# ประโยชน์ของระบบคอมพิวเตอร์เพื่อการวางแผนการจัดส่งสินค้าไม่เต็มคันรถ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

นายธนุส ผะอบแสง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# BENEFITS OF COMPUTERIZED SYSTEM FOR PLANNING OF LESS-THAN-TRUCK-LOAD SHIPMENTS IN BANGKOK AND THE METROPOLITAN AREA

Mr. Tanoos Pha-obsaeng

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Logistics Management
(Interdisciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

491961

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | ประโยชน์ของระบบคอมพิวเตอร์เพื่อการวางแผนการจัดส่งสินค้าไม่เต็มคันรถ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล |
| โดย | นายธนุส ผะอบแสง |
| สาขาวิชา | การจัดการด้านโลจิสติกส์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์ |

---

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว.กัลยา ติงศภัทิย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. มาโนช โลหเตปานนท์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ธนุส ผะอบแสง : ประโยชน์ของระบบคอมพิวเตอร์เพื่อการวางแผนการจัดส่งสินค้าไม่เต็มคันรถ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (BENEFITS OF COMPUTERIZED SYSTEM FOR PLANNING OF LESS-THAN-TRUCK-LOAD SHIPMENTS IN BANGKOK AND THE METROPOLITAN AREA) อ.ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์, 117 หน้า.

การวิจัยศึกษาประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการวางแผนจัดเส้นทางการขนส่ง สำหรับสินค้าไม่เต็มคันรถในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยอาศัยข้อมูลกิจกรรมด้านการขนส่งที่รวบรวมโดยบริษัทผู้ให้บริการโลจิสติกส์แห่งหนึ่ง การศึกษายังได้สำรวจภาคสนามด้วยการสัมภาษณ์พนักงานผู้ปฏิบัติงานจริง แล้วนำข้อมูลที่รวบรวมทั้งหมดมาสร้างเป็นแบบจำลองเพื่อศึกษาถึงประโยชน์ที่ได้จากการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาวางแผนจัดเส้นทางการขนส่ง

ประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดเส้นทางการขนส่งถูกประเมินจากระยะทางเฉลี่ยในการขนส่งสินค้าต่อเที่ยว ระยะทางวิ่งเปล่า และความน่าเชื่อถือของเส้นทางการขนส่ง ผลการทดสอบด้วย t-Test ชี้ให้เห็นว่า เมื่อเทียบกับการจัดเส้นทางโดยคน เส้นทางที่นำเสนอโดยระบบคอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มระยะทางเฉลี่ยในการขนส่งต่อเที่ยวและลดระยะทางที่รถวิ่งเปล่าลง ด้วยระดับความเชื่อมั่นที่ 99% ในส่วนของการประเมินความน่าเชื่อถือของเส้นทางที่นำเสนอโดยระบบนั้น การศึกษาได้ให้พนักงานขับรถที่ชำนาญเป็นผู้ประเมินว่าเส้นทางที่จัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถนำไปปฏิบัติงานได้จริงหรือไม่ ซึ่งผลการสอบถามพบว่า ประมาณ 90% ของเส้นทางได้รับการยอมรับว่าสามารถนำไปปฏิบัติได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงการประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อคาดการณ์ผลกระทบที่จะเกิดกับการดำเนินงานจากการปรับเปลี่ยนราคาน้ำมัน จากการศึกษาพบว่าต้นทุนค่าขนส่งรวมจะสูงขึ้น 0.5% เมื่อราคาน้ำมันดีเซลมีการปรับตัวสูงขึ้นจาก 26.30 บาท/ลิตรเป็น 26.70 บาท/ลิตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

## 4689083520 : MAJOR LOGISTICS MANAGEMENT

KEYWORD: COMPUTERIZED SYSTEM FOR TRANSPORTATION PLANNING

TANOOS PHA-OBSAENG : BENEFITS OF COMPUTERIZED SYSTEM FOR PLANNING OF LESS-THAN-TRUCK-LOAD SHIPMENTS IN BANGKOK AND THE METROPOLITAN AREA. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. SOMPONG SIRISOPONSILP, Ph.D., 117 pp.

This thesis attempts to evaluate the potential benefits of using a computerized system for planning of less-than-truck-load shipments in Bangkok and Metropolitan area. The required data include the records of transportation activities collected by a selected logistics service provider. Field surveys are also employed to collect necessary data through face-to-face interviews of operation personnel of the case company. These data are used as input to develop a optimization model based on a commercialized software which is subsequently applied to investigate the expected benefits to be derived from the computerized routing system.

The effectiveness of the computerized system was assessed in terms of average distance, deadhead distance, and route reliability. According to the t-test results, compared with the manual system the computerized system has generated routes that lead to greater average distance and lower deadhead distance at the 99% confidence level. To examine the reliability of the routes proposed by the computerized system, seasoned drivers are asked to assess the practicality of the routes. About 90% of the responses accept the solutions generated by the computerized system. The resulting model is finally employed to predict the impacts on the operation resulting from a change to the gasoline price. The results show that an increase in diesel price from 26.30 bath/liter to 26.70 baht/liter will result in a 0.5% in total cost.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Field of study Logistics Management Student's signature.....

Academic year 2006 Advisor's signature.....

# กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัย เป็นอย่างสูงที่ให้โอกาสแก่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา พร้อมทั้งให้ความรู้ คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงด้วยดี ลำดับต่อไป ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร. มาโนช โลหเตปานนท์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนแล้วเสร็จอย่างสมบูรณ์ทุกประการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรสหสาขาการจัดการด้านโลจิสติกส์ และอาจารย์ในระดับอื่นๆ ทุกท่านในอดีต ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้ข้าพเจ้ามีความรู้และมีความสามารถเพียงพอในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขึ้น

ขอขอบคุณผู้บริหาร เพื่อนร่วมงานและผู้ประกอบการขนส่งของบริษัทตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์และการตอบข้อสงสัยแก่ผู้วิจัย ขอขอบคุณหัวหน้างานที่ให้โอกาสในการเรียนและการจัดทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณเพื่อนๆ นิสิตทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือซึ่งกันและกันทั้งในการเรียนและการจัดทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอสำนึกในพระคุณของบิดา มารดา ที่ให้ความช่วยเหลือและให้การสนับสนุนข้าพเจ้าเสมอมา จนทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จทั้งในด้านการศึกษาและหน้าที่การงาน ซึ่งข้าพเจ้าจะนำไปเป็นมงคลแห่งชีวิตต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญ


| | | หน้า |
|---|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | | จ |
| กิตติกรรมประกาศ | | ฉ |
| สารบัญ | | ช |
| สารบัญตาราง | | ฌ |
| สารบัญภาพ | | ฎ |
| บทที่ 1 | บทนำ | 1 |
| | 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| | 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา | 3 |
| | 1.3 ขอบเขตของการศึกษา | 3 |
| | 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| บทที่ 2 | ทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 4 |
| | 2.1 ความจำเป็นที่องค์กรต้องมีเครื่องมือในการวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่ง | 4 |
| | 2.2 ระบบบริหารการจัดส่งสินค้า (Transportation Management System :TMS) | 6 |
| | 2.3 ปัญหาเส้นทางเดินรถ | 11 |
| | 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 17 |
| | 2.5 สรุป | 22 |
| บทที่ 3 | ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย | 23 |
| | 3.1 การศึกษาผลงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง | 24 |
| | 3.2 การสำรวจภูมิหลังของบริษัทตัวอย่าง | 24 |
| | 3.3 การศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานของบริษัทตัวอย่างรวมทั้งปัญหาที่พบ | 27 |
| | 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล | 32 |
| | 3.5 การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ | 36 |
| | 3.6 การสร้างแบบจำลองและการทดสอบแบบจำลอง | 48 |
| | 3.7 การทดสอบสมมติฐานและการวิเคราะห์ผล | 49 |
| | 3.8 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง | 51 |
| | 3.9 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ | 52 |
| บทที่ 4 | การจัดทำแบบจำลองและการวิเคราะห์ข้อมูล | 53 |
| | 4.1 สภาพที่ตั้งและรูปแบบการขนส่งสินค้าในปัจจุบัน | 53 |

หน้า

4.2 การสร้างแบบจำลองในการวิเคราะห์ ..... 55
4.3 การวิเคราะห์ผลการดำเนินงานในปัจจุบัน ..... 66
4.4 การกำหนดค่าตัวแปรควบคุมใน Strategy ..... 67
4.5 การนำข้อมูลเข้าแบบจำลองและทดสอบแบบจำลอง ..... 74
4.6 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง ..... 78
4.7 การทดสอบสมมติฐานและการวิเคราะห์ผล ..... 79
4.8 การประยุกต์ใช้แบบจำลองในการทดสอบผลการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมัน ..... 91
4.9 การประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อคำนวณหาปริมาณการใช้ทรัพยากรที่เหมาะสม 94
4.10 การวิเคราะห์ผลของการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ..... 96
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ ..... 100
5.1 สรุปผลการวิจัย ..... 100
5.2 ข้อจำกัดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ..... 101
5.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต ..... 102
รายการอ้างอิง ..... 104
ภาคผนวก ..... 106
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ ..... 117

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญตาราง


| ตาราง | | หน้า |
|---|---|---|
| 1.1 | ปริมาณการขนส่งสินค้าภายในประเทศปี 2541-2545..... | 1 |
| 2.1 | มูลค่าการใช้จ่ายในการนำระบบ TMS มาใช้งานปี 2001-2006..... | 9 |
| 2.2 | คุณสมบัติของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางด้าน TMS..... | 10 |
| 3.1 | ปริมาณการขนส่งสินค้าแยกตามพาหนะขนส่งระหว่างเดือนม.ค.-มิ.ย.2549..... | 25 |
| 3.2 | ปริมาณการขนส่งสินค้าแยกตามกลุ่มสินค้าที่ทำการขนส่งระหว่างเดือนม.ค.-มิ.ย. 2549..... | 25 |
| 3.3 | สัดส่วนการบรรทุกสินค้าแยกตามกลุ่มสินค้าและประเภทรถขนส่ง..... | 29 |
| 3.4 | สัดส่วนปริมาณการขนส่งสินค้าไม่เต็มคันรถแยกรายภาค..... | 30 |
| 4.1 | เส้นทางการขนส่งสินค้าตามตารางเวลาเดินรถในเขตกทม. และปริมณฑล..... | 54 |
| 4.2 | ข้อมูลจำนวนคำสั่งขนส่งรายเดือนตั้งแต่เดือน ม.ค.- มิ.ย.2549..... | 55 |
| 4.3 | ข้อมูลจำนวนคำสั่งขนส่งแยกรายวันของเดือนม.ค. และ มิ.ย.2549..... | 56 |
| 4.4 | ข้อมูลระยะเวลาเฉลี่ยในการจัดเส้นทางโดยพนักงาน..... | 57 |
| 4.5 | ข้อมูลระยะเวลาปฏิบัติงานของจุดรับ/ส่งสินค้า..... | 60 |
| 4.6 | ตัวอย่างข้อมูลระยะทางระหว่างจุด 2 จุด..... | 61 |
| 4.7 | ข้อมูลอัตราความเร็วเฉลี่ยของการเดินทางในกรุงเทพมหานคร..... | 63 |
| 4.8 | ข้อมูลน้ำหนักและปริมาตรการบรรทุกของประเภทรถ 4 ล้อและ 6 ล้อ..... | 64 |
| 4.9 | ข้อมูลปริมาณรถขนส่งที่สามารถปฏิบัติงานได้จริง..... | 64 |
| 4.10 | ข้อมูลอัตราค่าขนส่งของประเภทรถ 4 ล้อและ 6 ล้อ..... | 65 |
| 4.11 | ข้อมูลผลการจัดเส้นทางด้วยพนักงานของข้อมูลระหว่างวันที่ 1-31 มี.ค.2549..... | 66 |
| 4.12 | ข้อมูลผลการจัดเส้นทางด้วยพนักงานของข้อมูลระหว่างวันที่ 1-30 มิ.ย.2549..... | 66 |
| 4.13 | ข้อมูลการกำหนดค่าตัวแปรควบคุมใน Strategy..... | 68 |
| 4.14 | ข้อมูลเปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงกับต้นทุนที่จำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์..... | 77 |
| 4.15 | ข้อมูลค่ามาตรฐานจากการจำลองการจัดเส้นทาง (Baseline Value)..... | 77 |
| 4.16 | ข้อมูลเปรียบเทียบระยะทางเฉลี่ยระหว่างค่ามาตรฐาน และค่าตามแบบจำลองของเดือนมี.ค.2549..... | 85 |
| 4.17 | ข้อมูลเปรียบเทียบระยะทางเฉลี่ยระหว่างค่ามาตรฐานและค่าตามแบบจำลองของเดือนมิ.ย.2549..... | 86 |
| 4.18 | ข้อมูลเปรียบเทียบระยะทางวิ่งเปล่าในเดือนมี.ค.2549..... | 89 |
| 4.19 | ข้อมูลเปรียบเทียบระยะทางวิ่งเปล่าในเดือนมิ.ย.2549..... | 90 |

ตาราง หน้า


4.20 ข้อมูลผลการประเมินการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์..... 91

4.21 ข้อมูลราคาน้ำมันดีเซลหมุนเร็วของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)..... 92

4.22 ส่วนประกอบของต้นทุนผันแปรของค่าขนส่ง..... 92

4.23 ข้อมูลต้นทุนค่าขนส่งตามประเภทของต้นทุนเปรียบเทียบระหว่างราคาน้ำมันดีเซลที่ 26.30 บาท/ลิตรและ 26.70 บาท/ลิตร..... 93

4.24 ผลการ Optimization เมื่อไม่จำกัดจำนวนรถขนส่งเดือนมี.ค.2549..... 94

4.25 ผลการ Optimization เมื่อไม่จำกัดจำนวนรถขนส่งเดือนมิ.ย.2549..... 95

4.26 อัตราค่าขนส่งบาท/หน่วยการบรรทุก/กม.ของรถขนส่งแต่ละประเภท..... 95


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญภาพ


| ภาพ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | รายชื่อผู้ผลิตโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางด้านการบริหารการจัดส่ง..... | 9 |
| 2.2 | ขั้นตอนการดำเนินการของวิธี Saving Approach..... | 12 |
| 2.3 | การค้นหาจุดส่งที่อยู่ใกล้จุดส่งล่าสุดโดยวิธี Nearest Neighbor..... | 13 |
| 2.4 | การจัดกลุ่มลูกค้าตามปริมาณการขนส่งของรถขนส่ง..... | 14 |
| 2.5 | การจัดกลุ่มลูกค้าแต่ละวันในสัปดาห์..... | 15 |
| 2.6 | การจัดเส้นทางโดยพิจารณาจาก Seed Point..... | 16 |
| 2.7 | การจัดเส้นทางแบบ Teardrop Pattern..... | 16 |
| 3.1 | ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย..... | 24 |
| 3.2 | ขั้นตอนการดำเนินงานขนส่งสินค้าของบริษัทตัวอย่าง..... | 27 |
| 3.3 | ข้อมูลถนนที่มีการเคลื่อนที่ 2 ทิศทาง..... | 34 |
| 3.4 | ค่าความต้านทานของแต่ละทิศทางในการเคลื่อนที่..... | 35 |
| 3.5 | ทิศทางที่เป็นไปได้ในการเคลื่อนที่ของทรัพยากรผ่าน Node..... | 35 |
| 3.6 | ตัวอย่างหน้าจอการใช้งานของโปรแกรม TMod..... | 38 |
| 3.7 | ส่วนประกอบหลัก 8 ส่วนของโปรแกรม TMod..... | 40 |
| 3.8 | ตัวอย่าง Strategy ที่ใช้ในโปรแกรม TMod..... | 41 |
| 3.9 | แนวทางการปรับปรุงเที่ยวขนส่งโดยใช้ Strategy OptMove..... | 42 |
| 3.10 | แนวทางการปรับปรุงเที่ยวขนส่งโดยใช้ Strategy OptSwap..... | 43 |
| 3.11 | แนวทางการปรับปรุงเที่ยวขนส่งโดยใช้ Strategy BreakTLLoads..... | 44 |
| 3.12 | แนวทางการปรับปรุงเที่ยวขนส่งโดยใช้ Strategy TryShipsDirect..... | 44 |
| 3.13 | ตัวอย่าง Optimization Parameter ที่ใช้ในโปรแกรม TMod..... | 46 |
| 3.14 | ตัวอย่าง Output Logs ที่ได้จากการประมวลผล..... | 47 |
| 4.1 | แสดงที่ตั้งคลังสินค้า A และ B ของบริษัทตัวอย่าง..... | 53 |
| 4.2 | เส้นทางของตารางเวลาเดินรถตามอำเภอต่าง ๆ..... | 55 |
| 4.3 | กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคำสั่งขนส่งและระยะเวลาในการจัดเที่ยวขนส่งในเดือนมี.ค.2549 และมิ.ย.2549..... | 58 |
| 4.4 | ลักษณะการกระจายตัวของลูกค้า..... | 59 |
| 4.5 | เส้นทางที่สั้นที่สุดที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม Network Analysis..... | 62 |
| 4.6 | ข้อมูล Strategy ที่จะใช้ในการประมวลผล..... | 67 |
| 4.7 | ตัวอย่างข้อมูลคำสั่งขนส่งและข้อมูลเกี่ยวข้องที่นำเข้าสู่แบบจำลอง..... | 75 |
| 4.8 | ตัวอย่างหน้าจอของโปรแกรม Stand-alone Rate Editor..... | 76 |

| ภาพ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.9 | ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลในแบบจำลอง..... | 78 |
| 4.10 | กราฟ Normal Distribution และค่าสถิติที่ได้จากข้อมูลในตารางที่ 4.16..... | 87 |
| 4.11 | กราฟ Normal Distribution และค่าสถิติที่ได้จากข้อมูลในตารางที่ 4.17..... | 89 |
| 4.12 | เปรียบเทียบเส้นทางที่จัดด้วยคนและโปรแกรมคอมพิวเตอร์..... | 96 |
| 4.13 | เปรียบเทียบเส้นทางที่จัดด้วยคนและโปรแกรมคอมพิวเตอร์..... | 98 |


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การคมนาคมและการขนส่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ เนื่องจากการขนส่งมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมให้กระบวนการทางเศรษฐกิจสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการขนส่งสามารถกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น การขนส่งทางถนน ทางน้ำ ทางอากาศ และทางท่อ

จากสถิติปริมาณการขนส่งสินค้าภายในประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ.2541-2545 ของกระทรวงคมนาคม ดังแสดงในตารางที่ 1.1 จะเห็นว่า การขนส่งสินค้าในประเทศส่วนใหญ่ใช้การขนส่งทางถนนเป็นหลัก เนื่องจากมีความคล่องตัว เกิดความสะดวกรวดเร็วในการขนย้ายสินค้า สามารถให้บริการได้โดยไม่ต้องขนถ่ายสินค้าขึ้นลงหลายทอด ทำให้สินค้าเสียหายน้อยลง

ตารางที่ 1.1 ปริมาณการขนส่งสินค้าภายในประเทศปี พ.ศ.2541-2545 (หน่วย : พันตัน)

| การขนส่งสินค้า | ปี พ.ศ. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2541 | 2542 | 2543 | 2544 | 2545 |
| ทางถนน | 384,421 | 392,244 | 397,976 | 400,242 | 459,919 |
| ทางรถไฟ | 8,364 | 9,264 | 9,171 | 8,776 | 8,893 |
| ทางน้ำภายในประเทศ | 20,127 | 17,300 | 25,173 | 17,833 | 26,208 |
| ชายฝั่งทะเล | 23,324 | 21,970 | 23,347 | 19,657 | 24,793 |
| ทางอากาศ | 46 | 56 | 57 | 66 | 56 |
| **รวม** | **436,282** | **440,834** | **455,724** | **446,574** | **519,869** |

จากตารางที่ 1.1 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนของการขนส่งสินค้าทางถนนโดยเฉลี่ยมีปริมาณสูงถึง 89% ของปริมาณการขนส่งสินค้าภายในประเทศทั้งหมด โดยส่วนหนึ่งของปริมาณการขนส่งสินค้าทางถนนดังกล่าวเป็นการขนส่งสินค้าแบบไม่เต็มคันรถ ซึ่งเป็นรูปแบบการขนส่งที่ผู้ประกอบการขนส่งมักจะประสบปัญหาในการวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่ง เนื่องจากพฤติกรรมของลูกค้าไม่นิยมทำการจัดเก็บสินค้าไว้ที่ร้าน แต่จะทยอยสั่งสินค้าครั้งละจำนวนไม่มาก แต่มีความถี่ในการสั่งสูง ทำให้ผู้ประกอบการขนส่งไม่สามารถรอรวมคำสั่งซื้อให้มีปริมาณมากและจัดส่งให้แบบเต็มคันรถได้ ส่งผลให้ต้องใช้รถขนส่งจำนวนมากเพื่อรองรับการขนส่งดังกล่าว

ที่ผ่านมาผู้ประกอบการขนส่งได้มีวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการขนส่งไม่เต็มคันรถหลายวิธี เช่น การเพิ่มจำนวนรถบรรทุกขนส่งสินค้าเพื่อเพิ่มความถี่ในการขนส่ง การใช้รถบรรทุกขนาดเล็กในการขนส่งสินค้า การกำหนดปริมาณสินค้าขั้นต่ำสำหรับการสั่งซื้อแต่ละครั้งเพื่อเพิ่มโอกาสในการรวมสินค้า การขนส่งสินค้าในเวลากลางคืนเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการจราจรทำให้เพิ่มจำนวนจุดการขนส่งให้มากขึ้น เป็นต้น แต่อย่างไรก็ดีวิธีการที่กล่าวถึงข้างต้นนี้จะมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน เช่น การเพิ่มจำนวนรถขนส่งต้องเสียค่าใช้จ่ายที่สูง และหากอัตราการบริโภคสินค้าของลูกค้าลดลง ผู้ประกอบการขนส่งก็จะต้องมีภาระในการดูแลรักษารถที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ การใช้รถบรรทุกขนาดเล็กลง จะทำให้ต้นทุนค่าขนส่งสูงขึ้น เพราะรถบรรทุกขนาดเล็กมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันต่อหน่วยน้ำหนักบรรทุกสูงกว่ารถบรรทุกขนาดใหญ่ การกำหนดปริมาณสินค้าขั้นต่ำสำหรับการสั่งซื้อมักจะไม่ค่อยได้รับความร่วมมือจากลูกค้ามากนัก ส่วนการขนส่งสินค้าในเวลากลางคืนจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากผู้รับสินค้า และพบว่าอัตราค่าจ้างแรงงานในช่วงเวลากลางคืนมักจะสูงกว่าในช่วงเวลากลางวัน ดังนั้นในระยะหลังผู้ประกอบการขนส่งจึงหันมาให้ความสำคัญกับการเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า โดยการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งถึงแม้จะมีค่าใช้จ่ายสำหรับค่าลิขสิทธิ์ของโปรแกรมและค่าใช้จ่ายในการว่าจ้างที่ปรึกษาเพื่อดำเนินโครงการค่อนข้างสูง แต่มีงานวิจัยจำนวนมากที่พบว่าการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าแล้วพบว่าสามารถลดต้นทุนให้กับธุรกิจได้ในระยะยาว

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความประสงค์ที่จะศึกษาประสิทธิภาพในการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าไม่เต็มคันรถในเขตกทม. และปริมณฑลแทนการวางแผนด้วยคน ซึ่งที่ผ่านมาพบว่า ในประเทศไทยยังมีการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวเข้ามาประยุกต์ใช้งานค่อนข้างน้อย เพราะปัญหาในหลาย ๆ ด้าน คือ

1. การขาดแคลนเงินทุนในการพัฒนาระบบ เนื่องจากโดยทั่วไปการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากต่างประเทศจำเป็นต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างมาก เช่น ค่าลิขสิทธิ์ของโปรแกรม ค่าว่าจ้างที่ปรึกษา ค่าดูแลรักษาและบริการแก้ไขปัญหา (Maintenance Support)

2. ขนาดขององค์กรเล็กเกินไป เช่น ปริมาณคำสั่งซื้อมีไม่มากเพียงพอ ความหลากหลายของสินค้าน้อย สินค้าไม่มีความซับซ้อนในการขนส่ง เป็นต้น ทำให้ไม่เกิดความแตกต่างระหว่างการวางแผนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับการวางแผนด้วยคนมากนัก

3. การขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในการประยุกต์ใช้โปรแกรมให้เหมาะสมกับรูปแบบและข้อจำกัดการขนส่งสินค้าในประเทศไทย

**1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา**

1 เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวางแผนจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าชนิดไม่เต็มคันรถในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับการขนส่งสินค้าแบบไม่เต็มคันรถ ด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการจัดเส้นทางเทียบกับการใช้คนเป็นผู้จัดเส้นทาง

**1.3 ขอบเขตของการศึกษา**

1 การวิจัยเลือกบริษัทตัวอย่าง 1 บริษัท เป็นบริษัทขนส่งสินค้าวัสดุก่อสร้างและสินค้าอุปโภคบริโภคให้กับร้านค้าส่งและร้านค้าปลีก ซึ่งมีคลังสินค้า 2 แห่งและมีรถขนส่งสินค้าจำนวนจำกัด

2 ศึกษาและทดลองทำแบบจำลองเฉพาะการขนส่งสินค้าชนิดไม่เต็มคันรถไปยังร้านค้าส่งและร้านค้าปลีกที่มีปลายทางการส่งสินค้าที่อยู่ในเขตกทม. และปริมณฑลซึ่งประกอบด้วย จ.นนทบุรี จ.สมุทรปราการ และ จ.ปทุมธานี

**1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1 เพื่อให้ทราบถึงหลักการและวิธีการในการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ว่ามีวิธีการพิจารณาหาเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดได้อย่างไร ภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ

2 เพื่อให้ทราบถึงประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าประเภทไม่เต็มคันรถ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 2
# ทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทำการศึกษาประสิทธิภาพของการจัดเส้นทางการขนส่งโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เทียบกับการจัดเส้นทางการขนส่งโดยใช้คนสำหรับการขนส่งสินค้าในเขตกทม. และปริมณฑล ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดอันได้แก่ จำนวนรถขนส่ง ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถขนส่ง ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อ และกรอบเวลาที่ลูกค้ากำหนดในการรับสินค้า ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบบริหารการจัดส่งสินค้า ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อขนส่งสินค้า และตัวอย่างประโยชน์ที่ได้จากการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่ง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## 2.1 ความจำเป็นที่องค์กรต้องมีเครื่องมือในการวางแผนการจัดเส้นทางขนส่ง

Gonzalez (2004) กล่าวว่า ตั้งแต่ปีค.ศ. 2000 เป็นต้นมา ผู้ประกอบการขนส่งได้รับแรงกดดันในหลาย ๆ ด้าน เช่น

- ผู้ผลิตเริ่มให้ความสำคัญกับการลดต้นทุนการขนส่งเนื่องจากไม่สามารถลดต้นทุนในส่วนอื่น ๆ ของโซ่อุปทาน (Supply Chain) ได้แล้ว
- ทรัพยากรซึ่งประกอบด้วย บุคลากร และ รถขนส่งมีอยู่ค่อนข้างจำกัด ผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรดังกล่าวให้เกิดประโยชน์สูงสุด
- การจัดส่งสินค้าล่าช้าเนื่องจากปัญหาสภาพการจราจร และการใช้เวลาในการวางแผนจัดเส้นทางขนส่งนาน ทำให้รถขนส่งเหลือเวลาในการขนส่งน้อยลง
- ความไม่เชื่อถือในการจัดเที่ยวขนส่งโดยคน

ดังนั้น องค์กรส่วนใหญ่จึงต้องปรับตัวเพื่อให้สามารถดำเนินธุรกิจอยู่ได้ ซึ่งทางเลือกหนึ่งที่หลาย ๆ องค์กรนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวคือ การนำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดส่ง

Srisukh (2003) ได้กล่าวถึงปัญหาในการบริหารงานในอดีตของบริษัท ซิเมนต์ไทยโลจิสติกส์ จำกัด (CTL) ซึ่งเป็นผู้ประกอบการขนส่งของเครือซิเมนต์ไทยว่า ในอดีต CTL ประสบปัญหาในการบริหารการจัดส่งสินค้าหลายด้าน เช่น

- การมีปริมาณการจัดบรรทุกค่อนข้างต่ำ ซึ่งพบว่ามีปริมาณการจัดบรรทุกเพียง 40% ของปริมาณความจุรวม

- การบริหารงานแบบกระจายการบริหารงาน (Decentralized) ออกไปตามแหล่งที่ตั้งของโรงงาน ส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรที่เกินความจำเป็น และมีการปฏิบัติงานซ้ำซ้อนกัน ทั้งด้านบุคลากร และจำนวนรถขนส่ง ในขณะเดียวกันก็ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าในช่วงที่ความต้องการมีความผันผวนได้ เนื่องจากไม่มีระบบฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงถึงกัน

- การไม่มีระบบสำหรับวัดผลการปฏิบัติงาน เนื่องจากขั้นตอนการปฏิบัติงานส่วนใหญ่เป็นระบบ Manual ทำให้ไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลการปฏิบัติงานได้

- การติดตามสถานะการจัดส่งสินค้าทำได้ล่าช้า เนื่องจากไม่มีระบบฐานข้อมูลและข้อมูลที่ได้รับขาดความน่าเชื่อถือ

จากแรงกดดันและปัญหาดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้ประกอบการขนส่งมีความจำเป็นจะต้องหาเครื่องมือที่จะช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารการจัดส่งสินค้า โดยเครื่องมือที่เหมาะสมอย่างหนึ่งคือการใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) เข้ามาใช้ช่วยในการตัดสินใจจัดเส้นทางขนส่งแทนการตัดสินใจด้วยคน

Marakas (1999) ได้ให้นิยามของระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจว่า เป็นระบบที่ช่วยให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถตัดสินใจปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว โดยระบบไม่ได้ทำหน้าที่ตัดสินใจแทนผู้เกี่ยวข้อง แต่ผู้เกี่ยวข้องจะทำการติดต่อและโต้ตอบผ่านส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) เพื่อเปลี่ยนแปลงปัจจัยหรือกำหนดสถานการณ์เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และตัดสินใจได้ดียิ่งขึ้น

Keen and Scott (1978) ได้กล่าวถึงนิยามของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ คือ การนำสติปัญญาเฉพาะบุคคลเข้ามาผูกกับความสามารถของคอมพิวเตอร์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของการตัดสินใจให้เกิดประสิทธิผล เป็นการนำระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพมาใช้สนับสนุนการตัดสินใจในระดับผู้บริหารซึ่งจะเกี่ยวข้องกับปัญหาที่เป็นกึ่งโครงสร้าง ซึ่งจากนิยามนี้ได้แสดงให้เห็นถึงลักษณะเฉพาะที่สำคัญ 4 ประการของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ดังนี้

(1) ระบบสนับสนุนการตัดสินใจจะรวมข้อมูลและแบบจำลองเข้าด้วยกัน

(2) ระบบนี้ถูกออกแบบขึ้นเพื่อช่วยเหลือผู้บริหาร ในกระบวนการการตัดสินใจในงานที่เป็นกึ่งโครงสร้างหรืองานที่ไม่เป็นโครงสร้าง

(3) ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จะนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจมากกว่าจะนำไปแทนที่การตัดสินใจ

(4) วัตถุประสงค์ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ คือ ปรับปรุงประสิทธิผล (Effectiveness) ของการตัดสินใจไม่ใช้ประสิทธิภาพ (Efficiency) ในการตัดสินใจ

โดยในงานวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นในการนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจประเภทหนึ่งเข้ามาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดเส้นทางด้วยคนจะไม่สามารถจัดเส้นทางการเดินรถให้กับคำสั่งขนส่งที่มีเป็นจำนวนมากได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดภายใต้ข้อจำกัดทั้งในด้านปริมาณรถขนส่ง ความต้องการของลูกค้า ปริมาณการจัดบรรทุกในแต่ละประเภทรถและเวลาในการจัดเส้นทาง ทำให้ในหลาย ๆ องค์กรมีภาระของต้นทุนการขนส่งสินค้าที่มีสัดส่วนสูงถึงประมาณ 2 ใน 3 ของค่าใช้จ่ายด้านโลจิสติกส์ (Logistics) ทั้งหมด การปรับปรุงประสิทธิภาพจึงควรพยายามใช้ประโยชน์จากเครื่องมือต่าง ๆ ในการขนส่งให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อที่จะลดต้นทุนการขนส่งและเพิ่มระดับการบริการให้สูงขึ้น การเลือกเส้นทางที่เหมาะสมในการจัดส่งของรถแต่ละคันเพื่อให้มีระยะทางสั้นที่สุด หรือใช้เวลาน้อยที่สุดจึงเป็นปัญหาสำคัญที่ต้องทำการตัดสินใจ ซึ่งเป็นที่มาของการที่แต่ละองค์กรมีความต้องการนำระบบบริหารการจัดส่งสินค้า (Transportation Management System : TMS) ที่มีประสิทธิภาพเข้ามาใช้งานเพื่อลดต้นทุนค่าขนส่งและเพิ่มศักยภาพในการขนส่งสินค้าให้มีความได้เปรียบเหนือคู่แข่งขันในตลาด

### 2.2 ระบบบริหารการจัดส่งสินค้า (Transportation Management System : TMS)

i2 Research (2001) ได้ให้นิยามของระบบ Transportation Management System : TMS ว่าเป็นระบบบริหารการจัดส่งสินค้าที่หลาย ๆ องค์กรได้นำเข้ามาใช้ในการบริหารการจัดส่งสินค้าเพื่อให้ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ในขณะที่เกิดต้นทุนค่าขนส่งต่ำที่สุด โดยที่ลูกค้ายังคงได้รับการบริการจากผู้ประกอบการขนส่งไม่ลดน้อยลงไปกว่าเดิม ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดต่าง ๆ ที่แต่ละองค์กรและสังคมเป็นผู้กำหนดขึ้น

Basta (2002) ได้ให้คำนิยามของระบบ TMS ว่า TMS เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เข้ามาช่วยในการจัดหาบริการขนส่งที่เหมาะสม ช่วยในการวางแผนการขนส่ง รวมถึงวางแผนการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างเหมาะสม (Procure Plan and Execute) โดยทั่วไประบบจะประกอบด้วย 2 ส่วนงานหลักคือ ส่วนการรับคำสั่งขนส่งสินค้าให้เข้ามาในระบบ และส่วนการจัดเที่ยวรถขนส่ง

โดยให้มีประสิทธิภาพสูงสุดแต่มีต้นทุนต่ำสุด ซึ่งระบบ TMS จะทำการเชื่อมโยงรูปแบบการขนส่งต่าง ๆ กันให้มาอยู่บนระบบเดียวกัน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามสถานะของการขนส่งได้ตลอดทั้งกระบวนการ นอกจากนี้ Basta ยังให้ความเห็นว่าโดยปกติแล้วทุก ๆ องค์กรจะมีระบบ Enterprise Resource Planning (ERP) ของตนเองที่เป็นแกนหลักขององค์กร เช่น ระบบ SAP Peoplesoft เป็นต้น ซึ่ง ERP ดังกล่าวก็จะมีความสามารถในการบริหารการจัดส่งด้วยแล้วในระดับหนึ่ง แต่ระบบ TMS จะเข้ามาช่วยให้เสริมระบบงานทางด้านโลจิสติกส์ให้มีความสมบูรณ์ขึ้น โดย ERP จะเป็นแหล่งที่มาของคำสั่งซื้อสินค้าเพื่อให้เกิดการขนส่ง แต่ TMS จะเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดต้นทุนการขนส่งรวมทั้งรายงานสถานะของการจัดส่งกลับไปยัง ERP เพื่อให้ระบบ ERP สามารถจัดทำรายงานทางการเงินได้

i2 Research (2004) ได้ทำการศึกษาถึงประโยชน์ที่แต่ละองค์กรจะได้รับจากการนำระบบ TMS เข้ามาใช้งาน ประกอบด้วย

1. สามารถลดต้นทุนค่าขนส่งรวมลงได้ เนื่องจากโปรแกรมจะทำการรวบรวมคำสั่งซื้อเพื่อจัดเป็นเที่ยวการขนส่งโดยใช้ประเภทรถขนส่งที่เหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปภายหลังจากนำระบบ TMS เข้ามาใช้งานจะช่วยลดจำนวนรถขนส่งที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน

2. สามารถเพิ่มปริมาณการจัดบรรทุกบนรถขนส่งได้ เนื่องจากโปรแกรมจะทำการจัดวางสินค้าบนกระบะบรรทุกตามลักษณะทางกายภาพของสินค้าและกระบะบรรทุก

3. เพิ่มระดับการบริการลูกค้า โดยโปรแกรมจะทำการนำเวลาที่ลูกค้าต้องการสินค้าเป็นปัจจัยในการพิจารณา เพื่อให้ผลลัพธ์สุดท้ายสินค้าถูกจัดส่งให้ลูกค้าตามความต้องการของลูกค้าอย่างแท้จริง

Russel (2001) ได้อธิบายถึงเหตุผลที่องค์กรส่วนใหญ่นำระบบ TMS มาใช้งาน เนื่องจาก

1. มีช่วงระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ค่อนข้างสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นที่ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้า เช่น การลงทุนสร้างคลังสินค้าใหม่ เพื่อเพิ่มช่องทางกระจายสินค้า จะมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 3-5 ปี การเพิ่มจำนวนรถขนส่ง จะมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 1-3 ปี ต่อระยะเวลาการเช่าซื้อ 5 ปี แต่การนำระบบ TMS เข้ามาใช้งาน จะมีระยะเวลาคืนทุนเพียง 1-2 ปีเท่านั้น เป็นต้น

2. โดยทั่วไปงานขนส่งสินค้าไปยังลูกค้ามักเป็นส่วนงานที่ถูกมองข้ามและถูกละเลยในการปรับปรุงพัฒนา แต่หากมีการปรับปรุงและพัฒนางานในส่วนนี้ จะมีผลกระทบต่อกลยุทธ์ขององค์กรในมุมกว้าง เนื่องจากโดยส่วนใหญ่ระบบ TMS จะเป็นองค์ประกอบของ Supply Chain ส่วนสุดท้ายที่มีการติดต่อกับลูกค้า ดังนั้นหากมีการปรับปรุงพัฒนางานในส่วนนี้ให้ดีจะส่งผลโดยตรงต่อระดับการบริการลูกค้า

3. ความเสี่ยงในการดำเนินการค่อนข้างต่ำ และเป็นงานที่องค์กรสามารถควบคุมได้เอง

Gayialis and Tatsiopoulos (2004) ได้กล่าวถึงระบบ TMS ว่า ปัจจุบันโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางด้าน TMS มีการแบ่งระดับของการใช้งานออกเป็น 3 ระดับ ประกอบด้วย

1. ระดับยุทธศาสตร์ (Strategic) จะเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวางแผนการจัดส่งสินค้าในเชิงกลยุทธ์ เช่น การกำหนดขนาดของปริมาณรถขนส่งที่เหมาะสม (Fleet Sizing) การกำหนดที่ตั้งของจุดกระจายสินค้า (Site Location) การกำหนดระดับของการบริการที่เหมาะสม (Service Day Balancing)

2. ระดับยุทธวิธี (Tactical) จะเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจัดสรรรถขนส่งให้เพียงพอตามกลยุทธ์ที่ได้วางไว้ (Allocate Resource) การกำหนดกลยุทธ์ในการจัดเส้นทางการขนส่ง (Routing Strategy) การกำหนดโครงข่ายการขนส่ง (Network Alignment)

3. ระดับปฏิบัติการ (Operational) จะเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการบริหารการขนส่งประจำวัน (Daily Operation) เช่น การจัดตารางการเดินรถ (Vehicle Scheduling) การกำหนดเวลาปล่อยรถขนส่ง (Vehicle Dispatching) การจัดรวมเที่ยวสินค้า (Load Consolidation) เป็นต้น

โดยปัจจุบันมีผู้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางด้าน TMS เป็นจำนวนมาก ทั้งโปรแกรมระดับยุทธศาสตร์ โปรแกรมระดับยุทธวิธี และโปรแกรมระดับปฏิบัติการ ดังแผนภาพที่ 2.1

แผนภาพที่ 2.1 รายชื่อผู้ผลิตโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางด้านการบริหารการจัดส่ง

ที่มา : Gayialis and Tatsiopoulos (2004)

โดยโปรแกรมแต่ละระดับก็จะมีคุณสมบัติและความซับซ้อนของการใช้งานแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความจำเป็นในการใช้งาน

Gonzalez (2002) ได้อ้างถึงรายงานของ ARC Advisory Group ในปี 2001 ที่ได้ทำการคาดการณ์ถึงมูลค่าการลงทุนในการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางด้าน TMS เข้ามาใช้ในการบริหารการจัดส่งสินค้า พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยปีละประมาณ 16.4% ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มูลค่าการลงทุนในการนำระบบ TMS มาใช้งานระหว่างปี 2001-2006

ที่มา : ARC Advisory Group (2001)

หน่วย : ล้านเหรียญ US

| ปี | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| มูลค่าการใช้จ่ายทางด้านระบบ TMS | 804.4 | 892.5 | 1052.3 | 1241.2 | 1463.7 | 1717.2 |

Gonzalez (2004) ได้จำแนกคุณสมบัติของแต่ละโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางด้าน TMS ตามฟังก์ชั่นการใช้งานสามารถแบ่งได้ตามตารางที่ 2.2 ดังนี้

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางด้าน TMS

ที่มา : Gonzalez (2004)

| Company Name | Carrier Selection | Claims Management | Route Optimization | Order/Shipment Visibility | Freight Payment | Load Planning | Pick-up Scheduling | Rating | Shipment Consolidation | Asset Tracking | Load Tendering | Package Delivery Verification | Package Pick-up Tracking | Driver Management | Real-time Reporting |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ABF Freight System Inc. | | | X | X | | X | X | X | X | | X | X | X | | X |
| AIT Worldwide Logistics | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Aspen Technology Inc. | X | | | | | X | X | X | X | | | | | | |
| DHL | | | X | X | | X | X | | | | | X | X | | |
| DSC Logistics | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | |
| Exel Transportation Svcs., Inc. | X | X | | X | X | X | | | | | | | | | |
| G-Log | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| i2 Technologies, Inc. | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | |
| Intermec | | | X | X | X | X | X | | | X | | X | X | X | X |
| Irista | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | X | X | | |
| Lean Logistics | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | |
| Manugistics Group, Inc. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | X | X |
| Meridian IQ | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X |
| Micro Analytics, Inc. | | | X | | | | X | | | | | | | | |
| Nistevo | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | X |
| Provia Software | X | | X | X | | X | | X | X | | X | | | | |
| Ruan Transportation Svcs. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| Ryder Systems, Inc. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| SAP | X | | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| SMC3 | | | | X | | | X | X | | | X | X | X | X | |
| TransportGistics | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X |
| UPS Logistics Technologies | | | X | X | | X | X | | | X | | X | | X | X |

## 2.3 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางด้าน TMS โดยทั่วไปได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาในเรื่องของการจัดเส้นทางเดินรถโดยให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำสุด และมีเส้นทางการเดินรถที่เหมาะสม โดยมีการประยุกต์หลักการของการแก้ไขปัญหาเส้นทางเดินรถในหลาย ๆ ทฤษฎีเข้าไว้ด้วยกัน เช่น

2.3.1 The Traveling Salesman Problem (TSP) เป็นรูปแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย 1 คน โดยมีเงื่อนไขว่าพนักงานขายจะต้องเดินทางผ่านจุดให้บริการทุกจุด และเดินทางกลับมายังจุดเริ่มต้น โดยมีระยะทางสั้นที่สุด

2.3.2 The Chinese Postman Problem เป็นการหาระยะทางที่สั้นที่สุดซึ่งจะต้องผ่านเส้นเชื่อมระหว่างจุดให้บริการต่าง ๆ อย่างน้อย 1 ครั้ง สามารถแก้ปัญหานี้โดยวิธี Polynomially-Bounded Algorithms

2.3.3 The M-Traveling Salesman Problem (TSP-M) เป็นรูปแบบปัญหาที่พัฒนามาจากปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย 1 คน เป็นปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย M คนซึ่งจะเหมาะกับปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงมากกว่า

2.3.4 The Single Depot Multiple Vehicle Node Routing Problem (Classical Vehicle Routing Problem, VRP) เป็นรูปแบบปัญหาที่กล่าวถึงชุดเส้นทางของยานพาหนะที่ใช้ขนส่งสินค้าจากคลังสินค้า 1 แห่ง ไปยังจุดต่าง ๆ ที่มีความต้องการที่แน่นอน (Deterministic) โดยมีระยะทางทั้งหมดสั้นที่สุด

2.3.5 The Multiple Depot Multiple Vehicle Node Routing Problem เป็นรูปแบบปัญหาที่พัฒนามาจากรูปแบบปัญหาแบบที่ 2.3.4 โดยที่มีคลังสินค้าหลายแห่ง

2.3.6 The Single Depot Multiple Vehicle Node Routing Problem with Stochastic Demands เป็นรูปแบบปัญหาที่พัฒนามาจากรูปแบบปัญหาแบบที่ 2.3.4 โดยที่มีคลังสินค้า 1 แห่ง แต่ความต้องการของจุดต่าง ๆ มีความไม่แน่นอน (Uncertainty) เช่น ความต้องการเป็นการกระจายแบบ Poisson

จากการศึกษาปัญหาทางด้านการขนส่งสินค้าไม่เต็มคันรถของบริษัทตัวอย่างของวิทยานิพนธ์นี้พบว่ามีรูปแบบปัญหาเป็นแบบ (2.3.5) คือ The Multiple Depot Multiple Vehicle Node Routing Problem ที่มีคลังสินค้าสำหรับกระจายสินค้าอยู่ 2 แห่ง และมีลูกค้าที่ต้องส่งกระจายอยู่หลายแห่ง ซึ่งในการแก้ไขปัญหาการขนส่งแบบนี้มีเทคนิคต่าง ๆ ดังนี้

(1) แบบประเภทคำตอบที่เหมาะสม (Optimal Solution) Branch and Bound Techniques เป็นวิธีการที่จะให้คำตอบที่ดีที่สุด แต่ใช้เวลาในการคำนวณมาก เหมาะสมสำหรับ

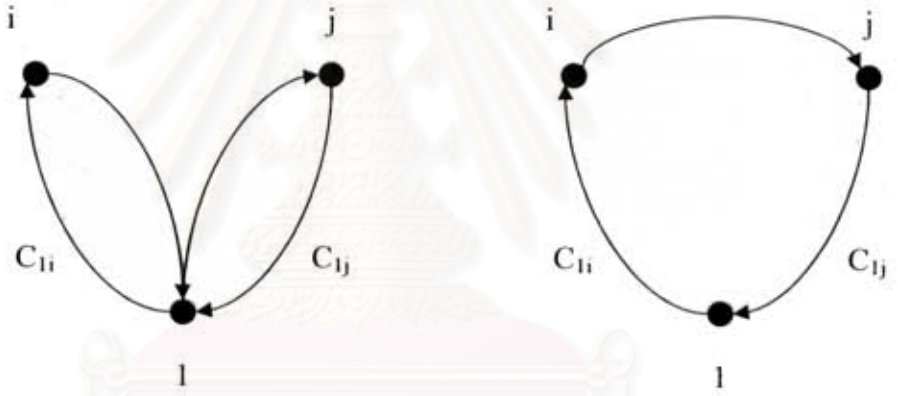
ปัญหาที่มีความต้องการน้อยกว่า 25 จุด วิธีการนี้ใช้การคำนวณหาขอบเขต (Bound) และใช้เมตริกซ์ที่ถูกลดค่าในการแตกกิ่งของเส้นทางเดินทางจาก 1 เซตย่อยไปเป็น 2 เซตย่อย (Branch)

(2) แบบประเภทคำตอบที่ใกล้เคียงค่าที่ดีที่สุด (Near Optimal Solution Heuristic) เป็นวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมสำหรับปัญหาที่มีจุดรับส่งสินค้ามากถึง 1,000 จุด และคำตอบที่ได้อาจจะไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด แต่เป็นคำตอบที่ใกล้เคียงเหมาะสมที่สุด มีเทคนิคต่าง ๆ ดังนี้

ก.) The Saving Algorithm (G.Clarke and J.W.Wright, 1964) เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนมาก เข้าใจง่าย สามารถใช้กับปัญหาที่มีจุดขนส่งจำนวนมากได้ เส้นทางเดินรถที่ประหยัดที่สุดแทนที่เราจะใช้รถ 2 คันในการบริการจุด i และจุด j แต่ถ้าเราใช้รถ 1 คันจะสามารถประหยัดเส้นทางดังแผนภาพที่ 2.2 ได้ดังนี้

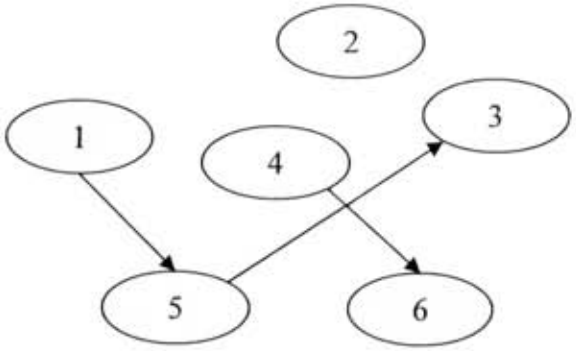
$$(2C_{1i} + 2C_{1j}) - (C_{1i} + C_{1j} + C_{ij}) = C_{1i} + C_{1j} - C_{ij}$$

$S_{ij} = C_{1i} + C_{1j} + C_{ij}$ ถ้ามีค่ามากกว่า 0 แสดงว่ามีการประหยัด (Saving) ในการลดจำนวนเส้นทางลง




แผนภาพที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการดำเนินการของวิธี Saving Approach

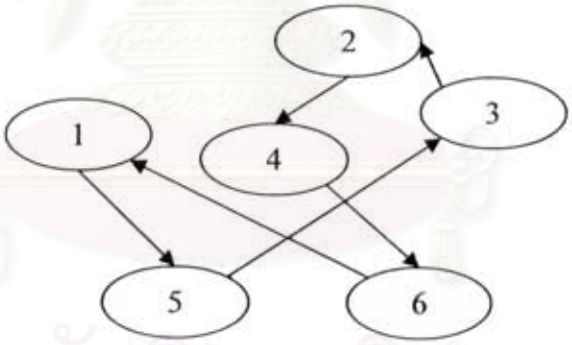
ข.) The Nearest Neighbor Procedure เป็นวิธีการค้นหาจุดส่งที่อยู่ใกล้กับจุดส่งจุดสุดท้ายมากที่สุด (แผนภาพที่ 2.3(ก)) โดยที่มีปริมาณสินค้าไม่เกินความจุของรถขนส่งสินค้า และเริ่มทำการสร้างทัวร์ใหม่เมื่อปริมาณสินค้าของจุดส่งเกินความจุของรถ ทั้งนี้ความใกล้อาจพิจารณาจากระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางได้ตามแต่ความเหมาะสม วิธีการสร้างทัวร์เริ่มจากกำหนดจุดเริ่มต้นของเส้นทาง โดยเป็นจุดที่ใกล้กับคลังสินค้ามากที่สุด จากนั้นค้นหาจุดที่อยู่ใกล้จุดสุดท้ายของเส้นทางมากที่สุด เพิ่มจุดเข้าเส้นทาง และทำวนซ้ำจนทุกจุดอยู่ในเส้นทางจากนั้นลากเส้นจากจุดสุดท้ายไปยังจุดเริ่มต้น (ภาพ 2.3(ข))




| From | To | Dist |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 8 |
| 1 | 3 | 3 |
| 1 | 4 | 7 |
| 1 | 5 | 2 |
| 1 | 6 | 10 |

| From | To | Dist |
|---|---|---|
| 5 | 2 | 4 |
| 5 | 3 | 3 |
| 5 | 4 | 6 |
| 5 | 6 | 4 |

แผนภาพที่ 2.3(ก)




| From | To | Dist |
|---|---|---|
| 3 | 2 | 5 |
| 3 | 4 | 9 |
| 3 | 6 | 6 |

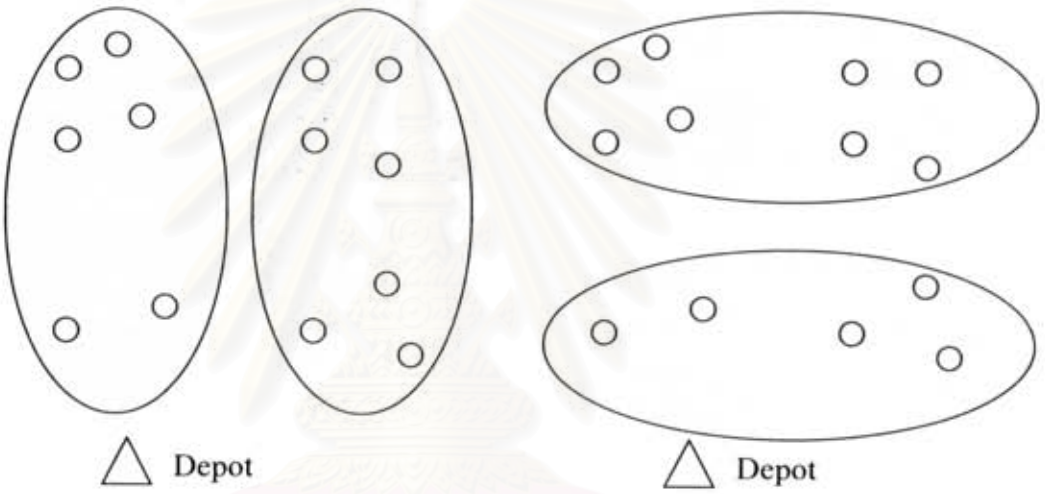
| From | To | Dist |
|---|---|---|
| 2 | 4 | 6 |
| 2 | 6 | 7 |

แผนภาพที่ 2.3(ข)

แผนภาพที่ 2.3 การค้นหาจุดส่งที่อยู่ใกล้จุดส่งล่าสุดโดยวิธี Nearest Neighbor

ค.) Clustering for Assigning Stop to Vehicle (Ballou R.H.,1992) เป็นการจัดกลุ่ม (Cluster) ลูกค้าสำหรับการจัดส่งลูกค้าหลายรายใน 1 เที่ยวขนส่ง จะมีหลักการเป็นแนวทาง 8 ข้อ ดังนี้

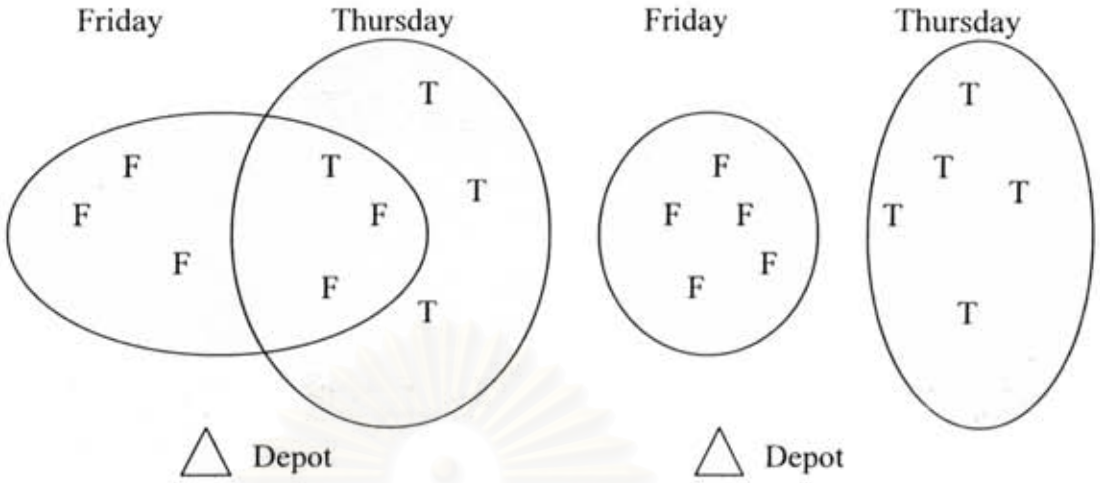
(1) Load trucks with stop volumes that are in the closes proximity to each other : เส้นทางเดินรถควรจัดให้ไปส่งลูกค้าที่อยู่ใกล้กัน ซึ่งการจัดกลุ่มลูกค้าจะต้องพยายามจัดให้ลูกค้าที่อยู่ใกล้กันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพื่อที่จะลดระยะการเดินทางระหว่างจุดส่งสินค้าในการเดินทางแต่ละเที่ยว ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาเดินทางโดยรวมของเส้นทางการขนส่ง ดังแสดงในแผนภาพที่ 2.4




(ก) Weak clustering (ข) Better clustering

**แผนภาพที่** 2.4 การจัดกลุ่มลูกค้าตามปริมาณการขนส่งของรถขนส่ง

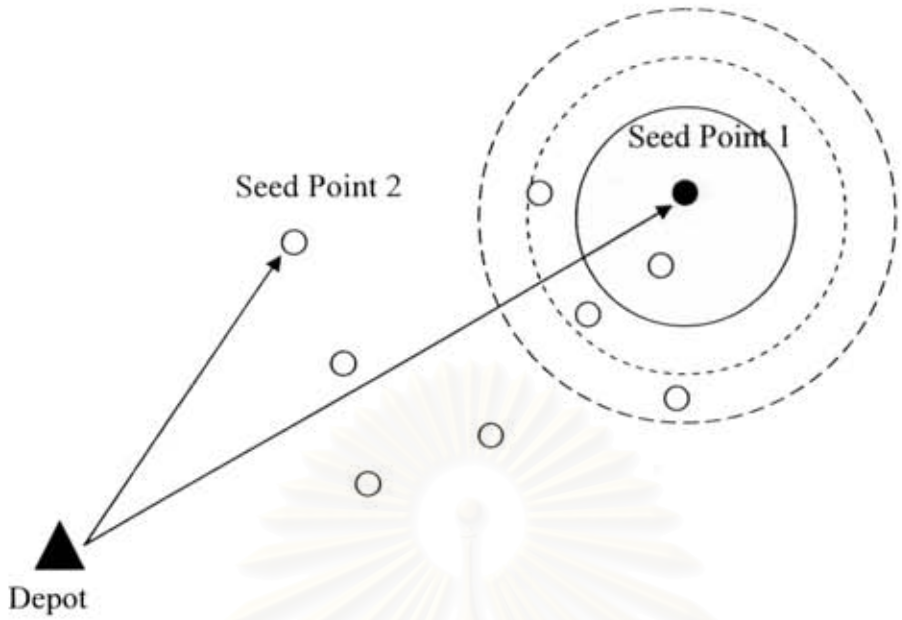
(2) Stops on different days should be arranged to produce tight clusters : เมื่อมีการส่งลูกค้าในแต่ละวัน การจัดส่งลูกค้าในเที่ยวขนส่งคนละเที่ยวกันไม่ควรซ้อนทับ (Overlap) กัน ซึ่งการทำดังนี้จะช่วยลดจำนวนรถขนส่งที่จำเป็นลงได้ รวมถึงช่วยลดเวลาและระยะทางที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดส่งด้วย แผนภาพที่ 2.5 จะแสดงตัวอย่างของการจัดกลุ่มลูกค้าที่ดีและไม่ดี




แผนภาพที่ 2.5 การจัดกลุ่มลูกค้าแต่ละวันในสัปดาห์

(3) Build routes beginning with the farthest stop from the depot : ประสิทธิภาพของการจัดเส้นทางสามารถเพิ่มได้โดยการสร้างกลุ่มลูกค้า โดยเริ่มพิจารณาจากลูกค้าที่อยู่ห่างจากจุดต้นทางมากที่สุดให้เป็นจุดเริ่มต้น หรือ Seed Point จากนั้นหากปริมาณการขนส่งยังไม่เต็มความจุรถจึงมาพิจารณาลูกค้าอื่น ๆ เข้าสู่กลุ่มให้ครบตามความจุของรถขนส่ง ลูกค้าที่ถูกเพิ่มเข้ากลุ่มจะถูกพิจารณาจาก ความใกล้ (Nearest Neighbor or Nearest Inserting) ความประหยัด (Saving) และค่ามุมที่ตั้งของลูกค้า (Minimum Angle) หลังจากจัดกลุ่มลูกค้าได้เต็มเที่ยวขนส่ง แล้วจึงเริ่มมาพิจารณาเส้นทางการขนส่งของรถคันต่อไป โดยเลือกลูกค้าที่อยู่ไกลสุดในบรรดาลูกค้าที่เหลืออยู่ที่ยังไม่ได้กำหนดรถขนส่ง ทำอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ จนกำหนดลูกค้าให้กับรถครบทุกราย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




แผนภาพที่ 2.6 แสดงการจัดเส้นทางโดยพิจารณาจาก Seed Point

(4) The sequence of stop on a truck route should form a teardrop pattern : การกำหนดเส้นทางขนส่งให้แก่รถขนส่งแต่ละคันจะต้องไม่มีเส้นทางการวิ่งที่ตัดกันใน 1 เที่ยว ซึ่งเส้นทางการขนส่งที่ได้จะมีลักษณะเป็นรูปหยดน้ำ (Teardrop Shape) ดังแสดงในแผนภาพ 2.7

(ก) Poor routing – paths cross (ข) Good routing – No crossing of paths

แผนภาพที่ 2.7 แสดงการจัดเส้นทางแบบ Teardrop pattern

(5) The most efficient routes are built using the largest vehicles available : ในทางอุดมคติจะพยายามใช้รถขนส่งที่มีความจุมากที่สุดเพื่อที่จะสามารถส่งลูกค้าได้

ทั้งหมดใน 1 เที่ยวขนส่ง ซึ่งจะช่วยให้เกิดระยะทางในการขนส่งโดยรวมสั้นที่สุด และเกิดต้นทุนการขนส่งต่ำสุด ดังนั้นในทางปฏิบัติรถขนส่งที่มีขนาดใหญ่ที่สุดจะถูกเลือกมาพิจารณาก่อน

(6) Pickups should be mixed into delivery routes rather than assigned to the end of routes : การรับสินค้าควรถูกจัดเข้าไประหว่างการขนส่งสินค้า ไม่ควรจัดการรับสินค้าไว้ท้ายของการขนส่ง

(7) A stop that is greatly removed form a route cluster is a good candidate for an alternate means of delivery : ลูกค้า (Stop) ที่ตั้งอยู่โดยลำพังจากกลุ่มลูกค้าอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากมีปริมาณความจุของสินค้าต่ำ จะต้องเสียเวลาในการจัดส่งและเสียกำลังการขนส่งไปโดยไร้ประสิทธิภาพ ดังนั้นลูกค้าเหล่านี้ควรใช้รถบรรทุกขนาดเล็กในการขนส่ง

(8) Narrow stop time window restrictions should be avoided : การที่ลูกค้าบางรายมีช่วงเวลาที่สะดวกจะรับสินค้าแคบ จะส่งผลให้การจัดการขนส่งไม่มีประสิทธิภาพ

ง.) Tour Improvement Procedure (วิธีปรับปรุงทัวร์) เป็นการค้นหาทัวร์ที่ดีที่สุดจากกลุ่มทัวร์เริ่มต้นที่สร้างไว้ โดยใช้วิธี Branch Exchange Heuristics ได้แก่ 2-opt 3-opt หรือ k-opt ซึ่งมีวิธีดำเนินการค้นหาทัวร์ดังนี้

(1) สร้างทัวร์เริ่มต้น ทัวร์นี้จะถูกเลือกอย่างอิสระจากเซตของทัวร์ที่เป็นไปได้

(2) ปรับปรุงทัวร์ โดยการเลือกใช้ 2-opt 3-opt หรือ k-opt ซึ่งเป็นวิธีการปรับปรุงทัวร์โดยทำการตัดเส้นทางที่เชื่อมระหว่างจุดรับส่งสินค้าจากทัวร์ที่ได้สร้างไว้และทำการสร้างเส้นทางจากปลายของจุดที่ถูกตัดไปยังปลายของจุดอื่น ๆ ที่ยังถูกตัดเช่นเดียวกันเพื่อสร้างทัวร์ใหม่

(3) ทำข้อ 2 ซ้ำจนไม่มีการเปลี่ยนแปลง

โดยเทคนิคต่าง ๆ ที่กล่าวถึงนี้จะได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อประมวลผลต่อในบทที่ 3 ต่อไป

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อขนส่งสินค้ามีดังนี้

(1) งานวิจัยภายในประเทศ

สุธี ศรีเพชรดานนท์ (2536) สร้างแบบจำลองใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) ตามวิธีการของคลาคและไรต์ (Clark and Wright) บนระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อจัดเส้นทางที่ดีที่สุดในการขนส่งสินค้าประเภทผงซักฟอกและสินค้าที่ใช้ในห้องน้ำไปยังลูกค้า จากคลังสินค้าเพียงแห่งเดียวไปยังจุดส่งสินค้าจำนวนมาก โดยใช้รถขนส่งมากกว่า 1 คัน ผลจากการใช้เส้นทางที่ได้จากแบบจำลองมีการทำงานที่ดีกว่าการจัดเส้นทางแบบดั้งเดิม

อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล (2540) ได้เสนอวิธีการจัดการเส้นทางขนส่งขยะมูลฝอยในเขตจังหวัดนนทบุรี โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) เนื่องจากสภาพปัญหาเป็นปัญหาที่มีขนาดใหญ่ มีจำนวนจุดเก็บเป็นจำนวนมากทำให้การใช้เทคนิคพื้นฐานโดยตรงวิธีเดียวมาแก้ปัญหาโดยตรงไม่สามารถทำได้ จึงใช้หลักทฤษฎีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) หลายวิธีร่วมกันในการแก้ปัญหาเส้นทาง เช่น วิธีกวาด (Sweep Approach) วิธีการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (Branch and Bound Method) และการแก้ปัญหาเส้นทางแบบพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem) ผลที่ได้ให้เส้นทางที่ประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลากว่าเดิมซึ่งทำให้เกิดต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด

สุวดี นำพาเจริญ (2543) ได้สร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถและจัดตารางเวลาเดินรถให้กับธุรกิจแบบ Home Delivery ซึ่งเป็นการจัดตารางเวลาการขนส่งแบบเวลาจริง (Real time) ระบบถูกสร้างขึ้นโดยใช้หลักการทำงานร่วมกันระหว่างระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์กับวิธีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) โดยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์จะวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน จากนั้นใช้ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาวิเคราะห์ในกระบวนการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) วิธี Saving Inserting และวิธี 2-opt ผลจากการทำงานร่วมกันระหว่างสองระบบทำให้การวิเคราะห์เส้นทางและจัดตารางเวลาเดินรถที่ได้จากระบบสนับสนุนการตัดสินใจมีคุณภาพและประหยัดเวลาในการวิเคราะห์มากขึ้น

นัฐวุฒิ ฉัตรขจรพันธ์ และบงกช มีเที่ยง (2544) สร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดเส้นทางและเลือกประเภทรถในการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าของโรงงานตัวอย่างไปสู่บริษัทลูกค้าที่กระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ ภายในประเทศ วิธีการแก้ปัญหาใช้วิธีการแก้ปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นกลุ่ม (Cluster First – Route Second) แล้วทำการจัดเส้นทางเดินรถโดยใช้วิธีเลือกจุดที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Approach) ผล

การศึกษาพบว่าระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่สร้างขึ้นสามารถช่วยในการจัดเส้นทางและเลือกประเภทรถให้กับโรงงานตัวอย่างได้ และทำให้ค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าลดต่ำลงโดยเฉลี่ย 6,035.50 บาท/วัน

(2) งานวิจัยต่างประเทศ

Golden, Magnanti and Nguyen (1977) ได้นำเสนอโครสร้างของข้อมูลที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในการทำงานจริงด้วยวิธีการของ Saving Algorithm การปรับปรุงและขยายการใช้งานของ Saving Algorithm ถูกนำมาใช้กับการแก้ปัญหาที่มีลูกค้าจำนวนตั้งแต่ 100 รายขึ้นไป ภายในเวลาไม่กี่นาที ตัวอย่างเช่น การแก้ปัญหาของลูกค้าจำนวน 600 รายใช้เวลาเพียง 20 วินาที บนเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM370/168 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบวิธีการของ Saving Algorithm กับวิธีการของ Sweep และ Tyagi's Algorithm ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางแบบ Multiple-Depot โดยยกตัวอย่างของปัญหาที่มีลูกค้าจำนวน 600 รายกับคลังสินค้าจำนวน 2 คลังซึ่งเป็นอิสระแก่กัน ก็สามารถแก้ปัญหาได้ภายในเวลา 55 วินาทีบนเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่นเดียวกัน

Jackson (1984) ได้กล่าวถึงการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าว่า จะเป็นประโยชน์ต่อธุรกิจเป็นอย่างมาก เพราะช่วยลดจำนวนบุคลากรและลดความผิดพลาดที่เกิดจากการวางแผนโดยคน ทั้งนี้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถปรับเปลี่ยนปัจจัยภายในเพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์จริง และทำการวางแผนใหม่เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของตลาดได้อย่างรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ดีจากผลการสำรวจของ Jackson ที่ได้ทำการสอบถามผู้บริหารของกลุ่มอุตสาหกรรมต่าง ๆ จำนวน 53 บริษัทที่เป็นสมาชิกขององค์กร National Council of Physical Distribution Management (NCPDM) พบว่า 87% ของกลุ่มอุตสาหกรรมยังคงใช้วิธีการวางแผนการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าโดยคน ส่วนอีก 13% ใช้วิธีการวางแผนโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งสาเหตุที่หลาย ๆ องค์ยังคงใช้การวางแผนโดยคนอยู่ คือ

- ปริมาณสินค้ามีไม่มากพอ ทำให้ไม่มีความแตกต่างระหว่างการวางแผนโดยคนกับการวางแผนโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มากนัก
- พฤติกรรมความต้องการของลูกค้ามีความไม่แน่นอน เช่น มีการยกเลิกคำสั่งซื้อ มีการเพิ่มรายการสินค้าในคำสั่งซื้อหลังจากที่ได้วางแผนการขนส่งไปแล้ว เป็นต้น ทำให้เกิดการทำงานซ้ำซ้อนเพราะต้องยกเลิกเที่ยวการขนส่งที่จัดเส้นทางโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และใช้คนดำเนินการแทน

- คำสั่งขนส่งมีลักษณะเร่งด่วนจำนวนมาก ทำให้ไม่สามารถรอให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำการจัดเส้นทางให้ได้

Igbaria et.al. (1996) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่ได้จากการนำโปรแกรม TMS ที่ชื่อ Fleet Manager เข้ามาใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่งนมของบริษัท Westland Co-operative Dairy Company Co.,Ltd ในประเทศนิวซีแลนด์ โดยก่อนการใช้โปรแกรม Fleet Manager ทาง Westland ใช้การจัดเที่ยวรถขนส่งนมโดยคน ซึ่งปัญหาที่พบคือ เนื่องจากมีจำนวนฟาร์มที่ต้องไปรับนมเข้าสู่กระบวนการผลิตจำนวนมาก และจำนวนนมที่ผลิตได้ของแต่ละฟาร์มมีความไม่แน่นอน ทำให้การวางแผนโดยคนพบปัญหาการจัดส่งสินค้าล่าช้า ทำให้นมเสื่อมคุณภาพและเสียเป็นจำนวนมาก ทาง Westland จึงมีความต้องการระบบในการจัดเส้นทางขนส่งตั้งแต่การรับนมจากฟาร์มไปจนกระทั่งถึงโรงงานผู้ผลิต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมระดับการบริการให้อยู่ในมาตรฐาน และลดต้นทุนค่าขนส่งลงได้ ซึ่งเมื่อได้นำโปรแกรม Fleet Manager เข้ามาใช้งานเพื่อจัดเส้นทางการส่งนมพบว่าสามารถลดเวลาในการจัดเส้นทางรถขนส่งลงได้จากเดิมที่ต้องใช้คนวางแผนการขนส่ง 6 ชม./วัน แต่เมื่อใช้ระบบจะใช้เวลาเพียง 60-90 นาทีต่อการวางแผน 1 ครั้ง ซึ่งเมื่อคิดเป็นชั่วโมงการทำงานที่ลดลงต่อสัปดาห์พบว่าสามารถลดชั่วโมงการทำงานได้ถึง 35 ชม./สัปดาห์ นอกจากนี้ยังสามารถลดจำนวนพนักงานขับรถลงได้ในช่วงที่ปริมาณงานเพิ่มขึ้นถึง 25% ในระยะ 2 ปีที่ผ่านมา

Russel (2001) ได้กล่าวถึงการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ GeoCom ไปใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าโพรเพนของบริษัทขนส่งสินค้ารายหนึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยบริษัทรายดังกล่าวมีการกระจายสินค้าโพรเพนไปยังลูกค้ามากกว่า 114,000 รายทั่วประเทศผ่านทางสำนักงานสาขา ซึ่งแต่ละสำนักงานสาขาก็จะมีเฉพาะข้อมูลลูกค้าของตนเอง และใช้คนเป็นผู้จัดเส้นทางการขนส่ง ปัญหาที่พบคือ มีการใช้รถขนส่งจำนวนมาก และมีปริมาณการจัดบรรทุกค่อนข้างต่ำ แต่หลังจากที่ได้มีการนำโปรแกรม GeoCom เข้ามาจัดเส้นทางการขนส่งพบว่า

- ปริมาณรถขนส่งที่ใช้ลดลงจาก 334 คันลงเหลือ 287 คัน เนื่องจากมีปริมาณการจัดบรรทุกดีขึ้น
- ต้นทุนการดำเนินงานลดลง 22% ทั้งทางด้านต้นทุนค่าน้ำมัน ค่าบำรุงรักษา
- ต้นทุนค่าขนส่งลดลง 9% เนื่องจากใช้ระยะทางเดินทางน้อยลง
- เพิ่มยอดขายให้บริษัทได้ 6%

Snider (2001) ได้กล่าวถึงความสำเร็จในการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ McHugh ซึ่งเป็นโปรแกรม ทางด้านการบริหารการจัดส่ง (Transportation Management System) มา

ใช้ในการคัดเลือกผู้ประกอบการขนส่งที่เหมาะสมและช่วยในการรวมเที่ยวสินค้าให้กับ Georgia-Pacific ซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคในประเทศสหรัฐอเมริกา ส่งผลให้ประสิทธิภาพการดำเนินงานของบริษัทดีขึ้น ดังนี้

1. การขนส่งเที่ยวเปล่าลดลงจาก 10-15% เหลือเพียง 3% เนื่องจากโปรแกรมพยายามจัดเส้นทางการขนส่งให้ย้อนกลับมาที่จุดตั้งต้น ทำให้ระยะทางการวิ่งเปล่าลดน้อยลง

2. อัตราการเปลี่ยนงานของพนักงานขับรถ (Driver Turnover) ลดลงเหลือต่ำกว่า 10% เนื่องจากพนักงานขับรถได้รับงานสม่ำเสมอทำให้ไม่มีความรู้สึกอยากเปลี่ยนงาน

3. ระดับความน่าเชื่อถือในการบริการเพิ่มขึ้นเป็น 99% เนื่องจากมีการกำหนดข้อจำกัดต่าง ๆ เข้าไปในโปรแกรมทั้งหมดทำให้ผลลัพธ์ที่ออกมาสามารถปฏิบัติงานได้จริง ไม่เกิดการจัดส่งสินค้าล่าช้า

4. ต้นทุนทางด้านโลจิสติกส์ลดลง 10 ล้านดอลลาร์ ในช่วง 2 ปี

Manugistics Research (2004) ได้ยกกรณีตัวอย่างของการนำระบบ TMS เข้าไปใช้ในการบริหารการกระจายสินค้าให้กับ Goodyear โดยในช่วงก่อนนำระบบ TMS เข้าไปใช้งาน Goodyear มีการบริหารการขนส่งแบบกระจายงานวางแผนขนส่งออกไปตามโรงงานและคลังสินค้าต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ประมาณ 60 แห่ง ส่งผลให้รูปแบบการให้บริการลูกค้ามีความหลากหลายไม่เป็นมาตรฐาน และการใช้การจัดเส้นทางการขนส่งด้วยคน ทำให้ไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าต้นทุนการขนส่งที่เกิดขึ้นมีความเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งทาง Goodyear ได้มองเห็นปัญหาดังกล่าว จึงได้ทำการรวมศูนย์การวางแผนการขนส่งสินค้าเข้ามาในส่วนกลางและตั้งขึ้นเป็น Load Planning Center (LPC) รวมทั้ง Outsource งานด้านการกระจายสินค้าให้กับ Exel Logistics โดยทาง Goodyear ได้นำเอาระบบ TMS ของ Manugistics เข้ามาใช้งานโดยมีการตั้งเป้าหมายเพื่อวัดผลการใช้งานระบบ TMS ดังนี้

1. ต้นทุนค่าขนส่งรวมลดลง 3%

2. ลดระยะเวลาการขนส่งสินค้า เพื่อเพิ่มรอบการขนส่งให้มากขึ้น

3. สามารถวิเคราะห์ผลการจัดส่งได้อย่างรวดเร็วเพื่อปรับปรุงคุณภาพการให้บริการลูกค้า

4. มีระดับการบริการลูกค้าที่แน่นอนและเป็นมาตรฐาน

## 2.5 สรุป

จากการทบทวนแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนงานวิจัยที่ผ่านมาสามารถสรุปเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาได้ดังนี้

1. การนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการจัดวางแผนจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า สามารถลดต้นทุนค่าขนส่งขององค์กรได้อย่างเป็นรูปธรรม

2. การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งมีหลายวิธีการซึ่งมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และจำนวนของข้อมูลในการศึกษา ผู้วิจัยควรเก็บข้อมูลและแยกแยะประเภทของสภาพปัญหาที่พบให้ชัดเจนก่อนทำการเลือกวิธีการในการแก้ไขปัญหา

3. เพื่อให้กระบวนการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ควรออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 3
# ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้มุ่งศึกษาถึงวิธีการและประโยชน์ของการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้งานเพื่อวางแผนการจัดส่งสินค้าไม่เต็มคันรถในเขตกทม. และปริมณฑลของบริษัทตัวอย่าง ซึ่งในปัจจุบันทางบริษัทใช้วิธีการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าโดยพนักงานซึ่งมีความชำนาญในเส้นทางต่าง ๆ ซึ่งบางครั้งเกิดความสูญเสียอันเนื่องมาจากการจัดสินค้าไม่เต็มความจุที่สามารถบรรทุกได้ของรถ หรือการใช้เวลาในการจัดเส้นทางขนส่งนาน ดังนั้นเพื่อให้การจัดเส้นทางการเดินรถเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียโอกาส ลดเวลาในการปฏิบัติงาน และเกิดความประหยัดต้นทุนการขนส่งสินค้า งานวิจัยฉบับนี้จึงจะมีการประยุกต์โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดเส้นทางการขนส่งให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยจะมีการจัดทำแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับมาใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่งของบริษัทตัวอย่างให้ได้เส้นทางการเดินรถที่มีระยะทางสั้น ส่งสินค้าตามวันที่ลูกค้าต้องการ ภายใต้ข้อจำกัดการขนส่งสินค้าในเขตกทม. และปริมณฑล และมีค่าใช้จ่ายต่ำสุด

งานวิจัยนี้ผู้ทำวิจัยได้แบ่งระเบียบวิธีวิจัยออกเป็น 9 ขั้นตอนตามแผนภาพที่ 3.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

**3.1 การศึกษาผลงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง** นำเสนอแล้วในบทที่ 2

**3.2 การสำรวจภูมิหลังของบริษัทตัวอย่าง**

3.2.1 ภูมิหลังทางธุรกิจ

บริษัทตัวอย่างเป็นบริษัทที่ทำธุรกิจทางด้านโลจิสติกส์ โดยเป็นผู้รับจัดการขนส่งสินค้าให้กับบริษัทชั้นนำขนาดใหญ่หลายราย โดยกลุ่มลูกค้าปลายทางประกอบด้วย ร้านค้าวัสดุก่อสร้าง โครงการก่อสร้าง หมู่บ้านจัดสรร ร้านค้าปลีก โดยให้บริการครอบคลุมทั่วประเทศ

บริษัทตัวอย่างมีรูปแบบการขนส่งสินค้าอยู่ 3 ประเภท ประกอบด้วย การขนส่งทางรถ การขนส่งทางเรือ และการขนส่งทางรถไฟ โดยมีสัดส่วนการขนส่งแต่ละประเภทดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ปริมาณการขนส่งสินค้าแยกตามประเภทพาหนะขนส่งระหว่างเดือนม.ค.-มิ.ย.2549

| ประเภทการขนส่ง | ปริมาณ (ตัน) | สัดส่วน |
|---|---|---|
| ทางรถ | 9,400,000 | 79% |
| ทางเรือ | 2,200,000 | 19% |
| ทางรถไฟ | 240,000 | 2% |
| รวมทั้งสิ้น | 11,840,000 | 100% |

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นได้ว่า การขนส่งทางรถมีปริมาณสูงถึง 9.40 ล้านตัน คิดเป็น 79% ของปริมาณการขนส่งทั้งหมด และหากแบ่งตามประเภทกลุ่มสินค้าที่ทำการขนส่งสามารถแบ่งสินค้าออกเป็น 3 กลุ่มหลักประกอบด้วย กลุ่มสินค้าเทกอง (Bulk) กลุ่มสินค้าเต็มคันรถ (Full-truck-load) และกลุ่มสินค้าไม่เต็มคันรถ (Less-than-truck-load) โดยมีสัดส่วนปริมาณการขนส่งดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ปริมาณการขนส่งสินค้าแยกตามกลุ่มสินค้าที่ทำการขนส่งระหว่างเดือนม.ค.-มิ.ย 2549

| กลุ่มสินค้า | ปริมาณ (ตัน) | สัดส่วน |
|---|---|---|
| เทกอง (Bulk) | 8,000,000 | 68% |
| เต็มคันรถ (Full-truck-load) | 3,780,000 | 31% |
| ไม่เต็มคันรถ (Less-than-truck-load) | 60,000 | 1% |
| รวมทั้งสิ้น | 11,840,000 | 100% |

บริษัทตัวอย่างมีการ Outsource การขนส่งสินค้าไปให้กับผู้ประกอบการขนส่งในพื้นที่เป็นผู้จัดการขนส่ง โดยบริษัทตัวอย่างทำหน้าที่ในการจัดสรรงานตามความเหมาะสมและความชำนาญของผู้ประกอบการขนส่ง โดยผู้ประกอบการขนส่งจะจัดรถเข้ารับสินค้าตามประเภทที่บริษัทมอบหมาย ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการขนส่งหลักจะเป็นการขนส่งทางรถจากข้อมูลในตารางที่ 3.1 โดยประเภทรถที่มีให้บริการจึงประกอบด้วยรถขนาดต่าง ๆ กัน ประกอบด้วย รถ 4 ล้อ รถ 6 ล้อ รถ 10 ล้อ และรถ 18 ล้อ ซึ่งแต่ละประเภทก็จะมีการจำแนกเป็นประเภทย่อย ๆ ตามขนาดและ

รูปแบบขึ้นอยู่กับประเภทสินค้าและลักษณะการขนถ่ายสินค้า เช่น รถ 10 ล้อคอกสูง รถ 10 ล้อพื้นเรียบ เป็นต้น

3.2.2 รูปแบบการให้บริการ

บริษัทตัวอย่างมีรูปแบบการให้บริการหลักอยู่ 5 รูปแบบดังนี้

3.2.2.1 การขนส่งตรงจากโรงงานไปยังลูกค้า (Direct Shipment) เป็นการจัดรถขนส่งเข้ารับสินค้ายังโรงงานของลูกค้าและจัดส่งตรงไปยังจุดรับสินค้าปลายทาง ส่วนใหญ่เป็นการขนส่งสินค้าเทกอง (Bulk) และสินค้าเต็มคันรถ (Full-Truck-Load)

3.2.2.2 การขนส่งผ่านจุดพักและกระจายสินค้า (Hub) เป็นการจัดรถขนส่งเข้ารับสินค้ายังโรงงานของลูกค้าเพื่อนำมาส่งที่จุดพักและกระจายสินค้า (Hub) เพื่อรอรวมเที่ยวขนส่งร่วมกับสินค้าอื่น ๆ ก่อนนำส่งไปยังจุดรับสินค้าปลายทาง ส่วนใหญ่เป็นสินค้าที่มีลักษณะไม่เต็มคันรถ (Less-Than-Truck-Load) ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนให้กับผู้ว่าจ้าง

3.2.2.3 การขนส่งแบบ Multi-Modal เป็นการจัดส่งโดยใช้รูปแบบการขนส่งมากกว่า 1 ชนิดในการจัดส่งจากโรงงานไปยังจุดรับสินค้าปลายทาง โดยจะต้องมีการกำหนดจุดเปลี่ยนถ่ายสินค้าระหว่างการขนส่ง ส่วนใหญ่เป็นการขนส่งสินค้าเทกอง (Bulk) โดยมีการใช้รถและเรือร่วมในการขนส่ง เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการขนส่ง

3.2.2.4 การขนส่งแบบ Cross-Docking เป็นการจัดส่งโดยมีการเปลี่ยนขนาดของพาหนะในการขนส่ง เช่น เปลี่ยนจากรถขนาดใหญ่ 18 ล้อเป็นรถขนาดกลาง 6 ล้อหรือรถขนาดเล็ก 4 ล้อ เพื่อหลีกเลี่ยงข้อจำกัดในการขนส่งสินค้าบางประการ เช่น การห้ามรถบรรทุกขนาดใหญ่เข้ามาส่งสินค้าในบริเวณกรุงเทพชั้นใน หรือการขนส่งในบางพื้นที่จำเป็นต้องใช้รถที่มีขนาดเล็กเท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดบริเวณจุดลงสินค้าของลูกค้า

3.2.2.5 การจัดส่งสินค้าตามตารางเวลาเดินรถ หรือ Window Delivery จะเป็นการกำหนดตารางเวลาส่งสินค้าที่แน่นอนให้กับลูกค้า ลักษณะเหมือนกับตารางเวลาเดินรถประจำทาง ซึ่งเส้นทางการเดินรถจะผ่านอำเภอหลักของทุกจังหวัด และมีการกำหนดความถี่ในการส่งสินค้าจากปริมาณคำสั่งขนส่งสินค้าของแต่ละพื้นที่ ส่วนใหญ่จะเป็นสินค้าที่มีลักษณะไม่เต็มคันรถ (Less-Than-Truck-Load) และมักจะใช้ร่วมกับรูปแบบการขนส่งผ่านจุดพักและกระจายสินค้า (Hub) โดยการขนส่งรูปแบบนี้จะเป็นรูปแบบที่ผู้วิจัยเลือกที่นำมาดำเนินการวิจัย

3.2.3 ประเภทสินค้าที่ขนส่ง

เนื่องจากบริษัทตัวอย่างมีการดำเนินธุรกิจรับขนส่งสินค้าให้กับลูกค้าที่ประกอบด้วยบริษัทผู้ว่าจ้างภายในเครือฯ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสินค้าวัสดุก่อสร้าง และบริษัทผู้ว่าจ้างภายนอกเครือฯ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสินค้าประเภทอุปโภคบริโภคดังนั้นสินค้าที่จะกล่าวถึงในงานวิจัยนี้จึง

ประกอบด้วยสินค้า 2 ประเภท คือ สินค้าของผู้ว่าจ้างภายในเครือฯ และสินค้าของผู้ว่าจ้างภายนอกเครือฯ

### 3.3 การศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานของบริษัทตัวอย่าง รวมทั้งปัญหาที่พบ

3.3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานส่งสินค้าของบริษัทตัวอย่าง

สำหรับขั้นตอนการปฏิบัติงานตั้งแต่การเริ่มรับคำสั่งขนส่งจากลูกค้าจนกระทั่งการนำส่งสินค้าไปยังลูกค้าสามารถสรุปขั้นตอนงานที่สำคัญได้ ดังนี้

แผนภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานขนส่งสินค้าของบริษัทตัวอย่าง

1. การรับคำสั่งขนส่งจากลูกค้า

คำสั่งขนส่งจากลูกค้าจะเข้ามาสู่ระบบของผู้ประกอบการขนส่งผ่านทางระบบ ERP (Enterprise Resource Planning) ซึ่งได้แก่ระบบ SAP ซึ่งมีวิธีการในการนำเข้าข้อมูล 2 แบบคือ ลูกค้าเป็นผู้ป้อนคำสั่งขนส่งเองผ่านทาง Website ที่บริษัทจัดทำขึ้นหรือการให้หน่วยงานบริการลูกค้า (Customer Service Center) เป็นผู้ป้อนคำสั่งขนส่งเข้าในระบบ SAP โดยตรง

2. การตรวจสอบสถานะคำสั่งขนส่งของลูกค้า

หลังจากที่ลูกค้าออกคำสั่งขนส่งแล้ว คำสั่งขนส่งดังกล่าวจะถูกตรวจสอบตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในระบบ SAP โดยอัตโนมัติ ซึ่งเงื่อนไขที่ตรวจสอบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

- ยอดวงเงินสั่งซื้อรวม (Credit Limit Check) โดยลูกค้าแต่ละรายจะมีวงเงินการสั่งซื้อสินค้ารวมต่อเดือนไม่เท่ากัน โดยบริษัทจะเป็นผู้กำหนดวงเงินจากขนาดลูกค้าและประวัติการสั่งซื้อที่ผ่านมาของลูกค้า
- ความพร้อมของสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อ (Inventory Check) เป็นการตรวจสอบสินค้าที่มีอยู่ในคลังสินค้าของบริษัทว่ามีจำนวนเพียงพอต่อรายการสินค้าที่ต้องการทำการจัดส่งให้ลูกค้าหรือไม่

คำสั่งขนส่งที่ผ่านการตรวจสอบทั้ง 2 เงื่อนไขจะถูกส่งผ่านมายังระบบการจัดส่งสินค้าของผู้ประกอบการขนส่งหรือระบบ Transportation Management System (TMS)

3. การวางแผนจัดเส้นทางขนส่ง

1) พนักงานจัดเส้นทางขนส่ง (Logistics Planner : LPC) ทำการตรวจสอบคำสั่งขนส่งที่ผ่านการตรวจสอบสถานะในขั้นตอนที่ 2 โดยจะปิดรับคำสั่งขนส่งสำหรับคำสั่งขนส่งที่ต้องส่งสินค้าในวันพรุ่งนี้ ในเวลาประมาณ 14.00 น. ของวันปัจจุบัน (คำสั่งขนส่งที่เข้ามาภายหลังเวลา 14.00 น. จะถือว่าเป็นคำสั่งขนส่งของวันทำการถัดไป)

2) LPC ทำการคัดแยกปลายทางการขนส่งตามตารางเวลาเดินรถ (Window Delivery Schedule) โดยมีเงื่อนไขในการจัดเที่ยวที่สำคัญ ดังนี้

- สินค้าของผู้ว่าจ้างภายในเครือฯ และผู้ว่าจ้างภายนอกเครือฯ จะไม่จัดรวมกันในเที่ยวการขนส่งเดียวกัน
- จำนวนจุดส่งสินค้าต้องไม่เกินที่กำหนด

- ต้องจัดส่งสินค้าให้แล้วเสร็จภายใน 1 วัน

3) LPC ทำการส่งมอบเที่ยวการขนส่งให้ผู้เกี่ยวข้อง 2 หน่วยงานคือ

1. คลังสินค้าเพื่อทำการหยิบสินค้าและจัดเตรียมสินค้าที่ช่องจ่าย โดยก่อนการจัดเรียงขึ้นรถจะต้องมีการตรวจสอบความครบถ้วนและถูกต้องของสินค้าก่อน
2. ผู้ประกอบการขนส่งเพื่อจัดเตรียมรถเข้ารับสินค้า โดยจะมีการพิมพ์เอกสารประกอบการขนส่งเพื่อนำส่งให้กับพนักงานขับรถเพื่อเป็นข้อมูลลำดับการส่งสินค้าและจำนวนสินค้าที่จัดส่งในแต่ละจุด

4) พนักงานขับรถและพนักงานคลังสินค้าทำการจัดเรียงสินค้าขึ้นรถและตรวจสอบความครบถ้วน/ถูกต้องของสินค้าร่วมกันอีกครั้ง

5) ดำเนินการจัดส่งสินค้าตามลำดับก่อนหลังในเอกสารประกอบการขนส่ง

6) ลูกค้าตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของสินค้าและลงนามในเอกสารประกอบการขนส่ง

3.3.2 ปัญหา / อุปสรรคจากการปฏิบัติงานในปัจจุบัน

จากข้อมูลในตารางที่ 3.2 ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสัดส่วนการบรรทุกสินค้าในแต่ละกลุ่มสินค้า สามารถสรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 3.3 สัดส่วนการบรรทุกสินค้า (Load Utilization) แยกตามกลุ่มสินค้าและประเภทรถขนส่ง ระหว่างเดือนม.ค.-มิ.ย.2549

| กลุ่มสินค้า | 4 ล้อ | 6 ล้อ | 10 ล้อ | 18 ล้อ |
|---|---|---|---|---|
| เทกอง (Bulk) | | | 100% | 100% |
| เต็มคันรถ (Full-truck-load) | 100% | 93% | 96% | 99% |
| ไม่เต็มคันรถ (Less-than-truck-load) | 72% | 60% | 64% | 86% |

จากตารางที่ 3.3 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนการบรรทุกสินค้า (Load Utilization) ของกลุ่มสินค้าไม่เต็มคันรถต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นสินค้าที่มีความหลากหลายทั้งในด้านชนิดสินค้า รูปทรงของสินค้า และข้อจำกัดในการจัดวางสินค้าบนรถ ทำให้ Utilization ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับกลุ่มสินค้าอื่น ๆ

จากการพิจารณาข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดส่งสินค้าชนิดไม่เต็มคันรถ แต่เนื่องจากสินค้ากลุ่มดังกล่าวมีการขนส่งไปยังลูกค้าปลายทางทั่วประเทศ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อทำการเลือกกลุ่มลูกค้าปลายทางสำหรับการทำวิจัย ซึ่งใช้เกณฑ์พิจารณาจากภาคที่มีปริมาณการขนส่งสินค้าสูงสุด จากการเก็บข้อมูลสรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 3.4 สัดส่วนปริมาณการขนส่งสินค้าไม่เต็มคันรถแยกรายภาคระหว่างเดือนม.ค.-มิ.ย.2549

| ภาคปลายทาง | สัดส่วน |
|---|---|
| ภาคนครหลวง | 36% |
| ภาคตะวันออก | 13% |
| ภาคตะวันตก | 7% |
| ภาคเหนือ | 19% |
| ภาคอีสาน | 12% |
| ภาคใต้ | 13% |

จากตารางที่ 3.4 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าในภาคนครหลวง ซึ่งประกอบด้วย 4 จังหวัดคือ กรุงเทพมหานคร ปทุมธานี นนทบุรี และสมุทรปราการ มีสัดส่วนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับภาคอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นเฉพาะการจัดส่งสินค้าไม่เต็มคันรถในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ตามรายละเอียดที่กล่าวถึงข้างต้น

หลังจากได้ประเด็นในการทำวิจัย ผู้วิจัยได้เริ่มเก็บข้อมูลเบื้องต้นโดยการสอบถามพนักงานที่ปฏิบัติงานในสายงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางขนส่งของสินค้ากลุ่มไม่เต็มคันรถในเขตกทม. และปริมณฑล เกี่ยวกับอุปสรรคที่พบจากการจัดเส้นทางขนส่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1 พนักงานไม่สามารถกำหนดวิธีการจัดเส้นทางสำหรับการขนส่งสินค้า ให้มีเกณฑ์การพิจารณาเลือกเส้นทางหรือเลือกประเภทรถขนส่งที่เป็นมาตรฐานได้ การดำเนินการจะใช้ความชำนาญส่วนบุคคลของพนักงานแต่ละคน ทำให้บริการที่ให้แก่ลูกค้ามีความไม่แน่นอน และหากพนักงานดังกล่าวลาออกหรือลาป่วย ระดับการบริการอาจจะเปลี่ยนแปลงไปตามความชำนาญของแต่ละคน

2 การจัดส่งสินค้าตามตารางเวลาเดินรถทำให้เกิดปัญหาการใช้ทรัพยากรซึ่งหมายถึงรถขนส่งอย่างไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากมีโอกาสที่คำสั่งขนส่งจากลูกค้าจะมีปริมาณไม่เท่ากันในแต่ละเส้นทาง และไม่สามารถใช้รถขนส่งร่วมกันระหว่าง

เส้นทางได้ แต่เนื่องจากบริษัทตัวอย่างยังไม่มีเครื่องมือที่ใช้ในการช่วยจัดเส้นทาง การจัดส่งสินค้าตามตารางเวลาเดินรถจึงเป็นวิธีการที่ดีที่สุดที่สามารถรับประกันได้ว่าลูกค้าจะได้รับสินค้าตรงตามวันเวลาที่กำหนด

3 ผู้ประกอบการขนส่งไม่สามารถบริหารต้นทุนค่าขนส่งสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดได้ เนื่องจากไม่มีเครื่องมือในการวัดประสิทธิภาพของเที่ยวการขนส่งแต่ละเที่ยวอย่างทันต่อเวลา

4 ข้อจำกัดทางด้านการขนส่งสินค้าในเขตกทม.และปริมณฑลมีค่อนข้างมาก ประกอบด้วย

4.1 ข้อจำกัดของขนาดรถบรรทุกที่จะเข้ามาส่งสินค้าในเขตพื้นที่วงแหวนชั้นใน 113 ตารางกิโลเมตร

4.2 ข้อจำกัดของเวลาปฏิบัติงานของรถบรรทุกที่จะเข้ามาส่งสินค้าในเขตพื้นที่วงแหวนชั้นใน 113 ตารางกิโลเมตร

4.3 ข้อจำกัดของลูกค้าปลายทางในการรับสินค้า เช่น เวลารับสินค้า ขนาดของรถบรรทุกที่สามารถเข้าส่งสินค้าได้ เป็นต้น

4.4 ข้อจำกัดด้านการจราจร เช่น การจัดการจราจรแบบเดินรถทางเดียวในบางเส้นทาง

5 พนักงานจะต้องใช้เวลาในการจัดเส้นทางวันละหลายชั่วโมง ทำให้ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของพนักงานลดลงเนื่องจากความเหนื่อยล้า และอาจส่งผลต่อเนื่องไปถึงการจัดส่งสินค้าให้ลูกค้าล่าช้าไปด้วย

6 สินค้าที่ได้ถูกจัดไปในแต่ละเที่ยวการขนส่งเมื่อนำไปจัดเรียงสินค้าขึ้นบนรถจริงมักจะเกิดปัญหามีสินค้าไม่เต็มคันหรือล้นคัน เนื่องจากพนักงานไม่สามารถจดจำน้ำหนักและปริมาตรของสินค้าทุกรายการได้ อาศัยเพียงความชำนาญในการจดจำคุณลักษณะของสินค้า หากพบสินค้าใหม่ ๆ ที่ไม่คุ้นเคย ก็อาจทำให้จัดบรรทุกสินค้าผิดพลาดต้องเสียเวลาในการจัดบรรทุกใหม่

7 สินค้าบางชนิดมีลักษณะเฉพาะในการขนส่ง เช่น เป็นสินค้าที่จัดส่งมาจากหลาย ๆ ผู้ผลิตแต่ต้องจัดส่งไปให้ถึงลูกค้าปลายทางพร้อม ๆ กัน (Merge-In-Transit) หรือสินค้าบางชนิดไม่สามารถขนส่งรวมไปกับสินค้าชนิดอื่น ๆ ในเที่ยวการขนส่งเดียวกัน

ได้ เป็นต้น ซึ่งลักษณะเฉพาะเหล่านี้หากใช้การวางแผนด้วยคนอาจจะเกิดความผิดพลาดในการขนส่งได้ง่าย

8 ในกรณีที่เป็นเส้นทางที่พนักงานจัดเที่ยวรถไม่มีความชำนาญ บางครั้งจะทำการปรึกษากับพนักงานขับรถ ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจากพนักงานขับรถอาจจะไม่ถูกต้อง และอาจเป็นข้อมูลที่เอื้อประโยชน์ให้แก่ตัวพนักงานขับรถเอง

9 กรณีที่มีจำนวนลูกค้าปลายทางเพิ่มมากขึ้น จะต้องเสียเวลาในการศึกษาเส้นทาง และจดจำเงื่อนไขการรับสินค้าของลูกค้าแต่ละรายเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการจัดส่งสินค้าของบริษัทตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาประยุกต์เพื่อใช้ในการวางแผนจัดเส้นทางการขนส่งสำหรับสินค้าไม่เต็มคันรถ ทั้งนี้เพื่อช่วยให้การปฏิบัติงานของพนักงานเป็นไปอย่างมีมาตรฐาน รวมทั้งสามารถใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจและลดความผิดพลาด ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพการจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้าอย่างถูกต้องตรงเวลาเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการปฏิบัติงานมากที่สุด

**3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล**

โดยทั่วไปการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางด้านการบริหารการจัดส่งสินค้าเข้ามาใช้งานจะต้องมีการสร้างแบบจำลองขึ้นมาให้มีความเหมาะสมต่อสภาพการใช้งานจริง ผู้วิจัยจึงได้เริ่มทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดทำแบบจำลอง ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากการปฏิบัติงานจริง โดยทำการรวบรวมทั้งข้อมูลทุติยภูมิที่ได้มีการจัดทำเป็นรายงานผลการปฏิบัติงานในอดีต เพื่อให้ประหยัดเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล และรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากการปฏิบัติงานจริง เนื่องจากข้อมูลบางรายการอาจยังไม่มีการเก็บรวบรวมไว้ในฐานข้อมูล หรืออาจเป็นการปฏิบัติงานในขั้นตอนการทำงานใหม่จึงต้องมีการรวบรวมอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีการรวบรวมข้อมูล แบ่งออกเป็น

(1) การประมวลผลจากฐานข้อมูลของบริษัทตัวอย่าง ซึ่งจะมีการจัดเก็บในลักษณะของฐานข้อมูล (Database) โดยสามารถเรียกข้อมูลได้ผ่านทางโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Access

(2) ข้อมูลจากเอกสารและรายงานการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น Performance Report ทั้ง Weekly และ Monthly

(3) การสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงาน เนื่องจากงานวิจัยมีความเกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงาน ผู้วิจัยจึงกำหนดให้มีการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานจริงในบางเรื่องที่ข้อมูลมีความซับซ้อนและไม่กระจ่างชัด เพื่อให้งานวิจัยมีความน่าเชื่อถือ

(4) ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลภายนอกบริษัท เช่น Web Site ของสำนักว่าการกรุงเทพมหานคร เพื่อนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพการจราจรมาใช้ประกอบการสร้างแบบจำลอง เป็นต้น

จากที่กล่าวถึงข้างต้นว่างานวิจัยนี้เป็นการจัดทำแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดเส้นทางขนส่ง ดังนั้นข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้งานคือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้า และข้อจำกัดต่าง ๆ ในการขนส่ง ซึ่งประกอบด้วย

(1) ข้อมูลคำสั่งขนส่งจากลูกค้า งานวิจัยนี้จะนำข้อมูลคำสั่งขนส่งที่สั่งให้มีการขนส่งไปยังจุดปลายทางที่อยู่ในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ย้อนหลังเป็นเวลา 6 เดือน จากฐานข้อมูลของบริษัทตัวอย่างและนำข้อมูลมาจัดเรียงเพื่อคัดเลือกเหลือเพียง 2 เดือนสำหรับการทำวิจัย โดยแบ่งข้อมูลออกเป็นเดือนที่มีคำสั่งขนส่งมากที่สุด (High Season) และเดือนที่มีคำสั่งขนส่งน้อยที่สุด (Low Season) ซึ่งในคำสั่งขนส่งจะมีรายละเอียดของการสั่งสินค้าของลูกค้าทั้งหมด เช่น สถานที่รับสินค้า สถานที่ส่งสินค้า ชนิดสินค้า น้ำหนักสินค้า ปริมาตรสินค้า วันที่เข้ารับสินค้า และวันที่ส่งสินค้าให้กับลูกค้า เป็นต้น

(2) เวลาที่พนักงานใช้ในการจัดวางแผนจัดเส้นทางเดินรถในแต่ละวัน ซึ่งจะเก็บข้อมูลด้วยการหาค่าระยะเวลาตั้งแต่ได้รับคำสั่งขนส่งของลูกค้าจนกระทั่งนำมาจัดเป็นเที่ยวรถขนส่ง

(3) ข้อมูลรายละเอียดของจุดจ่ายสินค้าและจุดรับสินค้า ประกอบด้วย

- ชื่อและสถานที่ตั้งของจุดจ่าย/จุดรับสินค้าซึ่งจะได้ข้อมูลมาจากฐานข้อมูลของบริษัทตัวอย่าง
- พิกัดทางภูมิศาสตร์ของจุดจ่าย/จุดรับสินค้า (ในรูปละติจูด/ลองติจูด) โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ชื่อ ArcMap เป็นเครื่องมือในการค้นหาตำแหน่งของพิกัดทางภูมิศาสตร์
- ปริมาณสินค้ามากที่สุดที่แต่ละจุดสามารถให้ส่งสินค้าได้ในรูปของน้ำหนักและปริมาตร เนื่องจากข้อจำกัดของลูกค้าในกรุงเทพฯ ส่วนใหญ่จะพบปัญหาในเรื่องของพื้นที่รับสินค้าหน้าร้าน ซึ่งบางจุดไม่สามารถจัดส่งสินค้าด้วยรถขนาดใหญ่ได้ จึงจำเป็นต้องใช้

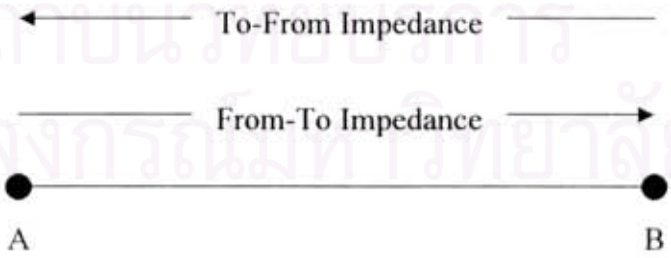
การกำหนดน้ำหนักและปริมาตรสูงสุดที่จะสามารถรับสินค้าได้ เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์การส่งสินค้าจริง

- วัน/เวลาเปิดรับสินค้า วัน/เวลาเปิดจ่ายสินค้า และระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการรอรับและส่งสินค้า ซึ่งจะมีผลต่อจำนวนจุดปลายทางที่สามารถจัดส่งสินค้าได้ในแต่ละวัน โดยดำเนินการเก็บข้อมูลจริงจากภาคสนาม

(4) ข้อมูลระยะทางและเวลาในการเดินทางระหว่างจุดต่าง ๆ ประกอบด้วย

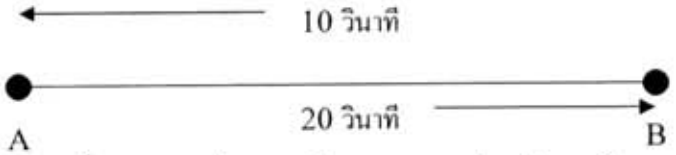
- ระยะทาง ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการหาระยะทางจริงระหว่างจุดแต่ละจุด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ชื่อ Network Analysis Extension ซึ่งเป็นคุณสมบัติเสริมของโปรแกรมสำเร็จรูป ArcMap ที่มีความสามารถในการค้นหาระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างจุด 2 จุด (Shortest Path) หรือหลาย ๆ จุดตามถนนจริง โดยมีหลักการคือ เส้นทางที่สั้นที่สุดจะเป็นเส้นทางที่มีค่าความต้านทานน้อยที่สุด ซึ่งค่าความต้านทานจะถูกคำนวณมาจาก

1. ค่า Impedance (Cost of Travel) เป็นค่าความต้านทานการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นของเส้นทางไปยังจุดปลายของเส้นทาง เช่น ความยาวของเส้นถนนสามารถใช้เป็นค่าความต้านทานของเส้นถนนแต่ละเส้นได้ โดยที่เส้นที่ยาวกว่าจะมีค่าความต้านที่มากกว่าเส้นที่สั้นกว่า ซึ่งค่าความต้านทานยิ่งมากจะเป็นตัวต้านการเคลื่อนที่ของทรัพยากรให้ช้าลง ข้อมูลเส้นถนนอาจมีการเคลื่อนที่ได้ 2 ทิศทางคือ เคลื่อนจากจุดเริ่มต้นของเส้นไปยังจุดปลายของเส้น (Moving from the From-node to the To-node) และเคลื่อนที่จากจุดปลายของเส้นไปยังจุดเริ่มต้นของเส้น (Moving from The To-node to The From-node) (แผนภาพที่ 3.3) การเคลื่อนที่ทั้งไปและกลับอาจใช้เวลาไม่เท่ากัน ซึ่งสามารถกำหนดค่าความต้านทานของแต่ละทิศทางได้ (แผนภาพที่ 3.4)



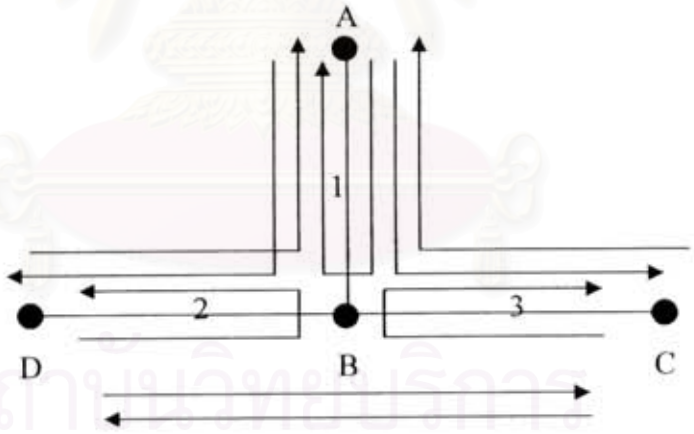

แผนภาพที่ 3.3 แสดงข้อมูลถนนที่มีการเคลื่อนที่ 2 ทิศทาง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




แผนภาพที่ 3.4 แสดงค่าความต้านทานของแต่ละทิศทางในการเคลื่อนที่

2. ค่า Turn Impedance เป็นค่าความต้านทานการเคลื่อนที่จากเส้น (Arc) เส้นหนึ่งผ่าน Node เพื่อเปลี่ยนทิศทางไปยังเส้นอีกเส้นหนึ่ง โดยที่ค่า Turn Impedance จะเปลี่ยนแปลงไปตามเงื่อนไขที่กำหนดขึ้น ณ จุดตัดของเส้น 2 เส้น หรือจุดตัดของถนน เช่น การเคลื่อนที่ของรถผ่านแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร จะมีค่าความต้านทานมากกว่าเคลื่อนที่ผ่านแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร การเคลื่อนที่จากเส้นที่ 1 ไปเส้นที่ 2 อาจจะใช้เวลามากกว่าจากเส้นที่ 1 ไปเส้นที่ 3 ค่า Turn Impedance ในแต่ละทิศทางที่เป็นไปได้จึงไม่จำเป็นต้องมีค่าเท่ากัน ทิศทางที่เป็นไปได้ในการเคลื่อนที่ผ่านบัพ (Node) นั้นจะเท่ากับกำลังสองของจำนวนเส้นที่มาพบกันที่ Node เช่น ถ้ามีเส้น 3 เส้นเชื่อมต่อกัน จำนวน Turn หรือทิศทางที่เป็นไปได้ในการเคลื่อนที่ของทรัพยากรผ่าน Node จะมีทั้งหมด 9 ทิศทาง (แผนภาพที่ 3.5)




แผนภาพที่ 3.5 แสดงทิศทางที่เป็นไปได้ในการเคลื่อนที่ของทรัพยากรผ่าน Node

ในกรณีที่ต้องการห้ามไม่ให้ทรัพยากรเคลื่อนที่ผ่านเส้น ค่า Turn Impedance จะถูกกำหนดให้เป็นค่าลบได้ เช่น ทางแยกห้ามเลี้ยวขวาจะกำหนดค่าความต้านทาน Turn Impedance เส้น 1 ไปเส้น 2 เป็นค่าลบ เป็นต้น ผลของการวิเคราะห์โครงข่ายเส้นทางจะมีความแตกต่างกันมากน้อยขึ้นอยู่กับค่าตามลักษณะที่ได้กำหนดให้กับโครงข่ายนั้น ๆ เช่น ทางที่

เหมาะสมที่สุดในโครงข่ายจะเป็นเส้นทางที่มีค่าความต้านทานน้อยที่สุดหรือมีค่า Impedance ต่ำที่สุด ดังนั้นเส้น และ Turn ที่มีค่าความต้านทานต่ำสุดจะถูกพิจารณาก่อนเป็นอันดับแรก

นอกจากค่า Impedance และค่า Turn Impedance ที่ได้มีการกำหนดไว้ในโปรแกรม Network Analysis Extension แล้ว ผู้วิจัยได้มีการกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมลงไปในโปรแกรมประกอบด้วย การพิจารณาถึงลักษณะการจราจรจริง เช่น ถนนที่มีการเดินรถทางเดียว และการไม่นำเส้นทางที่เป็นทางด่วนเข้ามาคิด Shortest path ในขั้นตอนการคำนวณหาระยะทาง เนื่องจากโดยปกติ รถบรรทุกจะไม่ใช้เส้นทางด่วนเป็นเส้นทางในการขนส่งสินค้า

- เวลาในการเดินทาง ซึ่งจะมีการเก็บข้อมูลอัตราความเร็วของรถที่เดินทางในเขตกรุงเทพมหานครจากฐานข้อมูลสถิติการจราจรในปี 2549 ของสำนักการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร และนำมาคำนวณหาค่าความเร็วเฉลี่ยที่จะใช้ในแบบจำลองเพื่อให้มีความใกล้เคียงกับข้อจำกัดของการขนส่งสินค้าในเขตกรุงเทพมหานครมากที่สุด

(5) ข้อมูลรถขนส่ง ประกอบด้วย

- ประเภทของรถขนส่งรวมถึงปริมาณรถขนส่งแต่ละประเภทที่สามารถปฏิบัติงานได้จริงในแต่ละช่วงเวลา
- น้ำหนักการบรรทุกสินค้าของรถขนส่งแต่ละประเภท
- ปริมาตรการบรรทุกสินค้าของรถขนส่งแต่ละประเภทจะกำหนดตามปริมาตรกระบะบรรทุกของรถบรรทุกขนาดมาตรฐานที่มีการปฏิบัติงานอยู่ในปัจจุบัน
- จำนวนจุดหยุดรับ/ส่งสินค้าที่มากที่สุด เนื่องจากสภาพการปฏิบัติงานในปัจจุบันของการขนส่งในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล รถขนส่งจะต้องจัดส่งสินค้าให้แล้วเสร็จภายใน 1 วันเนื่องจากไม่มีจุดพักรถ รถขนส่งทั้งหมดเมื่อขนส่งสินค้าแล้วเสร็จจะต้องกลับมาที่ฐานรถเพื่อรอรับงานในวันถัดไป

(6) ข้อมูลอัตราค่าขนส่งของแต่ละประเภทรถ ซึ่งจะได้มีการคำนวณตามสมมติฐานที่มีการใช้งานจริงในปัจจุบัน

### 3.5 การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

ในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยได้เลือกที่จะสร้างแบบจำลองภายใต้โปรแกรมสำเร็จรูปชื่อว่า Transportation Modeler (ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า "TMod") ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบบริหารการจัดส่ง

(Transportation Management System) เป็นเครื่องมือในการดำเนินการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากมีความเหมาะสมในหลาย ๆ ด้าน ดังนี้

- โปรแกรมดังกล่าวเป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกรูปแบบการกระจายสินค้าที่เหมาะสมสำหรับแต่ละธุรกิจ เช่น การเลือกเส้นทางการขนส่งและประเภทรถขนส่งที่เหมาะสมตามข้อจำกัดที่มีอยู่ การพิจารณาเพื่อหาสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการตั้งจุดกระจายสินค้า เป็นต้น

- สามารถรองรับระบบการขนส่งที่มีความสลับซับซ้อนได้ โดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดเงื่อนไข และข้อจำกัดต่าง ๆ เข้าไปในโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด นอกจากนี้ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนเงื่อนไข และข้อจำกัดต่าง ๆ แล้วทำการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ใหม่ได้อย่างรวดเร็ว และทันต่อความเปลี่ยนแปลงของธุรกิจ

- สามารถแสดงผลลัพธ์ในหลาย ๆ มุมมอง ทั้งมุมมองด้านต้นทุน จำนวนรถขนส่งที่ต้องใช้ ปริมาณการบรรทุกสินค้า ระยะทางที่ขนส่งตลอดจนผลลัพธ์อื่น ๆ ที่สอดคล้องกับผลงานวิจัยที่ได้มีการศึกษาในต่างประเทศ

- สามารถใช้คาดการณ์ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนสมมติฐานและข้อจำกัดในแบบจำลองได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถประเมินผลกระทบต่อธุรกิจได้

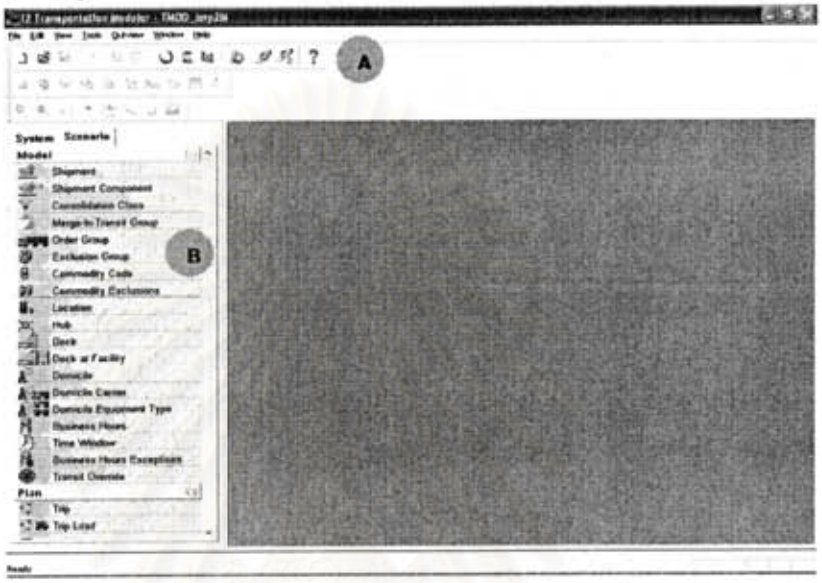
- สามารถรับข้อมูลได้จาก MS Access และส่งข้อมูลผลลัพธ์กลับไปยัง MS Access เพื่อประมวลผลได้ โดย MS Access เป็นโปรแกรมหนึ่งใน MS Office ที่ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถใช้งานได้โดยง่าย

แต่อย่างไรก็ดี โปรแกรมดังกล่าวยังไม่สามารถนำมาใช้งานได้ทันที เนื่องจากยังไม่ได้มีการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมให้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งผู้วิจัยจำเป็นต้องสร้างแบบจำลองขึ้นมาใหม่สำหรับการขนส่งสินค้าในเขตกทม. และปริมณฑล และทำการกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องให้สอดคล้องกับข้อจำกัดที่มีทั้งหมด และทำการทดสอบการใช้งานจากข้อมูลสภาพการปฏิบัติงานจริง ทั้งนี้เพื่อให้แบบจำลองสามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานได้อย่างเกิดประสิทธิผลสูงสุด

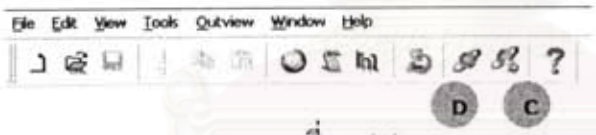
**Transportation Modeler (TMod)**

โปรแกรม TMod จะประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ

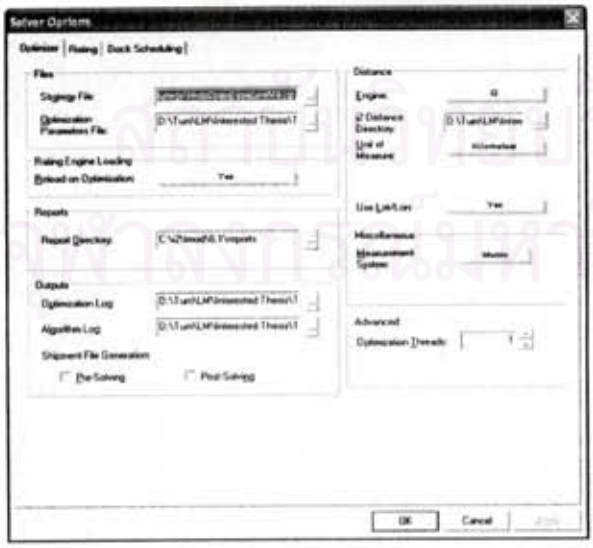
1. ส่วนแสดงผลหรือ Graphical User Interface (GUI) จะเป็นส่วนที่ใช้สำหรับการติดต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับโปรแกรม ซึ่งสามารถแสดงได้จากแผนภาพดังนี้



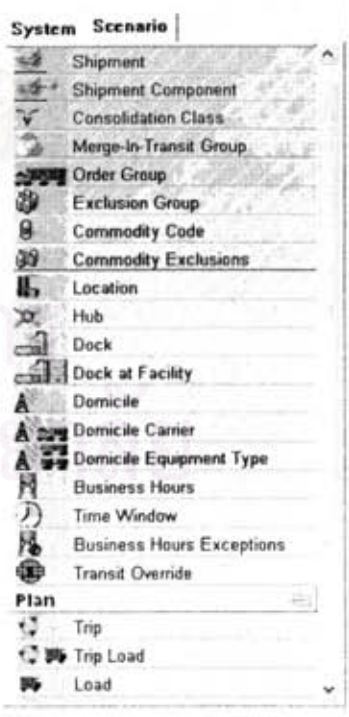

แผนภาพที่ 3.6(ก) แสดงตัวอย่างหน้าจอของโปรแกรม TMod




แผนภาพที่ 3.6(ข)




แผนภาพที่ 3.6(ค)




แผนภาพที่ 3.6(ง)

จากแผนภาพ 3.6(ก) เป็นตัวอย่างหน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรม TMod ซึ่งประกอบด้วย

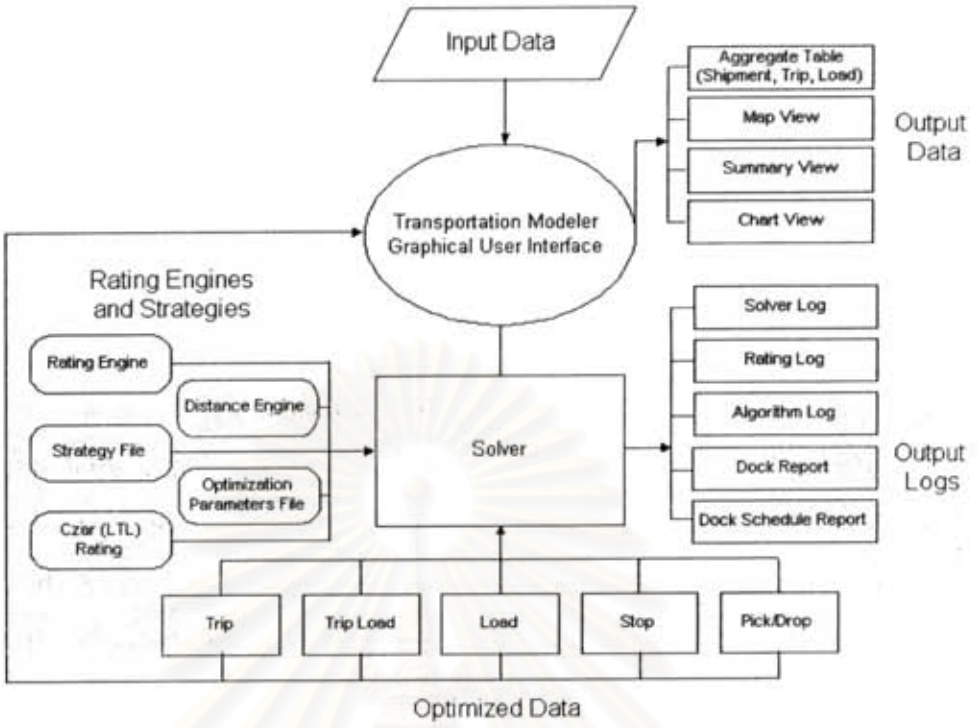
1. ส่วนเมนูการบันทึกข้อมูล หรือส่วน B จากแผนภาพที่ 3.6(ง) แสดงเมนูส่วนบันทึกข้อมูลซึ่งประกอบด้วยเมนูย่อยที่สำคัญ 7 เมนูคือ

    1. Shipment เป็นส่วนของการบันทึกคำสั่งขนส่ง ข้อมูลคำสั่งขนส่งที่อยู่ในโปรแกรม MS Access จะถูกนำเข้าโปรแกรม TMod ที่เมนูนี้
    2. Commodity Code เป็นส่วนของการกำหนดประเภทหรือกลุ่มสินค้าในการขนส่ง
    3. Commodity Exclusion เป็นส่วนของการกำหนดกลุ่มสินค้าที่ไม่สามารถจัดส่งไปด้วยกันได้
    4. Location เป็นส่วนของการบันทึกข้อมูลต้นทาง/ปลายทางขนส่ง รวมทั้งข้อมูลประกอบต่าง ๆ เช่น ที่อยู่ พิกัดทางภูมิศาสตร์ ระยะเวลาในการ Loading และ Unloading สินค้า วันเวลาปฏิบัติงาน
    5. Business Hour และ Time Window เป็นการกำหนดช่วงเวลาปฏิบัติงานที่ใช้ในเมนู Location เช่น ปฏิบัติงานวันจันทร์-เสาร์ ตั้งแต่เวลา 8.00-17.00 น. เป็นต้น
    6. Transit Override เป็นส่วนของการบันทึกข้อมูลระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุด 2 จุด
    7. Load หรือเที่ยวการขนส่งเป็นส่วนของข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลจะถูกนำมาสร้างที่เมนูนี้ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถส่งออกข้อมูลไปยังโปรแกรม MS Access เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลต่อได้

2. ส่วนของเมนูคำสั่งใช้งานหรือส่วน A ในแผนภาพที่ 3.6(ก) ถ้านำมาแสดงเป็นเมนูย่อยจะประกอบด้วย 2 ปุ่มใช้งานหลักคือ

    1. ปุ่ม Edit Solver Option หรือส่วน C ซึ่งจะเป็นการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างส่วนแสดงผลและส่วนประมวลผล ซึ่งแสดงอยู่ในแผนภาพที่ 3.6(ค)
    2. ปุ่ม Solver หรือส่วน D เป็นคำสั่งให้โปรแกรม TMod ทำการประมวลผล ซึ่งหลังจากประมวลผลแล้วเสร็จจะสร้างผลลัพธ์อยู่ใน Optimization Logs และเมนู Load

2. ส่วนประมวลผล (Solver) ประกอบด้วยส่วนประกอบ 8 ส่วน ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของส่วนประกอบทั้ง 8 ส่วนได้จากแผนภาพที่ 3.7 ดังนี้




แผนภาพที่ 3.7 แสดงส่วนประกอบหลัก 8 ส่วนของโปรแกรม Transportation Modeler

ที่มา : Transportation Modeler Procedure Manual

1 Input Data หรือข้อมูลนำเข้า จะเป็นช่องทางในการนำข้อมูลคำสั่งขนส่งของลูกค้าเข้าสู่โปรแกรม TMod ซึ่งสามารถนำข้อมูลเข้าไป 2 ทางคือ

1. ผ่านทางการบันทึกตรงที่โปรแกรม TMod หรือเรียกว่าโปรแกรมการรับข้อมูล (Transportation Modeler Graphical User Interface, GUI)

2. ผ่านทางโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Access ซึ่งผู้วิจัยเลือกแนวทางนี้ เนื่องจากข้อมูลมีเป็นจำนวนมาก ไม่สามารถบันทึกโดยตรงเข้าสู่แบบช่องทางที่ 1 ได้และมีโอกาสเกิดความผิดพลาดต่ำกว่าช่องทางที่ 1

2 Solver เป็นส่วนของการประมวลผลโดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลต่าง ๆ ประกอบด้วย Strategy, Optimization Parameter, Rating Engines, และ Distance Engine

3 Strategy เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ ซึ่งมีการประยุกต์เทคนิคการแก้ไขปัญหาเส้นทางแบบศึกษาสำนึก (Heuristics) ที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 2 มาใช้ร่วมกันมากกว่า 1 เทคนิคเพื่อปรับปรุงผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาเส้นทางให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและสามารถแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ ซึ่งลักษณะของ Strategy จะเป็นชุดคำสั่งที่มีการเขียนต่อ ๆ กันเพื่อสั่งให้โปรแกรม TMod ทำการ

ประมวลผลข้อมูลนำเข้าให้มีผลลัพธ์ที่ดีขึ้นตามลำดับ โดย Strategy ประกอบด้วยค่าตัวแปรควบคุมต่าง ๆ ที่ Solver จะนำไปประมวลผล ตัวอย่างของ Strategy ที่ใช้สามารถแสดงได้ดังแผนภาพที่ 3.8 (รายละเอียดเกี่ยวกับความหมายของ Strategy จะอธิบายอยู่ในบทที่ 4 หัวข้อ 4.4 เรื่อง การกำหนดค่าตัวแปรควบคุมใน Strategy)

แผนภาพที่ 3.8 ตัวอย่าง Strategy ที่ใช้ในโปรแกรม Transportation Modeler

ที่มา : Transportation Modeler Procedure Manual

Strategy ที่มีการใช้งานสามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบขึ้นอยู่กับสภาพปัญหาที่ต้องการแก้ไข ดังนี้

(1) Load Build Strategy เป็นคำสั่งในการสร้างเที่ยวการขนส่ง ซึ่งประกอบด้วย

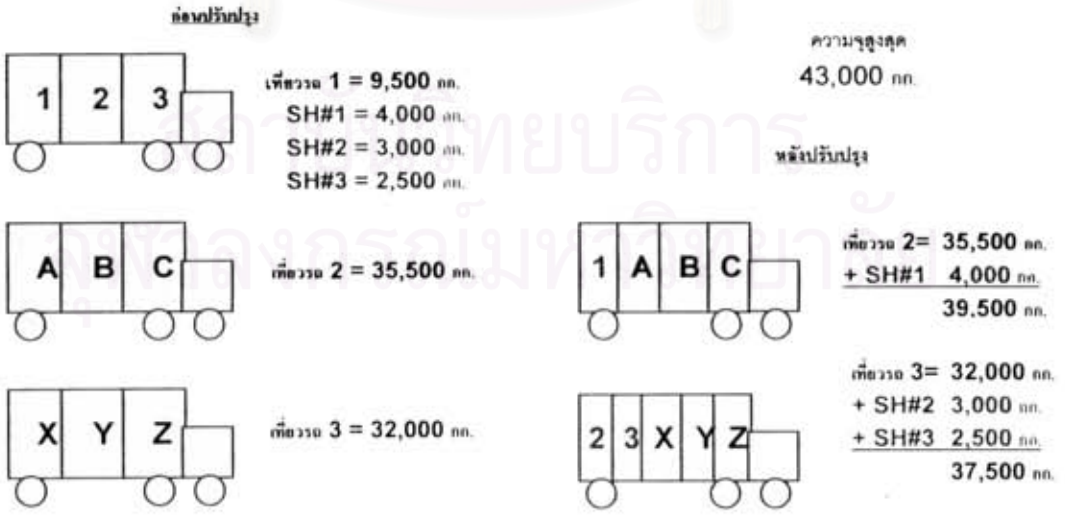
- Initial Loads หรือการจัดเที่ยวขนส่งตั้งต้น ระบบจะทำการนำข้อมูลคำสั่งขนส่งไปจัดเป็นเที่ยวรถในลักษณะของ 1 คำสั่งขนส่งต่อ 1 เที่ยวการขนส่ง จะไม่มีการรวมคำสั่งขนส่งเข้าด้วยกัน ซึ่งโดยปกติจะถูกใช้ในการพิจารณาเป็นอันดับแรกเพื่อหาต้นทุนการขนส่งสินค้าที่จะใช้เป็นฐานในการคำนวณในลำดับต่อไป

- ConSamePickAndDrop หรือการรวมเที่ยวต้นทางและปลายทางเดียวกัน ระบบจะนำข้อมูลคำสั่งขนส่งที่มีต้นทางและปลายทางเดียวกันมาทำการจัดเป็นเที่ยวรถภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ เช่น ระยะเวลาการขนส่งสินค้า วัน/เวลาที่ลูกค้าต้องการสินค้า ขนาดรถบรรทุก เป็นต้น

- Con หรือการรวมเที่ยวที่มีต้นทางปลายทางต่างกัน ซึ่งจะทำให้เกิดกรณีการขนส่ง 3 แบบคือ SPMD (Single Pick Multi Drop), MPSD (Multi Pick Single Drop), MPMD (Multi Pick Multi Drop) เป็นการประยุกต์เทคนิคการแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถแบบ Clustering for Assigning Stop to Vehicle ในหัวข้อ (3) Build routes beginning with the farthest stop from the depot

(2) Load Improvement Strategy เป็นการปรับปรุงเที่ยวการขนส่งที่สร้างจาก Load Build Strategy เพื่อลดต้นทุนการขนส่ง โดยที่ลูกค้ายังคงได้รับสินค้าตรงตามกำหนดเวลาเดิม ซึ่งประกอบด้วย

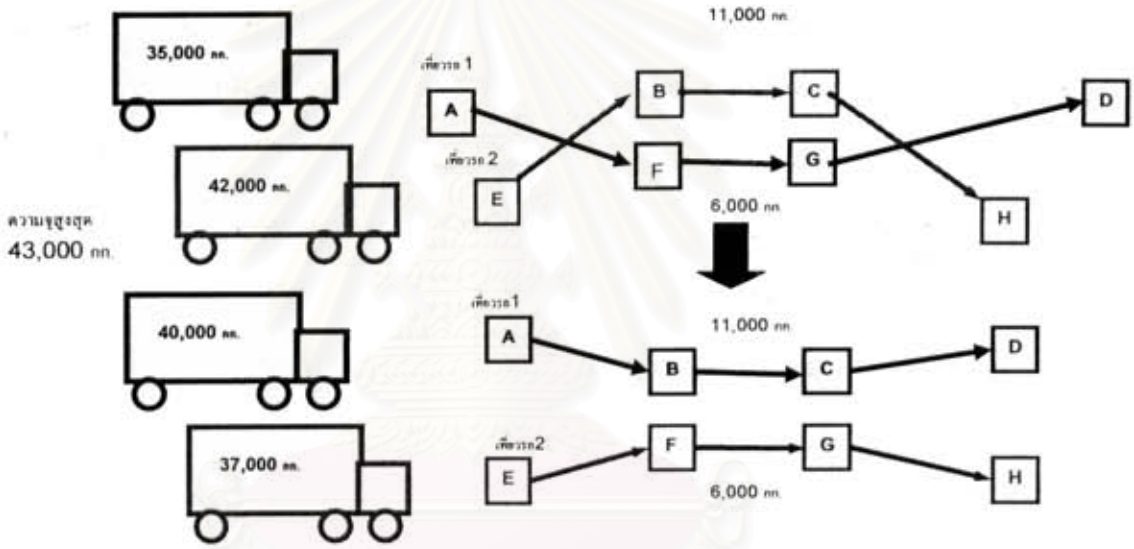
- OptMove หรือการย้ายจุดส่งสินค้าระหว่างเที่ยวการขนส่ง หมายถึง ระบบจะทำการพิจารณาทุกเที่ยวการขนส่ง หากพบว่าสามารถย้ายจุดส่งสินค้าจากเที่ยวการขนส่งใดเพื่อไปเพิ่มในเที่ยวการขนส่งอื่นแล้วต้นทุนค่าขนส่งโดยรวมลดต่ำลง ระบบก็จะดำเนินการย้ายจุดส่งสินค้า เป็นการประยุกต์เทคนิคการแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถแบบ Tour Improvement Procedure (วิธีปรับปรุงทัวร์) ซึ่งสามารถอธิบายได้จากแผนภาพที่ 3.9




แผนภาพที่ 3.9 แสดงแนวทางการปรับปรุงเที่ยวขนส่งโดยใช้ Strategy OptMove

จากแผนภาพพบว่าหากเคลื่อนย้าย SH#1 ไปไว้กับเที่ยวรถที่ 2 และ SH#2,3 ไปไว้กับเที่ยวรถที่ 3 จะสามารถลดเที่ยวการขนส่งลงได้ 1 เที่ยว ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนค่าขนส่งที่ลดลง

- OptSwap หรือการสลับจุดส่งสินค้าระหว่างเที่ยวการขนส่ง หมายถึง ระบบจะทำการพิจารณาทุกเที่ยวการขนส่ง หากพบว่าสามารถสลับจุดส่งสินค้าระหว่างเที่ยวการขนส่ง 2 เที่ยวใด ๆ ที่กำลังพิจารณาอยู่ แล้วทำให้ต้นทุนค่าขนส่งโดยรวมลดต่ำลง ระบบก็จะดำเนินการสลับจุดส่งสินค้า เป็นการประยุกต์เทคนิคการแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถแบบ Clustering for Assigning Stop to Vehicle ในหัวข้อ (4) The sequence of stop on a truck route should form a teardrop pattern เพื่อไม่ต้องการให้รถมีเส้นทางการขนส่งที่ตัดกัน ซึ่งสามารถอธิบายได้จากแผนภาพที่ 3.10

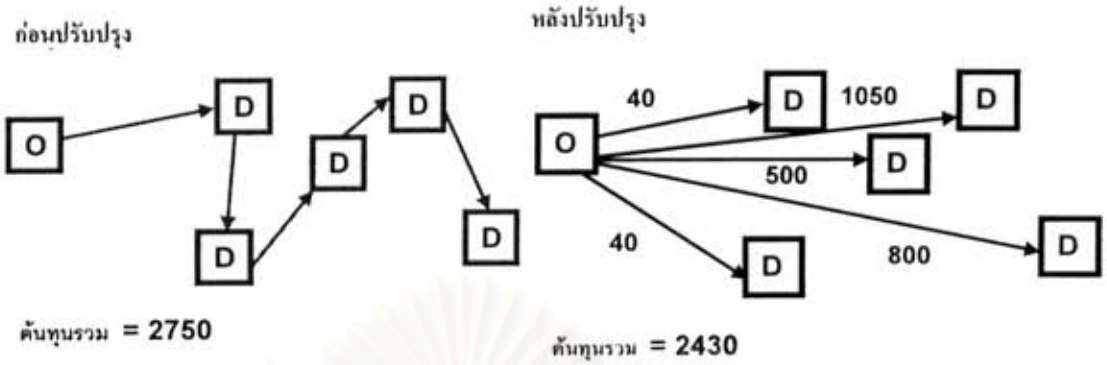



**แผนภาพที่ 3.10 แสดงแนวทางการปรับปรุงเที่ยวขนส่งโดยใช้ Strategy OptSwap**

จากแผนภาพที่ 3.10 พบว่าหากเปลี่ยนจุดส่งสินค้า B, C จากเที่ยวรถที่ 2 มาไว้กับเที่ยวรถที่ 1 และเปลี่ยนจุดส่งสินค้า F, G จากเที่ยวรถที่ 1 มาไว้ที่เที่ยวรถที่ 2 จะช่วยลดระยะทางในการจัดส่งสินค้าลงได้

- OptTLLoads หรือการย้ายจุดและ/หรือสลับจุดส่งสินค้าระหว่างเที่ยวการขนส่ง ซึ่งเป็นการรวม OptMove และ OptSwap มาดำเนินการประมวลผลพร้อมกัน

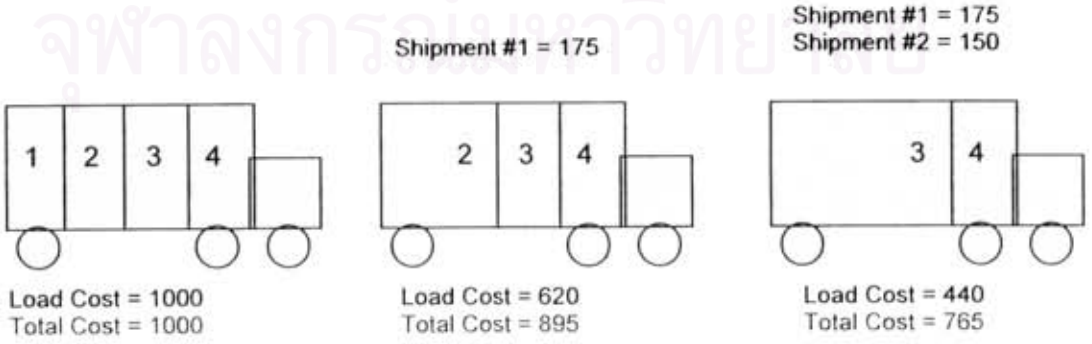
- BreakTLLoads หรือการสลายเที่ยวการขนส่งแล้วจัดส่งตรงไปยังลูกค้าแล้วทำให้ต้นทุนค่าขนส่งโดยรวมลดต่ำลง ระบบก็จะดำเนินการสลายเที่ยวการขนส่ง ซึ่งสามารถอธิบายได้จากแผนภาพที่ 3.11




แผนภาพที่ 3.11 แสดงแนวทางการปรับปรุงเที่ยวขนส่งโดยใช้ Strategy BreakTLLoads

จากแผนภาพที่ 3.11 พบว่าการแยกการจัดส่งสินค้าเป็นหลาย ๆ เที่ยวการจัดส่งจะมีต้นทุนค่าขนส่งรวม 2,430 บาท ซึ่งต่ำกว่าการจัดส่งสินค้าแบบเที่ยวเดียวที่มีต้นทุนค่าขนส่ง 2,750 บาท ทั้งนี้เนื่องจากในบางกรณีพบว่าอัตราค่าขนส่งในช่วงระยะทางใกล้ ๆ จะมีอัตราที่ต่ำกว่าอัตราที่คำนวณได้จากสูตรการคำนวณมาตรฐานในกรณีที่สามารถต่อรองกับผู้ประกอบการขนส่งได้ เนื่องจากรถขนส่งสามารถทำรอบการขนส่งได้มากขึ้นจึงมีการแยกการจัดส่งสินค้าสำหรับเที่ยวใกล้ออกมาเพื่อลดต้นทุนการขนส่งโดยรวม

- TryShipsDirect หรือการสลายเที่ยวการขนส่งบางเที่ยวเพื่อจัดส่งตรงไปยังลูกค้าแล้วทำให้ต้นทุนค่าขนส่งโดยรวมลดต่ำลง เป็นการประยุกต์เทคนิคการแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถแบบ Clustering for Assigning Stop to Vehicle ในหัวข้อ (7) A stop that is greatly removed form a route cluster is a good candidate for an alternate means of delivery เนื่องจากบางจุดส่งสินค้าอาจจะตั้งอยู่นอกเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสม ซึ่งสามารถอธิบายได้จากแผนภาพที่ 3.12




แผนภาพที่ 3.12 แสดงแนวทางการปรับปรุงเที่ยวขนส่งโดยใช้ Strategy TryShipsDirect

จากแผนภาพที่ 3.12 พบว่าหากมีการแยกคำสั่งขนส่งของลูกค้าบางรายออกจากเที่ยวการขนส่งเดิม เช่น การแยก Shipment#1 และ Shipment#2 ออกจากเที่ยวการขนส่ง จะช่วยลดต้นทุนการขนส่งรวมลงได้จาก 1,000 บาทลงเหลือ 895 บาทและ 765 บาทตามลำดับ

- MergePlanStacks หรือการพิจารณาเลือกเที่ยวการขนส่งที่เหมาะสมที่สุดจากทุก ๆ ทางเลือกที่พิจารณา โดยตามหลักการทำงานของโปรแกรม TMod จะทำการสร้างแผนการจัดเส้นทางของแต่ละ Strategy เรียกว่า Plan เมื่อทำการประมวลผลเสร็จ 1 Strategy จะทำการบันทึกผลลัพธ์ไว้ใน Plan เช่น Plan A ก่อนจึงทำการประมวลผล Strategy ถัดไปและจะบันทึกข้อมูลผลลัพธ์เป็น Plan B ทำอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ จนครบทุก Strategy ที่กำหนดไว้ในแบบจำลอง หลังจากนั้นโปรแกรมจะนำข้อมูลของแต่ละ Plan มาพิจารณาร่วมกันอีกครั้งในขั้นตอนสุดท้ายเพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

(3) Hub Strategy เป็นการนำจุดพักและกระจายสินค้า (Hub) เข้ามาร่วมในการพิจารณาแก้ไขปัญหา เหมาะสำหรับการแก้ปัญหาจัดเส้นทางที่มีการขนส่งในระยะทางไกล ซึ่งจะมีการพิจารณาให้มีการรวมสินค้าให้เป็นรถที่มีขนาดใหญ่ เช่น รถ 10 ล้อหรือรถ 18 ล้อเพื่อขนส่งสินค้าจากโรงงานผู้ผลิตเข้าไปที่ Hub และจัดส่งต่อด้วยรถที่มีขนาดเล็กลงเช่น รถ 4 ล้อหรือรถ 6 ล้อจาก Hub ไปยังลูกค้า ซึ่งจะเกิดการประหยัดต้นทุนการขนส่งสินค้า แต่ในงานวิจัยฉบับนี้จะไม่ได้นำ Strategy นี้เข้ามาใช้งานเนื่องจากขอบเขตของการขนส่งสินค้าจะครอบคลุมเฉพาะในเขตกรุงเทพและปริมณฑล ซึ่งรัศมีการขนส่งสินค้าไม่เกิน 200 กม.จากจุดส่งสินค้า จึงไม่มีความจำเป็นในการใช้ Hub

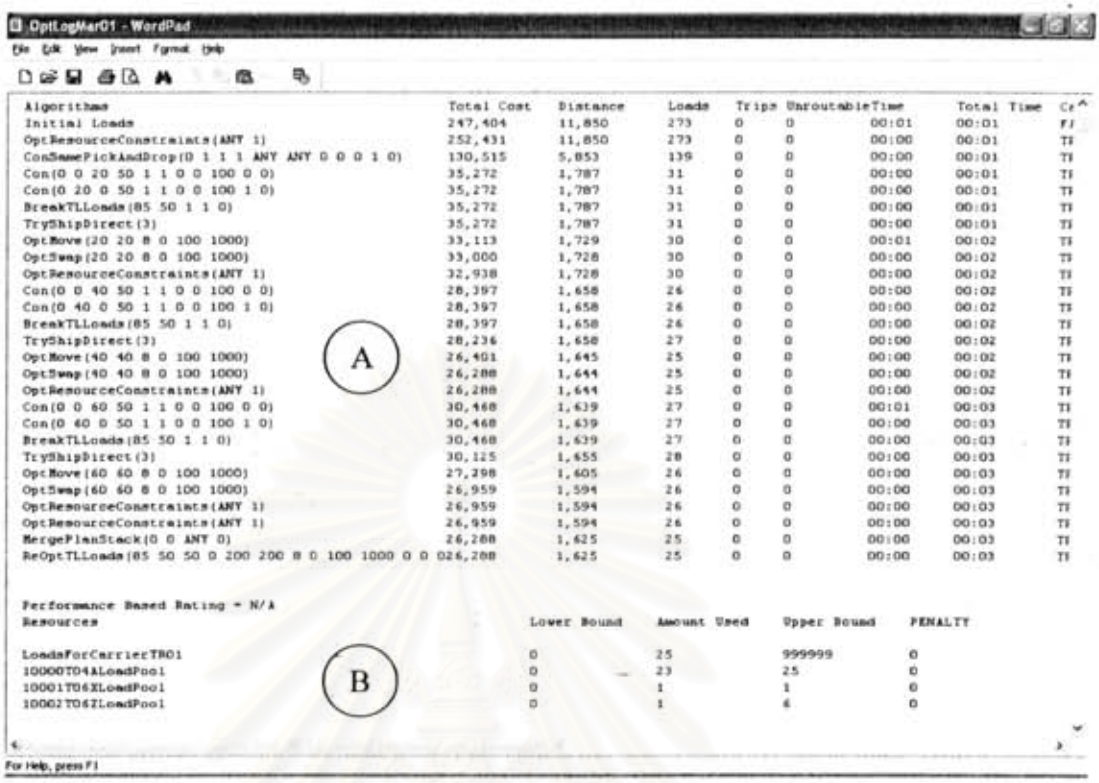
4 Optimization Parameter เป็นการกำหนดค่าตัวแปรควบคุมในการประมวลแบบทั่วไป ไม่เฉพาะเจาะจง (General) เช่น ระยะเวลาในการขับรถของพนักงานขับรถต่อวัน (On Duty Time) จำนวนจุดส่งสินค้าที่มากที่สุดต่อ 1 เที่ยวการขนส่ง น้ำหนักบรรทุก/ปริมาตรการบรรทุกที่มากที่สุดต่อ 1 เที่ยวการขนส่ง เป็นต้น ซึ่งค่าตัวแปรเหล่านี้จะถูกบันทึกทับ (Override) หากมีการกำหนดค่าตัวแปรเดียวกันใน Strategy หรือ Rating Engine ตัวอย่างของ Optimization Parameter สามารถแสดงได้ดังแผนภาพที่ 3.13

แผนภาพที่ 3.13 ตัวอย่าง Optimization Parameter ที่ใช้ในโปรแกรม Transportation Modeler

5 Rating Engine เป็นส่วนของฐานข้อมูลเกี่ยวกับอัตราค่าขนส่ง ประเภทของการขนส่ง เส้นทางขนส่งที่สามารถปฏิบัติงานได้ ข้อจำกัดของเส้นทางการขนส่ง เป็นต้น โดยจะมีการสร้างในโปรแกรมที่เรียกว่า Stand-Alone Rate Editor ซึ่งจะมีการกล่าวถึงในบทที่ 4 หัวข้อ 4.5 เรื่อง การนำข้อมูลเข้าแบบจำลองและทดสอบแบบจำลอง

6 Distance Engine เป็นส่วนของข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ของสถานที่รับสินค้าและส่งสินค้าโดยมีหน่วยนับในรูปขององศา/ลิปดา/ฟิลิปดา รวมทั้งระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดต่าง ๆ ซึ่งได้มีการเก็บข้อมูลและคำนวณจากโปรแกรม ArcMap และ Network Analysis Extension ที่กล่าวถึงข้างต้น

7 Output Logs เป็นผลลัพธ์จากการประมวลผลซึ่งจะแสดงออกมาในรูปของ Text File ดังแผนภาพที่ 3.14(ก) และ 3.14(ข)



OptLogMar01 - WordPad

File Edit View Insert Format Help

| Algorithms | Total Cost | Distance | Loads | Trips | Unroutable | Time | Total Time | Ce |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Initial Loads | 247,404 | 11,850 | 273 | 0 | 0 | 00:01 | 00:01 | Fi |
| OptResourceConstraints(ANY 1) | 252,431 | 11,850 | 273 | 0 | 0 | 00:00 | 00:01 | Ti |
| ConSamePickAndDrop(0 1 1 1 ANY ANY 0 0 0 1 0) | 130,515 | 5,853 | 139 | 0 | 0 | 00:00 | 00:01 | Ti |
| Con(0 0 20 50 1 1 0 0 100 0 0) | 35,272 | 1,787 | 31 | 0 | 0 | 00:00 | 00:01 | Ti |
| Con(0 20 0 50 1 1 0 0 100 1 0) | 35,272 | 1,787 | 31 | 0 | 0 | 00:00 | 00:01 | Ti |
| BreakTLLoads(85 50 1 1 0) | 35,272 | 1,787 | 31 | 0 | 0 | 00:00 | 00:01 | Ti |
| TryShipDirect(3) | 35,272 | 1,787 | 31 | 0 | 0 | 00:00 | 00:01 | Ti |
| OptMove(20 20 8 0 100 1000) | 33,113 | 1,729 | 30 | 0 | 0 | 00:01 | 00:02 | Ti |
| OptSwap(20 20 8 0 100 1000) | 33,000 | 1,728 | 30 | 0 | 0 | 00:00 | 00:02 | Ti |
| OptResourceConstraints(ANY 1) | 32,938 | 1,728 | 30 | 0 | 0 | 00:00 | 00:02 | Ti |
| Con(0 0 40 50 1 1 0 0 100 0 0) | 28,397 | 1,658 | 26 | 0 | 0 | 00:00 | 00:02 | Ti |
| Con(0 40 0 50 1 1 0 0 100 1 0) | 28,397 | 1,658 | 26 | 0 | 0 | 00:00 | 00:02 | Ti |
| BreakTLLoads(85 50 1 1 0) | 28,397 | 1,658 | 26 | 0 | 0 | 00:00 | 00:02 | Ti |
| TryShipDirect(3) | 28,236 | 1,658 | 27 | 0 | 0 | 00:00 | 00:02 | Ti |
| OptMove(40 40 8 0 100 1000) | 26,401 | 1,645 | 25 | 0 | 0 | 00:00 | 00:02 | Ti |
| OptSwap(40 40 8 0 100 1000) | 26,288 | 1,644 | 25 | 0 | 0 | 00:00 | 00:02 | Ti |
| OptResourceConstraints(ANY 1) | 26,288 | 1,644 | 25 | 0 | 0 | 00:00 | 00:02 | Ti |
| Con(0 0 60 50 1 1 0 0 100 0 0) | 30,468 | 1,639 | 27 | 0 | 0 | 00:01 | 00:03 | Ti |
| Con(0 60 0 50 1 1 0 0 100 1 0) | 30,468 | 1,639 | 27 | 0 | 0 | 00:00 | 00:03 | Ti |
| BreakTLLoads(85 50 1 1 0) | 30,468 | 1,639 | 27 | 0 | 0 | 00:00 | 00:03 | Ti |
| TryShipDirect(3) | 30,125 | 1,655 | 28 | 0 | 0 | 00:00 | 00:03 | Ti |
| OptMove(60 60 8 0 100 1000) | 27,298 | 1,605 | 26 | 0 | 0 | 00:00 | 00:03 | Ti |
| OptSwap(60 60 8 0 100 1000) | 26,959 | 1,594 | 26 | 0 | 0 | 00:00 | 00:03 | Ti |
| OptResourceConstraints(ANY 1) | 26,959 | 1,594 | 26 | 0 | 0 | 00:00 | 00:03 | Ti |
| OptResourceConstraints(ANY 1) | 26,959 | 1,594 | 26 | 0 | 0 | 00:00 | 00:03 | Ti |
| MergePlanStack(0 0 ANY 0) | 26,288 | 1,625 | 25 | 0 | 0 | 00:00 | 00:03 | Ti |
| ReOptTLLoads(85 50 50 0 200 200 8 0 100 1000 0 0 026,288 | | 1,625 | 25 | 0 | 0 | 00:00 | 00:03 | Ti |

A

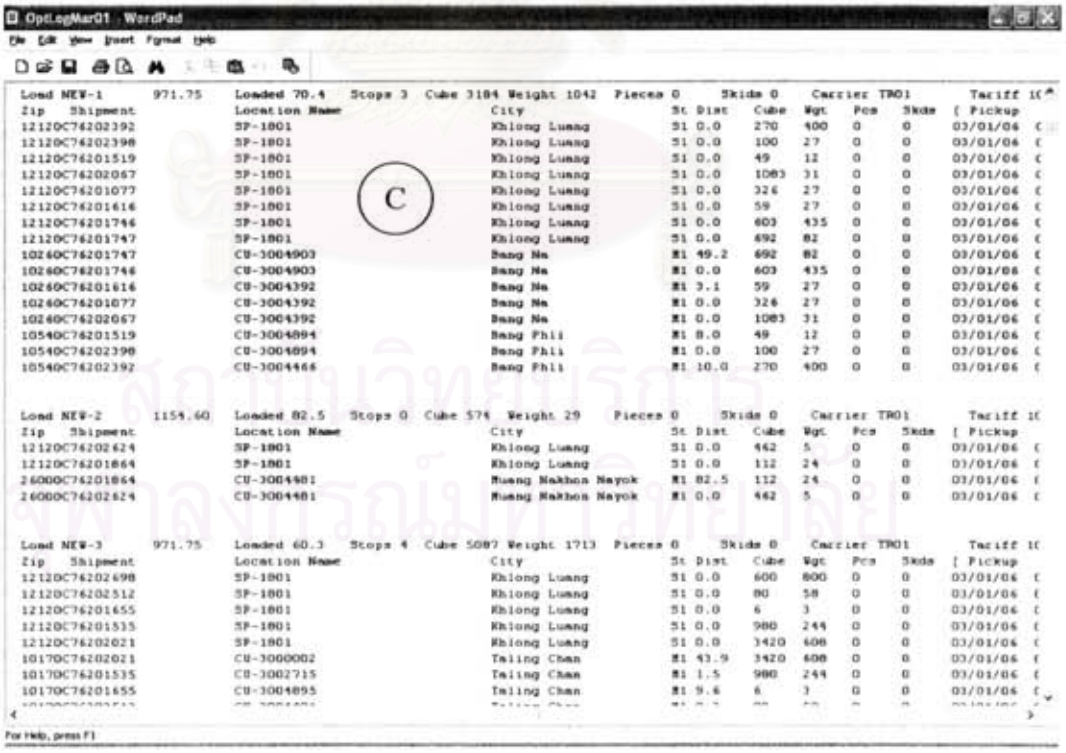
Performance Based Rating = N/A

| Resources | Lower Bound | Amount Used | Upper Bound | PENALTY |
|---|---|---|---|---|
| LoadsForCarrierTR01 | 0 | 25 | 999999 | 0 |
| 10000T04ALoadPool | 0 | 23 | 25 | 0 |
| 10001T06XLoadPool | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 10002T06ZLoadPool | 0 | 1 | 4 | 0 |

B

For Help, press F1

แผนภาพที่ 3.14(ก) ตัวอย่าง Output Logs ที่ได้จากการประมวลผล



OptLogMar01 - WordPad

File Edit View Insert Format Help

| Load NEW-1 | 971.75 | Loaded 70.4 | Stops 3 | Cube 3184 | Weight 1042 | Pieces 0 | Skids 0 | Carrier TR01 | | | Tariff 1( |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zip Shipment | | Location Name | | City | | St | Dist | Cube | Wgt | Pcs | Skds | [ Pickup | |
| 12120C76202392 | | SP-1801 | | Khlong Luang | | 51 | 0.0 | 270 | 400 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 12120C76202398 | | SP-1801 | | Khlong Luang | | 51 | 0.0 | 100 | 27 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 12120C76201519 | | SP-1801 | | Khlong Luang | | 51 | 0.0 | 49 | 12 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 12120C76202067 | | SP-1801 | | Khlong Luang | | 51 | 0.0 | 1083 | 31 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 12120C76201077 | | SP-1801 | | Khlong Luang | | 51 | 0.0 | 326 | 27 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 12120C76201616 | | SP-1801 | | Khlong Luang | | 51 | 0.0 | 59 | 27 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 12120C76201746 | | SP-1801 | | Khlong Luang | | 51 | 0.0 | 603 | 435 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 12120C76201747 | | SP-1801 | | Khlong Luang | | 51 | 0.0 | 692 | 82 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 10240C76201747 | | CU-3004903 | | Bang Na | | 81 | 49.2 | 692 | 82 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 10240C76201746 | | CU-3004903 | | Bang Na | | 81 | 0.0 | 603 | 435 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 10240C76201616 | | CU-3004392 | | Bang Na | | 81 | 3.1 | 59 | 27 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 10240C76201077 | | CU-3004392 | | Bang Na | | 81 | 0.0 | 326 | 27 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 10240C76202067 | | CU-3004392 | | Bang Na | | 81 | 0.0 | 1083 | 31 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 10540C76201519 | | CU-3004894 | | Bang Phli | | 81 | 8.0 | 49 | 12 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 10540C76202398 | | CU-3004894 | | Bang Phli | | 81 | 0.0 | 100 | 27 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 10540C76202392 | | CU-3004466 | | Bang Phli | | 81 | 10.0 | 270 | 400 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |

C

| Load NEW-2 | 1154.60 | Loaded 82.5 | Stops 0 | Cube 574 | Weight 29 | Pieces 0 | Skids 0 | Carrier TR01 | | | Tariff 1( |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zip Shipment | | Location Name | | City | | St | Dist | Cube | Wgt | Pcs | Skds | [ Pickup | |
| 12120C76202624 | | SP-1801 | | Khlong Luang | | 51 | 0.0 | 462 | 5 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 12120C76201864 | | SP-1801 | | Khlong Luang | | 51 | 0.0 | 112 | 24 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 26000C76201864 | | CU-3004481 | | Muang Nakhon Nayok | | 81 | 82.5 | 112 | 24 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 26000C76202624 | | CU-3004481 | | Muang Nakhon Nayok | | 81 | 0.0 | 462 | 5 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |

| Load NEW-3 | 971.75 | Loaded 60.3 | Stops 4 | Cube 5087 | Weight 1713 | Pieces 0 | Skids 0 | Carrier TR01 | | | Tariff 1( |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zip Shipment | | Location Name | | City | | St | Dist | Cube | Wgt | Pcs | Skds | [ Pickup | |
| 12120C76202698 | | SP-1801 | | Khlong Luang | | 51 | 0.0 | 600 | 800 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 12120C76202512 | | SP-1801 | | Khlong Luang | | 51 | 0.0 | 80 | 58 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 12120C76201655 | | SP-1801 | | Khlong Luang | | 51 | 0.0 | 6 | 3 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 12120C76201535 | | SP-1801 | | Khlong Luang | | 51 | 0.0 | 980 | 244 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 12120C76202021 | | SP-1801 | | Khlong Luang | | 51 | 0.0 | 3420 | 608 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 10170C76202021 | | CU-3000002 | | Taling Chan | | 81 | 43.9 | 3420 | 608 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 10170C76201535 | | CU-3002715 | | Taling Chan | | 81 | 1.5 | 980 | 244 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |
| 10170C76201655 | | CU-3004895 | | Taling Chan | | 81 | 9.6 | 6 | 3 | 0 | 0 | 03/01/06 | ( |

For Help, press F1

แผนภาพที่ 3.14(ข) ตัวอย่าง Output Logs ที่ได้จากการประมวลผล

ที่มา : Transportation Modeler Procedure Manual

ผลของการวิเคราะห์จะนำเสนอใน Output Logs ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ

1 ส่วนของค่าขนส่งได้จากการคำนวณตาม Strategy ที่กำหนดหรือส่วน A ในแผนภาพที่ 3.14(ก) เป็นการแสดงข้อมูลผลลัพธ์จากการประมวลผลในแต่ละ Strategy จากตัวอย่าง จะเห็นได้ว่า Strategy ที่ 1 คือ Initial Load มีต้นทุนในการขนส่ง (Total Cost) เท่ากับ 247,404 บาท และมีจำนวนเที่ยวขนส่ง (Loads) เท่ากับ 273 เที่ยว หลังจากนั้นโปรแกรมได้ทำการคำนวณมาจนกระทั่งถึง Strategy สุดท้ายที่เป็นคำตอบของการประมวลผลในครั้งนี้คือ ReOptTLLoads ซึ่งมีต้นทุนในการขนส่งเท่ากับ 26,288 บาทและมีจำนวนเที่ยวขนส่งเท่ากับ 25 เที่ยว

2 ส่วนของการใช้ทรัพยากรภายใต้ข้อจำกัดที่กำหนดหรือส่วน B ในแผนภาพที่ 3.14(ก) ซึ่งในที่นี้หมายถึงปริมาณการใช้รถขนส่งจริงเทียบกับจำนวนรถขนส่งที่กำหนดในแบบจำลอง จากตัวอย่าง จะมีการใช้รถประเภท 4 ล้อ (10000T04ALoadPool) จำนวน 23 คัน (Amount Used) จากจำนวนทั้งหมด 25 คัน (Upper Bound)

3 ส่วนของการจัดเส้นทางในแต่ละเที่ยวรถหรือส่วน C ในแผนภาพที่ 3.14(ข) เป็นการแสดงเส้นทางของแต่ละเที่ยวรถซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนค่าขนส่ง ระยะทาง ประเภทรถที่เลือกใช้ ปริมาณสินค้า วัน/เวลาในการเข้ารับสินค้า และวัน/เวลาในการส่งสินค้า

8 Optimized Data เป็นผลลัพธ์จากการประมวลผลที่สามารถส่งข้อมูลออกไปยังโปรแกรม MS Access เพื่อนำไปประมวลผลต่อ ซึ่งผู้วิจัยจะได้ดำเนินการจัดทำ Query เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการสรุปผลการวิจัยในบทที่ 4

### 3.6 การสร้างแบบจำลองและการทดสอบแบบจำลอง

เมื่อได้ดำเนินการเก็บข้อมูลในขั้นตอนที่ 3.4 และทราบถึงวิธีการประมวลผลของโปรแกรม TMod ในขั้นตอนที่ 3.5 แล้ว ผู้วิจัยเริ่มทำการสร้างแบบจำลองและกำหนด Strategy, Optimization Parameter, Rating Engine, Distance Engine ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน ซึ่งขั้นตอนในการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดหลักเกณฑ์ในการทดสอบดังนี้

1. ดำเนินการการเก็บข้อมูลต้นทุนการขนส่งที่เกิดจากการจัดเส้นทางโดยพนักงาน
2. ดำเนินการเก็บข้อมูลต้นทุนการขนส่งที่เกิดจากจำลองการจัดเส้นทางโดยโปรแกรม TMod โดยการจำลองการจัดเส้นทางหมายถึงการนำข้อมูลชุดเดียวกันกับที่จัดเส้นทางโดยพนักงานในข้อ 1 ให้โปรแกรม TMod ทำการจัดเส้นทางด้วยประเภทรถและ

เส้นทางเดียวกัน เพื่อทดสอบความถูกต้องของปัจจัยต่าง ๆ ที่นำเข้าไปในแบบจำลองว่ามีความถูกต้องหรือไม่

3. ดำเนินการประเมินต้นทุนค่าขนส่งที่เกิดขึ้นในข้อ 1 และข้อ 2 หากพบว่าต้นทุนค่าขนส่งมีความแตกต่างกันไม่เกิน 5% แสดงว่าสามารถยอมรับแบบจำลองดังกล่าว แต่หากมีความแตกต่างกันเกิน 5% ผู้วิจัยจะต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลนำเข้าทั้งหมด และดำเนินการแก้ไขจนกว่าต้นทุนค่าขนส่งที่ได้จะมีความแตกต่างกันไม่เกิน 5%

### 3.7 การทดสอบสมมติฐานและการวิเคราะห์ผล

การทดสอบสมมติฐานจะเป็นการยืนยันวัตถุประสงค์ของงานวิจัยว่าเป็นความจริงตามที่ได้คาดการณ์ไว้หรือไม่ โดยหลังจากที่ได้แบบจำลองที่มีความเหมาะสมในการใช้งานแล้ว ผู้วิจัยจะนำแบบจำลองในข้อ 3.6 มาประมวลผลการจัดเส้นทางด้วยคน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นค่ามาตรฐาน (Baseline Value) สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้การจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือค่าตามแบบจำลอง (Optimization Value) และทำการทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ต้นทุนค่าขนส่งรวม
2. จำนวนรถขนส่งที่ใช้แต่ละประเภท
3. ปริมาณการจัดบรรทุก (Load Utilization) ของรถขนส่งแต่ละประเภท ทั้งในรูปของน้ำหนักและปริมาตร
4. ระยะทางเฉลี่ยในการเดินทางต่อเที่ยว และเวลาเฉลี่ยในการเดินทางต่อเที่ยว
5. จำนวนจุดส่งสินค้าเฉลี่ยต่อเที่ยว
6. ระยะเวลาเฉลี่ยในการจัดเส้นทางการขนส่งต่อวัน

และเพื่อเป็นการยืนยันถึงผลการเปรียบเทียบข้อมูลข้างต้นว่ามีความน่าเชื่อถือสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงหรือไม่ ผู้วิจัยได้ทดสอบสมมติฐานของงานวิจัยเพื่อยืนยันถึงผลการจัดเส้นทางการขนส่งโดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ว่า มีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดเส้นทางการขนส่งโดยพนักงาน ด้วยการเปรียบเทียบตัวชี้วัด 3 ตัวดังนี้

1. <u>ระยะทางเฉลี่ยต่อเที่ยวการขนส่ง</u> เป็นการทดสอบระยะทางที่รถเดินทางส่งสินค้าในแต่ละเที่ยวขนส่ง โดยมีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

ให้ $\mu_1$ คือ ค่าเฉลี่ยของระยะทางต่อเที่ยวการขนส่งจากการจัดเส้นทางโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในแต่ละวัน

$\mu_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของระยะทางต่อเที่ยวการขนส่งจากการจัดเส้นทางโดยพนักงานในแต่ละวัน

สมมติฐาน $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$

$H_1 : \mu_1 - \mu_2 > 0$

กำหนดให้ $\alpha = 0.01$

เขตวิกฤต $t > t_\alpha$ [ $df = (n_1 - 1) + (n_2 - 1)$ ]

หรือ $t > t_{.01}$ [ df = (31-1) + (31-1) ] = 2.39 เนื่องจากจะมีการเปรียบเทียบ 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงที่มีปริมาณคำสั่งขนส่งมากที่สุด และช่วงที่มีปริมาณคำสั่งขนส่งน้อยที่สุด ซึ่งช่วงเวลาที่กำหนดคือ 1 เดือนหรือ 31 วัน

ค่าทดสอบสถิติ $$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{Sp\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$S^2_p = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$

ถ้าค่า t น้อยกว่า 2.39 แสดงว่า ยอมรับ $H_0$ คือ การจัดเส้นทางโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถเพิ่มระยะทางเฉลี่ยต่อเที่ยวการขนส่งได้

แต่ถ้าค่า t มากกว่า 2.39 แสดงว่า ยอมรับ $H_1$ คือ การจัดเส้นทางโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถเพิ่มระยะเฉลี่ยต่อเที่ยวการขนส่งได้

2. <u>ระยะทางวิ่งเปล่า (Deadhead Distance)</u>

ระยะทางวิ่งเปล่า หมายถึง ระยะทางในการเดินทางจากจุดส่งสินค้าจุดสุดท้ายกลับมายังจุดรับสินค้าจุดถัดไป ซึ่งในแบบจำลองของงานวิจัยได้กำหนดให้รถขนส่งต้องเดินทางกลับไปยังจุดต้นทางเพื่อรับสินค้าในวันถัดไป ดังนั้น ระยะทางวิ่งเปล่าในงานวิจัยนี้จะหมายถึง

ระยะทางในการเดินทางจากจุดส่งสินค้าจุดสุดท้ายกลับไปยังจุดรับสินค้า ซึ่งในทางปฏิบัติการขนส่งสินค้าที่มีประสิทธิภาพจะต้องทำการลดระยะทางการวิ่งเปล่าให้มากที่สุด เนื่องจากไม่เกิดการใช้รถขนส่งให้เกิดประโยชน์ ในงานวิจัยนี้จึงจะได้เปรียบเทียบระยะทางวิ่งเปล่าที่เกิดขึ้นและต้นทุนการขนส่งที่สามารถประหยัดได้จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเส้นทาง (Optimization) เทียบกับระยะทางวิ่งเปล่าที่เกิดขึ้นจากการจำลองจัดเส้นทาง (Baseline)

3. ความน่าเชื่อถือของเส้นทางที่จัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Route Reliability : RR)

ผู้วิจัยจะนำตัวอย่างของเส้นทางที่จัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วงเวลาละ 1 วัน นำไปให้ทางพนักงานขับรถที่มีประสบการณ์ในการจัดส่งสินค้าในเขตกรุงเทพและปริมณฑลเป็นผู้ประเมินความเหมาะสมของเส้นทาง โดยคัดเลือกพนักงานขับรถมาจำนวน 10 คนให้ตอบแบบสอบถามที่มีข้อมูลของเส้นทางขนส่ง และประเมินผลตามเกณฑ์ ดังนี้

$$RR = \frac{\text{จำนวนเที่ยวรถที่มีเส้นทางเหมาะสม}}{\text{จำนวนเที่ยวรถทั้งหมด}}$$

ถ้าค่า RR > 85% แสดงว่าเส้นทางที่จัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมสามารถนำไปปฏิบัติงานได้จริง แต่ถ้าค่า RR <= 85% แสดงว่าเส้นทางที่จัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความไม่เหมาะสม ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองและนำไปให้พนักงานขับรถทำการประเมินอีกครั้ง จนกว่าค่า RR ที่ได้จะมีค่ามากกว่า 85%

### 3.8 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

จากประโยชน์ของโปรแกรม TMod ในการคาดการณ์ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนสมมติฐานและข้อจำกัดในแบบจำลองนั้น งานวิจัยจึงได้กำหนดให้มีการทดสอบความสามารถของโปรแกรม 2 ส่วนคือ

1. การปรับเปลี่ยนสมมติฐานโดยให้มีการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้น 40 สต. จากราคาที่ได้กำหนดไว้ในแบบจำลองไว้ที่ 26.30 บาท/ลิตรเป็น 26.70 บาท/ลิตร เพื่อคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการขนส่ง
2. การคำนวณปริมาณการใช้รถขนส่งที่เหมาะสมสำหรับคำสั่งขนส่งในช่วงที่พิจารณา เนื่องจากในการคำนวณข้างต้นมีการจำกัดจำนวนรถขนส่งในแบบจำลองให้มีค่าไม่เกินจำนวนรถขนส่งที่มีอยู่จริง แต่หากบริษัทตัวอย่างสามารถเพิ่มหรือลดจำนวนรถขนส่งได้

อย่างอิสระ เพื่อให้สามารถบริหารต้นทุนการขนส่งให้ต่ำที่สุดนั้น จะต้องมีการเตรียมรถขนส่งแต่ละประเภทจำนวนเท่าใด

### 3.9 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในส่วนสุดท้ายจะเป็นการสรุปผลของงานวิจัย การนำเสนอข้อจำกัดของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการประมวลผล และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับนำแบบจำลองไปขยายผลการใช้งานไปยังส่วนงานอื่น ๆ ที่ยังไม่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้เพื่อเป็นการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้เกิดประโยชน์กับผู้ใช้งานสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 4
# การจัดทำแบบจำลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้จะเป็นการนำข้อมูลที่ทำการเก็บรวบรวมทั้งหมดนำมาจัดทำเป็นแบบจำลองของระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการวางแผนจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบกับการวางแผนจัดเส้นทางด้วยคน

## 4.1 สภาพที่ตั้งและรูปแบบการขนส่งสินค้าในปัจจุบัน

จากการศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานของการส่งสินค้าไม่เต็มคันรถของบริษัทตัวอย่างในบทที่ 3 พบว่าบริษัทตัวอย่างมีการแบ่งกลุ่มสินค้าที่รับผิดชอบในการจัดส่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ สินค้าของผู้ว่าจ้างภายในเครือฯ และสินค้าของผู้ว่าจ้างนอกเครือฯ

สินค้าของผู้ว่าจ้างภายในเครือฯ จะถูกส่งจากศูนย์กระจายสินค้า A ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า คลังสินค้า A ซึ่งตั้งอยู่บริเวณหลัก กม.ที่ 40 ของถนนพหลโยธินฝั่งขาเข้า

สินค้าของผู้ว่าจ้างภายนอกเครือฯ จะถูกส่งจากศูนย์กระจายสินค้า B ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า คลังสินค้า B) ซึ่งตั้งอยู่บริเวณหลักกม. ที่ 39 ของถนนพหลโยธินฝั่งขาออก (ห่างจากศูนย์กระจายสินค้า A ประมาณ 5 กม.)

แผนภาพที่ 4.1 แสดงที่ตั้งคลังสินค้า A และ B ของบริษัทตัวอย่าง

งานวิจัยฉบับนี้จะจำกัดขอบเขตเฉพาะการจัดส่งสินค้าจากทั้ง 2 คลังที่กล่าวถึงข้างต้นไปยังลูกค้าที่ตั้งอยู่ในเขตกทม. และปริมณฑลเท่านั้น และไม่รวมถึงการจัดส่งสินค้าเข้าคลังทั้ง 2 แห่ง เนื่องจากปัจจุบันมีการขนส่งในลักษณะของการขนส่งแบบเต็มคันรถ

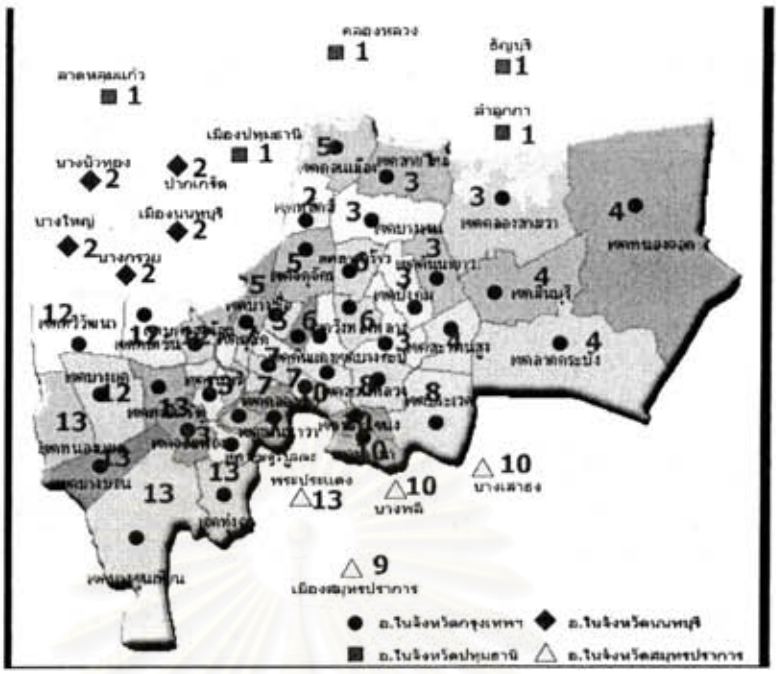
รูปแบบการขนส่งสินค้าของทั้ง 2 กลุ่มจะใช้ลักษณะการขนส่งแบบการจัดส่งตามตารางเดินรถ หรือ Window Delivery คือจะมีการกำหนดวันในการจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้าอย่างแน่นอนตามเส้นทางต่าง ๆ ที่ได้มีการกำหนดไว้ล่วงหน้า สำหรับในเขตกทม. และปริมณฑล มีลักษณะการส่งสินค้าเป็นประจำทุกวันรวมทั้งสิ้น 12 เส้นทาง โดยปัจจุบันมีตารางเวลาเดินรถของลูกค้าในเขตกทม. และปริมณฑลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงเส้นทางการขนส่งสินค้าตามตารางเวลาเดินรถในเขตกทม. และปริมณฑล

Zone Window : ภาคตะวันออก

| ZONE | Route | Route | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MT1 | นล.บน 1 | คลองหลวง | ธัญบุรี | ลำลูกกา | เมืองปทุมธานี | ลาดหลุมแก้ว | |
| MT2 | นล.บน 2 | หลักสี่ | ปากเกร็ด | เมืองนนทบุรี | บางกรวย | บางใหญ่ | บางบัวทอง |
| MT3 | นล.บน 3 | สายไหม | บางเขน | คันนายาว | บึงกุ่ม | บางกะปิ | คลองสามวา |
| MT4 | นล.บน 4 | สะพานสูง | มีนบุรี | หนองจอก | ลาดกระบัง | | |
| MT5 | นล.บน 5 | ดอนเมือง | จตุจักร | บางซื่อ | พญาไท | | |
| MT6 | นล.บน 6 | ลาดพร้าว | วังทองหลาง | ดินแดง | ห้วยขวาง | | |
| MT7 | นล.บน 7 | ดุสิต | ราชเทวี | ป้อมปราบศัตรูพ่าย | พระนคร | สัมพันธวงศ์ | ปทุมวัน |
| | | บางรัก | สาทร | บางคอแหลม | ยานนาวา | | |
| MT8 | นล.ล่าง 1 | วัฒนา | สวนหลวง | ประเวศ | ศรีนครินทร์ | | |
| MT9 | นล.ล่าง 2 | เมืองสมุทรปราการ | สำโรง | | | | |
| MT10 | นล.ล่าง 3 | คลองเตย | พระโขนง | บางนา | บางพลี | กิ่งอำเภอบางเสาธง | |
| MT11 | นล.ล่าง 4 | คลองเตย | ทวีวัฒนา | สามพราน | บางพลัด | บางกอกน้อย | บางกอกใหญ่ |
| | | บางแค | | | | | |
| MT12 | นล.ล่าง 5 | ภาษีเจริญ | ธนบุรี | จอมทอง | หนองแขม | บางบอน | บางขุนเทียน |
| | | ราษฎร์บูรณะ | ทุ่งครุ | พระประแดง | | | |

จากตารางสามารถอธิบายได้ว่า Route น.ล.บน 1 หรือนครหลวงบน 1 ประกอบด้วยอำเภอที่จัดส่งสินค้าในเส้นทางเดียวกัน คือ อ.คลองหลวง อ.ธัญบุรี อ.ลำลูกค้า อ.เมืองปทุมธานี และอ.ลาดหลุมแก้ว โดยการจัดส่งสินค้าจะไม่จัดส่งข้ามเส้นทาง ทั้งนี้จำนวนอำเภอในแต่ละเส้นทางมีไม่เท่ากันตามสภาพการจราจรและระยะทางที่รถขนส่งสามารถจัดส่งได้เสร็จภายใน 1 วัน เมื่อนำเส้นทางเหล่านั้นมาจัดแสดงบนแผนที่กรุงเทพและปริมณฑลสามารถแสดงขอบเขตการจัดส่งสินค้าของแต่ละเส้นทางตามแผนภาพที่ 4.2 ได้ดังนี้




แผนภาพที่ 4.2 แสดงเส้นทางของตารางเวลาเดินรถตามอำเภอต่าง ๆ

**4.2 การสร้างแบบจำลองในการวิเคราะห์**

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 3 เพื่อใช้ในสร้างแบบจำลองและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

4.2.1 ข้อมูลคำสั่งขนส่งระหว่างเดือน ม.ค.-มิ.ย. 2549 สามารถแสดงผลได้ดังตาราง

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลจำนวนคำสั่งขนส่งรายเดือนตั้งแต่เดือนม.ค. – มิ.ย.2549

| เดือน | จำนวนคำสั่งขนส่ง (รายการ) |
|---|---|
| มกราคม | 5,246 |
| กุมภาพันธ์ | 5,006 |
| มีนาคม | 4,982 |
| เมษายน | 5,014 |
| พฤษภาคม | 6,383 |
| มิถุนายน | 6,388 |

ผู้วิจัยได้เลือกข้อมูลคำสั่งขนส่งของเดือน มีนาคม เป็นตัวแทนของเดือนที่มีคำสั่งขนส่งน้อยที่สุด (Low Season) และข้อมูลคำสั่งขนส่งของเดือน มิถุนายน เป็นตัวแทนของเดือนที่มีคำสั่งขนส่งมากที่สุด (High Season) โดยจำนวนข้อมูลคำสั่งขนส่งในแต่ละวันของทั้ง 2 เดือนสามารถแสดงได้ดังตาราง

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลจำนวนคำสั่งขนส่งแยกรายวันของเดือนมี.ค.2549 และเดือนมิ.ย.2549

| วันที่ขนส่ง | คลังสินค้า A | คลังสินค้า B | รวมทั้งสิ้น |
|---|---|---|---|
| 1/3/2006 | 273 | | 273 |
| 2/3/2006 | 68 | | 68 |
| 3/3/2006 | 145 | | 145 |
| 4/3/2006 | 39 | | 39 |
| 6/3/2006 | 293 | | 293 |
| 7/3/2006 | 65 | | 65 |
| 8/3/2006 | 145 | | 145 |
| 9/3/2006 | 305 | | 305 |
| 10/3/2006 | 96 | | 96 |
| 11/3/2006 | 114 | | 114 |
| 13/3/2006 | 93 | | 93 |
| 14/3/2006 | 108 | 13 | 121 |
| 15/3/2006 | 131 | | 131 |
| 16/3/2006 | 170 | 17 | 187 |
| 17/3/2006 | 201 | 24 | 225 |
| 18/3/2006 | 57 | 26 | 83 |
| 19/3/2006 | | 8 | 8 |
| 20/3/2006 | 188 | 16 | 204 |
| 21/3/2006 | 231 | 26 | 257 |
| 22/3/2006 | 174 | 16 | 190 |
| 23/3/2006 | 199 | 33 | 232 |
| 24/3/2006 | 267 | 15 | 282 |
| 25/3/2006 | 243 | 18 | 261 |
| 27/3/2006 | 184 | 33 | 217 |
| 28/3/2006 | 144 | | 144 |
| 29/3/2006 | 328 | 49 | 377 |
| 30/3/2006 | 153 | 39 | 192 |
| 31/3/2006 | 177 | 58 | 235 |
| รวมทั้งสิ้น | 4591 | 391 | 4982 |

| วันที่ขนส่ง | คลังสินค้า A | คลังสินค้า B | รวมทั้งสิ้น |
|---|---|---|---|
| 1/6/2006 | 90 | 177 | 267 |
| 2/6/2006 | 179 | 119 | 298 |
| 3/6/2006 | 148 | 104 | 252 |
| 5/6/2006 | 111 | 127 | 238 |
| 6/6/2006 | 75 | 99 | 174 |
| 7/6/2006 | 130 | 119 | 249 |
| 8/6/2006 | 167 | 113 | 280 |
| 9/6/2006 | 150 | 99 | 249 |
| 10/6/2006 | 128 | 45 | 173 |
| 12/6/2006 | 3 | | 3 |
| 13/6/2006 | 14 | 21 | 35 |
| 14/6/2006 | 262 | 227 | 489 |
| 15/6/2006 | 73 | 181 | 254 |
| 16/6/2006 | 169 | 101 | 270 |
| 17/6/2006 | 135 | 82 | 217 |
| 19/6/2006 | 176 | 90 | 266 |
| 20/6/2006 | 208 | 88 | 296 |
| 21/6/2006 | 181 | 117 | 298 |
| 22/6/2006 | 95 | 165 | 260 |
| 23/6/2006 | 190 | 80 | 270 |
| 24/6/2006 | 96 | 195 | 291 |
| 26/6/2006 | 135 | 100 | 235 |
| 27/6/2006 | 153 | 129 | 282 |
| 28/6/2006 | 149 | 92 | 241 |
| 29/6/2006 | 189 | 135 | 324 |
| 30/6/2006 | 47 | 130 | 177 |
| รวมทั้งสิ้น | 3453 | 2935 | 6388 |

ในรายละเอียดของคำสั่งขนส่งจะมีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

- เลขที่คำสั่งขนส่ง
- วันที่ลูกค้าต้องการสินค้า
- สถานที่รับและส่งสินค้า
- น้ำหนักและปริมาตรของสินค้าที่สั่งซื้อ

4.2.2 เวลาที่พนักงานใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถในแต่ละวัน โดยเริ่มนับจากวัน/เวลาที่พนักงานได้รับคำสั่งขนส่งจากลูกค้าจนกระทั่งจัดเป็นเที่ยวขนส่งแล้วเสร็จ ซึ่งจากการเก็บข้อมูลจากพนักงานที่มีหน้าที่ในการจัดเส้นทางการขนส่งจำนวน 6 คน สามารถเก็บข้อมูลได้ดังตารางที่ 4.4

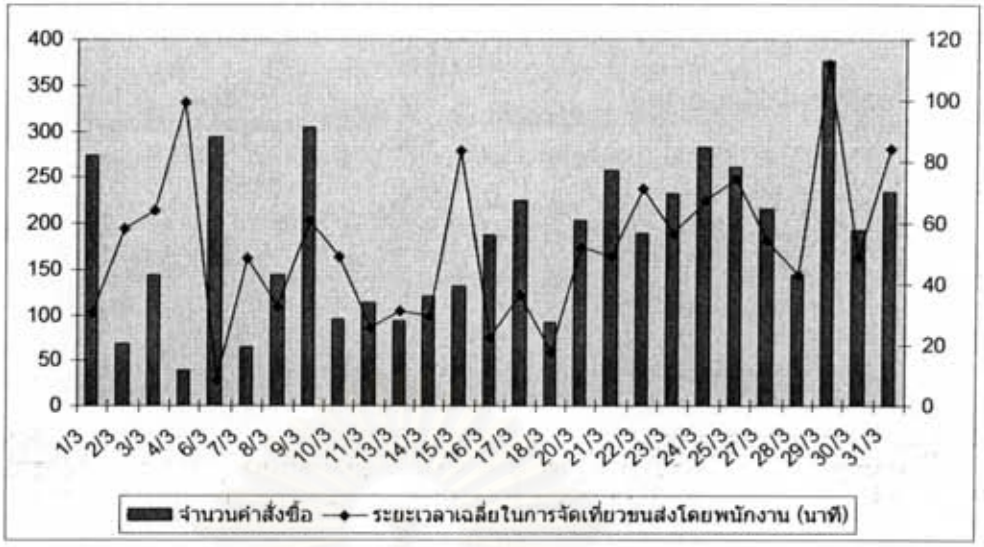
ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลระยะเวลาเฉลี่ยในการจัดเส้นทางโดยพนักงานจำนวน 6 คนในเดือนมี.ค. 2549 และ มิ.ย.2549

| วันที่ | จำนวนคำสั่งซื้อ | ระยะเวลาเฉลี่ยในการจัดเที่ยวขนส่ง (นาที) |
|---|---|---|
| 1/3 | 273 | 31 |
| 2/3 | 68 | 59 |
| 3/3 | 145 | 65 |
| 4/3 | 39 | 99 |
| 6/3 | 293 | 9 |
| 7/3 | 65 | 48 |
| 8/3 | 145 | 33 |
| 9/3 | 305 | 61 |
| 10/3 | 96 | 49 |
| 11/3 | 114 | 26 |
| 13/3 | 93 | 31 |
| 14/3 | 121 | 30 |
| 15/3 | 131 | 84 |
| 16/3 | 187 | 23 |
| 17/3 | 225 | 37 |
| 18/3 | 91 | 18 |
| 20/3 | 204 | 52 |
| 21/3 | 257 | 49 |
| 22/3 | 190 | 71 |
| 23/3 | 232 | 57 |
| 24/3 | 282 | 67 |
| 25/3 | 261 | 75 |
| 27/3 | 217 | 55 |
| 28/3 | 144 | 43 |
| 29/3 | 377 | 112 |
| 30/3 | 192 | 49 |
| 31/3 | 235 | 84 |
| | 4982 | 52 |

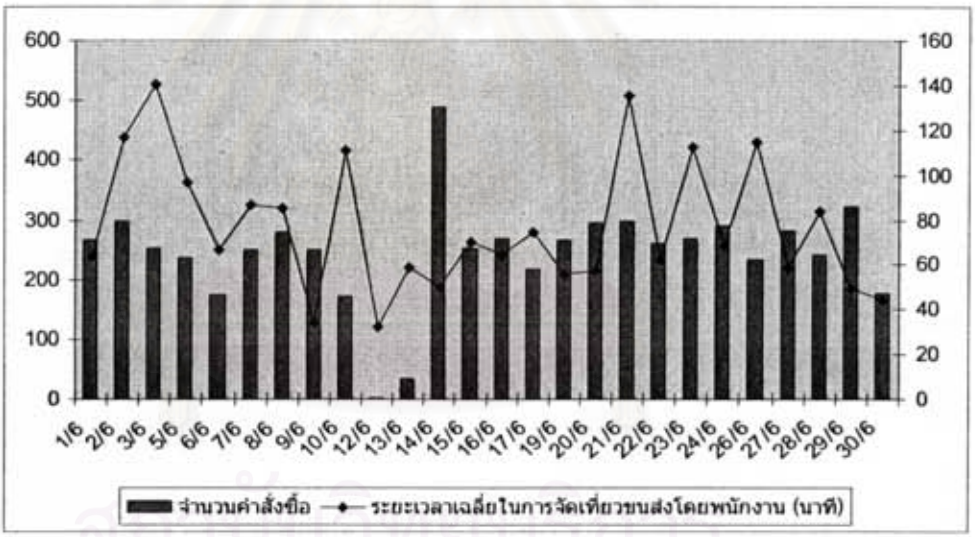
| วันที่ | จำนวนคำสั่งซื้อ | ระยะเวลาเฉลี่ยในการจัดเที่ยวขนส่ง (นาที) |
|---|---|---|
| 1/6 | 267 | 64 |
| 2/6 | 298 | 117 |
| 3/6 | 252 | 141 |
| 5/6 | 238 | 97 |
| 6/6 | 174 | 67 |
| 7/6 | 249 | 87 |
| 8/6 | 280 | 85 |
| 9/6 | 249 | 34 |
| 10/6 | 173 | 111 |
| 12/6 | 3 | 32 |
| 13/6 | 35 | 59 |
| 14/6 | 489 | 50 |
| 15/6 | 254 | 70 |
| 16/6 | 270 | 65 |
| 17/6 | 217 | 75 |
| 19/6 | 266 | 56 |
| 20/6 | 296 | 57 |
| 21/6 | 298 | 136 |
| 22/6 | 260 | 62 |
| 23/6 | 270 | 113 |
| 24/6 | 291 | 69 |
| 26/6 | 235 | 114 |
| 27/6 | 282 | 59 |
| 28/6 | 241 | 84 |
| 29/6 | 324 | 50 |
| 30/6 | 177 | 44 |
| | 6388 | 77 |

จากตารางแสดงข้อมูลระยะเวลาเฉลี่ยของการจัดเส้นทางด้วยพนักงาน 6 คน เมื่อนำข้อมูลมาจัดทำเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคำสั่งขนส่งกับระยะเวลาที่ใช้ในการจัดเส้นทางขนส่ง สามารถสรุปได้ดังแผนภาพ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




แผนภาพที่ 4.3(ก) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคำสั่งขนส่งและระยะเวลาในการจัดเที่ยวขนส่งของเดือนมี.ค.2549




แผนภาพที่ 4.3(ข) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคำสั่งขนส่งและระยะเวลาในการจัดเที่ยวขนส่งของเดือนมิ.ย.2549

จากแผนภาพที่ 4.3(ก) และ 4.3(ข) พบว่าระยะเวลาในการจัดเส้นทางไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณคำสั่งขนส่ง ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวเป็นการเก็บผลการจัดเส้นทางจากพนักงานจำนวน 6 คนที่มีประสบการณ์แตกต่างกัน และลักษณะของคำสั่งขนส่งมีความยากง่ายไม่เท่ากันในแต่ละวัน เช่น บางวันอาจจะมีจำนวนคำสั่งขนส่งน้อยแต่มีความหลากหลายของปลายทางขนส่ง ทำให้

พนักงานต้องใช้เวลาในการจัดเส้นทางนานกว่าปกติ ปัญหาดังกล่าวส่งผลต่อความสม่ำเสมอของประสิทธิภาพในการบริหารงานของบริษัทตัวอย่างที่ไม่สามารถกำหนดเป็นมาตรฐานได้

4.2.3 ข้อมูลรายละเอียดของสถานที่รับและส่งสินค้า ประกอบด้วย

- สถานที่รับสินค้าจำนวน 2 แห่งคือ คลังสินค้า A และคลังสินค้า B
- สถานที่ส่งสินค้าจำนวน 781 แห่งกระจายอยู่ทั่วกรุงเทพฯ และปริมณฑล โดยมีการกระจายตัวของสถานที่ส่งสินค้าได้ตามภาพ

แผนภาพที่ 4.4 แสดงลักษณะการกระจายตัวของลูกค้าจำนวน 781 ราย

- **พิกัดทางภูมิศาสตร์ของสถานที่รับและส่งสินค้า ซึ่งมีวิธีการในการเก็บข้อมูล 2 ทางคือ**
  1. จากการนำอุปกรณ์ GPS Handheld ไปเก็บข้อมูลพิกัดละติจูด และลองติจูดบริเวณหน้าสถานที่รับและส่งสินค้า
  2. จากการบันทึกสถานที่รับและส่งสินค้าลงบนโปรแกรมแผนที่ ArcMap โดยใช้ข้อมูลจากแผนที่ที่ได้รับจากทางลูกค้า
- ปริมาณสินค้าที่มากที่สุดที่แต่ละจุดรับ/ส่งสินค้าสามารถรับได้ในรูปของน้ำหนักและปริมาตร เนื่องจากรูปแบบการขนส่งสินค้าไม่เต็มคันรถของลูกค้าที่ตั้งอยู่ในเขตกทม. และปริมณฑลในปัจจุบันใช้รถขนส่ง 2 ประเภทคือ รถ 4 ล้อ และ รถ 6 ล้อ ซึ่งเป็นรถขนาดเล็กที่สามารถส่งสินค้าได้ทุกพื้นที่ และไม่ติดข้อจำกัดในเรื่องการห้ามรถบรรทุกขนาดใหญ่เข้าเมืองตั้งแต่เวลา 6.00 - 21.00 น. ดังนั้นปริมาณสินค้าที่มากที่สุดที่แต่ละจุดรับ/ส่งสินค้าสามารถรับได้

ในรูปของน้ำหนักและปริมาตรจะเท่ากับปริมาณการบรรทุกของรถขนาดใหญ่ที่สุดที่ลูกค้าสามารถรับได้คือ ปริมาณการบรรทุกของรถ 6 ล้อ

- วัน/เวลาปฏิบัติงาน และระยะเวลาเฉลี่ยในการ Loading และ Unloading ของสถานที่รับและส่งสินค้า ซึ่งจากการเก็บข้อมูลในภาคสนามสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทดังตาราง

ตารางที่ 4.5 แสดงข้อมูลระยะเวลาปฏิบัติงานของจุดรับ/ส่งสินค้า

| ประเภทของสถานที่ | วันทำการ | เวลาทำการ | ประเภทกิจกรรม | ระยะเวลา | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ค่าต่ำสุด | ค่าสูงสุด | ค่าผันแปร |
| คลังสินค้า A | จันทร์-เสาร์ | 7.30 – 24.00 | รับสินค้า | 90 นาที | 180 นาที | 1.5 นาที/100 ก.ก. |
| คลังสินค้า B | จันทร์-เสาร์ | 7.30 – 24.00 | รับสินค้า | 90 นาที | 180 นาที | 1.5 นาที/100 ก.ก. |
| ลูกค้า | จันทร์-เสาร์ | 8.00 -17.00 | ส่งสินค้า | 30 นาที | 90 นาที | 1.5 นาที/100 ก.ก. |

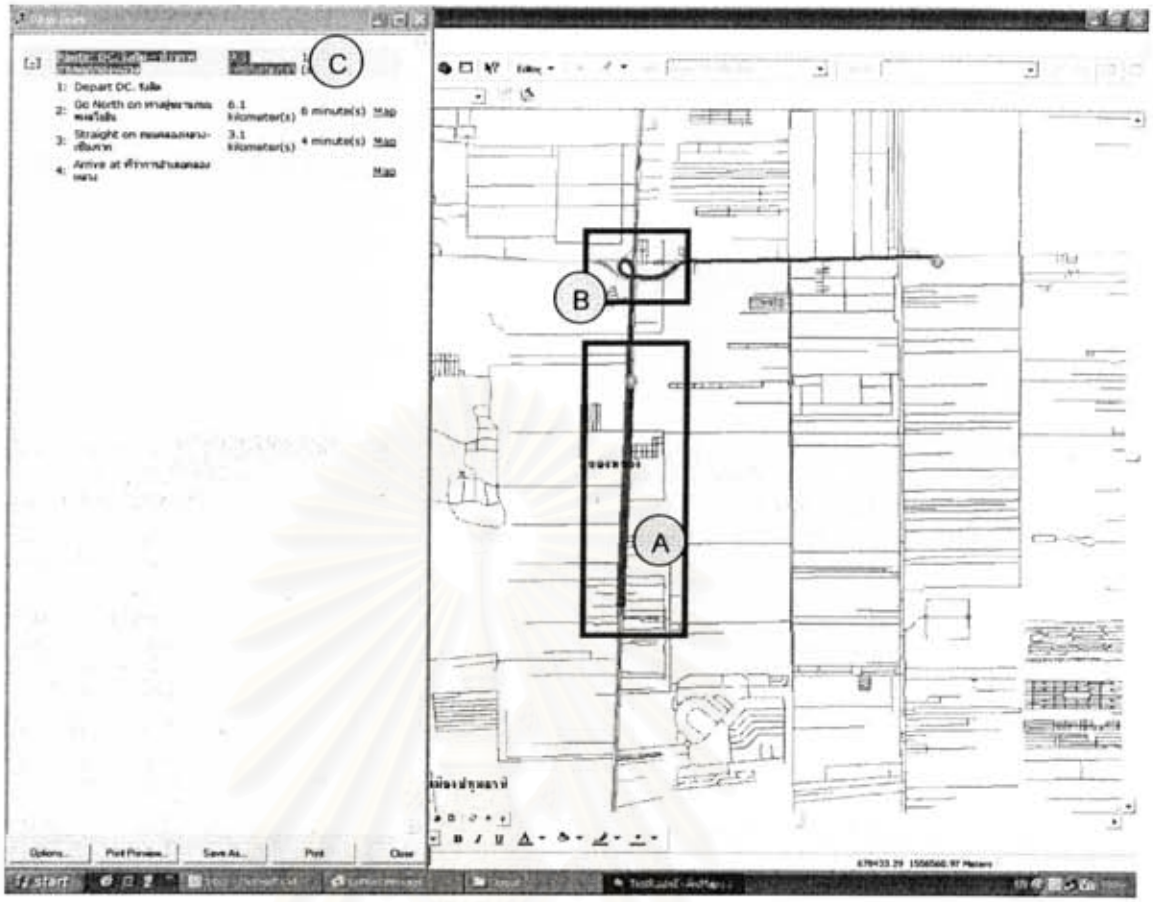
4.2.4 ข้อมูลระยะทางและเวลาในการเดินทางระหว่างจุดรับและจุดส่งสินค้า ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณหาระยะทางและเวลาโดยใช้โปรแกรม Network Analysis Extension ซึ่งเป็นโปรแกรมเสริมของโปรแกรม ArcMap ที่มีความน่าเชื่อถือในการคำนวณ ผ่านทางระบบแผนที่อิเลคโทรนิกส์ที่มีความละเอียดมาตราส่วน 1:4000 สำหรับในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

- Download ข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ของสถานที่รับและส่งสินค้าที่เก็บจากอุปกรณ์ GPS ลงในโปรแกรมสำเร็จรูป MS Excel และ Upload เข้าโปรแกรม ArcMap ผ่านทาง Function Add XY Data เพื่อนำไปรวมกับข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ของสถานที่รับและส่งสินค้าที่ทำการบันทึกตรงลงไปในโปรแกรม ArcMap จากแผนที่ที่ได้รับจากลูกค้า โดยเลือกใช้ Geographic Coordinate System แบบ WGS 1984.prj
- สร้างชั้นข้อมูล (Layer) ของกลุ่มสถานที่รับและส่งสินค้า และทำการบันทึกให้เป็น Shape File โดยเลือกใช้ Projected Coordinate System แบบ WGS 1984 UTM Zone47N.prj ซึ่งเป็น Zone ที่ตั้งของประเทศไทย

- ทำการคำนวณหาระยะทางระหว่างจุดโดยใช้โปรแกรม Network Analysis Extension ซึ่งมีความสามารถในการค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุดระหว่างจุดสองจุด (Shortest Path) หรือหลาย ๆ จุด ตามหลักการ เส้นทางที่สั้นที่สุดจะเป็นเส้นทางที่มีค่าความด้านทานน้อยที่สุดที่ได้อธิบายถึงในบทที่ 3
- ทำการกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณระยะทางที่เหมาะสม ประกอบด้วย
    1. กำหนด Tolerance ระหว่างพิกัดที่บันทึกลงไปในแผนที่กับโครงข่ายถนนที่ 3,000 ม. เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณหาระยะทางระหว่างจุดได้ (จุดที่เก็บข้อมูลจาก GPS อาจจะไม่ได้ตั้งอยู่ติดกับถนนทุกครั้ง เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนของพิกัดที่วัดได้จาก Handheld GPS จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดค่า Tolerance เพื่อให้ระบบสามารถคำนวณระยะทางได้)
    2. ให้พิจารณาลักษณะการจราจรตามสภาพเส้นทางจราจรในปัจจุบัน เช่น ถนนเดินรถทางเดียวหรือเดินรถสวนกันได้
    3. ให้พิจารณาระยะทางส่วนที่เพิ่มในกรณีที่ต้องมีการเลี้ยวกลับรถเพื่อส่งสินค้าให้กับลูกค้า
    4. ทำการคำนวณระยะทางระหว่างจุดรับ/ส่งสินค้าทั้งหมด 783 จุด (ต้นทาง 2 จุดและปลายทาง 781 จุด) ได้ความสัมพันธ์ของระยะทางทั้งสิ้น 314,028 คู่ โดยตัวอย่างของผลลัพธ์ข้อมูลระยะทางที่ได้จากโปรแกรม Network Analysis Extension ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และเส้นทางรวมถึงระยะทางในแต่ละคู่ที่ทำการคำนวณจะแสดงได้ดังแผนภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.6 แสดงตัวอย่างข้อมูลระยะทางระหว่างจุด 2 จุดที่ได้จากการคำนวณในโปรแกรม Network Analysis Extension

| ต้นทาง | ปลายทาง | ระยะทาง (กม.) |
|---|---|---|
| CU-3000000 | CU-3000001 | 7.35 |
| CU-3000000 | CU-3000002 | 9.74 |
| CU-3000000 | CU-3000003 | 2.89 |
| CU-3000000 | CU-3000004 | 6.95 |
| CU-3000000 | CU-3000005 | 4.65 |
| CU-3000000 | CU-3000006 | 20.50 |




แผนภาพที่ 4.5 แสดงเส้นทางที่สั้นที่สุดที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม Network Analysis Extension

จากแผนภาพที่ 4.5 ผู้วิจัยได้ลองคำนวณหาระยะทางจากคลังสินค้า A ซึ่งตั้งอยู่บนถนนพหลโยธินฝั่งขาเข้าไปยังลูกค้าที่ตั้งอยู่บริเวณอ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี โดยจากผลการคำนวณหาระยะทางจะเห็นได้ว่า โปรแกรมมีการคำนวณเส้นทางตามสภาพการจราจรจริงโดยสังเกตได้จากที่ จุด A โปรแกรมได้คำนวณเรื่องของการเลี้ยวกลับรถเพื่อย้อนกลับมาที่ฝั่งถนนพหลโยธินขาออก เพื่อเดินทางไปจุดตัดระหว่างถนนพหลโยธินกับถนนคลองหลวง ที่จุด B โปรแกรมได้คำนวณเรื่องของการกลับรถอีกครั้งเพื่อเข้าสู่ถนนคลองหลวง และเดินทางไปยังจุดส่งสินค้าปลายทาง โดยระยะทางในการเดินทางจะปรากฏอยู่ที่จุด C จึงสรุปได้ว่าโปรแกรมดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการคำนวณหาระยะทางระหว่างจุด 2 จุดได้อย่างน่าเชื่อถือ

- ทำการเก็บข้อมูลอัตราความเร็วเฉลี่ยของรถที่เดินทางในเขตกรุงเทพมหานครจากฐานข้อมูลสถิติการจราจรในปี 2549 ของสำนักการจราจรและขนส่งกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้มีการเก็บข้อมูลอัตราความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางบนถนนในเขตกรุงเทพมหานครในช่วงนอกเวลาเร่งด่วนระหว่างเวลา 10.00-

15.00 น. (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก.) ซึ่งเป็นช่วงที่มีการขนส่งสินค้าในสภาพปกติ เพื่อนำมาหาหาค่าเฉลี่ยของอัตราความเร็วจากถนนสายหลักในแต่ละเขตพื้นที่เพื่อนำมาเฉลี่ยหาเป็นอัตราความเร็วของการเดินทางในเขตกรุงเทพฯ ซึ่งจากการคำนวณสามารถคำนวณได้เท่ากับ 26.51 กม./ชม. ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงอัตราความเร็วเฉลี่ยของการเดินทางในกรุงเทพมหานคร

| ถนน | ขาเข้า | ขาออก | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|
| จรัลสนิทวงศ์ | 29.5 | 33.72 | 31.61 |
| เจริญกรุง (ต้น) | 12.12 | 12.22 | 12.17 |
| เจริญกรุง (ปลาย) | 20.1 | 15.91 | 18.01 |
| เจริญนคร | 26.85 | 23.64 | 25.25 |
| แจ้งวัฒนะ | 38.24 | 37.67 | 37.96 |
| บรมราชชนนี | 59.07 | 67.1 | 63.09 |
| ประชาธิปก | 30.62 | 27.41 | 29.02 |
| ประชาสงเคราะห์ | 15.14 | 19.79 | 17.47 |
| พญาไท | 8.73 | 9.59 | 9.16 |
| พระราม 1 | 18.44 | 13.1 | 15.77 |
| พระราม 2 | 50.87 | 41.46 | 46.17 |
| พระราม 3 | 62.43 | 47.82 | 55.13 |
| พระราม 6 | 18.28 | 22.5 | 20.39 |
| พหลโยธิน | 22.85 | 28.64 | 25.75 |
| พัฒนาการ | 33.66 | 35.11 | 34.39 |
| เยาวราช | | 10.24 | 10.24 |
| ราชดำริ | 16.98 | 16.79 | 16.89 |
| ราชวิถี | 18.28 | 24.25 | 21.27 |
| รามคำแหง | 17.74 | 26.03 | 21.89 |
| รามคำแหง (ปลาย) | 41.62 | 48.07 | 44.85 |
| รามอินทรา | 33.32 | 44.07 | 38.70 |
| ศรีนครินทร์ | 23.44 | 29.74 | 26.59 |
| สวรรคโลก | 10.58 | 16.94 | 13.76 |
| สาทร | 15.16 | 13.26 | 14.21 |
| สามเสน | 22.18 | 24.21 | 23.20 |
| สีลม | 14.47 | 18.87 | 16.67 |
| สุขุมวิท | 18.59 | 19.53 | 19.06 |
| เสรีไทย | 34.99 | 36.29 | 35.64 |
| หลานหลวง | 15.09 | | 15.09 |
| อโศก | 35.08 | 20.74 | 27.91 |
| เพชรเกษม | 36.26 | 32.88 | 34.57 |
| | | | 26.51 |

4.2.5 ข้อมูลรถขนส่งที่ใช้ในแบบจำลอง ในงานวิจัยนี้เนื่องจากเป็นการขนส่งสินค้าในเขตกรุงเทพและปริมณฑล ซึ่งปัจจุบันมีมาตรการของทางภาครัฐในการห้ามรถบรรทุกขนาดใหญ่เข้าเมืองตั้งแต่เวลา 06.00-21.00 น. ครอบคลุมพื้นที่วงแหวนชั้นใน 113 ตร.กม. ทำให้รถขนส่งขนาดเกินกว่ารถ 6 ล้อไม่สามารถเข้าทำการส่งสินค้าได้ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้มีประเภทรถขนส่งใน

แบบจำลองเพียง 2 ประเภทคือ รถ 4 ล้อ 1 ชนิดและรถ 6 ล้อ 2 ชนิดซึ่งเป็นประเภทที่มีการขนส่งจริง โดยมีข้อมูลที่ได้ดำเนินการจัดเก็บดังนี้

1. ขนาดและการรับน้ำหนักบรรทุกของรถขนส่ง ซึ่งได้มีการเก็บข้อมูลดังตาราง

ตารางที่ 4.8 แสดงข้อมูลน้ำหนักและปริมาตรการบรรทุกของประเภทรถ 4 ล้อและ 6 ล้อ

| ประเภทรถ | น้ำหนักการบรรทุก (ตัน) | ปริมาตรการบรรทุก (ลบ.ม.) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | กว้าง | ยาว | สูง | ปริมาตร |
| 4 ล้อ | 1.5 | 1.6 | 2.2 | 1.6 | 5.632 |
| 6 ล้อ 4.5 ม. | 7 | 1.9 | 4.5 | 1.8 | 15.39 |
| 6 ล้อ 5 ม. | 7 | 2.1 | 5 | 1.8 | 18.9 |

2. จำนวนจุดปลายทางในการส่งสินค้าที่มากที่สุดใน 1 วัน ซึ่งจากการเก็บข้อมูลจากภาคสนามโดยการสอบถามพนักงานขับรถที่มีประสบการณ์ในการขนส่งสินค้าเกี่ยวกับจำนวนจุดรับส่งสินค้าระหว่างการขนส่งเพื่อให้ขนส่งสินค้าให้แล้วเสร็จภายใน 1 วัน พบว่ารถ 4 ล้อสามารถแวะส่งสินค้าได้มากที่สุด 6 จุดต่อ 1 วัน และรถ 6 ล้อสามารถแวะส่งสินค้าได้มากที่สุด 4 จุดต่อ 1 วัน และจากการที่ในเขตกรุงเทพไม่มีจุดบริการพักรถสาธารณะ ดังนั้นรถขนส่งทุกคันจึงจำเป็นต้องส่งสินค้าให้แล้วเสร็จทั้งหมดภายใน 1 วันและเดินทางกลับมาที่ฐานซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกับคลังสินค้า A และคลังสินค้า B เพื่อเตรียมรับสินค้าในวันถัดไป
3. ปริมาณรถขนส่งที่สามารถปฏิบัติงานได้จริง จากการเก็บข้อมูลสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.9 แสดงข้อมูลปริมาณรถขนส่งที่สามารถปฏิบัติงานได้จริง

| ประเภทรถ | 1 – 31 มี.ค. | | 1 – 30 มิ.ย. | |
|---|---|---|---|---|
| | เที่ยว/วัน | เที่ยว/เดือน | เที่ยว/วัน | เที่ยว/เดือน |
| รถ 4 ล้อ | 25 | 750 | 50 | 1500 |
| รถ 6 ล้อ 5 ม. | 1 | 30 | 2 | 60 |
| รถ 6 ล้อ 5.5 ม. | 6 | 180 | 7 | 210 |
| รวมทั้งสิ้น | 32 | 960 | 59 | 1770 |

4.2.6 ข้อมูลค่าขนส่ง เป็นอัตราที่คำนวณตามสมมติฐานของการคำนวณอัตราค่าขนส่ง โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคาของรถ อัตราดอกเบี้ย เงินเดือนพนักงานขับรถ เงินเดือนพนักงานขนถ่ายประจำรถ ประกันภัย ทะเบียนรถ พรบ. และค่าผ่อนรถ
2. ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) ประกอบด้วย ต้นทุนน้ำมัน โดยในแบบจำลองคำนวณตามราคาน้ำมันดีเซลของเดือนมิ.ย. 49 ที่ 26.30 บาท/ลิตร ต้นทุนค่ายางรถ ค่าบำรุงรักษา ซึ่งทั้ง 3 ปัจจัยมีการแบ่งเป็นอัตราการสิ้นเปลืองของรถหนัก (มีการบรรทุก) และรถเบา (ไม่มีการบรรทุก)
3. สัดส่วนกำไรของเจ้าของรถ

อัตราค่าขนส่งที่จะนำมาใช้ในแบบจำลองสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มสินค้า คือ กลุ่มสินค้าของลูกค้าในเครือฯ ที่ขนส่งจากคลังสินค้า A มีการว่าจ้างเป็นแบบบาท/เที่ยว ตามระยะทาง ดังตารางที่ 4.10(ก) และกลุ่มสินค้าของลูกค้านอกเครือฯ ที่ขนส่งจากคลังสินค้า B จะมีการว่าจ้างเป็นแบบเหมาเที่ยว ดังตารางที่ 4.10(ข)

ตารางที่ 4.10(ก) แสดงข้อมูลอัตราค่าขนส่งของประเภทรถ 4 ล้อและ 6 ล้อสำหรับสินค้าของลูกค้าในเครือฯ

| ระยะทาง (กม.) | | | ค่าขนส่ง (บาท/เที่ยว) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 4 ล้อ | 6 ล้อ 4.5 ม. | 6 ล้อ 5 ม. |
| 0 | - | 25 | 696 | 1157 | 1478 |
| 26 | - | 50 | 747 | 1262 | 1583 |
| 51 | - | 80 | 845 | 1425 | 1792 |
| 81 | - | 110 | 1004 | 1621 | 2223 |
| 111 | - | 140 | 1171 | 1949 | 2653 |
| 141 | - | 170 | 1324 | 2216 | 3081 |
| 171 | - | 200 | 1473 | 2541 | 3508 |
| 201 | - | 230 | 1683 | 2964 | 3865 |
| 231 | - | 260 | 1930 | 3351 | 4289 |
| 261 | - | 290 | 2141 | 3514 | 4553 |
| 291 | - | 320 | 2304 | 3779 | 4871 |

ตารางที่ 4.10(ข) แสดงข้อมูลอัตราค่าขนส่งของประเภทรถ 4 ล้อและ 6 ล้อสำหรับสินค้าของลูกค้านอกเครือฯ

| ประเภทรถ | ลูกค้า | |
|---|---|---|
| | ทั่วไป | Key Account |
| 4 ล้อ | 950 | 900 |
| 6 ล้อ 5 ม. | 2000 | 1700 |
| 6 ล้อ 5.5 ม. | 2000 | 1700 |

**4.3 การวิเคราะห์ผลการดำเนินงานในปัจจุบัน**

จากการวิเคราะห์ผลการวางแผนจัดเส้นทางในปัจจุบันซึ่งเป็นการจัดเส้นทางด้วยพนักงาน สามารถสรุปผลการจัดเส้นทางของข้อมูลคำสั่งขนส่งระหว่างวันที่ 1-31 มี.ค.2549 และวันที่ 1-30 มิ.ย.2549 จำนวน 11,380 รายการ ได้ดังตารางที่ 4.11 และ 4.12

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการจัดเส้นทางด้วยพนักงานของคำสั่งขนส่งระหว่างวันที่ 1-31 มี.ค.49 ช่วง Low Season (1-31 มี.ค.2549)

| ข้อมูล | คลังสินค้า A | | | คลังสินค้า B | | | รวมทั้งสิ้น |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 ล้อ | 6 ล้อ 4.5 ม. | 6 ล้อ 5 ม. | 4 ล้อ | 6 ล้อ 4.5 ม. | 6 ล้อ 5 ม. | |
| 1. ต้นทุนค่าขนส่ง | 542,629 | 4,891 | 355,640 | 127,204 | | 1,843 | 1,032,207 |
| 2. จำนวนเที่ยวขนส่ง | 603 | 2 | 155 | 112 | | 1 | 873 |

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการจัดเส้นทางด้วยพนักงานของคำสั่งขนส่งระหว่างวันที่ 1-30 มิ.ย.49 ช่วง High Season (1-30 มิ.ย.2549)

| ข้อมูล | คลังสินค้า A | | | คลังสินค้า B | | | รวมทั้งสิ้น |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 ล้อ | 6 ล้อ 4.5 ม. | 6 ล้อ 5 ม. | 4 ล้อ | 6 ล้อ 4.5 ม. | 6 ล้อ 5 ม. | |
| 1. ต้นทุนค่าขนส่ง | 435,850 | 5,226 | 328,710 | 954,400 | 110,000 | 77,400 | 1,911,586 |
| 2. จำนวนเที่ยวขนส่ง | 513 | 3 | 131 | 924 | 55 | 58 | 1,684 |

**4.4 การกำหนดค่าตัวแปรควบคุมใน Strategy**

จากที่ได้กล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการประมวลผลในบทที่ 3 แล้วนั้น ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงวิธีการกำหนด Strategy ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน ซึ่งจากการทดลองประมวลผลซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้งเพื่อทดสอบค่าตัวแปรควบคุมต่าง ๆ สามารถกำหนด Strategy ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการทำวิจัยได้ดังนี้

```
EnforceResourceConstraints ( TRUE FALSE 0 )
CreatePlanStack ( STACK )
OptResourceConstraints ( ANY TRUE )
Initial Load
ConSamePickAndDrop ( FALSE TRUE TRUE TRUE ANY ANY 0 FALSE FALSE TRUE FALSE )
Set ( INITIAL GETPLAN () )
For ( RADIUS 20 60 20 )
  SetPlan ( INITIAL )
  Con ( 0 0 RADIUS 50 TRUE TRUE FALSE FALSE 100 FALSE 0 )
  Con ( 0 RADIUS 0 50 TRUE TRUE FALSE FALSE 100 TRUE 0 )
  PushToPlanStack ( STACK GETPLAN () )
  BreakTLLoads ( 85 50 TRUE TRUE FALSE )
  TryShipsDirect ( 3 )
  OptMove ( RADIUS RADIUS 8 0 100 1000 )
  OptSwap ( RADIUS RADIUS 8 0 100 1000 )
  OptResourceConstraints ( ANY TRUE )
  PushToPlanStack ( STACK GETPLAN () )
End
OptResourceConstraints ( ANY TRUE )
MergeSolvePlanStack ( STACK FALSE ANY FALSE )
SetUseDistanceEngine ( 0 )
```

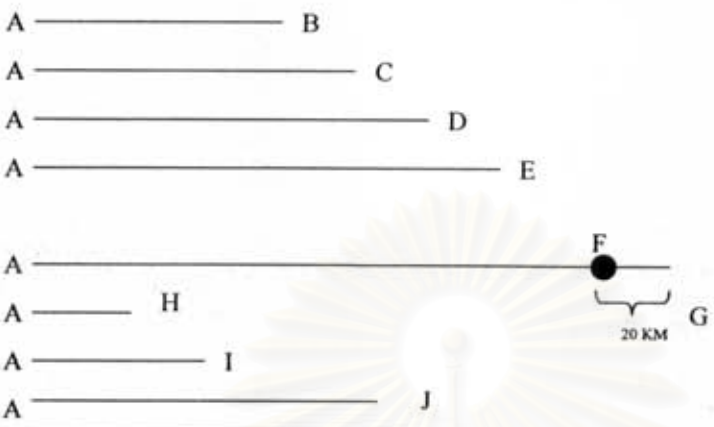
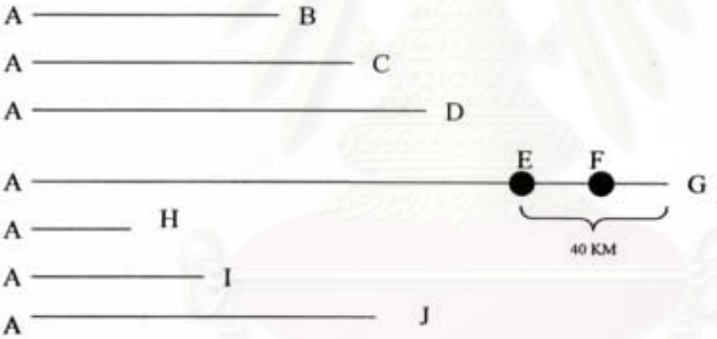
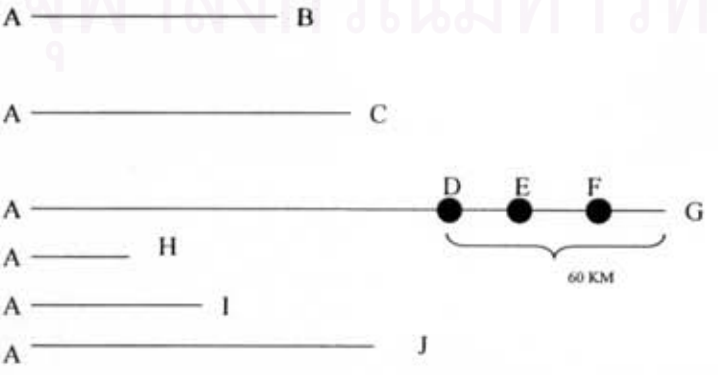
แผนภาพที่ 4.6 แสดงข้อมูล Strategy ที่จะใช้ในการประมวลผล

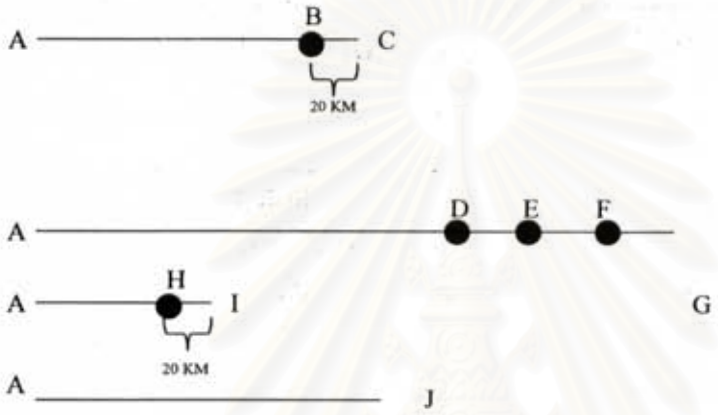
โดยความหมายและหลักการประมวลผลของแต่ละ Strategy สามารถอธิบายได้จากตัวอย่างตามตารางที่ 4.13 โดยจำนวนเที่ยวการขนส่งและค่าขนส่งในตารางที่ 4.13 เป็นตัวเลขที่ผู้วิจัยสมมติขึ้นเพื่อทำให้เข้าใจในหลักการทำงานของโปรแกรมมากยิ่งขึ้น

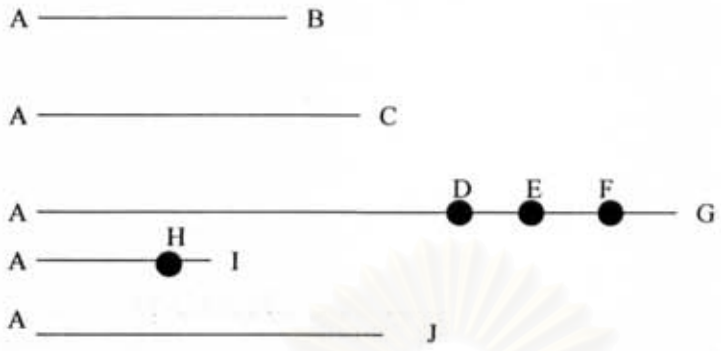
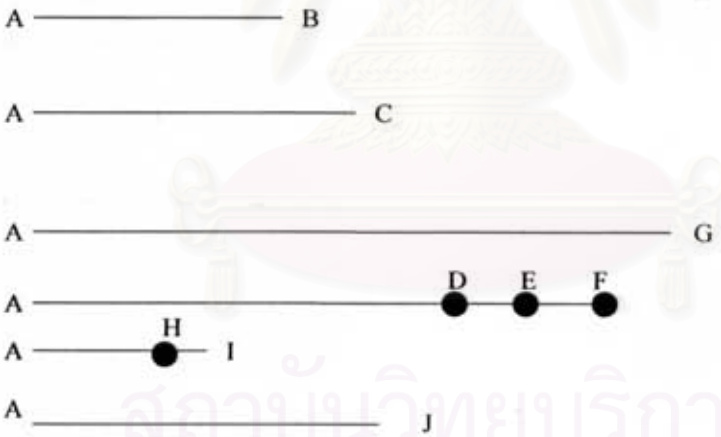
ตารางที่ 4.13 แสดงข้อมูลการกำหนดค่าตัวแปรควบคุมใน Strategy

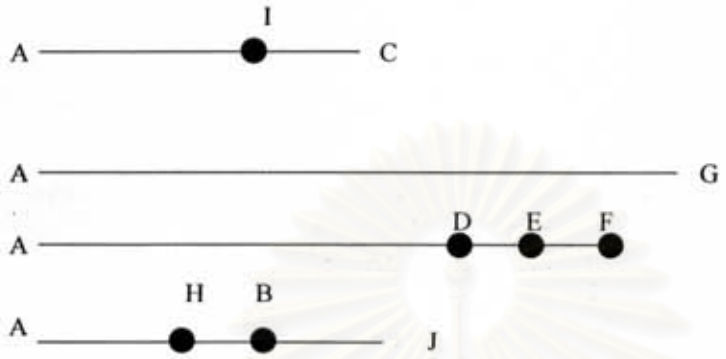
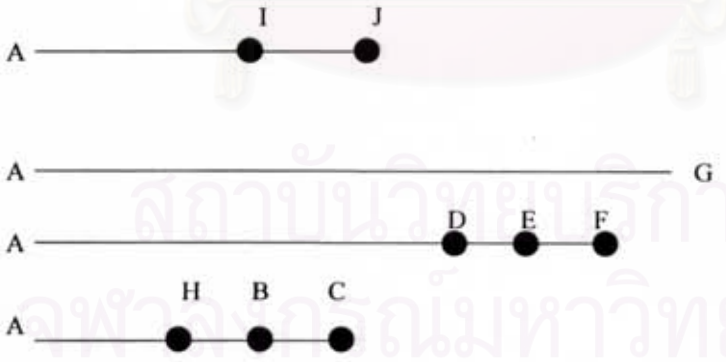
| Strategy ที่ใช้และลักษณะการปรับปรุงเที่ยวการขนส่ง | จำนวนเที่ยวขนส่ง | ต้นทุนค่าขนส่ง |
|---|---|---|
| EnforceResourceConstraints ( TRUE FALSE 0 )<br>เป็นการกำหนดให้แบบจำลองพิจารณาถึงปริมาณรถขนส่งที่สามารถปฏิบัติงานได้จริง เพื่อป้องกันปัญหาที่โปรแกรมจัดเส้นทางโดยใช้รถขนส่งเกินกว่าจำนวนที่มีอยู่จริง โดยมีการกำหนดค่าตัวแปรดังนี้<br>TRUE = กำหนดให้มีการพิจารณาถึงปริมาณรถขนส่งที่สามารถปฏิบัติงานได้จริง | | |
| CreatePlanStack ( STACK )<br>เป็นการสร้างตัวแปรที่จะใช้อ้างถึงสำหรับการเก็บข้อมูลผลลัพธ์ของการประมวลผลในแต่ละประเภทของ Strategy<br>จากตัวอย่างมีการตั้งชื่อตัวแปรว่า STACK สำหรับการเก็บข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล | | |
| OptResourceConstraints ( ANY TRUE )<br>เป็น Strategy ในการให้ระบบจัดสรรเที่ยวการขนส่งตามกำลังขนส่งที่มีอยู่ โดยจะมีการเปลี่ยนประเภทรถขนส่งไปยังประเภทที่มีต้นทุนสูงกว่าในกรณีที่ปริมาณรถขนส่งที่เหมาะสมถูกใช้หมดไปแล้ว | | |
| 1. Load Build Strategy ประกอบด้วย | | |
| 1.1 Initial Load<br>เป็นการเริ่มต้นประมวลผลโดยโปรแกรมจะนำคำสั่งขนส่งไปจัดเป็นเที่ยวรถในลักษณะของ 1 คำสั่งขนส่งต่อ 1 เที่ยวการขนส่ง จะไม่มีการรวมคำสั่งขนส่งเข้าด้วยกัน ซึ่งจะมีต้นทุนการขนส่งสูงที่สุด<br>จากตัวอย่างมีคำสั่งขนส่งทั้งหมด 10 รายการ โดยรับสินค้าที่จุด A และส่งสินค้ายังจุด B ถึง J โปรแกรมจะนำแต่ละคำสั่งขนส่งมาสร้างเป็นเที่ยวการขนส่งได้ 10 เที่ยว<br>A ——— B<br>A ——— B<br>A ——— C<br>A ——— D<br>A ——— E<br>A ——— F<br>A ——— G<br>A ——— H<br>A ——— I<br>A ——— J | 10 | 10000 |

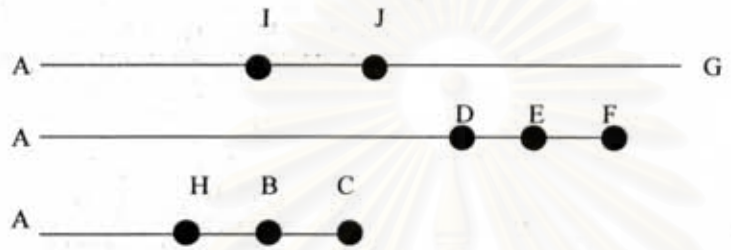
| Strategy ที่ใช้และลักษณะการปรับปรุงเที่ยวการขนส่ง | จำนวนเที่ยวขนส่ง | ต้นทุนค่าขนส่ง |
|---|---|---|
| 1.2 ConSamePickAnd Drop<br>เป็นการรวมคำสั่งขนส่งที่มีต้นทางและปลายทางเดียวกันเข้าเป็นเที่ยวการขนส่งเดียวกัน<br>จากตัวอย่างโปรแกรมจะนำคำสั่งขนส่งจาก A ไปยัง B ซึ่งมีอยู่ 2 รายการมารวมกันเป็นเที่ยวการขนส่งเดียวกัน<br>A ——— B<br>A ——— C<br>A ——— D<br>A ——— E<br>A ——— F<br>A ——— G<br>A ——— H<br>A ——— I<br>A ——— J | 9 | 9000 |
| 1.3 For ( RADIUS 20 60 20 )<br>เป็นการสร้างเงื่อนไขในการคำนวณเพื่อให้โปรแกรมนำค่าตัวเลขที่อยู่ภายในเครื่องหมายวงเล็บไปแทนค่าใน Strategy ต่าง ๆ<br>จากตัวอย่าง มีการกำหนดค่าตัวแปรดังนี้<br>RADIUS = ชื่อของตัวแปรที่จะให้มีการแทนค่า<br>20 = ค่าของตัวแปรตั้งต้น<br>60 = ค่าของตัวแปรสุดท้าย<br>20 = ค่าคงที่ที่จะเพิ่มจากตัวแปรตั้งต้นไปยังตัวแปรสุดท้าย<br>จากชุดคำสั่งนี้มีความหมายว่า หากพบตัวแปรที่ชื่อว่า RADIUS ให้ทำการแทนค่า RADIUS ด้วย 20 , 40 และ 60 ตามลำดับ | | |
| 1.4 Con ( 0 0 RADIUS 50 TRUE TRUE FALSE FALSE 100 FALSE 0 )<br>Con หรือ Consolidate เป็น Strategy ในการรวมคำสั่งขนส่งที่มีปลายทางอยู่ภายในรัศมีที่กำหนดคือเท่ากับ RADIUS มาทำการจัดเป็นเที่ยวการขนส่ง โดยโปรแกรมจะทำการเลือกจุดส่งสินค้าที่ไกลจากต้นทางมากที่สุดเรียกว่าเป็น Seed Point แล้วทำการเลือกจุดส่งสินค้าที่อยู่ถัดเข้ามาเพิ่มในเที่ยวการขนส่งจนกว่าจะเป็นไปตามข้อจำกัดที่กำหนดไว้ทั้งหมด เช่น จำนวนจุดส่งสินค้า ความจุของรถขนส่ง เป็นต้น<br>จากตัวอย่างจุดส่งสินค้าที่ไกลที่สุดคือจุด G โปรแกรมจะคัดเลือกมาเป็น Seed Point แล้วเริ่มนำค่า RADIUS ที่ได้กำหนดไว้ใน Strategy For ก่อนหน้ามาแทนค่า โดยเริ่มต้นจาก 20 โปรแกรมจะเลือกจุด F เข้ามาอยู่ในเที่ยวการขนส่งเดียวกันกับ | 8 | 8500 |

| Strategy ที่ใช้และลักษณะการปรับปรุงเที่ยวการขนส่ง | จำนวนเที่ยวขนส่ง | ต้นทุนค่าขนส่ง |
|---|---|---|
| จุด G เนื่องจากมีรัศมีจากจุด G อยู่ภายใน 20 กม. | | |
|  | | |
| Con ( 0 0 40 50 TRUE TRUE FALSE FALSE 100 FALSE 0 )<br>จากตัวอย่างโปรแกรมจะทำการแทนที่ค่า RADIUS ถัดไปคือ 40 และโปรแกรมได้เลือกจุด E เข้ามาอยู่ในเที่ยวการขนส่งเดียวกันกับจุด G เนื่องจากมีรัศมีจากจุด G อยู่ภายใน 40 กม.<br>  | 7 | 7800 |
| Con ( 0 0 60 50 TRUE TRUE FALSE FALSE 100 FALSE 0 )<br>จากตัวอย่างโปรแกรมจะทำการแทนที่ค่า RADIUS ถัดไปคือ 60 ซึ่งเป็นค่าสุดท้ายสำหรับที่กำหนดให้ใช้ในการแทนค่า และโปรแกรมได้เลือกจุด D เข้ามาอยู่ในเที่ยวการขนส่งเดียวกันกับจุด G เนื่องจากมีรัศมีจากจุด G อยู่ภายใน 60 กม.<br>  | 6 | 7000 |

| Strategy ที่ใช้และลักษณะการปรับปรุงเที่ยวการขนส่ง | จำนวนเที่ยวขนส่ง | ต้นทุนค่าขนส่ง |
|---|---|---|
| Con ( 0 0 20 50 TRUE TRUE FALSE FALSE 100 FALSE 0 )<br>จากตัวอย่าง หลังจากจบการประมวลผลครั้งแรก โปรแกรมจะเริ่มวน Loop การทำงานถัดไปคือ ค้นหา Seed Point ใหม่ ได้แก่จุด C และเลือกจุดที่ใกล้ที่สุดภายในรัศมี 20 กม.จากจุด C ซึ่งก็คือจุด B นำไปจัดเป็นเที่ยวการขนส่งเดียวกัน โปรแกรมจะประมวลผลวนไปจนกระทั่งได้เที่ยวการขนส่งครบทุกจุดที่มีการส่งสินค้า<br>  <br> | 4 | 6500 |
| 1.5 PushToPlanStack ( STACK GETPLAN () )<br>เมื่อโปรแกรมทำการประมวลผล Load Build Strategy แล้วเสร็จ จะทำการบันทึกผลลัพธ์ที่ดีที่สุดไว้ในตัวแปรที่เรียกว่า STACK | 4 | 6500 |
| 2. Load Improvement Strategy ประกอบด้วย | | |
| 2.1 BreakTLLoads ( 85 50 TRUE TRUE FALSE )<br>เป็นคำสั่งให้โปรแกรมทำการสลายเที่ยวการขนส่งที่จัดจาก Load Build Strategy ที่มีปริมาณการจัดบรรทุกต่ำกว่าค่าที่กำหนด ให้เป็นเที่ยวย่อย ๆ หากพบว่าทำให้ค่าขนส่งโดยรวมต่ำลง โดยมีการกำหนดค่าตัวแปรดังนี้<br>85 = ให้โปรแกรมทำการสลายเที่ยวหากเที่ยวการขนส่งใดมีปริมาณการจัดบรรทุกต่ำกว่า 85%<br>จากตัวอย่างเที่ยวการขนส่ง ABC ที่ได้จาก Load Build Strategy มีค่าปริมาณการจัดบรรทุกต่ำกว่า 85% โปรแกรมจะทำการสลายเที่ยวการขนส่งดังกล่าว ให้เป็นเที่ยวย่อย หากมีค่าขนส่งโดยรวมต่ำลง | 5 | 6200 |

| Strategy ที่ใช้และลักษณะการปรับปรุงเที่ยวการขนส่ง | จำนวนเที่ยวขนส่ง | ต้นทุนค่าขนส่ง |
|---|---|---|
|  | | |
| 2.2 TryShipsDirect ( 3 )<br>เป็นคำสั่งให้โปรแกรมทำการแยกจุดส่งสินค้าบางรายการมาจัดเป็นเที่ยวแยกต่างหาก หากทำให้ค่าขนส่งโดยรวมต่ำลง โดยมีการกำหนดค่าตัวแปรดังนี้<br>3 = จำนวนจุดส่งสินค้าสูงสุดในแต่ละเที่ยวการขนส่งที่ยอมให้แยกมาจัดเป็นเที่ยวได้<br>จากตัวอย่างเที่ยวการขนส่ง ADEFG พบว่าเมื่อมีการแยกจุดส่งสินค้า G ออกมาจากเที่ยวการขนส่งเดิมทำให้ค่าขนส่งโดยรวมต่ำลง<br>  | 6 | 5900 |
| 2.3 OptMove ( RADIUS RADIUS 8 0 100 1000 )<br>เป็นคำสั่งให้โปรแกรมทำการย้ายจุดส่งสินค้าจากเที่ยวการขนส่งหนึ่งไปยังอีกเที่ยวการขนส่งหนึ่งหากทำให้ค่าขนส่งโดยรวมต่ำลง ซึ่งจะมีการนำค่าตัวแปร RADIUS ที่กำหนดไว้ใน Load Build Strategy มาแทนค่าเพื่อใช้ในการกำหนดระยะทางที่มากที่สุดระหว่างจุดส่งสินค้า 2 จุดที่สามารถย้ายจุดส่งสินค้าระหว่างเที่ยวการขนส่งได้<br>จากตัวอย่าง<br>1. เที่ยวการขนส่ง AHI สามารถย้ายจุด H ไปไว้ยังเที่ยวการขนส่ง AJ และย้ายจุด I ไปไว้ยังเที่ยวการขนส่ง AC ได้ | 4 | 5400 |

| Strategy ที่ใช้และลักษณะการปรับปรุงเที่ยวการขนส่ง | จำนวนเที่ยวขนส่ง | ต้นทุนค่าขนส่ง |
|---|---|---|
| 2. เที่ยวการขนส่ง AB สามารถย้ายจุด B ไปไว้ยังเที่ยวการขนส่ง AJ ได้ โดยทั้ง 3 จุดที่มีการย้ายทำให้ค่าขนส่งโดยรวมต่ำลง | | |
|  | | |
| 2.4 OptSwap ( RADIUS RADIUS 8 0 100 1000 )<br>เป็นคำสั่งให้โปรแกรมทำการสลับจุดส่งสินค้าจากเที่ยวการขนส่งหนึ่งไปยังอีกเที่ยวการขนส่งหนึ่งหากทำให้ค่าขนส่งโดยรวมต่ำลง ซึ่งจะมีการนำค่าตัวแปร RADIUS ที่กำหนดไว้ใน Load Build Strategy มาแทนค่าเพื่อใช้ในการกำหนดระยะทางที่มากที่สุดระหว่างจุดส่งสินค้า 2 จุดที่สามารถสลับจุดส่งสินค้าระหว่างเที่ยวการขนส่งได้<br>จากตัวอย่าง เที่ยวการขนส่ง AIC และเที่ยวการขนส่ง AHBJ สามารถสลับจุด C และ J ระหว่างกันได้และทำให้ค่าขนส่งโดยรวมต่ำลง<br>  | 4 | 5200 |
| 2.5 OptResourceConstraints ( ANY TRUE )<br>เป็นคำสั่งให้โปรแกรมทำการพิจารณาปริมาณรถขนส่งที่ปฏิบัติงานได้จริงอีกครั้งใน Load Improvement Strategy | | |
| 2.6 PushToPlanStack ( STACK GETPLAN () )<br>เมื่อโปรแกรมทำการประมวลผล Load Improvement Strategy แล้วเสร็จ จะทำการบันทึกผลลัพธ์ที่ดีที่สุดไว้ในตัวแปรที่เรียกว่า STACK | 4 | 5200 |

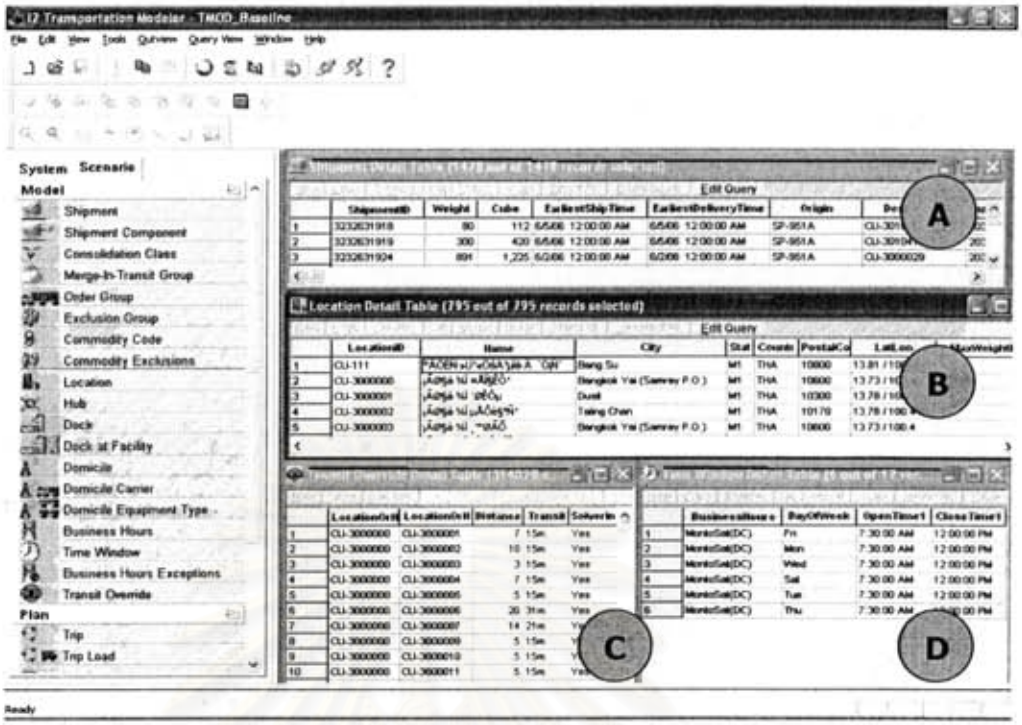
| Strategy ที่ใช้และลักษณะการปรับปรุงเที่ยวการขนส่ง | จำนวนเที่ยวขนส่ง | ต้นทุนค่าขนส่ง |
|---|---|---|
| 2.7 MergeSolvePlanStack ( STACK FALSE ANY FALSE )<br>เป็นคำสั่งให้โปรแกรมทำการคัดเลือกเที่ยวการขนส่งที่ดีที่สุดของแต่ละ STACK ทั้งจาก Load Build Strategy และ Load Improvement Strategy มาเป็นผลลัพธ์ของการประมวลผล<br>จากตัวอย่าง โปรแกรมทำการเลือกเที่ยวการขนส่งที่ดีที่สุดที่ได้จากการประมวลผล ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 3 เที่ยวการขนส่ง<br>  <br> | 3 | 5000 |
| ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจากคำสั่งขนส่งทั้งหมด 10 รายการซึ่งมีค่าขนส่ง 10,000 บาท เมื่อนำไปประมวลผลผ่าน Strategy จะสามารถลดเที่ยวการขนส่งลงเหลือเพียง 3 เที่ยวการขนส่งและค่าขนส่งลดลง 5,000 บาทหรือคิดเป็น 50% | | |

**4.5 การนำข้อมูลเข้าแบบจำลองและทดสอบแบบจำลอง**

หลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ในข้อ 4.3 แล้วเสร็จจึงทำการนำข้อมูลทั้งหมดเข้าสู่แบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1. ข้อมูลคำสั่งขนส่งและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคำสั่งขนส่ง ซึ่งสามารถนำเข้าสู่แบบจำลองได้โดยตรงผ่านทางโปรแกรม MS Access โดยข้อมูลที่นำเข้าไปแล้วจะสามารถแสดงได้ตามแผนภาพ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




แผนภาพที่ 4.7 แสดงตัวอย่างข้อมูลคำสั่งขนส่งและข้อมูลเกี่ยวข้องที่นำเข้าสู่แบบจำลอง

จากแผนภาพที่ 4.7 แสดงถึงข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกเข้าไปในโปรแกรม TMod ผ่านทาง MS Access ประกอบด้วย 4 ฐานข้อมูลหลักคือ

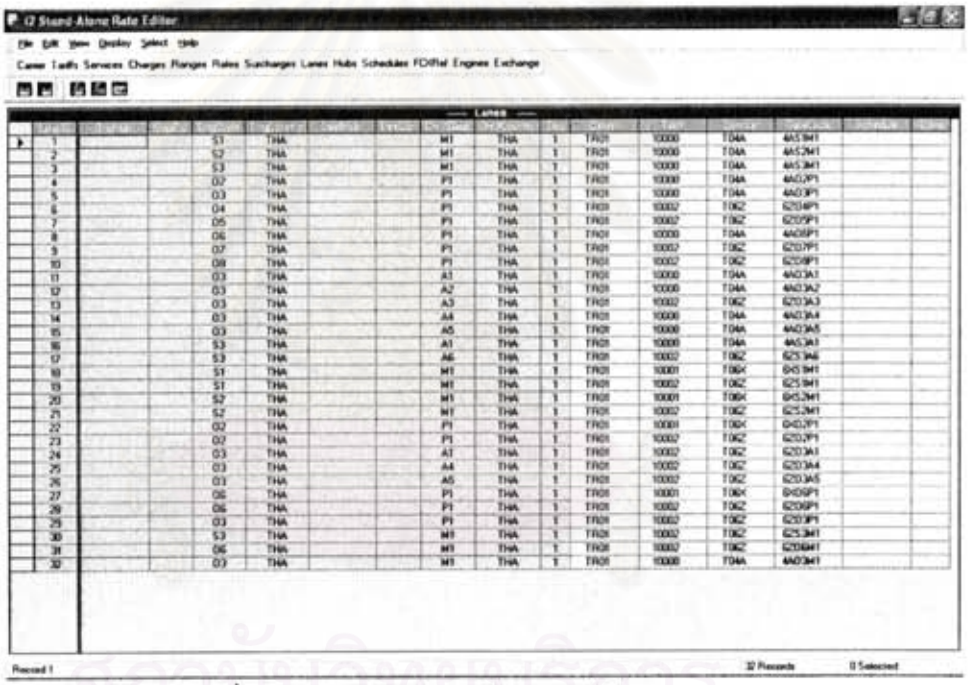
1. Shipment Detail ในส่วน A เป็นฐานข้อมูลคำสั่งขนส่งที่นำเข้าไปประมวลผล เป็นข้อมูลที่กล่าวถึงในข้อ 4.2.1
2. Location Detail ในส่วน B เป็นฐานข้อมูลสถานที่รับและส่งสินค้า เป็นข้อมูลที่กล่าวถึงในข้อ 4.2.3
3. Transit Override ในส่วน C เป็นฐานข้อมูลระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดต่าง ๆ เป็นข้อมูลที่กล่าวถึงในข้อ 4.2.4
4. Time Window ในส่วน D เป็นฐานข้อมูลวันและเวลาทำการของสถานที่รับและส่งสินค้า เป็นข้อมูลที่กล่าวถึงในข้อ 4.2.3

2. ข้อมูลรถขนส่งและอัตราค่าขนส่งที่ใช้ในแบบจำลองตามข้อ 4.2.5 และ 4.2.6 ซึ่งมีการสร้างข้อมูลดังกล่าวผ่านทางโปรแกรม Stand-Alone Rate Editor ซึ่งประกอบด้วย 6 ฐานข้อมูลหลักคือ

1. Tariff เป็นฐานข้อมูลประเภทของอัตราค่าขนส่งในแบบจำลองเช่น อัตราค่าขนส่งทางรถ อัตราค่าขนส่งทางเรือ เป็นต้น

2. Service เป็นฐานข้อมูลข้อจำกัดของประเภทรถในแบบจำลอง เช่น ปริมาณรถขนส่งที่สามารถปฏิบัติงานได้ น้ำหนักบรรทุก ปริมาตรบรรทุก จำนวนจุดส่งสินค้า ระยะทางในการให้บริการ เป็นต้น ซึ่งกล่าวถึงในข้อ 4.2.5
3. Charge เป็นฐานข้อมูลประเภทของการจ่ายค่าบริการ เช่น บาท/เที่ยวตามช่วงระยะทาง บาท/หน่วยตามช่วงระยะทาง เป็นต้น
4. Ranges / Rate เป็นฐานข้อมูลอัตราค่าขนส่งที่กล่าวถึงในข้อ 4.2.6
5. Lane เป็นฐานข้อมูลเส้นทางที่มีการให้บริการขนส่งของแต่ละประเภทรถ
6. Surcharge เป็นฐานข้อมูลส่วนเพิ่ม/ลดของอัตราค่าขนส่ง

โดยตัวอย่างของโปรแกรม Stand-Alone Rate Editor แสดงได้ดังแผนภาพที่ 4.8



แผนภาพที่ 4.8 แสดงตัวอย่างหน้าจอของโปรแกรม Stand-alone Rate Editor

หลังจากได้ดำเนินการนำข้อมูลเข้าสู่แบบจำลอง ทางผู้วิจัยได้กำหนดให้มีการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของแบบจำลอง โดยการนำข้อมูลคำสั่งขนส่งเดียวกันในข้อ 4.2.1 นำเข้าไปในแบบจำลองและกำหนดให้โปรแกรมจัดเส้นทางให้เหมือนกับที่จัดด้วยพนักงานเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของต้นทุนค่าขนส่งที่มีการบันทึกเข้าไปในโปรแกรม TMod โดยมีผลการคำนวณ ดังนี้

ตารางที่ 4.14 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงกับต้นทุนที่จำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

| ช่วงเวลา | การจัดเส้นทางด้วยพนักงาน | การจำลองการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ | เวลาที่ใช้ | % เปลี่ยนแปลง |
|---|---|---|---|---|
| 1-31 มี.ค.2549 | 1,032,207 | 981,388 | 4.31 | -4.9% |
| 1-30 มิ.ย.2549 | 1,911,586 | 1,982,252 | 11.14 | 3.7% |

จากผลลัพธ์ในตารางที่ 4.14 จะเห็นได้ว่าต้นทุนค่าขนส่งระหว่างต้นทุนจริงและต้นทุนที่จำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของเดือนมี.ค.และมิ.ย.2549 มีความใกล้เคียงกัน โดยมีความแตกต่างจากเดิม -4.9% และ 3.7% ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองในหัวข้อที่ 3.6 ที่กำหนดให้ % ความแตกต่างของต้นทุนค่าขนส่งจริงและต้นทุนที่จำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีค่าไม่เกิน 5% จึงสรุปได้ว่าการกำหนดอัตราค่าขนส่งในแบบจำลองมีความถูกต้องใกล้เคียงกับการปฏิบัติงานแบบปกติ จึงทำให้สรุปได้ว่าแบบจำลองดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยต่อไปได้

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการกำหนดค่ามาตรฐาน (Baseline Value) ได้ข้อมูล ดังตาราง

ตารางที่ 4.15 แสดงข้อมูลค่ามาตรฐานจากการจำลองการจัดเส้นทาง (Baseline Value)

| ข้อมูล | ผลการจำลองการจัดเส้นทางที่กำหนดโดยคน | |
|---|---|---|
| | 1 – 31 มี.ค. | 1 – 30 มิ.ย. |
| 1. ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท) | 981,388 | 1,982,252 |
| 2. จำนวนเที่ยวขนส่ง (เที่ยว) | 873 | 1,684 |
| 3. % การจัดบรรทุก (ในด้านน้ำหนัก) | 29% | 45% |
| 4. % การจัดบรรทุก (ในด้านปริมาตร) | 33% | 38% |
| 5. ระยะทางการเดินทางเฉลี่ย (กม.) ต่อเที่ยว | 52.65 | 50.10 |
| 6. จำนวนจุดส่งสินค้าเฉลี่ย (จุด) ต่อเที่ยว | 2.38 | 1.91 |
| 7. ระยะเวลาที่ใช้ในการส่งสินค้าเฉลี่ย (ชม : นาที) ต่อเที่ยว | 4 : 10 | 3 : 49 |

## 4.6 การประยุกต์ใช้แบบจำลองตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

หัวข้อนี้จะกล่าวถึงการใช้งานแบบจำลองเพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นจากการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการจัดเส้นทางขนส่ง โดยจะดำเนินการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการประมวลผลระหว่างค่ามาตรฐาน (Baseline Value) ในข้อ 4.5 กับการประมวลผลโดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นผู้จัดเส้นทางให้โดยอิสระหรือค่าตามแบบจำลอง (Optimization Value) เหตุที่ผู้วิจัยไม่เลือกใช้การจัดเส้นทางโดยคนเป็นฐานในการเปรียบเทียบ เนื่องจากต้องการที่จะทดสอบบนเงื่อนไข และสิ่งแวดล้อมเดียวกัน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการประมวลผลค่ามาตรฐานและค่าแบบจำลอง เป็นรายวันตั้งแต่วันที่ 1-31 มี.ค. 2549 และวันที่ 1-30 มิ.ย.2549 โดยระหว่างทำการประมวลผล โปรแกรมจะแสดงลำดับการทำงานของ Strategy ต่าง ๆ ที่ได้มีการกำหนดรวมทั้งผลลัพธ์ของการประมวลผลในแต่ละ Strategy และเมื่อโปรแกรมทำการประมวลผลแล้วเสร็จ จะให้ผู้ใช้งานทำการ Update Scenario ลงในฐานข้อมูล ดังภาพ

แผนภาพที่ 4.9 แสดงขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลในแบบจำลอง

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเที่ยวการขนส่งทั้งหมดจะถูกนำมาประมวลผลในโปรแกรม MS Excel เพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐานและการวิเคราะห์ผล

**4.7 การทดสอบสมมติฐานและการวิเคราะห์ผล**

จากการประมวลผลตามแบบจำลอง ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานและค่าตามแบบจำลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถสรุปข้อมูลได้ดังนี้

1. ข้อมูลเดือนมี.ค.2549

ก.) ข้อมูลสรุปผลการจัดเส้นทางรายเดือน

| ข้อมูล | 1 – 31 มี.ค. | | |
|---|---|---|---|
| | Baseline | Optimization | เปลี่ยนแปลง |
| 1. ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท) | 981,388 | 809,693 | -17% |
| 2. % การจัดบรรทุก (ในด้านน้ำหนัก) | 29% | 38% | 9% |
| 3. % การจัดบรรทุก (ในด้านปริมาตร) | 33% | 46% | 13% |
| 4. ระยะทางการเดินทางเฉลี่ย (กม.) ต่อเที่ยว | 52.65 | 66.94 | 14.29 |
| 5. จำนวนจุดส่งสินค้าเฉลี่ย (จุด) ต่อเที่ยว | 2.38 | 3.76 | 1.38 |
| 6. ระยะเวลาที่ใช้ในการส่งสินค้าเฉลี่ย (ชม : นาที) ต่อเที่ยว | 4 : 10 | 5 : 53 | 1 : 43 |

ข.) ข้อมูลต้นทุนค่าขนส่งสรุปรายวัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| วันที่ | Baseline | Optimization | เปลี่ยนแปลง |
|---|---|---|---|
| 1/3/2006 | 37,226 | 26,738 | -28% |
| 2/3/2006 | 21,495 | 16,313 | -24% |
| 3/3/2006 | 31,024 | 20,357 | -34% |
| 4/3/2006 | 11,108 | 11,411 | 3% |
| 6/3/2006 | 41,686 | 32,040 | -23% |
| 7/3/2006 | 17,102 | 17,023 | 0% |
| 8/3/2006 | 33,458 | 22,834 | -32% |
| 9/3/2006 | 53,741 | 41,666 | -22% |
| 10/3/2006 | 19,951 | 15,265 | -23% |
| 11/3/2006 | 24,934 | 20,775 | -17% |
| 13/3/2006 | 20,861 | 18,817 | -10% |
| 14/3/2006 | 32,760 | 28,619 | -13% |
| 15/3/2006 | 27,160 | 20,192 | -26% |
| 16/3/2006 | 33,537 | 33,449 | 0% |
| 17/3/2006 | 41,849 | 38,348 | -8% |
| 18/3/2006 | 22,098 | 23,538 | 7% |
| 19/3/2006 | | | |
| 20/3/2006 | 42,357 | 34,957 | -17% |
| 21/3/2006 | 47,032 | 39,488 | -16% |
| 22/3/2006 | 38,462 | 31,430 | -18% |
| 23/3/2006 | 57,588 | 47,513 | -17% |
| 24/3/2006 | 51,387 | 43,615 | -15% |
| 25/3/2006 | 42,203 | 34,054 | -19% |
| 27/3/2006 | 41,931 | 29,611 | -29% |
| 28/3/2006 | 26,156 | 23,725 | -9% |
| 29/3/2006 | 58,804 | 48,222 | -18% |
| 30/3/2006 | 54,893 | 46,803 | -15% |
| 31/3/2006 | 50,585 | 42,892 | -15% |
| | 981,388 | 809,693 | -17% |

ค.) ข้อมูลปริมาณการใช้รถขนส่ง

| ประเภทรถ | 1 – 31 มี.ค. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณรถที่มี | ปริมาณรถที่ใช้จาก Baseline | ปริมาณรถที่ใช้จากการ Optimization | เปลี่ยนแปลง (เที่ยว) |
| รถ 4 ล้อ | 750 | 715 | 516 | -199 |
| รถ 6 ล้อ 5 ม. | 30 | 2 | 27 | -25 |
| รถ 6 ล้อ 5.5 ม. | 180 | 156 | 114 | -42 |
| รวมทั้งสิ้น | 960 | 873 | 657 | -216 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.) ข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในการจัดเที่ยวรถขนส่ง

| วันที่ | จำนวนคำสั่งซื้อ | ระยะเวลาเฉลี่ยในการจัดเที่ยวขนส่งโดยพนักงาน (นาที) | ระยะเวลาเฉลี่ยในการจัดเที่ยวขนส่งโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (นาที) * | เปลี่ยนแปลง (นาที) |
|---|---|---|---|---|
| 1/3 | 273 | 31 | 30 | -1 |
| 2/3 | 68 | 59 | 19 | -40 |
| 3/3 | 145 | 65 | 24 | -41 |
| 4/3 | 39 | 99 | 15 | -84 |
| 6/3 | 293 | 9 | 32 | 23 |
| 7/3 | 65 | 48 | 18 | -30 |
| 8/3 | 145 | 33 | 25 | -8 |
| 9/3 | 305 | 61 | 36 | -25 |
| 10/3 | 96 | 49 | 20 | -29 |
| 11/3 | 114 | 26 | 19 | -7 |
| 13/3 | 93 | 31 | 23 | -8 |
| 14/3 | 121 | 30 | 29 | -1 |
| 15/3 | 131 | 84 | 23 | -61 |
| 16/3 | 187 | 23 | 32 | 9 |
| 17/3 | 225 | 37 | 37 | 0 |
| 18/3 | 91 | 18 | 25 | 7 |
| 20/3 | 204 | 52 | 33 | -19 |
| 21/3 | 257 | 49 | 38 | -11 |
| 22/3 | 190 | 71 | 28 | -43 |
| 23/3 | 232 | 57 | 41 | -16 |
| 24/3 | 282 | 67 | 40 | -27 |
| 25/3 | 261 | 75 | 33 | -42 |
| 27/3 | 217 | 55 | 30 | -25 |
| 28/3 | 144 | 43 | 24 | -19 |
| 29/3 | 377 | 112 | 42 | -70 |
| 30/3 | 192 | 49 | 39 | -10 |
| 31/3 | 235 | 84 | 37 | -47 |
|  | 4982 | 52 | 29 | -23 |

* ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการจัดเที่ยวขนส่งด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ระยะเวลาในการประมวลผลซึ่งใช้เวลาโดยเฉลี่ยต่ำกว่า 1 นาทีสำหรับการประมวลผลของคำสั่งขนส่ง 1 วัน ส่วนเวลาที่เหลือถูกใช้สำหรับการตรวจสอบความเหมาะสมของเที่ยวการขนส่งที่จัดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จากผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของเดือนมี.ค.2549 ซึ่งเป็นตัวแทนของเดือนที่มีปริมาณคำสั่งขนส่งน้อยที่สุด สามารถสรุปผลตามประเด็นที่สำคัญได้ดังนี้

1. ต้นทุนค่าขนส่งรวมลดลง 17%
2. ใช้ปริมาณรถขนส่งลดลงจากเดิม 216 เที่ยว/เดือน
3. ใช้ระยะเวลาในการจัดเส้นทางลดลงเฉลี่ย 23 นาที

2. ข้อมูลเดือนมิ.ย.2549

ก.) ข้อมูลสรุปผลการจัดเส้นทางรายเดือน

| ข้อมูล | 1 – 30 มิ.ย. | | |
|---|---|---|---|
| | Baseline | Optimization | เปลี่ยนแปลง |
| 1. ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท) | 1,982,252 | 1,439,662 | -27% |
| 2. % การจัดบรรทุก (ในด้านน้ำหนัก) | 45% | 62% | 17% |
| 3. % การจัดบรรทุก (ในด้านปริมาตร) | 38% | 54% | 16% |
| 4. ระยะทางการเดินทางเฉลี่ย (กม.) ต่อเที่ยว | 50.10 | 60.20 | 10.10 |
| 5. จำนวนจุดส่งสินค้าเฉลี่ย (จุด) ต่อเที่ยว | 1.91 | 3.46 | 1.55 |
| 6. ระยะเวลาที่ใช้ในการส่งสินค้าเฉลี่ย (ชม : นาที) ต่อเที่ยว | 3 : 49 | 5 : 38 | 1 : 49 |

ข.) ข้อมูลต้นทุนค่าขนส่งสรุปรายวัน

| วันที่ | Baseline | Optimization | เปลี่ยนแปลง |
|---|---|---|---|
| 1/6/2006 | 94,193 | 72,157 | -23% |
| 2/6/2006 | 86,561 | 56,458 | -35% |
| 3/6/2006 | 86,866 | 64,690 | -26% |
| 5/6/2006 | 73,020 | 54,696 | -25% |
| 6/6/2006 | 67,616 | 44,852 | -34% |
| 7/6/2006 | 93,542 | 67,196 | -28% |
| 8/6/2006 | 80,961 | 64,960 | -20% |
| 9/6/2006 | 63,278 | 44,912 | -29% |
| 10/6/2006 | 31,143 | 25,801 | -17% |
| 12/6/2006 | 1,004 | 2,309 | 130% |
| 13/6/2006 | 13,919 | 16,255 | 17% |
| 14/6/2006 | 135,827 | 97,074 | -29% |
| 15/6/2006 | 106,276 | 68,083 | -36% |
| 16/6/2006 | 70,367 | 56,204 | -20% |
| 17/6/2006 | 52,338 | 37,776 | -28% |
| 19/6/2006 | 76,674 | 56,582 | -26% |
| 20/6/2006 | 86,635 | 66,087 | |
| 21/6/2006 | 73,970 | 59,748 | -19% |
| 22/6/2006 | 94,199 | 71,983 | -24% |
| 23/6/2006 | 76,958 | 54,653 | -29% |
| 24/6/2006 | 100,432 | 60,676 | -40% |
| 26/6/2006 | 69,155 | 53,340 | -23% |
| 27/6/2006 | 88,773 | 58,925 | -34% |
| 28/6/2006 | 75,873 | 52,144 | -31% |
| 29/6/2006 | 115,462 | 82,386 | -29% |
| 30/6/2006 | 67,210 | 49,712 | -26% |
| | 1,982,252 | 1,439,662 | -27% |

ค.) ข้อมูลปริมาณการใช้รถขนส่ง

| ประเภทรถ | 1 – 30 มิ.ย. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณรถที่มี | ปริมาณรถที่ใช้จาก Baseline | ปริมาณรถที่ใช้จากการ Optimization | เปลี่ยนแปลง (เที่ยว) |
| รถ 4 ล้อ | 1500 | 1437 | 864 | -573 |
| รถ 6 ล้อ 5 ม. | 60 | 58 | 60 | 2 |
| รถ 6 ล้อ 5.5 ม. | 210 | 189 | 209 | 20 |
| รวมทั้งสิ้น | 1770 | 1684 | 1133 | -551 |

ง.) ข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในการจัดเที่ยวรถขนส่ง

| วันที่ | จำนวนคำสั่งซื้อ | ระยะเวลาเฉลี่ยในการจัดเที่ยวขนส่งโดยพนักงาน (นาที) | ระยะเวลาเฉลี่ยในการจัดเที่ยวขนส่งโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (นาที) | เปลี่ยนแปลง (นาที) |
|---|---|---|---|---|
| 1/6 | 267 | 64 | 61 | -3 |
| 2/6 | 298 | 117 | 51 | -66 |
| 3/6 | 252 | 141 | 53 | -88 |
| 5/6 | 238 | 97 | 46 | -51 |
| 6/6 | 174 | 67 | 37 | -30 |
| 7/6 | 249 | 87 | 56 | -31 |
| 8/6 | 280 | 85 | 51 | -34 |
| 9/6 | 249 | 34 | 44 | 10 |
| 10/6 | 173 | 111 | 28 | -83 |
| 12/6 | 3 | 32 | 7 | -25 |
| 13/6 | 35 | 59 | 19 | -40 |
| 14/6 | 489 | 50 | 75 | 25 |
| 15/6 | 254 | 70 | 56 | -14 |
| 16/6 | 270 | 65 | 49 | -16 |
| 17/6 | 217 | 75 | 39 | -36 |
| 19/6 | 266 | 56 | 54 | -2 |
| 20/6 | 296 | 57 | 56 | -1 |
| 21/6 | 298 | 136 | 52 | -84 |
| 22/6 | 260 | 62 | 60 | -2 |
| 23/6 | 270 | 113 | 53 | -60 |
| 24/6 | 291 | 69 | 50 | -19 |
| 26/6 | 235 | 114 | 49 | -65 |
| 27/6 | 282 | 59 | 58 | -1 |
| 28/6 | 241 | 84 | 49 | -35 |
| 29/6 | 324 | 50 | 64 | 14 |
| 30/6 | 177 | 44 | 46 | 2 |
| | 6388 | 77 | 49 | -28 |

จากผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของเดือนมิ.ย.2549 ซึ่งเป็นตัวแทนของเดือนที่มีปริมาณคำสั่งขนส่งมากที่สุด สามารถสรุปผลตามประเด็นที่สำคัญได้ดังนี้

1. ต้นทุนค่าขนส่งรวมลดลง 27%
2. ใช้ปริมาณรถขนส่งลดลงจากเดิม 551 เที่ยว/เดือน

3. ใช้ระยะเวลาในการจัดเส้นทางลดลงเฉลี่ย 28 นาที

จากผลการประมวลผลด้วยแบบจำลองทั้ง 2 ช่วงเวลาพบว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน จึงสามารถสรุปได้เบื้องต้นว่า การจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพมากกว่าจัดการเส้นทางด้วยพนักงานดังรายละเอียดที่กล่าวถึงข้างต้น

การทดสอบสมมติฐาน

หลังจากได้ดำเนินการประมวลผลข้อมูลตามแบบจำลองของทั้ง 2 ช่วงเวลาแล้วเสร็จ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบสมมติฐานเพื่อยืนยันถึงผลการจัดเส้นทางการขนส่งโดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ว่ามีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดเส้นทางการขนส่งโดยพนักงาน โดยได้ทำการเปรียบเทียบตัววัดที่กำหนด 3 ตัวดังนี้

1. ระยะทางเฉลี่ยต่อเที่ยวการขนส่ง

จากการประมวลผลข้อมูลของเดือนมี.ค.2549 และเดือนมิ.ย.2549 สามารถสรุประยะทางเฉลี่ยต่อเที่ยวการขนส่งได้ดังตาราง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.16 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบระยะทางเฉลี่ยระหว่างค่ามาตรฐาน และค่าตามแบบจำลอง ของเดือนมี.ค.2549

| ข้อมูลวันที่ | ระยะทางเฉลี่ย/เที่ยวการขนส่งของการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ | ระยะทางเฉลี่ย/เที่ยวการขนส่งของการจัดเส้นทางด้วยพนักงาน |
|---|---|---|
| 1/3/2006 | 64.68 | 54.62 |
| 2/3/2006 | 86.86 | 60.03 |
| 3/3/2006 | 67.56 | 57.63 |
| 4/3/2006 | 85.44 | 59.08 |
| 6/3/2006 | 68.59 | 53.26 |
| 7/3/2006 | 66.04 | 48.97 |
| 8/3/2006 | 65.00 | 50.52 |
| 9/3/2006 | 71.80 | 56.27 |
| 10/3/2006 | 74.30 | 51.63 |
| 11/3/2006 | 67.11 | 55.76 |
| 13/3/2006 | 75.95 | 56.13 |
| 14/3/2006 | 55.51 | 45.23 |
| 15/3/2006 | 59.63 | 45.25 |
| 16/3/2006 | 73.67 | 52.06 |
| 17/3/2006 | 60.88 | 51.43 |
| 18/3/2006 | 59.98 | 48.35 |
| 20/3/2006 | 60.41 | 50.49 |
| 21/3/2006 | 69.19 | 58.77 |
| 22/3/2006 | 67.09 | 52.40 |
| 23/3/2006 | 71.36 | 52.22 |
| 24/3/2006 | 65.15 | 48.37 |
| 25/3/2006 | 63.32 | 50.15 |
| 27/3/2006 | 67.67 | 54.07 |
| 28/3/2006 | 66.32 | 53.43 |
| 29/3/2006 | 61.83 | 52.66 |
| 30/3/2006 | 70.06 | 53.95 |
| 31/3/2006 | 63.97 | 54.38 |
| SUM | | |
| MEAN | 67.75 | 52.86 |
| STDEV | 7.17 | 3.83 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.17 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบระยะทางเฉลี่ยระหว่างค่ามาตรฐานและค่าตามแบบจำลองของเดือนมิ.ย.2549

| ข้อมูลวันที่ | ระยะทางเฉลี่ย/เที่ยวการขนส่งของการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ | ระยะทางเฉลี่ย/เที่ยวการขนส่งของการจัดเส้นทางด้วยพนักงาน |
|---|---|---|
| 1/6/2006 | 63.73 | 51.92 |
| 2/6/2006 | 58.34 | 49.16 |
| 3/6/2006 | 58.95 | 51.79 |
| 5/6/2006 | 60.34 | 49.61 |
| 6/6/2006 | 63.46 | 46.46 |
| 7/6/2006 | 57.93 | 48.47 |
| 8/6/2006 | 70.05 | 54.56 |
| 9/6/2006 | 64.91 | 52.13 |
| 10/6/2006 | 61.10 | 52.25 |
| 12/6/2006 | 100.10 | 106.73 |
| 13/6/2006 | 64.98 | 53.30 |
| 14/6/2006 | 54.39 | 46.68 |
| 15/6/2006 | 60.18 | 49.44 |
| 16/6/2006 | 64.94 | 53.58 |
| 17/6/2006 | 56.73 | 49.42 |
| 19/6/2006 | 55.47 | 49.14 |
| 20/6/2006 | 62.73 | 53.09 |
| 21/6/2006 | 61.06 | 51.79 |
| 22/6/2006 | 59.39 | 49.26 |
| 23/6/2006 | 59.42 | 50.22 |
| 24/6/2006 | 59.37 | 48.01 |
| 26/6/2006 | 60.04 | 51.58 |
| 27/6/2006 | 61.77 | 51.62 |
| 28/6/2006 | 52.25 | 46.00 |
| 29/6/2006 | 62.28 | 51.15 |
| 30/6/2006 | 55.21 | 48.75 |
| SUM | | |
| MEAN | 61.89 | 52.54 |
| STDEV | 8.69 | 11.28 |

**ข้อมูลระหว่างวันที่ 1-31 มี.ค.2549**

จากข้อมูลในตารางที่ 4.16

ให้ $\mu_1$ คือ ค่าเฉลี่ยของระยะทางต่อเที่ยวการขนส่งจากการจัดเส้นทางโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในแต่ละวัน

$\mu_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของระยะทางต่อเที่ยวการขนส่งจากการจัดเส้นทางโดยพนักงานในแต่ละวัน

สมมติฐาน $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$H_1 : \mu_1 - \mu_2 > 0$

กำหนดให้ $\alpha = 0.01$

เขตวิกฤต $t > t_{\alpha}$ [ $df = (n_1 - 1) + (n_2 - 1)$ ]

หรือ $t > t_{.01}$ [ $df = (31-1) + (31-1)$ ] = 2.39

ค่าทดสอบสถิติ $t = \dfrac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{Sp\sqrt{\dfrac{1}{n_1} + \dfrac{1}{n_2}}}$

$$S^2{}_p = \frac{(n_1 - 1)\,S_1^{\,2} + (n_2 - 1)\,S_2^{\,2}}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$

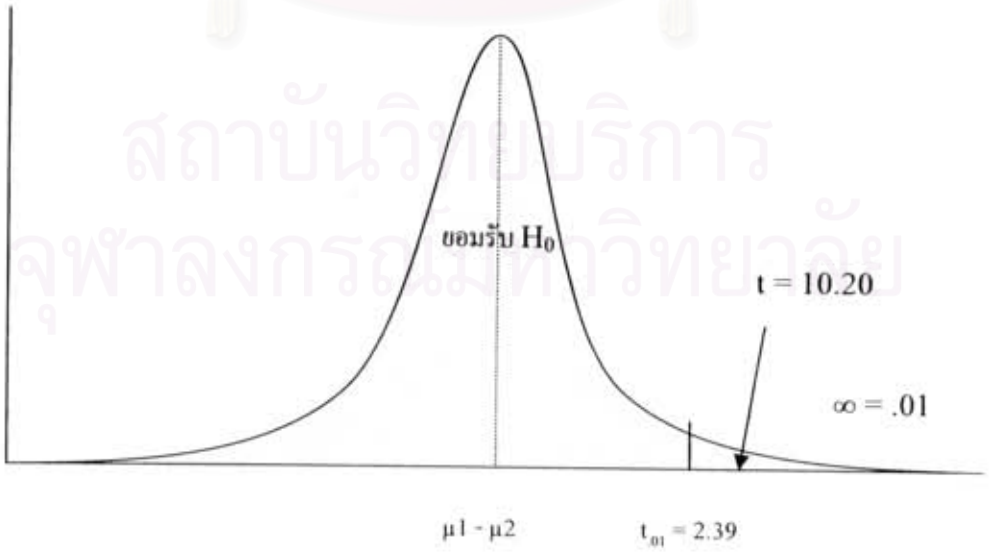
จากตารางที่ 4.16 สามารถคำนวณค่าของ

$$S^2{}_p = \frac{(31-1)(7.17)^2 + (31-1)(3.83)^2}{(30-1)+(30-1)} = 33.044$$

$$S_p = 5.748$$

$$t = \frac{(67.75 - 52.86) - (0)}{5.748\sqrt{\dfrac{1}{31} + \dfrac{1}{31}}}$$

$$t = 10.20$$




แผนภาพที่ 4.10 แสดงกราฟ Normal Distribution และค่าสถิติที่ได้จากข้อมูลในตารางที่ 4.16

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากค่า t = 10.20 จะเห็นว่ามีค่ามากกว่าค่าวิกฤต จึงปฏิเสธ $H_0$ กล่าวคือ การจัดเส้นทางโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถเพิ่มระยะต่อเที่ยวการขนส่งได้ที่ระดับนัยสำคัญที่ 99%

**ข้อมูลระหว่างวันที่ 1-30 มิ.ย.2549**

จากข้อมูลในตารางที่ 4.17

ให้ $\mu_1$ คือ ค่าเฉลี่ยของระยะทางต่อเที่ยวการขนส่งจากการจัดเส้นทางโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในแต่ละวัน

$\mu_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของระยะทางต่อเที่ยวการขนส่งจากการจัดเส้นทางโดยพนักงานในแต่ละวัน

สมมติฐาน $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$

$H_1 : \mu_1 - \mu_2 > 0$

กำหนดให้ $\alpha = 0.01$

เขตวิกฤต $t > t_{\alpha}$ [ $df = (n_1 - 1) + (n_2 - 1)$ ]

หรือ $t > t_{.01}$ [ $df = (30-1) + (30-1)$ ] = 2.39

ค่าทดสอบสถิติ $t = \dfrac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{Sp\sqrt{\dfrac{1}{n_1} + \dfrac{1}{n_2}}}$

$$S^2_p = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$

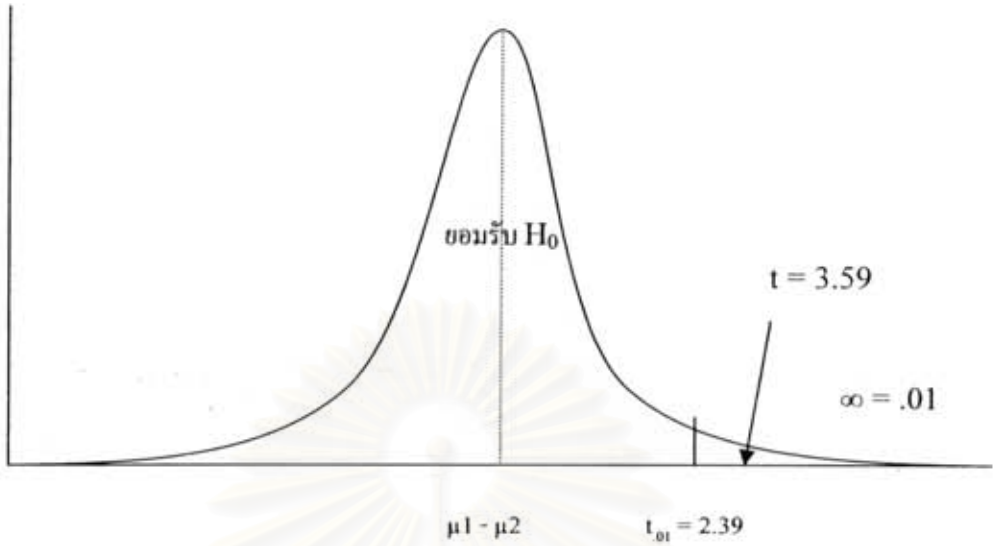
จากตารางที่ 4.17 สามารถคำนวณค่าของ

$$S^2_p = \frac{(30-1)(8.69)^2 + (30-1)(11.28)^2}{(30-1)+(30-1)} = 101.392$$

$$S_p = 10.069$$

$$t = \frac{(61.89 - 52.54) - (0)}{10.069\sqrt{\dfrac{1}{30} + \dfrac{1}{30}}}$$

$$t = 3.59$$




แผนภาพที่ 4.11 แสดงกราฟ Normal Distribution และค่าสถิติที่ได้จากข้อมูลในตารางที่ 4.17

จากค่า t = 3.59 จะเห็นว่ามีค่ามากกว่าวิกฤต จึงปฏิเสธ $H_0$ กล่าวคือ การจัดเส้นทางโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถเพิ่มระยะต่อเที่ยวการขนส่งได้ที่ระดับนัยสำคัญที่ 99%

2. ระยะทางวิ่งเปล่า

จากการประมวลผลข้อมูลคำสั่งขนส่งในเดือนมี.ค. และ มิ.ย.2549 สามารถคำนวณระยะทางวิ่งเปล่าที่เกิดขึ้นจากการจำลองการจัดเส้นทาง (Baseline) และการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเส้นทาง (Optimization) ได้ดังตาราง

**ตารางที่ 4.18 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบระยะทางวิ่งเปล่าในเดือนมี.ค.2549**

| ประเภทรถ | 1 – 31 มี.ค. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ระยะทางวิ่งเปล่าBaseline (กม.) | ระยะทางวิ่งเปล่า Optimization (กม.) | เปลี่ยนแปลง (กม.) | ต้นทุนผันแปรในการขนส่งสำหรับรถเบา (บาท/กม.) | ต้นทุนการขนส่งที่เปลี่ยนแปลง (บาท) |
| 1. รถ 4 ล้อ | 36,234 | 31,862 | -4,372 | 3.33 | -14,560 |
| 2. รถ 6 ล้อ 4.5 ม. | 103 | 2,737 | 2,634 | 4.66 | 12,274 |
| 3. รถ 6 ล้อ 5 ม. | 11,193 | 5,488 | -5,705 | 5.38 | -30,695 |
| รวมทั้งสิ้น | 47,530 | 40,087 | -7,444 | | -32,981 |

ตารางที่ 4.19 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบระยะทางวิ่งเปล่าในเดือนมิ.ย.2549

| ประเภทรถ | 1 – 30 มิ.ย. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ระยะทางวิ่งเปล่าBaseline (กม.) | ระยะทางวิ่งเปล่า Optimization (กม.) | เปลี่ยนแปลง (กม.) | ต้นทุนผันแปรในการขนส่งสำหรับรถเบา (บาท/กม.) | ต้นทุนการขนส่งที่เปลี่ยนแปลง (บาท) |
| 1. รถ 4 ล้อ | 78,035 | 47,007 | -31,028 | 3.33 | -103,324 |
| 2. รถ 6 ล้อ 4.5 ม. | 2,779 | 3,941 | 1,162 | 4.66 | 5,413 |
| 3. รถ 6 ล้อ 5 ม. | 11,747 | 10,569 | -1,178 | 5.38 | -6,339 |
| รวมทั้งสิ้น | 92,561 | 61,516 | -31,045 | | -104,250 |

จากข้อมูลในตารางที่ 4.18 และ 4.19 แสดงถึงระยะทางวิ่งเปล่าที่ลดลงจากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเส้นทาง โดยในเดือนมี.ค. สามารถลดระยะทางวิ่งเปล่าลงได้ 7,444 กม. เมื่อนำมาคำนวณกับต้นทุนผันแปรในการขนส่งสำหรับรถเบา (ไม่มีการบรรทุก) ของแต่ละประเภทรถที่ได้จากข้อมูลในตารางที่ 4.22 พบว่าสามารถประหยัดต้นทุนการขนส่งลงได้ 32,981 บาท และในเดือนมิ.ย. สามารถลดระยะทางวิ่งเปล่าลงได้ 31,045 กม. โดยสามารถประหยัดต้นทุนการขนส่งลงได้ 104,250 บาท

3. ความน่าเชื่อถือของเส้นทางที่จัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Route Reliability : RR)

เพื่อเป็นการตรวจสอบผลลัพธ์จากการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ว่าสามารถใช้งานได้จริงในทางปฏิบัติ ผู้วิจัยได้สุ่มตัวอย่างของเที่ยวการขนส่งช่วงเวลาละ 1 วันคือ เที่ยวการขนส่งวันที่ 31 มี.ค.2549 จำนวน 32 เที่ยว และเที่ยวการขนส่งวันที่ 17 มิ.ย.2549 จำนวน 34 เที่ยว รวมทั้งสิ้น 66 เที่ยว เพื่อนำไปให้พนักงานขับรถที่มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานจำนวน 10 คน เป็นผู้ประเมินความเหมาะสมของเส้นทาง โดยได้มีการจัดทำแบบสอบถาม (ตัวอย่างแบบสอบถามอยู่ในภาคผนวก ข.) เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล สามารถสรุปได้ผลดังตาราง

ตารางที่ 4.20 แสดงข้อมูลผลการประเมินการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

| ลำดับที่ | เพศ | อายุ | ประสบการณ์ | ความคิดเห็น | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | จัดส่งได้ | ไม่สามารถจัดส่งได้ |
| 1 | ชาย | 31-40 | 1-3 | 63 | 3 |
| 2 | ชาย | 41-50 | >5 | 59 | 7 |
| 3 | ชาย | 21-30 | 1-3 | 59 | 7 |
| 4 | ชาย | 21-30 | >5 | 57 | 9 |
| 5 | ชาย | 31-40 | 3-5 | 57 | 9 |
| 6 | ชาย | 31-40 | >5 | 60 | 6 |
| 7 | ชาย | 21-30 | <1 | 59 | 7 |
| 8 | ชาย | 21-30 | 3-5 | 61 | 5 |
| 9 | ชาย | 21-30 | <1 | 62 | 4 |
| 10 | ชาย | 31-40 | >5 | 59 | 7 |
| | | | | 596 | 64 |

จากตารางที่ 4.20 สามารถคำนวณค่า RR ได้ดังนี้

$$RR = \frac{\text{จำนวนเที่ยวรถที่มีเส้นทางเหมาะสม}}{\text{จำนวนเที่ยวรถทั้งหมด}}$$

$$RR = 596 / 660 = 90\%$$

จากสมมติฐานในบทที่ 3 ค่า RR มีค่ามากกว่า 85% แสดงว่าเส้นทางที่จัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยส่วนใหญ่สามารถนำไปปฏิบัติงานได้จริง ซึ่งผู้วิจัยได้สอบถามพนักงานขับรถในประเด็นเกี่ยวกับเหตุผลในการตอบว่าสามารถนำไปปฏิบัติงานได้ว่ามีการคำนึงถึงปัจจัยได้บ้าง พบว่า พนักงานเกือบทั้งหมดให้เหตุผลทำนองเดียวกันว่าเส้นทางที่จัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่มีการจัดเส้นทางแบบอ้อม หรือไม่มีการจัดเส้นทางให้เดินทางข้ามกรุงเทพจากฝั่งตะวันออกไปฝั่งด้านตะวันตกซึ่งต้องใช้เวลาในการขนส่งนาน ทำให้สามารถนำเที่ยวการขนส่งที่จัดไปปฏิบัติงานได้

สำหรับเหตุผลในการตอบว่าไม่สามารถนำไปปฏิบัติงานได้ในจำนวน 64 เที่ยวพบว่า 25 เที่ยวเกิดจากพนักงานขับรถคาดการณ์ว่าไม่สามารถจัดส่งสินค้าได้ทันตามกำหนด เพราะมีการส่งสินค้าเข้าไปยังเขตกรุงเทพฯ ชั้นในและมีจุดส่งสินค้าหลายจุด ส่วนอีก 20 เที่ยวเกิดจากพนักงานขับรถไม่มีความชำนาญในเส้นทางที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดให้

## 4.8 การประยุกต์ใช้แบบจำลองในการทดสอบผลจากการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมัน

จากแบบจำลองที่ได้จัดทำขึ้น ผู้วิจัยได้ขยายผลความสามารถของแบบจำลอง โดยนำไปประยุกต์เพื่อหาผลกระทบจากการปรับเปลี่ยนสมมติฐาน ซึ่งจะได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันดีเซล ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการกำหนดอัตราค่าขนส่ง โดยจากการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันในอดีตระหว่างเดือนตุลาคม 2549 ถึง กุมภาพันธ์ 2550 จากฐานข้อมูล

ของ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ที่ Website http://www.eppo.go.th/retail_prices.html พบว่าราคาน้ำมันมีการเปลี่ยนแปลงดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 แสดงข้อมูลราคาน้ำมันดีเซลหมุนเร็วของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

| วันที่มีผลบังคับใช้ | ราคาน้ำมันดีเซล (บาท/ลิตร) | เปลี่ยนแปลง |
|---|---|---|
| 25 ตุลาคม 2549 | 23.84 | -0.30 |
| 28 ตุลาคม 2549 | 24.24 | 0.40 |
| 3 พฤศจิกายน 2549 | 23.84 | -0.40 |
| 14 พฤศจิกายน 2549 | 23.84 | 0.00 |
| 2 ธันวาคม 2549 | 24.24 | 0.40 |
| 7 ธันวาคม 2549 | 23.74 | -0.50 |
| 16 ธันวาคม 2549 | 23.34 | -0.40 |
| 23 ธันวาคม 2549 | 23.34 | 0.00 |
| 6 มกราคม 2550 | 22.94 | -0.40 |
| 9 มกราคม 2550 | 22.94 | 0.00 |
| 13 มกราคม 2550 | 22.54 | -0.40 |
| 19 มกราคม 2550 | 22.54 | 0.00 |
| 3 กุมภาพันธ์ 2550 | 22.94 | 0.40 |

จากตารางที่ 4.21 จะเห็นได้ว่าฐานนิยม (Mode) ของการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันส่วนใหญ่จะอยู่ที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง 40 สต./ลิตร ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะได้ทดสอบผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันเพิ่มขึ้น 40 สต./ลิตร จาก 26.30 บาท/ลิตร เป็น 26.70 บาท/ลิตร โดยเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมัน ปัจจัยที่ได้รับผลกระทบคือ ต้นทุนผันแปรของค่าขนส่ง ซึ่งประกอบด้วย อัตราการกินน้ำมัน ต้นทุนค่ายางรถ และต้นทุนค่าบำรุงรักษา สามารถแสดงได้ดังตาราง

ตารางที่ 4.22 แสดงส่วนประกอบของต้นทุนผันแปรของค่าขนส่ง

| ต้นทุนผันแปร ณ ราคาน้ำมันที่ 26.30 บาท/ลิตร | รถ 4 ล้อ | | รถ 6 ล้อ 4.5 ม. | | รถ 6 ล้อ 5 ม. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | รถหนัก | รถเบา | รถหนัก | รถเบา | รถหนัก | รถเบา |
| อัตราการกินน้ำมัน (กม./ลิตร) | 9.00 | 10.00 | 6.00 | 7.00 | 5.00 | 6.00 |
| 1. อัตรากินน้ำมัน (บาท/กม.) | 2.92 | 2.63 | 4.38 | 3.76 | 5.26 | 4.38 |
| 2. ต้นทุนยางรถ (บาท/กม.) | 0.20 | 0.20 | 0.40 | 0.40 | 0.50 | 0.50 |
| 3. ค่าบำรุงรักษา (บาท/กม.) | 0.75 | 0.50 | 0.75 | 0.50 | 0.75 | 0.50 |
| **รวมต้นทุนผันแปร (บาท/กม.)** | **3.87** | **3.33** | **5.53** | **4.66** | **6.51** | **5.38** |

| ต้นทุนผันแปร ณ ราคาน้ำมันที่ 26.70 บาท/ลิตร | รถ 4 ล้อ | | รถ 6 ล้อ 4.5 ม. | | รถ 6 ล้อ 5 ม. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | รถหนัก | รถเบา | รถหนัก | รถเบา | รถหนัก | รถเบา |
| 1. อัตรากินน้ำมัน (บาท/กม.) | 2.97 | 2.67 | 4.45 | 3.81 | 5.34 | 4.45 |
| 2. ต้นทุนยางรถ (บาท/กม.) | 0.20 | 0.20 | 0.40 | 0.40 | 0.50 | 0.50 |
| 3. ค่าบำรุงรักษา (บาท/กม.) | 0.75 | 0.50 | 0.75 | 0.50 | 0.75 | 0.50 |
| รวมต้นทุนผันแปร (บาท/กม.) | 3.92 | 3.37 | 5.60 | 4.71 | 6.59 | 5.45 |
| ต้นทุนผันแปรเพิ่มขึ้น (บาท/กม.) | 0.05 | 0.04 | 0.07 | 0.05 | 0.08 | 0.07 |
| คิดเป็น (%) | 1.29% | 1.20% | 1.27% | 1.07% | 1.23% | 1.30% |

จากตารางที่ 4.22 จะเห็นได้ว่าเมื่อราคาน้ำมันเปลี่ยนแปลงจะกระทบต่ออัตราการกินน้ำมันของรถขนส่งซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 76-81% ของต้นทุนผันแปรทั้งหมด ทำให้ต้นทุนผันแปรมีค่าเปลี่ยนแปลง และส่งผลกระทบไปถึงต้นทุนค่าขนส่งรวมที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 4.23 แสดงข้อมูลต้นทุนค่าขนส่งตามประเภทของต้นทุนเปรียบเทียบระหว่างราคาน้ำมันดีเซลที่ 26.30 บาท/ลิตรและ 26.70 บาท/ลิตร

| ช่วงระยะทาง | ต้นทุนค่าขนส่งแยกตามประเภทของต้นทุน ณ ราคาน้ำมันดีเซลที่ 26.30 บาท/ลิตร | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | รถ 4 ล้อ | | | รถ 6 ล้อ 4.5 ม. | | | รถ 6 ล้อ 5.0 ม. | | |
| | ต้นทุนคงที่ | ต้นทุนผันแปร | ต้นทุนรวม | ต้นทุนคงที่ | ต้นทุนผันแปร | ต้นทุนรวม | ต้นทุนคงที่ | ต้นทุนผันแปร | ต้นทุนรวม |
| 0 - 25 | 516 | 105 | 696 | 577 | 144 | 1,157 | 787 | 219 | 1,478 |
| 26 - 50 | 452 | 215 | 747 | 572 | 242 | 1,262 | 759 | 341 | 1,583 |
| 51 - 80 | 447 | 308 | 845 | 595 | 365 | 1,425 | 788 | 500 | 1,792 |
| 81 - 110 | 471 | 426 | 1,004 | 618 | 517 | 1,621 | 891 | 781 | 2,223 |
| 111 - 140 | 503 | 543 | 1,171 | 693 | 734 | 1,949 | 991 | 1,065 | 2,653 |
| 141 - 170 | 515 | 667 | 1,324 | 721 | 945 | 2,216 | 1,053 | 1,385 | 3,081 |
| 171 - 200 | 527 | 788 | 1,473 | 766 | 1,190 | 2,541 | 1,111 | 1,709 | 3,508 |
| 201 - 230 | 560 | 943 | 1,683 | 836 | 1,498 | 2,964 | 1,144 | 1,994 | 3,865 |
| 231 - 260 | 602 | 1,122 | 1,930 | 891 | 1,789 | 3,351 | 1,197 | 2,320 | 4,289 |
| 261 - 290 | 628 | 1,284 | 2,141 | 882 | 1,943 | 3,514 | 1,169 | 2,584 | 4,553 |
| 291 - 320 | 639 | 1,418 | 2,304 | 901 | 2,161 | 3,779 | 1,191 | 2,846 | 4,871 |
| เงื่อนไข | Total = FC + VC + สัดส่วนกำไร ไม่มีการจ่ายค่าขนถ่ายเพิ่มเติม | | | Total = FC + VC + สัดส่วนกำไร + ค่าขนถ่าย | | | | | |
| ช่วงระยะทาง | ต้นทุนค่าขนส่งแยกตามประเภทของต้นทุน ณ ราคาน้ำมันดีเซลที่ 26.70 บาท/ลิตร | | | | | | | | |
| | รถ 4 ล้อ | | | รถ 6 ล้อ 4.5 ม. | | | รถ 6 ล้อ 5.0 ม. | | |
| | ต้นทุนคงที่ | ต้นทุนผันแปร | ต้นทุนรวม | ต้นทุนคงที่ | ต้นทุนผันแปร | ต้นทุนรวม | ต้นทุนคงที่ | ต้นทุนผันแปร | ต้นทุนรวม |
| 0 - 25 | 516 | 106 | 697 | 577 | 146 | 1,159 | 787 | 222 | 1,480 |
| 26 - 50 | 452 | 218 | 751 | 572 | 246 | 1,266 | 759 | 346 | 1,588 |
| 51 - 80 | 447 | 312 | 849 | 595 | 371 | 1,431 | 788 | 507 | 1,800 |
| 81 - 110 | 471 | 431 | 1,010 | 618 | 525 | 1,630 | 891 | 793 | 2,236 |
| 111 - 140 | 503 | 549 | 1,178 | 693 | 744 | 1,960 | 991 | 1,080 | 2,669 |
| 141 - 170 | 515 | 675 | 1,333 | 721 | 957 | 2,229 | 1,053 | 1,403 | 3,101 |
| 171 - 200 | 527 | 798 | 1,484 | 766 | 1,206 | 2,559 | 1,111 | 1,731 | 3,533 |
| 201 - 230 | 560 | 955 | 1,697 | 836 | 1,517 | 2,985 | 1,144 | 2,020 | 3,894 |
| 231 - 260 | 602 | 1,136 | 1,946 | 891 | 1,810 | 3,375 | 1,197 | 2,350 | 4,323 |
| 261 - 290 | 628 | 1,300 | 2,159 | 882 | 1,967 | 3,541 | 1,169 | 2,616 | 4,589 |
| 291 - 320 | 639 | 1,435 | 2,324 | 901 | 2,187 | 3,809 | 1,191 | 2,881 | 4,911 |

จากตารางที่ 4.23 แสดงให้เห็นว่าเมื่อราคาน้ำมันเพิ่มขึ้น 40 สต./ลิตรจาก 26.30 บาท/ลิตร เป็น 26.70 บาท/ลิตร หรือเพิ่มขึ้น 1.52% จะส่งผลเฉพาะต่อต้นทุนผันแปรเท่านั้นไม่กระทบต่อต้นทุนคงที่ และเมื่อนำไปทำการ Optimization ตามแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลคำสั่งซื้อของเดือนมี.ค. 2549 เป็นฐานในการคำนวณพบว่าต้นทุนค่าขนส่งเพิ่มขึ้นจาก 809,693 บาทเป็น 813,746 บาทหรือคิดเป็น 0.5% นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากรูปแบบของประเภทรถขนส่งจากการทำ Optimization พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงประเภทรถขนส่งจากรถ 4 ล้อไปเป็นรถ 6 ล้อเพิ่มขึ้นทั้งนี้เนื่องจากสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของต้นทุนรวมจากการเปลี่ยนแปลงราคาน้ำมันของรถ 4 ล้อมีค่าสูงกว่ารถ 6 ล้อ ทำให้โปรแกรมทำการจัดสรรเที่ยวการขนส่งใหม่เพื่อให้ต้นทุนค่าขนส่งรวมเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

**4.9 การประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อคำนวณหาปริมาณการใช้ทรัพยากรที่เหมาะสม**

จากที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อที่ 4.7 เรื่องการทดสอบสมมติฐานและการประมวลผลซึ่งมีการคำนวณต้นทุนการขนส่งที่เกิดจากการ Optimization โดยมีการจำกัดจำนวนในเรื่องของทรัพยากร ซึ่งหมายถึงจำนวนรถขนส่งตามกำลังขนส่งที่พร้อมปฏิบัติงานในแต่ละเดือนนั้นเป็นผลลัพธ์ที่มีความเหมาะสมกับสภาพการปฏิบัติงานในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ดีหากต้องการวางแผนเพื่อเตรียมทรัพยากรที่เหมาะสม ผู้วิจัยจะได้ศึกษาถึงการ Optimization โดยที่ไม่มีการจำกัดจำนวนทรัพยากรว่าจะมีผลลัพธ์อย่างไร และต้องใช้รถขนส่งจำนวนเท่าใด

โดยผู้วิจัยได้ทำการนำคำสั่งขนส่งของเดือนมี.ค. และมิ.ย. 2549 มาประมวลผลใหม่อีกครั้งโดยไม่จำกัดจำนวนทรัพยากร ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังตาราง

ตารางที่ 4.24 แสดงผลการ Optimization เมื่อไม่จำกัดจำนวนรถขนส่งเดือนมี.ค.2549

| ประเภทรถ | 1 – 31 มี.ค. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Baseline | Optimization โดยจำกัดจำนวนรถขนส่ง | Optimization โดยไม่จำกัดจำนวนรถขนส่ง | เปลี่ยนแปลง |
| 1. ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท) | 981,388 | 809,693 | 791,244 | -18,449 |
| 2. ปริมาณรถที่ใช้ (คัน) | | | | |
| 2.1 รถ 4 ล้อ | 715 | 516 | 505 | -11 |
| 2.2 รถ 6 ล้อ 4.5 ม. | 2 | 27 | 132 | 105 |
| 2.3 รถ 6 ล้อ 5 ม. | 156 | 114 | 24 | -90 |
| รวมทั้งสิ้น | 873 | 657 | 661 | 4 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.25 แสดงผลการ Optimization เมื่อไม่จำกัดจำนวนรถขนส่งเดือนมิ.ย.2549

| ประเภทรถ | 1 – 30 มิ.ย. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Baseline | Optimization โดยจำกัดจำนวนรถขนส่ง | Optimization โดยไม่จำกัดจำนวนรถขนส่ง | เปลี่ยนแปลง |
| 1. ต้นทุนค่าขนส่ง (บาท) | 1,982,252 | 1,439,662 | 1,423,381 | -16,281 |
| 2. ปริมาณรถที่ใช้ (คัน) | | | | |
| 2.1 รถ 4 ล้อ | 1437 | 864 | 827 | -37 |
| 2.2 รถ 6 ล้อ 4.5 ม. | 58 | 60 | 240 | 180 |
| 2.3 รถ 6 ล้อ 5 ม. | 189 | 209 | 42 | -167 |
| รวมทั้งสิ้น | 1684 | 1133 | 1109 | -24 |

จากข้อมูลในตารางที่ 4.24 และ 4.25 แสดงให้เห็นถึงจำนวนรถขนส่งที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งสินค้าในช่วงเดือนมี.ค.และมิ.ย.2549 ซึ่งพบว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันในทั้ง 2 ช่วงเวลากล่าวคือ มีการใช้ประเภทรถ 6 ล้อ 4.5 ม. เพิ่มขึ้น และใช้รถ 6 ล้อ 5 ม.ลดลง ในขณะที่ปริมาณการใช้รถ 4 ล้อไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ทั้งนี้เมื่อนำข้อมูลอัตราค่าขนส่งมาวิเคราะห์พบว่าอัตราค่าขนส่งบาท/หน่วยการบรรทุก/กม. ของรถแต่ละประเภทมีค่าแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 4.26 แสดงอัตราค่าขนส่งบาท/หน่วยการบรรทุก/กม.ของรถขนส่งแต่ละประเภท

| ช่วงระยะทาง | อัตราค่าขนส่ง (บาท/คัน/กม.) | | | อัตราค่าขนส่ง (บาท/ลบ.ม./กม.) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 ล้อ | 6 ล้อ 4.5 ม. | 6 ล้อ 5 ม. | 4 ล้อ | 6 ล้อ 4.5 ม. | 6 ล้อ 5 ม. |
| 0 - 25 | 37.12 | 13.22 | 16.89 | 9.89 | 6.01 | 6.25 |
| 26 - 50 | 13.11 | 4.74 | 5.95 | 3.49 | 2.16 | 2.20 |
| 51 - 80 | 8.60 | 3.11 | 3.91 | 2.29 | 1.41 | 1.45 |
| 81 - 110 | 7.01 | 2.42 | 3.33 | 1.87 | 1.10 | 1.23 |
| 111 - 140 | 6.22 | 2.22 | 3.02 | 1.66 | 1.01 | 1.12 |
| 141 - 170 | 5.68 | 2.04 | 2.83 | 1.51 | 0.93 | 1.05 |
| 171 - 200 | 5.29 | 1.96 | 2.70 | 1.41 | 0.89 | 1.00 |
| 201 - 230 | 5.21 | 1.96 | 2.56 | 1.39 | 0.89 | 0.95 |
| 231 - 260 | 5.24 | 1.95 | 2.50 | 1.40 | 0.89 | 0.92 |
| 261 - 290 | 5.18 | 1.82 | 2.36 | 1.38 | 0.83 | 0.87 |
| 291 - 320 | 5.03 | 1.77 | 2.28 | 1.34 | 0.80 | 0.84 |

จากตารางที่ 4.26 จะเห็นได้ว่าอัตราค่าขนส่งบาท/หน่วยการบรรทุก/กม. ทั้งในด้านน้ำหนัก (ตัน) และปริมาตร (ลบ.ม.) ของรถ 6 ล้อ 4.5 ม.มีค่าต่ำกว่ารถ 6 ล้อ 5 ม. ทุกช่วงระยะทาง ทำให้โปรแกรมเลือกที่จะใช้ประเภทรถขนส่งที่มีราคาค่าขนส่งต่ำกว่าเพื่อให้ต้นทุนรวมมีค่าต่ำที่สุด ซึ่ง

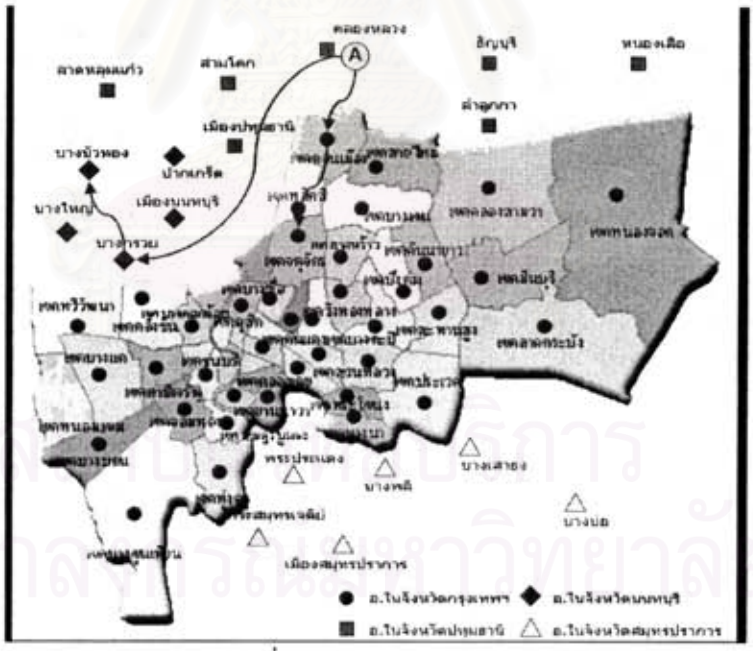
จากข้อมูลข้างต้น หากบริษัทตัวอย่างต้องการลดต้นทุนการขนส่งลงจะต้องทำการเพิ่มจำนวนรถขนส่งประเภท 6 ล้อ 4.5 ม. ให้มากขึ้น โดยลดจำนวนรถขนส่งประเภท 6 ล้อ 5 ม.ลง

**4.10 การวิเคราะห์ผลของการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์**

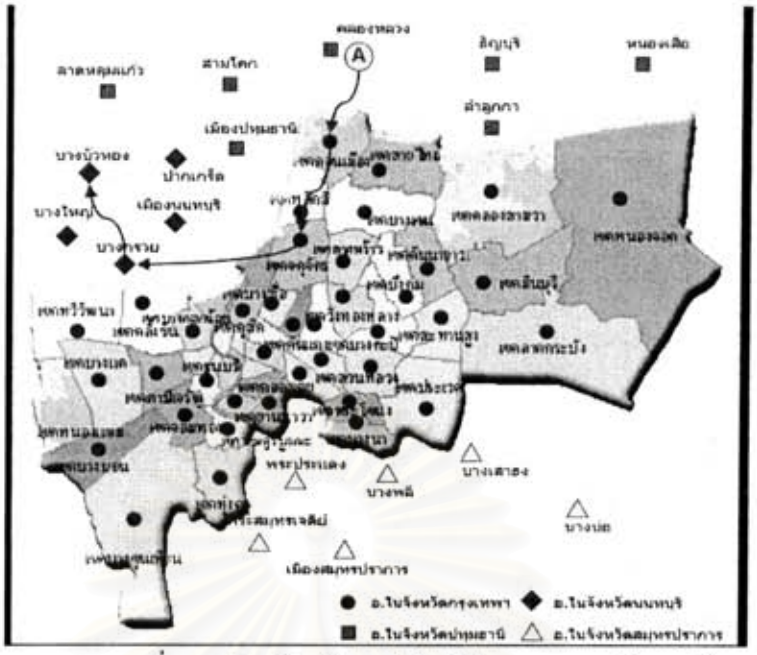
ผู้วิจัยได้ศึกษาเพิ่มเติมถึงความแตกต่างระหว่างเส้นทางที่จัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และเส้นทางที่จัดด้วยพนักงานว่าเหตุใดเส้นทางที่จัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ถึงให้ผลลัพธ์ด้านต้นทุนที่ต่ำกว่าและใช้ปริมาณรถขนส่งต่ำกว่า พบว่ามีเหตุผลสนับสนุนอยู่ 3 ประการคือ

1. การรวมเส้นทางที่อยู่ต่างตารางเวลาเดินรถในเที่ยวการขนส่งเดียวกันโดยใช้ประเภทรถเดิม

จากข้อมูลเส้นทางที่ได้จากการจัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของวันที่ 31 มี.ค.2549 เที่ยวรถที่ 1 ผู้วิจัยได้นำมาเปรียบเทียบกับเส้นทางที่จัดด้วยพนักงานพบว่ามีความแตกต่างกัน โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีการเพิ่มจุดส่งสินค้าเข้าไปในเที่ยวการขนส่งเดิม ซึ่งแต่เดิมอยู่ต่างตารางเวลาเดินรถกัน ดังตัวอย่าง




แผนภาพที่ 4.12(ก) จัดเส้นทางด้วยคน

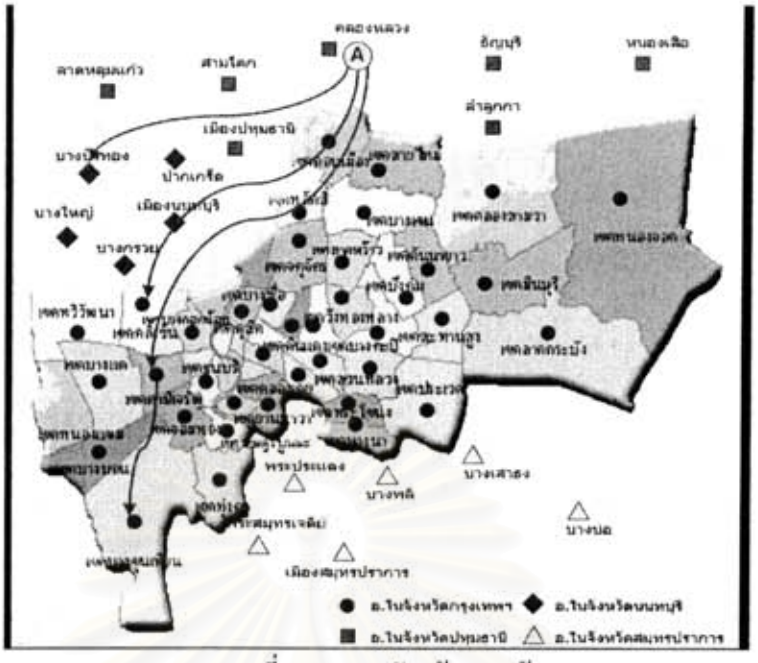



แผนภาพที่ 4.12(ข) จัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

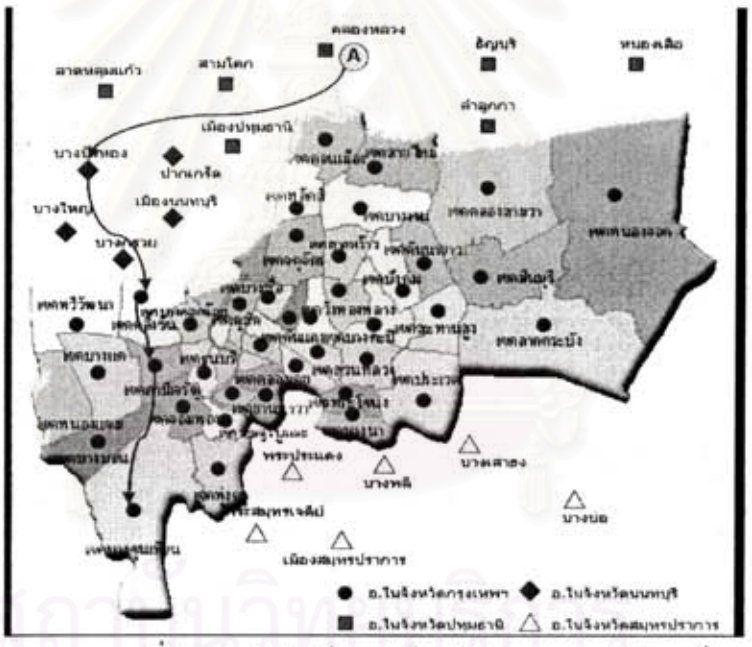
จากแผนภาพที่ 4.12(ก) เป็นเส้นทางที่จัดด้วยคนจะเห็นได้ว่าเนื่องจาก อ.ดอนเมืองและอ.จตุจักรอยู่ในเส้นทาง MT5 ในขณะที่อ.บางกรวย และอ.บางบัวทอง อยู่ในเส้นทาง MT2 การจัดเที่ยวรถขนส่งจึงต้องใช้รถขนส่ง 2 คันซึ่งมีต้นทุนการขนส่งเที่ยวละ 860 บาทและ 972 บาทหรือต้นทุนรวม 1,832 บาท แต่เมื่อให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดเส้นทางให้ตามแผนภาพที่ 4.12(ข) พบว่ามีการรวมคำสั่งขนส่งของทั้ง 2 เส้นทางเข้าด้วยกันและจัดส่งด้วยรถเพียง 1 เที่ยวซึ่งมีต้นทุนค่าขนส่ง 1,347 บาท ทำให้ลดต้นทุนลงได้ 485 บาท และยังทำให้สัดส่วนการจัดบรรทุกสูงขึ้นกว่าเดิมอีกด้วย

2. การรวมเส้นทางที่อยู่ต่างตารางเวลาเดินรถในเที่ยวการขนส่งเดียวกันและใช้รถที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

จากข้อมูลเส้นทางที่ได้จากการจัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของวันที่ 31 มี.ค. 2549 เที่ยวรถที่ 22 ผู้วิจัยได้นำมาเปรียบเทียบกับเส้นทางที่จัดด้วยพนักงานพบว่ามีความแตกต่างกัน โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีการเพิ่มจุดส่งสินค้าเข้าไปในเที่ยวการขนส่งเดิม ซึ่งแต่เดิมอยู่ต่างตารางเวลาเดินรถกันและเปลี่ยนประเภทรถเป็นประเภทที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้สามารถจัดส่งสินค้าได้ทั้งหมด ดังตัวอย่าง




แผนภาพที่ 4.13(ก) จัดเส้นทางด้วยคน




แผนภาพที่ 4.13(ข) จัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จากแผนภาพที่ 4.13(ก) เป็นเส้นทางที่จัดด้วยคนจะเห็นได้ว่าเนื่องจาก อ.บางบัวทอง อยู่ในเส้นทาง MT2 อ.คลิ่งชัน อยู่ในเส้นทาง MT11 อ.ภาษีเจริญ และอ.บางขุนเทียน อยู่ในเส้นทาง MT12 การจัดเที่ยวรถขนส่งจึงต้องใช้รถขนส่ง 3 คันซึ่งมีต้นทุนการขนส่งเที่ยวละ 860 บาท 972 บาทและ 1,347 บาทตามลำดับหรือต้นทุนรวม 3,179 บาท แต่เมื่อให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดเส้นทางให้ตามแผนภาพที่ 4.13(ข) พบว่ามีการรวมคำสั่งขนส่งของทั้ง 3 เส้นทางเข้าด้วยกันและเปลี่ยนประเภทรถให้เป็นรถ 6 ล้อที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้สามารถจัดส่งได้ทั้งหมดด้วยรถเพียง 1

คันซึ่งจะมีต้นทุนค่าขนส่ง 3,051 บาท ทำให้ลดต้นทุนลงได้ 128 บาท และยังทำให้ลดปริมาณการใช้รถขนาดเล็กลงได้

3. การใช้รถที่มีขนาดใหญ่ขึ้นในตารางเวลาเดินรถเดียวกัน

จากข้อมูลเส้นทางที่ได้จากการจัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของวันที่ 31 มี.ค. 2549 เที่ยวรถที่ 18 ผู้วิจัยได้นำมาเปรียบเทียบกับเส้นทางที่จัดด้วยพนักงานพบว่ามีความแตกต่างกัน โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีการรวมเส้นทางที่ใช้รถ 4 ล้อจำนวน 2 เที่ยวการขนส่ง ซึ่งมีต้นทุนการขนส่งรวม 1,494 บาท และเปลี่ยนไปเป็นรถ 6 ล้อจำนวน 1 เที่ยวการขนส่งแทนซึ่งมีต้นทุนการขนส่ง 1,262 บาท ทำให้ลดต้นทุนลงได้ 232 บาท

จากทั้ง 3 ปัจจัยที่ได้กล่าวถึงข้างต้นเป็นเหตุผลสนับสนุนให้การจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการจัดเส้นทางด้วยพนักงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 5
# สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เข้ามาใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่งสำหรับสินค้าไม่เต็มคันรถในเขตกทม. และปริมณฑล โดยแบบจำลองดังกล่าวได้ถูกจัดทำโดยมีการกำหนดเงื่อนไขให้สอดคล้องกับสภาพข้อจำกัดของการขนส่งสินค้าจริงทั้งนี้เพื่อให้แบบจำลองมีความน่าเชื่อถือและสามารถไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงมากที่สุด

โดยจากการศึกษาพฤติกรรมการจัดเส้นทางโดยพนักงานพบว่ามีข้อจำกัดในการปฏิบัติงานในหลาย ๆ ด้าน เช่น ความสามารถในการจดจำเส้นทาง ประสบการณ์และความชำนาญเส้นทาง ความเหนื่อยล้าจากการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง เป็นต้น ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานซึ่งรวมไปถึงการมีต้นทุนการขนส่งสินค้าที่สูงเกินกว่าความเป็นจริง ดังนั้นการจัดเส้นทางโดยอาศัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจก็จะสามารถช่วยให้การจัดเส้นทางเป็นไปอย่างมีมาตรฐานและสามารถเห็นตัววัดประสิทธิภาพได้ตลอดเวลา ซึ่งในกรณีที่มีพนักงานเข้ามาใหม่ก็ไม่จำเป็นต้องทำการศึกษาเส้นทางรวมถึงข้อจำกัดในการขนส่งมากนัก เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวได้ถูกจัดเก็บไว้ในแบบจำลองทั้งหมด

ซึ่งจากผลการทดสอบแบบจำลองด้วยข้อมูลจริงที่แบ่งออกเป็น 2 ช่วงการพิจารณาคือ ช่วงเดือนมีนาคม 2549 ซึ่งเป็นตัวแทนของช่วงที่มีปริมาณคำสั่งขนส่งน้อยที่สุด และช่วงเดือนมิถุนายน 2549 ซึ่งเป็นตัวแทนของช่วงที่มีปริมาณคำสั่งขนส่งมากที่สุด พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้แบบจำลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ สามารถลดต้นทุนค่าขนส่งที่ใช้ในกระบวนการจัดส่งสินค้าลงได้ 17 % และ 27% ตามลำดับ โดยที่ลูกค้ายังคงได้รับสินค้าตรงตามวันที่ต้องการ

เมื่อได้มีการเปรียบเทียบระยะทางเฉลี่ยในการขนส่งสินค้าต่อเที่ยวการขนส่งยังพบว่าการจัดเส้นทางโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถจัดเส้นทางที่มีระยะทางเฉลี่ยต่อเที่ยวขนส่งสูงกว่าการจัดเส้นทางโดยพนักงานที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99% และเมื่อพิจารณาถึงระยะทางวิ่งเปล่า พบว่าการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถลดระยะทางวิ่งเปล่าลงได้เมื่อเทียบกับการจัดเส้นทางโดยพนักงาน และเพื่อเป็นการตรวจสอบเส้นทางที่ได้จากการจัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้มีการนำตัวอย่างเส้นทางดังกล่าวไปให้พนักงานขับรถเป็นผู้ประเมินความ

เหมาะสมของเส้นทางพบว่าเส้นทางที่จัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถนำไปปฏิบัติงานได้จริงด้วยระดับความน่าเชื่อถือถึง 90% นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองในการคาดการณ์ผลกระทบต่อต้นทุนการขนส่งเมื่อราคาน้ำมันดีเซลมีการปรับตัวสูงขึ้น 40 สต./ลิตรหรือ 1.52% พบว่าทำให้ต้นทุนการขนส่งเพิ่มขึ้น 0.5% และยังสามารถใช้ประโยชน์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเตรียมกำลังขนส่งที่ทำให้เกิดต้นทุนการขนส่งต่ำที่สุด ซึ่งพบว่าบริษัทตัวอย่างควรจะต้องเพิ่มปริมาณรถ 6 ล้อ 4.5 ม.และลดปริมาณรถ 6 ล้อ 5 ม. เนื่องจากมีต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยการบรรทุกสูงกว่า

แบบจำลองที่ใช้ในการจัดเส้นทางการขนส่งที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. สามารถจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าที่เหมาะสม ตามจำนวนของปริมาณทรัพยากรและข้อจำกัดที่มีอยู่ ได้แก่ จำนวนรถขนส่ง ขนาดการจัดบรรทุก จำนวนจุดส่งสินค้า วัน/เวลาเข้ารับสินค้า วัน/เวลาส่งสินค้า โดยใช้เวลาในการประมวลผลเพียง 5-10 นาทีต่อการประมวลผล 1 ครั้ง
2. สามารถนำข้อมูลจากการจัดเส้นทางไปวัดผลประสิทธิภาพการปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็ว เช่น ปริมาณการจัดบรรทุก ต้นทุนค่าขนส่งรวมในแต่ละวัน ปริมาณรถที่จำเป็นต้องใช้ในการขนส่งในแต่ละวัน ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถวางแผนกำลังการขนส่งได้อย่างเหมาะสม

## 5.2 ข้อจำกัดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

อย่างไรก็ดีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ก็มีข้อด้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดเส้นทางโดยพนักงาน ในบางประเด็น ดังนี้

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะไม่อนุญาตให้มีการขนส่งสินค้าเกินกว่าปริมาณการจัดบรรทุกที่กำหนด แต่จากสภาพการปฏิบัติงานจริงบางครั้งพนักงานสามารถจัดสินค้าได้เกินกว่าปริมาณการจัดบรรทุกที่กำหนดเล็กน้อย เช่น สามารถวางเทินไว้เกินกว่าขอบกระบะบรรทุกและใช้ Belt รัดเพื่อกันสินค้าหล่นจากรถ แต่หากจัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สินค้าดังกล่าวจะต้องถูกแยกส่งอีกเที่ยวการขนส่ง

2. เนื่องจากในการคำนวณระยะเวลาในการเดินทาง ทางผู้วิจัยใช้อัตราความเร็วเฉลี่ยของการเดินทางในเขตกรุงเทพมหานครเป็นตัวแทนในการคำนวณระยะเวลาที่ใช้ในการ

เดินทาง ดังนั้นจึงมีโอกาสที่การขนส่งสินค้าในแต่ละเที่ยวขนส่งจะส่งสินค้าได้เร็วกว่าหรือช้ากว่าที่ควรจะเป็น

3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่ได้พิจารณาถึงการความยากง่ายในการจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้าแต่ละราย เนื่องจากในสภาพการปฏิบัติงานจริงมีลูกค้าบางรายที่มีความยุ่งยากในการจัดส่ง เช่น ต้องทำการจัดเรียงสินค้าให้ ต้องส่งสินค้าต่อไปยังโกดังสินค้า ซึ่งส่งผลต่อระยะเวลาในการจัดส่งสินค้า โดยระบบไม่ได้นำสิ่งเหล่านี้มาพิจารณาจึงมีโอกาสในการจัดสรรงานให้กับรถขนส่งแต่ละคันอย่างไม่เท่าเทียมกัน

4. โปรแกรมไม่ได้ทำการพิจารณาถึงการจัดสรรรายได้ให้กับรถขนส่งแต่ละคันอย่างเท่าเทียมกัน โดยโปรแกรมทำหน้าที่ในการจัดเส้นทางเพื่อให้มีต้นทุนการขนส่งรวมต่ำที่สุดเท่านั้น ดังนั้นบริษัทตัวอย่างจึงต้องทำหน้าที่เป็นผู้จัดสรรงานให้กับผู้ประกอบการขนส่งแต่ละรายตามสัดส่วนที่กำหนดเอง

## 5.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้อาจถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าเท่านั้น เนื่องจากในสภาพการขนส่งสินค้าในปัจจุบันยังมีขอบเขตการให้บริการและข้อจำกัดอีกมากที่ยังไม่ได้รวบรวมเข้ามาในงานวิจัย ทั้งนี้หากต้องการข้อสรุปของงานวิจัยที่ถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น อาจจำเป็นต้องปรับปรุงแบบจำลองดังนี้

1. ขยายขอบเขตของพื้นที่ขนส่งในแบบจำลองให้ครอบคลุมพื้นที่การขนส่งจริงทั้งหมด เช่น การขยายให้ครอบคลุมทั่วทั้งประเทศ
2. เพิ่มรูปแบบการขนส่งสินค้าแบบอื่น ๆ เข้ามาในแบบจำลอง เช่น การขนส่งสินค้าผ่านจุดพักและกระจายสินค้า (Hub) การขนส่งสินค้าแบบ Cross-Docking ซึ่งจะมีความซับซ้อนในการจัดเที่ยวขนส่งมากขึ้น
3. เพิ่มจำนวนคำสั่งซื้อให้มีความหลากหลายของข้อมูล ทั้งในด้าน จำนวนจุดรับสินค้า จำนวนจุดส่งสินค้า
4. เพิ่มประเภทของรถขนส่งให้ครบถ้วนตามประเภทรถขนส่งที่มีการใช้งานอยู่จริง เช่น ในงานวิจัยนี้ไม่ได้กล่าวถึงรถขนส่งประเภทรถ 10 ล้อและรถ 18 ล้อ ทั้งนี้เนื่องจากมีการจำกัดขอบเขตของงานวิจัยเฉพาะในเขตกรุงเทพและปริมณฑลซึ่งรถทั้ง 2 ชนิดนี้ไม่สามารถเข้ามาส่งสินค้าได้ในช่วงเวลากลางวัน แต่หากขยายขอบเขตให้ครอบคลุมทั่วทั้งประเทศแล้วรถทั้ง 2 ชนิดนี้จะมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการขนส่งสินค้า

เนื่องจาก มีต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยต่ำกว่าในระยะทางที่เท่ากัน และสามารถส่งสินค้าไปได้จำนวนที่มากกว่ารถขนาดเล็ก

5. การพิจารณาถึงระดับความสามารถในการให้บริการที่แตกต่างกันของผู้ประกอบการขนส่งที่เลือกใช้แต่ละราย (Performance Base Rating) นอกเหนือจากการพิจารณาแต่เพียงทางด้านต้นทุน (Cost Base Rating) เพียงอย่างเดียว

นอกจากการปรับปรุงแบบจำลองในหัวข้อข้างต้นแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงรูปแบบการปฏิบัติงาน (Business Process) ขององค์กรที่จะนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้งานว่า มีความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้เรื่องของ ความพร้อมของพนักงานตั้งแต่ระดับผู้บริหารลงมาจนถึงผู้ปฏิบัติงาน ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อมีการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้งาน ผู้บริหารต้องเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลง และมอบนโยบายที่ชัดเจนให้กับผู้ปฏิบัติงาน ตัวอย่างเช่น

- การยอมรับในเส้นทางการจัดส่งที่จัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งบางครั้งอาจจะขัดแย้งกับความรู้สึกของผู้ปฏิบัติงาน
- การสร้างบรรทัดฐานในการปฏิบัติงาน เช่น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงคำสั่งขนส่งหลังจากที่เลยจากกำหนดเวลาการปิดรับคำสั่งขนส่ง เนื่องจากหากต้องมีการแก้ไขจะส่งผลต่อเที่ยวการขนส่งที่จัดด้วยโปรแกรมแล้วทั้งหมดที่ระบบจะต้องนำมาพิจารณาใหม่
- การทำความเข้าใจกับพนักงานขับรถว่าจำเป็นต้องส่งสินค้าตามลำดับการขนส่งที่กำหนดเพื่อให้สามารถจัดส่งสินค้าได้ทันตามความต้องการของลูกค้า

แต่อย่างไรก็ดีแบบจำลองดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านการคาดการณ์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนปัจจัยต่าง ๆ นอกเหนือจากที่ได้กล่าวถึงในงานวิจัยนี้ เช่น

1. สามารถนำไปประมาณการต้นทุนค่าขนส่งที่เปลี่ยนแปลงไปในกรณีที่สัดส่วนรถขนส่งที่พร้อมปฏิบัติงานในแต่ละประเภทเปลี่ยนแปลงไป เช่น รถ 6 ล้อขนาดใหญ่ (5 ม.) มีความต้องการในท้องตลาดมาก ทำให้ต้องลดจำนวนการใช้งานลงและเปลี่ยนไปใช้รถ 6 ล้อขนาดเล็ก (4.5 ม.) เพิ่มขึ้นจะส่งผลกระทบต่อต้นทุนค่าขนส่งรวมอย่างไร
2. สามารถนำไปประมาณการต้นทุนค่าขนส่งที่เปลี่ยนแปลงไปและปริมาณรถขนส่งที่ต้องการใช้งาน ในกรณีที่ปริมาณคำสั่งซื้อมีการเปลี่ยนแปลงไป เช่น มีปริมาณคำสั่งซื้อเพิ่มขึ้น 20% จะกระทบต่อต้นทุนค่าขนส่งรวมอย่างไร และจะต้องเตรียมกำลังขนส่งเพิ่มเติมหรือไม่อย่างไร

# รายการอ้างอิง


ภาษาไทย

เครือวัลย์ จำปาเงิน. 2547. การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้าเพื่อการบริโภคสู่ร้านค้าปลีกในสถานบริการน้ำมันในจังหวัดนนทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นฤภร กาญจนรัตน์. 2542. ระบบจัดเส้นทางการขนส่ง : กรณีศึกษา การขนส่งเฟอร์นิเจอร์ประเภทถอดประกอบ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุตนัย เหมศรีชาติ. 2546. การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดตารางงานรถขนส่งแก๊สเหลว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุธี ศรีเพ็ชรดานนท์. 2536. แบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาต่างประเทศ

Ballou, Ronald H. 1992. Business Logistics Management, New Jersey : Prentice-Hall

Basta, N. 2002. Transportation software market heats up. Transportation. : 35.

Bodin, L., et al. 1983. Routing and scheduling of vehicles and crews. Comput & Pos Res. 10,10 : 63-211

Caplice, Chris. 2005. What's driving the need for TMS?. Logistics Management. (January 2005) : 59-62.

Chudasama, J. Being a key actor of supply chain management transportation system's automation is upcoming and in boom for IT solutions providers [Online] 2004. Available from : http://www.buzzle.com

Clark, G., and Wright, J. 1964.Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. Operation Research 12,4 : 568-581

Doumeingts, G. 1984. Method of conceptual in systems and productive. Method GRAI. : 389-391

Gayialis, S.P. and Tatsiopoulos, I.P. 2004. Design of an IT-driven decision support system for vehicle routing and scheduling. European Journal of Operational Research 152 : 382-398.

Gonzalez, A. 2002. Transportation software market heats up. Transportation. : 34

Gonzalez, A. 2004. Transportation management system solution provider. Logistics Today. (June 2004) : 76-80.

Igbaria, M. ; Sprague, R.H. Jr. ; Basnet, C., and Foulds, L. 1996. The impact and benefits of a DSS : The case of FleetManager. Information & Management 31 : 215-225.

i2 Technology 2003. i2 Transportation modeler user guide version 6.1. : 1-253.

Jackson, G.C. 1984. A survey of freight consolidation practices. Journal of Business Logistics 6 :13-34.

Kerr, J. 2002. 3 key software trends. Logistics Management (2002). (March 2004) : 53-55.

Manugistics Research (2004). Goodyear builds centralized load planning center, upgrades TMS technology. Supply Chain Digest : 1-4.

Marakas, G.M. 1999. Decision Support Systems in The 21st Century. 1st ed.: Prentice Hall

Masters, J.M. 1980. The effects of freight consolidation on customer service. Journal of Business Logistics 2 : 55-74.

Russel, C.J. 2001. Why should you invest your capital in the last leg of supply chain. ROI Case for Vehicle Routing : 12-18.

Snider, Paul. 2001. Georgia-Pacific's freight consolidation drives major cost savings. IOMA's Report on Managing Logistics. (September 2001) : 13-14.

Srisuk, Bhanumas. 2003. Critical aspects which effected to company's competitiveness. Thailand's Best Innovation Awards 2003 : 7-8

Turner, R. 2002. Lorry night deliveries up. Best News (February 2002) : 1.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ก

## สรุปอัตราความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางบนถนนในเขตกรุงเทพมหานครประจำปี 2549

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สรุปอัตราความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางบนถนนในเขตกรุงเทพมหานคร
## ประจำปี 2549

| ลำดับที่ | ชื่อถนน | ช่วงถนนที่ทำการสำรวจ | ความยาว (กิโลเมตร) | ความเร็วในการเดินทาง (ก.ม./ช.ม.) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | เร่งด่วนเช้า 7.00น.- 9.00น. | | เร่งด่วนเย็น 16.00น.-18.00น. | | นอกเร่งด่วน 10.00 น. - 15.00 น. | |
| | | | | ขาเข้า | ขาออก | ขาเข้า | ขาออก | ขาเข้า | ขาออก |
| 1 | เกษตร - นวมินทร์ | แยกสุขาภิบาล1 ถึง แยกเกษตร | 9.16 | 25.79 | 40.00 | 37.60 | 36.86 | *** | *** |
| 2 | งามวงศ์วาน | แยกแคลาย ถึง แยกเกษตร | 6.20 | 22.88 | 31.02 | 25.37 | 24.87 | *** | *** |
| 3 | จรัญสนิทวงศ์ | แยกไฟฉายวรรย์ ถึง แยกวิบุลยาราม | 14.25 | 29.30 | 33.43 | 32.20 | 32.04 | 29.50 | 33.72 |
| 4 | เจริญกรุง(ต้น) | แยก รต. ถึง แยกทรงวาด | 2.7 | 11.65 | 14.10 | 9.47 | 10.62 | 12.12 | 12.22 |
| 5 | เจริญกรุง(ปลาย) | แยกทรงวาด ถึง แยกสุดถนน | 5.60 | 21.39 | 15.05 | 11.04 | 12.61 | 20.10 | 15.91 |
| 6 | เจริญนคร | แยกคลองสาน ถึง แยกวัดดาวคะนอง | 4.90 | 22.18 | 19.15 | 25.50 | 22.66 | 26.85 | 23.64 |
| 7 | แจ้งวัฒนะ | แยกห้าแยกปากเกร็ด ถึง แยกอุโมงหลักสี่ | 10.40 | 24.79 | 31.11 | 19.85 | 25.23 | 38.24 | 37.67 |
| 8 | นราธิวาสราชนครินทร์ | แยกพระรามที่ 3 ถึง แยกสุรวงศ์ | 4.20 | 11.26 | 26.36 | 23.25 | 29.49 | *** | *** |
| 9 | นวมินทร์ | แยกสุขาภิบาล1-2 ถึง แยกนวมินทร์-รามอินทรา | 11.70 | 29.76 | 27.35 | 31.78 | 25.62 | *** | *** |
| 10 | บรมราชชนนี | แยกพุทธมณฑลสาย 2 ถึง แยกฝั่งพิภพ | 12.70 | 45.89 | 59.78 | 56.22 | 56.15 | 59.07 | 67.10 |
| 11 | บางนา - ตราด | แยกทางรถไฟสายเก่า ถึง แยกวัดศรีเอี่ยม | 5.88 | 47.95 | 27.86 | 31.13 | 19.48 | *** | *** |
| 12 | ประชาธิปก | แยกบ้านแยก ถึง แยกประชาอุทิศ | 7.85 | 23.85 | 16.95 | 20.02 | 19.88 | 30.62 | 27.41 |
| 13 | ประชาสงเคราะห์ | แยกตลาดห้วยขวาง ถึง ทางขึ้นถนนจตุรทิศ | 3.47 | 15.09 | 18.46 | 12.59 | 11.19 | 15.14 | 19.79 |
| 14 | พญาไท | แยกอนุสาวรีย์ชัยฯ ถึง แยกสามย่าน | 3.85 | 11.80 | 17.29 | 13.09 | 11.74 | 8.73 | 9.50 |
| 15 | พระราม 9 | แยกพระราม 9-ศรีนครินทร์ ถึง แยกพระราม 9 | 9.40 | 26.03 | 38.82 | 45.46 | 48.52 | *** | *** |
| 16 | พระรามที่ 1 | แยกเพลินจิต ถึง แยกกษัตริย์ศึก | 3.45 | 18.25 | 15.61 | 12.01 | 8.73 | 18.44 | 13.10 |
| 17 | พระรามที่ 2 | แยกพระรามที่2 ถึง แยกกาญจนาภิเษก | 9.00 | 50.5 | 38.94 | 54.04 | 49.82 | 50.87 | 41.46 |
| 18 | พระรามที่ 3 | แยกเชื้อเพลิง ถึง แยกถนนตก | 10.75 | 63.46 | 45.52 | 53.84 | 59.68 | 62.43 | 47.82 |
| 19 | พระรามที่ 4 | แยกหมอมี ถึง แยกพระโขนง | 9.96 | 19.14 | 14.88 | 17.66 | 16.10 | *** | *** |
| 20 | พระรามที่ 5 | แยกสะพานแดง ถึง แยกพาณิชยการ | 3.50 | 15.89 | 21.92 | 21.97 | 20.93 | *** | *** |
| 21 | พระรามที่ 6 | แยกด่วนกำแพงเพชร ถึง แยกอุรุพงษ์ | 6.45 | 17.82 | 18.36 | 25.82 | 21.23 | 18.28 | 22.50 |
| 22 | พหลโยธิน | แยกหลักสี่ ถึง แยกอนุสาวรีย์ชัยฯ | 14.72 | 21.62 | 22.19 | 27.83 | 22.21 | 22.85 | 28.64 |
| 23 | พัฒนาการ | แยกอ่อนนุช-พัฒนาการ ถึง แยกคลองตัน | 6.46 | 22.61 | 33.82 | 30.85 | 30.19 | 33.66 | 35.11 |
| 24 | พิษณุโลก | แยกยมราช ถึง แยกเทเวศน์ | 2.31 | 21.80 | 15.95 | 20.71 | 15.97 | *** | *** |
| 25 | เพชรบุรีตัดใหม่ | แยกคลองตัน ถึง แยกยมราช | | 16.46 | 23.09 | 11.06 | 18.80 | *** | *** |
| 26 | เยาวราช | แยกเมอร์ดิงส์ ถึง แยกทรงวาด | 1.30 | เดินรถทางเดียว | 16.43 | เดินรถทางเดียว | 7.49 | เดินรถทางเดียว | 10.24 |

## สรุปอัตราความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางบนถนนในเขตกรุงเทพมหานคร
## ประจำปี 2549 (ต่อ)

| ลำดับที่ | ชื่อถนน | ช่วงถนนที่ทำการสำรวจ | ความยาว (กิโลเมตร) | ความเร็วในการเดินทาง (ก.ม./ช.ม.) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | เร่งด่วนเช้า 7.00น.- 9.00น. | | เร่งด่วนเย็น 16.00น.-18.00น. | | นอกเร่งด่วน 10.00 น. - 15.00 น. | |
| | | | | ขาเข้า | ขาออก | ขาเข้า | ขาออก | ขาเข้า | ขาออก |
| 27 | รัชดาภิเษก | แยกรัชวิภา ถึง แยกพระราม9 | 9.10 | 25.98 | 38.37 | 33.21 | 28.19 | *** | *** |
| 28 | ราชดำเนิน | แยกป้อมเผด็จ ถึง แยกพระรูป ร.5 | 3.40 | 15.28 | 15.51 | 15.62 | 12.95 | *** | *** |
| 29 | ราชดำริ | แยกศาลาแดง ถึง แยกประตูน้ำ | 2.20 | 22.37 | 13.09 | 9.36 | 9.39 | 16.98 | 16.79 |
| 30 | ราชวิถี | แยกบางพลัด ถึง แยกอนุสาวรีย์ชัยฯ | 5.80 | 15.01 | 17.37 | 9.13 | 10.96 | 18.28 | 24.25 |
| 31 | ราชสีมา | แยกกระทรวงศึกษา ถึง แยกร่วมจิตต์ | 2.00 | 17.72 | ทางรถมวลชน | 11.77 | ทางรถมวลชน | *** | ทางรถมวลชน |
| 32 | รามคำแหง | แยกหมู่บ้านสวนสน ถึง แยกคลองตัน | 6.00 | 22.93 | 25.62 | 33.82 | 28.30 | 17.74 | 26.03 |
| 33 | รามคำแหง(ปลาย) | แยกสุวินทวงศ์ ถึง แยกหมู่บ้านสวนสน | 12.20 | 36.98 | 47.97 | 35.29 | 43.82 | 41.62 | 48.07 |
| 34 | รามอินทรา | แยกรามอินทรา-สุขาภิ 1 ถึง วัดพระศรีมหาธาตุ | 9.80 | 28.98 | 41.05 | 30.42 | 46.49 | 33.32 | 44.07 |
| 35 | ลาดพร้าว | แยกบางกะปิ ถึง แยกลาดพร้าว | 11.08 | 14.01 | 24.61 | 15.76 | 21.08 | *** | *** |
| 36 | วิภาวดีรังสิต | แยกแจ้งวัฒนะ ถึง แยกดินแดง | 14.70 | 41.67 | 71.08 | 64.26 | 62.15 | *** | *** |
| 37 | ศรีนครินทร์ | แยกวัดศรีเอี่ยม ถึง แยกศรีนครินทร์ | 11.00 | 17.74 | 22.26 | 16.76- | 21.68 | 23.44 | 27.94 |
| 38 | ศรีบูรพา | แยกนวมินทร์ ถึง แยกบ้านม้า | 2.17 | 17.73 | 24.38 | 16.76 | 25.20 | *** | *** |
| 39 | ศรีอยุธยา | แยกมักกะสัน ถึง แยกสี่เสาเทเวศน์ | 4.53 | 23.10 | 17.56 | 22.37 | 19.96 | *** | *** |
| 40 | สวรรคโลก | แยกสามเสน ถึง แยกยมราช | 2.10 | 10.85 | 17.63 | 11.88 | 17.10 | 10.58 | 16.94 |
| 41 | สาทร | แยกวิทยุ ถึง แยกสาทร-เจริญกรุง | 3.33 | 14.38 | 11.78 | 8.92 | 13.75 | 15.16 | 13.26 |
| 42 | สามเสน | แยกเทียกกาย ถึง แยกถนนพระสุเมรุ | 5.95 | 20.98 | 22.19 | 16.90 | 22.29 | 22.18 | 24.21 |
| 43 | สีลม | แยกศาลาแดง ถึง แยกบางรัก | 2.40 | 14.84 | 14.41 | 15.01 | 12.66 | 14.47 | 18.87 |
| 44 | สุขุมวิท | แยกบางนา ถึง แยกใต้ทางด่วนเพลินจิต | 11.10 | 16.07 | 17.81 | 16.23 | 15.58 | 18.59 | 19.53 |
| 45 | สุรศักดิ์ | แยกสุรวงศ์ ถึง แยกเจริญราษฎร์-จันทน์ | 2.09 | 12.67 | 12.10 | 12.03 | 25.02 | *** | *** |
| 46 | เสรีไทย | แยกมีนบุรี ถึง แยกบางกะปิ | 9.30 | 35.68 | 29.20 | 39.99 | 32.48 | 34.99 | 36.29 |
| 47 | หลานหลวง | แยกยมราช ถึง แยกผ่านฟ้าลีลาศ | 1.60 | 23.78 | ทางรถมวลชน | 22.26 | ทางรถมวลชน | 15.09 | ทางรถมวลชน |
| 48 | อรุณอัมรินทร์ | แยกประชาธิปก ถึง แยกจปร. | 8.35 | 25.25 | 32.03 | 22.89 | 35.79 | *** | *** |
| 49 | อโศกดินแดง | แยกอนุสาวรีย์ชัยฯ ถึง แยกอ.ส.ม.ท. | 3.70 | 24.06 | 13.00 | 19.05 | 11.04 | 35.08 | 20.74 |
| 50 | อินทรพิทักษ์-เพชรเกษม | ลุดเขตกรุงเทพฯ ถึง แยกวงเวียนใหญ่ | 17.95 | 29.38 | 36.16 | 31.19 | 35.41 | 36.26 | 32.88 |

แหล่งข้อมูล : กลุ่มงานสถิติและข้อมูล กองนโยบายและแผนงาน สำนักการจราจรและขนส่ง

*** : ไม่มีการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าว

# ภาคผนวก ข

## แบบสอบถามความเหมาะสมของเส้นทางการขนส่งที่จัดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# แบบสอบถามความเหมาะสมของเส้นทางการขนส่งที่จัดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1 แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์ในการจัดทำขึ้นเพื่อให้ทางผู้ตอบแบบสอบถามของบริษัทตัวอย่างทำการประเมินถึงความเหมาะสมของเส้นทางที่จัดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ว่าสามารถนำไปใช้ทำการขนส่งสินค้าให้ลูกค้าได้ในทางปฏิบัติหรือไม่ โดยผู้วิจัยได้ทำการแสดงข้อมูลเส้นทางการขนส่งสินค้าของแต่ละเที่ยวรถ พร้อมทั้งแจ้งอำเภอปลายทางในการขนส่งแต่ละจุดส่งสินค้า

2 ขอให้ผู้ตอบแบบสอบถามทำการประเมินความเหมาะสมของเส้นทางตามความเป็นจริง หากพบว่าเส้นทางมีความเหมาะสมให้ทำเครื่องหมาย X ที่ช่อง "สามารถจัดส่งได้" แต่หากเส้นทางมีความไม่เหมาะสมให้ทำเครื่องหมาย X ที่ช่อง "ไม่สามารถจัดส่งได้" พร้อมทั้งระบุเหตุผลที่ไม่สามารถจัดส่งได้ในช่อง "เหตุผล" และหากไม่สามารถประเมินความเหมาะสมได้ไม่ต้องทำเครื่องหมาย X

3 แบบสอบถามนี้มีทั้งหมด 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 จะเป็นประวัติส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม และส่วนที่ 2 จะเป็นตัวแบบสอบถามซึ่งจะมีทั้งหมด 6 หน้า

4 ผู้วิจัยขอรับรองว่าข้อมูลที่ตอบในแบบสอบถามนี้จะเป็นความลับและจะนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการวิจัยเท่านั้น

**ส่วนที่ 1 : รายละเอียดของผู้ตอบแบบสอบถาม**

1 ชื่อ _____ นามสกุล _____

2 เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

3 อายุ

☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 21 - 30 ปี ☐ 31 - 40 ปี ☐ 41 - 50 ปี ☐ มากกว่า 50 ปี

4 ประสบการณ์ในการทำงาน

☐ ต่ำกว่า 1 ปี ☐ 1-3 ปี ☐ 3-5 ปี ☐ มากกว่า 5 ปี

**ส่วนที่ 2 : แบบสอบถาม**

ข้อมูลเที่ยวการขนส่งที่จัดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์วันที่ 31 มีนาคม 2549

| เที่ยวรถที่ | ต้นทาง | | ลำดับการส่งที่ | | | | | | ความคิดเห็น | | เหตุผล |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | สามารถจัดส่งได้ | ไม่สามารถจัดส่งได้ | |
| 1 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004884 | 3004416 | 3007312 | 3004890 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | คอนเมือง | บางกรวย | บางบัวทอง | สามโคก | | | | | |
| 2 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004420 | 3000058 | 3012125 | 3006818 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | คลองหลวง | เมืองปทุมธานี | ลำลูกกา | ลำลูกกา | | | | | |
| 3 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3008541 | | | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางกะปิ | | | | | | | | |
| 4 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004360 | 3004920 | 3004529 | 3004527 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางขุนเทียน | บางขุนเทียน | บางขุนเทียน | บางขุนเทียน | | | | | |
| 5 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004402 | 3004371 | 3004377 | 3000024 | 3004975 | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางเขน | จตุจักร | จตุจักร | บางซื่อ | ป้อมปราบศัตรูพ่าย | | | | |

ข้อมูลเที่ยวการขนส่งที่จัดโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์วันที่ 31 มีนาคม 2549

| เที่ยวรถที่ | ต้นทาง | | ลำดับการส่งที่ | | | | | | ความคิดเห็น | | เหตุผล |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | สามารถจัดส่งได้ | ไม่สามารถจัดส่งได้ | |
| 6 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3008551 | 3008473 | 3000010 | 3000000 | 3000003 | 3008487 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | จตุจักร | คลองเตย | ปทุมวัน | ธนบุรี | ธนบุรี | ธนบุรี | | | |
| 7 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004893 | 3005784 | 3004415 | 3006890 | 3011957 | 3003103 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | คลองหลวง | เมืองปทุมธานี | ปากเกร็ด | เมืองนนทบุรี | เมืองนนทบุรี | คลังขัน | | | |
| 8 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3008541 | 3004271 | | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางกะปิ | บางกะปิ | | | | | | | |
| 9 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3006975 | 3012130 | 3000002 | 3004895 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | คลังขัน | คลังขัน | คลังขัน | คลังขัน | | | | | |
| 10 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3000014 | 3004398 | 3003072 | 3003076 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | พระนคร | บางกอกน้อย | คลังขัน | คลังขัน | | | | | |
| 11 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3003092 | 3004398 | 3004885 | 3004399 | 3004523 | 3004920 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | คลังขัน | บางกอกน้อย | ธนบุรี | ภาษีเจริญ | บางขุนเทียน | บางขุนเทียน | | | |
| 12 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004371 | 3012056 | 3004973 | 3007529 | 3006329 | 3005788 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | จตุจักร | ห้วยขวาง | บางกะปิ | บึงกุ่ม | บึงกุ่ม | สายกระบัง | | | |
| 13 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3000058 | | | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | เมืองปทุมธานี | | | | | | | | |
| 14 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3007218 | 3000043 | 3000068 | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | คลองเตย | พระโขนง | เมืองสมุทรปราการ | | | | | | |
| 15 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3000039 | 3008481 | 3008484 | 3008541 | 3008548 | 3008745 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บึงกุ่ม | ลินบุรี | ลินบุรี | บางกะปิ | ประเวศ | บางพลี | | | |
| 16 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3008643 | | | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางบัวทอง | | | | | | | | |
| 17 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004884 | 3000024 | 3004358 | 3005840 | 3004383 | 3012059 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ดอนเมือง | บางซื่อ | พญาไท | ป้อมปราบศัตรูพ่าย | ยานนาวา | พระประแดง | | | |
| 18 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004383 | 3012059 | 3004462 | 3000063 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ยานนาวา | พระประแดง | เมืองสมุทรปราการ | เมืองสมุทรปราการ | | | | | |
| 19 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3006203 | 3004478 | | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | เมืองสมุทรปราการ | บางพลี | | | | | | | |
| 20 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004484 | 3004481 | | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ลินบุรี | สายกระบัง | | | | | | | |
| 21 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004893 | 3004374 | 3004373 | 3007529 | 3006329 | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | คลองหลวง | บางเขน | บางเขน | บึงกุ่ม | บึงกุ่ม | | | | |

| เที่ยวรถที่ | ต้นทาง | | ลำดับการส่งที่ | | | | | | ความคิดเห็น | | เหตุผล |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | สามารถจัดส่งได้ | ไม่สามารถจัดส่งได้ | |
| 22 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3010189 | 3000040 | 3008554 | 3000007 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางปัวทอง | สิงห์บุรี | ภาชีเจริญ | บางขุนเทียน | | | | | |
| 23 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3008479 | 3008490 | 3008486 | 3008494 | 3000046 | 3008483 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางเขน | จตุจักร | พญาไท | ปทุมวัน | คลองเตย | พระโขนง | | | |
| 24 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3008551 | 3008470 | 3008495 | 3008475 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | จตุจักร | ธนบุรี | ราชภูรีบูรณะ | บางขุนเทียน | | | | | |
| 25 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3003079 | 3004895 | 3006853 | 3004920 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | สิงห์บุรี | สิงห์บุรี | สิงห์บุรี | บางขุนเทียน | | | | | |
| 26 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3008642 | 3008644 | 3008558 | 3008476 | 3000028 | 3008483 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ปากเกร็ด | เมืองนนทบุรี | พญาไท | พญาไท | คลองเตย | พระโขนง | | | |
| 27 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3008491 | 3000004 | 3000002 | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางเขน | บางกอกน้อย | สิงห์บุรี | | | | | | |
| 28 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004484 | 3004481 | | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ธัญบุรี | ลาดกระบัง | | | | | | | |
| 29 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004529 | 3004932 | 3004527 | 3004524 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางขุนเทียน | บางขุนเทียน | บางขุนเทียน | บางขุนเทียน | | | | | |
| 30 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3010189 | | | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางปัวทอง | | | | | | | | |
| 31 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3000048 | | | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางเขน | | | | | | | | |
| 32 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3008641 | 3000002 | | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | เมืองนนทบุรี | สิงห์บุรี | | | | | | | |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| เที่ยวรถที่ | ต้นทาง | | ลำดับการส่งที่ | | | | | | ความคิดเห็น | | เหตุผล |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | สามารถจัดส่งได้ | ไม่สามารถจัดส่งได้ | |
| 1 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3012176 | 3004876 | 3004383 | 3004921 | 3008261 | 3004364 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | คลองหลวง | บางรัก | ยานนาวา | ราษฎร์บูรณะ | ราษฎร์บูรณะ | บางขุนเทียน | | | |
| 2 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004377 | 3000024 | 3012176 | 3004383 | 3004364 | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | จตุจักร | บางซื่อ | บางซื่อ | ยานนาวา | บางขุนเทียน | | | | |
| 3 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3010948 | 3008640 | 3011727 | 3000055 | 3000050 | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | คลองหลวง | ปากเกร็ด | ปากเกร็ด | เมืองนนทบุรี | เมืองนนทบุรี | | | | |
| 4 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3008527 | 3011767 | 3008561 | 3008468 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ธนบุรี | ภาษีเจริญ | บางขุนเทียน | บางขุนเทียน | | | | | |
| 5 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3000002 | 3000004 | 3011760 | 3000034 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | คลังชัน | คลังชัน | บางกอกน้อย | ยานนาวา | | | | | |
| 6 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3008331 | | | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | เมืองสมุทรปราการ | | | | | | | | |
| 7 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3011762 | 3008481 | 3008469 | 3008325 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางเขน | มีนบุรี | บางกะปิ | บางกะปิ | | | | | |
| 8 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3005355 | 3004356 | 3004895 | 3007450 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | คลังชัน | คลังชัน | คลังชัน | คลังชัน | | | | | |
| 9 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3003615 | | | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ลำลูกกา | | | | | | | | |
| 10 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3011745 | 3008483 | 3008738 | 3009980 | 3011237 | 3000063 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | คลองเตย | พระโขนง | เมืองสมุทรปราการ | เมืองสมุทรปราการ | เมืองสมุทรปราการ | เมืองสมุทรปราการ | | | |
| 11 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3000014 | | | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | พระนคร | | | | | | | | |
| 12 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004377 | 3004416 | 3000057 | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | จตุจักร | บางกรวย | เมืองปทุมธานี | | | | | | |
| 13 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004407 | 3003106 | 3004401 | 3004895 | 3003118 | 3003142 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ธนบุรี | คลังชัน | คลังชัน | คลังชัน | คลังชัน | ยานนาวา | | | |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| เที่ยวรถที่ | ต้นทาง | | ลำดับการส่งที่ | | | | | | ความคิดเห็น | | เหตุผล |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | สามารถจัดส่งได้ | ไม่สามารถจัดส่งได้ | |
| 14 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004907 | 3000050 | 3000054 | 3004412 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางซื่อ | เมืองนนทบุรี | เมืองนนทบุรี | บางบัวทอง | | | | | |
| 15 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3011028 | 3011709 | 3008521 | 3000009 | 3000046 | 3011720 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | พญาไท | พญาไท | ป้อมปราบศัตรูพ่าย | บางรัก | คลองเตย | คลองเตย | | | |
| 16 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3000023 | 3004905 | 3004376 | 3004379 | 3004862 | 3000064 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ห้วยขวาง | ห้วยขวาง | ห้วยขวาง | ประเวศ | พระโขนง | เมืองสมุทรปราการ | | | |
| 17 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3006786 | 3007317 | 3000002 | 3004356 | 3004399 | 3004393 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ดลิ่งชัน | ดลิ่งชัน | ดลิ่งชัน | ดลิ่งชัน | ภาษีเจริญ | บางบุนเทียน | | | |
| 18 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3000025 | 3004414 | 3000053 | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ดอนเมือง | ปากเกร็ด | เมืองนนทบุรี | | | | | | |
| 19 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3009640 | 3000049 | 3010720 | 3000027 | 3011664 | 3000002 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ดอนเมือง | ดอนเมือง | จตุจักร | จตุจักร | บางซื่อ | ดลิ่งชัน | | | |
| 20 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3000023 | 3000029 | 3000006 | 3008514 | 3010968 | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ห้วยขวาง | บึงกุ่ม | บางกะปิ | ประเวศ | พระโขนง | | | | |
| 21 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004883 | 3004881 | 3004379 | 3000063 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางรัก | คลองเตย | ประเวศ | เมืองสมุทรปราการ | | | | | |
| 22 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3000029 | | | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บึงกุ่ม | | | | | | | | |
| 23 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3008491 | 3000001 | 3011709 | 3000010 | 3011031 | 3011037 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางเขน | สัตหีบ | พญาไท | ปทุมวัน | บางรัก | คลองเตย | | | |
| 24 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004417 | 3004899 | 3004411 | 3000054 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ปากเกร็ด | เมืองนนทบุรี | เมืองนนทบุรี | เมืองนนทบุรี | | | | | |
| 25 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3008661 | | | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ธัญบุรี | | | | | | | | |
| 26 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3004371 | 3004877 | 3004973 | 3007529 | 3000047 | 3000026 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | จตุจักร | พญาไท | บางกะปิ | บึงกุ่ม | บางกะปิ | ประเวศ | | | |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| เที่ยวรถที่ | ต้นทาง | | ลำดับการส่งที่ | | | | | | ความคิดเห็น | | เหตุผล |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | สามารถจัดส่งได้ | ไม่สามารถจัดส่งได้ | |
| 27 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3000010 | 3011033 | 3008524 | 3008527 | 3011599 | 3008562 | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | ปทุมวัน | ปทุมวัน | บ้อมปราบศัตรูพ่าย | ธนบุรี | บางขุนเทียน | บางขุนเทียน | | | |
| 28 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3003095 | 3007317 | 3003079 | 3003085 | 3003182 | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | คลิ่งชัน | คลิ่งชัน | คลิ่งชัน | คลิ่งชัน | บ้อมปราบศัตรูพ่าย | | | | |
| 29 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3000008 | 3000045 | 3011032 | 3009980 | 3011853 | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บางเขน | คลองเตย | คลองเตย | เมืองสมุทรปราการ | เมืองสมุทรปราการ | | | | |
| 30 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3010482 | 3011026 | 3010287 | 3011745 | 3010444 | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | คลองเตย | คลองเตย | คลองเตย | คลองเตย | เมืองสมุทรปราการ | | | | |
| 31 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3007529 | 3004901 | 3005788 | 3007889 | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | บึงกุ่ม | ธนบุรี | ลาดกระบัง | ลาดกระบัง | | | | | |
| 32 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3007092 | 3000025 | 3000057 | 3004415 | 3000053 | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | คลองหลวง | คอนเมือง | เมืองปทุมธานี | ปากเกร็ด | เมืองนนทบุรี | | | | |
| 33 | คลัง B | รหัสลูกค้า | 3011755 | 3008643 | 3000053 | 3011675 | 3011595 | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | เมืองปทุมธานี | บางบัวทอง | เมืองนนทบุรี | บางใหญ่ | บางใหญ่ | | | | |
| 34 | คลัง A | รหัสลูกค้า | 3005012 | 3006818 | 3000022 | | | | | | |
| | คลองหลวง | อำเภอปลายทาง | สำลูกกา | สำลูกกา | หนองจอก | | | | | | |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายธนุส ผะอบแสง เกิดเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2518 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัยในปีการศึกษา 2536 สายวิชาวิทยาศาสตร์ จากนั้นเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีคณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยสำเร็จการศึกษาในสาขาวิชาเศรษฐศาสตร์การเงินและการธนาคาร ในปีการศึกษา 2539 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ (สหสาขาวิชา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2546

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย