้นทางเดินรถประจำวันที่ได้จากโปรแกรมมีค่าใกล้เคียงกับพนักงาน แม้ว่าจำนวนรถที่ต้องใช้ในการขนส่งของเส้นทางเดินรถประจำวันที่ได้จากโปรแกรมจะมีน้อยกว่าก็ตาม

4.4 การทดสอบใช้แบบจำลองในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน

ในส่วนนี้เป็นการประยุกต์ใช้แบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยวิธี FIAGA ซึ่งได้วิเคราะห์แล้วเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมที่สุด โดยใช้ข้อมูลการจัดส่งสินค้าของวันจันทร์ที่ 23 กรกฎาคม พ.ศ. 2550 รอบการจัดส่งกรุงเทพกลางวันของศูนย์กระจายสินค้าลาดกระบังซึ่งมีจำนวนจุดรับสินค้าทั้งสิ้น 291 จุด เป็นข้อมูลทดสอบ

ข้อมูลปริมาณสินค้าในรอบการจัดส่งดังกล่าว แบ่ง 2 ส่วน คือ

1. ข้อมูลที่มีความถูกต้องและครบถ้วน

ข้อมูลส่วนนี้จะสามารถนำมาจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ทันที ซึ่งข้อมูลส่วนนี้คิดเป็นร้อยละ 97 ของข้อมูลทั้งหมด

2. ข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนหรือมีปริมาณเกินข้อจำกัดการบรรทุก

ข้อมูลส่วนนี้แบ่งเป็นข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน คือ ข้อมูลของร้านค้าที่ขาดยอดการส่งซื้อสินค้าบางประเภทหรือทั้งหมด และข้อมูลที่มีปริมาณเกินข้อจำกัดการบรรทุก คือ ข้อมูลของร้านค้าที่มีการสั่งสินค้าแต่ละประเภท เกินข้อจำกัดด้านปริมาตรหรือน้ำหนักของรถที่ใช้ในการขนส่ง ซึ่งข้อมูลประเภทนี้ไม่สามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดเส้นทางเดินรถประจำวันได้ จำเป็นต้องใช้พนักงานในการตรวจสอบความถูกต้องและติดตามข้อมูลในส่วนที่ยังไม่ครบถ้วน รวมถึงแบ่งสินค้าออกเป็น 2 ส่วน ในกรณีที่สินค้ามีปริมาณเกินข้อจำกัดการบรรทุก เพื่อให้สามารถจัดส่งได้ โดยข้อมูลส่วนนี้คิดเป็นร้อยละ 3 ของข้อมูลทั้งหมด

เมื่อนำผลจากการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยแบบจำลองวิธี FIAGA มาเปรียบเทียบกับผลการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยพนักงานได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.49 ซึ่งพบว่าการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยแบบจำลองวิธี FIAGA สามารถลดทั้งระยะเวลาในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน จำนวนรถที่ใช้ในการขนส่งสินค้าและต้นทุนในการขนส่งสินค้าลงได้ โดยสามารถลดต้นทุนลงได้ร้อยละ 2.98 ซึ่งหากเปรียบเทียบกับค่าขนส่งของทั้งศูนย์กระจายสินค้าจะสามารถลดต้นทุนการขนส่งลงได้ประมาณเดือนละ 447,300 บาท

ตารางที่ 4.49 เปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันระหว่างพนักงานกับแบบจำลอง

	พนักงาน	โปรแกรม	ความแตกต่าง
การใช้ประโยชน์ด้านปริมาตรจากรถ (%)	91	93	2
เวลาในการจัด (นาที)	60	1.34	58.66
จำนวนรถที่ใช้ (คัน)	225	218	7
ค่าขนส่ง (บาท)	176,785	171,510	5,275

นอกจากนี้การจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น ยังสามารถกำจัดปัญหาการคำนวณปริมาตรและน้ำหนักของสินค้าที่จัดลงในรถแต่ละคันเกินข้อจำกัดด้านการ

บรรทุกของรถ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเมื่อให้พนักงานเป็นผู้จัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ซึ่งส่งผลให้ไม่เกิดปัญหาบริเวณหน้างานในการบรรจุสินค้าลงรถและปัญหาสินค้าตกค้างในกระบวนการจัดส่งสินค้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการศึกษา กระบวนการวางแผนการจัดส่งสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าตัวอย่างซึ่งทำหน้าที่กระจายสินค้าไปยังร้านสะดวกซื้อจำนวน 1,597 ร้านสาขา ในภาคตะวันออกและพื้นที่ส่วนใหญ่ของกรุงเทพและปริมณฑล เพื่อเป็นองค์ความรู้ในสร้างแบบจำลองในการวางแผนการจัดส่งสินค้า ให้สอดคล้องกับสภาพข้อจำกัดของการปฏิบัติงานและข้อจำกัดของการขนส่งสินค้า ทั้งนี้เพื่อให้แบบจำลองที่ได้มีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้จริง

5.1 การศึกษากระบวนการวางแผนการจัดส่งสินค้า

จากการศึกษากระบวนการวางแผนการจัดส่งสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าตัวอย่างพบว่ากระบวนการวางแผนการจัดส่งสินค้าถูกแบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ

5.1.1 การวางแผนเส้นทางเดินรถหลัก

เป็นการจัดกลุ่มร้านสาขาที่มีรอบการจัดส่งเดียวกันที่มีตำแหน่งใกล้กัน ไว้ในเส้นทางเดินรถหลักเดียวกัน โดยจะทำการจัดเส้นทางเดินรถหลักทุกๆ เดือน ซึ่งเมื่อจัดเส้นทางเดินรถหลักแล้วเสร็จ จะใช้เส้นทางเดินรถหลักที่ได้ในการแบ่งความรับผิดชอบให้กับผู้รับจ้างเดินรถ ซึ่งการวางแผนเส้นทางเดินรถหลักจำเป็นต้องใช้พนักงานที่มีความชำนาญและสามารถจดจำตำแหน่งของร้านสาขาส่วนใหญ่ได้ แต่อย่างไรก็ตามเส้นทางเดินรถหลักที่ได้ก็ยังมีปัญหาการซ้อนทับกัน เนื่องจากพนักงานไม่สามารถจดจำตำแหน่งที่ถูกต้องของทุกร้านสาขาได้ จึงจัดเส้นทางเดินรถหลักไปตามความชำนาญพื้นที่ส่วนบุคคลหรือใช้เขตการปกครองของร้านสาขา เช่น ตำบล อำเภอ เป็นต้น เป็นตำแหน่งเบื้องต้นของร้านสาขาในการจัดเส้นทางเดินรถหลัก ซึ่งทำให้ระยะทางรวมในการขนส่งสินค้าสูง

5.1.2 การวางแผนเส้นทางเดินรถประจำวัน

เป็นการจัดรถเพื่อขนส่งสินค้าตามยอดการสั่งซื้อของร้านสาขา โดยอ้างอิงจากเส้นทางเดินรถหลักในการจัดรถขนส่ง ซึ่งสามารถเลือกสินค้าจากร้านสาขาใดๆ ในเส้นทางเดินรถหลักเดียวกันบรรจุลงในรถขนส่งได้อย่างอิสระ โดยจะทำการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันในทุกๆ เช้าของทุกวัน ซึ่งการวางแผนเส้นทางเดินรถประจำวันใช้เวลามากและเกิดความผิดพลาดในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันบ่อยครั้ง กล่าวคืออาจเกิดปัญหาการคำนวณปริมาตรหรือน้ำหนักของสินค้าที่บรรจุในรถ เกินกว่าความสามารถในการบรรทุกของรถ ทำให้จำเป็นต้องแก้ปัญหาโดยการฝากสินค้าที่เกิน

ความจุรถไปกับรถขนส่งที่ยังมีพื้นที่ว่างที่อยู่ในเส้นทางเดินรถหลักเดียวกัน ในขั้นตอนการจัดสินค้าลงรถ

5.2 การสร้างแบบจำลองและการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง

การสร้างแบบจำลองในการวางแผนการจัดส่งสินค้า ผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองให้สอดคล้องกับกระบวนการทำงานจริง เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานได้จริง โดยแบบจำลองและการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีดังนี้

5.2.1 แบบจำลองเส้นทางเดินรถหลัก

การสร้างเส้นทางเดินรถหลักในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมเทอริทอรีแพลนเนอร์ (Territory Planner, TP) เป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลอง โดยจำเป็นต้องใส่ข้อจำกัดในด้านการปฏิบัติงานและข้อจำกัดในด้านการจัดส่งของร้านสาขาเข้าสู่ระบบ เพื่อใช้เป็นข้อจำกัดในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งเส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากแบบจำลองมีระยะการขนส่งรวมลดลงจากเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงานคิดเป็นร้อยละ 2.66 นอกจากนี้จำนวนร้านสาขาในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากแบบจำลองยังมีจำนวนใกล้เคียงกันมากกว่าจำนวนร้านสาขาในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงาน ซึ่งทำให้การนำเส้นทางเดินรถหลักไปใช้ในการแบ่งความรับผิดชอบแก่ผู้รับจ้างเดินรถมีความยุติธรรมมากขึ้น

5.2.2 แบบจำลองเส้นทางเดินรถประจำวัน

จากการศึกษากระบวนการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน พบว่ามีรูปแบบของปัญหาเป็นปัญหาการเลือกสิ่งของในความจุจำกัดแบบการพิจารณาเลือกหรือไม่เลือกสิ่งของหนึ่งๆ (0-1 Knapsack problem) โดยงานวิจัยชิ้นนี้ได้สร้างแบบจำลองที่ใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือ วิธี DPH-V วิธี DPH-W และวิธี FIAGA ซึ่งแบบจำลองที่ใช้วิธี FIAGA ในการแก้ปัญหาสามารถสร้างเส้นทางเดินรถประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมต่อการในไปใช้ปฏิบัติงาน กล่าวคือการสร้างเส้นทางเดินรถประจำวันโดยแบบจำลองสามารถลดจำนวนรถที่ต้องใช้ในการขนส่งและต้นทุนในการขนส่งลงได้ประมาณร้อยละ 2.98 รวมถึงกำจัดปัญหาการคำนวณปริมาตรและน้ำหนักของสินค้าที่จัดลงในรถแต่ละคันเกินข้อจำกัดด้านการบรรทุกของรถ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเมื่อให้พนักงานเป็นผู้จัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ซึ่งส่งผลให้ไม่เกิดปัญหาบริเวณหน้างานในการบรรจุสินค้าลงรถและปัญหาสินค้าตกค้างในกระบวนการจัดส่งสินค้า

5.3 สรุปผลการวิจัย

การนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เข้ามาช่วยในกระบวนการวางแผนการขนส่งนับว่าเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการขนส่งในด้านต่างๆ ดังนี้

5.3.1 สามารถสร้างมาตรฐานในการวางแผนการขนส่ง

การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวางแผนการขนส่ง ทำให้การวางแผนการขนส่งสามารถทำได้อย่างมีมาตรฐานมากขึ้น โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการวางแผนจะขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของการปฏิบัติงานและข้อจำกัดด้านการจัดส่งของร้านสาขาอย่างมีมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งแตกต่างจากผลลัพธ์ที่ได้จากการวางแผนโดยพนักงาน ซึ่งผลลัพธ์อาจขึ้นอยู่กับทักษะและความเชี่ยวชาญส่วนบุคคลของพนักงาน

5.3.2 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างเส้นทางเดินรถหลัก

เส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากแบบจำลองมีประสิทธิ์ภาพสูงขึ้น ทั้งในด้านระยะทางการขนส่งรวมที่ลดลงและจำนวนร้านสาขาในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักมีจำนวนใกล้เคียงกัน นอกจากนี้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ยังสามารถแสดงผลการจัดเส้นทางเดินรถหลักได้ในหลายรูปแบบ เช่น แผนที่เส้นทางเดินรถและตารางสรุประยะทางระหว่างจุดต่างๆ เป็นต้น ซึ่งทำให้ผู้วางแผนสามารถทำความเข้าใจและนำไปใช้สื่อสารกับคนขับรถขนส่งสินค้าได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

5.3.3 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างเส้นทางเดินรถประจำวัน

การสร้างเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถลดระยะเวลาและจำนวนคนในการสร้างเส้นทางเดินรถประจำวันลงได้อย่างมากในแต่ละวัน โดยเส้นทางเดินรถประจำวันที่ได้จากแบบจำลอง มีจำนวนรถที่ต้องใช้ในการขนส่งสินค้าและต้นทุนการขนส่งที่ต้องจ่ายให้แก่ผู้รับจ้างเดินรถต่ำกว่าเส้นทางเดินรถประจำวันที่จัดโดยพนักงาน นอกจากนี้การสร้างเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ยังสามารถกำจัดปัญหาด้านข้อผิดพลาดในการคำนวณปริมาตรและน้ำหนักของสินค้าที่บรรจุลงรถเกินกว่าความสามารถในการบรรทุกของรถขนส่ง ซึ่งอาจเกิดขึ้นเมื่อจัดเส้นทางเดินรถประจำวันด้วยพนักงาน

5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต

1. พัฒนาแบบจำลองในการจัดเส้นทางเดินรถหลัก ให้สามารถวิเคราะห์ร้านสาขาในพื้นที่ต่างจังหวัดร้านใดควรใช้รถประเภทใดในการจัดส่ง เนื่องจากพื้นดังกล่าวสามารถใช้รถได้หลายประเภทในการจัดส่ง ซึ่งการใช้รถแต่ละประเภทจะมีต้นทุนการขนส่งที่แตกต่างกัน โดยปัจจุบันยัง

ต้องให้พนักงานเป็นผู้ตัดสินใจว่าจะใช้รถประเภทใดในการจัดส่ง ซึ่งอาจได้คำตอบที่ยังไม่เหมาะสมที่สุด

2. พัฒนาแบบจำลองในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ให้สามารถส่งผลการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันที่ได้ เข้าสู่ฐานข้อมูลของบริษัทตัวอย่างได้โดยตรง เพื่อลดขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงานในการนำข้อมูลเส้นทางเดินรถประจำวันที่ได้จากแบบจำลองเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลของบริษัท เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการปฏิบัติงานในขั้นตอนต่อไป ซึ่งปัจจุบันผลการจัดเส้นทางเดินรถประจำวันของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยชิ้นนี้อยู่ในรูปแบบกระดาษหรือไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ที่ยังไม่สามารถเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลของบริษัทได้

3. พัฒนาแบบจำลองในการจัดเส้นทางเดินรถประจำวัน ให้สามารถแก้ปัญหาการจัดสินค้าบรรจุลงในรถ โดยมองปัญหาในภาพรวมของทั้งพื้นที่การจัดส่งเป็นปัญหาเดียวกัน กล่าวคือ การจัดสินค้าลงในรถแต่ละคันของพื้นที่การจัดส่ง จะส่งผลต่อการเลือกสินค้าลงรถคันอื่นๆ ที่อยู่ในพื้นที่การจัดส่งเดียวกัน ซึ่งสำหรับแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยชิ้นนี้จะแก้ปัญหาโดยการพยายามจัดสินค้าบรรจุลงในรถทีละคันให้เต็มความจุที่มากสุด โดยไม่ได้สนใจสินค้าที่เหลืออยู่ที่ต้องนำไปใช้ในการเลือกสินค้าลงรถคันต่อๆ ไป ซึ่งอาจได้ผลลัพธ์ที่ยังไม่ดีที่สุดทั้งในด้านจำนวนรถอาจยังไม่น้อยที่สุดและในด้านปริมาณสินค้าที่บรรจุลงในรถแต่ละคันยังมีปริมาณที่ค้อนข้างแตกต่างกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ธนุส ผะอบแสง. 2549. ประโยชน์ของระบบคอมพิวเตอร์เพื่อการวางแผนการจัดส่งสินค้าไม่เต็มคันรถในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิภาวรรณ สิงห์พริ้ง. 2545. การวิจัยการดำเนินงาน. เล่มที่ 2. กรุงเทพมหานคร,

เอกภพ กองกาญจน์. 2545. การจัดตารางเวลาเดินรถจัดส่งเครื่องดื่มน้ำอัดลมไปยังลูกค้ารายใหญ่. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Ballou, R.H. and Agarwal, Y.K. 1992. "A Performance Comparison of Several Popular Algorithms for Vehicle Routing and Scheduling," Annals of Operation Research: 51-65.

Bowersox, D.J., Calabro, P.J. and Wagenheim, G.D. 1981. Introduction to Transportation. New York: McMillan,

Clarke, G. and Wright, J.W. 1963. "Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points,'' Operations Research 11: 568-581.

Crainic, T.G. and Lapote, G. 1997. "Planning Models for Freight Transportation," European Journal of Operational Research: 409-438.

Dantzing, G.B. and Ramser, J.H. 1959. "The Truck Dispatching Problem," Management Science 6 Vol. 6, No. 1 (Oct., 1959): 80-91.

Eilon, S., Watson-Gandy C.D.T. and Christofides, N. 1971. Distribution Management. London: Griffin,

Goddard, S. 2003. Dynamic programming 0-1 Knapsack problem (Education PowerPoint). Department of Computer Science & Engineering: University of Nebraska-Lincoln.

Gooley, T.B. 1998. "The Geography of Logistics," Logistics Management and Distribution Report37(1) January: 63-65.

Jayasena, S. 2003. Dynamic Programming Part 2 0-1 Knapsack Problem (Education PowerPoint). Department of Computer Science & Engineering: University of Moratuwa.

Lambert, D.M., Stock, J.R., and Ellram, L.M. 1993. Fundamental of Logistics Management. First European Edition. London: McGraw-Hill,

Laporte, G. and Crainic, T. 1997. "Planning model for freight transportation," European Journal of Operation Research Vol 34: 409-438.

Martello, S. and Toth, P. 1990. Knapsack Problems: Algorithms and Computer Implementations. Italy: John Wiley & Sons Inc,

Roy, J. and Delorme, L. 1989. "NETPLAN: A Network Optimaization Model for Tactical Planning in the Less-Than-Truckload Motor-Carrier Industry," Infor Journal Vol.27 No.1: 22-35.

Ronald, B. 1992. Business Logistics Management: Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain. 4th Ed. international ed. London: Prentice Hall,

Solomon, M.M. 1987. "Algorithms for the vehicle routing and scheduling problem with time window constraints," Operation Research 35(2): 245-265.

Toth, P. and Vigo, D. 2001. The Vehicle Routing Problem. Philadelphia: SIAM,

UPS Logistics Technologies. 2007. Territory Planner. United States: United Parcel Service of America.

Waters, C.D.J. 2003. An Introduction to Supply Chain Management. New York: Paldrave Macmillan Ltd,

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คู่มือการใช้โปรแกรม Territory Planner **เบื้องต้น**

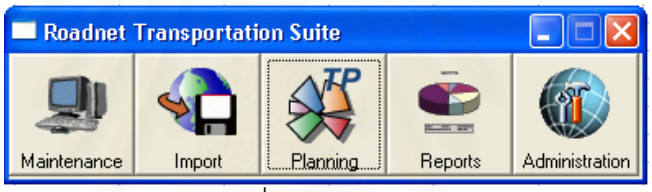
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการใช้โปรแกรม TP

สายรถที่ได้จากการคำนวณโดยโปรแกรม TP จะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับข้อมูลที่มีความจำเป็นต่างๆที่ได้กรอกเข้าไปเพื่อให้โปรแกรมคำนวณ ดังนั้นการศึกษาวิธีการใช้โปรแกรม TP ก็คือ การศึกษาวิธีการกรอกข้อมูลที่จำเป็นเพื่อให้ได้สายรถที่มีลักษณะตามต้องการ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.หน้าจอหลัก

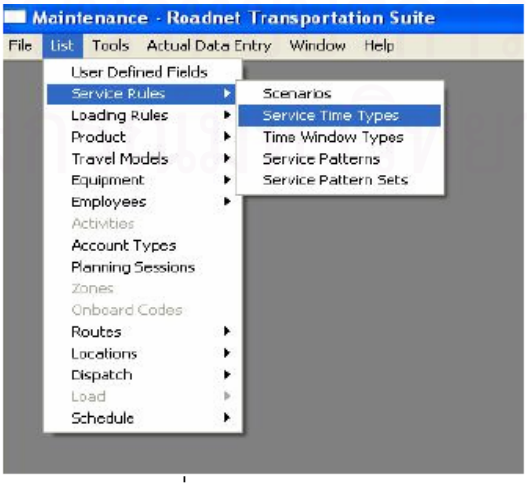
เข้าสู่โปรแกรม TP เริ่มต้นจะพบแถบสี่เหลี่ยมดังรูปที่ 1 ปรากฏบนเดสก์ท็อปซึ่งภายในแบ่งเป็น 5 ช่องแสดงฟังก์ชั่นหลัก 5 แบบของโปรแกรมได้แก่ Maintenance Import planning Reports Administration แต่ในการศึกษาการใช้โปรแกรมในที่นี้จะใช้เพียง 3 ฟังก์ชั่นแรก คือ Maintenance, Import, planning เนื่องจากฟังก์ชั่น Reports และฟังก์ชั่น Administration ยังไม่ถูกนำมาใช้งานในที่นี้



รูปที่ 1 หน้าจอหลัก

2. Maintenance

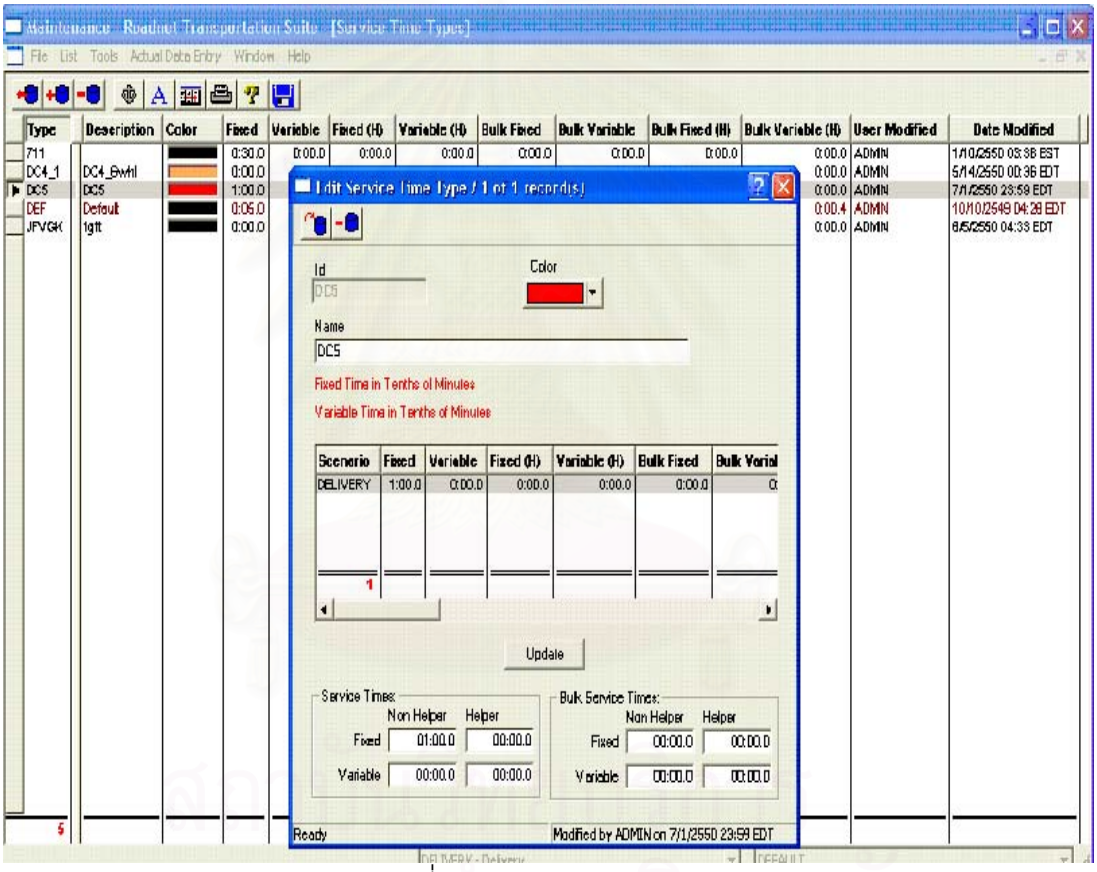
เป็นฟังก์ชั่นหลักที่ใช้ระบุข้อมูลพื้นฐานต่างๆ โดยคลิกที่Maintenance > list ดังรูปที่ 2 ซึ่งภายในเมนู list จะประกอบด้วยฟังก์ชั่นย่อยต่างๆแต่ที่มีความจำเป็นได้แก่



รูปที่ 2 Maintenance

2.1 Service Time Types

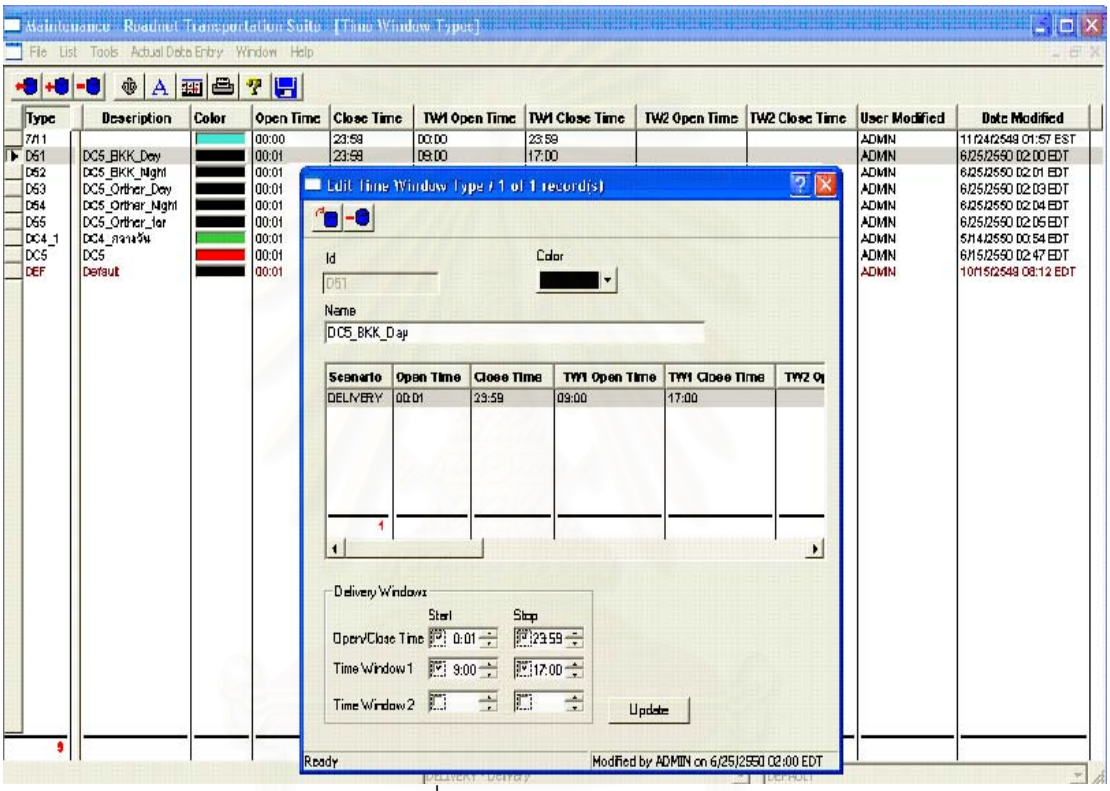
คลิกเมนู list > Service Rules > Service Time Types เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้กำหนดเวลาที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้าโดยแบ่งเป็น เวลาคงที่ และ เวลาแปรผัน โดยการคลิกในช่อง Fixed Cost เพื่อระบุค่าเวลาคงที่ คือเวลาที่ต้องใช้ในการขนถ่ายสินค้าทุกครั้ง จากนั้นคลิก ในช่อง Variable Cost เพื่อระบุเวลาแปรผัน คือ เวลาที่ใช้โดยขึ้นกับขนาดและจำนวนสินค้าที่ขนถ่ายในแต่ละครั้ง ดังรูปที่ 3 ซึ่งจะกำหนดเป็นเวลาคงที่อย่างเดียว คือให้มีการขนถ่ายเป็นเวลาเท่ากันทุกร้านหรือจะให้เกิดความแตกต่างในแต่ละร้านโดยการกำหนดทั้ง เวลาคงที่ และ เวลาแปรผัน เพื่อให้เกิดความละเอียดขึ้นไปอีก



รูปที่ 3 Service Time Types

2.2 Time Window Types

คลิกเมนู list > Service Rules > Time Window Types เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้กำหนดช่วงเวลาที่ร้านสาขาย่อยเปิด/ปิด และ ช่วงเวลาที่สามารถรับสินค้าได้ โดยการคลิกในช่อง open/close time เพื่อระบุเวลาที่ร้านเปิด/ปิด จากนั้นคลิกที่ช่อง Time window 1 เพื่อระบุช่วงเวลาที่ร้านพร้อมที่จะรับสินค้า ดังรูปที่ 4 (ถ้าร้านพร้อมรับสินค้าใน 2 ช่วงเวลาก็ให้กำหนด Timewindow 2 เพิ่มเข้าไป)

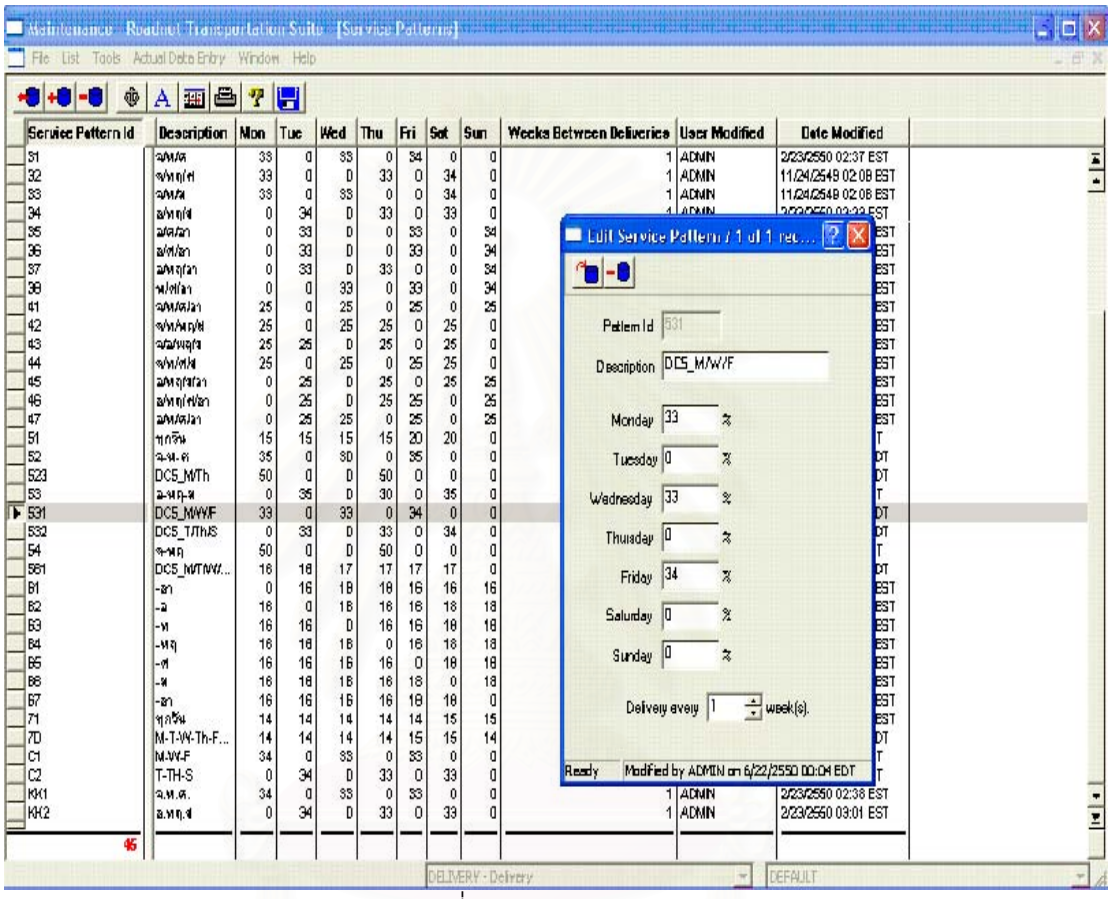


รูปที่ 4 Time Window Types

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 Service Patterns

คลิกเมนู list > Service Rules > Service Patterns เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ในการกำหนดว่าใน 1 สัปดาห์ส่งวันไหน วันละกี่เปอร์เซ็นต์ (1 สัปดาห์คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์) เช่นService Patterns id 21 กำหนดให้ส่งสัปดาห์ละ 2 วัน คือ วันจันทร์ และ วันพฤหัส วันละ 50 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 5

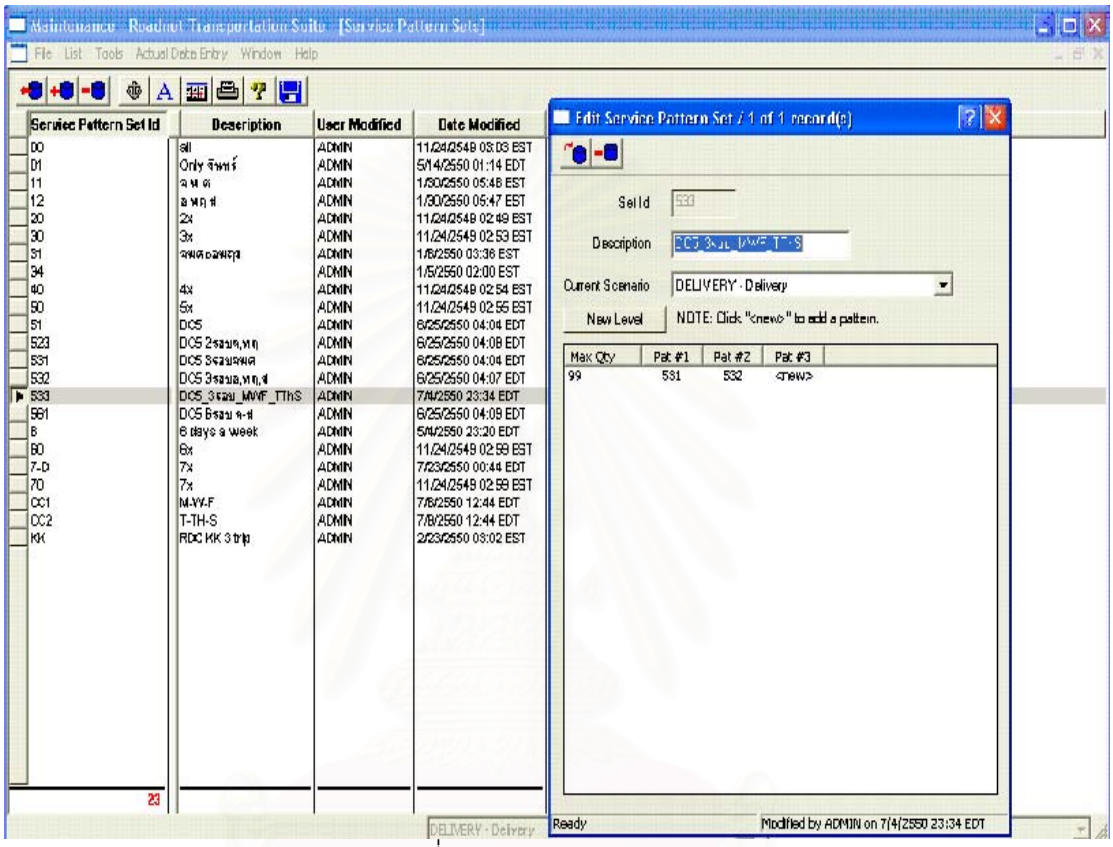


รูปที่ 5 Service Patterns

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 Service Pattern Sets

คลิกเมนู list > Service Rules > Service Pattern Sets เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้กำหนดเซตของ Service Pattern ที่มีลักษณะการส่งคล้ายคลึงกัน เช่น Service Pattern Set id 20 ประกอบด้วย Service Pattern id 20,21,22 ดังรูปที่ 6 ซึ่งมีลักษณะการส่งสัปดาห์ละ 2 วันเหมือนกัน



รูปที่ 6 Service Pattern Sets

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5 Equipment Types

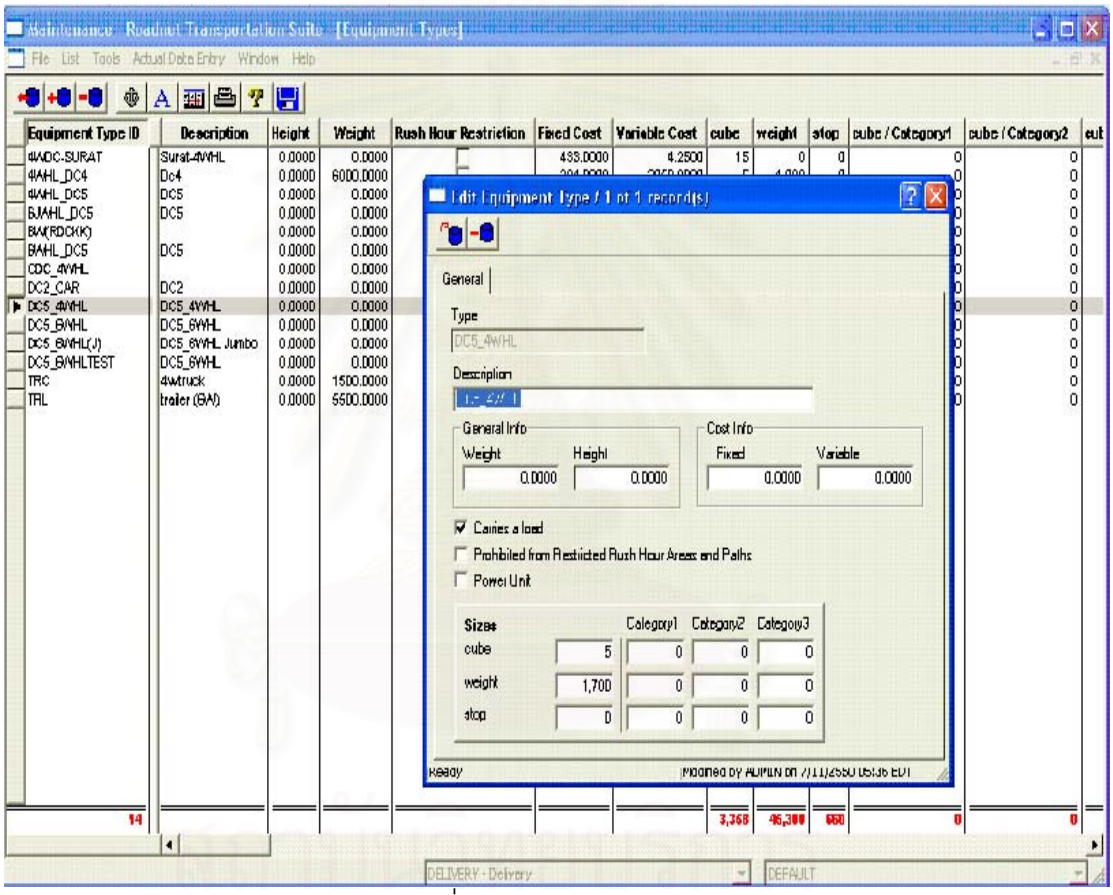
คลิกเมนู list > Equipment > Equipment Types เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้กำหนดชนิดและข้อมูลของรถขนสินค้าดังรูปที่ 7 โดยแบ่งเป็น

ความจุรถ คลิกในช่อง Cube เพื่อระบุปริมาตรสูงสุดที่รถสามารถรองรับได้

น้ำหนักที่รับได้ คลิกในช่อง Weight เพื่อระบุน้ำหนักสูงสุดที่รถสามารถรองรับได้

ต้นทุนคงที่ คลิกในช่อง Fixed Cost เพื่อระบุต้นทนคงที่

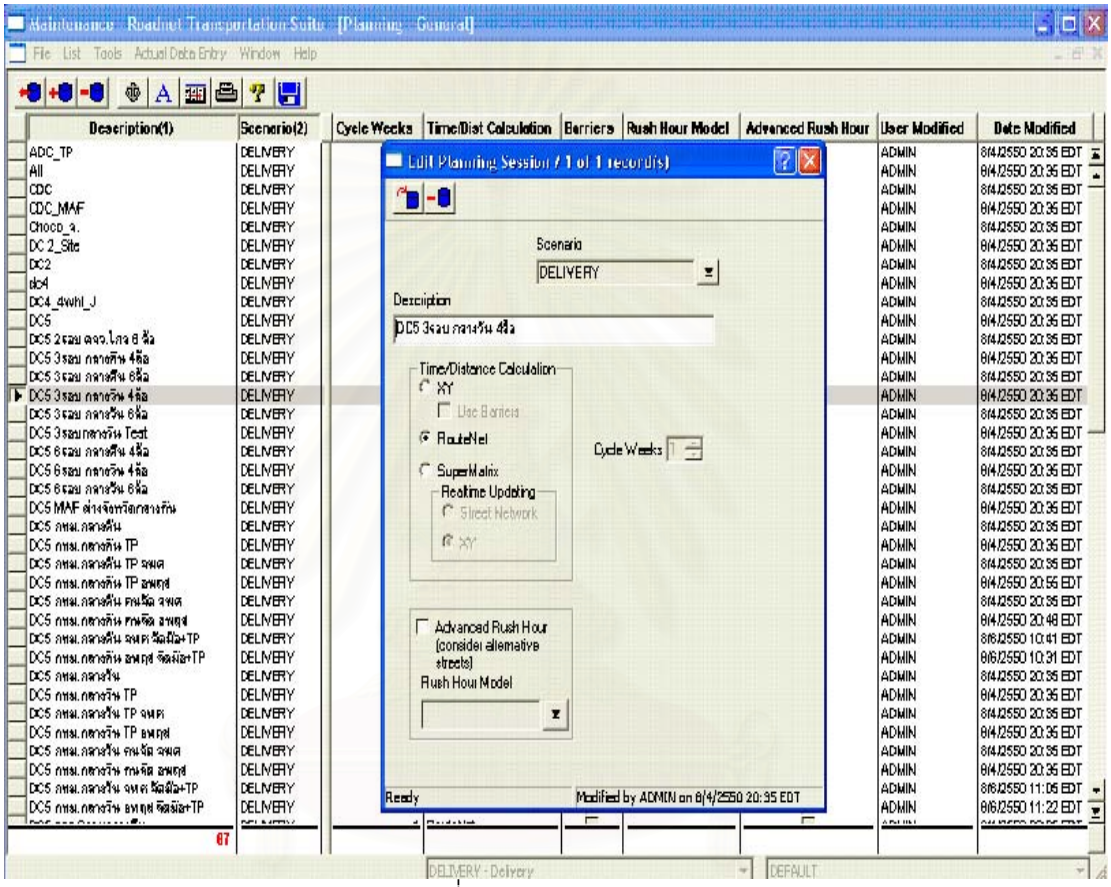
ต้นทุนแปรผัน คลิกในช่อง Variable Cost เพื่อระบุต้นทุนแปรผัน



รูปที่ 7 Equipment Types

2.6 Planning session

Planning session คือ ส่วนที่ใช้สร้างแผนโดยการกำหนดชื่อแผน และ กำหนดวิธีการคำนวณ ระยะทางและเวลาดังรูปที่ 8 แบ่งเป็นแบบ XY คือ การคำนวณระยะทางและเวลาโดยอ้างอิงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งตามแนวแกน X และแกน Yแบบ Route Net คือ การคำนวณระยะทางและเวลาจากจุหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยอ้างอิงจากเส้นทางบนแผนที่

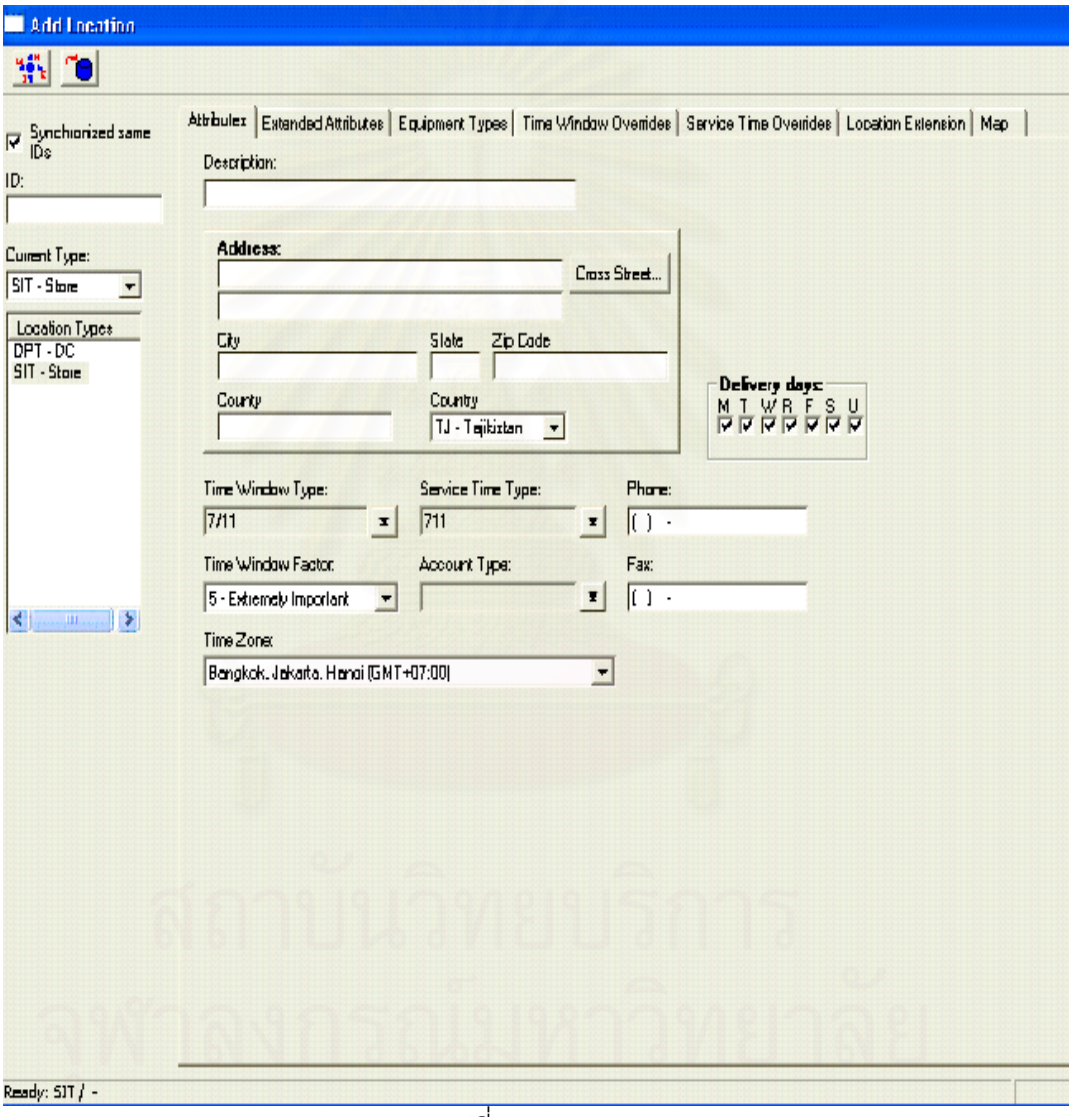


รูปที่ 8 Planning session

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.7 Location

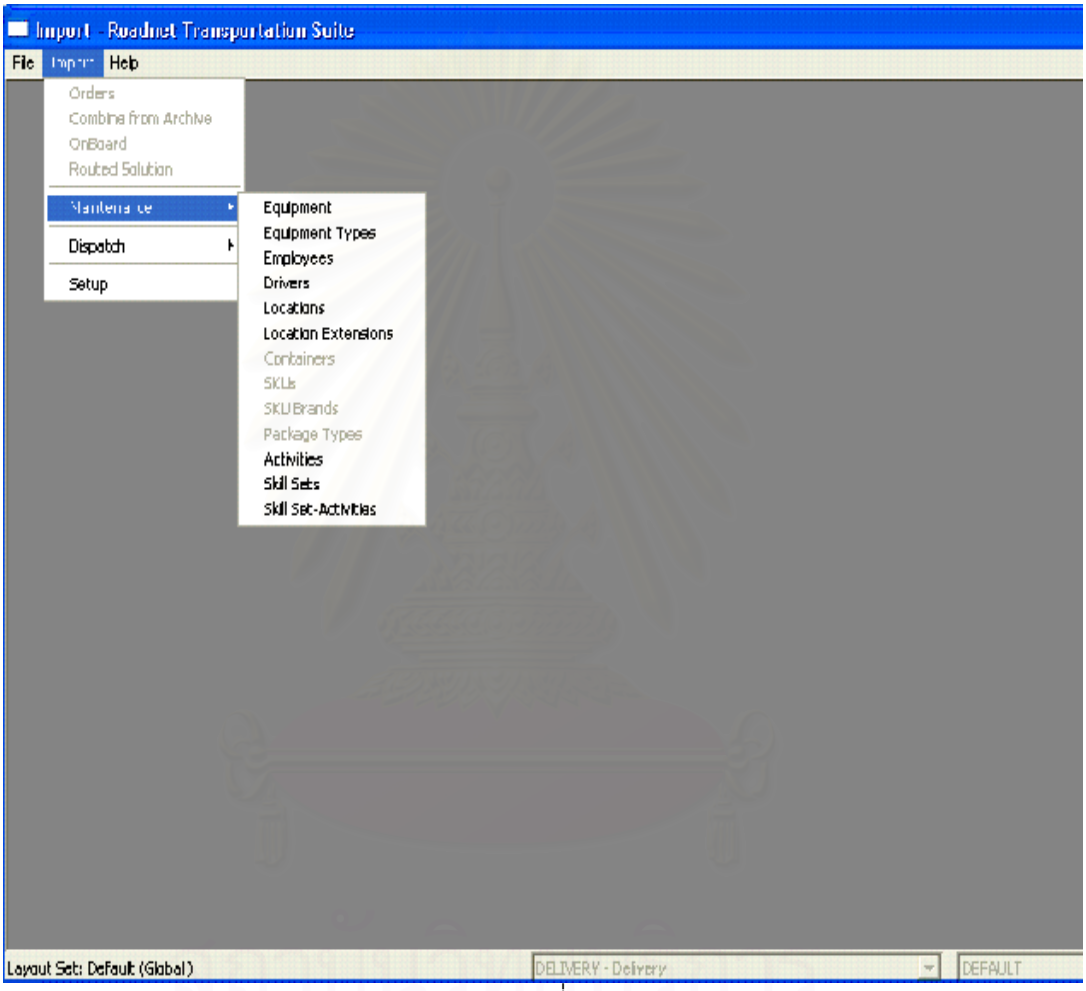
คลิกเมนู list > Location > Location คือส่วนที่ใช้ระบุรายละเอียดข้อมูลที่ตั้งร้านสาขาย่อยดังรูปที่ 9 ซึ่งสามารถเพิ่มเติมได้แต่จากการที่ร้านสาขาย่อยของ บริษัท ซี. พี. เซเว่น อีเลฟเว่น จำกัด (มหาชน) มีจำนวนมากถึงสามพันกว่าร้านสาขาย่อยทั่งประเทศจึงต้องใช้เวลานานมากในการระบุข้อมูลที่ตั้งทุกร้าน โปรแกรม TP จึงมีฟังก์ชั่น หลักที่ช่วยให้สามารถระบุร้านสาขาย่อยได้ทุกร้านภายในทีเดียว ซึ่งจะกล่าวต่อไปในหัวข้อ Import



รูปที่ 9 Location

3. Import

เป็นฟังก์ชั่นหลักที่ใช้ระบุข้อมูลที่ตั้งและรายละเอียดร้านสาขาย่อยโดยป้อนข้อมูลร้านสาขาย่อยให้โปรแกรมในรูปแบบของ Text ไฟล์ โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ป้อนข้อมูลที่ตั้งร้านโดยอาศัยฟังก์ชั่น Locations และ ป้อนข้อมูลรายละเอียดร้านโดยอาศัยฟังก์ชั่น Location Extensions

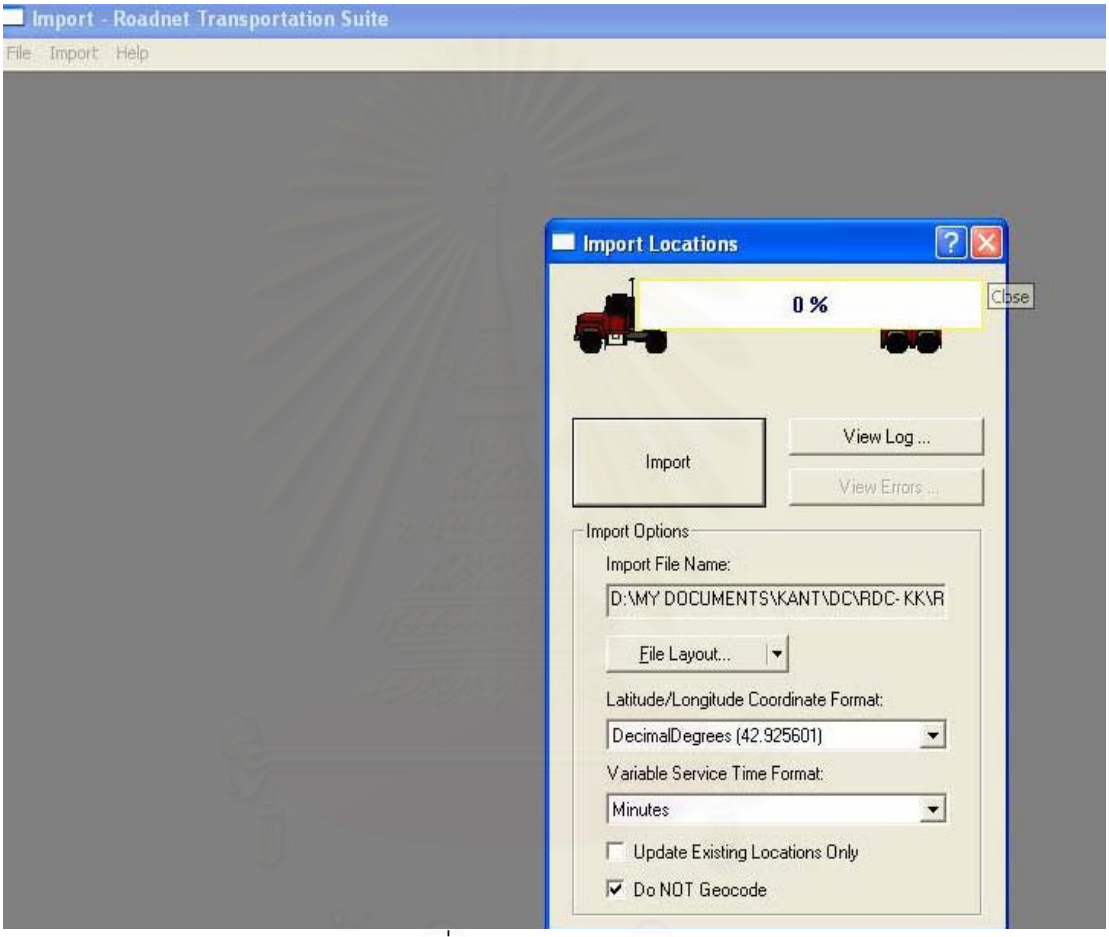


รูปที่ 10 Import

3.1 Locations

1. คลิกที่หน้าจอหลัก Import > Import > maintenance >Locations จะเข้าสู่หน้าจอ Location ดังรูปที่ 11 เพื่อระบุข้อมูลที่ตั้งร้าน

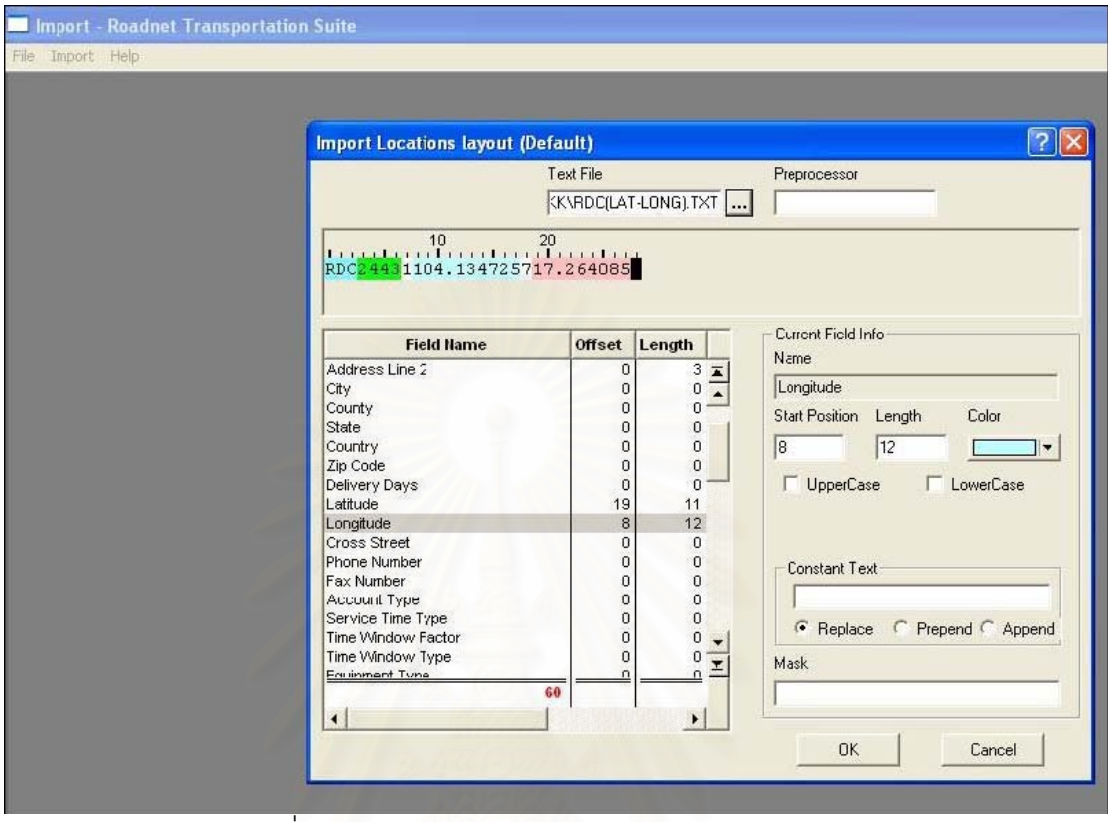
2. คลิกที่ช่อง Latitude/Longitude Coordinate Format เพื่อกำหนดจุดทศนิยม เช่น เลือก Decimal Degree (42.9256) จะได้จุดทศนิยม 4 ตำแหน่ง



รูปที่ 11 Import Locations

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. คลิกคำสั่ง File Layout จะเข้าสู่หน้าจอดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 Import Location Layout ในรูปแบบ Text File

4. คลิกคำสั่ง Text File เพื่อระบุ Text File ที่ต้องการจะใช้เพื่อระบุที่ตั้งร้านในรูปแบบชนิดร้าน (Location Type) , รหัสร้าน (Location ID) , ละติจูดของร้านบนแผนที่ (Latitude) และลองจิจูด(Longitude) 4 แถวโดย Text File ดังกล่าวนี้ต้องทำในโปรแกรม Note Pad ซึ่งมีลักษณะดังนี้

RDC 2443 104.134725 17.264085

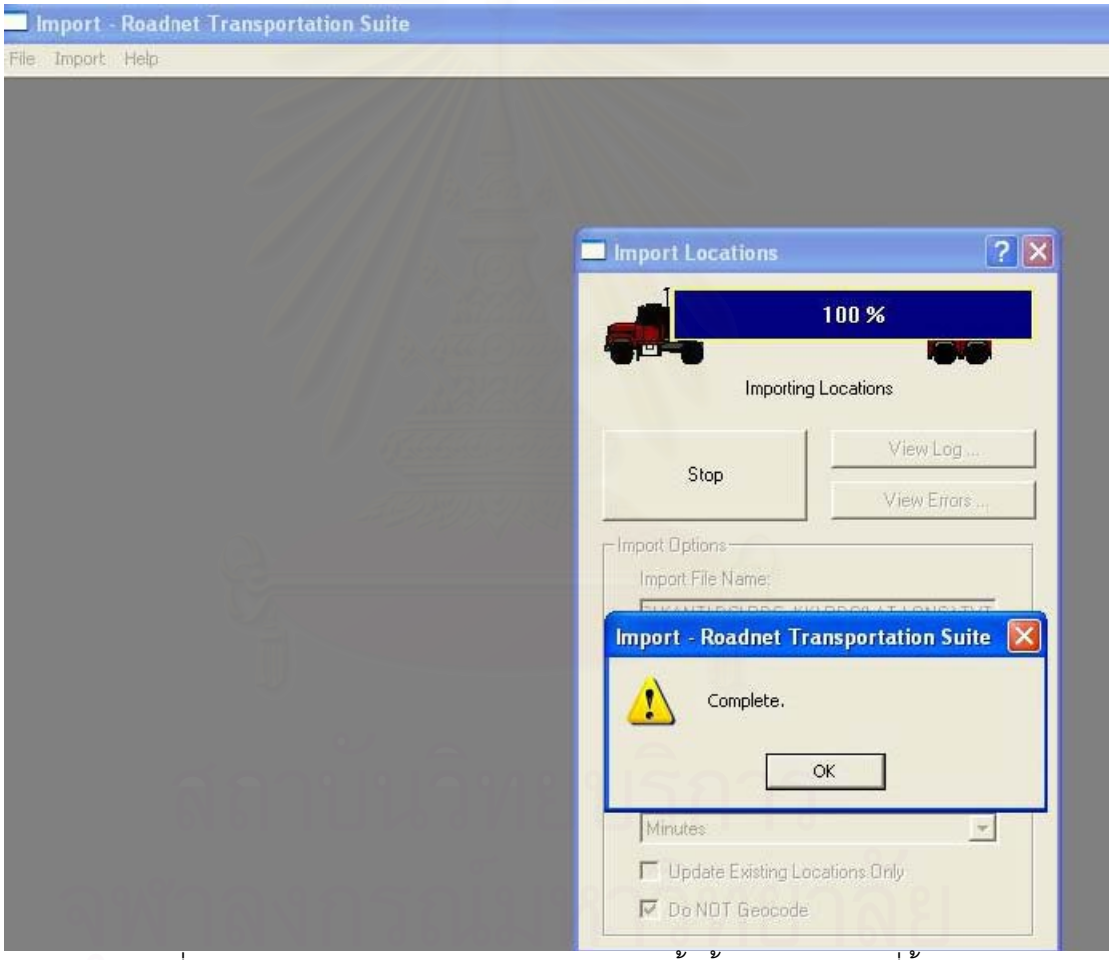
RDC 0443 103.651405 16.062233

RDC 0494 101.153983 16.419078

RDC 0526 103.110455 14.999958

5. ทำการ Highlight สีต่างๆเพื่อระบุจำนวนตัวเลขที่มากที่สุดในแต่ละแถว ตัวอย่างเช่นดังรูปที่ 11 จะเห็นว่า สีเขียว แสดงรหัสร้าน ก็คลิก Location ID ในช่องทางด้านซ้ายมือ จากนั้น คลิก Start Position ในช่องขวามือเพื่อระบุจุดเริ่มต้นในที่นี้เริ่มต้นที่ช่องที่ 3 ต่อจาก Location Type และคลิกในช่อง Length เพื่อระบุความยาว ในที่นี่รหัสร้านมีจำนวนเลข 4 หลักคือ 2443 ก็ใส่ 4 จากนั้นก็ใส่สีเขียวในช่อง Color ทำเช่นนี้กับข้อมูลทุกแถว

6. จากนั้นคลิกคำสั่ง OK เข้าสู่หน้าจอแรก จากนั้นคลิกคำสั่ง Import จะเป็นการป้อนข้อมูลที่ตั้งร้านให้กับโปรแกรมจะขึ้นกล่องข้อความ Complete เป็นอันเสร็จสิ้นขั้นตอนการระบุที่ตั้งร้าน ดังรูปที่ 13

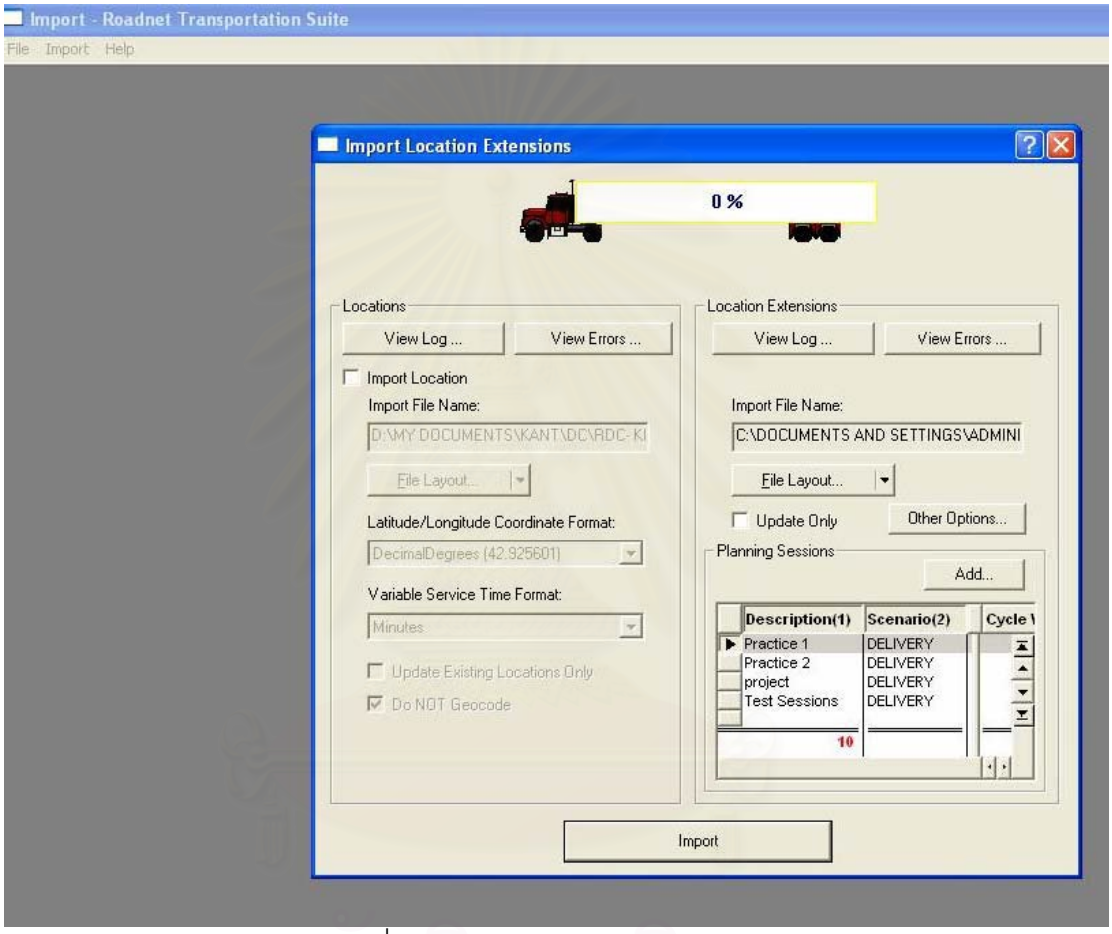


รูปที่ 13 กล่องข้อความ Complete เป็นอันเสร็จสิ้นขั้นตอนการระบุที่ตั้งร้าน

3.2 Location Extensions

1. คลิกที่หน้าจอหลัก Import > Import > maintenance > Location Extensions จะเข้าสู่หน้าจอ

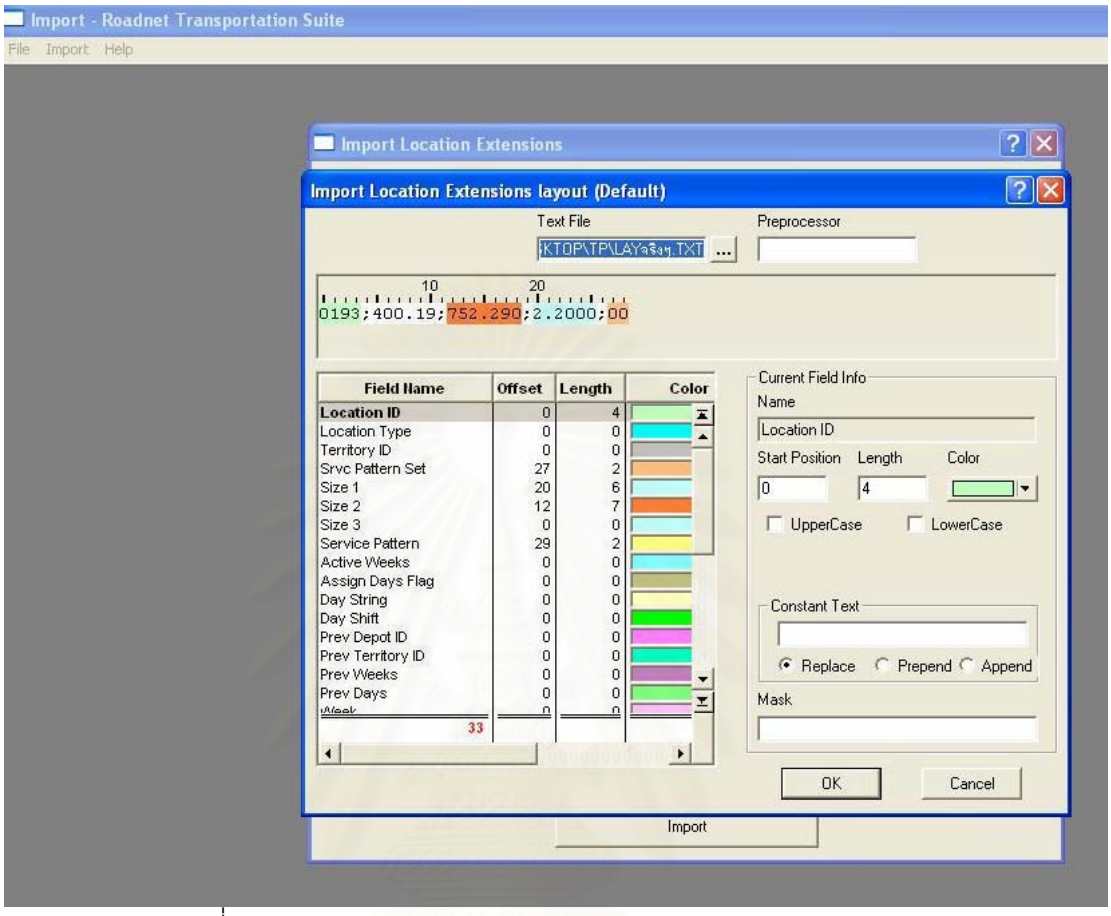
Location Extensions ดังรูปที่ 14 โดยเลือก Planning sessions ที่ต้องการเพื่อระบุข้อมูลรายละเอียดร้านหรือคลิก Add เพื่อสร้าง Planning sessions ใหม่



รูปที่ 14 Import Location Extensions

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. คลิกคำสั่ง File Layout จะเข้าสู่หน้าจอดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 Import Location Extensions Layout ในรูปแบบ Text File

3. คลิกคำสั่ง Text File เพื่อระบุ Text File ที่ต้องการจะใช้เพื่อระบุที่ข้อมูลของแต่ละร้าน เช่น รหัสร้าน (Location ID) , วิธีการส่ง (Pattern Set) , รหัสสายรถ (Territory ID) , ความต้องการร้าน(Size 1) ระบุเป็น cube weight โดย Text File ดังกล่าวนี้ต้องทำในโปรแกรม Note Pad ซึ่งมีลักษณะดังนี้

0193;400.19;752.290;2.2000;00

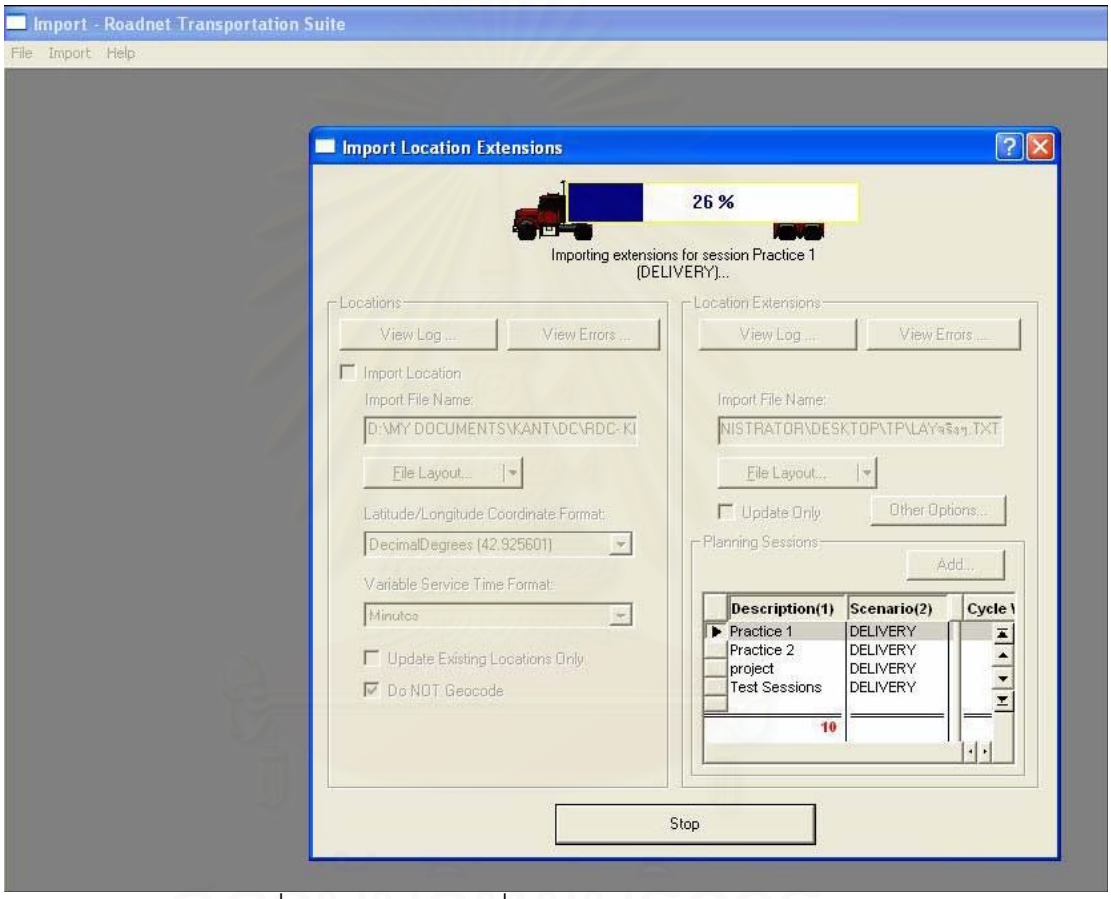
0194;460.48;868.750;2.2922;00

0195;726.81;1510.62;4.3510;00

0274;785.05;1620.30;4.8015;00

4. ทำการ Highlight เช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 5 ในฟังก์ชั่น Location ในที่นี้ 0193 คือ รหัสร้าน (Location ID) , 2.2000 และ 752.290 คือ ความต้องการร้าน (Size 1) ระบุเป็น cube (Size 2)ระบุเป็น weight ตามลำดับ , 00 คือ Service Pattern Sets

5. คลิกคำสั่ง OK เข้าสู่หน้าจอแรก จากนั้นเลือกแผนมี่ต้องการระบุรายละเอียดร้านนี้ในช่องPlanning Session ทางด้านขวาล่าง ดังรูปที่ 16 และ คลิกคำสั่ง Import จะเป็นการป้อนข้อมูลที่รายละเอียดร้านให้กับโปรแกรม

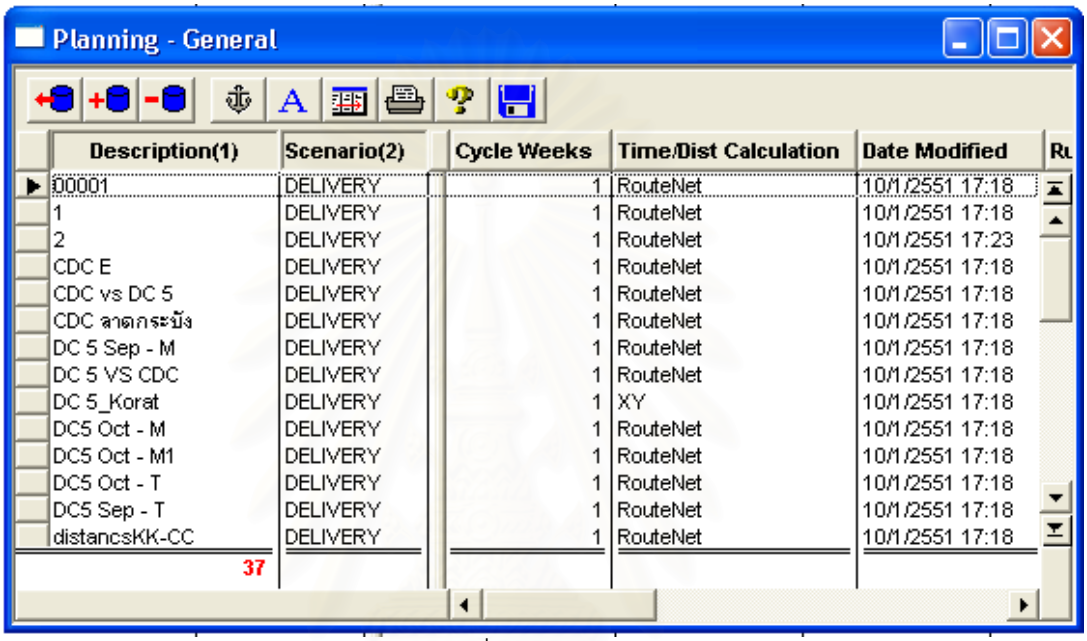


รูปที่ 16 คลิก Import เพื่อรายละเอียดร้านให้กับโปรแกรม

4. Planning

เป็นฟังก์ชั่นหลักที่จัดสายรถโดยแสดงออกในรูปแบบแผนที่ และยังมีฟังก์ชั่นย่อยเพื่อตรวจสอบว่าสายรถที่จัดนี้มีความเหมาะสมเพียงใด โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 คลิกที่หน้าจอหลัก Planning จะขึ้นหน้าจอที่แสดง Planning Session ทั้งหมดที่มีดังรูปที่ 17

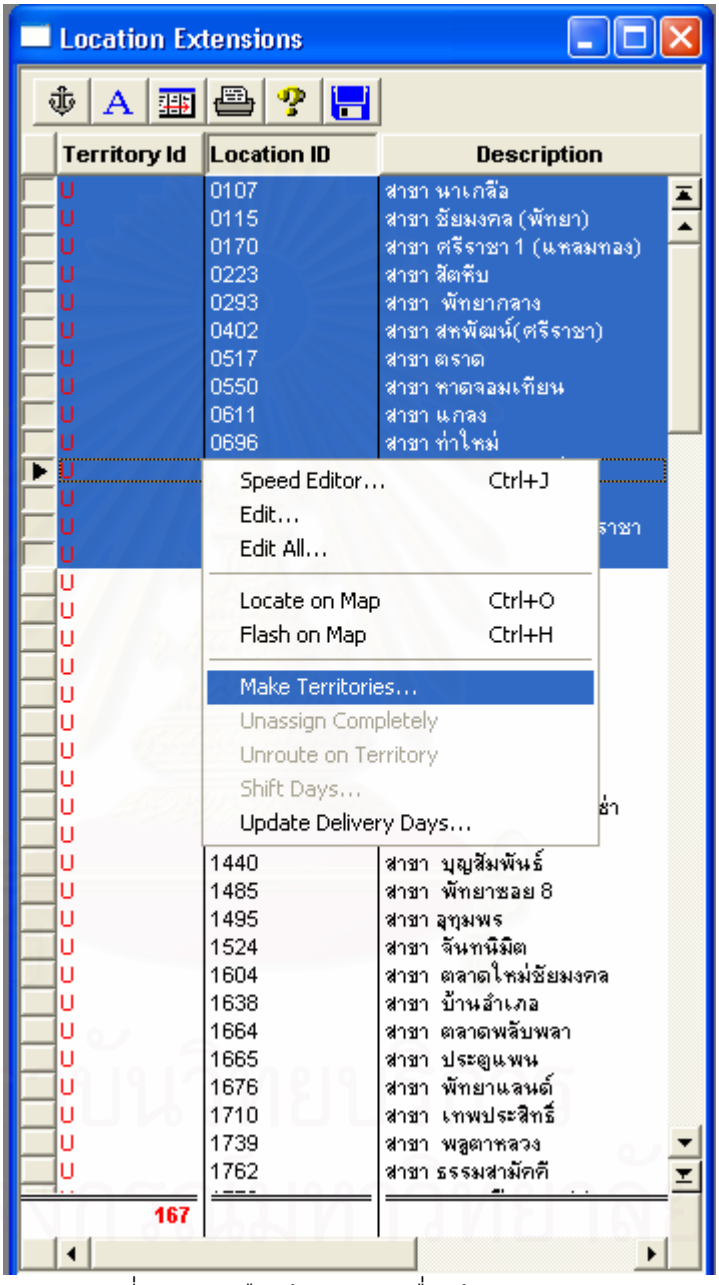


รูปที่ 17 Planning

4.2 ดับเบิ้ลคลิกที่ Planning Session ที่เราต้องการจะจัดสายรถ Planning Session ที่เราเลือกจะมีสีเข้มและเป็นอักษรเอียงขึ้นมาและจะปรากฏหน้าต่างแสดง Territory

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 คลิกเมนู list > Location extensions จะปรากฏหน้าต่าง Location extensions เลือกร้านที่ต้องการสร้าง Territories แล้วคลิกขวาเลือกคำสั่ง Make Territories เพื่อสร้าง Territories ให้กับร้านที่เลือกไว้ ดังรูปที่ 20

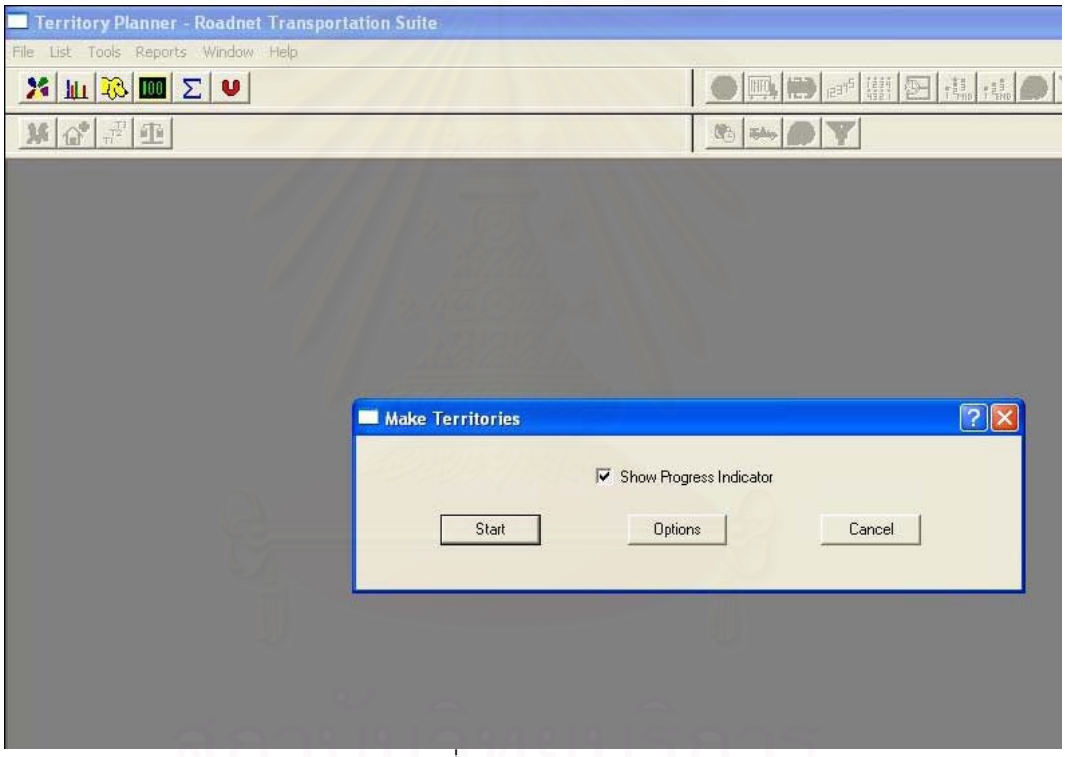


รูปที่ 20 การเลือกร้านสาขาเพื่อสร้าง Territories

4.4 คลิกคำสั่ง Make all Territories ที่ปุ่มคำสั่งบริเวณมุมบนซ้ายใต้แถบเมนู ดังรูปที่ 21 เพื่อสร้าง Territories ให้กับร้านสาขาที่หมดที่มีข้อมูล

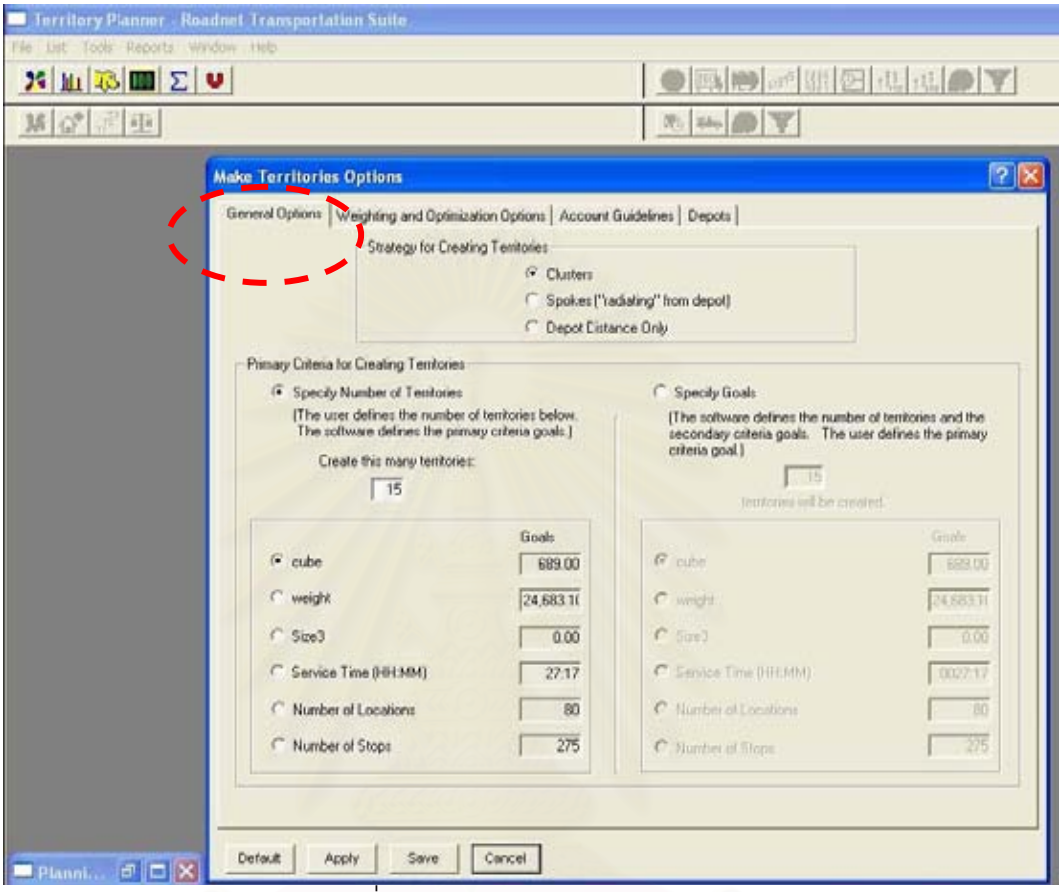
รูปที่ 21 แถบคำสั่ง

4.5 เมื่อเลือกคำสั่ง Make Territories จะเกิดหน้าจอ Make Territories ดังรูปที่ 22



รูปที่ 22 Make Territories

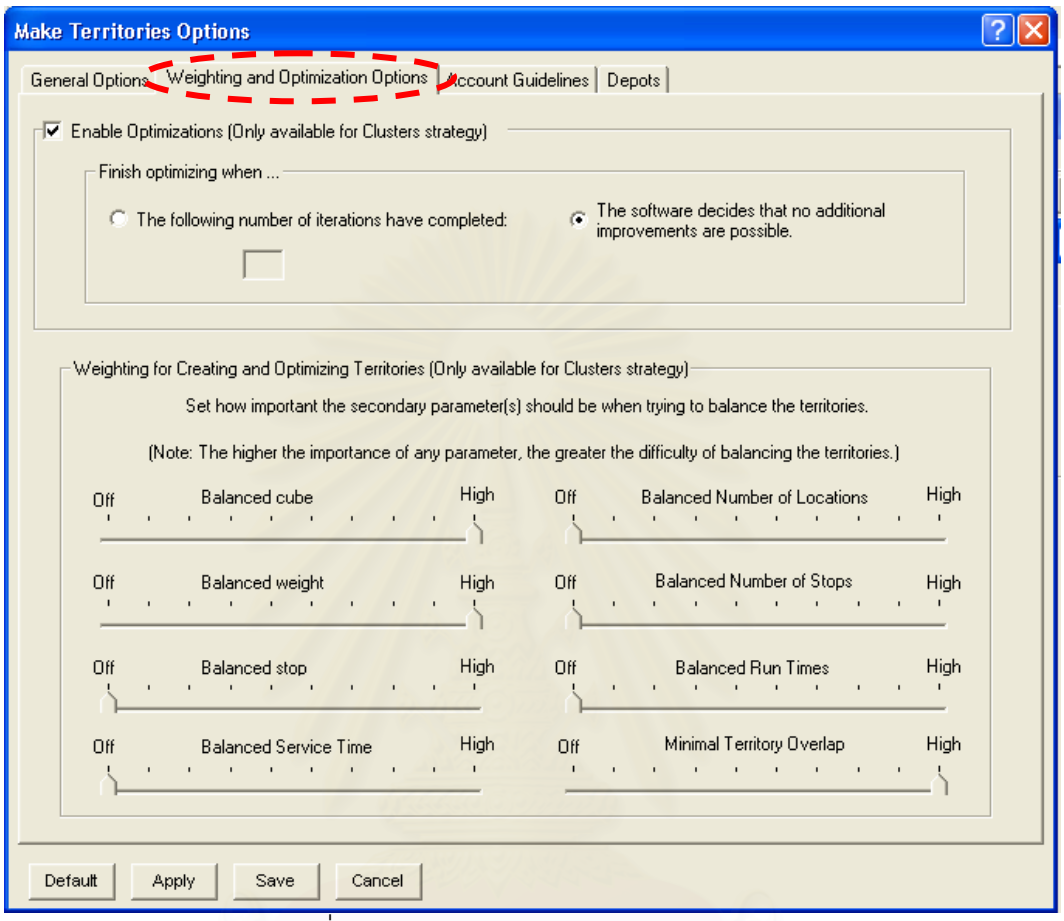
4.6 เลือก General options เพื่อกำหนดจำนวนสายรถ ในช่องCreate this many Territories ในที่นี้ คือ 15 สาย ดังรูปที่ 23



รูปที่ 23 Make Territories Options

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

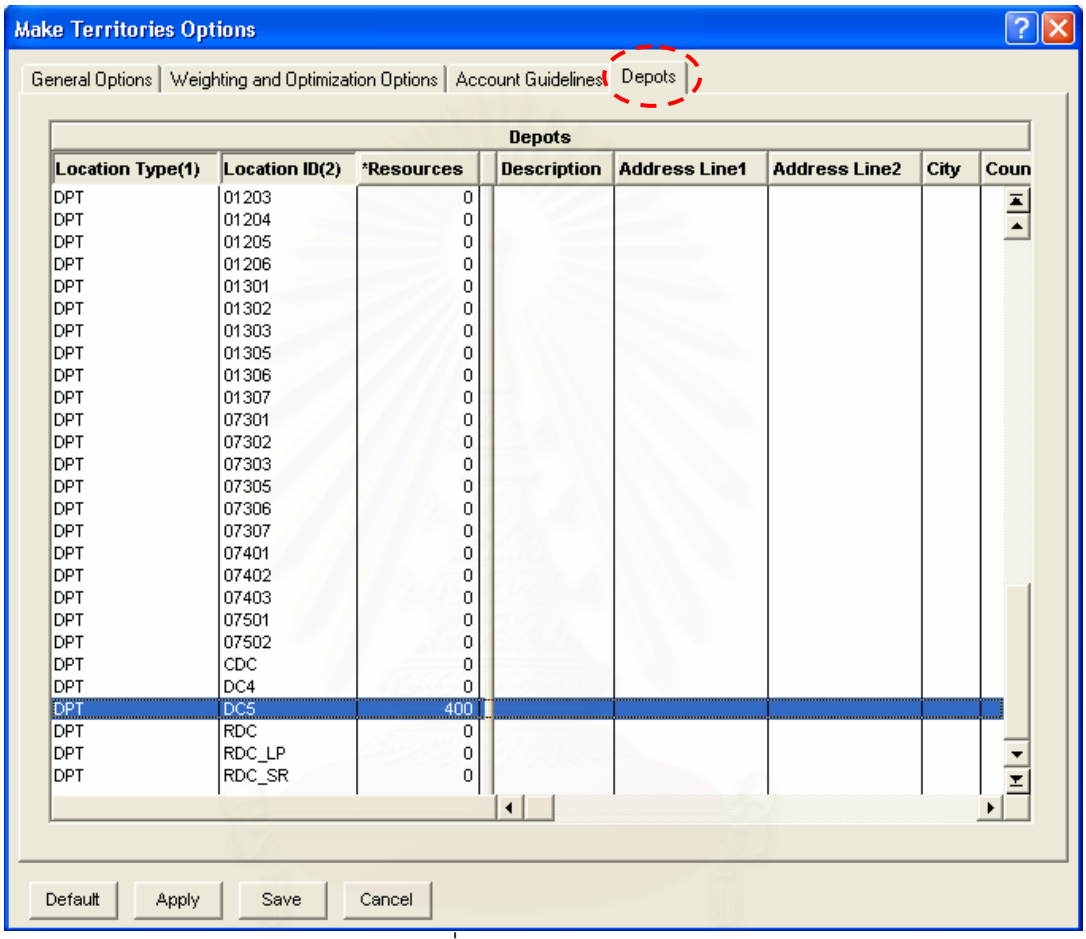
4.7 เลือก Weighting and Optimization Options เพื่อปรับระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ในการพิจารณาสร้าง Territories ดังรูปที่ 24



รูปที่ 24 Weighting and Optimization Options

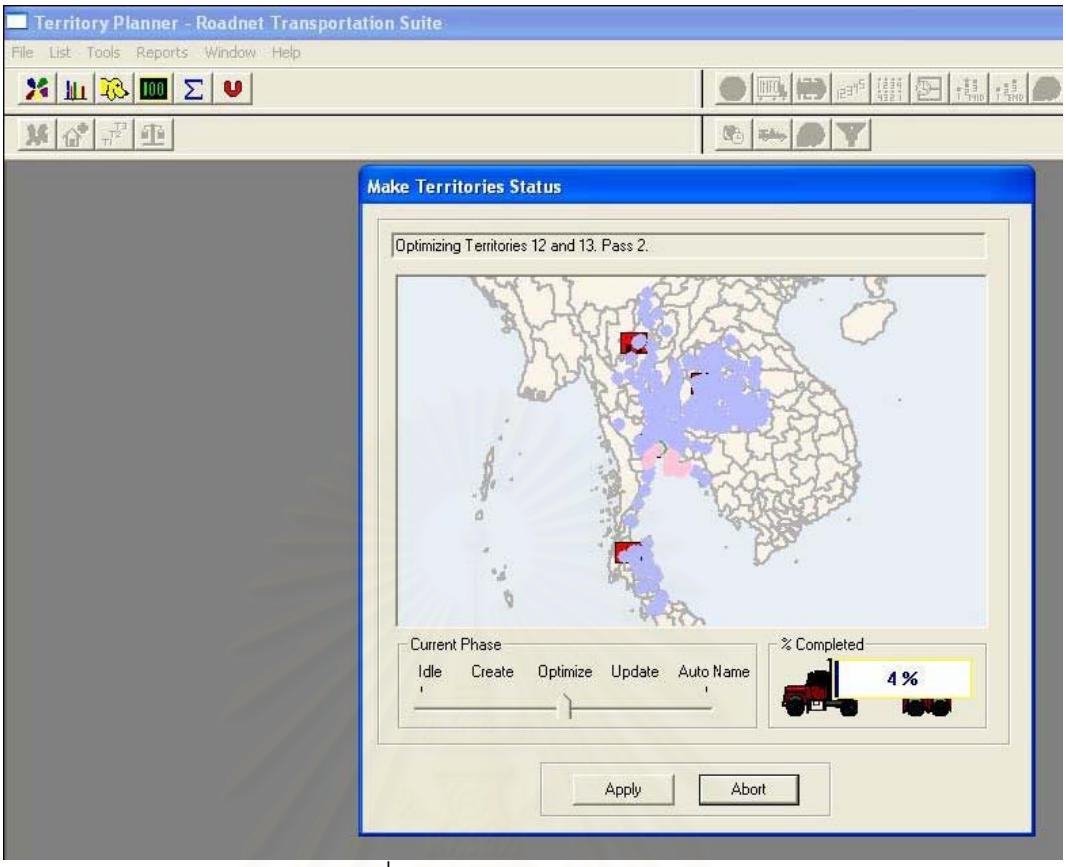
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.8 เลือก Depots เพื่อระบุศูนย์กระจายสินค้าที่ต้องพิจารณาสร้าง Territories โดยสามารถระบุจำนวนความสามารถของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่ง เช่น ในรูปที่ 25 ระบุว่า DC5 สามารถมี Territories สูงสุดได้ 400 Territories จากนั้นกด Save แล้วคลิกคำสั่ง Start จะเป็นการเริ่มจัดสายรถจะเกิดหน้าจอ Make Territories Status ดังรูปที่ 26



รูปที่ 25 การเลือก Depots

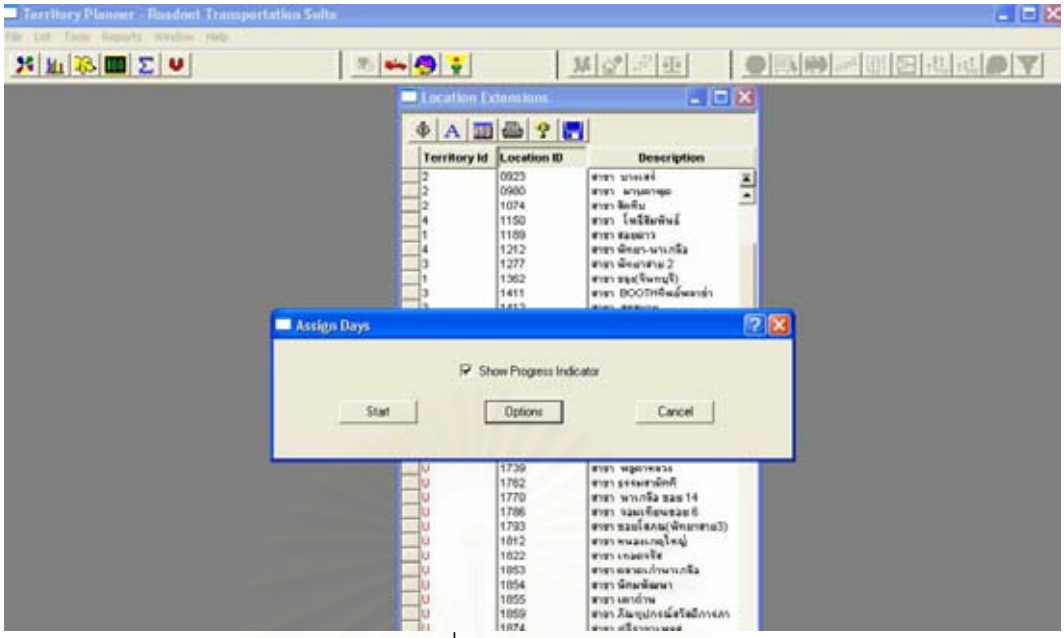
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



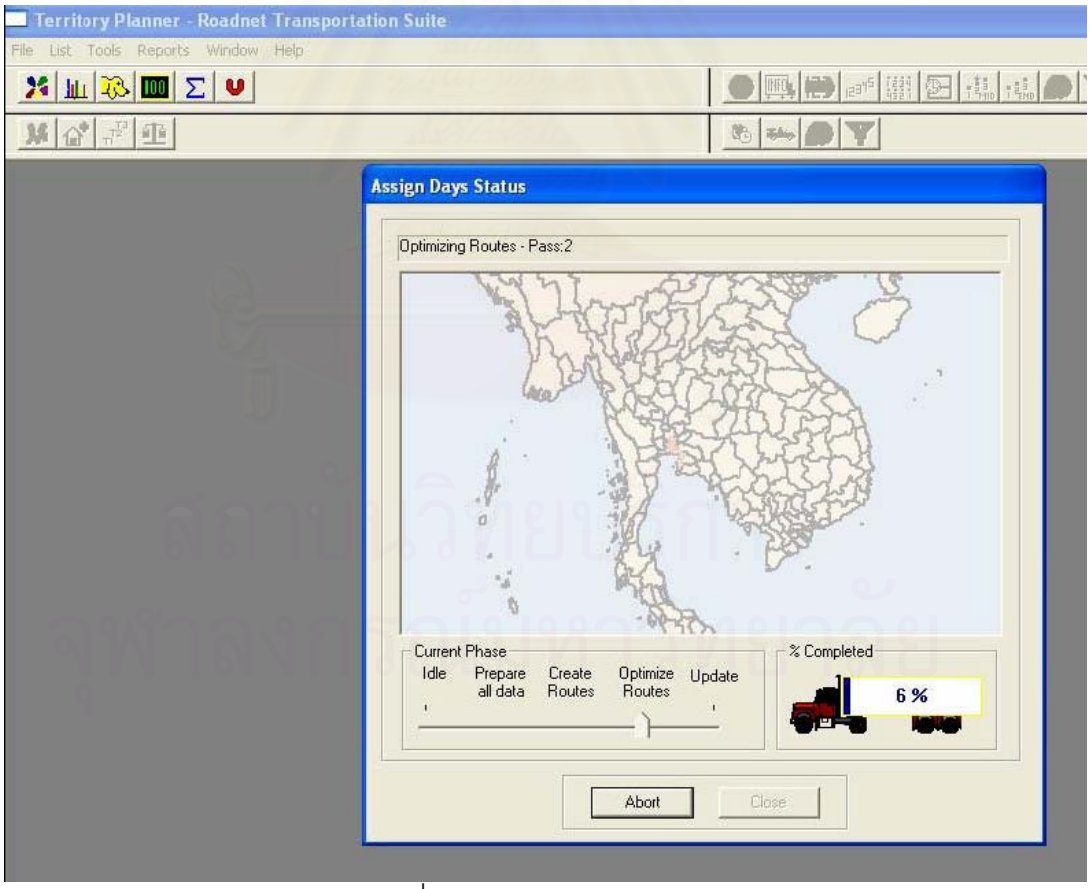
รูปที่ 26 Make Territories Status

4.9 หลังจากได้สายรถมาแล้วก็ต้องกำหนดวันเพื่อระบุว่าสายรถนี้ส่งวันใดโดยคลิกคำสั่ง Assign days ซึ่งอยู่บริเวณมุมบนซ้ายใต้แถบเมนูที่เดียวกับคำสั่ง Make all Territories จะขึ้นหน้าจอ Assign Days ดังรูปที่ 27 ซึ่งคล้ายคลึงกับหน้าจอ Make Territories จากนั้นคลิกคำสั่ง Start จะปรากฏหน้าจอ Assign Days Status เป็นการเริ่มระบุวันที่ต้องส่งดังรูปที่ 28

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

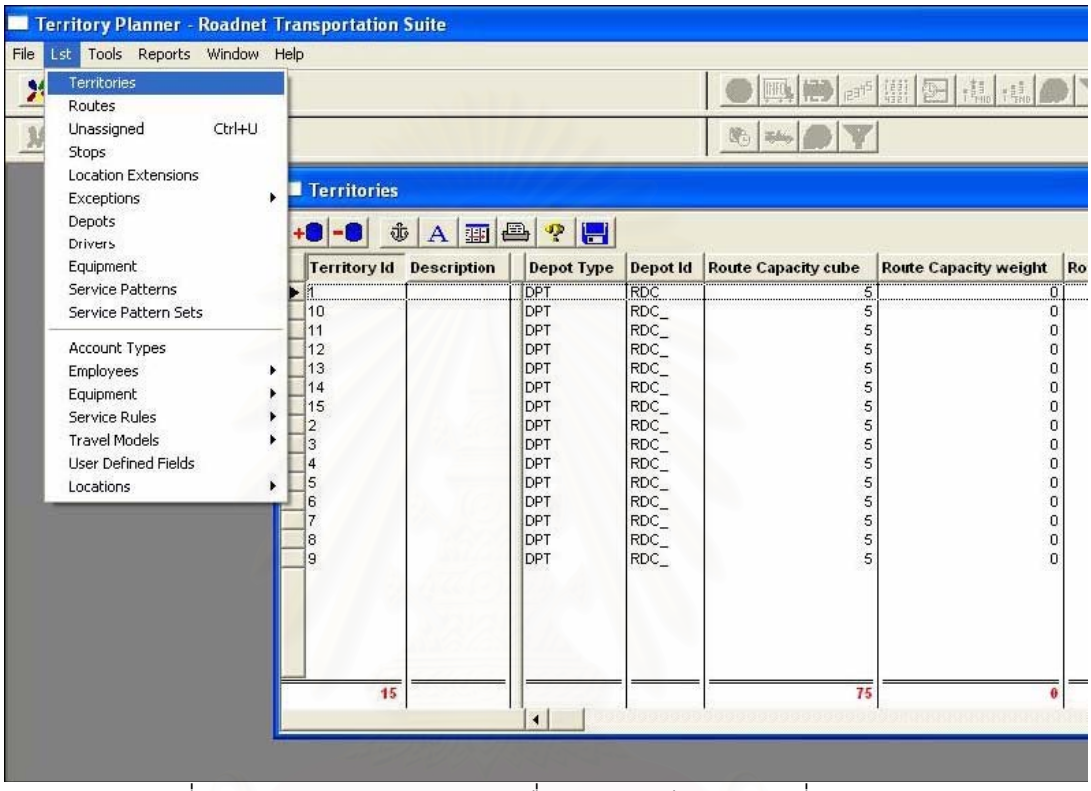


รูปที่ 27 Assign days



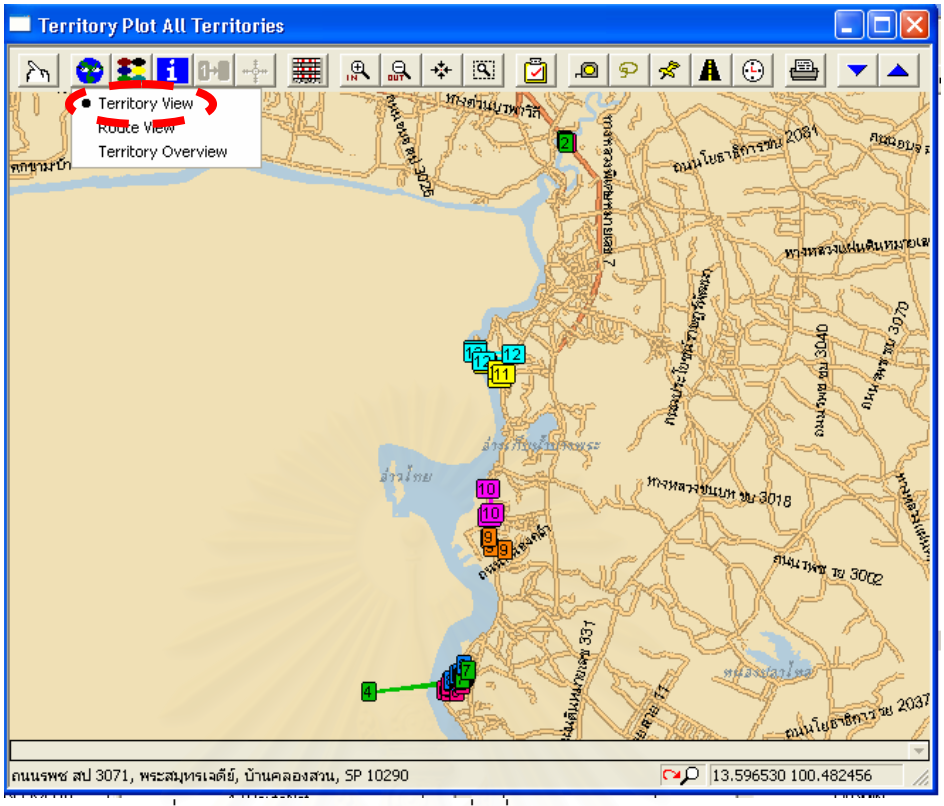
รูปที่ 28 Assign Days Status

4.10 จากนั้นจะได้สายรถที่ระบุวันส่งแล้วโดยคลิกเมนู List > Territories จะปรากฏ 15 สายรถที่จัดเสร็จแล้วดังรูปที่ 29 จากนั้นคลิกขวาที่สายที่ต้องการดูรายละเอียด แล้วคลิกคำสั่ง Locate on Map จะปรากฏเส้นทางของสายรถดังกล่าวบนแผนที่ดังรูปที่ 30 และ 31

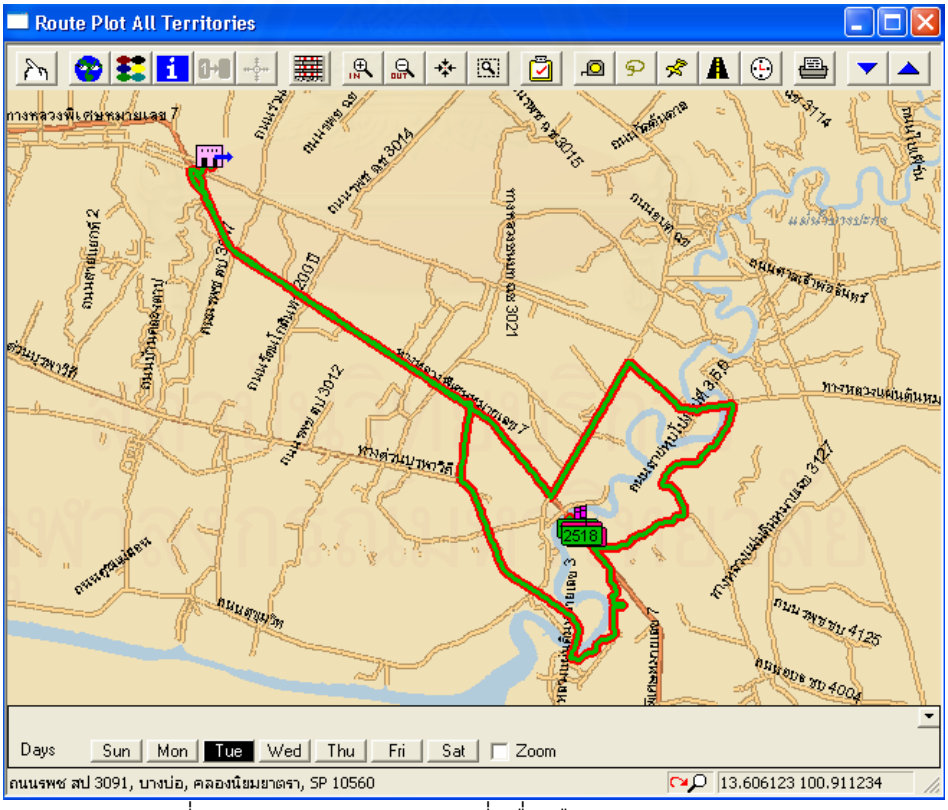


รูปที่ 29 คลิก List > Territories เพื่อดูรายละเอียดสายรถที่จัดเสร็จแล้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

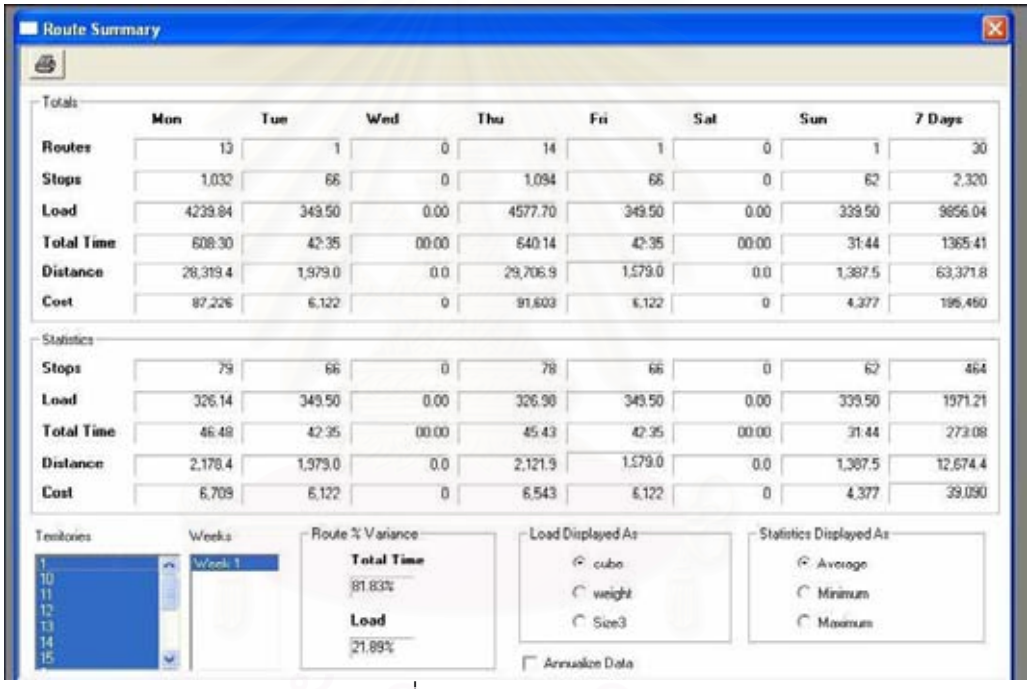


รูปที่ 30 การแสดงผลบนแผนที่ เมื่อเลือกแบบ Territory View



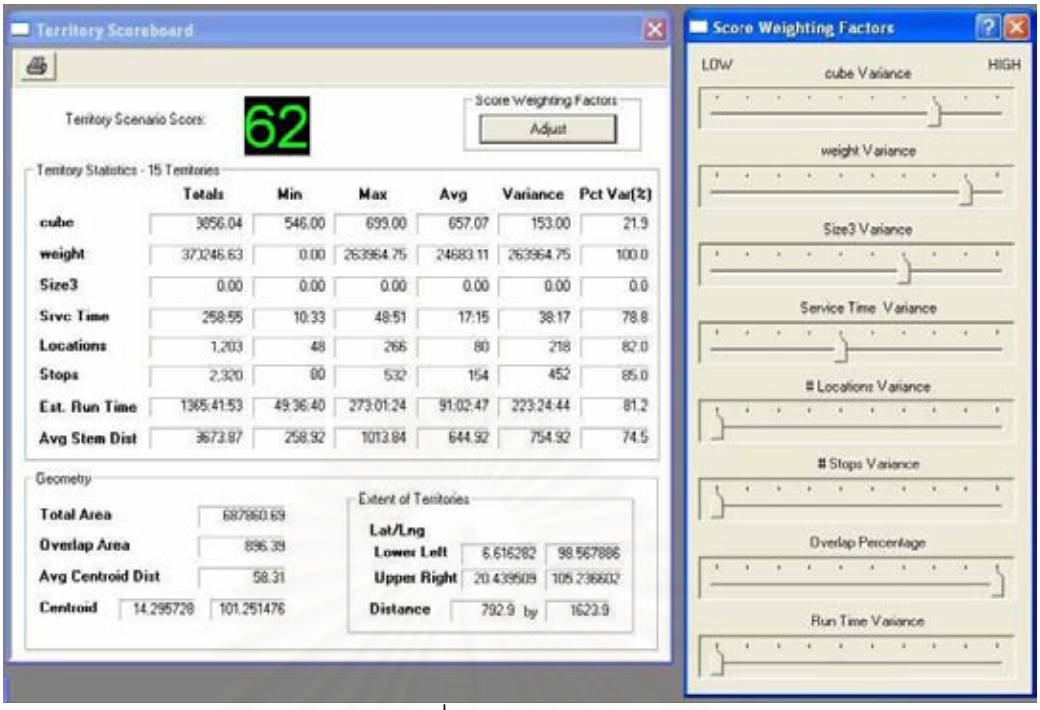
รูปที่ 31 การแสดงผลบนแผนที่ เมื่อเลือกแบบ Route View

4.11 สุดท้ายโปรแกรม TP มีฟังก์ชั่นย่อยที่ใช้แสดงผลลัพธ์ทั้งหมดที่ได้จากการจัดสายรถ ได้แก่ ราคารวม และ ระยะทางรวม คือ ฟังก์ชั่น Route Summary ซึ่งอยู่บริเวณมุมบนซ้ายใต้แถบเมนูที่เดียวกับคำสั่งMake all Territories ดังรูปที่ 32 และโปรแกรม TP มีอีกฟังก์ชั่นย่อยที่ใช้ตรวจสอบสายรถที่จัดว่าเหมาะสมเพียงใดโดยแสดงออกมาในรูปของคะแนนซึ่งคะแนนเต็มคือ 100 โดยคลิกที่คำสั่งScoreboard บริเวณมุมบนซ้ายดังรูปที่ 33 สายรถในที่นี้ได้คะแนน 62 ซึ่งเราสามารถปรับเกณฑ์การให้คะแนนได้โดยคลิกที่ปุ่มคำสั่ง Adjust ที่บริเวณมุมบนขวาจะปรากฏหน้าจอ Score Weighting Factors ซึ่งสามารถปรับได้ว่าเกณฑ์การให้คะแนนนี้ยึดความแปรปรวนในเรื่องใด เช่น Cube Variance คือ เกณฑ์การให้คะแนนยึดการกระจายของปริมาตรสินค้าเป็นหลัก เป็นต้น



รูปที่ 32 Route Summary

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 33 Scoreboard

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอัครพล เนื่องฤทธิ์ เกิดเมื่อวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2526 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี)2 ในปีการศึกษา 2544 สายวิชาวิทยาศาสตร์ จากนั้นเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยสำเร็จการศึกษาจากภาควิชาวิศวกรรมโยธา ในปีการศึกษา 2548 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่งและการจราจร ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2549

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย