การจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิงของบริษัทน้ำมันเชื้อเพลิง

นายสืบพงษ์ คงเดช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-0331-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PETROL DISTRIBUTION FOR A PETROL COMPANY

Mr.Suebpong Kongdath

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2001
ISBN 974-03-0331-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิงของบริษัทน้ำมันเชื้อเพลิง
โดย	นายสืบพงษ์ คงเดช
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สืบพงษ์ คงเดช : การจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิงของบริษัทน้ำมันเชื้อเพลิง. (PETROL DISTRIBUTION FOR A PETROL COMPANY) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.วันชัย ริจิรวนิช, 267 หน้า
ISBN 974-03-0331-5

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษากระบวนการจัดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของคลังน้ำมันซึ่งเป็นศูนย์กลางการจัดจ่าย และขนส่งไปยังสถานีบริการในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการปรับ-ปรุงกระบวนและขั้นตอนการจัดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

การศึกษามุ่งเน้นในการลดจำนวนรถตกค้างที่ไม่สามารถออกวิ่งได้ เนื่องจากติดเวลาวิ่ง รวมไปถึงกำหนดเส้นทางการเดินรถและขั้นตอนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีน้ำมันเพื่อลดระยะทางและเวลาในแต่ละรอบการขนส่ง แนวทางการปรับปรุงโดยการใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการ คือ การปรับปรุงการไหลเวียนของรถบรรทุก การศึกษาการทำงาน และโครงข่ายระยะทาง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

ผลการปรับปรุงการจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิง จากการศึกษาสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ปรับปรุงทางด้านการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน โดยการเพิ่มช่องการให้บริการหน่วยงานท็อปเช็คและการไหลเวียนของรถบรรทุกน้ำมัน สามารถลดจำนวนรถตกค้างของบริษัทฯ และรถลูกค้าในการจัดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงได้ถึง 62.40% และ 52.60% ตามลำดับ

2. ปรับปรุงทางด้านการจัดเส้นทางเดินรถขนส่ง โดยใช้เทคนิควิเคราะห์โครงข่ายระยะทาง (โปรมแกรมเชิงเส้นเลขจำนวนเต็ม , วิธีการดิจิกส์ทรา: จำนวน K ลำดับเส้นทาง) รวมกับวิธีฮิวริสติกส์ สามารถลดระยะทางโดยรวมระหว่างคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันได้ถึง 324 กิโลเมตร หรือ 25.55% และยังสามารถลดเวลาการขนส่งเฉลี่ยโดยรวมระหว่างน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันได้ถึง 351.12 นาที หรือ 16.56%

3. ปรับปรุงทางด้านการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน โดยใช้ "เทคนิคการตั้งคำถาม" เพื่อปรับปรุงการทำงานสามารถลดเวลาในการตรวจรับน้ำมันที่สถานีน้ำมันได้ถึง 19.02 นาที หรือ 24.66%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต_____

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

ปีการศึกษา 2544 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

4171505521 : MAJOR INDUSTRIAL ENGNEERING
KEYWORD : DISTRIBUTION / PETROL COMPANY
SUEBPONG KONGDATH : PEROL DISTRIBUTION FOR A PETROL COMPANY. THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR VANCHAI RIJIRAVANICH , Ph.D.,267 pp.
ISBN 974-03-0331-5

The study for petrol distribution processes of an oil depot which the center of distribution and transportation to service stations in Bangkok area and boundary. Aims to study improve the petrol distribution system.

This study emphasizes to reduce the number of delayed trucks during allowable traveling hour and improve vehicle routing assignments, oil checking process at service stations and transportation time. By using industrial engineer technique such as industrial plant design, work study and distance network, the efficiency of petrol distribution system can be improved significantly.

The results from the study can be summarized as follows.

Improve the petrol distribution process by increasing the number of volumetric proving unit and flow of trucks. This method will reduce the numbers of company's and customers delayed trucks during allowable traveling hour by 62.40% and 52.60% respectively.

Improve routing network of transportation by using network analysis technique (Integer linear programming, Dijikstra algorithm : Double-sweep method) including heuristic method. This improvement can reduce the distance between the oil depot and service stations by 324 KM or 25.55% and reduce average delivery time by 351.12 minutes or 16.56%.

Improve oil checking process at service station by using "6W-1H technique". This improvement can reduce time for oil checking process at service station by 19.02 minutes or 24.66%.

Department__Industrial Engineering____ Student's signature_____
Field of study__Industrial Engineering___ Advisor's signature_____
Academic year_____2001_____ Co-advisor's signnature_____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลือเอาใจใส่อย่างดียิ่งของรองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการวิจัยมาด้วยดีตลอดรวมถึงคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และคณาจารย์ที่ประสาทวิชาให้ทุก ๆ ท่าน ท่านผู้จัดการโรงงานและพนักงานบริษัทตัวอย่างทุกท่านที่ได้ให้แนะนำและให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลเป็นอย่างดี

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งให้กำลังใจ และผู้ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านตลอดถึงเพื่อนร่วมงานซึ่งเป็นกำลังใจมาโดยตลอด จนสามารถทำงานวิจัยสำเร็จไปได้ด้วยดี

นายสืบพงษ์ คงเดช

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญรูป ..... ฑ
บทที่
1. บทนำ 1
1.1 ภูมิหลังของบริษัทตัวอย่าง 2
1.2 ความเป็นมาของปัญหา 9
1.3 วัตถุประสงค์ 10
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 11
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 11
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 12
2. ผลิตภัณฑ์น้ำมันและการจัดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง 13
2.1 ผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิง 13
2.2 การจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำมัน 16
2.3 ขั้นตอนการจ่ายน้ำมันของคลังน้ำมันพระประแดง 17
2.4 การตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน 18
2.5 เอกสารประกอบในการขนส่งน้ำมัน 19
2.6 โครงข่ายเส้นทางการจัดส่ง 20
2.7 ข้อจำกัดและนโยบายการจัดส่งของบริษัทน้ำมันตัวอย่าง 22
3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23
3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 23
3.1.1 การศึกษาการทำงาน 23
3.1.2 การขนถ่ายวัสดุ 25
3.1.3 การจัดองค์กร 26
3.1.4 การออกแบบผังโรงงาน 28

หน้า

3.1.5 ปัญหาโครงข่ายระยะทาง 30
3.1.6 ปัญหาเส้นทางการเดินรถ 32
3.1.7 ปัญหาในระบบแถวคอย 40
3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 45
4 . การศึกษากระบวนการจัดจ่ายน้ำมัน 48
4.1 การจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน 48
4.1.1 แผนผังคลังน้ำมันแสดงบริเวณจัดจ่ายน้ำมัน 48
4.1.2 กระบวนการจัดจ่ายน้ำมัน 51
4.2 เส้นทางการเดินรถขนส่งน้ำมัน 55
4.2.1 สถานที่ตั้งสถานีบริการน้ำมันและเกณฑ์ที่ใช้บริหารเส้นทางเดินรถ 55
4.2.2 เวลาที่ใช้ในการเดินรถขนส่งน้ำมัน 58
4.2.3 นโยบายการจัดส่งน้ำมันของบริษัทฯ 60
4.2.4 ข้อกำหนดการเดินรถในเขตกรุงเทพฯ ที่ห้ามรถบรรทุกวิ่งในพื้นที่ต่าง ๆ 61
4.3 การตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน 62
5. การจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน 65
5.1 ข้อมูลสภาพทั่วไปของขั้นตอนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน 65
5.1.1 ขั้นตอนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน 66
5.1.2 แผนผังคลังน้ำมันบริเวณจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน 74
5.2 การวิเคราะห์วิธีการทำงาน 76
5.2.1 การวิเคราะห์ด้านแรงงาน 77
5.2.2 การวิเคราะห์ด้านกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน 78
5.2.3 การวิเคราะห์ด้านการไหลเวียนของรถบรรทุกน้ำมัน 82
5.3 แนวทางการปรับปรุงการทำงาน 85
5.3.1 การปรับปรุงด้านกระบวนการจัดจ่ายน้ำมัน 85
5.3.2 การปรับปรุงด้านการไหลเวียนของรถบรรทุกน้ำมัน 89
5.4 การทดลองและเปรียบเทียบผลการทดลอง 95
5.4.1 เวลาของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันของรถบรรทุกน้ำมันแต่ละคัน 96
5.4.2 อัตราการให้บริการของแต่ละหน่วยงาน 97

หน้า

5.4.3 ด้านการไหลเวียนของรถบรรทุกน้ำมัน 97
5.5 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง 99
6. การจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งน้ำมัน 100
6.1 การรวบรวมข้อมูล 100
6.1.1 การกำหนดหมายเลขจุดตัดถนน 101
6.1.2 ระยะทางและเวลาระหว่างจุดตัดถนน 106
6.1.3 การสร้างโครงข่ายระยะทางและเวลา 110
6.2 การหาเส้นทางที่ดีที่สุดระหว่างทางน้ำมันกับสถานีบริการน้ำมัน ในโครงข่ายการขนส่ง 112
6.3 การทดลองและประมวลผล 137
6.4 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง 140
7. การตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน 141
7.1 การเก็บข้อมูลวิธีการทำงาน 141
7.1.1 แผนภูมิกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน 141
7.1.2 แผนภูมิกิจกรรมทวีคูณ 145
7.1.3 การกำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะจับเวลา 145
7.2 การวิเคราะห์วิธีการทำงาน 152
7.3 การปรับปรุงวิธีการทำงาน 162
7.3.1 การตัดงาน 162
7.3.2 การแยกและรวมงาน 162
7.3.3 การเปลี่ยนขั้นตอนการทำงาน 162
7.4 การเปรียบเทียบวัดผลวิธีการทำงาน 165
7.5 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง 168
8. สรุปผลและข้อเสนอแนะ 169
8.1 การจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน 169
8.2 การจัดเส้นทางการเดินรถขนส่ง 172
8.3 การตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน 173
8.4 ข้อเสนอแนะ 176

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

รายการอ้างอิง 177
ภาคผนวก 178
ภาคผนวก ก. เวลาของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน 179
ภาคผนวก ข. เวลาที่ใช้ในการขนส่งจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน (ก่อนการปรับปรุง) 182
ภาคผนวก ค. เวลาที่ใช้ในการขนส่งจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน (หลังการปรับปรุง) 187
ภาคผนวก ง. เวลาของกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน 192
ภาคผนวก จ. ตัวอย่างเอกสารที่ใช้ในการขนส่ง 195
ภาคผนวก ฉ. มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในการวัดและคำนวณค่า API 200
ภาคผนวก ช. ตัวอย่างแบบสอบถามงานพัฒนาเส้นทางขนส่ง 209
ภาคผนวก ซ. การหาเส้นทางเป็นเลิศโดยวิธีการ Double-sweep method 215
ภาคผนวก ฌ. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Visual Basic 224
ภาคผนวก ญ. คู่มือการใช้งานโปรแกรม 236
ภาคผนวก ฎ. การใช้ Linear Programming บนโปรแกรม “Excel” 243
ภาคผนวก ฏ. ข้อมูลโครงข่ายระยะทางและเวลา 251
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 267

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 จำนวนรถตกค้างในแต่ละเดือนที่ไม่สามารถนำออกจากคลังน้ำมันได้ เนื่องจากติดเวลาวิ่ง 10
4.1 เวลาของกระบวนจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมันในแต่ละขั้นตอน 54
4.2 จำนวนรถบรรทุกที่เข้ารับบริการและจำนวนรถบรรทุกตกค้างที่เข้ารับบริการ 54
4.3 สถานที่ตั้ง เส้นทาง ระยะทาง และเวลาในการขนส่งน้ำมันที่ใช้เป็นเกณฑ์ในปัจจุบัน . 56
4.4 เวลาที่ใช้ในการเดินรถขนส่งน้ำมันขาไป 58
4.5 เวลาที่ใช้ในการเดินรถขนส่งน้ำมันขากลับ 59
4.6 เวลาของกระบวนการนำน้ำมันลงหลุมในแต่ละขั้นตอน 64
5.1 จำนวนพนักงานในการปฏิบัติงานในการจ่ายน้ำมัน 75
5.2 สถิติการเข้า – ออก ของพนักงานในแต่ละหน่วยงานในเวลา 4 เดือน 78
5.3 อัตราการให้บริการแต่ละขั้นตอนการทำงาน 78
5.4 จำนวนที่เข้ารับบริการน้ำมันในช่วงเวลา 21:00 – 6:00 น. 80
5.5 แสดงใบควบคุมการสอบเทียบมิเตอร์จ่ายน้ำมัน 88
5.6 แสดงใบควบคุมการสอบเทียบรถบรรทุกน้ำมัน 89
5.7 ความหมายตัวอักษรที่ใช้แสดงระดับความสัมพันธ์ 90
5.8 เหตุผลของความสัมพันธ์ 90
5.9 สรุปความสัมพันธ์ของคู่กิจกรรมกับหน่วยงาน 92
5.10 การเปรียบเทียบเวลาในแต่ละขั้นตอนการจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน 96
5.11 อัตราการบริการแต่ละขั้นตอนเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง 97
6.1 หมายเลขจุดตัดทางแยกที่ตั้งขึ้นใช้ในการคำนวณหาเส้นทาง 101
6.2 ระยะทางและเวลาระหว่างจุดตัดถนน 106
6.3 เส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดสามเส้นทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีน้ำมันลาซาล 119
6.4 เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดสามเส้นทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ จากโปรแกรมเชิงเส้นเลขจำนวนเต็ม 120
6.5 เส้นทางที่ใช้เวลาเดินทางน้อยที่สุดสามเส้นทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ จากโปรแกรมเชิงเส้นเลขจำนวนเต็ม 122
6.6 ระยะทางระหว่างจุดเชื่อม (โนด) 124
6.7 การตั้งจุดเชื่อม(โนด)เพื่อป้อนลงในโปรแกรม Pathfinder 125

ตารางที่ หน้า

6.8 เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดสามเส้นทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ จากวิธีการ Double-sweep method 127
6.9 เส้นทางที่มีเวลาเดินทางที่น้อยที่สุดสามเส้นทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ จากวิธีการ Double-sweep method 129
6.10 สรุปผลจากแบบสอบถามเส้นทางที่ใช้ในการขนส่งน้ำมัน 132
6.11 เส้นทางการเดินรถที่มีคะแนนสูงสุดจากแบบสอบถาม 135
6.12 เปรียบเทียบเส้นทางเดินรถในปัจจุบันและที่เสนอใหม่ 136
6.13 ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินรถขนส่งตามเส้นทางใหม่ (ขาไป) 137
6.14 ระยะทางและเวลาที่ใช้เดินรถขนส่งตามเส้นทางใหม่(ขากลับ)..... 138
6.15 ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการขนส่งไปยังสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ (หลังการปรับปรุง) 139
6.16 ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการขนส่งตามเส้นทางเดิมเปรียบเทียบกับเส้นทางใหม่ 140
7.1 ตารางบันทึกเวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอน 150
7.2 เวลาการทำงานและว่างงานของแต่ละคน 152
7.3 แสดงการเปรียบเทียบเวลาว่างงานและทำงานก่อนและหลังการปรับปรุงการทำงาน 165
8.1 จำนวนรถบรรทุกที่เข้ารับบริการและจำนวนรถบรรทุกตกค้างที่เข้ารับบริการ (ก่อนการปรับปรุง) 171
8.2 จำนวนรถบรรทุกที่เข้ารับบริการและจำนวนรถบรรทุกตกค้างที่เข้ารับบริการ (หลังปรับปรุง) 172
ก.1 เวลากระบวนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมันในแต่ละขั้นตอน (ก่อนการปรับปรุง) 180
ก.2 เวลากระบวนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมันในแต่ละขั้นตอน (หลังการปรับปรุง) 181
ข.1 เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันขาไป (ก่อนการปรับปรุง) 183
ข.2 เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันขากลับ (ก่อนการปรับปรุง) 185

ตารางที่ หน้า

ค.1 เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันขาไป (หลังการปรับปรุง) 188
ค.2 เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันขากลับ (หลังการปรับปรุง) 190
ง.1 เวลาของกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน(ก่อนการปรับปรุง) 193
ง.2 เวลาของกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน(หลังการปรับปรุง) 194
ฉ.1 น้ำหนักในการเก็บตัวอย่างด้วยขวด 204
ฉ.2 คำแนะนำการใช้ไฮโดรมิเตอร์ 206
ฉ.3 คำแนะนำการใช้เทอร์โมมิเตอร์ 206
ฉ.4 ข้อจำกัดในการใช้งานและวิธีการในการใช้เทอร์โมมิเตอร์ 207
ซ.1 ผลลัพธ์การใช้ Double-sweep method 202
ฎ.1 ระยะทางและเวลาระหว่างโนด 245
ฎ.2 อุปสงค์และอุปทานของแต่ละโนด 246
ฏ.1 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันจันทร์ตัดใหม่ 252
ฏ.2 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันเย็นอากาศ 253
ฏ.3 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันนวลจันทร์ 254
ฏ.4 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันอ่อนนุช 255
ฏ.5 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันบางบ่อ 256
ฏ.6 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันลาซาล 257
ฏ.7 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันปู่เจ้าฯ 258
ฏ.8 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันพาณิชย์ธนบุรี 259
ฏ.9 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันตลิ่งชัน 260
ฏ.10 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันปิ่นเกล้า 261
ฏ.11 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันลาดหลุมแก้ว 262
ฏ.12 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันราม 53 263
ฏ.13 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันซอยกลาง 264
ฏ.14 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันพุทธมณฑล 265
ฏ.15 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันคลองสอง 266

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 ระบบการจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมัน 4
1.2 แผนการจัดจำหน่ายน้ำมัน 6
1.3 ผังการจัดองค์กร 7
2.1 คลังน้ำมันและสถานีบริการน้ำมัน 21
3.1 การขนถ่ายวัสดุถึงองค์ประกอบที่สำคัญ 25
3.2 โครงข่ายเส้นทางการเดินทาง.....36
3.3 ปัญหาเส้นทางและระยะทางสั้นที่สุด.....38
3.4 แถวคอยอยู่เพียง 1 แถวและมีหน่วยให้บริการ 1 หน่วย 41
3.5 แถวคอย 1 แถว แต่การให้บริการมีหลายขั้นตอน 42
3.6 แถวคอย 1 แถว แต่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วย 42
3.7 แถวคอย 1 แถว แต่การให้บริการมีหลายขั้นตอนโดยที่แต่ละขั้นตอนมีหน่วยให้บริการหลายหน่วย 43
3.8 แถวคอยหลายแถวและมีหน่วยให้บริการหลายหน่วย 43
3.9 แถวคอยหลายแถว แต่การให้บริการมีหลายขั้นตอนโดยที่แต่ละขั้นตอนมีหน่วยให้บริการหลายหน่วย 44
4.1 แผนผังบริเวณจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน 49
4.2 แผนผังการไหลการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน 50
4.3 ขั้นตอนของกระบวนการในการจัดจ่ายน้ำมันในบริเวณคลังน้ำมัน 53
4.4 สถานีที่ตั้งของคลังน้ำมันและสถานีบริการน้ำมัน 57
4.5 ช่องบรรจุน้ำมันภายในรถขนส่งน้ำมันขนาด 16,000 ลิตร 61
4.6 ขั้นตอนการตรวจจับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน 63
5.1 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบของเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย 66
5.2 ขั้นตอนการออกตั๋วน้ำมัน 67
5.3 ขั้นตอนกระบวนการเช็คดราย 68
5.4 ขั้นตอนการชั่งเบา 69
5.5 ขั้นตอนการเติมน้ำมันลงรถบรรทุก 70
5.6 ขั้นตอนการท็อปเช็ค 71
5.7 ขั้นตอนการชั่งหนัก 72

รูปที่ หน้า

5.8 ขั้นตอนการตรวจสอบออกจากคลังน้ำมัน.....73
5.9 แผนผังแสดงบริเวณจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน..... 74
5.10 แผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้มีรถน้ำมันตกค้าง 76
5.11 จำนวนช่องหน่วยงานการให้บริการจัดจ่ายน้ำมัน 79
5.12 แผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำมันเกินแป้นและขาดแป้น 81
5.13 แผนผังการไหลของการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน 82
5.14 แผนผังการไหลของกระบวนการจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำ มัน.....84
5.15 ข้อปฏิบัติสำหรับรถบรรทุกติดไว้หน้าคลังน้ำมัน 87
5.16 แสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรมระหว่างหน่วยงาน 91
5.17 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงาน 92
5.18 หลังการปรับปรุงแผนผังการไหลของการจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน
(หลังการปรับปรุง) 93
5.19 แผนผังการไหลของกระบวนการจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน
(หลังการปรับปรุง) 94
5.20 ขั้นตอนการจัดจ่ายน้ำมันและหน่วยรับบริการ
(หลังการปรับปรุง) 95
6.1 โครงข่ายระยะทางระหว่างคลังน้ำมันและสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ 105
6.2 โครงข่ายระยะทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ 111
6.3 เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันกับสถานีบริการน้ำมันลาซาล 112
6.4 การป้อนข้อมูลลงในโปรแกรม “EXCEL” 117
6.5 ผลการคำนวณจากโปรแกรม Pathfinder ของเส้นทางระหว่างคลังน้ำมันกับ
สถานีบริการน้ำมันลาซาล 126
6.6 ตัวอย่างแบบสอบถามาหรับหาเส้นทางในการเดินทาง 131
7.1 แผนภูมิกระบวนการรับน้ำมัน 143
7.2 แผนภูมิกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน 144
7.3 แผนภูมิกิจกรรมทวีคูณของการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน 146
7.4 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานการตรวจวัดระดับน้ำมัน 153
7.5 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานการตรวจสอบตราผนึก 154

รูปที่ หน้า

7.6 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานการวัดน้ำมันในรถบรรทุก 155
7.7 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานการตรวจวัดน้ำในน้ำมัน 156
7.8 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานการตักน้ำมันเพื่อนำมาหาค่า API 157
7.9 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานการตรวจวัดค่า API 158
7.10 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานการต่อท่อน้ำมัน 159
7.11 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานการปล่อยน้ำมันลงหลุมน้ำมัน 160
7.12 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานปิดวาล์วเก็บท่อเข้ารถบรรทุก 161
7.13 แผนภูมิลำดับขั้นตอนการทำงานของกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่เสนอแนะ 164
7.14 แผนภูมิกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน (หลังการปรับปรุง) 166
7.15 แผนภูมิกิจกรรมทวีคูณของการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน
(หลังการปรับปรุง) 167
จ.1 เอกสารขั้นตอนการตรวจรับน้ำมัน 196
จ.2 ใบกำกับการขนส่งน้ำมัน 197
จ.3 ใบกำกับสินค้า / ใบส่งของ 198
จ.4 ใบเบิกน้ำมันสำหรับรถบรรทุก 199
ฉ.1 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง 204
ฉ.2 แสดงวิธีการวัดความถ่วงจำเพาะหรือความหนาแน่นด้วยไฮโดรมิเตอร์ 208
ซ.1 โครงข่ายตัวอย่างการใช้ double-sweep method 217
ญ.1 หน้าจอเมนูหลัก 238
ญ.2 หน้าจอเมนู “Edit Data” 239
ญ.3 หน้าจอเมนูหลักแสดงการเลือกจุดเริ่มต้น 240
ญ.4 หน้าจอเมนูหลักแสดงการเลือกจุดสิ้นสุด 241
ญ.5 แสดงผลการคำนวณจากโปรแกรม 242
ฎ.1 โครงข่ายระยะทางและเวลาจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันจันทร์ตัดใหม่ ...244
ฎ.2 การป้อนข้อมูลลงบนโปรแกรม “Excel” 247
ฎ.3 การใส่สูตรการคำนวณ 248
ฎ.4 การคำนวณหาเส้นทางที่เป็นเลิศ (ในเมนู Solver Parameters) 249
ฎ.5 ผลลัพธ์จากการคำนวณ 250

บทที่ 1

บทนำ

ตลอดปี 2542 ที่ผ่านมา สถานการณ์ราคาน้ำมันในตลาดโลกยังมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง การพบแหล่งน้ำมันดิบใหม่ในทะเลเหนือและประเทศแถบอเมริกาใต้เมื่อปี 2541 การเพิ่มการผลิตน้ำมันของกลุ่มผู้ผลิตน้ำมันรายใหญ่ ตลอดจนการที่อุณหภูมิของโลกอุ่นกว่าปกติ ประกอบกับวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจของภูมิภาคเอเชีย ที่กระทบต่อภาคการผลิตทั้งอุตสาหกรรมหลัก และ อุตสาหกรรมต่อเนื่องมีผลต่อกำลังซื้อที่ลดลงซึ่งทำให้ความต้องการใช้น้ำมันของประชาชนลดลงอย่างมาก และกดดันราคาน้ำมันในตลาดโลกลดลงมาต่ำสุดในรอบ 12 ปี จากราคาขายของน้ำมันดิบในปี 2541 เฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 18-21 เหรียญสหรัฐต่อบาเรล ลดลงเหลือ 12-14 เหรียญสหรัฐต่อ
บาเรล ในปี 2542

การประกาศกำหนดค่าเงินบาทลอยตัวเมื่อเดือนกรกฎาคม 2540 และการปรับเพิ่มการจัดเก็บภาษีสรรพสามิตจากการจำหน่ายน้ำมันในประเทศเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2542 เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้โครงสร้างราคาน้ำมันในประเทศสูงขึ้น และผันผวนตามค่าเงินบาท และจากภาวะเศรษฐกิจชะลอตัวทำให้ปริมาณการบริโภคน้ำมันสำเร็จรูปทั้งหมดภายในประเทศในปี 2542 ลดลงจากปี 2541 ถึง 12% โดยมีปริมาณการขายน้ำมันเบนซิน และน้ำมันอากาศยานลดลงเพียงเล็กน้อย ขณะที่ยอดจำหน่ายน้ำมันประเภทอื่น ๆ ลดลงอย่างมากกล่าวคือน้ำมันดีเซลมียอดจำหน่ายลดลง 17.6 % น้ำมันเตาลดลง11.6 % น้ำมันเบนซินลดลง 3 % น้ำมันอากาศยานลดลง 5.3 % และน้ำมันก๊าดลดลง 36.3%

ตลาดน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นตลาดที่มีมูลค่าการซื้อขายสูงและเป็นสินค้าพลังงานที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ ทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคการขนส่ง ภาคการเกษตรกรรม ระบบสาธารณูปโภคในครัวเรือน ซึ่งภาคการขนส่งจะมีอัตราส่วนในการใช้น้ำมันสูงที่สุดถึง 59% ดังนั้นจึงมีการแข่งขันในเชิงธุรกิจสูง เพื่อพยายามรักษาส่วนแบ่งทางการตลาดให้เป็นไปตามเป้าหมาย

อย่างไรก็ตามแม้การบริโภคน้ำมันจะลดลง แต่การขนส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันมักจะขนส่งทางรถยนต์เป็นส่วนใหญ่กระจายอยู่ทั่วประเทศ ในขณะที่ปัจจุบันความแออัดของจราจรท้องถนนที่เกิดขึ้นในกรุงเทพฯ และเขตปริมณฑล มีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นจึงกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพการขนส่ง กล่าวคือทำให้การจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน และการขนส่งน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันในแต่ละคันต้องใช้เวลามากขึ้น ซึ่งปัจจัยเกี่ยวข้องหลายประการ เช่น จำนวนรถขนน้ำมัน ปริมาณน้ำมันที่ขนส่งในแต่ละเที่ยว เป็นต้น และจากสภาวะปัจจุบันมีผู้ประกอบการหลายรายเข้ามาดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการขายปลีกน้ำมันเชื้อเพลิง ก่อให้เกิดการแข่งขันรุนแรงหากผู้ประกอบการรายใดสามารถมีต้นทุนต่ำ และอาจตั้งราคาขายปลีกน้ำมันถูกกว่าคู่แข่งขันจะทำให้ผู้ประกอบการรายนั้นอยู่ได้หรือได้เปรียบในการแข่งขันการวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำมัน และการบริหารการจัดจ่ายภายในคลังน้ำมันที่ดีจะทำให้การขนส่งน้ำมันมีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นการช่วยเพิ่มปริมาณการขนส่งอีกวิธีหนึ่ง

1.1 ภูมิหลังของบริษัทตัวอย่าง

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษาวิธีการและขั้นตอนการจัดจ่ายน้ำมันในการขนส่งน้ำมันของบริษัทน้ำมันตัวอย่าง โดยมีระบบการจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันและการจัดองค์กรดังต่อไปนี้

บริษัทฯ ก่อตั้งเมื่อเดือน ธันวาคม 2536 บริษัทฯดำเนินกิจการเป็นผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำมัน โดยเริ่มมีการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันตั้งแต่ปลายปี 2537 เป็นต้นมา ในระยะแรกเป็นการขายเพื่อทำ Pre-marketing ก่อนโดยจัดหาน้ำมันมาจากผู้ค้าน้ำมันรายใหญ่อื่น ๆ

ต่อมาบริษัทฯ ได้สร้างโรงกลั่นน้ำมันขึ้น ตั้งอยู่ที่เลขที่ 299 หมู่ 5 ถ.สุขุมวิท ต.เชิงเนิน อ.เมือง จ.ระยองโดยมีคลังน้ำมันระยองจะเป็นศูนย์กลางการจัดจ่ายน้ำมันให้กับคลังน้ำมันต่าง ๆ ทั่วประเทศ คือคลังน้ำมันพระประแดง และคลังอยุธยา รองรับลูกค้าทางภาคเหนือตอนล่างและภาคกลาง คลังน้ำมันอุดรธานี รองรับลูกค้าทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และคลังชุมพร รองรับลูกค้าทางภาคใต้

ผลิตภัณฑ์น้ำมันที่บริษัทฯ มีจำหน่ายคือ

(1) น้ำมันเบนซิน (Gasoline)
(2) น้ำมันก๊าด (Kerosene)
(3) น้ำมันอากาศยาน (Aviation Fuel)
(4) น้ำมันดีเซล (Diesel Fuel)
(5) น้ำมันเตา (Fuel Oil)

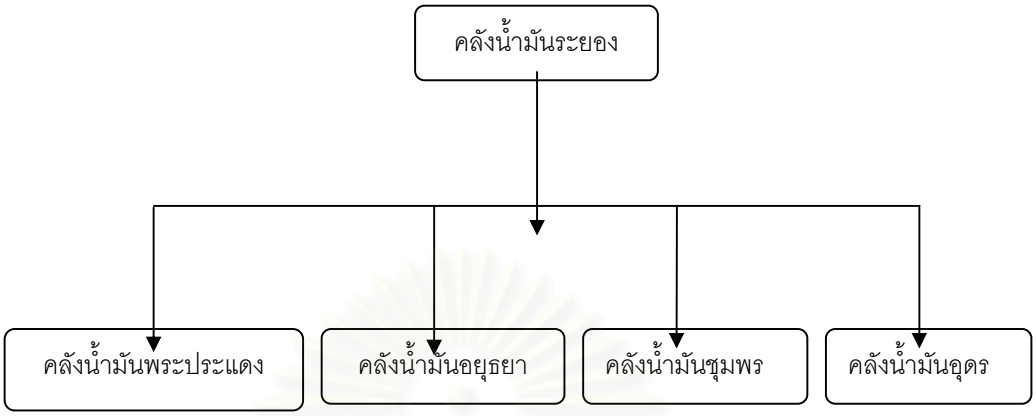
ช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันของบริษัทฯมีทั้งการขายส่งให้กับผู้ค้าน้ำมันรายใหญ่ ผู้ค้าน้ำมันมาตรา 6 ตามพระราชบัญญัติน้ำมันเชื้อเพลิงฯ การขายตรงให้กับโรงงานอุตสาหกรรม บริษัทขนส่ง บริษัทเดินเรือต่าง ๆ บริษัทในเครือ และการขายปลีกผ่านทางสถานีบริการของบริษัทฯ ปัจจุบันสถานีบริการน้ำมันที่เปิดดำเนินการแล้วจำนวน 98 สถานี อยู่ในเขตกรุงเทพฯ และเขตปริมณฑลจำนวน 16 สถานี ในต่างจังหวัดอีกจำนวน 82 สถานี รูปแบบดำเนินการของสถานีบริการน้ำมันมีทั้งที่ดำเนินการโดยลูกค้าและโดยบริษัทฯ ดำเนินการเอง

1.1.1 ระบบจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิง

ในปัจจุบันคลังน้ำมันเชื้อเพลิงของบริษัทฯ ประกอบด้วย คลังน้ำมันจำนวน 5 แห่ง กระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ โดยมีคลังน้ำมันหลักที่เป็นศูนย์กลางในการจัดจ่ายไปยัง
คลังต่าง ๆ คือคลังน้ำมันระยอง

ระบบการจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิงปัจจุบัน ประกอบด้วยการขนส่งทางเรือ การขนส่งทางรถบรรทุกน้ำมัน โดยมีคลังน้ำมันระยองเป็นศูนย์กลาง ดังรูปที่ 1.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.1 ระบบการจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมัน

1.1.2 คลังน้ำมันและเขตความรับผิดชอบ

บริษัทฯ มีคลังน้ำมันจำนวน 5 แห่ง โดยมีคลังน้ำมันหลักอยู่ที่ระยองโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

คลังน้ำมันระยอง เป็นคลังน้ำมันที่เป็นศูนย์กลางการจัดจ่าย เป็นคลังน้ำมันขนาดใหญ่มีปริมาณความจุถังมากเป็นคลังที่เก็บน้ำมันสำรองผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ไว้จ่ายให้กับคลังที่อยู่ตามภูมิภาคต่าง ๆ และยังจัดจ่ายให้กับสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ เขตภาคตะวันออกและเขตจังหวัดใกล้เคียง

คลังน้ำมันพระประแดง เป็นคลังน้ำมันที่รับผลิตภัณฑ์น้ำมันจากคลังระยองโดยจะจัดจ่ายให้กับสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร เขตปริมณฑล และชายแดนประเทศพม่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คลังน้ำมันอยุธยา เป็นคลังน้ำมันที่รับผลิตภัณฑ์น้ำมันจากคลังระยอง และคลังพระประแดงบางส่วน จะจัดจ่ายน้ำมันให้กับสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ ในเขตภาคกลางและบริเวณใกล้เคียง

คลังน้ำมันอุดร เป็นคลังน้ำมันที่รับผลิตภัณฑ์น้ำมันจากคลังระยอง จะจัดจ่ายน้ำมัน
ให้กับสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และชายแดนประเทศลาว

คลังน้ำมันชุมพร เป็นคลังน้ำมันที่รับผลิตภัณฑ์น้ำมันจากคลังระยอง จะจัดจ่ายให้กับสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ ในเขตภาคใต้

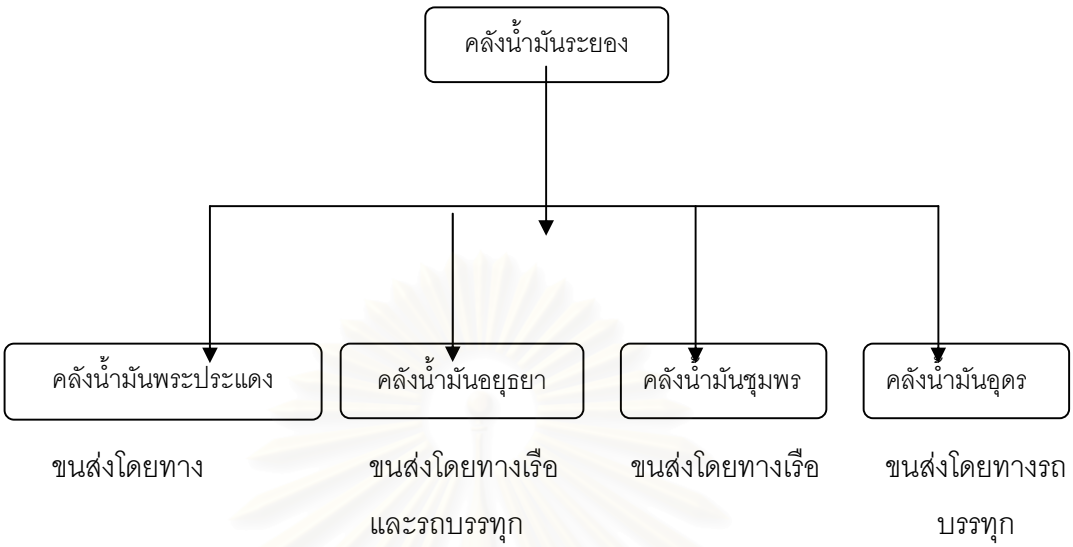
1.1.3 ระบบการขนส่งน้ำมัน

ระบบการขนส่งผลิตภัณฑ์น้ำมันซึ่งเริ่มตั้งแต่การรับผลิตภัณฑ์จากโรงกลั่นน้ำมันจากจังหวัดระยองซึ่งเป็นคลังหลักที่เป็นกลางการจัดจ่าย การขนส่งสำหรับการโอนผลิตภัณฑ์น้ำมันจากคลังที่เป็นศูนย์กลางการจัดจ่ายไปยังคลังสำรองที่ภูมิภาคทั่วประเทศ และการขนส่งจากคลังสำรองทั่วประเทศไปยังลูกค้า และสถานีบริการของบริษัทตัวอย่างเอง ซึ่งระบบการขนส่งผลิตภัณฑ์น้ำมันของบริษัทตัวอย่างในปัจจุบันประกอบด้วยกัน 2 ระบบ คือ

(1) การขนส่งโดยทางเรือบรรทุกน้ำมัน
(2) การขนส่งโดยรถบรรทุกน้ำมัน

จะแสดงได้ดังรูปที่ 1.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



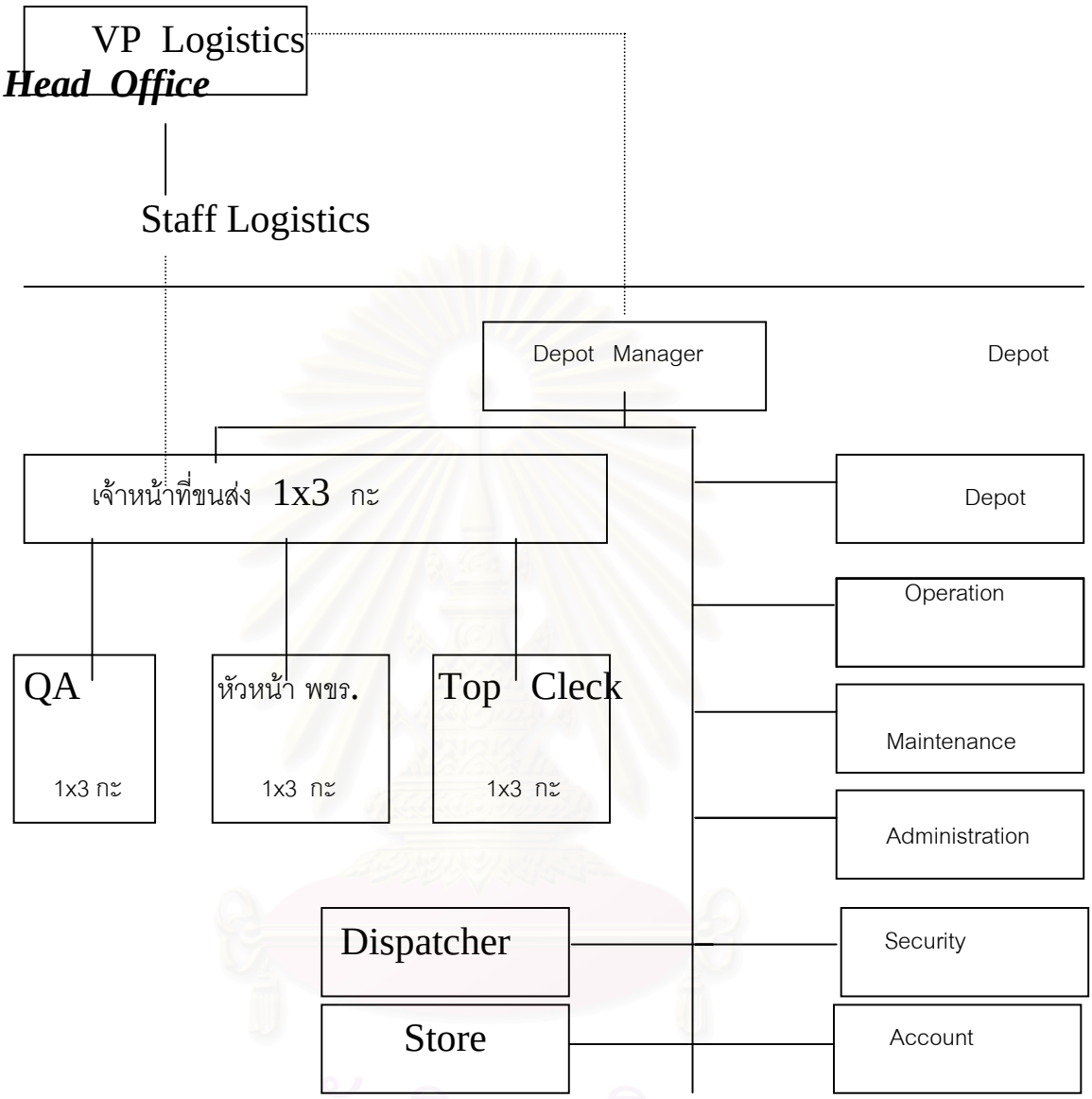
รูปที่ 1.2 แผนการจัดจำหน่ายน้ำมันของบริษัทฯ

1.1.4 สถานภาพขององค์กร

ตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นว่า บริษัทตัวอย่างเป็นเพียงหน่วยงานหนึ่ง ของบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ดังนั้นจึงมีฝ่ายบริหารที่สำนักงานใหญ่ ดูแลและควบคุมนโยบายต่าง ๆ ให้กับฝ่ายปฏิบัติการที่คลังน้ำมันอีกทีหนึ่ง ตามโครงสร้างองค์กรดังรูปที่ 1.3 นี้

จะเห็นได้ว่าหน่วยงานขนส่งมีนายคลังน้ำมัน (Depot Manager) เป็นผู้ดูแลและ
ควบคุมการทำงาน ส่วนทิศทางและนโยบายการดำเนินงานต่าง ๆ มาจาก VP Logistics สำนักงานใหญ่อีกครั้งหนึ่ง โดยแต่ละขั้นตอนของโครงสร้างองค์กรมีบทบาทดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.3 ผังการจัดองค์กร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(1) VP Logistics

มีหน้าที่กำหนดนโยบาย แนวทางการดำเนินงาน และแก้ปัญหาต่าง ๆ

(2) Staff

มีหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูล ตรวจสอบการทำงาน ประเมินผลการปฏิบัติงาน หาแนวทางแก้ไขปัญหาเบื้องต้น และปรับปรุงพัฒนาระบบการทำงาน ตลอดจนการประสานงานให้กับฝ่ายปฏิบัติการหน้างานที่คลังน้ำมัน

(3) Depot Manager

มีหน้าที่ควบคุมดูแลทุกๆแผนกที่อยู่ในคลังน้ำมัน รวมถึงแผนกขนส่งด้วย ซึ่งจะช่วยให้การประสานงานกับทุกๆแผนก ในคลังเป็นไปด้วยความราบรื่น ตลอดจนการตัดสินใจในการแก้ปัญหาเบื้องต้นที่หน้างาน ส่วนนโยบายเฉพาะงานขนส่งจะรับมาจาก VP Logistics อีกครั้งหนึ่ง

(4) เจ้าหน้าที่ขนส่ง

จะมี 3 คน ทำงาน 2 กะ โดย กะแรก เวลา 09.00 น. – 18.00 น. กะสอง ตั้งแต่เวลา 18.00 น. – 03.00 น. ส่วนอีก 1 คนจะหยุดพักผ่อน ตำแหน่งนี้ จะดูแลความถูกต้องของการปฏิบัติงาน โดยจะมีอำนาจในการเซ็นอนุมัติและแก้ปัญหาสั่งการเบื้องต้น หากไม่สามารถตัดสินใจ จึงจะปรึกษา Depot Manager และ VP Logistics ตามลำดับต่อไป

(5) Quality Assurance (QA)

มี 3 คน เข้าทำงานเหมือนเจ้าหน้าที่ขนส่ง โดยมีหน้าที่ตรวจสอบความเรียบร้อยของรถบรรทุกน้ำมัน ทุกคัน ก่อนการขนส่งแต่ละเที่ยว โดยตรวจดูสภาพยาง อุปกรณ์อะไหล่ ถังดับเพลิง และอุปกรณ์ทุกชนิดว่าเป็นของแท้ของบริษัทหรือไม่ เนื่องจากมีกรณีที่พนักงานขับรถนำไปสับเปลี่ยนขายเอาของเก่ามาทดแทน

(6) หัวหน้าพนักงานขับรถ

มีหน้าที่รับวางคิว จากพนักงานขับรถการติดต่อรับตั๋วกับห้องตั๋ว จัดพิมพ์บิลน้ำมัน เพื่อจัดชุดเอกสารทุกอย่าง รวมถึงตราผนึกให้กับพนักงานขับรถและรับเอกสารคืนจาพนักงานขับรถ หลังจากที่พนักงานขับรถกลับมาจากการส่งน้ำมัน

(7) ท็อปเช็ค

มีหน้าที่ตรวจสอบรถบรรทุกน้ำมันขั้นสุดท้ายร่วมกับแผนกอื่นอีก 3 แผนก เพื่อเป็น Witness หลังจากที่พนักงานขับรถไป Load น้ำมันมาแล้ว เพื่อดูว่าระดับน้ำมันตรงแป้นหรือไม่ มีค่า API ถูกต้องหรือไม่ มีน้ำปน มีสนิมหรือไม่ จากนั้นยังมีหน้าที่ตรวจสอบความเรียบร้อยของ ตราผนึกหลังจากที่พนักงานขับรถ นำกลับมาจากลูกค้าที่ปลายทางด้วยว่ามีร่องรอยการงัดแงะหรือไม่

1.2 ความเป็นมาของปัญหา

การจัดส่งน้ำมันสำเร็จรูปจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันของบริษัทฯ ในเขตกรุงเทพฯ และเขตปริมณฑลเป็นปัญหาที่ยุ่งยาก มีปัจจัยเกี่ยวข้องหลายประการ เช่น ความแออัดของจราจร จำนวนรถขนส่งน้ำมัน ปริมาณน้ำมันที่ขนส่งในแต่ละเที่ยว ชนิดของน้ำมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเวลาที่ให้รถขนส่งน้ำมันวิ่งได้เป็นปัญหาสำคัญซึ่งจะส่งผลให้การจราจรภายในคลังน้ำมันแออัดไปด้วยเพราะเหตุว่ามีเวลาที่ให้รถขนส่งวิ่งในเขตกรุงเทพมหานครจำกัด จึงเป็นเหตุให้มีรถขนส่งน้ำมันตกค้างเนื่องจากติดเวลาวิ่งคิดแล้วเป็นเปอร์เซ็นต์ 14.7% ของจำนวนเที่ยวขนส่งในแต่ละเดือน และถ้าคิดเป็นค่าเสียโอกาสที่บริษัทฯสูญเสียรายได้ไปจากจำนวนรถน้ำมันที่ตกค้างต่อเดือนประมาณ 33,152,000 บาท (ข้อมูลในอดีตของบริษัทจะแสดงได้ในตารางที่ 1.1) อีกทั้งยังถูกลูกค้าต่อว่ามากซึ่งมีผลต่อชื่อเสียงและภาพพจน์ของบริษัทฯ ดังนั้นพนักงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในส่วนนี้จึงต้องพิจารณาอย่างละเอียดเพื่อทำให้การจัดการสำหรับการขนส่งน้ำมันเป็นไปอย่างมีเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามยังมีข้อบกพร่องอยู่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) ไม่มีการจัดระเบียบในการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังทำให้มีรถต้องรอเข้าคิวเพื่อเติมน้ำมัน และมีรถตกค้างเนื่องจากถูกกำหนดช่วงเวลาใช้ถนน

(2) ขั้นตอนในการนำรถเข้ามาบรรทุกน้ำมันตั้งแต่นำรถเข้าคลังจนถึงออกจากคลังมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก

(3) ไม่สามารถกำหนดวิธีการจัดเส้นทาง สำหรับการขนส่งน้ำมันให้มีเกณฑ์การพิจารณาเลือกเส้นทางเดินรถที่เป็นมาตรฐานได้ เนื่องจากเกณฑ์ในการตัดสินใจพิจารณาทางเลือกของพนักงานแต่ละคนไม่เหมือนกัน

(4) เนื่องจากเกณฑ์ในการตัดสินใจพิจารณาทางเลือกของพนักงานแต่ละคนต่างกัน ทำให้ไม่สามารถควบคุมประสิทธิภาพของการจัดเส้นทางเดินรถได้

ตารางที่ 1.1 จำนวนรถขนส่งน้ำมันตกค้างในแต่ละเดือนที่ไม่สามารถนำรถออกจากคลังน้ำมันได้เนื่องจากติดเวลารถวิ่ง

เดือน/ปี	จำนวนเที่ยวต่อเดือน	จำนวนรถตกค้างต่อเดือน
1. ตุลาคม 2541	1652	241
2. พฤศจิกายน 2541	1715	245
3. ธันวาคม 2541	1672	242
4. มกราคม 2542	1757	253
5. กุมภาพันธ์ 2542	1806	281
6. มีนาคม 2542	1910	293
รวม	10512	1555

* หมายเหตุ รถขนส่งน้ำมันตกค้าง หมายความถึงรถขนส่งน้ำมันที่เข้ารับบริการบรรทุกน้ำมันซึ่งไม่สามารถออกเดินทางได้เพราะติดข้อจำกัดเรื่องเวลาการใช้ถนนของรถบรรทุกในเขตกรุงเทพมหานคร

1.3 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาขั้นตอนการจัดจ่ายน้ำมันเพื่อการขนส่งภายในคลัง และเพิ่มประสิทธิภาพโดยการลดเวลาการรอคอยในการบรรจุน้ำมันลงรถบรรทุก

2. เพื่อพัฒนาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำมัน จากคลังน้ำมันของบริษัทฯ ไปยังสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

3. เพื่อพัฒนาขั้นตอนการนำน้ำมันลงหลุมที่สถานีบริการน้ำมันปลายทาง

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

ขอบเขตของการศึกษามีดังนี้

1. การพัฒนาขั้นตอนการจัดจ่ายน้ำมันเพื่อการขนส่งภายในคลังพระประแดงของบริษัทฯ เนื่องจาก

- มีจำนวนเที่ยวในการขนส่งน้ำมันมากที่สุด
- มีรถบรรทุกน้ำมันรอคอยในการบรรจุน้ำมันมากเนื่องจากถูกกำหนดด้วยเวลาการใช้ถนนในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

2. การพัฒนาการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับขนส่งน้ำมันในเขตกรุงเทพมหานคร และเขตปริมณฑล

3. ใช้สถานีบริการน้ำมันปลายทางที่บริษัทฯ ดำเนินการเองในเขตกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. สำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากกระบวนการจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน
4. ศึกษาหาแนวทางต่าง ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาของกระบวนการจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ศึกษาขั้นตอนเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำมันเดิมในพื้นที่กรุงเทพฯ และเขตปริมณฑล
6. พัฒนาวิธีการกำหนดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งน้ำมันใหม่
7. ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากขั้นตอนการนำน้ำมันลงหลุมที่สถานีบริการน้ำมัน
8. ศึกษาหาแนวทางต่าง ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาของขั้นตอนการนำน้ำมันลงหลุมที่สถานีบริการน้ำมัน
9. ทดสอบการทำงานและปรับปรุงแก้ไข
9. สรุปผลและข้อเสนอแนะ
10. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับพอสรุปได้ดังนี้

1. ลดเวลาการรอคอยในการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังของรถขนส่งน้ำมัน
2. เพิ่มจำนวนเที่ยวในการขนส่ง
3. เพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งน้ำมันและกำหนดเส้นทางการขนส่งที่เป็นมาตราฐานสามารถควบคุมตารางการจัดส่งได้
4. ช่วยในการวางแผนจัดหาปริมาณและชนิดของรถขนส่งน้ำมันให้เกิดประโยชน์สูงสุด
5. ช่วยลดจำนวนรถบรรทุกที่ตกค้างภายในคลังน้ำมัน เนื่องจากติดเวลาการใช้ถนน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ผลิตภัณฑ์น้ำมันและการจัดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิงต่าง ๆ ที่บริษัทฯ มีจำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน และจะอธิบายถึงขั้นตอนการจัดจ่ายน้ำมันของคลังน้ำมันพระประแดงว่าเป็นอย่างไร และวิธีปฏิบัติในงานขนส่ง ซึ่งจะอธิบายในรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 ผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิง

น้ำมันสำเร็จรูปที่บริษัทตัวอย่างที่ผลิตได้ในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้

1. น้ำมันเบนซิน (Gasoline)
2. น้ำมันก๊าด (Kerosene)
3. น้ำมันอากาศยาน (Aviation Fuel)
4. น้ำมันดีเซล (Diesel Fuel)
5. น้ำมันเตา (Fuel Oil)

(1) น้ำมันเบนซิน (Gasoline)

น้ำมันเบนซินหรือน้ำมันก๊าซโซลีน ได้มาจากการกลั่นน้ำมันดิบในโรงกลั่นน้ำมัน โดยนำส่วนกลั่นที่เหมาะสมมาผสมกันและเติมสารเพิ่มคุณภาพเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่นสารเพิ่มค่าออกเทน สารเคมีป้องกันสนิม สารป้องกันการกัดกร่อนในถังน้ำมัน รวมทั้งสารเคมีที่ช่วยทำความสะอาด คาร์บูเรตอร์ น้ำมันเบนซินที่จำหน่ายในประเทศไทยปัจจุบันมี 3 ชนิดคือ น้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทน87 น้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทน 91 น้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทน 95 ซึ่งกระทรวงพาณิชย์เป็นผู้กำหนดคุณภาพ ปัจจุบันบริษัทฯ จำหน่ายแค่ 2 ชนิดคือ น้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทน 91 และน้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทน 95

(2) **น้ำมันก๊าด** (Kerosene)

น้ำมันก๊าดเป็นน้ำมันที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบที่มีจุดเดือดอยู่ในช่วง 140 – 300 องศาเซลเซียสในสมัยก่อนนิยมใช้น้ำมันก๊าดจุดตะเกียงให้แสงสว่าง แต่ในปัจจุบันถูกนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ อีก มากมาย เช่น เป็นส่วนผสมของน้ำมันชักเงา สีน้ำมัน ยาฆ่าแมลง น้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ แม้แต่ในภูมิประเทศเมืองหลวง น้ำมันก๊าดยังถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงทำความร้อนให้ ความอบอุ่นในอาคารบ้านเรือน ต้มน้ำ เป็นต้น ซึ่งกระทรวงพาณิชย์เป็นผู้กำหนดคุณภาพของน้ำมัน

(3) **น้ำมันอากาศยาน** (Aviation Fuel)

เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องบิน แบ่งเป็น 2 ประเภทตามลักษณะเครื่องยนต์

- น้ำมันเบนซินเครื่องใบพัด (Aviation Gasoline)
- น้ำมันเครื่องบินไอพ่น (Jet Fuel)

น้ำมันเบนซินเครื่องบินใบพัด (Aviation Gasoline) ระบบเครื่องยนต์เครื่องบินใบพัดมีลักษณะคล้ายคลึงกับเครื่องยนต์เบนซินที่ใช้กับยานพาหนะ ฉะนั้นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องบินใบพัดจังมีองค์ประกอบที่เหมือนกับน้ำมันเบนซิน แต่ต้องมีความสะอาดบริสุทธิ์พิเศษ เพราะขณะที่เครื่องบินอยู่ในอากาศ หากเกิดปัญหาในน้ำมันอุดตันจะไม่สามารถแก้ไขได้ง่าย ๆ เหมือนรถยนต์ที่เพียงแต่จอดเข้าข้างทางก็ซ่อมได้ น้ำมันเบนซินเครื่องบินใบพัดมีค่าออกเทนสูงกว่าน้ำมันเบนซินปกติเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

น้ำมันเครื่องบินไอพ่น (Jet Fuel) เครื่องบินไอพ่นมีหลักการทำงานที่แตกต่างจากเครื่องยนต์เครื่องบินใบพัดโดยสิ้นเชิง น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องบินไอพ่นมีองค์ประกอบใกล้เคียงกับน้ำมันก๊าดมาก ภายในเครื่องยนต์ไอพ่น น้ำมันจะถูกฉีดเป็นฝอยสันดาปเป็นก๊าซร้อนหมุนใบพัดเทอร์ไบน์ในการขับเคลื่อน นำมันเครื่องบินไอพ่นยังแบ่งอีก 2 เกรด คือ

- น้ำมันเครื่องบินไอพ่นทหาร (JP-4)
- น้ำมันเครื่องบินไอพ่นพาณิชย์ (Jet A-1)

น้ำมันเครื่องบินไอพ่นทหาร (JP-4) ใช้ในกิจกรรมทางการทหาร ได้แก่ เครื่อง-บินรบ เครื่องบินขับไล่ ซึ่งต้องการอัตราเร่งและความเร็วสูง จะมีองค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนเบาที่ระเหยง่ายอยู่มาก ทำให้เครื่องบินสามารถเร่งอัตราเร็วสูงและเร็วได้

น้ำมันเครื่องบินไอพ่นพาณิชย์ (Jet A-1) ใช้ในการบินพาณิชย์ที่มีความเร็วไม่สูงเหมือนเครื่องบินไอพ่นหรือเครื่องบินขับไล่ น้ำมันที่ใช้จะใช้น้ำมันที่มีจุดเดือดช่วงเดียวกับน้ำมันก๊าด แต่ต้องมีความสะอาด บริสุทธิ์ ปราศจากสิ่งเจือปน เช่นน้ำและตะกอน และจะต้องมีค่า Static Dissipator สูงพอค่าหนึ่งเพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิตย์ในน้ำมัน

(4) **น้ำมันดีเซล** (Diesel Fuel)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ แต่ช่วงจุดเดือดและความข้นใสสูงกว่าน้ำมันเบนซินและน้ำมันก๊าดเนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่มีมูลฐานการทำงานแตกต่างจากเครื่องยนต์เบนซิน การจุดระเบิดของเครื่องยนต์ดีเซลใช้ความร้อนที่เกิดจากการอัดอากาศอย่างมากมายในกระบอกสูบ แล้วฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปเพื่อทำการเผาไหม้ ไม่ใช่เป็นการจุดระเบิดจากหัวเทียนเหมือนเครื่องยนต์เบนซิน น้ำมันดีเซล สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงเครื่องดีเซล เครื่องปั่นไฟ เตาเผาบาง-ประเภท ดังนี้จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันดีเซลให้เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้งานนั้น ๆ น้ำมันดีเซลในประเทศไทยมีอยู่ 2 ประเภทคือ

- น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (Automotive Diesel Oil)
- น้ำมันดีเซลหมุนช้า (Industrial Diesel Oil)

น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (Automotive Diesel Oil) บางคนเรียกว่า โซล่า หรือ Gas Oil ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลทั้งรถและเรือที่หมุนเกิน 1,000 รอบต่อนาที เช่น รถยนต์เครื่องดีเซล รถบรรทุกเล็ก รถบรรทุก เรือประมง เรือโดยสาร เครื่องกำเนิดไฟฟ้าในเรือเดินสมุทร เป็นต้น

น้ำมันดีเซลหมุนช้า (Industrial Diesel Oil) บางคนเรียกว่า น้ำมันขี้โล้ หรือในกิจการเรือเดินทะเลเรียกว่า Marine Diesel Oil (MDO) ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลางหรือ

รอบต่ำ โดยทั่วไปจะต่ำกว่า 1,000 รอบต่อนาที เช่นเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ที่ใช้กับเรือประมง เรือโดยสาร และเครื่องยนต์ดีเซลขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ เป็นต้น

(5)น้ำมันเตา (Fuel Oil)

น้ำมันเตาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนล่างของหอกลั่น อันเป็นส่วนที่เหลือตกค้างอยู่หลังจากส่วนเบา ๆ ได้ระเหยและกลั่นตัวไปแล้ว จึงเรียกน้ำมันเตาว่า Residual Fuel ในพวกเชื้อเพลิงจากโรงกลั่นน้ำมัน น้ำมันเตาจะราคาถูกที่สุดจึงใช้กันกว้างขวางในวงการอุสาหกรรมและการผลิตกระแส-ไฟฟ้า แต่ส่วนที่เหลือจากการกลั่นนี้ข้นเหนียวมาก ยังไม่สะดวกในการใช้งาน จึงต้องผสมกับส่วนที่เบากว่าพวก Distillate ให้ได้ความหนืดตามความต้องการ การแบ่งชนิดน้ำมันเตา แบ่งโดยใช้ความหนืดเป็นหลักซึ่งในปัจจุบันในประเทศไทยมีน้ำมันเตาที่ใช้อยู่ 2 ประเภท คือ

- น้ำมันเตาชนิด 600 ซึ่งใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่
- น้ำมันเตาชนิด 1500 ใช้ในโรงไฟฟ้าต่าง ๆ

2.2 การจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำมัน

บริษัทตัวอย่างผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าต่าง ๆ ทั้งผู้ค้ารายใหญ่ และผู้ค้ารายย่อย ตลอดจนผู้บริโภคในการขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น โดยแยกลักษณะการจำหน่ายออกเป็น 3 ประเภทดังต่อไปนี้

ประเภทค้าส่ง การค้าส่งเป็นการจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันรวมกันทั้งน้ำมันดีเซล และน้ำมันเบนซิน เป็นการขนส่งให้กับลูกค้าคนกลาง (Jobber) อีกทอดหนึ่ง ซึ่งการขนส่งผลิตภัณฑ์น้ำมัน มีทั้งรถของบริษัทตัวอย่างขนส่งไปยังสถานีบริการของลูกค้า หรือลูกค้าจะนำรถบรรทุกน้ำมันมารับน้ำมันเอง

ประเภทค้าปลีก การค้าปลีกจะเป็นการจำหน่ายให้กับสถานีบริการน้ำมันของบริษัทตัวอย่างเองเพื่อจำหน่ายให้กับผู้บริโภคโดยตรง ซึ่งในกรณีนี้บริษัทตัวอย่างจะขนส่งไปยังสถานีบริการ

น้ำมันเอง ซึ่งจะพยายามส่งเต็มคันรถทุกครั้ง (16,000 ลิตร) เพื่อไม่ให้เสียโอกาสในการขนส่ง

ประเภทอุตสาหกรรม ประเภทอุตสาหกรรมจะเป็นการจำหน่ายให้กับอุตสาห-กรรมโรงไฟฟ้า และอุตสาหกรรมในเครือของบริษัทตัวอย่าง ซึ่งการขนส่งจะใช้รถบรรทุกของบริษัทตัวอย่างส่วนมากจะอยู่ที่จังหวัดระยอง

2.3 ขั้นตอนการจ่ายน้ำมันของคลังน้ำมันพระประแดง

การจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของลูกค้าทั้งสามประเภทข้างต้น มีขั้นตอนการปฏิบัติตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งน้ำมันถึงลูกค้าพอสรุปและบรรยายคราว ๆ ได้ดังต่อไปนี้

เมื่อได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าส่งแล้วจะจัดทำใบสั่งซื้อ (Purchase Order) ซึ่งมีข้อมูลของลูกค้า เช่น ชื่อลูกค้า บัญชีลูกค้า ที่อยู่ วันที่ คลังที่จะไปรับน้ำมัน ชนิดของผลิตภัณฑ์ ปริมาณน้ำมัน และเลขที่ใบสั่งซื้อ แล้วส่งให้แผนกตั๋วน้ำมันของแต่ละคลังต่อไป

แผนกตั๋วน้ำมัน เมื่อได้รับใบสั่งซื้อ พนักงานตั๋วน้ำมันจะบันทึกข้อมูลการสั่งซื้อน้ำมันลงบนคอมพิวเตอร์ เพื่อออกใบกำกับสินค้า ใบกำกับการขนส่ง ใบกำกับภาษี สำหรับลูกค้าที่มารับผลิตภัณฑ์น้ำมันเอง และลูกค้าที่บริษัทจัดส่งให้ตามลำดับ

พนักงานตั๋วน้ำมัน จะรวบรวมใบกำกับสินค้า ใบกำกับขนส่ง ใบกำกับภาษี เพื่อนำไปให้นายคลังน้ำมัน ลงนามรับทราบ เพื่อออกหมายเลขตราผนึก (Seal No.) และ Key Card เพื่อรับน้ำมัน เมื่อเอกสารต่าง ๆ เสร็จแล้วจะรวบรวมส่งให้กับเจ้าหน้าที่ขนส่งเพื่อจัดรถบรรทุกไปรับน้ำมันต่อไป

พนักงานขับรถจะนำรถบรรทุกไปยังเจ้าหน้าที่จุดตรวจเพื่อตรวจสภาพความพร้อมของรถบรรทุกก่อนจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันด้วยการเปิดวาล์วข้างรถบรรทุกน้ำมันทุกช่อง เพื่อตรวจสอบดูว่าไม่มีน้ำมันเก่าค้างอยู่ในรถ แล้วปิดวาล์วกลับแล้วนำตราผนึก (Seal) มาพันรอบวาล์ว เพื่อป้องกันน้ำมันหายในขั้นตอนนี้ เรียกว่า เช็คดาย (Check Dry)

พนักงานจึงขับรถไปที่ตราชั่งเพื่อชั่งน้ำหนักก่อนเข้ารับน้ำมันในขั้นตอนนี้เรียกว่า ชั่งเบา

จากนั้นพนักงานขับรถนำรถบรรทุกเข้าจอดเทียบช่องจ่ายน้ำมัน พนักงานจ่ายน้ำมันจะตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร เมื่อออกเอกสารถูกต้องแล้ว พนักจ่ายน้ำมัน จึงนำงวงจ่ายน้ำมันลง ตามช่องรับน้ำมันของรถบรรทุก แล้วจึงทำการตั้งมิเตอร์เพื่อกำหนดปริมาณน้ำมันที่ต้องจ่ายตามเอกสารที่ระบุไว้

เมื่อพนักงานขับรถได้รับการจ่ายน้ำมันเรียบร้อยแล้ว จะนำรถไปที่จุดตรวจสอบ เรียกจุดนี้ว่า Top Check จะเป็นการตรวจสอบบนรถขนส่งว่าชนิดของน้ำมันถูกต้องหรือไม่ ปริมาณของน้ำมันบนรถบรรทุกตรงกับเอกสารหรือไม่ (น้ำมันขาดแป้น เกินแป้นหรือไม่) เมื่อตรวจถูกต้องแล้วจะตราผนึกที่ช่องน้ำมันของรถบรรทุกทุกช่อง และลงนามกับเจ้าหน้าที่ที่จุดตรวจรับ เป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการ

2.4 การตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน

เมื่อพนักงานขับรถนำรถบรรทุกผลิตภัณฑ์น้ำมันออกจากคลังน้ำมัน จะนำรถเดินทางไปยังสถานีน้ำมันปลายทาง หรือสถานที่ ๆ ลูกค้าต้องการให้นำไปส่งซึ่งได้ระบุไว้ในใบกำกับสินค้าโดยตรงทันที และเมื่อรถน้ำมันเข้าสู่บริเวณจุดตรวจรับน้ำมัน (พื้นต้องเรียบสม่ำเสมอไม่เอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง) แล้วเช็คว่ารถน้ำมันคันดังกล่าว ออกจากคลังจ่ายน้ำมันถึงเวลาใดสมควรกับการเดินทางมาถึงสถานีบริการหรือไม่ มีสาเหตุใดจึงมาล่าช้าโดยมีขบวนการตรวจสอบดังต่อไปนี้

(1) ตรวจสอบเลขทะเบียน ชื่อลูกค้า สถานที่นำส่ง ชนิดและปริมาณของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับเอกสาร

(2) ตรวจสอบตราผนึกทุกตัวว่าอยู่ในสภาพเรียบร้อย ไม่มีรอยต่อ ชำรุด และมีเลขหมายตรงกับเอกสาร

(3) ตรวจน้ำมันที่แป้นโดยใช้ไม้วัด วัดระยะจากปากถังถึงหลังแป้น เปรียบเทียบดูกับตัวเลขที่ระบุไว้ข้างรถซึ่งจัดทำโดยหน่วยตรวจสอบปริมาณน้ำมันของบริษัท (น้ำมันควรแตะแป้น)

(4) ตรวจวัดน้ำซึ่งอาจปนมากับน้ำมันโดยใช้น้ำยาวัดน้ำตรวจสอบ

(5) ตักน้ำมันจากด้านบนของถังทุกช่อง เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำมันให้ตรงกับที่ระบุไว้ใน

เอกสาร

(6) ดูแลการต่อท่อลงน้ำมันของสถานีบริการน้ำมัน ระวังอย่าลงน้ำมันผิดหลุม

2.5 เอกสารประกอบในการขนส่งน้ำมัน

เอกสารประกอบในการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งใช้อ้างอิงเวลาที่เจ้าหน้าที่ของกระทรวงพาณิชย์มาตรวจสอบมีดังต่อไปนี้

(1) ใบ Invoice

เป็นเอกสารที่ระบุรายละเอียดเงื่อนไขการส่งและราคาที่ฝ่ายขายตกลงกับลูกค้า ใช้อ้างอิงในการออกสินค้าและการตรวจรับ ซึ่งจะมีข้อมูลต่าง ๆ ตามตัวอย่างที่แนบมาโดยมี Copies ดังนี้ สีขาวให้ลูกค้า สีเขียวให้พนักงานขับรถเบิกค่าเที่ยว สีเหลืองให้แผนกขนส่ง สีชมพูให้แผนกบัญชี และสีฟ้าให้คลังน้ำมัน

(2) ใบกำกับการขนส่ง

เป็นเอกสารที่แสดงหลักฐานต่อเจ้าหน้าที่ตำรวจ ว่าการขนส่งนี้ถูกต้องตามกฎหมาย ไม่ใช่สินค้าเถื่อน ซึ่งในรายละเอียดจะระบุสถานะของผู้ขายน้ำมัน, ผู้ซื้อน้ำมัน และจุดที่จะไปส่งน้ำมัน ตามตัวอย่างที่แนบมา โดยมี 3 Copies ดังนี้ สีขาวให้ลูกค้า สีเขียวให้แผนกบัญชี สีชมพูให้เจ้าหน้าหน้าคลังน้ำมัน สีม่วงให้เจ้าหน้าที่ออกจ่ายตั๋ว และสีส้มให้เจ้าหน้าที่คลังน้ำมัน

(3) บิลน้ำมัน

เป็นเอกสารที่ระบุรายละเอียดระยะทางถึงลูกค้า พร้อมอัตราน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องเติมเพื่อให้รถเดินทางไป-กลับ ได้ ตามตัวอย่างที่แนบมา โดยมี 3 Copies ดังนี้ สีขาวให้แผนกสโตร์ สีชมพูให้ขนส่ง สีฟ้าให้นำไปเบิกค่าเที่ยวกับแผนกบัญชี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(4) **ใบควบคุมการขนส่ง**

เป็นเอกสารที่สั่งงานพนักงานขับรถในเที่ยวนั้นๆ เช่น ให้ออกเวลาใด , ให้ใช้เส้นทางไหน และเก็บข้อมูลทุกอย่างที่เกิดขึ้นในการขนส่ง เช่น บันทึกเลขไมล์ , วันเวลา ณ จุดต่าง ๆ รวมถึงการตรวจสอบของลูกค้าที่ปลายทาง ตามตัวอย่างที่แนบมามี มี 3 Copies ดังนี้ สีขาวให้แผนกขนส่ง สีชมพูให้พนักงานนำไปเบิกค่าเที่ยวกับแผนกบัญชี และสีเหลืองให้ลูกค้า

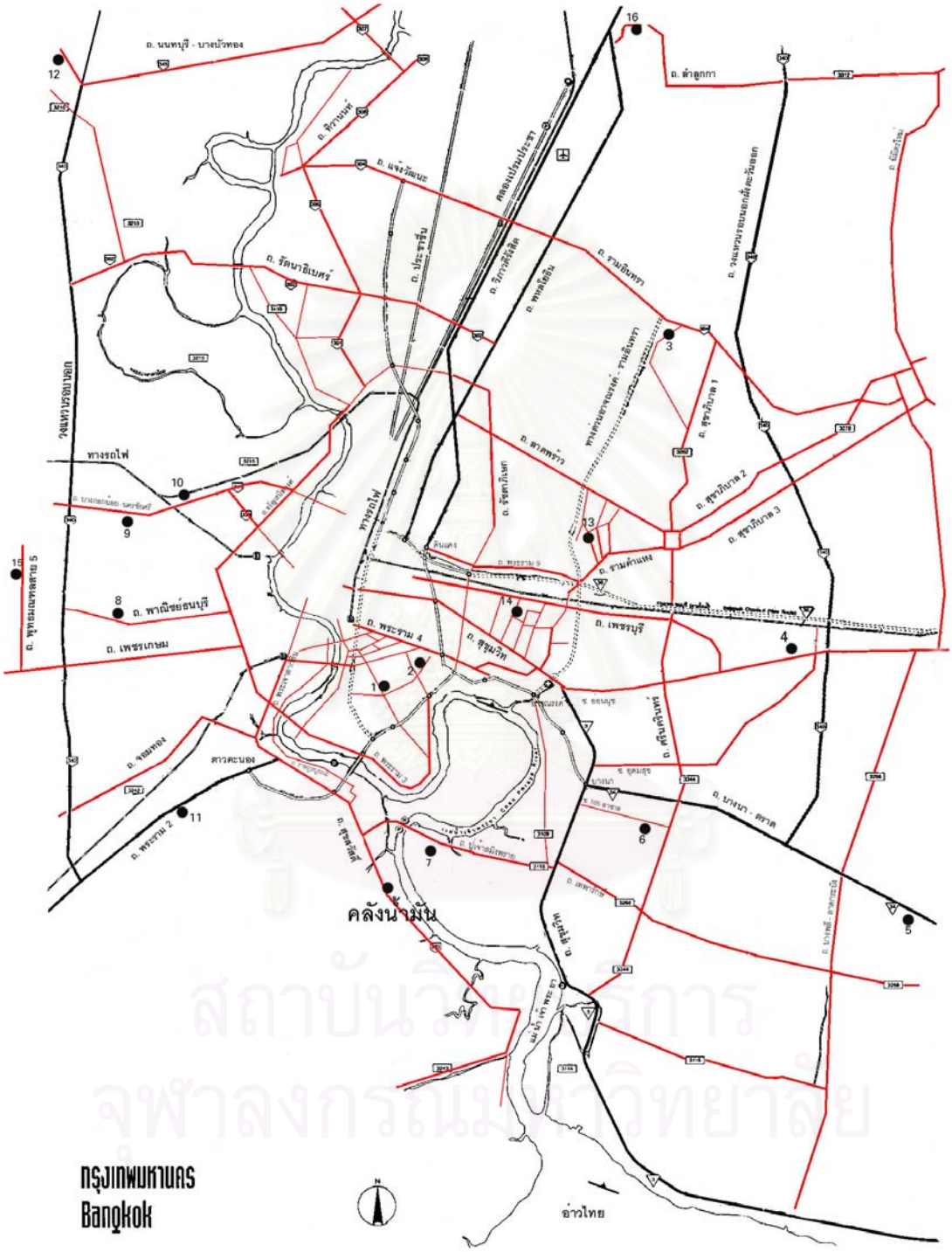
2.6 โครงข่ายเส้นทางการจัดส่ง

เนื่องจากคลังน้ำมันพระประแดงเป็นคลังที่จัดตั้งขึ้นเพื่อส่งน้ำมันให้กับลูกค้า บริเวณภายในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลเป็นส่วนใหญ่ และจะมีบางส่วนขยายไปถึงเขตจังหวัดราชบุรี เพชรบุรีกาญจนบุรีและประจวบคีรีขันธ์ เนื่องจากมีต้นทุนราคาค่าขนส่งถูกที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับคลังอื่น ๆ พื้นที่นอกจากนี้เช่น ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ก็จะมีคลังน้ำมันอยุธยา คอยให้บริการ ส่วนในภาคตะวันออก ก็จะส่งถึง อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ถ้าเลยจากนั้นจะส่งโดยคลังน้ำมันจากจังหวัดระยอง ส่วนทางภาคใต้ จะมีคลังน้ำมันจังหวัดชุมพร คอยให้บริการ

ดังนั้นการให้บริการเฉพาะกรุงเทพฯและปริมณฑล จึงมีผลดีในด้านมีลูกค้ามาก และคงที่สม่ำเสมอ วันละประมาณ 70 เที่ยว ระยะทางนั้นก็จะไม่ไกลมาก ประมาณไม่เกิน 70 กิโลเมตร (ขาเดียว) ทำให้สามารถทำเที่ยววิ่งได้ถึง 1-3 เที่ยว/วัน แต่มีข้อเสียในด้านการติดเวลาห้ามเดินรถโดยเฉพาะเวลาเร่งด่วนที่ถ้าถูกตำรวจจับได้ อาจถึงกับกักรถไว้หลายชั่วโมง จนกว่าจะผ่านชั่วโมงเร่งด่วน

รูปที่ 2.1 แผนที่จะแสดงถึง ลูกค้าสถานีบริการที่ต้องส่งเป็นประจำทุกวัน ซึ่งบางแห่งอาจส่ง 6-8 คัน/วัน ขึ้นอยู่กับปริมาณการขาย นอกจากนี้แล้วยังมีลูกค้าอื่นบ้างตามจุดต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล และเขตจังหวัดทางภาคตะวันตก ซึ่งไม่ได้แสดงในแผนที่นี้เนื่องจากไม่ได้ส่งเป็นประจำ และแผนที่ดังกล่าวข้างต้นนี้ ยังแสดงถึงพื้นที่ที่ติดเวลาห้ามวิ่งด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.1 สถานที่ตั้งของคลังน้ำมันและสถานีบริการ

2.7 ข้อจำกัดและนโยบายการจัดส่งของบริษัทตัวอย่าง

เนื่องจากแผนกขนส่งเป็นหน่วยงานหนึ่งของบริษัทผู้ผลิตและผู้ค้าน้ำมัน ดังนั้นจึงเปรียบเสมือนหน่วยบริการหน่วยหนึ่งที่มีไว้เพื่อสนับสนุนการขายของบริษัท ซึ่งนโยบายการขายอาจขึ้นอยู่กับภาวะของราคา น้ำมันดิบในตลาดโลก ราคาน้ำมันสำเร็จรูปที่สิงคโปร์ (ซึ่งใช้อ้างอิงในการกำหนดราคาของบริษัท) ปริมาณสินค้าสำเร็จรูปที่ผลิตได้ เช่น ในช่วงฤดูหนาว ต่างประเทศต้องการ Kerozene (น้ำมันก๊าด) ในการสร้างความอบอุ่นในบ้านเรือน ทางบริษัทก็จะผลิต Kerozene เพื่อส่งออกแทนที่จะผลิตเป็น High Speed Diesel เพื่อขายภายในประเทศ เนื่องจากได้ราคาดีกว่า ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณการขายและยอดการขนส่งลดลง อีกประการหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณการจัดส่งมาก คือ ช่วงที่น้ำมันมีการปรับขึ้นราคา ลูกค้าจะระดมการสั่งน้ำมันจำนวนมากก่อนปรับราคาทำให้จัดส่งไม่ทัน หรือนโยบายใช้ราคาต่ำในการขายปลีกกับสถานีบริการของบริษัทเอง ทำให้ผู้ใช้รถยนต์ทั่วไปเข้ามาเติมน้ำมันมาก ทำให้ปริมาณการส่งเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติมาก จากประเด็นนี้จะเห็นได้ว่าปริมาณงานขึ้นกับนโยบายการขายเป็นหลัก ซึ่งบริษัทขนส่งตัวอย่างนี้ ไม่สามารถกำหนดหรือต่อรองได้ จะทำได้ดีที่สุดคือ บริหารการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ดังนั้นสามารถสรุปนโยบายหลัก ๆ ของบริษัท ฯ ได้ ดังนี้

1. จัดส่งน้ำมันให้ได้ตามที่ฝ่ายขายเสนอขายให้กับลูกค้า ตามกำหนดเวลาและสถานที่ที่ปรากฏในใบสั่งซื้อ
2. การจัดส่งให้กับสถานีบริการของบริษัท ต้องจัดส่งให้ทันกำหนดเวลา โดยที่สถานีบริการของบริษัทต้องมีน้ำมันขายตลอดเวลา ซึ่งเป็นภาพพจน์ของบริษัท
3. บริหารงานให้มีประสิทธิภาพที่สุด ซึ่งได้แก่ มีบริการที่ดี ตรงต่อเวลา รวมไปถึงการรักษาคุณภาพสินค้าให้ดีระหว่างขั้นตอนการจัดส่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงกระบวนการในการจัดจ่ายน้ำมันโดยการศึกษาได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงกระบวนการจัดจัดจ่ายน้ำมัน เช่นการศึกษาการทำงานโครงข่ายระยะทางและปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถเป็นต้น ในส่วนที่สองกล่าวถึงการสำรวจงานวิจัยโดยเลือกศึกษาจากวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องกับการนำเสนอปัญหาการปรับปรุงกระบวนการจัดจ่ายน้ำมัน

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องพอสรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาการทำงาน
2. การขนถ่ายวัสดุ
3. การจัดองค์กร
4. การออกแบบผังโรงงาน
5. ปัญหาโครงข่ายระยะทาง
6. ปัญหาเส้นทางการเดินรถ
7. ปัญหาในระบบแถวคอย

3.1.1 การศึกษาการทำงาน

การศึกษาการทำงานเป็นคำที่ใช้แทนถึงวิธีการต่างๆ จากการศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) และการวัดผลงาน (Work Measurement) ซึ่งใช้ในการศึกษาอย่างมีระเบียบถึงวิธีการทำงานของคนและพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพของการทำงาน เพื่อปรับปรุงการทำงานนั้นให้ดีขึ้น วิธีการหลักของการศึกษาการทำงาน แบ่งให้ 8 ขั้น ดังนี้

(1) เลือกงานหรือขบวนการที่จะทำการศึกษา เพื่อที่จะตั้งเป้าหมายของการทำงบันทึกและสังเกตุการณ์โดยตรงในทุกสิ่งที่เกิดขึ้นในงานหรือขบวนการที่เลือกโดยการใช้วิธีการบันทึกที่เหมาะสม เพื่อเป็นข้อมูลที่เหมาะสมในการวิเคราะห์

(2) ตรวจตราข้อเท็จจริงที่บันทึกมาทุก ๆ เรื่องที่น่าสนใจ โดยพิจารณาถึงจุดประสงค์ของการทำงานนั้น ๆ สถานที่ทำงานนั้นกำลังทำงานอยู่ลำดับการทำงานของคน ทำงาน และวิธีการอุปกรณ์การทำงาน

(3) พัฒนา วิธีการทำงานที่ประหยัดในการทำงานโดยพิจารณาสิ่งแวดล้อมทั้งหมด

(4) วัดปริมาณ ที่ต้องทำในวิธีการทำงานที่เลือกใช้ และคำนวณ มาตรฐานเวลาที่ต้องใช้ในการทำงานนั้น

(5) นิยาม วิธีการทำงานที่เสนอขึ้นใหม่ และเวลาที่เกี่ยวข้องเพื่อการอ้างอิง

(6) ใช้งาน วิธีการทำงานที่เสนอขึ้นใหม่โดยมีมาตรฐานของงานตามที่กำหนดไว้

(7) ดำรงมาตรฐานของงานที่กำหนดขึ้น โดยวิธีการควบคุมที่เหมาะสม

ขั้นตอนทั้ง 8 ขั้นตอนนี้ มีคำจะเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาการทำงานจะขาดแม้เพียงขั้นตอนหนึ่งขั้นตอนใดก็ไม่ได้ รวมทั้งลำดับการพิจารณาตั้งแต่ขั้นแรกถึงหลังสุดก็ต้องปฏิบัติอย่างเคร่งครัดในการศึกษาการทำงานจะต้องศึกษาถึงแผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) เพื่อที่จะใช้ในการบันทึกข้อเท็จจริงเกี่ยวกับงานหรือการปฏิบัติงานการบันทึกแผนภูมินี้จะใช้สัญลักษณ์มาตรฐาน ซึ่งมีอยู่ 5 สัญลักษณ์ คือ

1. ○ คือ สัญลักษณ์แทนการปฏิบัติงาน ซึ่งจะบอกถึงขั้นตอนที่สำคัญในขบวนการผลิตในวิธีการ หรือในแนวทางการปฏิบัติงาน
2. ⇨ คือ สัญลักษณ์แทนการขนถ่าย ซึ่งจะบอกการเคลื่อนไหวของคน วัสดุ หรือเครื่องจักร จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง
3. □ คือสัญลักษณ์แทนการตรวจสอบงาน ซึ่งจะบ่งบอกการตรวจสอบคุณภาพของงาน หรือตรวจสอบปริมาณของงาน
4. D คือ สัญลักษณ์แทนที่เก็บพักชั่วคราว หรือการรอ ซึ่งจะบ่งบอกถึงการรอที่เกิดขึ้นในลำดับขั้นตอนของหน่วยต่อเนื่องกัน หรือสิ่งต่าง ๆ ทิ้งไว้ชั่วคราวโดยไม่มีการลงบันทึกจนกว่าต้องการใช้

5. ▽ คือ สัญลักษณ์แทนที่เก็บพักถาวร ซึ่งจะบ่งบอกถึงการเก็บพัก หรือควบคุมวัสดุไว้

3.1.2 การขนถ่ายวัสดุ

การขนถ่ายวัสดุ หมายถึง การจัดเตรียมสถานที่และตำแหน่งของวัสดุเพื่ออำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและเก็บรักษา ซึ่งการที่จะกระทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ได้ต้องอาศัยศิลปะในการสรรหาเครื่องมือและอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุมาใช้ให้เหมาะสมกับงาน นอกจากนั้นยังต้องมีศิลปะในการออกแบบสร้างเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมและเป็นไปอย่างมีระบบตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือสรุปง่าย ๆ ก็คือต้องอาศัยศิลปะและวิทยาศาสตร์ในการกำหนดวิธีการขนถ่ายวัสดุนั่นเอง

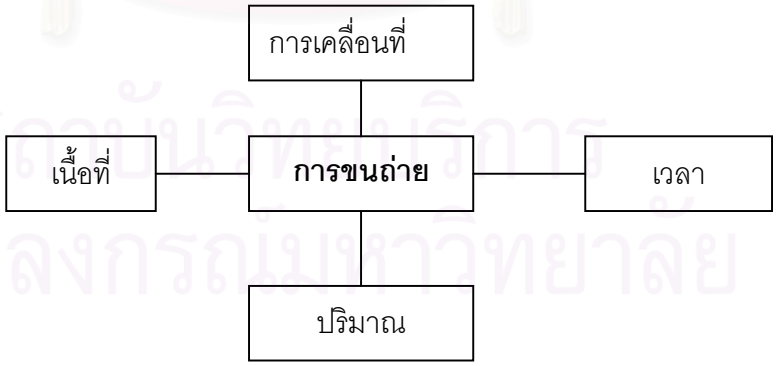
ในระบบการขนถ่ายวัสดุ ควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ

(1) การเคลื่อนที่ (Motion)

(2) เวลา (Time)

(3) ปริมาณ (Quantity)

(4) เนื้อที่ (Space)



รูปที่ 3.1 การขนถ่ายวัสดุกับองค์ประกอบที่สำคัญ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(1) การเคลื่อนที่ เป็นการเคลื่อนย้ายวัสดุ-สินค้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หรือการเคลื่อนย้ายวัสดุ-สินค้าจากจุดต้นทาง (จุดที่เอาของขึ้น) ไปยังจุดปลายทาง (จุดที่เอาของลง) ซึ่งการเคลื่อนย้ายของวัสดุ-สินค้าแต่ละประเภทย่อมมีการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกันไปทำอย่างไรจึงจะให้วิธีการเคลื่อนที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า

(2) เวลา นับเป็นปัจจัยที่สำคัญตัวหนึ่งเป็นตัวที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการเคลื่อนทีว่าสูงต่ำแค่ไหน ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตต่างก็อาศัยเวลาเป็นตัวกำหนดการทำงาน ทั้งการป้อนวัตถุดิบและเอาชิ้นงานออกที่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้นเวลายังเป็นการกำหนดการของการเคลื่อนที่ โดยอาจควบคุมที่จัดต้นทางหรือจุดปลายทางก็ได้แล้วแต่กรณี

(3) ปริมาณ วัสดุ-สินค้าที่ต้องเคลื่อนที่ต้องสัมพันธ์กับปริมาณความต้องการของจุดต่าง ๆ ต้องสอดคล้องกับเวลาที่เหมาะสมของระบบ และประหยัดค่าใช้จ่าย

(5) เนื้อที่ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเคลื่อนที่ เพราะว่าการเคลื่อนที่หรือการขนถ่ายวัสดุจำเป็นต้องใช้เนื้อที่สำหรับติดตั้งกลไกของระบบการขนถ่ายองค์ประกอบสำคัญทั้ง 4 ประการดังกล่าว ต้องนำมาพิจารณาร่วมกัน เพราะเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของการขนถ่ายวัสดุที่จะนำไปสู่ระบบการขนถ่ายวัสดุที่มีประสิทธิภาพต่อไป

3.1.3 **การจัดองค์กร**

การจัดองค์การ หมายถึง ความพยายามของผู้บริหารที่จะให้มีหนทางสำหรับการปฏิบัติงานให้สำเร็จผลตามแผนงานที่ได้วางเอาไว้ หน้าที่การจัดองค์การนี้เป็นหน้าที่ที่ต่อเนื่องจากขั้นของการใช้ความสามารถในด้านคิดวางแผนจนเสร็จสิ้นเป็นแผนงานต่าง ๆ กล่าวคือ ภายหลังจากที่ได้กำหนดแผนงานเอาไว้เรียบร้อยแล้ว ผู้บริหารจะต้องดำเนินการเตรียมการให้มีสื่อหรือมีหนทางที่จะช่วยให้มีการทำงานตามแผนนั้น ๆ ให้ลุล่วงไปได้

แผนงานที่ได้จากการวางแผนอย่างดีที่สุดนั้น จะไม่มีทางประสบผลสำเร็จได้เลย ถ้าหากไม่สามารถมีวิธีรวบรวมกำลังความรู้สามารถของสมาชิกในองค์การให้เข้าร่วมปฏิบัติงานให้สำเร็จตามแผน และเพื่อให้การทำงานของสมาชิกฝ่ายต่าง ๆ เป็นไปโดยมีประสิทธิภาพอย่างดีนั้น ผู้บริหาร

ก็ต้องมีภาระหน้าที่จัดกลุ่มการทำงานในองค์การให้เหมาะสมที่สุด

การจัดองค์การตามความหมายข้างต้น จึงเกี่ยวข้องกับการแบ่งงานหรือออกแบบงานสำหรับงานบุคคลต่างๆ (Desinging Individual Job) การรวมกลุ่มงานเหล่านี้เข้าด้วยกัน เพื่อที่จะให้มีการประสานด้านต่างๆ ให้เป็นไปอย่างดีที่สุด เพื่อให้กลุ่มสามารถทำงานของส่วนรวมได้สำเร็จ Edwin B.Filppo ได้ให้ความหมายหน้าที่การจัดองค์การที่ครอบคลุมส่วนต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นไว้ดังนี้ คือ "การจัดองค์การ หมายถึง กระบวนการจัดความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ (ตัวบุคคลและกลุ่มย่อยต่าง ๆ) เพื่อให้ในที่สุดส่วนต่าง ๆ เหล่านี้สามารถสัมพันธ์และรวมกันเข้าเป็นหน่วยที่มีประสิทธิภาพสามารถทำงานมุ่งสู่เป้าหมายร่วมจนสำเร็จผลลงได้"

ความสำคัญของการจัดองค์การมีดังนี้

1. แสดงให้เห็นถึงกระแสการไหลของงาน
2. ช่วยให้ปฏิบัติงานทราบถึงขอบเขตงาน
3. เป็นกรอบที่ช่วยเชื่อมโยงการทุ่มเทความพยายามจากขั้นตอนการวางแผนไปสู่ผลสำเร็จในขั้นตอนของการควบคุม
4. จัดวางช่องทางเพื่อการติดตามสื่อสารและการตัดสินใจ
5. ป้องกันการทำงานซ้ำซ้อน และขจัดข้อขัดแย้งในหน้าที่งาน
6. ช่วยให้กำลังความพยายามมีจุดหมายชัดเจน โดยการจัดกิจกรรมให้สัมพันธ์กับเป้าหมาย

หลักและเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับการจัดองค์การพอสรุปได้ดังนี้

(1) หลักของการแบ่งแยกแรงงานกันทำ (Division of Labour) จะมีการแบ่งแยกแรงงานกันทำนั้น จะมีการแบ่งแยกทั้งในแนวดิ่ง และแนวนอน ซึ่งในแนวดิ่งการแบ่งแยกแรงงานกันทำนั้น จะแบ่งตามขนาดของอำนาจหน้าที่ แยกออกเป็นระดับตามขนาดความรับผิดชอบ ซึ่งแตกต่างกันตามความรู้ความสามารถ และประสบการณ์เป็นสำคัญ ในเวลาเดียวกันการแบ่งในแนวนอนนั้น แบ่งโดยยึดตามหลักความถนัดในการทำงาน (Specialization of Work) ซึ่งจะมุ่งเน้นให้คนงานมีการแบ่งงานกันตามความถนัดในระหว่างกัน ซึ่งจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพและคุณภาพในการปฏิบัติงานมากขึ้น โดยที่ใช้กำลังความพยายามเท่ากัน

(2) มีการกำหนดเรื่องราวที่เกี่ยวกับอำนาจหน้าที่ (Authority) กลุ่มทำงานที่เกิดขึ้นจะร่วมกันทำงานเพื่อให้เกิดผลสำเร็จต่อส่วนรวมของกลุ่มได้จำเป็นต้องมีผู้มีอำนาจ (Authority) คอยควบคุม และสั่งการกำกับให้ทุกคนที่อยู่ในองค์กาทำงานเพื่อความสำเร็จของกลุ่มด้วย และจะต้องให้หลักของการควบคุม (Contorl) อยู่ตลอดเวลา

(3) เรื่องที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ต่าง ๆ (Relationships) เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างมีระเบียบและไม่ขัดแย้งกัน เรื่องความสัมพันธ์เหล่านี้ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบุคคลต่าง ๆ และของกลุ่มย่อยต่าง ๆ ที่ทำงานร่วมกันในองค์การและเพื่อให้มีการร่วมมือกันทำงานในกลุ่มขององค์กรและให้เสริมกันไปในทิศทางที่มุ่งสู่จุดมุ่งหมายเดียวกัน หลักของการประสานงานกัน (Coordination) จึงเป็นหลักที่สามที่เกี่ยวข้องอยู่ในการจัดองค์กร

3.1.4 การออกแบบผังโรงงาน

การออกแบบผังโรงงานมักจะถูกมองเห็นว่าควรจะทำเฉพาะในระยะก่อนการตั้งโรงงานแต่ความเป็นจริงแล้วหาเป็นเช่นนั้นไม่ เพราะการออกแบบผังโรงงานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโรงงานต่าง ๆ แม้กระทั่งโรงงานที่ทำการผลิตมาเป็นเวลานานแล้วก็ตาม ดังนั้นเหตุผลต่าง ๆ ที่โรงงานใด ๆ ควรจะมีการออกแบบผังโรงงานในเงื่อนไขต่าง ๆ พอสรุปได้ดังนี้

1. เนื่องจากโรงงานมีเครื่องจักรใหม่เข้ามาใช้
2. เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงแบบของผลิตภัณฑ์ทำให้ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต
3. เมื่อมีการเพิ่ม หรือลดแผนกผลิต
4. เมื่อมีการย้ายหน่วยงานผลิตในโรงงาน
5. เมื่อต้องการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่
6. เมื่อต้องการเพิ่มหน่วยงานผลิตในโรงงาน

วัตถุประสงค์ของการออกแบบผังโรงงาน

การออกแบบผังโรงงาน เป็นกิจกรรมการบริหารงานอุตสาหกรรมที่ถูกละเลยไม่ได้ให้ความสนใจ ส่งเสริม และสนับสนุนจากผู้บริหารมาก่อน โดยไม่ได้เห็นความสำคัญของกิจกรรมดังกล่าวเนื่องจากเป็นงานที่อยู่ไกลตัวไม่เหมือนกับการควบคุมดูแลด้านการผลิตโดยตรง ซึ่งจะมีส่วนเกี่ยวข้องเพียงการดูแลเครื่องจักรให้ทำงานให้ได้ผลตามต้องการ หรือการแก้ปัญหาด้านการทำงานของคนไม่ได้เกิดปัญหาขัดข้องมีผลกระทบต่อการผลิตและการแก้ปัญหาด้านวัสดุเพียงเพื่อไม่ให้มีปัญหาด้านวัตถุดิบในการผลิต การแก้ปัญหาต่าง ๆ จึงเป็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาระยะสั้น

ในกระบวนการบริหารทางการผลิต ที่ให้ความสำคัญต่อการแก้ไขปัญหาระยะยาวขึ้น จะมีการใช้การวางแผนและควบคุมการผลิตเข้ามีบทบาทในการลดปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพทางการผลิตอย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดจากการจัดระบบโรงงานที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากการขาดการออกแบบผังโรงงานที่ดียังมีรอให้แก้ไขอยู่มาก

การออกแบบผังโรงงานจึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหาระยะยาว เป็นการวางแผนเพื่อให้ได้ระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพสมบูรณ์ขึ้น กิจกรรมการออกแบบผังโรงงานจะช่วยแก้ไขปัญหาความเหมาะสมของการจัดการที่เกี่ยวกับ

1. เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิต
2. สถานีงาน
3. กลุ่มของปฏิบัติการทางการผลิต
4. แผนก / หน่วยงาน
5. อาคารสถานที่
6. กลุ่มของอาคารสถานที่

ปัญหาที่เกิดจากการละเลยและไม่ให้ความสนใจต่อกิจกรรมการออกแบบผังโรงงานจะเป็นปัญหาเรื้อรังภายในโรงงาน ทำให้ผู้บริหารต้องเสียเวลาในการแก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่อง เช่น ปัญหาความไม่เพียงพอของพื้นที่ใช้สอยในโรงงาน ความไม่เหมาะสมของสถานที่ตั้ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ของเครื่องจักร และ สถานีงาน เป็นผลต่อเนื่องไปถึงปัญหาการขนย้ายวัสดุ ปัญหาต้นทุนการผลิต ปัญหาสภาพแวดล้อม ปัญหาความปลอดภัย และปัญหาอื่น ๆ อีกมากมาย

3.1.5 ปัญหาโครงข่ายระยะทาง

ในการวิเคราะห์ระบบปัญหาต่าง ๆ เช่น ระบบการขนส่ง ระบบการสื่อสาร เราสามารถใช้เทคนิคทางการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) มาศึกษาเพื่อปรับปรุงและออกแบบระบบปัญหาได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นรูปภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโครงข่ายกราฟและคณิตศาสตร์ ช่วยให้สามารถเข้าใจและวิเคราะห์ระบบปัญหาได้ง่าย สามารถแทนระบบปัญหาด้วยรูปแบบแทนระบบโดยโครงข่าย (Network Models) ได้ดังนี้

(1) จุดเชื่อม จะมีความหมายแทนชุมทางของระบบขนส่ง ได้แก่ จุดขนถ่ายต่าง ๆ ได้แก่ สถานีบริการน้ำมัน

(2) เส้นเชื่อม จะมีความหมายแทน ถนน เส้นทางการขนส่งระหว่างจุดขนถ่ายน้ำมัน หรือแสดงความสัมพันธ์ของจุดขนถ่ายต่าง ๆ

(3) กราฟ หมายถึง ระบบที่ประกอบด้วยกลุ่มหรือชุดของจุดยอดหรือจุดเชื่อมและกลุ่มของเส้นเชื่อม ที่เรียกว่า Edge หรือ Arc กราฟมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบแรกไม่มีทิศทางจะประกอบด้วยจุดเชื่อมและเส้นเชื่อมไม่กำหนดทิศทาง แบบที่สองเป็นแบบที่แสดงทิศทางการเดินด้วย

(4) โครงข่าย คือ กราฟที่มีค่าใด ๆ กำหนดให้กับเส้นเชื่อมค่านั้น เราเรียกว่า Weight ประจำเส้นเชื่อม กรณีปัญหาเส้นทางการขนส่งจะมีค่าของเส้นเชื่อมคือถนนเป็นระยะทางของแต่ละเส้นเชื่อม การหาเส้นเชื่อมที่มีระยะทางสั้นที่สุด (Shortest Path) จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการหาต้นทุนที่ต่ำที่สุด

วิธีการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาโครงข่ายเพื่อหาระยะทางที่เป็นเลิศระหว่างจุดเชื่อมต่าง ๆ ดังนี้

(1) วิธีการหาเส้นทางที่เป็นเลิศระหว่างจุดเชื่อมสองจุด

วิธีการของ Dijikstra เพื่อหาเส้นทางที่เป็นเลิศจากจุดเริ่มต้น s ไปยังจุดสิ้นสุด t จะต้องใช้วิธีการตราสาร (Labelling Procedure) ซึ่งจะต้องตราค่าใช้จุดเชื่อมต่าง ๆ ด้วย [i,π(j)] โดยมี j เป็นจุดเชื่อมที่เชื่อมต่อออกมาจากจุดเชื่อมที่ตราค่าเอาไว้แล้ว i และ π(j) คือ ระยะทางสะสมที่เป็นเลิศจากจุดเริ่มต้นมาถึง j การตราค่านี้แบ่งออกเป็นสองแบบ คือ แบบชั่วคราว และแบบถาวร ลำดับขั้นตอนสรุปได้ดังต่อไปนี้

- ตราค่าถาวรให้จุดเริ่มต้นด้วย [- , 0] และตราค่าชั่วคราวให้จุดเชื่อมอื่น ๆ เป็น [-, α]
- ให้ i = s และ π(j) = d_{sj} สำหรับจุดเชื่อม j ใด ๆ เป็นตราค่าชั่วคราวใหม่ของ j[s,d_{sj}]
- เลือกจุดเชื่อม j ซึ่งมี π(j) = $\min_{x \in T} \pi$(x) ให้เป็นจุดเชื่อมถาวร เมื่อ T = ชุดของเชื่อมที่ตราค่าชั่วคราวไว้ และถ้า j = t แสดงว่าได้ผลลัพธ์เป็นเลิศ
- จากจุดเชื่อมถาวร i (เดิมเป็น j ในขั้นตอนที่ 3) ให้พิจารณาจุดเชื่อม j ทุก ๆ จุดที่เชื่อมต่อจาก i ถ้า π(i) + d_{ij} < π(j) ให้ตราค่าชั่วคราวให้กับ j ใหม่เป็น [I , π(i) + d_{ij}] แล้วดำเนินการขั้นตอนที่ 1,2,3 จนกว่าจะได้ผลลัพธ์เลิศ

(2) วิธีการหาเส้นทางที่เป็นเลิศของทุก ๆ คู่ของจุดเชื่อม

เพื่อให้ได้ข้อมูลใช้ในการวิเคราะห์ระบบปัญหาให้สมบูรณ์ในบางกรณีเราจำเป็นต้องรู้เส้นทางที่เป็นเลิศระหว่างจุดเชื่อมต่างๆ ในโครงข่ายให้ครบทุกจุด จะต้องดำเนินการหาเส้นทางเป็นเลิศระหว่างจุดสองจุดตามวิธีของ Dijikstra หลาย ๆ ครั้ง นอกจากวิธีการดังกล่าวแล้วยังมีวิธีการที่พัฒนาขึ้นเรียกว่า Revised Cascade Method (RCM) สามารถหาเส้นทางเป็นเลิศสำหรับทุกจุดเชื่อมในโครงข่ายได้ทันที

3.1.6 ปัญหาเส้นทางการเดินรถ

ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถมีพื้นฐานเริ่มจากความต้องการที่จุดต่าง ๆ และจะถูกบริการด้วยรถขนส่งโดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านระยะเวลาและปริมาณที่ต้องถูกบริกา ปัญหาดังกล่าวจะถูกแก้ปัญหาโดยให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำสุด และมีเส้นทางการเดินรถที่เหมาะสม

วิธีแก้ปัญหาได้มีผลงานทางด้าน Operation Research ไว้มากมาย เช่น

(1) The Travelling Saleman Problem (TSP) เป็นรูปแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย 1 คน โดยมีเงื่อนไขว่าพนักงานขายจะต้องเดินทางผ่านทุกเมืองและเดินทางกลับมายังจุดเริ่มต้น มีระยะทางสั้นที่สุด

(2) The Chinese Postman Problem เป็นการหาระยะทางที่สั้นที่สุดซึ่งจะต้องผ่านเส้นเชื่อมระหว่างเมืองต่าง ๆ อย่างน้อย 1 ครั้ง สามารถแก้ปัญหานี้โดยวิธี Polynomially Bounded Algorithms

(3) The M-Travelling Saleman Problem (TSP-M) เป็นรูปแบบปัญหาที่พัฒนามาจากปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย 1 คน เป็นปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย M คน ซึ่งจะเหมาะสมกับปัญหาในชีวิตจริงมากกว่า

(4) The Single Depot, Multiple Vehicle, Node Routing Problem (classical Vehicle Routing Problem, VRP) เป็นรูปแบบปัญหาที่กล่าวถึงชุดเส้นทางของยานพาหนะที่ใช้ขนส่งจากคลังสินค้า 1 แห่ง ไปยังจุดต่าง ๆ ที่มีความต้องการที่แน่นอน (Deterministic) โดยมีระยะทางทั้งหมดสั้นที่สุด

(5) The Multiple Depot, Multiple Vehicle, Node Routing Problem เป็นรูปแบบปัญหาที่พัฒนามาจากรูปแบบปัญหาแบบที่ (4)โดยมีคลังสินค้าหลายแห่ง

(6) The Single Depot, Multipl Vehicle, Node Routing Problem with Stochastic Demands เป็นรูปแบบปัญหาที่พัฒนามาจากรูปแบบปัญหาแบบที่ (4) โดยที่มีคลังสินค้า 1 แห่ง แต่ความต้องการของจุดต่าง ๆ ไม่ทราบแน่นอน (Certainly) เช่น ความต้องการเป็นการกระจายแบบ Poison

(7) The Capacitated Chinese Postman Problem เป็นรูปแบบปัญหาที่พัฒนามาจากรูปแบบปัญหาแบบที่ (2) เป็นรูปแบบปัญหาสำหรับโครงข่ายแบบ Undirect

จากการศึกษาปัญหาทางด้านการขนส่งน้ำมันของบริษัทตัวอย่างจะมีรูปแบบปัญหาคือ Vehicle Routing Problem (VRP) ที่คลังน้ำมัน 1 แห่ง และมีลูกค้าคือ สถานีบริการน้ำมันกระจายอยู่หลายแห่ง ในการแก้ปัญหาการขนส่งแบบนี้มีเทคนิคต่าง ๆ ดังนี้

(1) ประเภทคำตอบที่เหมาะสม (Optimal Solution) เช่น

1.1) การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) เป็นเทคนิคในการแก้ไขปัญหาทางการจัดสรรปัจจัยและทรัพยากรที่มีลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นเชิงเส้นตรงทั้งสิ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาและตัดสินใจให้เกิดผลตามแนวทางกำเนิดงานที่ดีที่สุด

1.2) การโปรแกรมแบบไดนามิค (Dynamic Programming) เป็นวิธีการที่ถูกพัฒนาโดย Bellman Gonzales Zubieta (1962, อ้างอิงถึงโดย Bodin, 1983) แต่ Held และ Krap (1962,อ้างอิงโดย Bodin, 1983) ได้กล่าวถึงวิธีการนี้ว่า ถึงแม้จะให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้ แต่วิธีนี้สามารถประยุกต์ใช้แก้ปัญหาขนาด 13 เมืองได้เท่านั้น ไม่สามารถใช้แก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ได้ เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านหน่วยความจำและเวลาที่ใช้ในการคำนวณ

1.3) เทคนิคการแตกกิ่ง และจำกัดขอบเขตของตัวแปร (Branch and Bound technique) ใช้หลักการลดค่าเมตริกซ์ในการคำนวณหาขอบเขต และใช้เมตริกซ์ที่ถูกลดค่าในการแตกกิ่งของเส้นทางเดินจาก 1 เซตย่อยไปเป็น 2 เซตย่อย โดยวิธีการนี้สามารถรับรองได้ว่าเส้นทางเดินที่ได้เป็นเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด

(2) ประเภทคำตอบที่ใกล้เคียงที่เหมาะสมที่สุด (Near Optimal Solution Heuristic) เป็นวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมสำหรับจุดต่างๆ ที่มีความต้องการมากถึง 1,000 จุด(เมือง) และคำตอบที่ได้อาจจะไม่ใช่คำตอบที่ใกล้เคียงที่เหมาะสมที่สุด เช่น

2.1) The Saving Algorithm (Clarke and Wright, 1964[1]) เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนมากนัก เข้าใจง่าย และสามารถใช้กับปัญหาที่มีจุดขนส่งจำนวนมากได้

2.2) The Sweep Approach (Gillett and Miller, 1974)เป็นวิธีการที่เหมาะกับปัญหาที่มีจุดขนส่งมากถึง 250 จุดซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ กำหนดจุดเดินทางและบอกลำดับที่ต้องเดินทางผ่านจุดต่าง ๆ โดยที่ตำแหน่งที่ตั้งของจุดต่าง ๆ เป็น Polar Coordinate และคลังสินค้าอยู่ตรงกลางเป็นจุด A เราจะเลือกจุดเริ่มต้นแบบสุ่มและกวาดแขน AB (หมุนทวนหรือตามเข็มนาฬิกา) จากคลังไปยังจุดต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องกาของแต่ละจุด โดยข้อบกพร่องของวิธีการนี้คือในกรณีที่

คลังสินค้าไม่ได้อยู่ที่จุดศูนย์กลางของพื้นที่ จะทำให้ได้เส้นทางมีขนาดไม่สมดุล แสดงให้เห็นว่าวิธีนี้ไม่สามารถจ่ายงานให้รถแต่ละคันได้อย่างสมดุล

2.3) The Transformation to a Pure Travelling Saleman Problem Mode (Lin and Kernighan, 1973) เป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบปัญหาพนักงานขาย 1 คน ไปเป็นรูปแบบปัญหาพนักงานขาย M คน N เมือง จุดต่างๆ ที่มีความต้องการจะถูกแทนที่ด้วยพนักงานขาย M คน (N+1, N+2, N+3,….N+M) ได้เมตริกซ์

2.4) The Partitioning and Decomposition Technique (Held and Karp, 1970[7]) วิธีนี้เป็นการลดขนาดของปัญหาโดยแบ่งเป็นปัญหาเล็ก ๆ และปัญหาเล็ก ๆ เหล่านี้จะถูกแก้โดยใช้เวลาที่น้อยกว่าการแก้ปัญหาขนาดใหญ่

2.5) School Bus Routing Approach (Newton and Thomas, 1978) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถรับส่งนักเรียนไว้ดังนี้

2.5.1) หาเส้นทางเดินรถที่ใกล้เคียงค่าที่เหมาะสมที่สุด 1 เส้นทาง
(Single Near Optimal Route) ที่เริ่มต้นที่โรงเรียนโดยหยุดทุก ๆ ป้ายรถและกลับมาสิ้นสุดที่โรงเรียน โดยการใช้ปัญหาเส้นทางเดินของพนักงานขาย (TSP)

2.5.2) เส้นทางเดินรถในข้อที่ 1 จะถูกแบ่งเป็นเส้นทางเดินของรถ
แต่ละคัน โดยมีขอบเขตเป็นความจุดของรถ และเวลา วิธีการนี้จะทำให้เกิดเซตของเส้นทางเดินรถซึ่งจะเริ่มต้นที่โรงเรียน จอดทุกๆ จุดตามลำดับในเส้นทางจนกว่าจะเกินความสามารถรถที่จะรับได้รถจึงจะเดินทางกลับไปโรงเรียน โดยความสามารถของรถ เราจะจัดจากความสามารถในการบรรทุกจำนวนนักเรียน และระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ถ้าหากใช้เวลาเกินขอบเขตที่กำหนด จุดที่รถหยุดก่อนหน้านี้จะเป็นจุดสุดท้ายก่อนกลับโรงเรียน แต่ถ้าจำนวนนักเรียนที่ป้ายมีมากเกินกว่าที่รถจะรับได้ และกำหนดไว้ว่านักเรียนทุกคนที่ป้ายหยุดเดียวกันจะต้องขึ้นรถคันเดียวกัน จุดหยุดรถก่อนหน้านี้จะเป็นจุดสุดท้ายก่อนกลับโรงเรียน แต่ถ้าไม่จำเป็นที่นักเรียนจะต้องขึ้นรถคันเดียวกัน รถก็จะรับนักเรียนที่ป้ายนี้เท่าที่จะรับได้แล้วจึงกลับโรงเรียน และรถคันใหม่จะเริ่มต้นจากโรงเรียนไปรับนักเรียนยังจุดต่อไปตามวิธีการที่กล่าวมาข้างต้น

จากวิธีการแก้ปัญหาการจัดเส้นการเดินทางหลายวิธีต่าง ๆ หลายดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สำหรับในการทำวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการโปรแกรมเลขจำนวนเต็ม (Integer Linear Programming) ด้วยเหตุผลดังนี้คือ

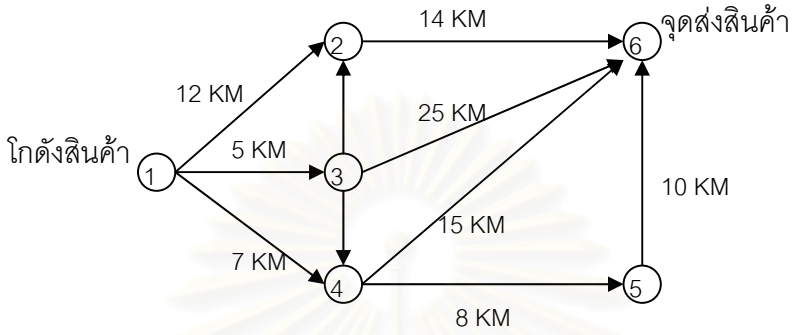
1. เป็นวิธีที่สามารถหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) ได้
2. ขนาดของปัญหาคือขนาดของโครงข่ายงาน (NetworK) ของการเดินทางแต่ละรอบการเดินทางคือ 1 เมือง

จากเหตุผลต่าง ๆ ที่กล่าวมาจึงขอเลือกวิธีการแก้ปัญหาการเดินทางโดยวิธีโปรแกรมแบบเลขจำนวนเต็ม ดังจะได้เสนอที่มาและวิธีการคำนวณโดยละเอียดต่อไป

การโปรแกรมเชิงเส้น หมายถึง ตัวแปร (Model) ทางคณิตศาสตร์เพื่อแทนความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้ตัวแปรทางคณิตศาสตร์แทนระดับกิจกรรมในการตัดสินใจและพัฒนาเป็นตัวแปรทางคณิตศาสตร์ ให้มีความสัมพันธ์ในรูปฟังก์ชันคณิตศาสตร์ ซึ่งฟังก์ชันคณิตศาสตร์นี้มีคุณสมบัติเป็นฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear Function)

วัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาลำดับและเส้นทางการเดินทาง วัตถุประสงค์ที่สำคัญที่สุดของการแก้ปัญหานี้คือ ลดค่าใช้จ่ายให้เหลือต่ำที่สุด เช่น ค่าต้นทุนรถยนต์ ค่าใช้จ่ายการเดินทางซึ่งขึ้นอยู่กับระยะทาง ค่าใช้จ่ายที่มีต่อพนักงาน แต่บางลักษณะงานของการแก้ปัญหานี้อาจจะไม่คำนึงถึงค่าใช้จ่ายเป็นอันดับแรก เช่น รับส่งนักเรียนจะคำนึงถึงการลดค่ารอคอยของจำนวนนักเรียนต่อช่วงเวลาการรอคอยหรือเวลาที่โดยสารอยู่บนรถเป็นสำคัญ เช่น 30 คน / ชม. ทั้งนี้เพื่อลดอัตราการเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุได้ หรือในการบริการเหตุด่วน เหตุร้าย ตำรวจ รถพยาบาล รถดับเพลิง วัตถุประสงค์สำคัญประการแรกคือต้องใชเวลาน้อยที่สุดในการเดินทางเพื่อไปให้บริการ ตัวอย่างที่กล่าวมานี้เป็นเป้าหมายของการบริการแต่ละรูปแบบ แต่อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายของการบริการแต่ละรูปแบบก็ยังต้องนำมาเป็นต้นทุนของการบริการทุกแบบอย่าง

ลักษณะของการแก้ปัญหาลำดับ และเส้นทางการเดินทาง ลักษณะของปัญหานี้มักจะใช้รูปลักษณ์ของปัญหาโครงข่ายงาน (Network) มาเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจในการแก้ปัญหา ดังตัวอย่างรูปที่ 3. 2 ซึ่งประกอบด้วย 6 จุด (node) หรือ 4 ทางแยกจุดที่ 2 ถึง 5 โดยที่ จุดที่ 1 เป็นจุดศูนย์กลางหรือโกดังเก็บของหรือสำนักงานผู้ให้บริการ และจุด 6 ที่ส่งสินค้า



รูปที่ 3.2 โครงข่ายเส้นทางการเดินทาง

เส้นตรงที่เชื่อมโยงระหว่างจุดแวะเยี่ยมนั้นเรียกว่า อาคส์ (arcs) แสดงไว้เพื่อแทนขนาดของเวลา ค่าใช้จ่ายหรือระยะทางจากจุดหนึ่งไปยังจุดต่าง ๆ จากรูปที่ 3.2 จำนวนที่แสดงไว้แต่ละอาคส์นั้นคือระยะทางเป็นกิโลเมตร ในกรณีที่รู้ระยะทางเราก็เปลี่ยนเป็นเวลาได้จากค่าเฉลี่ยของความเร็ว โดยทางปฏิบัติแล้วจะไม่คำนึงถึงสภาพของภูมิศาสตร์เช่น ภูเขาสภาพถนนหรือปัญหาจราจร ถ้าสามารถลดเวลาของการเดินทางลงได้นั้นคือ เป้าหมายของการลดปัญหาเส้นทางและลำดับการเดินทาง

เส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดนี้ลูกศรจะเป็นเครื่องหมายบอกทิศทางของการเดินทางว่าต้องผ่านดังนั้นทั้งหมดที่กล่าวมานี้ก็คือเป้าหมายที่จะคำนวณหาระยะทางหรือเวลา

การคำนวณหาลำดับและเส้นทางการเดินทางของพนักงานขาย การคำนวณเพื่อแก้ปัญหานี้ใช้ทฤษฎีของโปรแกรมเชิงเส้นเลขจำนวนเต็ม (Integer Linear Programming) เป็นเครื่องมือในการคำนวณหาโดยกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ไว้ดังนี้คือ (Eppen, 1979 :368)

C_{ij} คือระยะทาง หรือ เวลา หรือค่าใช้จ่ายจากเมือง i ถึงเมือง j

X_{ij} คือการเลือกเดินทางจากเมือง i ไปยังเมือง j จะมีค่าเป็น 1 หรือ 0 เท่านั้น

n คือจำนวนเมืองทั้งหมดที่ต้องแวะเยี่ยมในรอบของการเดินทางดังนั้น เขียนเป็นสมการได้คือ

สมการเป้าหมาย : $\text{Min} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} C_{ij} X_{ij}$

ขอบข่าย :

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} = 1 \qquad i = 1,\ldots,n$$

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} = 1 \qquad j = 1,\ldots,n$$

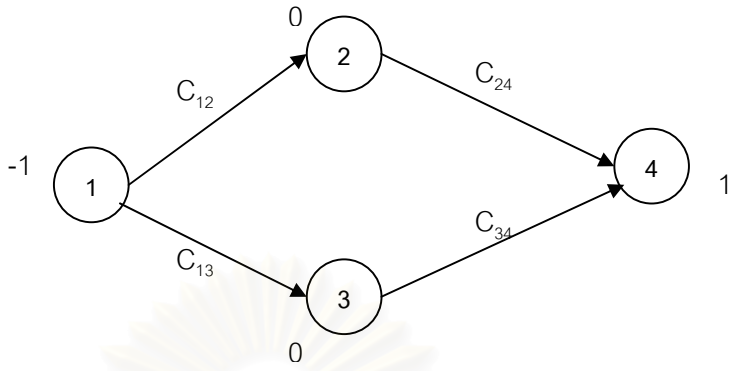
$$X_{ij} \geq 1$$

$$X_{ij} = 0 \text{ หรือ } 1 \text{ เท่านั้น}$$

จากสมการเหล่านี้จะนำไปคำนวณหาลำดับและเส้นทางการเดินทางในขั้นตอนของการประมวลผลต่อไป

รูปแบบการหาระยะทางสิ้นสุด (Shortest Path Model) ในการเดินทางเพื่อให้ถึงจุดหมายปลายทางได้อย่างรวดเร็วใช้ระยะทางและเวลาอันสั้นนั้นจำเป็นอย่างมากที่จะต้องรู้เส้นทางระหว่างต้นทางหรือจุดเริ่มต้น (Source) ไปยังแหล่งปลายทาง (Destination) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเดินทางจากเมืองหนึ่งไปยังอีกเมืองหนึ่งนั้นมีถนนหรือเส้นทางให้เลือกสายเส้นทางและหรือผ่านหลายทางแยก ดังนั้นการเดินทางจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องรู้เส้นทางที่รวมเร็วและประหยัดเพื่อที่กำหนดระยะทางหรือเวลาที่ต้องใช้ในการเดินทางได้

ในการเดินทางเพื่อไปให้บริการขนส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ ให้ครบ โครงข่าย(Network) จำนวน 16 สถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ ตามขอบเขตของการวิจัยนี้ ทั้งนี้เพื่อจะได้เก็บไว้เป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการเดินทางในแต่ละครั้ง ฉะนั้นจำเป็นต้องมีรูปแบบการคำนวณหาเส้นทางและระยะทางสั้นสุด (Shortest Route Problem) มีหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้กับปัจจุบันนั้นนิยมใช้วิธีโปรแกรมเชิงเส้นตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer Linear Programming) หรือวิธีโปรแกรมไดนามิค (Dynamic Programming) เพราะวิธีเหล่านี้มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์หลายโปรแกรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาของการหาเส้นทางและระยะทางสั้นสุดดังกล่าว



รูปที่ 3.3 ปัญหาเส้นทางระยะทางหรือเวลาที่สั้นที่สุด

วิธีแก้ปัญหาแบบโปรแกรมเชิงเส้นเลขจำนวนเต็ม (Integer Linear Programming) จากรูปที่ 3.3 (Eppen,1979:382)

ให้ C_{ij} คือ ระยะทางหรือเวลาจากเมือง i ถึงเมือง j

X_{ij} คือ การตัดสินใจเลือกเส้นทางจาก i ไป j จะมีค่าเป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น

Z คือ ระยะทางรวมหรือเวลารวมจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุด

K คือ โนดที่เดินทางผ่าน

i คือ โนดที่ 0,1 ,..,n

j คือ โนดที่ 0,1 ,..,n

ดังนั้นเขียนเป็นสมการโปรแกรมเชิงเส้นได้คือ

สมการเป้าหมาย : $Z = \text{Min} \sum_{i=j}^{n} \sum_{i=j}^{n} C_{ij} X_{ij}$

ขอบข่าย : $\sum_{k \neq j}^{n} X_{jk} - \sum_{k \neq j}^{n} X_{jk} = -1$ ถ้า j = ต้นทาง

= 0 ถ้า j ≠ ต้นทางหรือปลายทาง

= 1 ถ้า j = ปลายทาง

X_{ij} = 0 หรือ 1 เท่านั้น ทุกค่าของ i และ j

จากรูป 3.3 สามารถเขียนเป็นรูปแบบปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นเลขจำนวนเต็มดังนี้

สมการเป้าหมายเพื่อหาระยะทางหรือเวลาที่สั้นที่สุด

Minimize : $Z = C_{12}X_{12} + C_{13}X_{13} + C_{24}X_{24} + C_{34}X_{34}$

ขอบข่ายปัญหา :

ข้อจำกัดของโนด 1	$-X_{12} - X_{13}$	=	-1
ข้อจำกัดของโนด 2	$-X_{12} - X_{13}$	=	0
ข้อจำกัดของโนด 3	$-X_{12} - X_{13}$	=	0
ข้อจำกัดของโนด 4	$-X_{12} - X_{13}$	=	1

และ X_{ij} = ทางเดินที่เลือกมีค่าเป็น 0 และ 1 เท่านั้น ทุกค่าของ i และ j

โดยที่ i = โนดที่ 1,2,3,4

j = โนดที่ 1,2,3,4

ในการทำวิจัยนี้วิธีหาระยะทางและเวลาที่สั้นที่สุดใช้วิธีแก้ปัญหาแบบโปรแกรมเชิงเส้นเลขจำนวนเต็มซึ่งวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ EXCEL เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใช้แก้ปัญหาที่มีรูปแบบเป็นโปรแกรมเชิงเส้นเลขจำนวนเต็ม

ดังนั้นเพื่อความรวดเร็วและถูกต้องในการทำวิจัยนี้จึงเลือกโปรแกรม EXCEL เป็นเครื่องมือในการหาเส้นทางและระยะทางที่สั้นสุดโดยใช้หลักการแก้ปัญหาแบบ โปรแกรมเชิงเส้นทางตัวเลขจำนวนเต็มดังจะได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาต่อไปในบทที่ 6

3.1.7 ปัญหาในระบบแถวคอย

ปัญหาต่าง ๆ ในระบบแถวคอยจะประกอบด้วย

1. รูปแบบการเข้ารับบริการ
2. รูปแบบการให้บริการ
3. ขีดความสามารถของระบบแถวคอย
4. ค่าใช้จ่ายของระบบแถวคอย

รูปแบบการเข้ารับบริการของลูกค้าหรือผู้รับบริการอาจจะแบ่งตามลักษณะการรับบริการ จำนวนลูกค้าที่อยู่ในแถวคอย และขนาดของประชากรผู้รับบริการ

(1) ลักษณะการเข้ารับบริการเป็นไปอย่างไม่แน่นอน บางช่วงเวลาอาจมีลูกค้ามารับบริการมาก แต่บางเวลาอาจจะไม่มีลูกค้าเลย ดังนั้นจะใช้การแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนลูกค้าที่เข้ารับบริการ ส่วนมากจำนวนลูกค้าที่เข้ามาในระบบจะมีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปัวซอง และช่วงห่างระหว่างการเข้ารับบริการจะมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล ดังนั้นการเข้ามารับบริการจึงมักแสดงในรูปอัตราการเข้ารับบริการ ซึ่งเป็นจำนวนลูกค้าเฉลี่ยที่เข้ามาในระบบแถวคอยในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ แต่ในบางระบบ อัตราการเข้ารับบริการจะเป็นไปอย่างแน่นอน คือ ช่วงห่างระหว่างการเข้ารับบริการจะคงที่ เช่น เข้ามาทุก 30 นาที หรือ สินค้าที่ยังผลิตไม่เสร็จจะเข้ามาในหน่วยผลิตทุก 5 นาที (ตามสายพานที่วิ่ง) เป็นต้น

(2) จำนวนลูกค้าที่เข้าในระบบแถวคอย ในบางครั้งจะเข้ามาในระบบครั้งละหน่วยหรือครั้งละคน เช่น คนไข้เข้ามารอรับการรักษาครั้งละคนหรือเข้ามาครั้งละกลุ่มเมื่อเกิดอุบัติเหตุหรือการเข้ามารับประทานอาหารที่ร้านอาหารครั้งละหลาย ๆ คน

(3) ขนาดของประชากรของผู้รับบริการ ในที่นี้ประชากรหมายถึงลูกค้า/สิ่งของที่จะเข้ามารับบริการโดยแบ่งขนาดของประชากรเป็น

(3.1) ประชากรมีขนาดจำกัด หมายถึงจำนวนลูกค้า/สิ่งของที่จะเข้ามารับ

บริการที่จำนวนจำกัด เช่น แผนกซ่อมเครื่องจักรของโรงงานซึ่งมีเครื่องจักรอยู่ 20 เครื่อง ดังนั้น สิ่งที่จะเข้ารับการซ่อมแซมที่แผนกซ่อมจะต้องเป็นเครื่องจักรเครื่องใดเครื่องหนึ่งจาก 20 เครื่องนั้น หรือจำนวนนักเรียนที่มารอสอบสัมภาษณ์

(3.2) ประชากรมีขนาดไม่จำกัด หมายถึงจำนวนลูกค้า/สิ่งของที่จะเข้ามารับบริการมีขนาดนับไม่ถ้วน เช่น ลูกค้าที่เข้ามารับประทานอาหาร หรือเข้ามาซื้อของที่ห้างสรรพสินค้า ซึ่งที่จริงสามารถนับได้ แต่มีจำนวนมาก เพราะทุกคนมีสิทธิ์ที่จะเข้ามาเป็นลูกค้า

สำหรับเวลาที่ใช้ในการบริการตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น (service time) จะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณงานที่ต้องทำและความชำนาญของหน่วยให้บริการ เวลาที่ใช้ในการบริการอาจจะเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้สำหรับลูกค้าแต่ละหน่วย จำนวนหน่วยที่อยู่ในแถวคอยอาจจะมีอิทธิพลต่ออัตราการให้บริการได้ในการทำงานบางประเภท เช่น ถ้ามีลูกค้ารอรับบริการทำผมอยู่มาก ช่างทำผมจะพยายามทำงานให้เร็วขึ้น ซึ่งอาจมีผลทำให้การบริการเปลี่ยนแปลงไป นั่นคือ คุณภาพอาจไม่ดีพอ แต่มีการบริการบางอย่างที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปไม่ว่าจะมีลูกค้ารออยู่มากเท่าใดก็ตาม เช่น กรณีที่หน่วยให้บริการเป็นเครื่องจักร ซึ่งจะให้บริการในอัตราที่แน่นอน

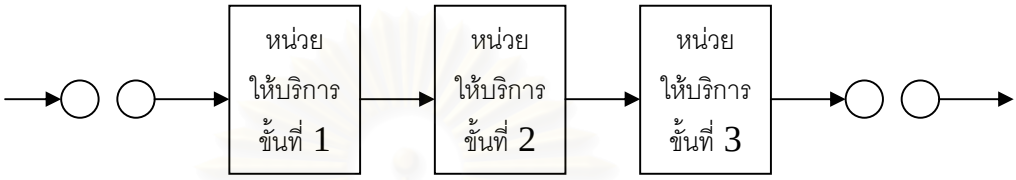
นอกจากนั้นขนาดของแถวคอยจะขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดหน่วยให้บริการ และกฎเกณฑ์ในการให้บริการ

ลักษณะการจัดหน่วยให้บริการมีหลายลักษณะ ดังนี้

(1) กรณีที่มีแถวคอยอยู่เพียง 1 แถว และมีหน่วยให้บริการ 1 หน่วย (Single-Channel and Single-Phase System)

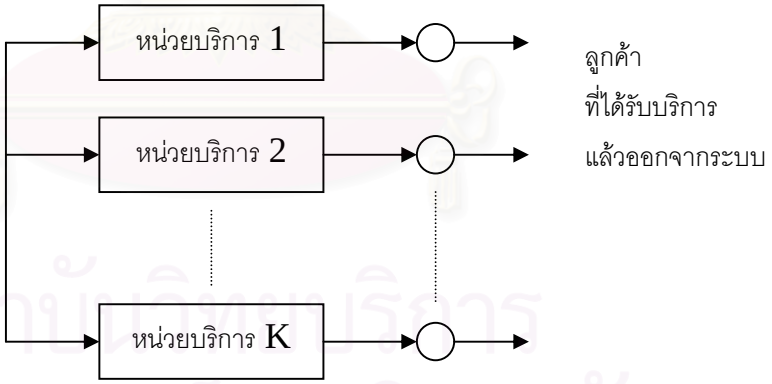
รูปที่ 3.4 แถวคอยอยู่เพียง 1 แถว และมีหน่วยให้บริการ 1 หน่วย

(2) กรณีที่มีแถวคอย 1 แถว แต่การให้บริการมีหลายขั้นตอน (Single-Channel and MultiPhase System) เช่น การลงทะเบียนของนิสิต ขั้นที่ 1 ยื่นแบบฟอร์ม ขั้นที่ 2 การจ่ายเงิน ขั้นที่ 3 รอรับผลการลงทะเบียนและใบเสร็จ



รูปที่ 3.5 แถวคอย 1 แถว แต่การให้บริการมีหลายขั้นตอน

(3) กรณีที่มีแถวคอย 1 แถว แต่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วย โดยแต่ละหน่วยทำหน้าที่อย่างเดียวกัน (Multichannel and Single-Phase System)

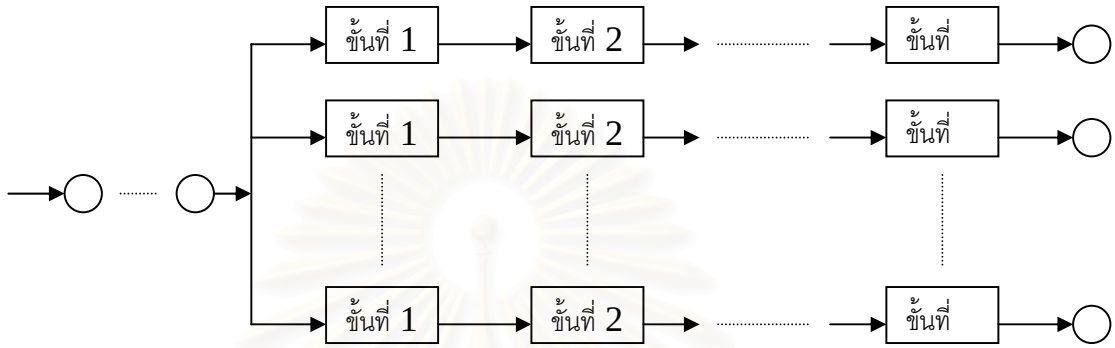


รูปที่ 3.6 แถวคอย 1 แถว แต่มีหน่วยให้บริการหลายหน่วย

ตัวอย่างเช่น ร้านทำผมที่มีช่างหลาย ๆ คน โดยที่ช่างทุกคนทำหน้าที่เหมือนกันหมด คือ สระ ตัด เซ็ท และอื่น ๆ

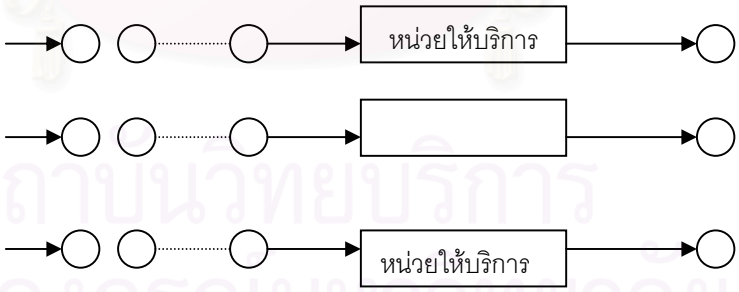
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(4) กรณีที่แถวคอย 1 แถว การให้บริการมีหลายขั้นตอน (k ขั้นตอน) โดยที่แต่ละขั้นตอนมีหน่วยให้บริการหลายหน่วย (Multichannel and Multiphase System)



รูปที่ 3.7 แถวคอย 1 แถว การให้บริการมีหลายขั้นตอนโดยที่แต่ละขั้นตอนมีหน่วยให้บริการหลายหน่วย

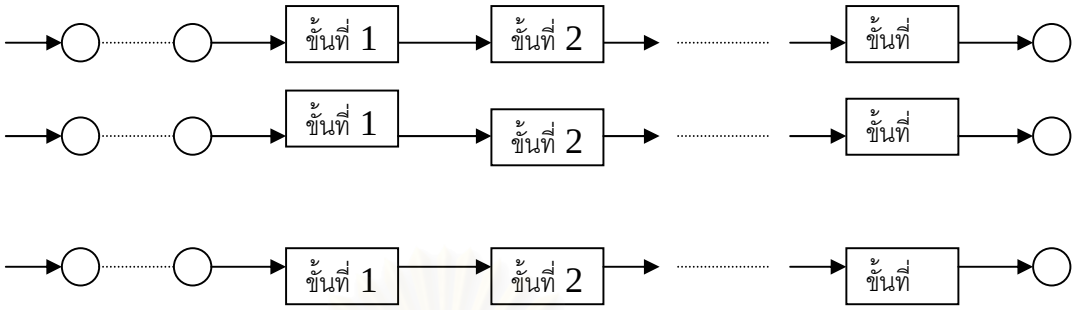
(5) กรณีที่มีแถวคอยหลายแถว และมีหน่วยให้บริการหลายหน่วย



รูปที่ 3.8 แถวคอยหลายแถว และมีหน่วยให้บริการหลายหน่วย

(6) กรณีที่มีแถวคอยหลายแถว การให้บริการมีหลายขั้นตอนโดยที่แต่ละขั้นตอนมีหน่วยให้บริการหลายหน่วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.9 แถวคอยหลายแถว การให้บริการมีหลายขั้นตอน
โดยที่แต่ละขั้นตอนมีหน่วยให้บริการหลายหน่วย

กฎเกณฑ์ในการให้บริการ เป็นวิธีการจัดลูกค้าในแถวคอยเพื่อรอรับบริการซึ่งจัดได้หลายวิธี คือ

(1) การให้บริการตามลำดับก่อนหลัง (First In first Out : FIFO) เป็นการให้บริการแก่งานหรือลูกค้าที่มาก่อน นั่นคือให้บริการเรียงลำดับตามเวลาที่เข้ารับบริการ ใครมาก่อนจะได้รับบริการก่อน

(2) การให้บริการลูกค้าคนสุดท้ายก่อน (First In Last Out : FILO)

(3) การให้บริการที่ไม่เป็นไปตามลำดับก่อนหลัง (A Priority – Discipline Queueing) เป็นการจัดลูกค้าตามความสำคัญหรือจัดงานตามความเร่งด่วน

(4) การให้บริการอย่างสุ่ม (Service in Random Order) เช่นการขึ้นรถเมล์

สำหรับขีดความสามารถของระบบหมายถึง จำนวนลูกค้าที่ระบบสามารถรับได้ แบ่งเป็น 2 กรณี คือ

(1) แถวคอยมีที่ที่สามารถรับลูกค้าได้จำกัด เช่น จำนวนที่นั่งในร้านอาหาร ร้านทำผม เป็นต้น

(2) แถวคอยมีที่รับลูกค้าได้อย่างไม่จำกัด เช่น การจ่ายเงินค่าทางด่วน จดหมายที่รอการส่งของบุรุษไปรษณีย์ เป็นต้น

นอกจากนั้นจะพบว่าในทางปฏิบัติลูกค้าจะไม่เข้าสู่ระบบแถวคอย ถ้าแถวคอยนั้นยาวมากหรือไม่มีที่พอเช่น ลูกค้าที่จะเข้าไปซื้อของที่ห้างสรรพสินค้า เมื่อพบว่าที่จอดรถเต็มลูกค้าก็จะไปซื้อที่ห้างสรรพสินค้าอื่นแทน หรือลูกค้าอาจจะอยู่ในแถวคอยสักระยะหนึ่ง เมื่อเห็นว่ารอนานก็จะเปลี่ยนใจออกจากระบบก่อนได้รับบริการ เช่น ลูกค้าที่รอจ่ายเงินที่ซุปเปอร์มาร์เก็ตอาจจะเปลี่ยนใจออกไปจากซุปเปอร์มาร์เก็ตโดยไม่ได้ซื้อของเลย หรืออาจจะมีการเปลี่ยนแถว เช่น ถ้ามีหน่วยให้บริการหลายหน่วย แต่ละหน่วยทำหน้าที่เหมือนกัน เช่น ระบบการจ่ายเงินในซุปเปอร์มาร์เก็ต ถ้ารออยู่ในแถวใดแถวหนึ่งแล้วพบว่าแถวอื่นทำงานเร็วกว่าก็จะเปลี่ยนไปอยู่ในแถวที่สั้นกว่าก็ได้

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

สุธี ศรีเพ็ชรดานนท์ (2535) จากงานวิจัยเรื่อง"แบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้า" วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทดลอง จัดทำแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้า จากคลังสินค้ากลางเพียงแห่งเดียวกระจายไปสู่จุดส่งสินค้าจำนวนมาก โดยรถขนส่งสินค้ามากกว่า 1 ตัน งานวิจัยเริ่มจาก การศึกษาขั้นตอนในการขนส่งสินค้าของบริษัทตัวอย่าง เริ่มตั้งแต่วิธีการจัดเส้นทางการขนส่งการจัดเตรียมสินค้า จนกระทั่งถึงขั้นตอนขนส่งสินค้า จากนั้นทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และทฤษฎีที่จะนำมาใช้ และการจัดสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการของ CLARKE – WRIGHT Heuristic บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ การทดสอบแบบจำลองทำโดยการจัดสร้างเหตุการณ์ขนส่งสินค้าจำลองบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อนำมาใช้ทดสอบการทำงานของแบบจำลอง โดยการนำผลที่ได้จากการทดสอบการทำงานของแบบจำลอง มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้ จากการทดสอบการทำงานของวิธีการขนส่งสินค้าที่ใช้อยู่จริง พบว่าการทำงานของแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้า ได้ผลการทดสอบในเหตุการณ์ขนส่งสินค้าจำลองโดยส่วนใหญ่ ดีขึ้นกว่าวิธีการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าที่ใช้อยู่เดิม

กฤษไกร มนิมนากร (2538) จากงานวิจัยเรื่อง "การจัดเส้นทางรถขนส่งน้ำมัน" วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเส้นทางเดินรถรายวันของบริษัทตัวอย่างจากคลังน้ำมัน

ที่กรุงเทพฯ ไปยังสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การศึกษานี้เปรียบเทียบเส้นทางเดินรถเดิมที่มีข้อจำกัดจากนโยบายด้านการขนส่งของบริษัทตัวอย่างกับเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมสำหรับแนวทางการจัดส่งใหม่ที่เสนอในงานวิจัยนี้ ข้อเสนอแนวทางใหม่จากงานวิจัยคือให้สถานีบริการน้ำมันลดปริมาณการสั่งซื้อลดลงเหลือเป็นปริมาณที่เหมาะสมซึ่งมีค่าใช้จ่ายด้านพัสดุคงคลังน้อยที่สุด จากแนวทางที่เสนอทำให้รถขนส่งแต่ละคันจะต้องจัดส่งให้สถานีบริการน้ำมันมากกว่าหนึ่งแห่งในแต่ละเที่ยว การวิจัยนี้จึงได้นำแบบจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์คำนวณหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด

ไกรยสิทธิ์ อิทรพาณิชย์ (2539) จากงานวิจัยเรื่อง “ระบบวางแผนจัดจ่ายผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม” วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการพัฒนาค่าตัวแปรในการตัดสินใจและระบบสารสนเทศสำหรับการวางแผนจัดจ่ายผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมจากแหล่งจัดหาและคลังกลางไปคลังย่อย การกำหนดค่าตัวแปรในการตัดสินใจในการจัดจ่ายผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมแต่ละชนิดอาศัยหลักการของความต้องการเพื่อการจัดจ่ายให้แต่ละคลังย่อยต่าง ๆ ซึ่งใช้การบริหารพัสดุคงคลังด้วยระบบกำหนดจุดสั่งชนิดสามารถสั่งได้ การพัฒนาระบบสารสนเทศใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล Microsoft Access ซึ่งทำงานภายใต้ Windows บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์การพัฒนา

จงกล วิวัฒน์ (2533) จากงานวิจัยเรื่อง “ Routing And Scheduling Problem : A Case Study of Gasoline Distribution in Greater Bangkok “ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการพัฒนาเส้นทางและลำดับก่อนหลังของระบบการขนส่ง รถขนส่ง น้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีต่าง ๆ ทั่วกรุงเทพ ฯ โดยใช้วิธีการจัดเส้นทางและลำดับการเดินทาง (Vehicles Routing Problem) ผลของการวิจัยพบว่า การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดเส้นทาง และลำดับการขนส่งน้ำมันในแต่ละวันได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

เชิดพงษ์ ด่านยุทธศิลป์ (2539) จากการวิจัยเรื่อง “การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมปั่นด้าย” วิทยานิพนธ์เล่มนี้ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมปั่นด้าย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหากแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานตัวอย่าง โดยมุ่งเน้นในเรื่องการลดความสูญเสียของการใช้ทรัพยากรโดยเฉพาะวัตถุดิบดังนั้น

แนวทางในการปรับปรุงจะปรับปรุงโครงสร้างของการจัดองค์กรและแรงงาน การปรับปรุงด้านการจัดผังโรงงาน และการขนถ่ายวัสดุโดยใช้วิธีการจัดวางผังโรงงานอย่างมีระบบ นอกจากนี้ยังมีการปรับปรุงในเรื่องการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ การใช้ประโยชน์พื้นที่ของคลังวัตถุดิบ และปรับปรุงด้านเทคนิค 5 ส

รศ. ดร. วันชัย ริจิรวนิช จัดพิมพ์เมื่อ พ.ศ. 2543 หนังสือเรื่อง “การศึกษาการทำงานและกรณีศึกษา” หนังสือเล่มนี้ได้แบ่งเนื้อหาเป็นสองส่วนคือ การศึกษาวิธีการทำงานและการศึกษาเวลา โดยมีกรณีศึกษาต่าง ๆ ที่อยู่ในส่วนของการศึกษาวิธีการทำงาน การแสดงกระบวนการวิธีการทำงานแบบเดิมเปรียบเทียบกับกระบวนการวิธีการทำงานใหม่ที่พัฒนาขึ้นทำให้เห็นภาพรวมของการเพิ่มผลผลิตหรือลดความสูญเสียในการบริหารงาน

ผศ. ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์ จัดพิมพ์เมื่อพ.ศ. 2521 หนังสือเรื่องการออกแบบผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต หนังสือเล่มนี้ได้กล่าวถึง การออกแบบผังโรงงานและการปรับปรุงผังโรงงานอยู่ตลอดเวลาเป็นวิธีหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การออกแบบผังโรงงานอยู่ตลอดเวลา เป็นวิธีหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การออกแบบผังโรงงานนั้นมิได้เน้นที่การจัดวางเครื่องจักร และให้เครื่องจักรและคนทำงานได้เท่านั้น แต่จะต้องเน้นการลดเวลาที่สูญเสียเปล่าของทั้งคน และเครื่องในเวลาทำงาน เพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรทุกอย่างเต็มที่รวมทั้งเนื้อที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การศึกษากระบวนการจัดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

ในการศึกษากระบวนการจัดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของบริษัทตัวอย่างเพื่อการปรับปรุงการจัดจ่ายน้ำมันให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นนั้น จำเป็นต้องศึกษาและเก็บข้อมูลการจัดจ่ายน้ำมันของบริษัทตัวอย่างในทุก ๆ ด้านเท่าที่จะสามารถเก็บรวบรวมได้ เพื่อนำข้อมูลไปศึกษาวิเคราะห์หาข้อเท็จจริงของกระบวนการในการจัดจ่ายน้ำมัน ที่จะนำไปเป็นข้อมูลของการตัดสินใจปรับปรุงในการจัดจ่ายน้ำมันต่อไป งานวิจัยนี้แบ่งการศึกษาปัญหาเป็น 3 ส่วน คือการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมันของบริษัทฯ ส่วนที่สองคือปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังลูกค้า คือสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพ ฯ และปริมณฑล และส่วนที่สามจะกล่าวถึงกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน

4.1 การจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

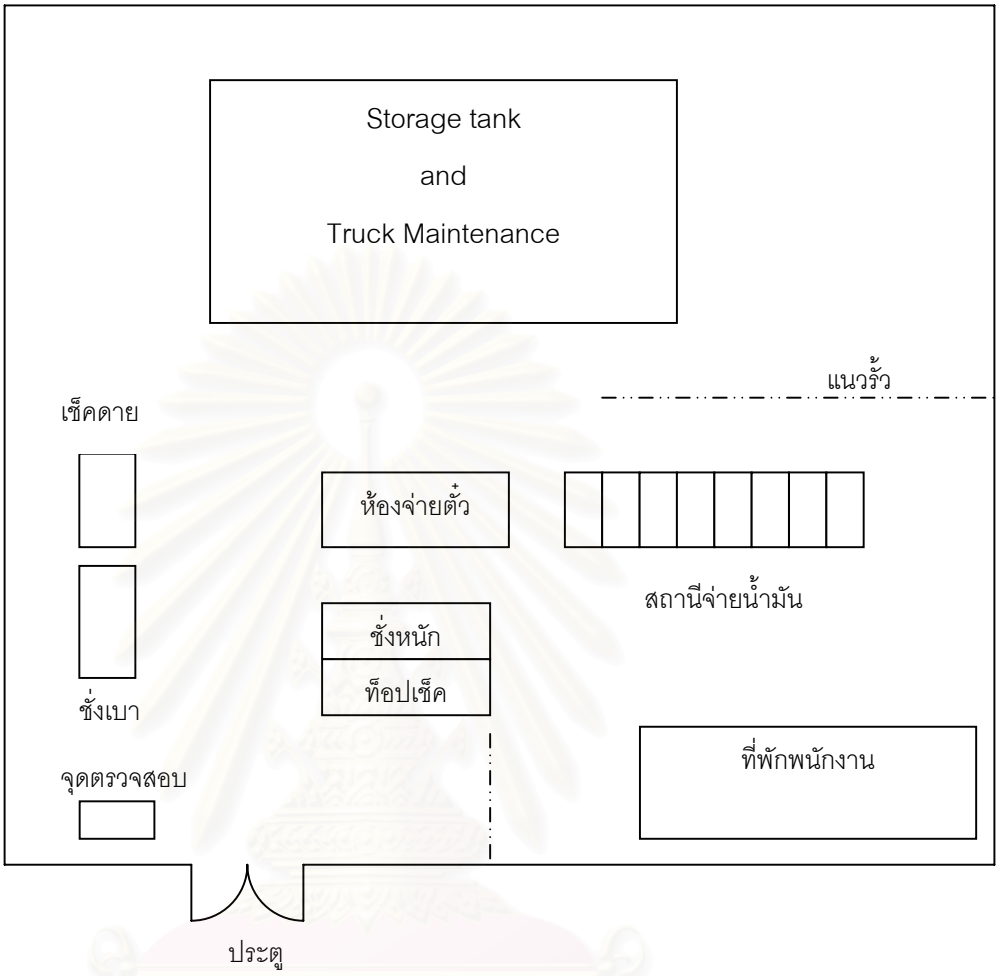
เพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน และง่ายต่อการวิเคราะห์วิธีการจัดจ่ายน้ำมัน เพื่อจะนำไปเป็นข้อมูลในการตัดสินใจปรับปรุงการจัดจ่ายน้ำมัน การจัดและนำเสนอข้อมูลการจัดจ่ายน้ำมันให้แสดงความหมายอย่างเห็นได้ชัดแจ้งมีดังต่อไปนี้

(1) แผนผังคลังน้ำมันแสดงบริเวณจัดจ่ายน้ำมัน

(2) แผนภูมิกระบวนการจัดจ่ายน้ำมัน

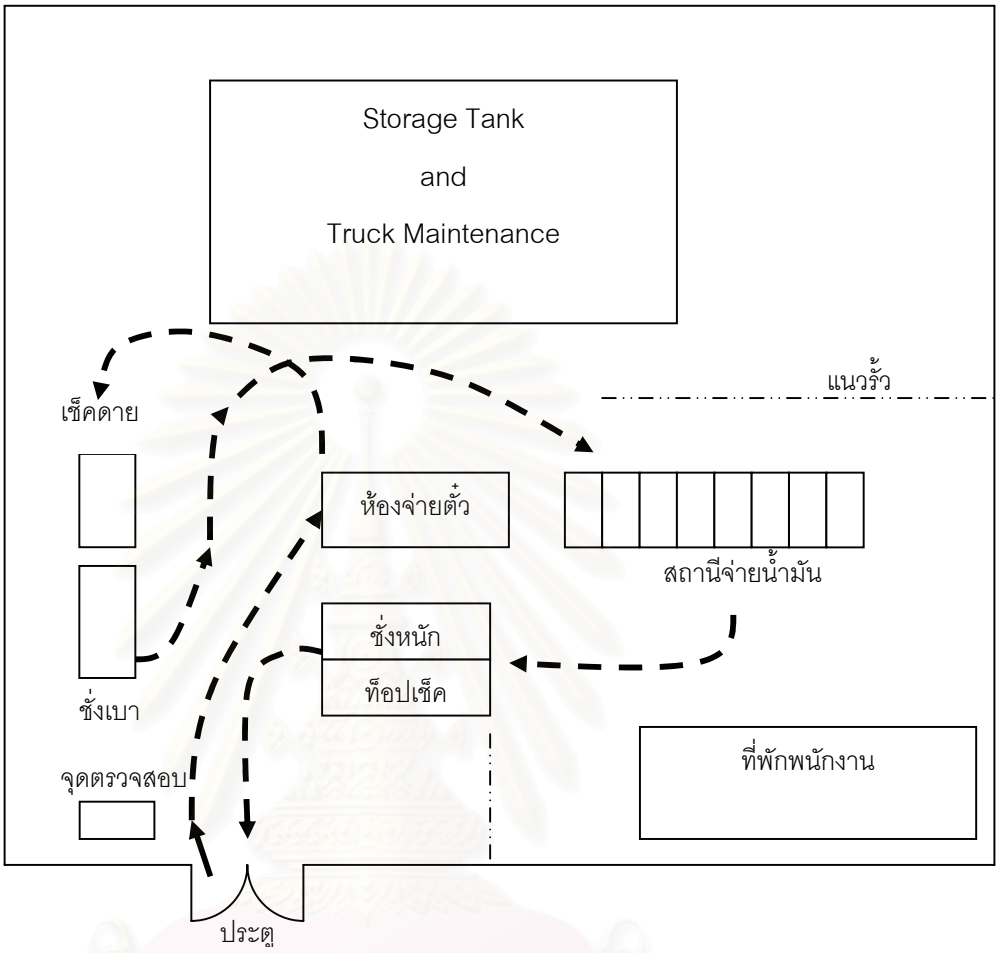
4.1.1 แผนผังคลังน้ำมันแสดงบริเวณจัดจ่ายน้ำมัน

คลังน้ำมันของบริษัทฯ ที่ให้บริการในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ตั้งอยู่ที่ซอย 45 ถนนสุขสวัสดิ์ อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ บริเวณคลังน้ำมันเพื่อใช้ในการจัดจ่ายน้ำมัน มีดังรูปที่ 4.1 และ 4.2



รูปที่ 4.1 แผนผังบริเวณจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

แผนผังบริเวณจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมันจะแสดงตำแหน่งของสถานีจ่ายน้ำมัน ซึ่งมีจำนวน 8 หัวจ่าย ตราชั่งก่อนเติมน้ำมัน(ชั่งเบา) ตราชั่งหลังเติมน้ำมัน(ชั่งหนัก) ท็อปเช็ค(สำหรับเช็คน้ำมันเกินหรือขาดแป้น) และสำนักงานจ่ายตั๋วน้ำมัน โดยในปัจจุบันมีการจัดวางอยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.2 แผนผังการไหลของการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

รูปที่ 4.2 แสดงแผนผังการไหลของการจัดจ่ายน้ำมันในปัจจุบัน การไหลของการจัดจ่ายน้ำมันมีทิศทางการเคลื่อนที่ในระหว่างขั้นตอนการจัดจ่าย โดยเริ่มจากพนักงานขับรถนำรถบรรทุกเข้าในบริเวณคลังน้ำมันผ่านป้อมยามเพื่อเช็คเวลาจากนั้นก็ไปที่สำนักงานจ่ายตั๋วน้ำมัน จากนั้นนำรถไปชั่งน้ำหนักและตีตราผนึกล่างก่อนเติมน้ำมัน จากนั้นพนักงานขับรถนำรถเข้าไปเติมน้ำมันที่สถานีจ่ายน้ำมัน หลังจากนั้นก็จะไปที่ท็อปเช็คเพื่อตีซีลบนและชั่งน้ำหนักหลังจ่ายน้ำมันเป็นอันเสร็จขั้นตอนของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมัน และก่อนจะออกจากคลังน้ำมันจะต้องผ่านป้อนยามเพื่อเช็คเวลาและตรวจความเรียบร้อยเป็นอันเสร็จกระบวนการ

จากแผนผังการไหลของการจัดจ่ายน้ำมันข้างต้น จะเห็นว่าเส้นทางการไหลตัดกันบางช่วงเช่น เส้นทางจากการชั่งเบาไปยังสถานีจ่ายน้ำมันกับเส้นทางการไหลจากห้องจ่ายตั๋วไปชั่งเบา จึงทำให้การจราจรภายในคลังน้ำมันอาจจะติดขัดได้ดังนั้นด้วยเหตุนี้จึงได้มีการวิเคราะห์ปรับปรุงเพื่อให้การจัดจ่ายน้ำมันดีขึ้นต่อไป

4.1.2 กระบวนการจัดจ่ายน้ำมัน

ขั้นตอนของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันมีลำดับขั้นตอนปฏิบัติพอสรุปได้ 8 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

(1) เจ้าหน้าที่ตรวจความเรียบร้อยตรวจสอบรถบรรทุกก่อนเข้าคลังน้ำมัน ขั้นตอนนี้เจ้าหน้าที่จะตรวจสอบว่ามีเอกสารใบสั่งซื้อค้า (Purchase Order) หรือไม่ รวมไปถึงห้ามนำอาวุธเช่นปืนเข้าคลังน้ำมันเป็นต้น

(2) แผนกตั๋วน้ำมัน เมื่อเจ้าหน้าที่พนักงานตั๋วน้ำมันได้รับใบสั่งซื้อแล้วพนักงานตั๋วน้ำมันจะบันทึกข้อมูลการสั่งซื้อน้ำมันลงบนคอมพิวเตอร์ เพื่อออกใบกำกับสินค้า ใบกำกับการขนส่ง ใบกำกับภาษี จากนั้นจะรวบรวมเอกสารทั้งหมดเพื่อนำไปให้นายคลังน้ำมันลงนามรับทราบเพื่อออกหมายเลขตราผนึก (Seal No.) และ Key Card เพื่อรับน้ำมันต่อไป

(3) เช็คดาย (Check Dry) เมื่อพนักงานขับรถได้เอกสารที่แผนกตั๋วน้ำมันหมดแล้วก็จะนำรถบรรทุกไปยังเจ้าหน้าที่จุดตรวจเพื่อตรวจสภาพความพร้อมของรถบรรทุกก่อนจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันด้วยการเปิดวาล์วข้างรถบรรทุกน้ำมันทุกช่อง เพื่อตรวจสอบดูว่าไม่มีน้ำมันเก่าค้างอยู่ในรถแล้วปิดวาล์วกลับแล้วนำตราผนึก (Seal) มาพันรอบวาล์ว เพื่อป้องกันน้ำมันหายในขั้นตอนนี้ เรียกว่าเช็คดาย (Check Dry)

(4) ชั่งเบา จากนั้นพนักงานจึงขับรถไปที่ตราชั่งเพื่อชั่งน้ำหนักก่อนเข้ารับน้ำมันในขั้นตอนนี้เรียกว่า ชั่งเบา

(5) สถานีเติมน้ำมัน เมื่อชั่งเบาเสร็จแล้วพนักงานขับรถนำรถบรรทุกเข้าจอดเทียบช่องจ่ายน้ำมัน พนักงานจ่ายน้ำมันจะตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร เมื่อออกเอกสารถูกต้องแล้ว พนักจ่ายน้ำมัน จึงนำงวงจ่ายน้ำมันลงตามช่องรับน้ำมันของรถบรรทุก แล้วจึงทำการตั้งมิเตอร์เพื่อกำหนดปริมาณน้ำมันที่ต้องจ่ายตามเอกสารที่ระบุไว้

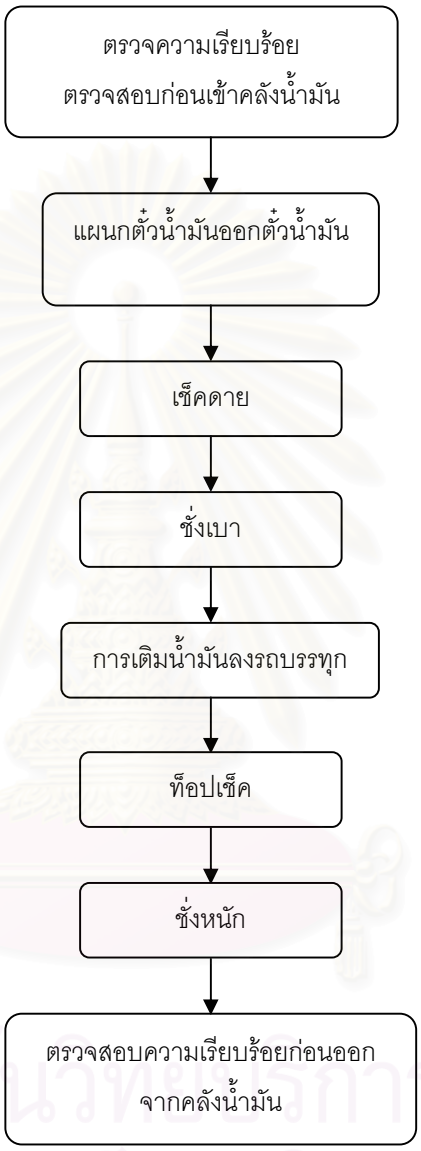
(6) ท็อปเช็ค (Top Check) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบด้านบนของรถบรรทุกน้ำมันว่าชนิดของน้ำมันถูกต้องหรือไม่ ปริมาณของน้ำมันบนรถบรรทุกตรงกับเอกสารหรือไม่ (น้ำมันขาดแป้น เกินแป้นหรือไม่) เมื่อตรวจถูกต้องแล้วจะตราผนึกที่ช่องน้ำมันของรถบรรทุกทุกช่อง และลงนามกับเจ้าหน้าที่ที่จุดตรวจรับ

(7) ชั่งหนัก ในขั้นตอนนี้จะชั่งน้ำหนักของรถบรรทุกน้ำมันที่มีน้ำมันแล้วเพื่อคำนวณหาน้ำหนักสุทธิ

(8) ตรวจสอบก่อนออกจากคลังน้ำมัน ในขั้นตอนนี้จะเป็นหน้าที่ของพนักงานรักษาความปลอดภัยจะตรวจสอบรถบรรทุกน้ำมันก่อนออกจากคลังน้ำมันเพื่อตรวจดูว่าได้ลักลอบนำน้ำมันหรือทรัพย์สินของคลังน้ำมันออกนอกบริเวณคลังน้ำมันหรือไม่

จากกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันทั้ง 8 ขั้นตอนสามารถนำมาแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดต่าง ๆ ได้ดังรูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นเวลาของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันในแต่ละขั้นตอน การเก็บข้อมูลเบื้องต้นได้มาจากจำนวนรถ 100 คันที่เข้ามารับน้ำมันซึ่งข้อมูลที่เก็บจะมีทั้งเวลาสูงสุด เวลาต่ำสุด เวลาเฉลี่ย และเวลาความถี่สูงสุด และจากตารางข้างต้นจะเห็นว่าเวลาโดยรวมของเวลาสูงสุดเท่ากับ 114 นาทีในขณะที่เวลาโดยรวมต่ำสุดเท่ากับ 47 นาทีซึ่งเวลาต่างกันเท่าตัว และโดยปกติแล้วเวลาเฉลี่ยรวมกับเวลาค่าถี่สูงสุดรวมน่าจะใกล้เคียงกันแต่จากข้อมูลเวลาต่างกัน 9 นาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันยังสามารถลดเวลาลงได้อีกถ้ามีการบริหารที่ดีจึงเป็นเหตุให้มีความจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ปรับปรุงพัฒนาเพื่อลดเวลาในการจัดจ่ายน้ำมันลงต่อไป



รูปที่ 4.3 ขั้นตอนของกระบวนการในการจัดจ่ายน้ำมันในบริเวณคลังน้ำมัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 เวลาของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมันในแต่ละขั้นตอน

ลำดับ	รายละเอียด	เวลาสูงสุด (นาที)	เวลาต่ำสุด (นาที)	เวลาเฉลี่ย (นาที)	เวลาความถี่สูงสุด (นาที)
1	เจ้าหน้าที่ตรวจสอบความเรียบร้อย	7	2	5.21	3
2	แผนกตั๋วน้ำมันออกเอกสารตั๋วน้ำมัน	25	6	14.19	12
3	การเช็คดาย	15	8	11.70	10
4	การชั่งน้ำหนักรถบรรทุกก่อนเติมน้ำมัน	12	5	7.50	8
5	การเติมน้ำมันลงรถบรรทุก	21	11	16.11	15
6	ท็อปเช็ค	15	8	12.30	11
7	การชั่งน้ำหนักรถบรรทุกเพื่อคำนวณหาน้ำหนักสุทธิ	9	5	7.41	7
8	เจ้าหน้าที่ตรวจความเรียบร้อยก่อนออกจากคลัง	10	2	5.61	5
	รวม	114	47	80.03	71

* หมายเหตุ เก็บข้อมูลจากจำนวนรถ 100 คัน

จากแผนผังการไหลของการจัดจ่ายน้ำมันและกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันข้างต้น เป็นสาเหตุให้มีรถของบริษัทฯ และลูกค้าตกค้างในการเข้ารับบริการน้ำมันโดยเฉลี่ย 105.5 และ 139.3 คันต่อเดือนตามลำดับ(จากตารางที่ 4.2) ดังนั้นด้วยเหตุนี้จึงได้มีการวิเคราะห์ปรับปรุงเพื่อให้การจ่ายน้ำมันให้ดีขึ้นต่อไป (ดูการวิเคราะห์บทที่ 5)

ตารางที่ 4.2 จำนวนรถบรรทุกที่เข้ารับบริการและจำนวนรถบรรทุกตกค้างที่เข้ารับบริการน้ำมัน

เดือนที่	จำนวนรถของบริษัทฯ (คัน)	จำนวนรถลูกค้า (คัน)	จำนวนรถตกค้างของบริษัทฯ (คัน)	จำนวนรถตกค้างของลูกค้า (คัน)
1	922	825	100	141
2	935	850	105	138
3	1002	901	102	139
4	1010	886	110	137
5	1016	916	115	142
6	937	851	101	139
		เฉลี่ย	105.5 / เดือน	139.3 / เดือน

4.2 เส้นทางการเดินรถขนส่งน้ำมัน

ในส่วนแรกนี้จะเป็นการศึกษาถึงแผนการบริหารการจัดเส้นทางการเดินขนส่งน้ำมันก่อน ซึ่งในการกำหนดเส้นทางเดินรถใช้วิธีการและขั้นตอนหลายวิธี เพราะข้อมูลที่ต้องศึกษาและรวบรวมมีจำนวนมาก ฉะนั้นขั้นตอนต่าง ๆ จึงต้องสะดวกและรวดเร็วต่อการจัดเก็บหรือค้นหาข้อมูลเหล่านี้ข้อมูลตัวเลขเพื่อมาใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) สถานที่ตั้งสถานีบริการน้ำมัน เส้นทาง ระยะทางและเวลาในการขนส่งที่ใช้เป็นเกณฑ์ในปัจจุบันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันของบริษัทฯ
(2) การเก็บข้อมูลดิบของระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางแต่ละเส้นทาง
(3) นโยบายของบริษัทฯ
(4) ข้อจำกัดการเดินรถขนส่งในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

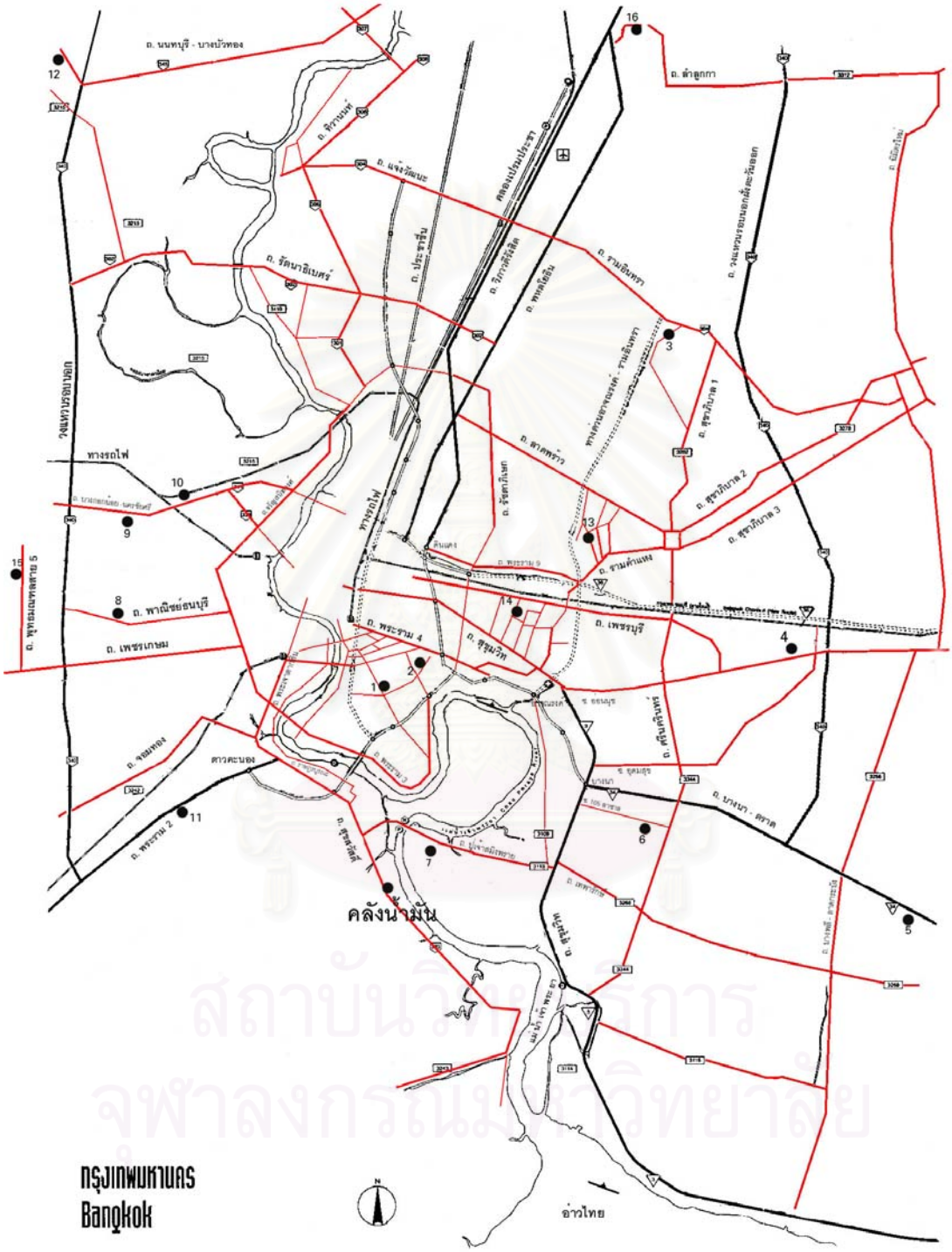
4.2.1 สถานที่ตั้งสถานีบริการน้ำมันและเกณฑ์ที่ใช้บริหารเส้นทางการเดินรถ

ตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 แสดงสถานที่ตั้งของสถานีบริการน้ำมัน เส้นทาง ระยะทางและเวลาในการเดินรถระหว่างคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันต่างๆ ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลในสภาพปัจจุบัน ซึ่งสถานีบริการน้ำมันที่บริษัทฯ ดูแลอยู่มีทั้งสิ้น 16 สถานี เส้นทางที่ใช้ในการขนส่งขาไปและขากลับในแต่ละสถานีจะเป็นเส้นทางเดียวกัน โดยที่บริษัทจะกำหนดเส้นทาง ระยะทาง และเวลาที่แน่นอนไว้เป็นเกณฑ์ในการบริหารการเดินรถขนส่ง ซึ่งพนักงานขับรถจะต้องปฏิบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดหากฝ่าฝืนก็จะมีบทลงโทษตามกฎของบริษัทฯ

จากตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 จะเห็นว่าเส้นทางการเดินรถที่บริษัทฯ กำหนดมานั้นเป็นเส้นทางที่ได้ปฏิบัติมานานแล้วตั้งแต่เริ่มก่อตั้งบริษัทฯ เมื่อปี พ.ศ. 2537 ในปัจจุบันได้มีการสำรวจเส้นทางเบื้องต้นมีบ้างเส้นทางที่มีถนนและสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะแก่การให้รถบรรทุกวิ่ง เช่น เส้นทางสถานีจันทร์ตัดใหม่ เย็นอากาศ ซึ่งเส้นทางที่ใช้ในปัจจุบันเป็นเส้นทางที่มีระยะทางไกล และมีสภาพการจราจรที่คับคั่งจึงไม่เหมาะที่จะใช้เส้นทางเป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นต้องวิเคราะห์ปรับปรุงพัฒนาหาเส้นทางที่ดีขึ้นให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน

ตารางที่ 4.3 สถานที่ตั้ง เส้นทาง ระยะทางและเวลาในการขนส่งน้ำมันที่ใช้เป็นเกณฑ์ในปัจจุบัน

เลขที่	สถานี	เส้นทางในปัจจุบัน (ถนน)	ระยะทาง ไป – กลับ (กิโลเมตร)	เวลาขาไป (นาที)	เวลาขากลับ (นาที)
1	จันทร์ตัดใหม่	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาทร – นราธิวาสนครินทร์	45	45	40
2	เย็นอากาศ	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาทร – นราธิวาสนครินทร์ - จันทร์ตัดใหม่ – เย็นอากาศ	48	47	42
3	นวลจันทร์	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาทร – พระรามสี่ - สุขุมวิท – เอกมัย – ประดิษฐ์มนูธรรม – นวลจันทร์	85	89	69
4	อ่อนนุช	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาทร – พระรามสี่ – สุขุมวิท77 – อ่อนนุช	110	108	84
5	บางบ่อ	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาทร – พระรามสี่ – สุขุมวิท – บางนา	150	115	84
6	ลาซาล	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาทร – พระรามสี่ – สุขุมวิท105	85	84	61
7	ปู่เจ้า ฯ	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาทร – พระรามสี่ – สุขุมวิท - ปู่เจ้าฯ	100	93	71
8	พาณิชย์ธน	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ – พาณิชย์ธน	38	49	40
9	ตลิ่งชัน	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ – บรมราชชนนี	52	58	44
10	ปิ่นเกล้า	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ – บรมราชชนนี	50	56	38
11	พระราม 2	สุขสวัสดิ์ – พระราม 2	35	38	27
12	ลาดหลุมแก้ว	สุขสวัสดิ์ – พระราม 2 – วงแหวน – ลาดหลุมแก้ว	145	102	78
13	ราม53	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – กรุงธน - สาทร – ราม53	70	64	48
14	ซอยกลาง	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – กรุงธน - สาทร – พระรามสี่ - สุขุมวิท49	50	54	40
15	พุทธมณฑล 5	สุขสวัสดิ์ – พระราม 2 – วงแหวน – เพชรเกษม – พุทธมณฑล 5	90	84	61
16	คลองสอง	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ – วงศ์สว่าง – รัชดา – พหลโยธิน – ลำลูกกา	115	92	83



รูปที่ 4.4 สถานที่ตั้งของคลังน้ำมันและสถานีบริการ

4.2.2 เวลาที่ใช้ในการเดินรถขนส่งน้ำมัน

เวลาที่ใช้ในการขนส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปในแต่ละสถานีบริการน้ำมัน(ขาไป) และจากสถานีบริการน้ำมันไปยังคลังน้ำมัน(ขากลับ) ในปัจจุบันซึ่งได้เก็บข้อมูลจากเอกสารการขนส่ง มีดังตารางที่ 4.4 และ4.5

ตารางที่ 4.4 เวลาการเดินรถขนส่งน้ำมันขาไป

เลขที่	สถานที่ตั้ง	เวลาเดินทางที่ใช้	เวลาเดินทางขาไป (นาที)			
		เป็นเกณฑ์ (นาที)	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าความถี่สูงสุด
1	จันทร์ตัดใหม่	45	61	40	45.85	50
2	เย็นอากาศ	47	65	39	48.28	51
3	นวลจันทร์	89	104	75	85.80	99*
4	อ่อนนุช	108	128	93	101.55	102
5	บางบ่อ	115	135	101	115.63	120*
6	ลาซาล	84	102	73	92.20	94*
7	ปู่เจ้าฯ	93	110	81	102.32	105*
8	พาณิชธนฯ	49	61	38	48.62	50
9	ตลิ่งชัน	58	70	46	57.40	59
10	ปิ่นเกล้า	56	69	45	56.70	59
11	พระราม 2	38	51	30	38.20	40
12	ลาดหลุมแก้ว	102	116	89	102.53	101
13	ราม 53	64	77	54	63.80	65
14	ซอยกลาง	54	64	47	53.60	52
15	พุทธมณฑล 5	84	96	71	87.50	88
16	คลองสอง	92	115	90	105.50	108*

* หมายเหตุ เก็บข้อมูลจากจำนวนรถน้ำมัน 60 เที่ยว

ตารางที่ 4.5 เวลาการเดินรถขนส่งน้ำมันขากลับ

เลขที่	สถานที่ตั้ง	เวลาเดินทางที่ใช้) เป็นเกณฑ์ (นาที	เวลาเดินทางขากลับ (นาที)			
			ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าความถี่สูงสุด
1	จันทร์ตัดใหม่	40	49	31	40.40	39
2	เย็นอากาศ	42	55	30	41.20	40
3	นวลจันทร์	69	82	58	69.32	71
4	อ่อนนุช	84	98	74	79.60	78*
5	บางบ่อ	84	99	73	82.72	85
6	ลาซาล	61	77	50	61.10	65
7	ปู่เจ้าฯ	71	79	62	70.90	68
8	พาณิชธนฯ	40	51	32	40.43	38
9	ตลิ่งชัน	44	55	35	43.62	44
10	ปิ่นเกล้า	38	49	29	37.70	39
11	พระราม 2	27	39	23	28.40	30
12	ลาดหลุมแก้ว	78	90	69	77.70	79
13	ราม 53	48	59	38	48.20	49
14	ซอยกลาง	40	51	31	40.20	42
15	พุทธมณฑล 5	61	77	50	66.20	70*
16	คลองสอง	83	95	77	86.80	93*

* หมายเหตุ เก็บข้อมูลจากจำนวนรถ 60 เที่ยว

ตารางที่ 4.4 เป็นเวลาการขนส่งน้ำมันขาไป และตารางที่ 4.5 เป็นเวลาการขนส่งน้ำมันขากลับ ซึ่งจะเก็บข้อมูลจากจำนวนเที่ยวขนส่ง 60 เที่ยวของแต่ละสถานี ข้อมูลเวลาการขนส่งที่เก็บมาเพื่อศึกษาจะมีค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความถี่สูงสุด และจากตารางดังกล่าวข้างต้นจะมีบางเส้นทางที่เวลาการเดินทางส่วนใหญ่จะมีเวลาที่แตกต่างจากเวลาเดินทางที่บริษัทฯ ใช้เป็นเกณฑ์มาก ดังจะแสดงด้วยเครื่องหมายดอกจัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่วิเคราะห์ปรับเปลี่ยนเกณฑ์เวลาที่ใช้บริหารการขนส่งเพื่อให้ประสิทธิภาพดีขึ้น

4.2.3 นโยบายการจัดส่งน้ำมันของบริษัทฯ

เนื่องจากแผนกขนส่งเป็นหน่วยงานหนึ่งของบริษัทผู้ผลิตและผู้ค้าน้ำมัน ดังนั้นจึงเปรียบเสมือนหน่วยบริการหน่วยหนึ่งที่มีไว้เพื่อสนับสนุนการขายของบริษัท ซึ่งนโยบายการขายอาจขึ้นอยู่กับภาวะของราคา น้ำมันดิบในตลาดโลก และราคาน้ำมันสำเร็จรูปที่สิงคโปร์ (ซึ่งใช้อ้างอิงในการกำหนดราคาของบริษัท) ปริมาณสินค้าสำเร็จรูปที่ผลิตได้ เช่น ในช่วงฤดูหนาว ต่างประเทศต้องการ Kerozene (น้ำมันก๊าด) ในการสร้างความอบอุ่นในบ้านเรือน ทางบริษัทก็จะผลิต Kerozene เพื่อส่งออกแทนที่จะผลิตเป็น High Speed Diesel เพื่อขายภายในประเทศ เนื่องจากได้ราคาดีกว่า ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณการขายและยอดการขนส่งลดลง อีกประการหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณการจัดส่งมาก คือ ช่วงที่น้ำมันมีการปรับขึ้นราคา ลูกค้าจะระดมการสั่งน้ำมันจำนวนมากก่อนปรับราคาทำให้จัดส่งไม่ทัน หรือนโยบายใช้ราคาต่ำในการขายปลีกกับสถานีบริการของบริษัทฯเอง ทำให้ผู้ใช้รถยนต์ทั่วไปเข้ามาเติมน้ำมันมาก ทำให้ปริมาณการส่งเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติมาก จากประเด็นนี้จะเห็นได้ว่า ปริมาณงานขึ้นกับนโยบายการขายเป็นหลัก ซึ่งบริษัทฯนี้ไม่สามารถกำหนดหรือต่อรองได้ จะทำได้ดีที่สุดคือ บริหารการทำงานการขนส่งให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ดังนั้นสามารถสรุปนโยบายหลัก ๆ ของบริษัทฯ ด้านการขนส่งได้ดังนี้

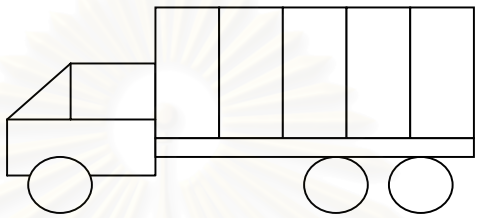
(1) จัดส่งน้ำมันให้ได้ตามที่ฝ่ายขายเสนอขายให้กับลูกค้า ตามกำหนดเวลาและสถานที่ที่ปรากฏในใบสั่งซื้อ

(2) การจัดส่งให้กับสถานีบริการของบริษัทฯ ต้องจัดส่งให้ทันกำหนดเวลา โดยที่สถานีบริการของบริษัทต้องมีน้ำมันขายตลอดเวลา ซึ่งเป็นภาพพจน์ของบริษัทฯ

(3) บริหารงานให้มีประสิทธิภาพที่สุด ซึ่งได้แก่ มีต้นทุนต่ำสุด มีบริการที่ดี ตรงต่อเวลา รวมไปถึงการรักษาคุณภาพสินค้าให้ดีระหว่างขั้นตอนการจัดส่ง

รถบรรทุกน้ำมันที่ใช้ในการขนส่งน้ำมันของบริษัทฯ ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลมีขนาด 16,000 ลิตร ซึ่งการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการต่าง ๆ ภายใต้นโยบายของบริษัทฯ จะต้องสั่งซื้ออย่างน้อย 10,000 ลิตร ขึ้นไป และต้องสั่งซื้อในปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมกับข้อจำกัดของช่องภายในรถขนส่ง โดยกำหนดให้สถานีบริการน้ำมันแต่ละแห่งสั่งซื้อน้ำมันเป็นจำนวนเท่าของช่องภายในรถขนส่ง ซึ่งรถขนส่งขนาดต่าง ๆ จะมีจำนวนช่อง และความจุของแต่ละช่องแตกต่างกันดังนี้

รถขนาด 16,000 ลิตร มีช่องภายใน 5 ช่อง แบ่งเป็น
ความจุ 3,000 ลิตร จำนวน 4 ช่อง
ความจุ 4,000 ลิตร จำนวน 1 ช่อง



รูปที่ 4.5 ช่องบรรจุน้ำมันภายในรถขนส่งน้ำมันขนาด 16,000 ลิตร

4.2.4 ข้อกำหนดการเดินรถในเขตกรุงเทพฯ ที่ห้ามรถบรรทุกวิ่งในพื้นที่ต่าง ๆ ของกรุงเทพมหานครใช้เกณฑ์ดังนี้

(1) รถยนต์บรรทุกน้ำมันเชื้อเพลิงตั้งแต่ 6 ล้อขึ้นไป และรถพ่วงห้ามเดินรถระหว่างเวลา 6.00 – 22.00 ทุกวันเว้นวันหยุดราชการ และยกเว้นรถบรรทุกน้ำมันที่ได้รับอนุญาตผ่อนผันจากเจ้าพนักงาน

(2) ข้อบังคับจากเจ้าพนักงานจราจรการทางพิเศษ ห้ามรถบรรทุกตั้งแต่ 6 ล้อขึ้นไป และรถพ่วงเดินในทางพิเศษระหว่างเวลา 6.00 – 9.00 น. และเวลา 17.00 – 21.00 น. ทุกวันเว้นวันหยุดราชการ

จากข้อกำหนดของกรุงเทพฯและปริมณฑลดังกล่าวทำให้เป็นอุปสรรคต่อกระบวนการเดินรถขนส่งในช่วงเวลากลางวันจึงทำให้การเดินรถขนส่งของคลังน้ำมันเริ่มที่เวลากลางคืนจนถึงรุ่งเช้าโดยปกติจะดำเนินการขนส่งในเวลา 21.00 – 6.00 น. ของทุกวันทำการของราชการ

4.3 การตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน

เมื่อพนักงานขับรถนำรถบรรทุกผลิตภัณฑ์น้ำมันออกจากคลังน้ำมัน จะนำรถเดินทางไปยังสถานีบริการน้ำมัน หรือสถานที่ ๆ ลูกค้าต้องการให้นำไปส่งซึ่งได้ระบุไว้ในใบกำกับสินค้าโดยตรงทันที และเมื่อรถน้ำมันเข้าสู่บริเวณจุดตรวจรับน้ำมัน (พื้นต้องเรียบสม่ำเสมอไม่เอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง) แล้วเช็คว่ารถน้ำมันคันดังกล่าว ออกจากคลังจ่ายน้ำมันถึงเวลาใดสมควรกับการเดินทางมาถึงสถานีบริการหรือไม่ มีสาเหตุใดจึงมาล่าช้าโดยมีกระบวนการตรวจสอบดังต่อไปนี้

(1) ตรวจสอบวัดระดับน้ำมันในหลุม ในขั้นตอนตรวจสอบวัดระดับน้ำมันในหลุมว่าเติมน้ำมันได้หรือไม่และควรน้ำมันที่หลุมใด

(2) ตรวจสอบตราผนึกทุกตัวที่รถบรรทุกว่าอยู่ในสภาพเรียบร้อย ไม่มีรอยต่อหรือชำรุด และมีเลขหมายตรงกับเอกสารหรือไม่

(3) ตรวจระดับน้ำมันที่แป้นโดยใช้ไม้วัด วัดระยะจากปากถังถึงหลังแป้น เปรียบเทียบดูกับตัวเลขที่ระบุไว้ข้างรถซึ่งจัดทำโดยหน่วยตรวจสอบปริมาณน้ำมันของบริษัท (น้ำมันควรแตะแป้น)

(4) ตรวจวัดน้ำซึ่งอาจปนมากับน้ำมันโดยใช้น้ำยาวัดน้ำตรวจสอบ

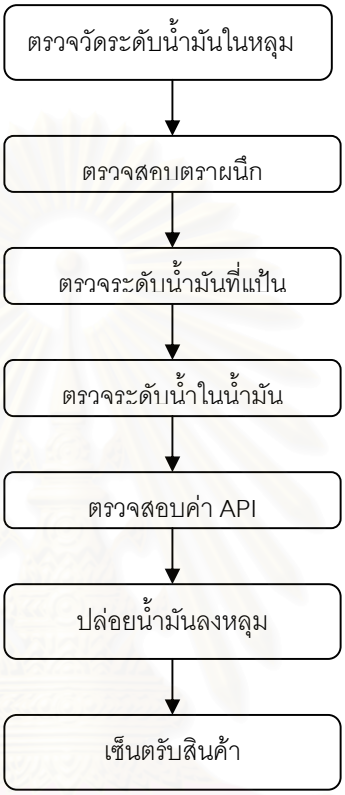
(5) ตักน้ำมันจากด้านบนของถังทุกช่อง เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำมัน (ค่า API) ให้ตรงกับที่ระบุไว้ในเอกสาร

(6) ปล่อยน้ำมันจากรถบรรทุกน้ำมันลงหลุมของสถานีบริการน้ำมัน

(7) ลูกค้าเซ็นต์รับสินค้าในใบ Invoice และกรอกข้อมูลลงในใบกำกับขนส่ง

ขั้นตอนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมันนำมาแสดงให้เห็นรายละเอียดได้ดังรูปที่ 4.6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.6 ขั้นตอนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 เวลาของกระบวนการนำน้ำมันลงหลุมในแต่ละขั้นตอน

ลำดับ	รายละเอียด	เวลาสูงสุด (นาที)	เวลาต่ำสุด (นาที)	เวลาเฉลี่ย (นาที)	เวลาความถี่สูงสุด (นาที)
1	ตรวจวัดระดับน้ำมันในหลุม	9	3	5.76	5
2	ตรวจสอบตราผนึกทุกตัวที่รถบรรทุก	5	2	3.62	3
3	ตรวจระดับน้ำมันที่แป้น	7	3	5.38	5
4	ตรวจสอบวัดน้ำในน้ำมัน	17	12	13.14	15
5.1	ตักน้ำมันตัวอย่างออกจากรถบรรทุก	5	3	3.94	4
5.2	ตรวจสอบค่า API	21	11	16.12	15
6.1	นำท่อต่อเข้ารถบรรทุกกับหลุมน้ำมัน	5	3	3.84	4
6.2	ปล่อยน้ำมันลงหลุม	21	13	17.22	17
6.3	ปิดวาล์วเก็บท่อเข้ารถบรรทุก	6	4	4.82	5
7	ลูกค้าเซ็นรับสินค้า	5	2	3.28	3
	รวม	101	56	77.12	63

* หมายเหตุ เก็บข้อมูลจากจำนวนรถ 50 คัน

ตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นเวลาของกระบวนการนำน้ำมันลงหลุมที่สถานีปลายทางในแต่ละขั้นตอน การเก็บข้อมูลเบื้องต้นได้มาจากจำนวนรถ 50 คัน ซึ่งข้อมูลที่เก็บจะมีทั้งเวลาสูงสุด เวลาต่ำสุด เวลาเฉลี่ย และเวลาความถี่สูงสุด และจากตารางข้างต้นจะเห็นว่าเวลาโดยรวมของเวลาสูงสุดเท่ากับ 101 นาทีในขณะที่เวลาโดยรวมต่ำสุดเท่ากับ 56 นาทีซึ่งเวลาต่างกันเท่าตัว ถ้ามองลึกไปยังขั้นตอนต่าง ๆ ก็มีเวลาของดำเนินการต่างกันมาก เช่นขั้นตอนที่พนักงานขับรถนำน้ำมันลงหลุมเป็นต้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการนำน้ำมันลงหลุมยังสามารถลดเวลาลงได้อีกถ้ามีการบริหารที่ดีจึงเป็นเหตุให้มีความจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ปรับปรุงพัฒนาเพื่อลดเวลาในกระบวนการนำน้ำมันลงหลุมต่อไป

บทที่ 5

การจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

ในการศึกษากระบวนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน เพื่อการปรับปรุงกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันให้มีประสิทธิภาพยิ่ง ๆ ขึ้น โดยมีรายละเอียดขั้นตอนของการศึกษาวิธีการทำงานของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันภายคลังน้ำมันดังต่อไปนี้

(1) ข้อมูลสภาพทั่วไปของขั้นตอนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน
(2) การวิเคราะห์วิธีการทำงาน
(3) การปรับปรุงวิธีการทำงาน
(4) การเปรียบเทียบวัดผลวิธีการทำงาน

5.1 ข้อมูลสภาพทั่วไปของขั้นตอนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

เพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมันและง่ายต่อการวิเคราะห์วิธีการจัดจ่ายน้ำมัน เพื่อจะนำไปเป็นข้อมูลในการตัดสินใจปรับปรุงการจัดจ่ายน้ำมัน การจัดและนำเสนอข้อมูลการจัดจ่ายน้ำมันให้แสดงความหมายอย่างเห็นได้ชัดแจ้งมีดังต่อไปนี้

(1) แผนภูมิขั้นตอนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน
(2) แผนผังบริเวณจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

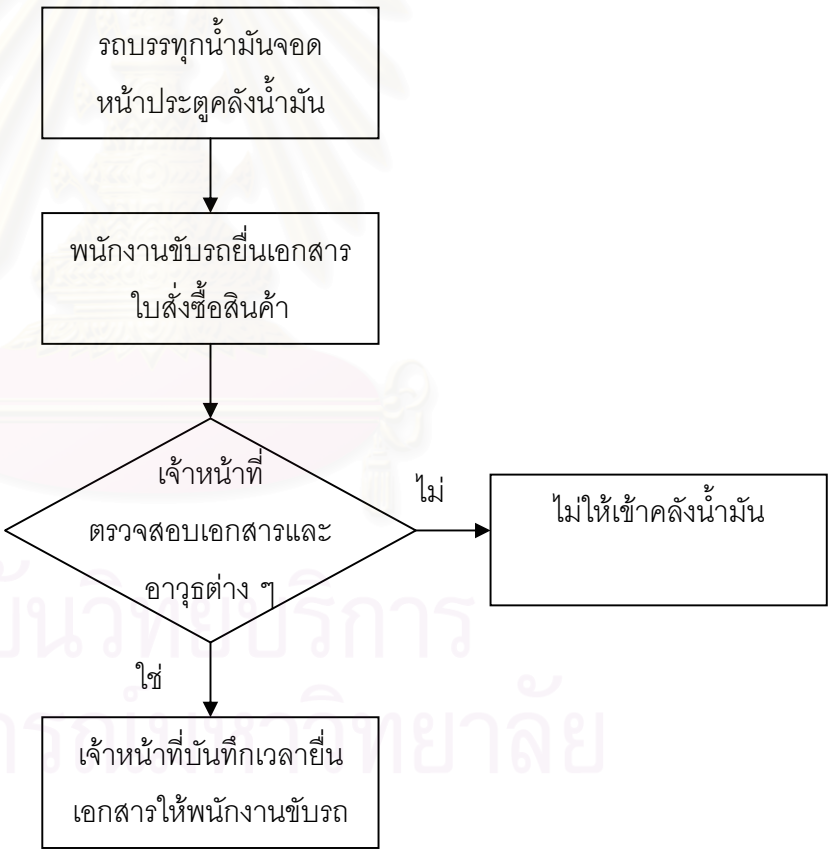
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.1 ขั้นตอนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

รายละเอียดของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันในแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

1) ตรวจความเรียบร้อยก่อนเข้าคลังน้ำมัน

เจ้าหน้าที่ตรวจสอบรถบรรทุกน้ำมันก่อนเข้าคลังน้ำมัน ขั้นตอนนี้เจ้าหน้าที่จะตรวจสอบว่าพนักงานขับรถได้นำมีเอกสารใบสั่งซื้อค้า (Purchase Order) มาหรือไม่ รวมไปถึงตรวจสอบอาวุธต่าง ๆ เช่น อาวุธปืนห้ามเข้าคลังน้ำมันโดยเด็ดขาด เป็นต้น

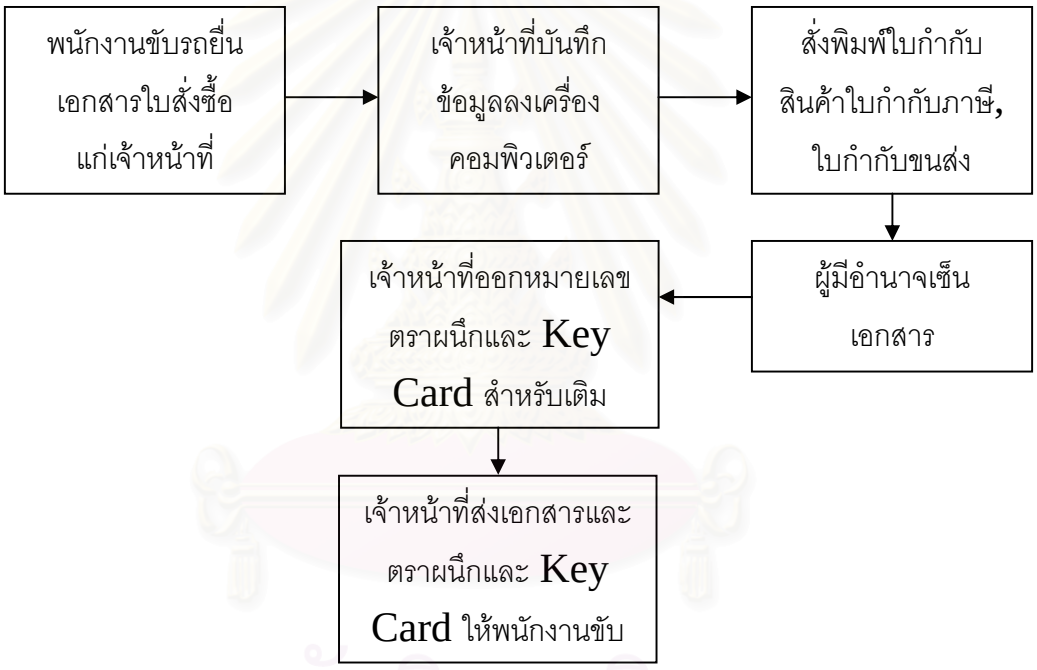


รูปที่ 5.1 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบของเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) การออกตั๋วน้ำมัน

เมื่อเจ้าหน้าที่พนักงานตั๋วน้ำมันได้รับใบสั่งซื้อแล้วพนักงานตั๋วน้ำมันจะบันทึกข้อมูลการสั่งซื้อน้ำมันลงบนคอมพิวเตอร์ เพื่อออกใบกำกับสินค้า ใบกำกับการขนส่ง ใบกำกับภาษี จากนั้นจะรวบรวมเอกสารทั้งหมดเพื่อนำไปให้ผู้มีอำนาจลงนามรับทราบเพื่อออกหมายเลขตราผนึก (Seal No.) และ Key Card เพื่อรับน้ำมันต่อไป

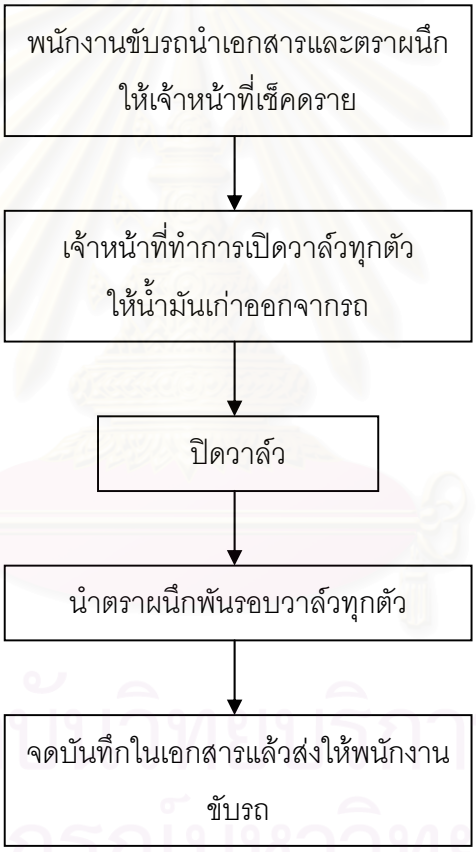


รูปที่ 5.2 ขั้นตอนการออกตั๋วน้ำมัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) **เช็คดราย** (Check Dry)

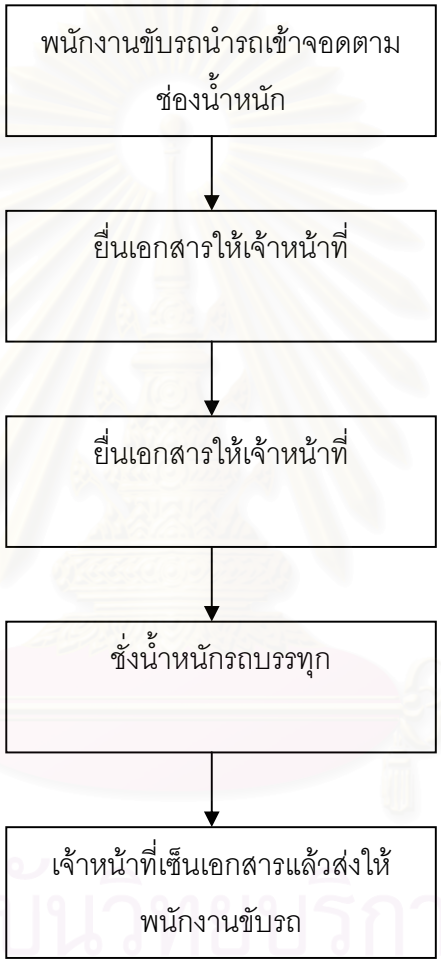
เมื่อพนักงานขับรถได้เอกสารที่แผนกตั๋วน้ำมันหมดแล้วก็จะนำรถบรรทุกไปยังเจ้าหน้าที่จุดตรวจเพื่อตรวจสภาพความพร้อมของรถบรรทุกก่อนจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันด้วยการเปิดวาล์วข้างรถบรรทุกน้ำมันทุกช่อง เพื่อตรวจสอบดูว่าไม่มีน้ำมันเก่าค้างอยู่ในรถแล้วปิดวาล์วกลับแล้วนำตราผนึก (Seal) มาพันรอบวาล์ว เพื่อป้องกันน้ำมันหายในขั้นตอนนี้เรียกว่า เช็คดราย (Check Dry)



รูปที่ 5.3 ขั้นตอนกระบวนการเช็คดราย

4) **ชั่งเบา**

จากนั้นพนักงานขับรถจึงขับรถไปที่ตราชั่งพร้อมทั้งยื่นเอกสารให้เจ้าหน้าที่เพื่อชั่งน้ำหนักก่อนเข้ารับน้ำมัน ในขั้นตอนนี้เรียกว่า “ชั่งเบา”

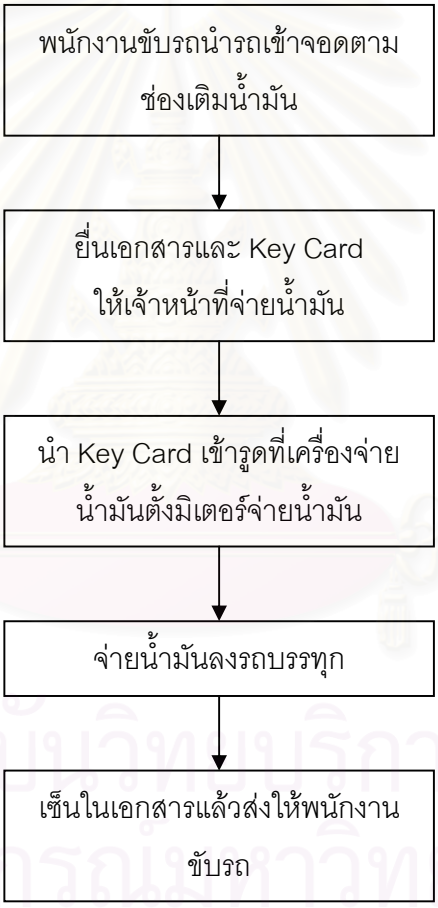


รูปที่ 5.4 ขั้นตอนการชั่งเบา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5) การเติมน้ำมันลงรถบรรทุก

เมื่อชั่งเบาเสร็จแล้วพนักงานขับรถนำรถบรรทุกเข้าจอดเทียบช่องจ่ายน้ำมัน พนักงานจ่ายน้ำมันจะตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร เมื่อออกเอกสารถูกต้องแล้วพนักงานน้ำมันจึงนำงวงจ่ายน้ำมันลงตามช่องรับน้ำมันของรถบรรทุก แล้วจึงทำการตั้งมิเตอร์เพื่อกำหนดปริมาณน้ำมันที่ต้องจ่ายตามเอกสารที่ระบุไว้

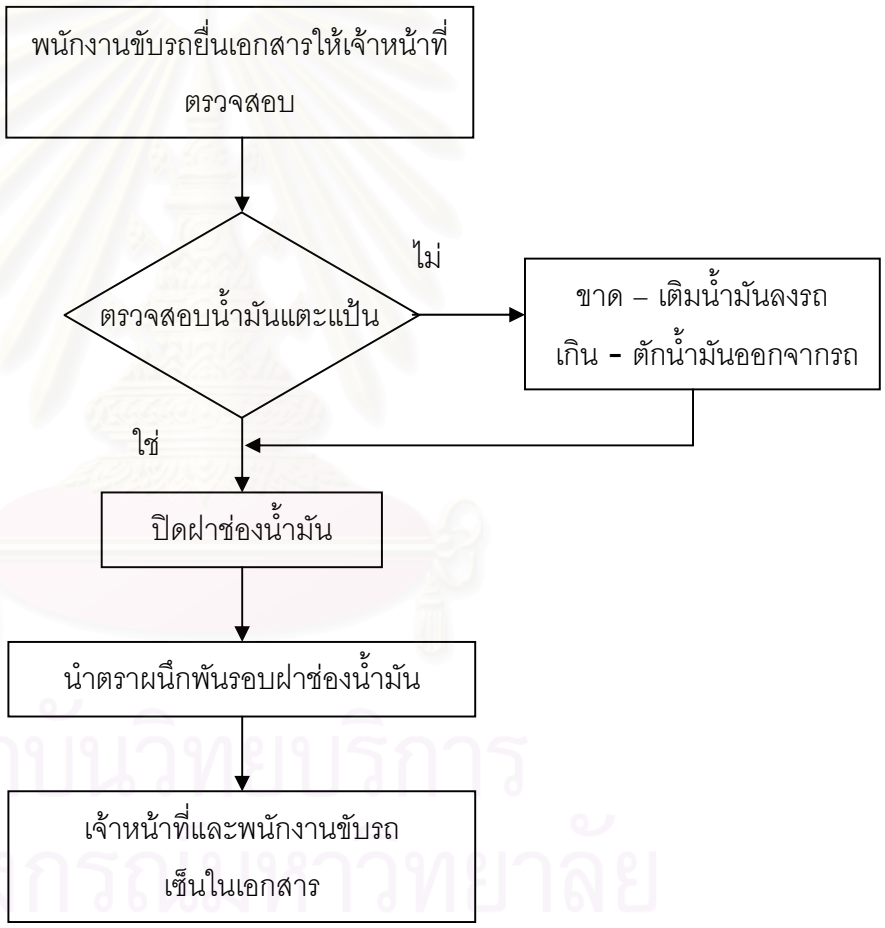


รูปที่ 5.5 ขั้นตอนการเติมน้ำมันลงรถบรรทุก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6) **ท็อปเช็ค** (Top Check)

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบด้านบนของรถบรรทุกน้ำมันว่าชนิดของน้ำมันถูกต้องหรือไม่ ปริมาณของน้ำมันบนรถบรรทุกตรงกับเอกสารหรือไม่ (น้ำมันขาดแป้น เกินแป้นหรือไม่) เมื่อตรวจถูกต้องแล้วจะตราผนึกที่ช่องน้ำมันของรถบรรทุกทุกช่อง และลงนามกับเจ้าหน้าที่ที่จุดตรวจรับ

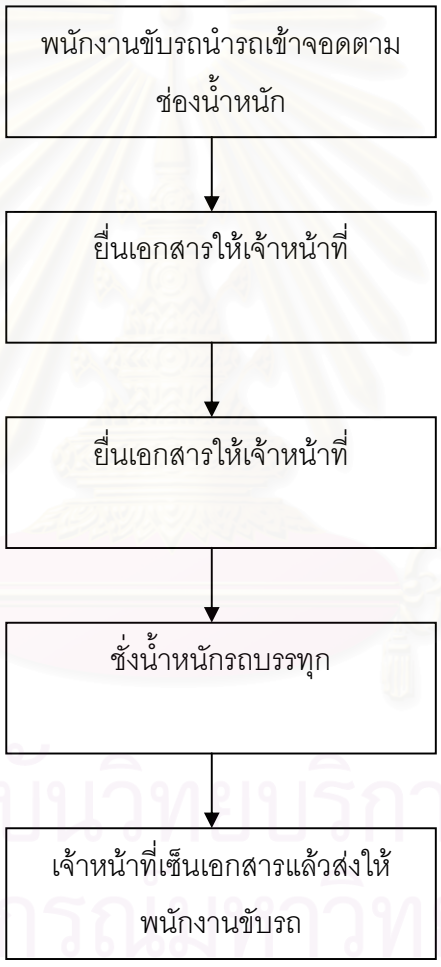


รูปที่ 5.6 ขั้นตอนท็อปเช็ค

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7) **ชั่งหนัก**

พนักงานขับรถจึงขับรถไปที่ตราชั่งและยื่นเอกสารให้เจ้าหน้าที่เพื่อชั่งน้ำหนักหลังจากเติมน้ำมันลงรถแล้วเพื่อคำนวณหาน้ำหนักสุทธิ ในขั้นตอนนี้เรียกว่า “ชั่งหนัก” น้ำหนักสุทธิ

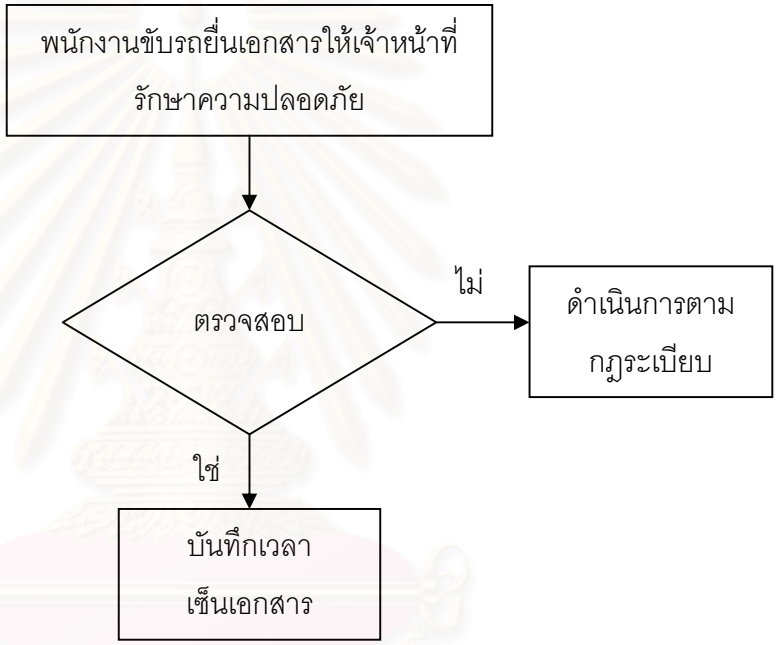


รูปที่ 5.7 ขั้นตอนการชั่งหนัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8) **ตรวจสอบก่อนออกจากคลังน้ำมัน**

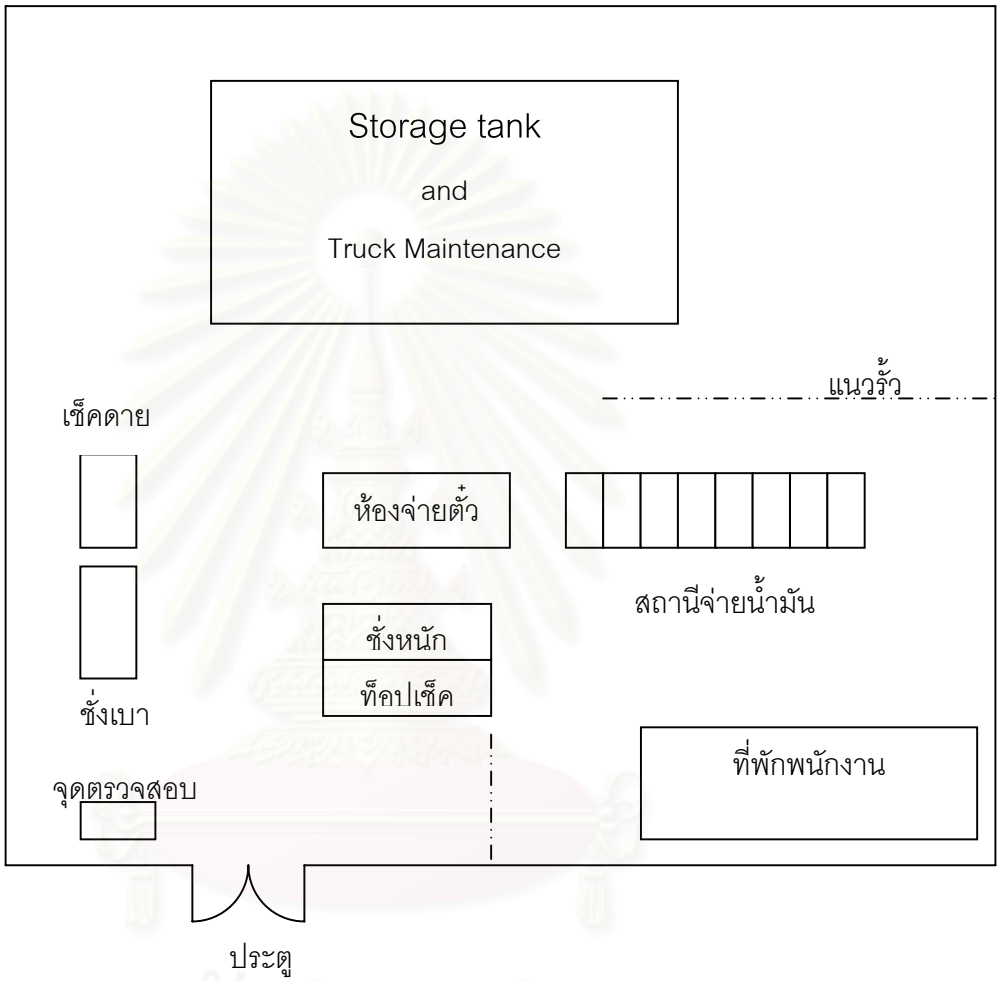
ในขั้นตอนนี้จะเป็นหน้าที่ของพนักงานตรวจสอบรถบรรทุกน้ำมันก่อนออกจากคลังน้ำมัน เพื่อตรวจดูว่าได้ลักลอบนำน้ำมันหรือทรัพย์สินของบริษัทฯ คลังน้ำมันออกนอกบริเวณคลังน้ำมันหรือไม่



รูปที่ 5.8 ขั้นตอนการตรวจสอบก่อนออกจากคลังน้ำมัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.2 แผนผังคลังน้ำมันบริเวณจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน



รูปที่ 5.9 แผนผังบริเวณจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

แผนผังบริเวณจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมันจะแสดงตำแหน่งของสถานีจ่ายน้ำมัน ซึ่งมีจำนวน 8 หัวจ่าย เช็คดราย(ปล่อยน้ำมันออกก่อนชั่งเบา) ตราชั่งก่อนเติมน้ำมัน(ชั่งเบา) ตราชั่งหลังเติมน้ำมัน(ชั่งหนัก) ท็อปเช็ค(สำหรับเช็คน้ำมันเกินหรือขาดแป้น) และสำนักงานจ่ายตั๋วน้ำมัน โดยในปัจจุบันมีการจัดวางอยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ ดังรูปที่ 5.9

จำนวนพนักงานในการปฏิบัติการสำหรับการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน จะมีอยู่ 3 ชุดทำงาน โดยทำงานเป็นกะและมีจำนวนพนักงานในแต่ละหน่วยงานแสดงดังตาราง 5.1

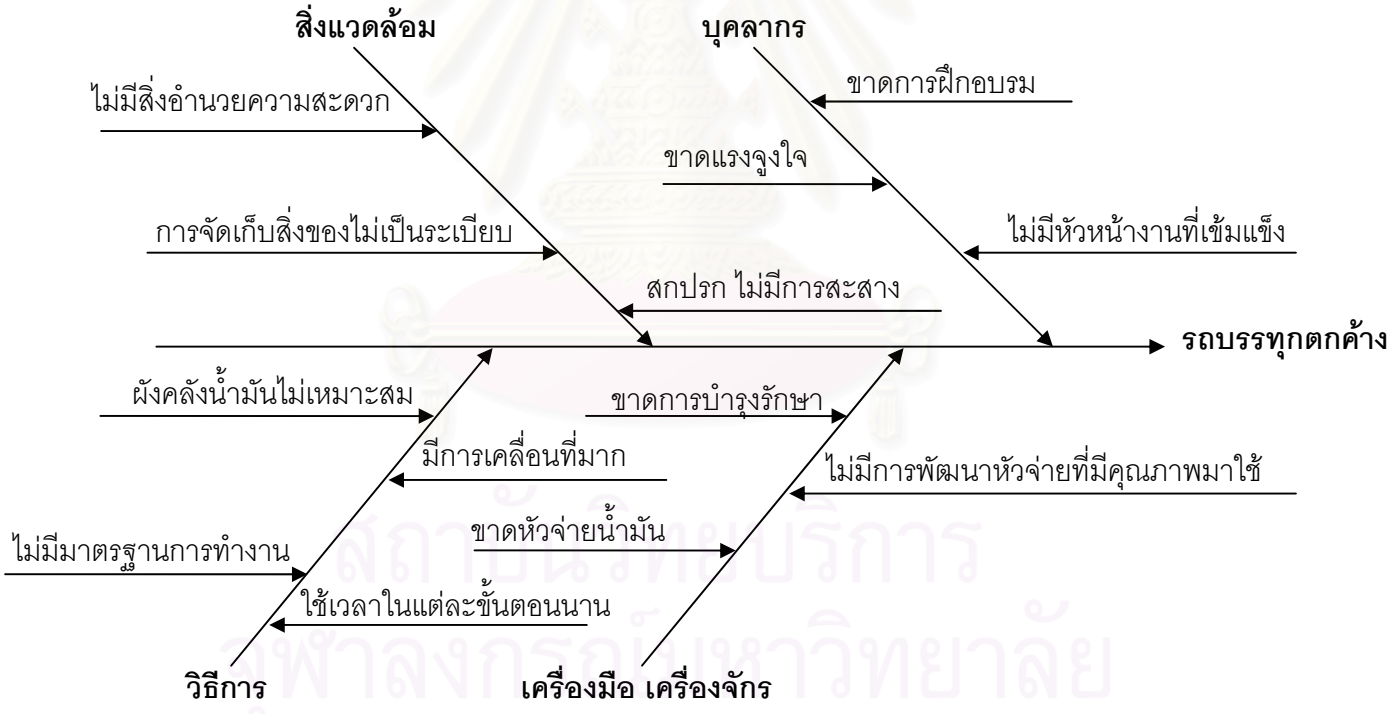
ตารางที่ 5.1 จำนวนพนักงานในการปฏิบัติงานในการจ่ายน้ำมัน

หน่วยงาน	จำนวนพนักงาน (คน)
ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนเข้าคลังน้ำมัน	1 x 3 กะ
ตั๋วน้ำมัน	2 x 3 กะ
เช็คดราย	1 x 3 กะ
ชั่งเบา	1 x 3 กะ
เติมน้ำมัน	8 x 3 กะ
ท็อปเช็ค	1 x 3 กะ
ชั่งหนัก	1 x 3 กะ
ตรวจความเรียบร้อยก่อนออกจากคลัง	1 x 3 กะ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 การวิเคราะห์วิธีการทำงาน

จากการเก็บข้อมูลการศึกษาสภาพทั่วไปของกระบวนการจ่ายน้ำมันภายในคลังในหัวข้อ 5.1 ทำให้ทราบถึงสภาพของคลังน้ำมัน ซึ่งจะนำข้อมูลตัวอย่างมาวิเคราะห์ถึงปัญหาและสาเหตุที่ทำให้รถบรรทุกตกค้าง และจะได้หาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานต่อไป โดยขั้นแรกจะแยกปัญหาที่ทำให้เกิดรถบรรทุกตกค้างโดยใช้แผนภูมิก้างปลาเพื่อจะได้ค้นหาปัญหาในภาพรวมได้ ต่อจากนั้นก็จะพิจารณาดูว่าปัญหาแต่ละปัญหาในแผนภูมิก้างปลานั้น ปัญหาใดเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะต้องเข้าไปปรับปรุงแก้ไข



รูปที่ 5.10 แผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้มีรถน้ำมันตกค้าง

จากแผนภูมิก้างปลาจะเห็นว่า สาเหตุที่ทำให้มีรถน้ำมันตกค้างสามารถวิเคราะห์ด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

(1) การวิเคราะห์ด้านแรงงาน
(2) การวิเคราะห์ด้านกระบวนการจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน
(3) การวิเคราะห์ด้านการไหลเวียนของรถขนส่งน้ำมัน

5.2.1 การวิเคราะห์ด้านแรงงาน

ปัญหาด้านแรงงานเป็นปัญหาที่สำคัญของบริษัทฯ เนื่องจากขั้นตอนกระบวนการจ่ายน้ำมันส่วนใหญ่ยังต้องอาศัยแรงงานคนในการทำงาน ซึ่งสามารถวิเคราะห์ปัญหาทางด้านแรงงานเป็นข้อ ๆ ดังนี้

(1) ขาดสิ่งจูงใจในการทำงาน
(2) เกิดการเหนื่อยล้า เนื่องจากต้องทำงานกะ
(3) ขาดคำบรรยายลักษณะงาน (Job Description) ของแต่ละตำแหน่งงาน จึงทำให้สับสนในตำแหน่งหน้าที่ของพนักงาน
(4) บุคลากรยังขาดการสนับสนุนในเรื่องฝึกอบรมซึ่งจะทำให้พนักงานมีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้น ทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
(5) พนักงานส่วนใหญ่ยังขาดจิตสำนึกในการทำงานเป็นทีม และไม่คิดว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งขององค์กร
(6) ไม่เปิดโอกาสให้พนักงานมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น
(7) การเข้า – ออก ของคนงาน (Turnover) อยู่ในอัตราสูง ซึ่งจากสถิติภายในเวลา 4 เดือน ดังในตารางที่ 5.1 พบว่าจากการที่คลังมีพนักงานในแผนกจ่ายน้ำมันทั้งสิ้น 48 คน มีพนักงานเข้าใหม่ 12 คน และมีพนักงานออกจากงาน 13 คน ทำให้ขาดแรงงานที่มีฝีมือในการทำงานที่จำเป็นต้องใช้ทักษะและความชำนาญ

ตารางที่ 5.2 สถิติการเข้า – ออก ของพนักงานในแต่ละหน่วยงานในเวลา 4 เดือน

หน่วยงาน	จำนวน (คน)	จำนวนคนเข้างาน (คน)	จำนวนคนออกจากงาน (คน)
ตรวจสอบหน้าคลัง	6	1	1
จ่ายตั๋วน้ำมัน	6	2	2
ตีตราผนึก	6	2	2
จ่ายน้ำมัน	24	7	8
ตาชั่ง	6	0	0
รวม	**48**	**12**	**13**

5.2.2 การวิเคราะห์ด้านกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

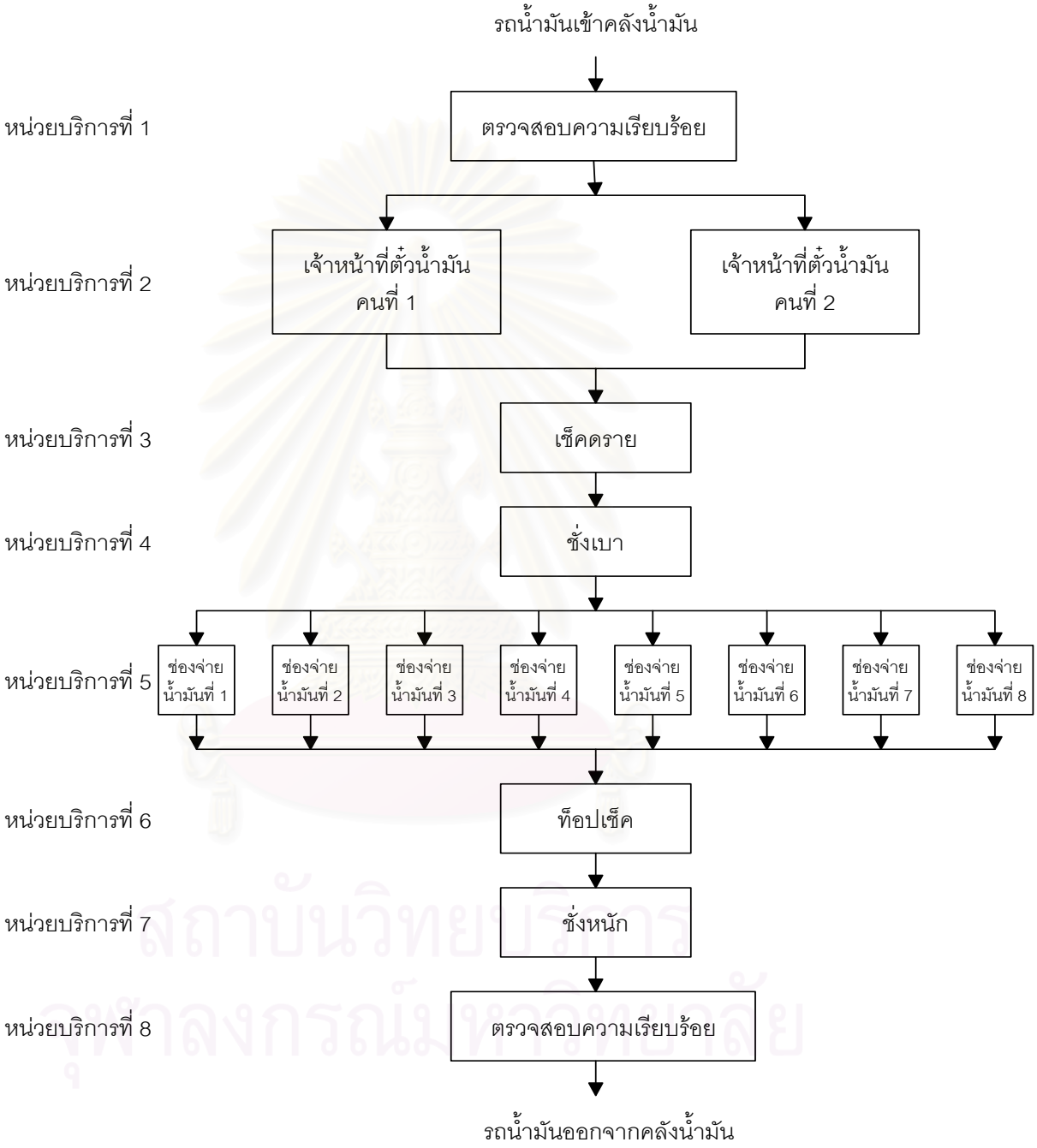
ปัญหาทางด้านกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังที่พบในปัจจุบันสามารถแยกวิเคราะห์ตามแต่ละขั้นตอน โดยดูจากขีดความสามารถในการให้บริการของแต่ละขั้นตอนซึ่งจะแสดงได้ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 อัตราการให้บริการแต่ละขั้นตอนการทำงาน

ลำดับ	รายละเอียด	เวลาให้บริการ โดยเฉลี่ย (นาที/คัน)	จำนวนช่องให้บริการ	อัตราการให้บริการ (นาที/คัน)
1	ตรวจความเรียบร้อยก่อนเข้าคลัง	5.21	1	5.21
2	แผนกตั๋วน้ำมัน	14.19	2	7.09
3	เช็คดราย	11.70	1	11.70
4	ชั่งเบา	7.50	1	7.50
5	การเติมน้ำมันลงรถบรรทุก	16.11	8	2.01
6	ท็อปเช็ค	12.30	1	12.30
7	ชั่งหนัก	7.41	1	7.41
8	ตรวจความเรียบร้อยก่อนออกจากคลัง	5.61	1	5.61

* เก็บข้อมูลจากจำนวนรถ 100 คัน

จากตารางที่ 5.3 เมื่อนำมาเขียนเป็นแผนผังรูปแบบการให้บริการจะเขียนได้ดังรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 จำนวนช่องหน่วยงานการให้บริการจัดจ่ายน้ำมัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการเก็บข้อมูล 15 วัน ของผู้เข้ารับบริการตั้งแต่เวลา 21:00 – 6:00 น. ใช้เวลา 9 ชั่วโมงมีจำนวนรถที่เข้ารับบริการเติมน้ำมันโดยเฉลี่ย 67.7 คัน จะแสดงได้จากตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 จำนวนที่รับเข้ารับบริการในช่วงเวลา 21:00 – 6:00 น.

วันที่	**จำนวนรถที่มาเข้ารับบริการ (เที่ยว)**
1	67
2	68
3	71
4	75
5	62
6	61
7	62
8	68
9	64
10	73
11	76
12	56
13	71
14	69
15	73
เฉลี่ย	**67.7 เที่ยว / วัน**

ดังนั้น อัตราเข้ารับบริการโดยเฉลี่ย คือ $= \frac{9 \times 60}{67.7}$ นาที

$= 7.97$ นาที

นั่นคือ โดยเฉลี่ยแล้วทุก 7.97 นาทีจะมีรถบรรทุกเข้าคลังน้ำมัน 1 คัน

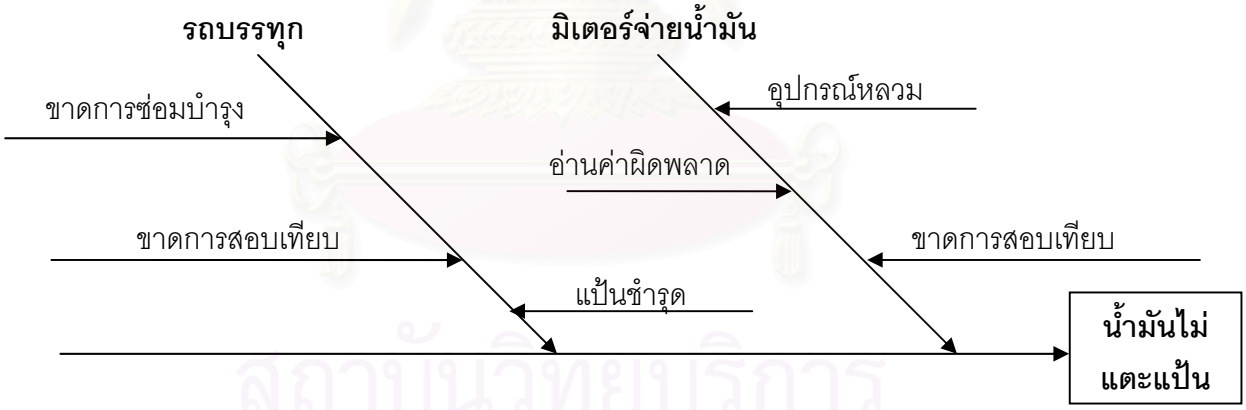
และเมื่อพิจารณาจากอัตราการให้บริการแต่ละขั้นตอนแล้วจะเห็นว่า ขั้นตอนการเช็คดรายและท็อปเช็ค มีอัตราการให้บริการมากกว่าอัตราการรับบริการ คือ 11.7 นาที/คัน และ 12.3 นาที/คัน จึงทำให้เกิดการรอคอยขึ้นภายในคลังน้ำมัน

ในขั้นตอนการทำท็อปเช็คจากสถิติที่ในการสุ่มข้อมูลเก็บมาในรอบ 1 เดือน จำนวน 100 เที่ยว จะเห็นได้ว่ามีรถน้ำมันไม่แตะแป้นหรือเกินแป้นจำนวน 12 และ 13 เที่ยว ตามลำดับ ซึ่งพนักงานท็อปเช็คต้องเสียเวลาในการตักน้ำมันออกและเติมน้ำมันเข้ารถน้ำมัน

จากรูป 5.12 แสดงแผนภูมิก้างปลาแสดงเหตุและผลที่ทำให้เกิดการเติมน้ำมันเกินแป้นและขาดแป้นซึ่งเป็นไปได้ต่อไปนี้อยู่ 2 ประเด็นคือ

(1) เกิดจากมิเตอร์ที่ทำการจ่ายน้ำมัน

(2) เกิดจากรถบรรทุกน้ำมัน



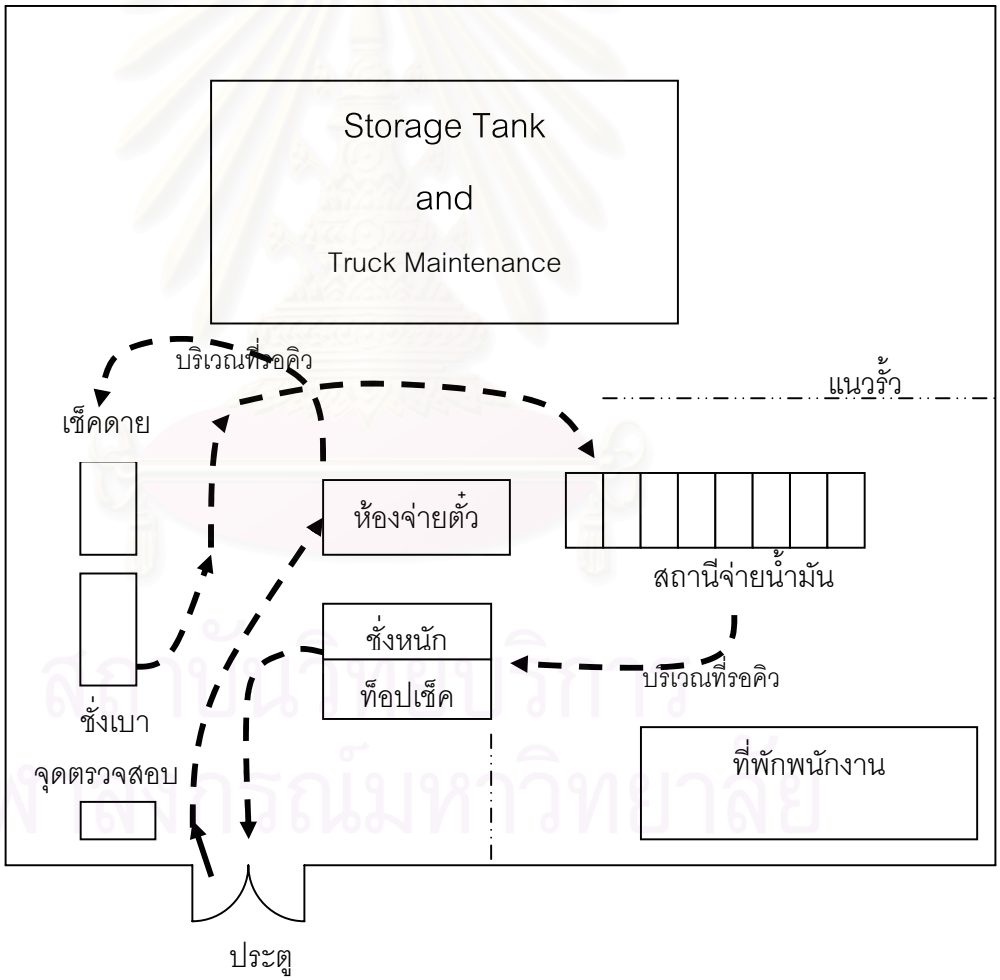
รูปที่ 5.12 แผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำมันเกินแป้นและขาดแป้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.3 วิเคราะห์ด้านการไหลเวียนของรถบรรทุกน้ำมัน

จากการศึกษาการไหลเวียนของรถบรรทุกน้ำมันสามารถใช้ใบตรวจสอบการไหลเวียนในการวิเคราะห์ โดยออกแบบใบตรวจสอบในเรื่องปัจจัยที่อาจจะชี้ว่าระบบไหลเวียนของรถบรรทุกไม่มีประสิทธิภาพ โดยสามารถวิเคราะห์ถึงปัญหาการไหลเวียนของรถบรรทุกน้ำมันได้ดังนี้

1. การไหลเวียนของรถบรรทุกน้ำมันยังไม่มีประสิทธิภาพ ยังมีการเคลื่อนที่ของรถบรรทุกในระยะทางไกลและซับซ้อน วกวน ดังแสดงในรูปที่ 5.13 และ 5.14
2. การจัดการไหลเวียนไม่คำนึงถึงความสัมพันธ์ของลำดับการทำงานและหลักการไหลวัสดุ



รูปที่ 5.13 แผนผังการไหลเวียนของการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

รูปที่ 5.13 แสดงแผนผังการไหลของการจัดจ่ายน้ำมันในปัจจุบันจะเห็นว่ามีปัญหาการเกิดแถวคอยอยู่ 2 จุดคือ ขั้นตอนเช็คดรายและขั้นตอนท็อปเช็ค และมีทิศทางการไหลตัดกันอยู่ 1 จุด คือ ทิศทางจากห้องจ่ายตั๋วน้ำมันไปยังเช็คดรายตัดกับทิศทางชั่งเบาไปยังสถานที่จ่ายน้ำมัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิการไหลของกระบวนการจ่ายน้ำมันที่คลังน้ำมัน					
CHART NO. _____	SHEET NO. ____ OF ____				
งาน	**สัญลักษณ์**	**ปัจจุบัน**	**ปรับปรุงแล้ว**	**ผลต่าง**	
กระบวนการตรวจรับน้ำมัน	○	5			
สถานที่	⇨	7			
สถานีบริการน้ำมันในเขตปริมณฑล	D	1			
ผู้บันทึก _____	□	2			
วันที่ ___ / ___ / ___ **เวลา** _____ **น.**	▽				
ผู้อนุมัติ _____	**ระยะทาง (เมตร)**				
วันที่ ___ / ___ / ___ **เวลา** _____ **น.**	**เวลา (นาที)** 80.03				

รายละเอียด	**จำนวน (หน่วย)**	**ระยะทาง (m.)**	**เวลา (นาที)**	**สัญลักษณ์** ○	⇨	D	□	▽	**หมายเหตุ**
ตรวจก่อนเข้าคลังฯ			5.21						
เดินทางไปที่ห้องจ่ายตั๋ว									
ออกตั๋วน้ำมัน			14.19						
เดินทางไปที่เช็คดราย									
เช็คดราย			11.70						
เดินทางไปชั่งน้ำหนัก									
ชั่งน้ำหนัก “ชั่งเบา”			7.50						
เดินทางไปยังหน่วยจ่ายน้ำมัน									
จ่ายน้ำมันลงรถ			16.11						
เดินทางไปที่ท็อปเช็ค									
ท็อปเช็ค			12.30						
เดินทางไปที่ชั่งน้ำหนัก									
ชั่งน้ำหนัก			7.41						
เดินทางไปที่ประตูทางออก									
ตรวจสอบก่อนออกจากคลังฯ			5.61						

รูปที่ 5.14 แผนผังการไหลของกระบวนการจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

5.3 แนวทางการปรับปรุงการทำงาน

จากการศึกษาคลังน้ำมันและวิเคราะห์ถึงสภาพปัญหาต่าง ๆ ในหัวข้อ 5.1 และ 5.2 ทำให้ทราบถึงปัญหาต่าง ๆ โดยให้แผนภูมิก้างปลาแสดงถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดรถตกค้างในคลังน้ำมัน เรียงจากปัญหาเกี่ยวกับวิธีการทำงาน สภาพแวดล้อม วัตถุดิบ พนักงาน และแผนผังบริเวณคลังน้ำมัน ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงแนวทางการปรับปรุงการทำงานในด้านต่าง ๆ โดยเน้นถึงเรื่องจากจัดองค์กรและแรงงาน ปรับปรุงคน การจัดผังการไหลเวียน และขั้นตอนวิธีการทำงาน

5.3.1 การปรับปรุงการด้านกระบวนการจัดจ่ายน้ำมัน

จากการวิเคราะห์ในหัวข้อ 5.2 พบว่า กระบวนการจัดจ่ายน้ำมันมีขั้นตอนควรจะปรับปรุงการทำงานดังนี้ เนื่องมีอัตราการบริการที่ยังสูงอยู่

(1) การปรับปรุงทางด้านการออกเอกสารตั๋วน้ำมัน
(2) การปรับปรุงทางด้านการเช็คดราย
(3) การปรับปรุงทางด้านการท็อปเช็ค
(4) ตัดขั้นตอนการชั่งน้ำหนักรถบรรทุกออก

1) การปรับปรุงทางด้านการออกเอกสารตั๋วน้ำมัน

- ระบบฐานข้อมูล

จากระบบเดิมในการพิมพ์ข้อมูลต่าง ๆ เช่น ชื่อและสถานที่ลูกค้า, เบอร์รถบรรทุก, ปริมาณน้ำมัน เป็นต้น ลงบนเอกสารต่าง ๆ ทีละใบ ซึ่งจะเป็นการเสียเวลาและปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันกับคำถามที่ว่า “ข้อมูลลูกค้าที่กรอกในเอกสารต่าง ๆ เป็นข้อมูลที่เหมือน ๆ กัน ทำไมต้องมานั่งลอกกัน 3-4 ใบ ทั้ง ๆ ที่ข้อมูลนี้มีอยู่ในระบบ Computer ของการสั่งซื้อที่ส่งมาจากสำนักงานใหญ่อยู่แล้ว ควรจะใช้ระบบฐานข้อมูลเหล่านี้มาช่วยทำงานให้มากที่สุด

ระบบใหม่ใช้ระบบ Online ฐานข้อมูลของลูกค้าที่สั่งซื้อจากฝ่ายขายที่สำนักงานใหญ่ เพียงแต่พนักงานขับรถมายื่นเอกสารให้กับเจ้าหน้าที่ออกตั๋วน้ำมัน เจ้าหน้าที่เพียงแค่ Key เลขที่ใบขอซื้อลงบนคอมพิวเตอร์ก็จะสามารถสั่งพิมพ์ได้ทันที

- การเซ็นเอกสาร

การเซ็นเอกสารของตั๋วน้ำมันในแต่ละครั้งเดิมต้องให้ผู้มีอำนาจเซ็นอนุมัติ จึงเกิดคำถามที่ว่าทำไมต้องรอให้ผู้มีอำนาจเซ็นอนุมัติด้วย ในเมื่อเอกสารดังกล่าวทำขึ้นเพื่อให้กรมสรรพสามิตรมาตรวจสอบว่าเอกสารดังกล่าวออกจากคลังน้ำมันจริงหรือไม่ เพียงแต่ให้คนที่เซ็นนั้นทำงานอยู่ที่บริษัทฯ ก็เพียงพอแล้ว

ระบบใหม่ในการเซ็นเอกสารตั๋วน้ำมันให้เป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ออกตั๋วน้ำมันได้เลย ซึ่งลดขั้นตอนการนำเอกสารให้นายผู้มีอำนาจเซ็น

2) **การปรับปรุงการทำงานการเช็คดราย**

จากขั้นตอนการทำงานเดิมจะมีอัตราการให้บริการโดยเฉลี่ย 11.70 นาทีต่อ 1 คัน ซึ่งรถน้ำมันจะมารอคอยการใช้บริการจุดนี้มาก ดังนั้นแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดเวลาการให้บริการลงมี 2 แนวทาง คือ

- เพิ่มจำนวนช่องในการผู้ให้บริการ จาก 1 ช่อง เป็น 2 ช่อง
- กำชับให้พนักงานขับรถเปิดวาล์วเพื่อเอาน้ำมันเก่าออกจากรถน้ำมันก่อนเข้าคลัง โดยการเขียนข้อปฏิบัติสำหรับรถบรรทุกน้ำมันติดไว้บริเวณหน้าคลังน้ำมัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อปฏิบัติสำหรับรถบรรทุกก่อนเข้าคลังน้ำมัน

1. เตรียมเอกสารใบสั่งซื้อให้ถูกต้อง
2. ตรวจสอบน้ำมันตกค้าง ถ้ามีให้ทำการปล่อยน้ำมันออกให้หมด
3. ห้ามนำอาวุธเข้าคลังน้ำมันโดยเด็ดขาด
4. ห้ามนำสารเสพติดเข้าคลังโดยเด็ดขาด
5. ห้ามสิ่งที่ทำให้เกิดประกายไฟเข้าคลังโดยเด็ดขาด
6. ห้ามนำทรัพย์สินของบริษัทฯ ออกนอกบริเวณคลังน้ำมันโดยเด็ดขาด ถ้าฝ่าฝืนจะดำเนินการตามกฎหมาย

ลงชื่อ_____

(___นายคลังน้ำมัน___)

รูปที่ 5.15 ข้อปฏิบัติสำหรับรถบรรทุกติดไว้หน้าคลังน้ำมัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) **การปรับปรุงการทำงานทางด้านท็อปเช็ค**

จากขั้นตอนการทำงานเดิมจะมีอัตราการให้บริการโดยเฉลี่ย 12.30 นาทีต่อคัน ซึ่งในขั้นตอนนี้จะมีรถน้ำมันมารอคอยการใช้บริการจุดนี้มาก ดังนั้น แนวทางการปรับปรุงเพื่อลดเวลาการให้บริการมี 2 ประเด็น คือ

(1) เพิ่มจำนวนช่องในการบริการจาก 1 ช่องเป็น 2 ช่อง

(2) จัดทำตารางสอบเทียบอุปกรณ์และรถน้ำมัน เพื่อลดการที่มีน้ำมันเกินแป้นและขาดแป้น

ตารางที่ 5.5 แสดงใบควบคุมการสอบเทียบมิเตอร์จ่ายน้ำมัน

การบันทึกการสอบเทียบมิเตอร์จ่ายน้ำมัน			
คลังน้ำมัน _____			
มิเตอร์เลขที่	ชนิดของน้ำมัน	วันที่สอบเทียบล่าสุด	วันที่สอบเทียบครั้งหน้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.6 แสดงใบควบคุมการสอบเทียบรถบรรทุกน้ำมัน

เลขทะเบียนรถ	ใบอนุญาตเดินรถเลขที่	ปริมาตร (ลิตร)	วันที่สอบเทียบล่าสุด	วันที่สอบเทียบครั้งต่อไป

4) **ตัดขั้นตอนการชั่งน้ำหนักรถบรรทุกออก**

ในการชั่งน้ำหนักรถบรรทุกจากระบบเดิมจะมีทั้งชั่งก่อนเติมน้ำมันและหลังเติมน้ำมันลงรถบรรทุก ซึ่งในการพิจารณาตัดขั้นตอนนี้ออกก็เพราะว่าเป็นขั้นตอนเกินความจำเป็น เพราะว่าในการซื้อขายน้ำมันจะซื้อขายกันด้วยปริมาตรน้ำมัน ซึ่งในที่นี้ก็จะซื้อขายผ่านมิเตอร์ที่หัวจ่าย
น้ำมันอยู่แล้ว เพียงแต่ว่าเราต้องหมั่นนำมิเตอร์และรถน้ำมันไปสอบเทียบตามตารางที่บันทึกไว้ก็เพียงพอแล้ว

5.3.2 การปรับปรุงด้านการไหลเวียนของรถบรรทุกน้ำมัน

จากการวิเคราะห์การไหลเวียนของรถบรรทุกน้ำมันในหัวข้อ 5.2 พบว่า การจัดการไหลเวียนไม่เหมาะสมทำให้เกิดการขนถ่ายวกวน การจราจรติดขัด และไม่คำนึงถึงความสัมพันธ์ของการทำงานของแต่ละกระบวนการ และหลักในการไหลของวัสดุ ดังนั้น จึงต้องปรับปรุงด้านการไหลเวียนของรถบรรทุกใหม่ โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแต่ละหน่วยงานและการไหลของวัสดุ

การจัดทำแผนภูมิความสัมพันธ์ของหน่วยงาน

แผนภูมิความสัมพันธ์แสดงถึงความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรม โดยมีคะแนนเป็นตัวแสดงระดับความสัมพันธ์ว่าแต่ละกิจกรรมมีความสัมพันธ์มากน้อยแค่ไหน ระดับความสัมพันธ์แสดงโดยตัวอักษรภาษาอังกฤษ A, E, I, O, U และ X ส่วนตัวเลขจะแทนเหตุผลของกิจกรรมนั้น

ตารางที่ 5.7 ความหมายตัวอักษรที่ใช้แสดงระดับความสัมพันธ์

ตัวอักษร	ความหมาย	ความสัมพันธ์
A	ต้องติดกัน	จำเป็นอย่างยิ่ง
E	อยู่ใกล้กัน	สำคัญเป็นพิเศษ
I	ควรอยู่ใกล้กัน	สำคัญ
O	ใกล้กันก็ได้	ใกล้เคียงกัน
U	ไม่จำเป็นต้องใกล้กัน	ไม่สำคัญ
X	ห้ามอยู่ใกล้กัน	ควรแยกกัน

ตารางที่ 5.8 เหตุผลของความสัมพันธ์

รหัส	เหตุผล
1	ลำดับการไหลของงาน
2	ใช้บันทึกร่วมกัน
3	ใช้คนงานร่วมกัน
4	ใช้พื้นที่ร่วมกัน
5	มีปัญหาด้านกลิ่น
6	ระดับการติดต่องานเอกสาร

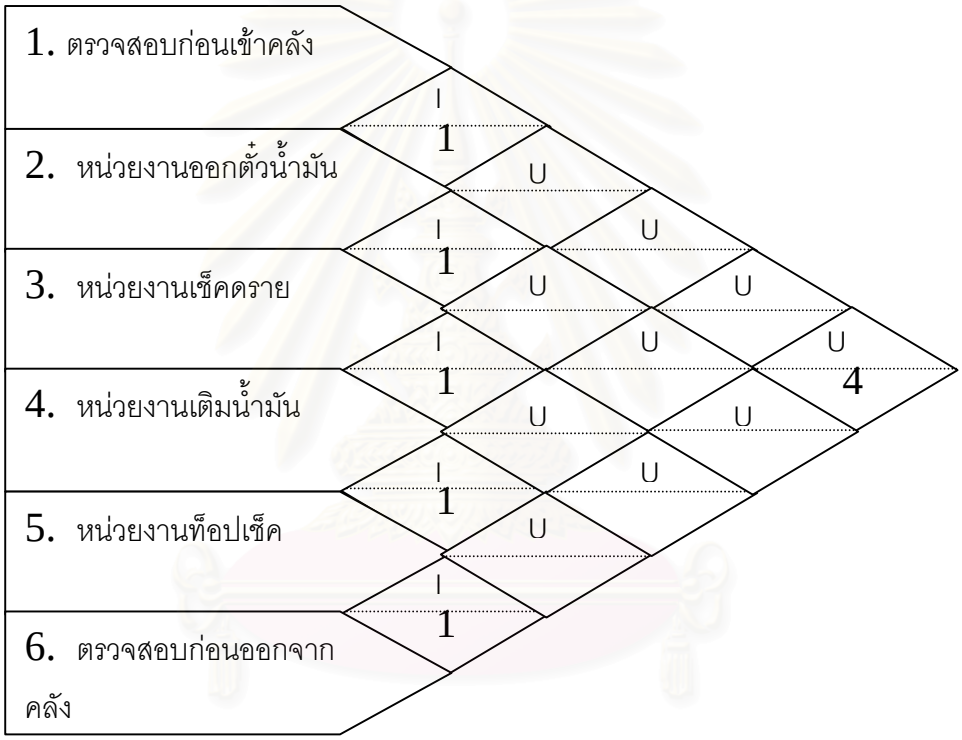
แผนภูมิความสัมพันธ์

ชื่อโรงงาน _____โครงการ _____

ผู้เขียน สืบพงษ์ ร่วมกับ _____

วันที่ 15/12/2000 แผ่นที่ 1 จาก 1

อ้างอิง _____



รหัส	ความหมาย	รหัส	เหตุผล
A	ต้องติดกัน	1	ลำดับการไหลของงาน
E	อยู่ใกล้กันที่สุด	2	ใช้บันทึกร่วมกัน
I	ควรอยู่ใกล้กัน	3	ใช้คนงานร่วมกัน
O	ใกล้กันก็ได้	4	ใช้พื้นที่ร่วมกัน
U	ไม่จำเป็นต้องใกล้กัน	5	มีปัญหาเรื่องกลิ่น
X	ห้ามอยู่ใกล้กัน	6	ระดับการติดต่องานเอกสาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.16 แสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรมระหว่างหน่วยงาน

ตารางที่ 5.9 สรุปความสัมพันธ์ของคู่กิจกรรมกับหน่วยงาน

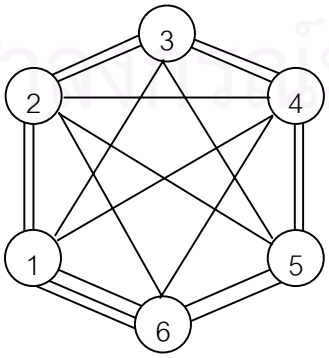
A	E	I	O	U	X
1-6		1-2 2-3 3-4 4-5 5-6		1-3 1-4 1-5 2-4 2-5 2-6 3-5 3-6 4-6	
1	0	5	0	9	0

จำนวนความสัมพันธ์ทั้งหมด $= \frac{\text{จำนวนหน่วยงาน X (จำนวนงาน –1)}}{2}$

$= \frac{6 \times (6-1)}{2}$

$= 15$ ความสัมพันธ์

ขั้นตอนต่อไปในการใช้ระดับความสัมพันธ์มาเขียนแผนผังความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นประโยชน์มากเพราะสามารถหาตำแหน่งความสัมพันธ์ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เพื่อนำไปจัดวางแผนผังโรงงานต่อไป



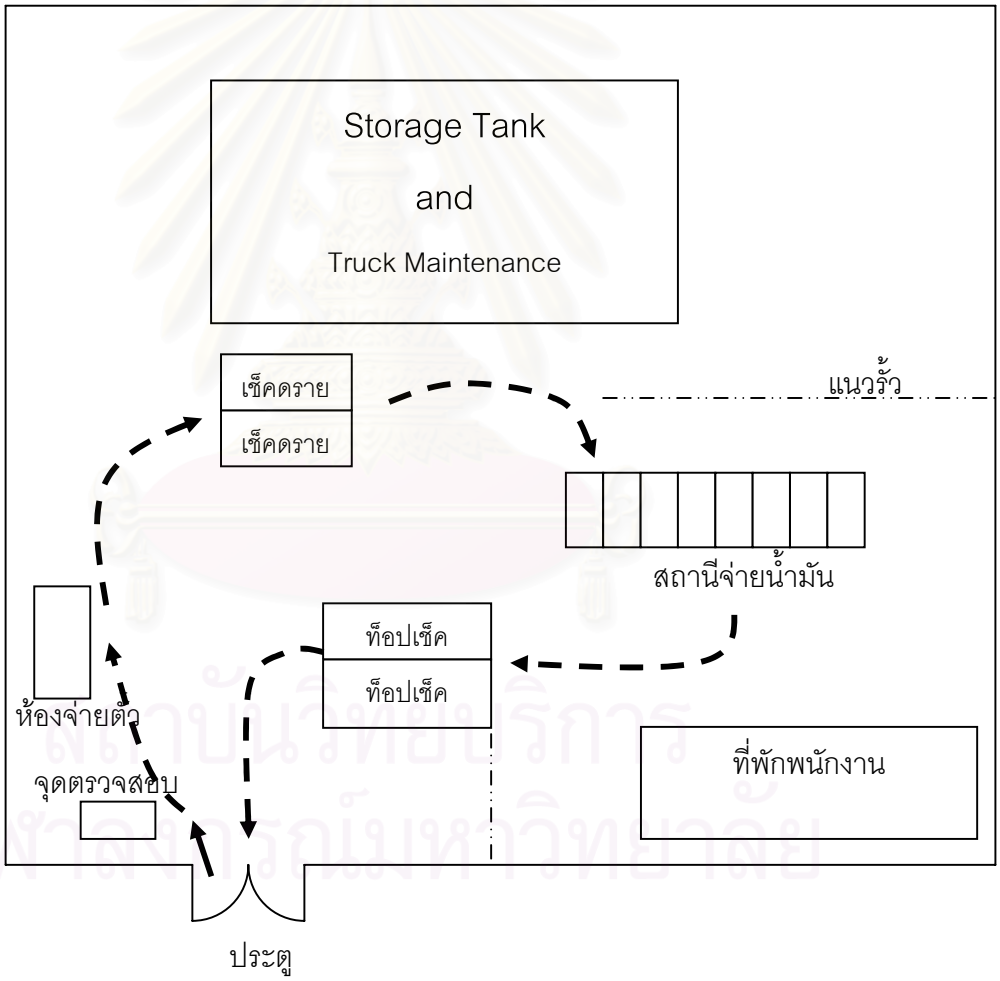
รหัส	ระดับความสัมพันธ์
3 เส้น	A
2 เส้น	I
1 เส้น	U

รูปที่ 5.17 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงาน

จากแผนผังความสัมพันธ์สามารถนำมาเขียนผังการไหลเวียนของรถบรรทุกน้ำมันที่ปรับปรุงใหม่ โดยคำนึงถึงความสะดวกในการเคลื่อนที่และป้องกันการจราจรติดขัดในคลังน้ำมันโดยดูจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานเพื่อเพิ่มความคล่องตัวได้ดังนี้

1. ย้ายหน่วยงานจ่ายตั๋วไปอยู่ใกล้ประตูทางเข้า
2. ย้ายหน่วยงานเช็คดรายไปใกล้หน่วยจ่ายน้ำมันและเพิ่มช่องบริการ 1 ช่อง
3. เปลี่ยนช่องชั่งน้ำหนักเป็นช่องท็อปเช็ค

ผังคลังน้ำมันที่ได้รับการปรับปรุงดังรูปที่ 5.18



รูปที่ 5.18 แผนผังการไหลเวียนของจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน (หลังการปรับปรุง)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการจ่ายน้ำมันที่คลังน้ำมัน

CHART NO. _____ SHEET NO. ____ OF ____

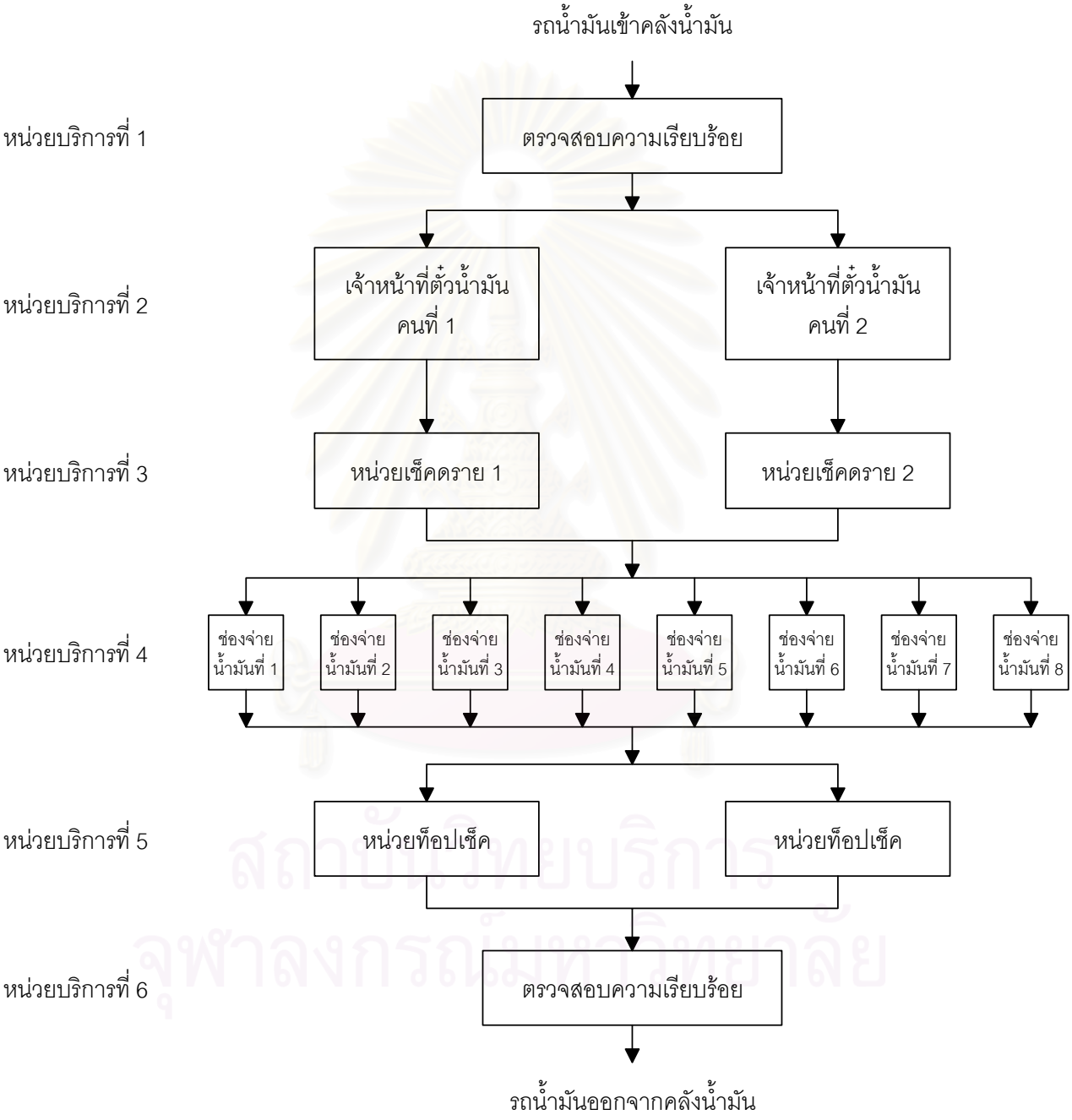
งาน	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	ปรับปรุงแล้ว	ผลต่าง
กระบวนการตรวจรับน้ำมัน	○		3	
สถานที่	⇨		5	
สถานีบริการน้ำมันในเขตปริมณฑล	D		1	
ผู้บันทึก _____	□		2	
วันที่ ___ / ___ / ___ เวลา _____ น.	▽			
ผู้อนุมัติ _____	ระยะทาง (เมตร)			
วันที่ ___ / ___ / ___ เวลา _____ น.	เวลา (นาที)		58.17	

รายละเอียด	จำนวน (หน่วย)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
ตรวจก่อนเข้าคลังฯ			5.18						
เดินทางไปที่ห้องจ่ายตั๋ว									
ออกตั๋วน้ำมัน			13.97						
เดินทางไปที่เช็คดราย									
เช็คดราย			8.31						
เดินทางไปยังหน่วยจ่ายน้ำมัน									
จ่ายน้ำมันลงรถ			16.17						
เดินทางไปที่ท็อปเช็ค									
ท็อปเช็ค			9.22						
เดินทางไปที่ประตูทางออก									
ตรวจสอบก่อนออกจากคลังฯ			5.32						

รูปที่ 5.19 แผนผังการไหลของกระบวนการจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน (หลังปรับปรุง)

5.4 ผลการทดลองและเปรียบเทียบผลการทดลอง

จากแนวทางการปรับปรุงการทำงานที่ได้เสนอไปแล้วในหัวข้อ 5.3 สามารถนำมาเขียนแผนภูมิการทำงานและหน่วยงานรับบริการใหม่ ดังรูปที่ 5.20



รูปที่ 5.20 ขั้นตอนการจัดจ่ายน้ำมันและหน่วยให้บริการ (หลังการปรับปรุง)

การเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างแนวทางเดิมกับแนวทางที่ปรับปรุงใหม่ สามารถแยกเปรียบเทียบได้ดังนี้

(1) เวลาของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันของรถบรรทุกน้ำมันแต่ละคัน

(2) อัตราการให้บริการของแต่ละหน่วยงาน

(3) ด้านการไหลเวียนของรถบรรทุกน้ำมัน

5.4.1 เวลาของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันของรถบรรทุกน้ำมันแต่ละคัน

จากการศึกษาวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงการทำงานในหัวข้อ 5.3 สามารถลดเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้ดังตารางที่ 5.10 ซึ่งพบว่าลดเวลาของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันโดยรวมจาก 80.03 นาที มาเป็น 58.17 นาที ลดลง 21.86 นาที คิดเป็น 27.31 %

ตารางที่ 5.10 การเปรียบเทียบเวลาในแต่ละขั้นตอนการจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

ลำดับ	รายละเอียด	ก่อนการปรับปรุง เวลาเฉลี่ย(นาที)	หลังการปรับปรุง เวลาเฉลี่ย(นาที)
1	ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนเข้าคลังฯ	5.21	5.18
2	ออกตั๋วน้ำมัน	14.19	13.97
3	เช็คดราย	11.70	8.31
4	ชั่งน้ำหนัก(ชั่งเบา)	7.50	0
5	การเติมน้ำมันลงรถน้ำมัน	16.11	16.17
6	ท็อปเช็ค	12.30	9.22
7	ชั่งน้ำหนัก(ชั่งหนัก)	7.41	0
8	ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนออกจากคลังฯ	5.61	5.32
	รวม	80.03	58.17

* เก็บข้อมูลจากจำนวนรถ 100 คัน

5.4.2 อัตราการให้บริการของแต่ละหน่วยงาน

จากการศึกษาและวิเคราะห์หาแนวทางในหัวข้อ 5.3 ซึ่งได้ลดขั้นตอนการชั่งน้ำหนักทั้งสองขั้นตอนและนำคนที่เหลือจากขั้นตอนดังกล่าวไปเพิ่มที่จุดเช็คดรายและท็อปเช็ค ทำให้อัตราการให้บริการของเช็คดรายและท็อปเช็คลดลง จากเดิม 11.70 และ 12.30 นาทีต่อคัน เป็น 4.15 และ 4.61 นาทีต่อคัน คิดเป็นลดลงร้อยละ 64.52 และ 62.52 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการเข้ารับบริการคือ 7.97 นาที จะเห็นว่าอัตราการให้บริการโดยเฉลี่ยหลังการปรับปรุงน้อยกว่าอัตราการเข้ารับบริการ ซึ่งจะไม่มีการรอคอยตามหน่วยบริการต่าง ๆ

ตารางที่ 5.11 อัตราการให้บริการแต่ละขั้นตอนเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

ลำดับ	รายละเอียด	ก่อนการปรับปรุง		หลังการปรับปรุง	
		จำนวนช่องให้บริการ	อัตราการให้บริการ (นาที/คัน)	จำนวนช่องให้บริการ	อัตราการให้บริการ (นาที/คัน)
1	ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนเข้าคลังฯ	1	5.21	1	5.18
2	ออกตั๋วน้ำมัน	1	7.09	2	6.98
3	เช็คดราย	1	11.70	2	4.15
4	ชั่งน้ำหนัก(ชั่งเบา)	1	7.50	0	0
5	การเติมน้ำมันลงรถน้ำมัน	8	2.01	8	2.02
6	ท็อปเช็ค	1	12.30	2	4.61
7	ชั่งน้ำหนัก(ชั่งหนัก)	1	7.41	0	0
8	ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนออกจากคลังฯ	1	5.61	1	5.32

* เก็บข้อมูลจากจำนวนรถ 100 คัน

5.4.3 ด้านการไหลเวียนของรถบรรทุกน้ำมัน

การเปรียบเทียบการไหลเวียนในปัจจุบันกับการไหลเวียนที่ปรับปรุงแล้ว จากการเปรียบเทียบแผนผังการไหล (Flow Diagram) ของการไหลเวียนปัจจุบันกับผังการไหลเวียนที่

ปรับปรุง จะพบว่าเวลาการไหลของการไหลเวียนของรถบรรทุกปัจจุบันใช้เวลาเท่ากับ นาที ในขณะที่เวลาการไหลของการไหลเวียนที่ปรับปรุงแล้วใช้เวลาเท่ากับ นาที ซึ่งจะเห็นว่าการไหลของกระบวนการจ่ายน้ำมันดีกว่าของเดิมคือ ไม่ซับซ้อนวกวน และเส้นทางไม่เดินทับกัน

การวัดประสิทธิภาพกระบวนการจัดจ่ายน้ำมัน

$$= \frac{\text{ความเร็วในการจัดจ่ายน้ำมันจริง}}{\text{ความเร็วในการจัดจ่ายน้ำมันมาตราฐาน}} \times 100$$

กำหนดให้ V_1 = ความเร็วในการจัดจ่ายน้ำมันจริง

V_2 = ความเร็วในการจัดจ่ายน้ำมันมาตราฐาน

L_1 = ระยะทางของกรบวนการจัดจ่ายน้ำมันจริง

L_2 = ระยะทางของกรบวนการจัดจ่ายน้ำมันมาตราฐาน

T_1 = เวลาของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันจริง

T_2 = เวลาของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันมาตราฐาน

ประสิทธิภาพกระบวนการจัดจ่ายน้ำมัน (P) $= \frac{V_1}{V_2}$

$V_1 = \frac{L_1}{T_1}$, $V_2 = \frac{L_2}{T_2}$

ดังนั้น $P = \frac{L_1 T_2}{T_1 L_2} \times 100$

แต่กำหนดให้ $L_1 = L_2$

เพราะฉะนั้น $P = \frac{T_2}{T_1} \times 100$

ดังนั้นประสิทธิภาพกระบวนการจัดจ่ายน้ำมัน

$$= \frac{50.25}{58.17} \times 100 = 86.38\%$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.5 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงมีดังต่อไปนี้

(1) ระบบคอมพิวเตอร์ของบริษัทจะมีปัญหาในช่วงสิ้นเดือนสาเหตุมาจากในช่วงนี้แผนกบัญชีจะต้องใช้สรุปยอดจึงทำให้ในบางครั้งไม่สามารถพิมพ์ข้อมูลตั๋วน้ำมันออกมาได้จะต้องใช้พิมพ์ด้วยมือ

(2) ขั้นตอนเช็คดราย ในบางครั้งไม่ได้ทำตราผนึกที่วาล์วด้านล่างของรถบรรทุกซึ่งเป็นผลให้เกิดการทุจริตในการลักลอบขโมยน้ำมัน

(3) ในการสอบเทียบมิเตอร์จ่ายน้ำมันจะต้องเชิญทางเจ้าหน้าที่กองชั่งตวงวัดมาตรวจสอบซึ่งในบางครั้งเจ้าหน้าที่ไม่มาตามนัดทำให้มิเตอร์ต้องหยุดจ่ายน้ำมันซึ่งทำให้อัตราการให้บริการของหน่วยงานจ่ายน้ำมันช้าลง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

การจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งน้ำมัน

การดำเนินการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งที่เสนอใหม่นั้นจะต้องเป็นเส้นทางที่ทำให้ประสิทธิภาพในการขนส่งดีขึ้นเช่นช่วยลดเวลาในการขนส่งเป็นต้น หลักการวิธีการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำมันคือการนำตัวแปรที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการขนส่งน้ำมัน เช่น เวลาที่ใช้ในการเดินทางในเส้นทางต่าง ๆ และระยะทางในแต่ละเส้นทางมาพิจารณาเป็นเงื่อนไขความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับวิธี Heuristic โดยการออกแบบสอบถามแก่พนักงานขับรถเป็นเครื่องมือช่วยการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งน้ำมันโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) การรวบรวมข้อมูล คือการจัดเก็บข้อมูลในการเดินทางเช่นระยะทางและเวลาในแต่ละเส้นทางการขนส่ง
(2) การหาเส้นทางโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ร่วมกับวิธี Heuristic มาช่วยหาเส้นทางที่ดีที่สุด
(3) การทดลองและประมวลผล ทำการทดลองเดินรถขนส่งตามเส้นทางใหม่และประมวลผลเปรียบเทียบกับเส้นทางเดิม

6.1 การรวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลเอกสารเส้นทางและระยะทางเพื่อสร้างโครงข่ายงาน (Network) เส้นทางการขนส่งจำนวน 16 สถานีบริการน้ำมันในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล จากการปฏิบัติงานที่ผ่านมาของบริษัทฯ ไม่ได้เก็บข้อมูลเส้นทางไว้ละเอียดมากนักจะมีเพียงแต่วันเวลาของการเดินทาง เดินทางไปสถานีบริการน้ำมันใดบ้างระยะทางรวมตั้งแต่เริ่มต้นเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีสถานีบริการน้ำมันจนกลับมาที่เดิมเป็นระยะทางรวมเป็นจำนวนกิโลเมตร ข้อมูลเท่าที่กล่าวมามีเพื่อประโยชน์ทางด้านการเงินและบัญชีเท่านั้น ดังนั้นในการรวบรวมข้อมูลนี้ต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

และกระบวนการประมวลผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ด้วย ดังนั้นจึงสรุปตัวแปรที่สำคัญในการวิจัยครั้งนี้คือ

6.1.1 การกำหนดหมายเลขจุดตัดถนน

การกำหนดหมายเลขจุดตัดถนนในที่นี้จะใช้เพื่อสร้างโครงข่าย (Network) ของปัญหาเส้นทางที่ดีที่สุด จากถนนสายหลักที่มีอยู่ในพื้นที่ที่มีสถานีบริการน้ำมันของบริษัทฯ ตั้งอยู่ซึ่งสามารถพิจารณาแบ่งถนนแต่ละสายออกเป็นส่วนๆ โดยพิจารณาจุดตัดทางแยกระหว่างถนนด้วยกันเองแล้วกำหนดหมายเลขลงไปที่จุดแยกนั้น เช่น กำหนดให้หมายเลข 0 คือคลังน้ำมันของบริษัทฯ หมายเลข 1 คือจุดตัดถนนสุขสวัสดิ์กับถนนพระประแดง(สามแยกพระแปะแดง) หมายเลข 4 คือสถานีบริการน้ำมันปู่เจ้าสมิงพราย เป็นต้น กำหนดหมายเลขลงไปเรื่อยๆ จนครอบคลุมเส้นทางที่รถบรรทุกน้ำมันเดินทางได้ระหว่างคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการนำมันทั้ง 16 แห่งในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล การกำหนดหมายเลขจุดตัดถนนจะแสดงได้ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 หมายเลขจุดตัดทางแยกที่ตั้งขึ้นใช้ในการคำนวณหาเส้นทาง

หมายเลขจุดตัดถนน	ชื่อจุดตัดถนน
0	**คลังน้ำมันของบริษัทฯ**
1	สามแยกพระประแดง
2	สามแยกประชาอุทิศ
3	ถนนเจริญนครตัดกับถนนรัชดาภิเษก
4	**สถานีบริการน้ำมันปู่เจ้าสมิงพราย**
5	ถนนปู่เจ้าสมิงพรายตัดกับถนนสุขุมวิท
6	สุขุมวิท 105 ตัดกับถนนศรีนครินทร์
7	สี่แยกบางนา
8	**สถานีบริการน้ำมัน(ลาซาล)**
9	ถนนศรีนครินทร์ตัดกับถนนบางนาตราด
10	แยกสุขุมวิท 103 (อุดมสุข)
11	แยกขึ้นทางด่วนอาจณรงค์

ตารางที่ 6.1 หมายเลขจุดตัดทางแยกที่ตั้งขึ้นใช้ในการคำนวณหาเส้นทาง(ต่อ)

หมายเลขจุดตัดถนน	ชื่อจุดตัดถนน
12	ถนนศรีนครินทร์ตัดกับถนนสุขุมวิท103
13	ทางขึ้นวงแหวนรอบแหวนรอบนอกตะวันออก(บางนา)
14	**สถานีบริการน้ำมันบางบ่อ**
15	แยกถนนสุขุมวิท 77 (อ่อนนุช)
16	ถนนวงแหวนรอบนอกตะวันออกตัดกับถนนสุขุมวิท 77
17	ถนนเฉลิมพระเกียรติ ร.9 ตัดกับถนนสุขุมวิท 77
18	ถนนศรีนครินทร์ตัดกับถนนสุขุมวิท 77
19	**สถานีบริการน้ำมันอ่อนนุช**
20	ถนนพระราม 3 ตัดใต้สะพานพระราม 9
21	ลงทางด่วนสาธุประดิษฐ์
22	ทางขึ้นทางด่วนนางลิ้นจี่
23	จุดแยกทางด่วนไปดินแดงกับบางนา
24	ถนนพระราม 3 ตัดกับถนนนราธิวาสราชนครินทร์
25	**สถานีบริการน้ำมันจันทร์ตัดใหม่**
26	**สถานีบริการน้ำมันเย็นอากาศ**
27	สามแยกดาวคะนอง
28	ถนนรัชดาภิเษกตัดกับถนนสุขสวัสดิ์
29	ถนนกรุงธนบุรีตัดกับถนนเจริญนคร
30	**สถานีบริการน้ำมันพระราม 2**
31	ถนนจรัญสนิทวงศ์ซอย 13
32	**สถานีบริการน้ำมันซอยพาณิชย์ธนบุรี**
33	ถนนกาญจนาภิเษกตัดกับซอยพาณิชย์ธนบุรี
34	ถนนตลิ่งชัน-นครชัยศรีตัดกับถนนกาญจนาภิเษก
35	**สถานีบริการน้ำมันตลิ่งชัน**
36	**สถานีบริการน้ำมันปิ่นเกล้า**
37	ถนนบางบัวทอง-สุพรรณบุรีตัดกับถนนบางบัวทอง-บางคูวัด

ตารางที่ 6.1 หมายเลขจุดตัดทางแยกที่ตั้งขึ้นใช้ในการคำนวณหาเส้นทาง(ต่อ)

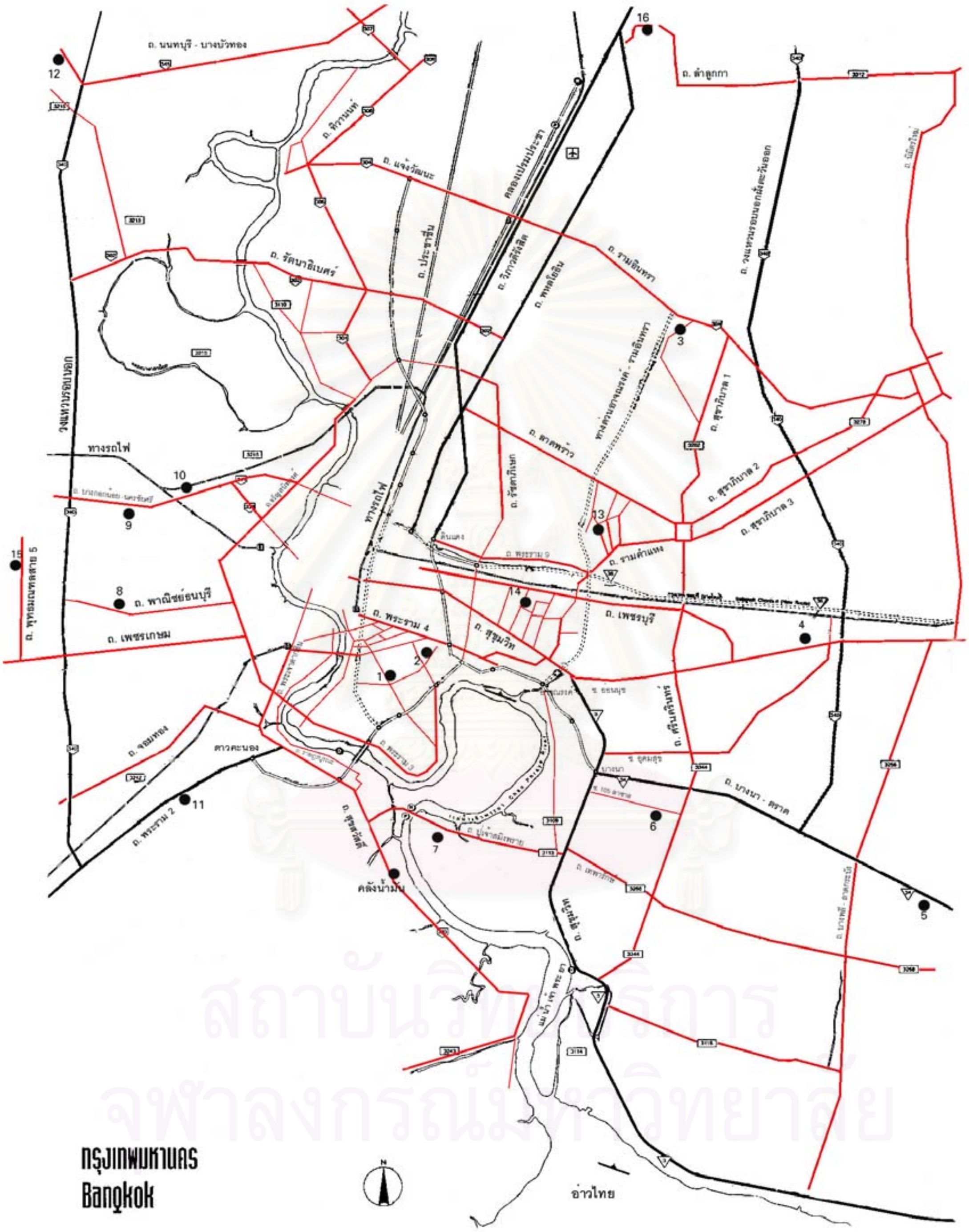
หมายเลขจุดตัดถนน	ชื่อจุดตัดถนน
38	**สถานีบริการน้ำมันลาดหลุมแก้ว**
39	ถนนกาญจนาภิเษกตัดกับถนนรัตนาธิเบศน์
40	ทางด่วนลงสุขุมวิท
41	แยกทางด่วนพระราม 9 ดินแดงและแจ้งวัฒนะ
42	ทางเข้าซอยสุขุมวิท 49 (ซอยกลาง)
43	**สถานีบริการน้ำมันซอยกลาง**
44	ถนนพระราม 9 ตัดกับถนนรามคำแหง
45	ถนนศรีนครินทร์ตัดกับพระราม 9
46	ทางเข้าซอยรามคำแหง 53
47	**สถานีบริการน้ำมันรามคำแหง 53**
48	ห้าแยกลำสาลี
49	ถนนลาดพร้าวตัดกับถนนหลวงประดิษฐ์มนูญธรรม
50	ถนนมอเตอร์เวย์ตัดกับถนนวงแหวนรอบนอกตะวันออก
51	ถนนสุขาภิบาล 3 ตัดกับถนนวงแหวนรอบนอกตะวันออก
52	ถนนรามอินทราตัดกับถนนวงแหวนรอบนอกตะวันออก
53	ถนนสุขาภิบาล 1 ตัดกับถนนรามอินทรา
54	**สถานีบริการน้ำมันนวลจันทร์**
55	ถนนงามวงศ์วานตัดกับถนนวิภาวดี-รังสิต
56	แยกทางด่วนลงถนนรัตนาธิเบศน์
57	ถนนวิภาวดี-รังสิตตัดกับถนนแจ้งวัฒนะ
58	แยกทางด่วนลงแจ้งวัฒนะ
59	**สถานีบริการน้ำมันคลองสอง**
60	ถนนเพชรเกษมตัดกับถนนกาญจนาภิเษก
61	ถนนเพชรเกษมตัดกับถนนรัชดาภิเษก
62	ถนนบางกอกน้อย-ตลิ่งชันตัดกับถนนจรัญสนิทวงศ์

ตารางที่ 6.1 หมายเลขจุดตัดทางแยกที่ตั้งขึ้นใช้ในการคำนวณหาเส้นทาง(ต่อ)

หมายเลขจุดตัดถนน	ชื่อจุดตัดถนน
63	ถนนบรมราชชนนีตัดกับถนนบางกอกน้อย-ตลิ่งชัน
64	ถนนบรมราชชนนีตัดกับถนนจรัญสนิทวงศ์
65	**สถานีบริการน้ำมันพุทธมณฑลสาย 5**
66	ถนนสาธรตัดกับถนนนราธิวาสราชนครินทร์
67	ถนนสาธรตัดกับถนนพระราม 4
68	แยกกล้วยน้ำไท
69	ถนนพระราม 4 ตัดกับถนนสุขุมวิท
70	แยกเอกมัย
71	ถนนพระราม 9 ตัดกับถนนหลวงประดิษฐ์มนูธรรม
72	ถนนหลวงประดิษฐ์มนูธรรมชนกับทางลงทางด่วนรามอินทรา-อาจณรงค์

เมื่อได้รายชื่อและหมายเลขของสถานีบริการน้ำมันและจุดตัดถนนซึ่งอยู่บนเส้นทางถนนเสายหลักในโครงข่ายการให้บริการการขนส่งเรียบร้อยแล้ว สิ่งต่อมาก็คือต้องกำหนดหมายเลขของจุดตัดถนนดังกล่าวลงบนแผนที่เพื่อที่จะได้กำหนดระยะทางและเวลาระหว่างหมายเลขจุดตัดถนนด้วยกันดังรูปที่ 6.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.1 โครงข่ายระยะทางระหว่างคลังน้ำมันและสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.1.2 ระยะทางและเวลาระหว่างจุดตัดถนน

หาระยะทางและเวลาระหว่างจุดตัดถนน ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่จะมาสร้างโครงข่ายระยะทางและเวลาเพื่อเส้นทางที่ดีที่สุดนั้นได้มาจากการออกแบบสอบถามให้แก่พนักงานขับรถของบริษัทฯ ที่เคยเดินทางในเส้นทางตามจุดตัดถนนมาก่อนและการเก็บข้อมูลจริงโดยการเดินทางกับรถบรรทุกไปยังเส้นทางที่แบ่งส่วนตามรูปที่ 6.1 ซึ่งการเก็บข้อมูลเฉพาะเวลากลางคือเท่านั้น ระยะทางและเวลาที่ได้มาระหว่างจุดตัดถนนจะแสดงได้ตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 ระยะทางและเวลาระหว่างจุดตัดถนน

จุดตัดถนนหมายเลข	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0 - 1	2.1	8
1 – 2	1.75	3
1 - 3	0.35	2
1 – 4	3.95	16
2 - 20	2.5	5
2 - 27	2.55	5
3 - 20	3.9	5
3 - 28	0.35	2
3 - 29	2.8	7
4 - 5	4.3	6
5 - 6	8.08	12
5 - 7	3.5	5
6 - 8	0.55	3
6 - 9	1.05	3
7 - 9	4.05	6
7 - 10	0.65	2
7 - 11	3.35	5

ตารางที่ 6.2 ระยะทางและเวลาระหว่างจุดตัดถนน (ต่อ)

จุดตัดถนนหมายเลข	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
9 - 12	1.25	3
9 - 13	5	7
10 - 12	3.85	12
10 - 15	3.35	5
11 - 23	4.55	6
11 - 44	6.4	8
12 - 17	8.3	12
12 - 18	3.75	5
13 - 14	20.95	28
13 - 16	8.1	8
15 - 18	4.95	7
15 - 69	0.9	2
16 - 17	0.4	2
16 - 50	1.2	2
17 - 19	1.1	3
18 - 19	4.6	6
18 - 45	3.15	5
20 - 21	2.7	3
20 - 24	5.05	3
21 - 22	0.65	3
21 - 24	0.75	2
21 - 25	0.75	2
22 - 23	1.85	4
22 - 24	0.9	3
22 - 26	1.45	4

ตารางที่ 6.2 ระยะทางและเวลาระหว่างจุดตัดถนน (ต่อ)

จุดตัดถนนหมายเลข	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
23 - 40	2.9	4
25 - 26	1.35	3
25 - 66	1.75	3
27 - 28	2.6	5
27 - 30	4.05	6
28 - 29	3.5	7
28 - 61	3.25	5
29 - 66	2.35	4
30 - 60	12.55	15
31 - 32	4.9	10
31 - 61	1.4	3
31 - 62	2.6	5
32 - 33	2.2	3
33 - 34	4.3	5
33 - 60	3.55	5
34 - 35	3.15	4
34 - 39	9.7	10
34 - 65	12.95	13
35 - 36	1.7	3
36 - 63	0.75	1
37 - 38	3.45	5
37 - 39	7.2	8
37 - 56	20.8	26
39 - 56	13.25	17
40 - 41	2.05	4

ตารางที่ 6.2 ระยะทางและเวลาระหว่างจุดตัดถนน (ต่อ)

จุดตัดถนนหมายเลข	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
40 - 42	3.1	8
41 - 55	10.05	11
41 - 56	13	13
41 - 71	5.35	8
42 - 43	0.45	3
42 - 70	1.2	2
44 - 45	4.1	6
44 - 46	2.1	3
44 - 69	3.95	5
44 - 71	1.35	2
45 - 48	2.6	4
45 - 50	6.45	8
46 - 47	1.25	4
46 - 48	2.45	5
48 - 49	4.65	6
48 - 51	4.95	7
48 - 53	8.45	12
49 - 54	7.55	9
49 - 72	3.25	5
50 - 51	6	6
51 - 52	5.15	5
52 - 53	1.5	3
52 - 59	21.5	23
53 - 54	2.65	5
54 - 57	7.3	11

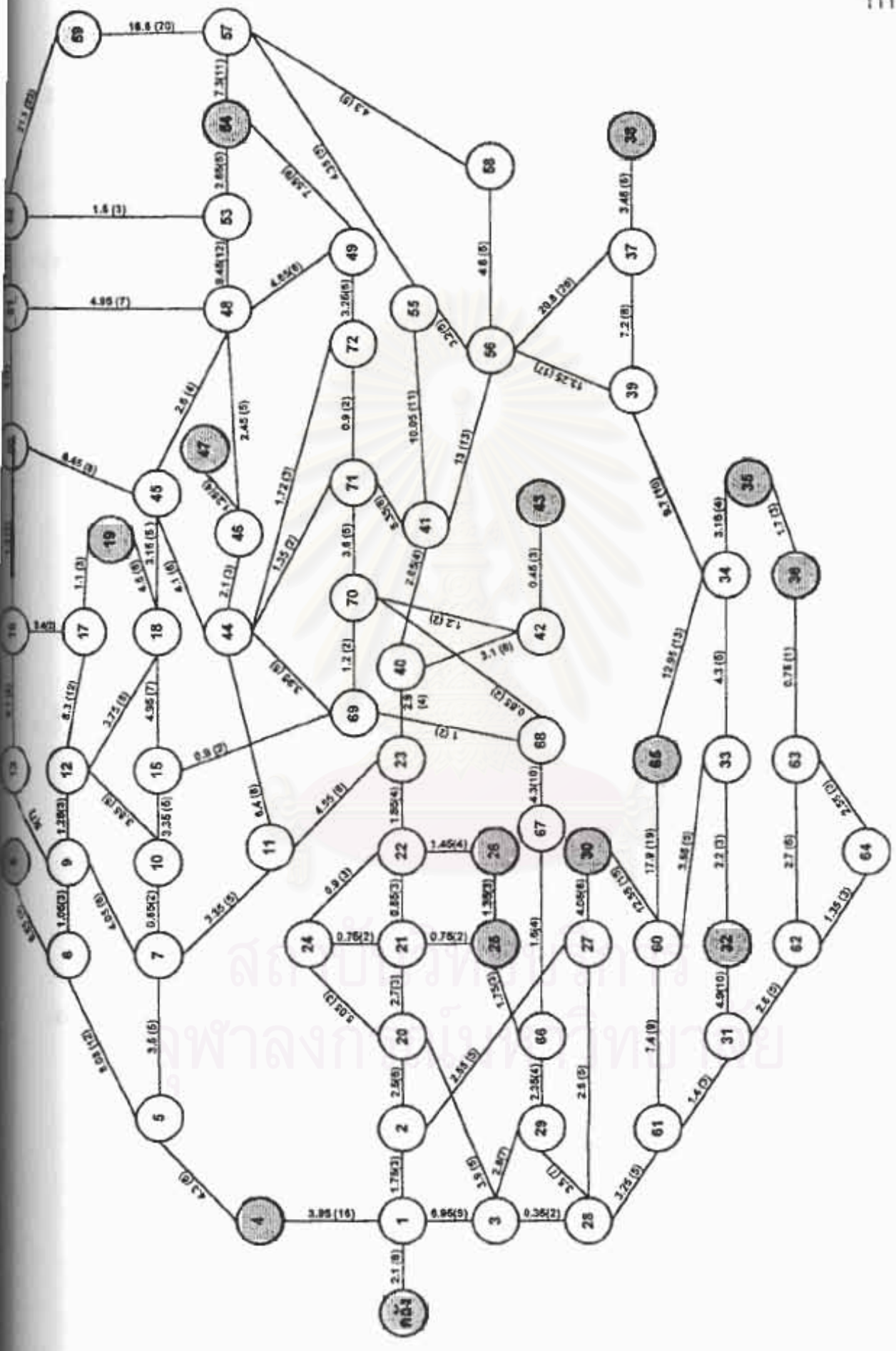
ตารางที่ 6.2 ระยะทางและเวลาระหว่างจุดตัดถนน (ต่อ)

จุดตัดถนนหมายเลข	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
55 - 56	3.2	5
55 - 57	4.35	5
56 - 58	4.6	5
57 - 58	4.3	5
57 - 59	16.6	20
60 - 61	7.4	9
60 - 65	17.9	19
62 - 63	2.7	5
62 - 64	1.35	3
63 - 64	2.55	3
66 - 67	1.6	4
67 - 68	4.3	10
68 - 69	1	2
68 - 70	0.65	2
69 - 70	1.2	2
70 - 71	3.6	5
71 - 72	0.9	2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.1.3 การสร้างโครงข่ายระยะทางและเวลา

จากเส้นทาง ระยะทาง และเวลาที่ได้เก็บข้อมูลมานั้นนำมาสร้างโคร่งข่ายระยะทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ ดังรูปที่ 6.2 หมายเลขที่อยู่ในวงกลมหมายถึงจุดตัดของถนนต่าง ๆ ส่วนหมายเลขที่กำกับอยู่ที่เส้นตรงระหว่างหมายเลขในวงกลมคือระยะทางและเวลา เช่น 2.5(3) หมายถึงระหว่างจุดตัดถนนมีระยะทาง 2.5 กิโลเมตร มีเวลาการเดินทางประมาณ 3 นาที



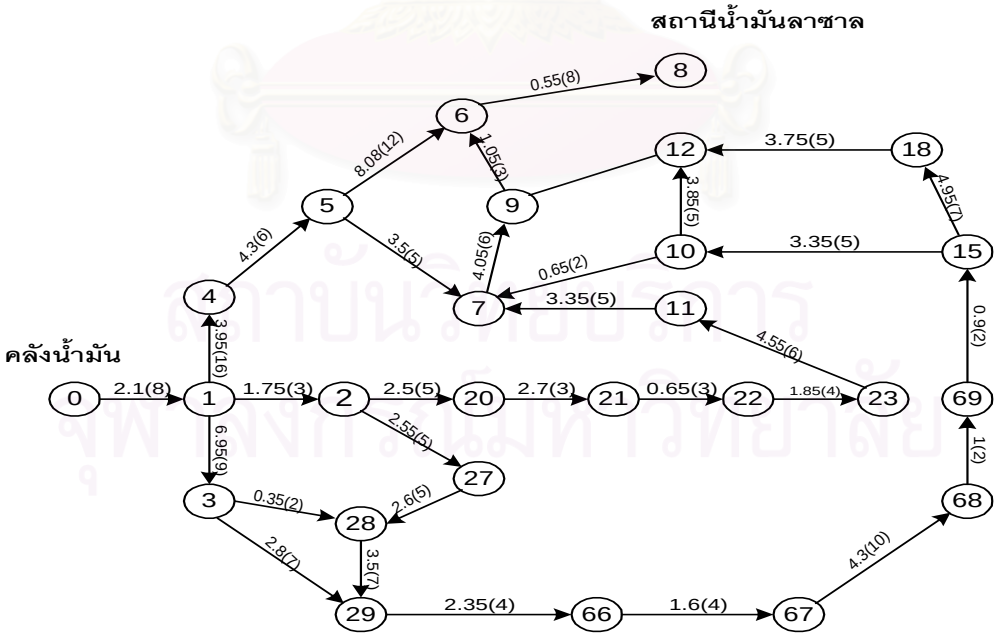
รูปที่ 6.2 โครงข่ายระยะทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ ของบริษัทฯ

6.2 การหาเส้นทางที่ดีที่สุดระหว่างคลังน้ำมันกับสถานีบริการน้ำมันในโครงข่ายการขนส่ง (Shortest Path Analysis)

การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนนี้จะต้องหาเส้นทางที่มีระยะทางและเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างคลังน้ำมันกับสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ ทั้ง 16 สถานีโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดสถานีบริการน้ำมันที่จะไปส่งน้ำมัน
2. กำหนดเส้นทางว่าจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันดังกล่าว สามารถผ่านเส้นทางใดบ้างและในแต่ละเส้นทางที่ไปมีระยะทางและเวลาเท่าใดโดยดูจากรูปที่ 6.1 และรูปที่ 6.2 ประกอบกัน
3. สร้างภาพโครงข่ายระยะทางระหว่างคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันที่กำหนด
4. ทำการหาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดและเวลาน้อยที่สุดด้วยวิธีการของโปรแกรมเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ “Excel” เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา

ในที่นี้จะแสดงการหาเส้นทางที่ดีที่สุดระหว่างคลังน้ำมันกับสถานีบริการน้ำมันลาซาล หาได้ดังนี้



รูปที่ 6.3 เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันกับสถานีบริการน้ำมันลาซาล

จากรูปที่ 6.3 หมายเลขที่อยู่ในวงกลมหมายถึงจุดตัดของถนนต่าง ๆ ในรูปนี้หมายเลข 0 เป็นต้นทางคือคลังน้ำมันและหมายเลข 8 เป็นปลายทางคือสถานีบริการน้ำมันลาซาล สำหรับหมายเลข 1⟶ 2 คือจุดผ่าน หมายเลขที่กำกับอยู่ที่เส้นตรงระหว่างหมายเลขในวงกลมคือระยะทางและเวลาเช่น 1.75(3) หมายถึงระหว่างจุดตัด ถนน1 ถึงจุดตัดถนน 2 มีระยะทาง 1.75 กิโลเมตร มีเวลาการเดินทาง 3 นาที จากปัญหาข้างต้นสามารถแก้ปัญหาด้วยสมการของโปรแกรมเชิงเส้นเลขจำนวนเต็มตามหัวข้อ 3.1.6 ได้ดังนี้

สมการเป้าหมาย : Minimize ระยะทางรวม

$$Z_1 = 2.1X_{0,1} + 1.75X_{1,2} + 6.95X_{1,3} + 3.95X_{1,4} + 2.5X_{2,20} + 2.55X_{2,27} + 2.8X_{3,29} + 0.35X_{3,28} + 3.5X_{28,29} + 2.6X_{27,28} + 2.35X_{29,66} + 1.6X_{66,67} + 4.3X_{67,68} + X_{68,69} + 2.7X_{20,21} + 0.65X_{21,22} + 1.85X_{22,23} + 4.55X_{23,11} + 4.3X_{4,5} + 8.08X_{5,6} + 3.5X_{5,7} + 3.35X_{11,7} + 0.9X_{69,15} + 4.95X_{15,18} + 3.35X_{15,10} + 0.65X_{10,7} + 3.75X_{18,12} + 3.85X_{10,12} + 4.05X_{7,9} + 1.25X_{12,9} + 1.05X_{9,6} + 0.55X_{6,8}$$

สมการเป้าหมาย : Minimize เวลารวม

$$Z_2 = 8X_{0,1} + 3X_{1,2} + 9X_{1,3} + 16X_{1,4} + 5X_{2,20} + 5X_{2,27} + 7X_{3,29} + 2X_{3,28} + 7X_{28,29} + 5X_{27,28} + 4X_{29,66} + 4X_{66,67} + 10X_{67,68} + 2X_{68,69} + 3X_{20,21} + 3X_{21,22} + 4X_{22,23} + 6X_{23,11} + 6X_{4,5} + 12X_{5,6} + 5X_{5,7} + 5X_{11,7} + 2X_{69,15} + 7X_{15,18} + 5X_{15,10} + 2X_{10,7} + 5X_{18,12} + 5X_{10,12} + 6X_{7,9} + 3X_{12,9} + 3X_{9,6} + 3X_{6,8}$$

ขอบข่าย :

$$-X_{0,1} = -1$$
$$+X_{0,1} - X_{1,2} - X_{1,3} - X_{1,4} = 0$$
$$+X_{1,2} - X_{2,20} - X_{2,27} = 0$$
$$+X_{1,3} - X_{3,29} - X_{3,28} = 0$$
$$+X_{1,4} - X_{4,5} = 0$$
$$+X_{4,5} - X_{5,6} - X_{5,7} = 0$$
$$+X_{5,6} + X_{9,6} - X_{6,8} = 0$$
$$+X_{5,7} + X_{11,7} + X_{10,7} - X_{7,9} = 0$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$+ X_{6,8} = 1$

$+ X_{12,9} + X_{7,9} - X_{9,6} = 0$

$+ X_{15,10} - X_{10,7} - X_{10,12} = 0$

$+X_{23,11} - X_{11,7} = 0$

$+X_{10,12} + X_{18,12} - X_{12,9} = 0$

$+X_{69,15} - X_{15,18} - X_{15,10} = 0$

$+X_{15,18} - X_{18,12} = 0$

$+X_{2,20} - X_{20,21} = 0$

$+X_{20,21} - X_{21,22} = 0$

$+X_{21,22} - X_{22,23} = 0$

$+X_{22,23} - X_{23,11} = 0$

$+X_{2,27} - X_{27,28} = 0$

$+X_{3,28} - X_{28,29} + X_{27,28} = 0$

$+X_{3,29} + X_{28,29} - X_{29,66} = 0$

$+X_{29,66} - X_{66,67} = 0$

$+X_{66,67} - X_{67,68} = 0$

$+X_{67,68} - X_{68,69} = 0$

$+X_{68,69} - X_{69,15} = 0$

X_{ij} = 0 หรือ 1 เท่านั้น ทุกค่าของ i และ j

Z = ระยะทางรวมหรือเวลาการเดินทางรวม

จากรูปที่ 6.3 มีเส้นทางที่ถูกเลือกจากโนดต่าง ๆ จากคลังน้ำมัน (โนด 0) ไปยังสถานีน้ำมันลาซาล (โนด 8) โดยแทนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$X_{0,1}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 0 ไปโนด 1

$X_{1,2}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 1 ไปโนด 2

$X_{1,3}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 1 ไปโนด 3

$X_{1,4}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 1 ไปโนด 4

$X_{2,20}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 2 ไปโนด 20

$X_{2,27}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 2 ไปโนด 27

$X_{3,29}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 3 ไปโนด 29

$X_{3,28}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 3 ไปโนด 28

$X_{28,29}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 28 ไปโนด 29

$X_{27,28}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 27 ไปโนด 28

$X_{29,66}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 29 ไปโนด 66

$X_{66,67}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 66 ไปโนด 67

$X_{67,68}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 67 ไปโนด 68

$X_{68,69}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 68 ไปโนด 69

$X_{20,21}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 20 ไปโนด 21

$X_{21,22}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 21 ไปโนด 22

$X_{22,23}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 22 ไปโนด 23

$X_{23,11}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 23 ไปโนด 11

$X_{4,5}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 4 ไปโนด 5

$X_{5,6}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 5 ไปโนด 6

$X_{5,7}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 5 ไปโนด 7

$X_{11,7}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 11 ไปโนด 7

$X_{69,15}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 69 ไปโนด 15

$X_{15,18}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 15 ไปโนด 16

$X_{15,10}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 15 ไปโนด 19

$X_{10,7}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 10 ไปโนด 7

$X_{18,12}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 18 ไปโนด 12

$X_{10,12}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 10 ไปโนด 12

$X_{7,9}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 7 ไปโนด 9

$X_{12,9}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 12 ไปโนด 9

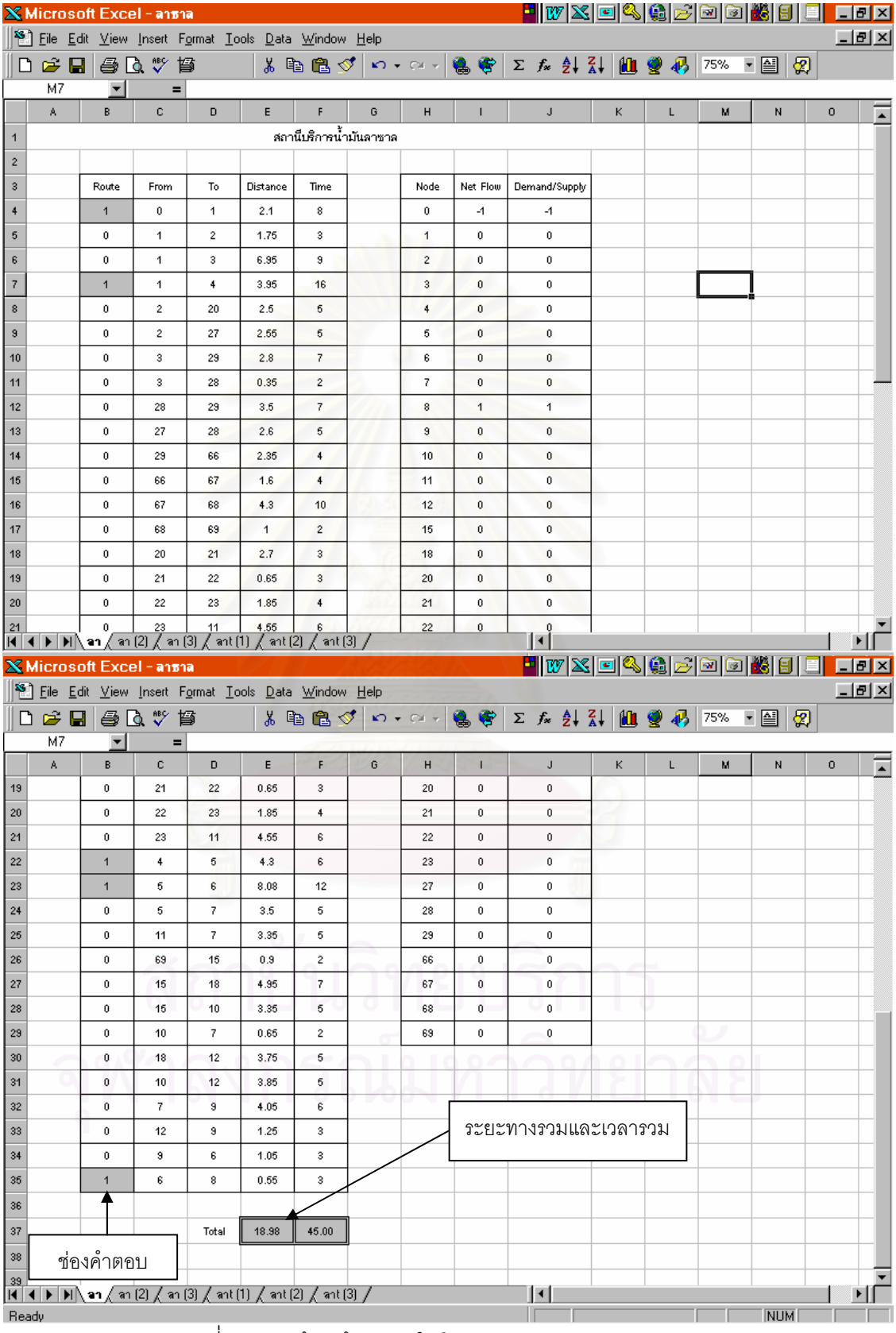
$X_{9,6}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 9 ไปโนด 6

$X_{6,8}$ = เส้นทางที่ถูกเลือกจากโนด 6 ไปโนด 8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลังจากได้สมการของโปรแกรมเชิงเส้นแล้ว นำสมการดังกล่าวข้างต้นนำไปหาคำตอบที่ดีที่สุดในโปรแกรม “Excel” ดังรูปที่ 6.4 แสดงการป้อนข้อมูลลงในตารางของโปรแกรม “Excel” เช่น ช่องแนวตั้งผลลัพธ์ หมายถึงผลลัพธ์ที่ได้คำนวณมาแล้วซึ่งมีได้เพียงสองคำตอบคือ 1 หมายถึงเส้นทางในแนวนอนนั้นถูกเลือก และ 0 หมายถึงเส้นทางในแนวนอนนี้ไม่ถูกเลือกเป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.4 การป้อนข้อมูลลงในโปรแกรม “Excel”

จากตาราง 6.3 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ “Excel” ได้ระยะทางที่สั้นที่สุดคือ 18.98 กิโลเมตร โดยมีเส้นทางดังนี้

$$0 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 8$$

เมื่อได้ระยะทางรวมที่ดีที่สุดแล้วคือ 18.98 กิโลเมตร เราสามารถหาเส้นทางที่สองรองจากเส้นทางแรกได้โดยการกำหนดค่าผลรวมระยะทางของเส้นทางต้องมากกว่า 18.98 กิโลเมตรเพิ่มเข้าไปในสมการดังนี้

$$\begin{aligned} 18.98 < {} & 2.1X_{0,1} + 1.75X_{1,2} + 6.95X_{1,3} + 3.95X_{1,4} + 2.5X_{2,20} + 2.55X_{2,27} + 2.8X_{3,29} + \\ & 0.35X_{3,28} + 3.5X_{28,29} + 2.6X_{27,28} + 2.35X_{29,66} + 1.6X_{66,67} + 4.3X_{67,68} + X_{68,69} + \\ & 2.7X_{20,21} + 0.65X_{21,22} + 1.85X_{22,23} + 4.55X_{23,11} + 4.3X_{4,5} + 8.08X_{5,6} + 3.5X_{5,7} + \\ & 3.35X_{11,7} + 0.9X_{69,15} + 4.95X_{15,18} + 3.35X_{15,10} + 0.65X_{10,7} + 3.75X_{18,12} + \\ & 3.85X_{10,12} + 4.05X_{7,9} + 1.25X_{12,9} + 1.05X_{9,6} + 0.55X_{6,8} \end{aligned}$$

ผลลัทธ์ที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมคือระยะทางรวม 19.50 กิโลเมตรโดยมีเส้นทางดังนี้

$$0 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 7 \rightarrow 9 \rightarrow 6 \rightarrow 8$$

หาเส้นทางที่สามได้เช่นเดียวกันกับเส้นทางที่สองคือกำหนดผลรวมระยะทางของเส้นทางต้องมากกว่า 19.50 กิโลเมตรเพิ่มเข้าไปในสมการดังนี้

$$\begin{aligned} 19.50 < {} & 2.1X_{0,1} + 1.75X_{1,2} + 6.95X_{1,3} + 3.95X_{1,4} + 2.5X_{2,20} + 2.55X_{2,27} + 2.8X_{3,29} + \\ & 0.35X_{3,28} + 3.5X_{28,29} + 2.6X_{27,28} + 2.35X_{29,66} + 1.6X_{66,67} + 4.3X_{67,68} + X_{68,69} + \\ & 2.7X_{20,21} + 0.65X_{21,22} + 1.85X_{22,23} + 4.55X_{23,11} + 4.3X_{4,5} + 8.08X_{5,6} + 3.5X_{5,7} + \\ & 3.35X_{11,7} + 0.9X_{69,15} + 4.95X_{15,18} + 3.35X_{15,10} + 0.65X_{10,7} + 3.75X_{18,12} + \\ & 3.85X_{10,12} + 4.05X_{7,9} + 1.25X_{12,9} + 1.05X_{9,6} + 0.55X_{6,8} \end{aligned}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมคือระยะทางรวม 25.10 กิโลเมตรโดยมีเส้นทางดังนี้

0 → 1 → 2 → 20 → 21 → 22 → 23 → 11 → 7 → 9 → 6 → 8

จากตัวอย่างหาเส้นทางทีมีระยะทางที่สั้นที่สุดสามเส้นทางของสถานีน้ำมันลาซาลนั้นสามารถหาเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดสามเส้นทางได้เช่นเดียวกันซึ่งจะได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 เส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่ที่สุดสามเส้นทางจากคลังน้ำมันไปสถานีน้ำมันลาซาล

เส้นทางที่	เส้นทางผ่านจุดตัดถนน	เวลา (นาที)
1	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 8	45
2	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 9 – 6 – 8	47
3	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 9 – 6 – 8	49

5. จากวิธีดังข้อ 4 สามารถหาเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดและระยะทางสั้นที่สุดสามเส้นทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ ได้จากการคำนวณของโปรแกรมเชิงเส้นเลขจำนวนเต็มดังจะแสดงได้ดังตารางที่ 6.4 และ 6.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.4 เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดสามเส้นทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ จากโปรแกรมเชิงเส้นเลขจำนวนเต็ม

สถานี	ลำดับเส้นทาง	เส้นทางผ่านจุดตัดถนน	ระยะทาง (กิโลเมตร)
จันทร์ตัดใหม่	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 25	9.80
	2	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 25	15.95
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 29 – 66 – 25	16.60
เย็นอากาศ	1	0 – 1 – 2 – 20 - 21 – 25 – 26	11.15
	2	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 25 - 26	17.30
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 3 – 20 – 21 – 22 - 26	17.75
นวลจันทร์	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 41 - 71 – 72 – 49 – 54	33.55
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 44 – 72 – 49 – 54	35.02
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 70 – 71 – 72 – 49 – 54	38.15
อ่อนนุช	1	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 12 – 18 – 19	26.70
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 9 – 12 – 17 - 19	30.13
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 69 – 15 – 18 – 19	31.55
บางบ่อ	1	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 9 - 13 – 14	43.85
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 - 7 – 9 – 13 – 14	49.45
	3	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 25 – 66 – 67 – 68 – 69 – 15 – 10 – 12 – 9 – 13 – 14	53.75
ลาซาล	1	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 8	18.98
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 9 – 6 – 8	19.50
	3	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 9 – 6 – 8	25.10
ปู่เจ้า	1	0 – 1 – 4	6.05
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 5 – 4	27.25
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 69 – 15 – 10 – 7 – 5 – 4	33.80
พาณิชธนฯ	1	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 32	18.55
	2	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 60 – 33 - 32	25.40
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 30 – 60 – 33 – 32	28.75
ตลิ่งชัน	1	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36 – 35	21.40
	2	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 - 62 – 64 - 63 – 36 – 35	22.60

ตารางที่ 6.4 เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดสามเส้นทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ

สถานี	ลำดับเส้นทาง	เส้นทางผ่านจุดตัดถนน	ระยะทาง (กิโลเมตร)
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 34 – 35	28.20
ปิ่นเกล้า	1	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36	19.70
	2	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36	20.10
	3	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 64 – 63 – 36	21.30
พระราม 2	1	0 – 1 – 2 – 27 – 30	10.45
ลาดหลุมแก้ว	1	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36 – 35 – 34 – 39 – 37 – 38	44.95
	2	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 34 – 39 – 37 - 38	45.80
	3	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 64 – 63 – 36 – 35 – 34 – 39 – 37 – 38	46.55
ราม52	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 44 – 46 – 47	25.85
	2	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 69 – 44 - 46 – 47	28.40
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 69 – 70 – 71 – 44 – 46 – 47	30.60
ซอยกลาง	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 42 – 43	18
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 15 – 69 – 70 – 42 – 43	21.60
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 29 – 66 – 67 – 68 – 70 – 42 – 43	23.05
พุทธมณฑล5	1	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36 – 35 – 34 - 65	37.50
	2	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 60 – 65	42.20
	3	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 60 – 65	42.60
คลองสอง	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 41 – 55 – 57 – 59	47.50
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 15 – 69 – 44 – 46 – 48 – 53 – 52 – 59	68.60
	3	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 9 – 12 – 10 – 15 – 18 – 45 – 48 – 51 – 52 – 59	72.03

ตารางที่ 6.5 เส้นทางที่ใช้เวลาเดินทางน้อยที่สุดสามเส้นทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ จากโปรแกรมเชิงเส้นเลขจำนวนเต็ม

สถานี	ลำดับเส้นทาง	เส้นทางผ่านจุดตัดถนน	เวลา (นาที)
จันทร์ตัดใหม่	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 25	21.00
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 24 – 21 – 25	23.00
	3	0 – 1 – 3 – 20 – 21 – 25	27.00
เย็นอากาศ	1	0 – 1 – 2 – 20 - 21 – 25 – 26	24.00
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 24 – 21 – 25 – 26	26.00
	3	0 – 1 – 2 – 20 – 24 – 21 – 22 – 26	28.00
นวลจันทร์	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 44 - 72 – 49 – 54	57.00
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 41 – 71 – 72 – 49 – 54	58.00
	3	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 10 – 12 – 18 – 45 – 44 – 72 – 49 – 54	77.00
อ่อนนุช	1	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 12 – 18 – 19	53.00
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 10 – 12 – 18 - 19	55.00
	3	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 12 – 17 – 19	57.00
บางบ่อ	1	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 9 - 13 – 14	76.00
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 - 7 – 9 – 13 – 14	78.00
	3	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 9 – 13 – 14	80.00
ลาซาล	1	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 8	45.00
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 9 – 6 – 8	47.00
	3	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 9 – 6 – 8	49.00
ปู่เจ้า	1	0 – 1 – 4	24.00
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 5 – 4	48.00
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 69 – 15 – 10 – 7 – 5 – 4	64.00
พาณิชธนฯ	1	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 32	37.00
	2	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 - 32	39.00
	3	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 60 – 33 – 32	41.00
ตลิ่งชัน	1	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36 – 35	41.00
	2	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 60 - 33 – 34 – 35	47.00

ตารางที่ 6.5 เส้นทางที่ใช้เวลาเดินทางน้อยที่สุดสามเส้นทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ จากโปรแกรมเชิงเส้นเลขจำนวนเต็ม (ต่อ)

สถานี	ลำดับเส้นทาง	เส้นทางผ่านจุดตัดถนน	เวลา (นาที)
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 30 – 60 – 33 – 34 – 35	51.00
ปิ่นเกล้า	1	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36	38.00
	2	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36	40.00
	3	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36	44.00
พระราม 2	1	0 – 1 – 2 – 27 – 30	22.00
ลาดหลุมแก้ว	1	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 60 – 33 – 34 – 39 – 37 – 38	66.00
	2	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 - 63 –36 – 35 –34 - 39 – 37 - 38	68.00
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 –32 – 33 – 34 –34 – 39 –37 –38	70.00
ราม52	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 44 – 46 – 47	47.00
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 15 – 69 – 44 - 46 – 47	56.00
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 70 – 69 – 44 – 46 – 47	58.00
ซอยกลาง	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 42 – 43	41.00
	2	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 70 – 42 – 43	49.00
	3	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 15 – 69 – 70 – 42 – 43	51.00
พุทธมณฑล5	1	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 60 – 65	52.00
	2	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 60 – 65	54.00
	3	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 34 – 65	58.00
คลองสอง	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 41 – 55 – 57 – 59	70.00
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 9 – 12 – 17 – 16 – 50 – 45 – 48 – 49 – 54 – 57 – 59	106.92
	3	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 41 – 71 – 72 – 49 – 48 – 53 – 52 – 59	109.00

การหาเส้นทางที่เป็นเลิศด้วยวิธี Double-sweep method

ตัวอย่างการหาเส้นทางด้วยวิธี Double-sweep method ได้สร้างโปรแกรมขึ้นมาคำนวณชื่อว่า “Pathfinder” วิธีการใช้โปรแกรมดูได้จากภาคผนวก ญ. ซึ่งที่นี้จะใช้สถานีน้ำมันลาซาลเป็นสถานี ตัวอย่างการคำนวณ เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันกับสถานีน้ำมันลาซาลมีระยะทางระหว่างเชื่อมต่าง ๆ ดังตารางที่ 6.6

ตารางที่ 6.6 ระยะทางระหว่างจุดเชื่อม(โนด)

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)
0	1	2.1	22	23	1.85
1	2	1.75	23	11	4.55
1	3	6.95	4	5	4.3
1	4	3.95	5	6	8.08
2	20	2.5	5	7	3.5
2	27	2.55	11	7	3.35
3	29	2.8	69	15	0.9
3	28	0.35	15	18	4.95
28	29	3.5	15	10	3.35
27	28	2.6	10	7	0.65
29	66	2.35	18	12	3.75
66	67	1.6	10	12	3.85
67	68	4.3	7	9	4.05
68	69	1	12	9	1.25
20	21	2.7	9	6	1.05
21	22	0.65	6	8	0.55

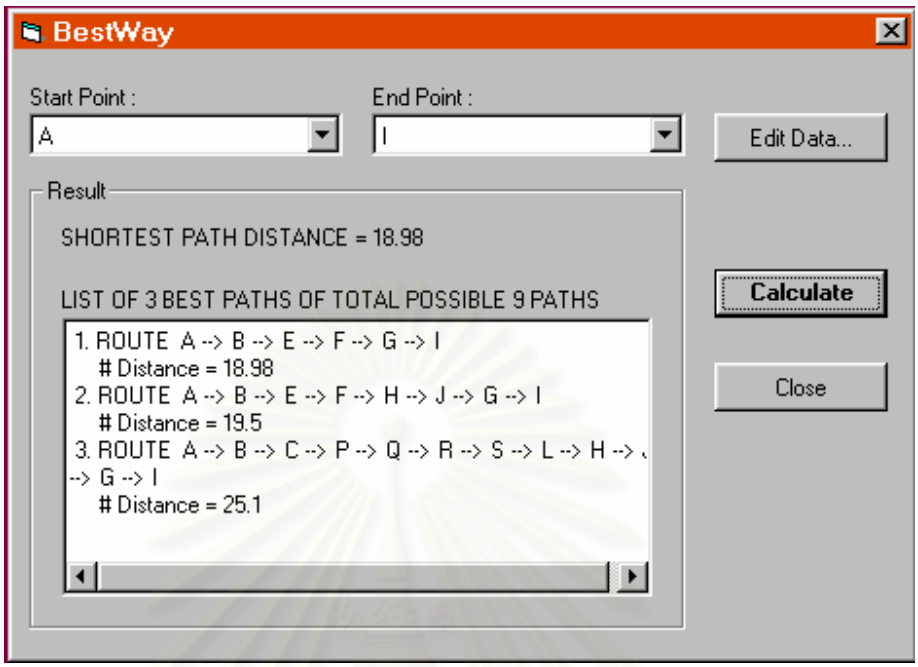
ในโปรแกรมนี้ต้องกำหนดชื่อจุดเชื่อม(โนด)เพื่อป้อนข้อมูลลงในโปรแกรม จุดเชื่อมต่าง ๆ จะแสดงได้ดังตารางที่ 6.7

ตารางที่ 6.7 การตั้งชื่อจุดเชื่อม(โนด)เพื่อป้อนลงในโปรแกรม Pathfinder

จุดเชื่อม(โนด)	ชื่อจุดเชื่อม	จุดเชื่อม(โนด)	ชื่อจุดเชื่อม
0	A	15	N
1	B	18	O
2	C	20	P
3	D	21	Q
4	E	22	R
5	F	23	S
6	G	27	T
7	H	28	U
8	I	29	V
9	J	66	W
10	K	67	X
11	L	68	Y
12	M	69	Z

จากนั้นป้อนข้อมูลจากตารางที่ 6.6 และ 6.7 ลงในโปรแกรมเพื่อคำนวณ ในขั้นตอนต่อไปจะส่งให้โปรแกรมคำนวณโดยการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดในที่นี้จุดเริ่นต้นคือ A จุดสิ้นสุดคือ I จากนั้นคลิกส์ไปที่ ปุ่ม “Calculate” โปรแกรมจะเริ่มคำนวณ ผลการคำนวณดังรูปที่ 6.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.5 ผลการคำนวณจากโปรแกรม Pathfinder ของเส้นทางระหว่างคลังน้ำมันกับสถานีน้ำมันลาซาล

จากรูปที่ 6.5 แสดงผลการคำนวณซึ่งได้เส้นทางที่เป็นเลิศสามเส้นทางดังต่อไปนี้

1) เส้นทาง A → B → E → F → G → I

ระยะทาง 18.98 กิโลเมตร

2) เส้นทาง A → B → E → F → H → J → G → I

ระยะทาง 19.5 กิโลเมตร

3) เส้นทาง A → B → C → P → Q → R → S → L → H → G → I

ระยะทาง 25.1 กิโลเมตร

เมื่อมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ใช้ โปรแกรมเชิงเส้นบน Excel แล้วจะได้คำตอบที่เหมือนกัน

ตารางที่ 6.8 เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดสามเส้นทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ จากวิธีการ Double-sweep method

สถานี	ลำดับเส้นทาง	เส้นทางผ่านจุดตัดถนน	ระยะทาง (กิโลเมตร)
จันทร์ตัดใหม่	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 25	9.80
	2	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 25	15.95
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 29 – 66 – 25	16.60
เย็นอากาศ	1	0 – 1 – 2 – 20 - 21 – 25 – 26	11.15
	2	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 25 - 26	17.30
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 3 – 20 – 21 – 22 - 26	17.75
นวลจันทร์	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 41 - 71 – 72 – 49 – 54	33.55
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 44 – 72 – 49 – 54	35.02
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 70 – 71 – 72 – 49 – 54	38.15
อ่อนนุช	1	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 12 – 18 – 19	26.70
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 9 – 12 – 18 – 19	30.55
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 69 – 15 – 18 – 19	31.55
บางบ่อ	1	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 9 - 13 – 14	43.85
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 - 7 – 9 – 13 – 14	49.45
	3	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 25 – 66 – 67 – 68 – 69 – 15 – 10 – 12 – 9 – 13 – 14	53.75
ลาซาล	1	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 8	18.98
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 9 – 6 – 8	19.50
	3	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 9 – 6 – 8	25.10
ปู่เจ้า	1	0 – 1 – 4	6.05
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 5 – 4	27.25
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 69 – 15 – 10 – 7 – 5 – 4	33.80
พาณิชธนฯ	1	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 32	18.55
	2	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 60 – 33 - 32	25.40
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 30 – 60 – 33 – 32	28.75
ตลิ่งชัน	1	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36 – 35	21.40
	2	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 - 62 – 64 - 63 – 36 – 35	22.60

ตารางที่ 6.8 เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดสามเส้นทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ

สถานี	ลำดับเส้นทาง	เส้นทางผ่านจุดตัดถนน	ระยะทาง (กิโลเมตร)
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 34 – 35	28.20
ปิ่นเกล้า	1	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36	19.70
	2	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36	20.10
	3	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 64 – 63 – 36	21.30
พระราม 2	1	0 – 1 – 2 – 27 – 30	10.45
ลาดหลุมแก้ว	1	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36 – 35 – 34 – 39 – 37 – 38	44.95
	2	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 34 – 39 – 37 - 38	45.80
	3	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 64 – 63 – 36 – 35 – 34 – 39 – 37 – 38	46.55
ราม52	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 44 – 46 – 47	25.85
	2	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 69 – 44 - 46 – 47	28.40
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 69 – 70 – 71 – 44 – 46 – 47	30.60
ซอยกลาง	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 42 – 43	18
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 15 – 69 – 70 – 42 – 43	21.60
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 29 – 66 – 67 – 68 – 70 – 42 – 43	23.05
พุทธมณฑล5	1	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36 – 35 – 34 - 65	37.50
	2	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 60 – 65	42.20
	3	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 60 – 65	42.60
คลองสอง	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 41 – 55 – 57 – 59	47.50
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 15 – 69 – 44 – 46 – 48 – 53 – 52 – 59	68.60
	3	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 9 – 12 – 10 – 15 – 18 – 45 – 48 – 51 – 52 – 59	72.03

ตารางที่ 6.9 เส้นทางที่ใช้เวลาเดินทางน้อยที่สุดสามเส้นทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ จากวิธีการ Double-sweep method

สถานี	ลำดับเส้นทาง	เส้นทางผ่านจุดตัดถนน	เวลา (นาที)
จันทร์ตัดใหม่	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 25	21.00
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 24 – 21 – 25	23.00
	3	0 – 1 – 3 – 20 – 21 – 25	27.00
เย็นอากาศ	1	0 – 1 – 2 – 20 - 21 – 25 – 26	24.00
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 24 – 21 – 25 – 26	26.00
	3	0 – 1 – 2 – 20 – 24 – 21 – 22 – 26	28.00
นวลจันทร์	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 44 - 72 – 49 – 54	57.00
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 41 – 71 – 72 – 49 – 54	58.00
	3	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 10 – 12 – 18 – 45 – 44 – 72 – 49 – 54	77.00
อ่อนนุช	1	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 12 – 18 – 19	53.00
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 10 – 12 – 18 - 19	55.00
	3	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 12 – 17 – 19	57.00
บางบ่อ	1	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 9 - 13 – 14	76.00
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 - 7 – 9 – 13 – 14	78.00
	3	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 9 – 13 – 14	80.00
ลาซาล	1	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 8	45.00
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 9 – 6 – 8	47.00
	3	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 9 – 6 – 8	49.00
ปู่เจ้า	1	0 – 1 – 4	24.00
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 5 – 4	48.00
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 69 – 15 – 10 – 7 – 5 – 4	64.00
พาณิชธนฯ	1	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 32	37.00
	2	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 - 32	39.00
	3	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 60 – 33 – 32	41.00
ตลิ่งชัน	1	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36 – 35	41.00
	2	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 60 - 33 – 34 – 35	47.00

ตารางที่ 6.9 เส้นทางที่ใช้เวลาเดินทางน้อยที่สุดสามเส้นทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ จากวิธีการ Double-sweep method (ต่อ)

สถานี	ลำดับเส้นทาง	เส้นทางผ่านจุดตัดถนน	เวลา (นาที)
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 30 – 60 – 33 – 34 – 35	51.00
ปิ่นเกล้า	1	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36	38.00
	2	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36	40.00
	3	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36	44.00
พระราม 2	1	0 – 1 – 2 – 27 – 30	22.00
ลาดหลุมแก้ว	1	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 60 – 33 – 34 – 39 – 37 – 38	66.00
	2	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 - 63 –36 – 35 –34 - 39 – 37 - 38	68.00
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 –32 – 33 – 34 –34 – 39 –37 –38	70.00
ราม52	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 44 – 46 – 47	47.00
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 15 – 69 – 44 - 46 – 47	56.00
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 70 – 69 – 44 – 46 – 47	58.00
ซอยกลาง	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 42 – 43	41.00
	2	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 70 – 42 – 43	49.00
	3	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 15 – 69 – 70 – 42 – 43	51.00
พุทธมณฑล5	1	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 60 – 65	52.00
	2	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 60 – 65	54.00
	3	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 34 – 65	58.00
คลองสอง	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 41 – 55 – 57 – 59	70.00
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 9 – 12 – 17 – 16 – 50 – 45 – 48 – 49 – 54 – 57 – 59	106.92
	3	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 41 – 71 – 72 – 49 – 48 – 53 – 52 – 59	109.00

6. การหาเส้นทางที่ดีที่สุดนำมาใช้ในการเดินรถขนส่งจริงโดยการนำผลการคำนวณจากเส้นทาง ในตารางที่ 6.4 ,6.5, 6.8 และ 6.9 นำเส้นทางดังกล่าวมาทำเป็นแบบสอบถามพนักงานขับรถและผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการตัดสินใจต่อไป รูปที่ 6.5 แสดงแบบสอบถามที่ใช้

งานพัฒนาระบบขนส่ง
แบบสอบถามความคิดเห็น

ชื่อ _____สกุล_____

แบบสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้นตามแนวคิดการวิจัยโดยใช้แบบสอบถามแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องกับแผนกขนส่งเพื่อจัดหาเส้นทางการเดินรถใหม่ให้เหมาะสมกับสภาพการจราจรในปัจจุบันเพื่อประโยชน์ต่อการทำงานของตัวท่านเองและองค์กรและเพื่อการพัฒนาในอนาคตโดยคณะวิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาจากผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง(คือท่าน)มาจัดทำและวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแก้ไขเส้นทางการเดินรถให้เหมาะสมโดยยึดหลักที่ว่าพนักงานทุกระดับทำงานให้บริษัทฯ ด้วยกันอย่างมีความสุข จึงขอความกรุณาให้ท่านตอบคำถามตามความเป็นจริง

คำถามมีทั้งหมด16ข้อให้ใส่เครื่องหมายถูกลงในช่องสี่เหลี่ยมในแต่ละคำถามที่เห็นว่าเป็นเส้นทางที่ควรเดินทาง (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

1. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันกับสถานีบริการน้ำมันจันทร์ตัดใหม่
   - ☐ สุขสวัสดิ์ - ทางด่วน - นราธิวาสนครินทร์
   - ☐ สุขสวัสดิ์ - ราษฎร์บูรณะ - เจริญนคร - สาธร - นราธิวาสนครินทร์
   - ☐ สุขสวัสดิ์ - พระเจ้าตากสิน - เจริญนคร - สาธร - นราธิวาสนครินทร์
   - ☐ สุขสวัสดิ์ - ทางด่วน - พระราม 3 - นราธิวาสนครินทร์
   - ☐ สุขสวัสดิ์ - ราษฎร์บูรณะ - พระราม 3 - สาธุประดิษฐ์ - นราธิวาสนครินทร์

2. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันกับสถานีบริการน้ำมันเย็นอากาศ
   - ☐ สุขสวัสดิ์ - ทางด่วน - นราธิวาสนครินทร์ - จันทร์ตัดใหม่ - เย็นอากาศ
   - ☐ สุขสวัสดิ์ - ราษฎร์บูรณะ - เจริญนคร - สาธร - นราธิวาสนครินทร์ - จันทร์ตัดใหม่ - เย็นอากาศ
   - ☐ สุขสวัสดิ์ - แยกรัชดา - เจริญนคร - พระราม 3 - สาธุประดิษฐ์ - นราธิวาสนครินทร์- จันทร์ตัดใหม่ - เย็นอากาศ
   - ☐ สุขสวัสดิ์ - ทางด่วน - พระราม 3 - นราธิวาสนครินทร์ - จันทร์ตัดใหม่ - เย็นอากาศ
   - ☐ สุขสวัสดิ์ - ทางด่วน - พระราม 3 - นราธิวาสนครินทร์ - นางลิ้นจี่ - เย็นอากาศ

รูปที่ 6.6 ตัวอย่างแบบสอบถามสำหรับหาเส้นทางในการเดินทาง

จากแบบสอบถามที่ใช้ถามพนักงานรถและผู้ที่เกี่ยวข้องจำนวน 32 คนนำมาเป็นข้อมูลในการตัดสินใจโดยใช้เส้นทางที่พนักงานและผู้เกี่ยวข้องเลือกมากที่สุดนำมาเป็นเส้นทางที่ใช้ในการเดินทางขนส่งซึ่งสรุปผลได้ดังตารางที่ 6.10

ตารางที่ 6.10 สรุปผลจากแบบสอบถามเส้นทางที่ใช้ในการขนส่งน้ำมัน

สถานี	เส้นทางที่	เส้นทางผ่านจุดตัดตัดถนน	คะแนน	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
จันทร์ตัดใหม่	1	0 – 1 –2 – 20 –21 – 25	32	9.8	21
	2	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 25	9	15.95	31
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 29 - 66 – 25	3	21.60	35
	4	0 – 1 –2 – 20 – 24 – 21 – 25	6	12.9	23
	5	0 – 1 – 3 – 20 – 21 - 25	10	16.4	27
เย็นอากาศ	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 25 – 26	32	11.15	24
	2	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 25 – 26	10	17.30	26
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 3 – 20 – 21 – 22 – 26	9	17.75	38
	4	0 – 1 – 2 – 20 – 24 – 21 – 25 – 26	0	14.25	26
	5	0 – 1 – 2 – 20 – 24 – 21 – 22 - 26	0	14.25	28
นวลจันทร์	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 41 – 71 – 72 – 49 – 54	32	33.55	58
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 44 – 72 – 49 – 54	25	35.02	57
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 70 – 71 – 72 – 49 – 54	3	38.15	68
	4	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 10 – 11 – 12 – 18 – 45 – 44 – 72 – 49 - 54	2	47.44	77
อ่อนนุช	1	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 12 – 18 – 19	32	26.70	53
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 9 – 12 – 17 – 19	10	30.13	57
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 69 – 15 – 18 – 19	20	31.55	59
	4	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 10 – 12 – 18 – 19	25	32.3	55
	5	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 12 – 17 - 19	0	27.75	57
บางบ่อ	1	0 – 1 – 4 – 5 – 7 - 9 – 13 – 14	28	43.95	76
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 9 – 13 – 14	30	49.45	78
	3	0 – 1 – 2 – 20 – 21- 25 – 66 – 67 – 68 – 69 – 15 – 10 – 12 – 9 – 13 – 14	0	53.75	90
	4	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 9 – 13 – 14	10	45.43	80
	5	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 15 – 10 – 7 – 9 – 13 - 14	0	57	98

ตารางที่ 6.10 สรุปผลจากแบบสอบถามเส้นทางที่ใช้ในการขนส่งน้ำมัน (ต่อ)

สถานี	เส้นทางที่	เส้นทางผ่านจุดตัดตัดถนน	คะแนน	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
ลาซาล	1	0 – 1 –4 – 5 – 6 – 8	29	18.98	45
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 9 – 6 – 8	5	19.50	47
	3	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 9 – 6 – 8	20	25.10	49
	4	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 69 – 15 – 10 – 7 – 9 – 6 - 8	3	42.5	72
ปู่เจ้า ฯ	1	0 – 1 – 4	32	6.05	24
	2	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 7 – 5 – 4	11	27.25	48
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 69 – 15 – 10 – 7 – 5 - 4	0	33.80	64
พาณิชย์ธน	1	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 32	28	18.55	39
	2	0 – 1 –2 – 27 – 28 – 61 – 60 – 33 – 32	0	25.40	43
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 30 – 60 – 33 – 32	25	28.75	45
	4	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 32	0	18.95	37
	5	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 60 – 33 – 32	0	25.8	41
ตลิ่งชัน	1	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36 – 35	29	21.40	43
	2	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 60 – 31 – 62 – 64 – 63 – 36 – 35	0	22.60	44
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 34 – 35	0	28.20	51
	4	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36 – 35	15	21.8	41
	5	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 60 – 33 – 34 – 35	0	31.05	47
	6	0 – 1 – 2 – 27 – 30 – 60 – 33 – 34 - 35	22	34	51
ปิ่นเกล้า	1	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36	28	19.70	38
	2	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36	16	20.10	40
	3	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 64 – 63 – 36	0	21.30	44
	4	0 – 1 – 27 – 30 – 60 – 33 – 34 – 35 - 36	20	35	52
พระราม 2	1	0 – 1 – 2 – 27 – 30	32	10.45	22
ลาดหลุมแก้ว	1	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36 – 35 – 34 – 39 – 37 – 38	19	44.95	70
	2	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 34 – 39 – 37 – 38	0	45.80	68
	3	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 64 – 63 – 36 – 35 – 34 – 39 – 37 – 38	0	46.55	69
	4	0 – 1 –3 – 28 – 61 – 60 – 33 – 34 – 39 – 37 – 38	21	48.25	66
	5	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36 – 35 – 34 – 39 – 37– 38	0	43.35	68
	6	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 34 – 39 – 37 – 38	0	45.4	70
	7	0 – 1 – 2 – 27 – 30 – 60 – 33 – 34 – 39 - 38	26	72.5	98

ตารางที่ 6.10 สรุปผลจากแบบสอบถามเส้นทางที่ใช้ในการขนส่งน้ำมัน (ต่อ)

สถานี	เส้นทางที่	เส้นทางผ่านจุดตัดตัดถนน	คะแนน	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
ราม53	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 11 – 44 – 46 – 47	25	25.85	47
	2	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 69 – 44 – 46 – 47	24	28.40	56
	3	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 69 – 70 – 71 – 44 – 46 – 47	10	30.60	60
	4	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 15 – 69 – 44 – 46 – 47	0	26.05	56
	5	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 70 – 69 – 44 – 46 - 47	16	29.25	58
ซอยกลาง	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 42 – 43	26	18	41
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 15 – 69 – 70 – 42 – 43	0	21.60	51
	3	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 29 – 66 – 67 – 68 – 70 – 42 – 43	16	23.05	53
	4	0 – 1 – 3 – 29 – 66 – 67 – 68 – 70 – 42 - 43	25	22.40	49
พุทธมณฑล 5	1	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 62 – 63 – 36 – 35 – 34 – 65	12	37.50	60
	2	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 60 – 65	0	42.20	66
	3	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 60 – 65	0	42.60	64
	4	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 60 – 65	21	37.95	52
	5	0 – 1 – 2 – 27 – 28 – 61 – 60 – 65	26	37.55	54
	6	0 – 1 – 3 – 28 – 61 – 31 – 32 – 33 – 34 – 65	0	38.40	58
	7	0 – 1 – 3 – 30 – 60 - 65	18	45	77
คลองสอง	1	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 41 – 55 – 57 – 59	29	47.50	70
	2	0 – 1 – 4 – 5 – 7 – 10 – 15 – 69 – 44 – 46 – 48 – 53 – 52 – 59	0	68.60	109
	3	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 9 – 12 – 10 – 15 – 18 – 45 – 48 – 51 -52 –59	0	72.05	113
	4	0 – 1 – 4 – 5 – 6 – 9 – 12 – 17 – 16 – 50 – 45 – 48 – 49 – 54 – 57 - 59	0	68.34	106.92
	5	0 – 1 – 2 – 20 – 21 – 22 – 23 – 40 – 41 – 71 – 72 – 49 – 48 – 53 – 52 - 59	21	75	109

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.11 เส้นทางการเดินรถที่มีคะแนนสูงสุดจากแบบสอบถาม

สถานี	เส้นทางที่	เส้นทางเดินรถที่ได้จากแบบสอบถาม	คะแนน	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
จันทร์ตัดใหม่	1	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน - นราธิวาสนครินทร์	32	9.8	21
เย็นอากาศ	1	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – นางลิ้นจี่ - เย็นอากาศ	32	11.15	24
นวลจันทร์	1	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – พระราม 9 – ประดิษฐ์มนูธรรม - นวลจันทร์	32	33.55	58
อ่อนนุช	1	สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – เทพารักษ์ – ศรีนครินทร์ - อ่อนนุช	32	26.70	53
บางบ่อ	2	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – บางนา - บางบ่อ	30	49.45	78
ลาซาล	1	สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – สุขุมวิท 105	29	18.98	45
ปู่เจ้า ฯ	1	สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ	32	6.05	24
พาณิชย์ธน	1	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ - พาณิชย์ธน	28	18.55	39
ตลิ่งชัน	1	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ - บรมราชชนนี	29	21.40	43
ปิ่นเกล้า	1	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ - บรมราชชนนี	28	19.70	38
พระราม 2	1	สุขสวัสดิ์ – พระราม 2	32	10.45	22
ลาดหลุมแก้ว	7	สุขสวัสดิ์ – พระราม 2 – วงแหวน - ลาดหลุมแก้ว	26	72.5	98
ราม53	1	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – ทางด่วนรามอินทรา – รามคำแหง53	25	25.85	47
ซอยกลาง	1	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – สุขุมวิท49	26	18	41
พุทธมณฑล 5	5	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – จรัญฯ – เพชรเกษม – พุทธมณฑลสาย5	26	37.55	54
คลองสอง	1	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – วิภาวดี – พหลโยธิน - คลองสอง	29	47.50	70

จากตารางที่ 6.11 เป็นเส้นทางที่พนักงานขับรถและผู้ที่เกี่ยวข้องได้ให้คะแนนมาซึ่งจะใช้คะแนนมากที่สุดจากแบบสอบถามนำเส้นทางที่ได้มาเปรียบเทียบกับเส้นทางเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่ามีบางสถานีมีเส้นทางเหมือนกันและบางสถานีก็ไม่เหมือนกัน ดังตารางเปรียบเทียบเส้นทางเดินรถในปัจจุบันและเส้นทางเดินรถที่เสนอใหม่ดังตารางที่ 6.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.12 เปรียบเทียบเส้นทางเดินรถในปัจจุบันและที่เสนอใหม่

สถานี	เส้นทางเดินรถในปัจจุบัน	เส้นทางเดินรถที่เสนอใหม่
จันทร์ตัดใหม่ *	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาทร – นราธิวาสนครินทร์	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน - นราธิวาสนครินทร์
เย็นอากาศ *	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาทร – นราธิวาสนครินทร์ – จันทร์ตัดใหม่ - เย็นอากาศ	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – นางลิ้นจี่ - เย็นอากาศ
นวลจันทร์ *	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาทร – พระรามสี่ – สุขุมวิท – เอกมัย – ประดิษฐ์มนูธรรม – นวลจันทร์	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – พระรามฯ – ประดิษฐ์มนูธรรม - นวลจันทร์
อ่อนนุช *	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาทร – พระรามสี่ – สุขุมวิท 77 – อ่อนนุช	สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – เทพารักษ์ – ศรีนครินทร์ – อ่อนนุช
บางบ่อ *	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาทร – พระรามสี่ – สุขุมวิท - บางนา	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – บางนา - บางบ่อ
ลาซาล *	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาทร – พระรามสี่ – สุขุมวิท 105	สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – สุขุมวิท 105
ปู่เจ้าฯ *	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาทร – พระรามสี่ – สุขุมวิท - ปู่เจ้าฯ	สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ
พาณิชย์ธน	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ - พาณิชย์ธน	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ - พาณิชย์ธน
ตลิ่งชัน	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ - บรมราชชนนี	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ - บรมราชชนนี
ปิ่นเกล้า	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ - บรมราชชนนี	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ - บรมราชชนนี
พระราม 2	สุขสวัสดิ์ – พระราม 2	สุขสวัสดิ์ – พระราม 2
ลาดหลุมแก้ว	สุขสวัสดิ์ – พระราม 2 – วงแหวน - ลาดหลุมแก้ว	สุขสวัสดิ์ – พระราม 2 – วงแหวน – ลาดหลุมแก้ว
รามคำแหง 53 *	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – กรุงธน – สาทร – พระรามสี่ – สุขุมวิท – รามคำแหง 53	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – ทางด่วนรามอินทรา – รามคำแหง 53
ซอยกลาง *	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – กรุงธน – สาทร – พระรามสี่ – สุขุมวิท 49	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – สุขุมวิท 49
พุทธมณฑล 5 *	สุขสวัสดิ์ – พระราม 2 – วงแหวน – เพชรเกษม – พุทธมณฑลสาย 5	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – จรัญฯ – เพชรเกษม – พุทธมณฑลสาย 5
คลอง 2 *	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – เจริญ – วงศ์สว่าง – รัชดา – พหลโยธิน - ลำลูกกา	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – วิภาวดี – พหลโยธิน - ลำลูกกา

จากตารางที่ 6.12 สถานีบริการน้ำมันที่มีเครื่องหมาย (*) เป็นสถานีบริการน้ำมันที่มีเส้นทางการเดินรถขนส่งไม่เหมือนกับเส้นทางการเดินรถเดิม ซึ่งมีอยู่ 11 สถานีดังนี้

1. สถานีบริการน้ำมันจันทร์ตัดใหม่
2. สถานีบริการน้ำมันเย็นอากาศ

3. สถานีบริการน้ำมันนวลจันทร์
4. สถานีบริการน้ำมันอ่อนนุช
5. สถานีบริการน้ำมันบางบ่อ
6. สถานีบริการน้ำมันลาซาล
7. สถานีบริการน้ำมันปู่เจ้าสมิงพราย
8. สถานีบริการน้ำมันรามคำแหง 53
9. สถานีบริการน้ำมันสุขุมวิทซอยกลาง
10. สถานีบริการน้ำมันพุทธมณฑลสาย 5
11. สถานีบริการน้ำมันลำลูกกาคลองสอง

6.3 การทดลองและประมวลผล

การทดลองและประมวลผลจะเป็นการทดลองเดินรถขนส่งตามเส้นทางที่เสนอใหม่ 11เส้นทาง 11 สถานีขนส่งเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับเส้นทางเดิม โดยการเดินรถขนส่งครั้งนี้จะทดลองเดินรถขนส่งเส้นทางละ 60 เที่ยว ผลการวิเคราะห์ประกอบด้วยระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางทั้งขาไปและขากลับ ผลที่ได้จากการทดลองสรุปดังตารางที่ 6.13 และ 6.14

ตารางที่ 6.13 ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินรถขนส่งตามเส้นทางใหม่ (ขาไป)

สถานี	ระยะทาง (กิโลเมตร)		เวลา (นาที)	เวลาเดินทางเส้นทางใหม่ (นาที)				ผลต่าง
	เส้นทางเดิม	เส้นทางใหม่	ค่าเฉลี่ยเส้นทางเดิม	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าความถี่สูงสุด	ค่าเฉลี่ย
จันทร์ตัดใหม่	22.5	9.8	45.85	68	25	31.45	32	14.40
เย็นอากาศ	24	11.5	48.28	40	27	33.68	35	14.60
นวลจันทร์	42.5	33.5	85.4	73	53	62.37	61	23.03
อ่อนนุข	55	26.7	101.55	71	51	60.45	61	41.10
บางบ่อ	75	49.45	115.63	101	84	92.63	91	23.00
ลาซาล	42.5	18.98	92.20	80	65	72.78	74	19.42
ปู่เจ้าสมิงพราย	50	6.05	102.32	36	25	32.15	33	70.17
รามคำแหง 53	35	25.85	63.80	61	40	50.65	50	13.15
ซอยกลาง	25	18	53.60	58	45	51.12	51	2.48
พุทธมณฑล 5	45	37.55	87.50	91	77	85.32	86	2.18
คลองสอง	57.5	47.50	105.50	107	91	98.73	99	6.75

ตารางที่ 6.14 ระยะทางและเวลาที่ใช้เดินรถขนส่งตามเส้นทางใหม่ (ขากลับ)

สถานี	ระยะทาง (กิโลเมตร)		เวลา (นาที)	เวลาเดินทางเส้นทางใหม่ (นาที)				ผลต่าง
	เส้นทางเดิม	เส้นทางใหม่	ค่าเฉลี่ยเส้นทางเดิม	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าความถี่สูงสุด	ค่าเฉลี่ย
จันทร์ตัดใหม่	22.5	9.8	40.40	30	21	25.68	26	14.72
เย็นอากาศ	24	11.5	41.20	30	22	27.77	27	13.43
นวลจันทร์	42.5	33.5	69.32	65	51	58.57	58	10.75
อ่อนนุช	55	26.7	79.60	60	49	55.33	55	24.27
บางบ่อ	75	49.45	82.72	79	63	71.42	71	11.30
ลาซาล	42.5	18.98	61.10	60	44	51.87	52	9.23
ปู่เจ้าสมิงพราย	50	6.05	70.90	35	23	29.22	29	41.68
รามคำแหง 53	35	25.85	48.20	48	35	41.77	41	6.43
ซอยกลาง	25	18	40.20	47	32	38.78	39	1.42
พุทธมณฑล 5	45	37.55	66.20	71	59	65.92	65	0.28
คลองสอง	47.5	47.50	86.80	89	79	84.28	84	2.52

* หมายเหตุ เก็บจากข้อมูลจากจำนวนรถ 60 เที่ยว

ตารางที่ 6.13 เป็นข้อมูลของระยะทางและเวลาการเดินทางตามเส้นทางที่เสนอใหม่ขาไป และตารางที่ 6.14 เป็นข้อมูลของระยะทางและเวลาการเดินทางตามเส้นทางที่เสนอใหม่ขากลับ ซึ่งจะเก็บข้อมูลจากจำนวนรถเที่ยวขนส่ง 60 เที่ยวของแต่ละสถานี ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการขนส่งที่เก็บมาจะมีค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความถี่สูงสุด และจากตารางดังกล่าวข้างต้นมีบางเส้นทาง คือ สถานีซอยกลาง, สถานีพุทธมณฑล และสถานีคลองสอง เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางเดิมแล้วมีผลต่างเวลาการเดินทางทั้งขาไปและขากลับไม่ต่างกันเท่าไร คือ เส้นทางใหม่ใช้เวลาน้อยกว่าเส้นทางเดิมไม่เกิน 10 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่น้อยมากเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่ม เช่น ค่าทางด่วน, ค่าโป๊ะข้ามแพที่เสียไปในแต่ละเที่ยวขนส่ง ดังนั้นเมื่อพิจารณาแล้วเห็นควรว่าเส้นทางการเดินรถของสถานีบริการน้ำมันซอยกลาง สถานีพุทธมณฑล 5 และสถานีคลองสอง ควรจะกลับมาใช้เส้นทางการเดินรถเดิม และผลสรุปจากการทดลองเดินทางข้างต้นจะสามารถจัดทำเป็นเส้นทางการเดินรถของบริษัทฯ เพื่อใช้ควบคุมพนักงานขับรถไม่ให้เดินทางออกนอกเส้นทางที่กำหนด เพื่อรักษาเวลาให้ได้มาตรฐาน

ตารางที่ 6.15 ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการขนส่งไปยังสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ (หลังการปรับปรุง)

เลขที่	สถานีบริการน้ำมัน	เส้นทางเดินรถที่กำหนดใช้เดินรถ	ระยะทางไป-กลับ (กิโลเมตร)	เวลาเดินทางขาไปเฉลี่ย (นาที)	เวลาเดินทางขากลับเฉลี่ย (นาที)
1	จันทร์ตัดใหม่	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – นราธิวาสนครินทร์ – จันทร์ตัดใหม่	20	31.45	25.68
2	เย็นอากาศ	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – นางลิ้นจี่ – เย็นอากาศ	23	33.68	27.77
3	นวลจันทร์	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – พระราม 9 – ประดิษฐ์ - มนูธรรม – นวลจันทร์	67	62.37	58.57
4	อ่อนนุช	สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – เทพารักษ์ – ศรีนครินทร์ - อ่อนนุช	55	60.45	55.33
5	บางบ่อ	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – บางนา – บางบ่อ	100	92.63	71.42
6	ลาซาล	สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – สุขุมวิท 105	38	72.78	51.87
7	ปู่เจ้าสมิงพราย	สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ	14	32.15	29.22
8	พาณิชย์ธน	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ – พาณิชย์ธน	38	48.62	40.43
9	ตลิ่งชัน	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ – บรมราชชนนี	52	57.40	43.62
10	ปิ่นเกล้า	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ – บรมราชชนนี	50	56.70	37.70
11	พระราม 2	สุขสวัสดิ์ – พระราม 2	35	38.20	28.40
12	ลาดหลุมแก้ว	สุขสวัสดิ์ – พระราม 2 – วงแหวน – ลาดหลุมแก้ว	145	102.53	77.70
13	รามคำแหง 53	สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – ทางด่วนรามอินทรา – รามคำแหง 53	52	50.65	41.77
14	ซอยกลาง	สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – กรุงธน – สาทร – พระราม 4 – สุขุมวิท 49	50	53.60	40.20
15	พุทธมณฑล 5	สุขสวัสดิ์ – พระราม 2 – วงแหวน – เพชรเกษม – พุทธมณฑล 5	90	87.50	66.20
16	คลองสอง	สุขสวัสดิ์ – ตากสิน – รัชดา – จรัญฯ – วงศ์สว่าง – รัชดา – พหลโยธิน - คลองสอง	115	105.45	86.80
		รวม	944	986.17	782.67

จากตารางที่ 6.15 เป็นระยะทางและเวลาในการขนส่งน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ ตามเส้นทางที่เสนอใหม่ โดยมีระยะทางไป-กลับรวม 944 กิโลเมตร เวลาเดินทางขาไปเฉลี่ยรวม 986.17 นาที เวลาเดินทางขากลับเฉลี่ยรวม 782.67 นาที

ตารางที่ 6.16 ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการขนส่งตามเส้นทางเดิมเปรียบเทียบกับเส้นทางใหม่

	เส้นทางเดิม	เส้นทางใหม่	ผลต่าง	%
ระยะทางรวม(กิโลเมตร)	1268	944	324	25.55
เวลาเดินทางขาไปเฉลี่ยรวม(นาที)	1205.48	986.17	219.31	18.19
เวลาเดินทางขากลับเฉลี่ยรวม(นาที)	914.48	782.67	131.81	14.41

ตาราง 6.16 จะเห็นว่าเส้นทางเดินรถขนส่งใหม่มีระยะทางรวม 944 กิโลเมตร จากเดิม 1268 กิโลเมตร ลดลง 324 กิโลเมตร คิดเป็น 25.5% และเวลาการเดินรถขนส่งตามเส้นทางใหม่ขาไปเฉลี่ยรวม 986.17 นาที จากเดิม 1205.48 นาที คิดเป็น 18.19% และเวลาการเดินรถขนส่งตามเส้นทางใหม่ขากลับเฉลี่ยรวม 782.67 นาที จากเดิม 914.48 นาที คิดเป็น 14.41%

6.4 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

ปัญหาและอุปสรรคในการปรับปรุงการทำงานในการใเส้นทางที่เสนอแนะมีดังต่อไปนี้

(1) มีพนักงานขับรถบางคนไม่รู้จักเส้นทางเดินรถใหม่จึงเดินทางผิดทำให้ระยะแรกจะต้องฝึกอบรมในเรื่องการใช้เส้นทางใหม่

(2) เส้นทางบางเส้นทางต้องเจอกับด่านตรวจซึ่งทำให้เสียเวลาในการเดินทาง

(3) มีรถบรรทุกน้ำมันไม่พร้อมใช้งานแต่นำรถบรรทุกไปวิ่งทำให้เกิดอุบัติเหตุในการเดินทาง ดังนั้นควรจะมีระบบตรวจสอบสภาพรถบรรทุกก่อนนำมาใช้งาน (Preventive Maintenance)

บทที่ 7

การตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน

ในการศึกษากระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมันเพื่อการปรับปรุงกระบวนการตรวจรับน้ำมันให้มีประสิทธิภาพยิ่ง ๆ ขึ้น โดยมีรายละเอียดขั้นตอนของการศึกษาวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจรับน้ำมันดังต่อไปนี้

(1) การเก็บข้อมูลวิธีการทำงาน
(2) การวิเคราะห์วิธีการทำงาน
(3) การปรับปรุงวิธีการทำงาน
(4) การเปรียบเทียบวัดผลวิธีการทำงาน

7.1 การเก็บข้อมูลวิธีการทำงาน

เพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมันและง่ายต่อการศึกษาวิเคราะห์วิธีการทำงาน เพื่อจะนำไปเป็นข้อมูลในการตัดสินใจปรับปรุงกระบวนการตรวจรับน้ำมัน การจัดและนำเสนอข้อมูลการตรวจรับน้ำมันให้แสดงความหมายอย่างชัดเจนมีดังต่อไปนี้

(1) แผนภูมิกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน
(2) แผนภูมิกิจกรรมทวีคูณ
(3) การกำหนดวัฏจักรในการจับเวลาของกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน

7.1.1 แผนภูมิกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน

กระบวนการตรวจรับน้ำมันรายละเอียดขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

(1) การตรวจวัดระดับน้ำมันในหลุม เป็นการตรวจสอบวัดระดับน้ำมันในหลุม

โดยเจ้าหน้าที่ของสถานีน้ำมันปลายทางจะทำการเปิดฝาหลุมน้ำมันและนำไปวัดระดับน้ำมันว่าสามารถเติมได้เท่าไร

(2) การตรวจตราผนึกทุกตัวที่รถบรรทุก ในขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบเอกสารที่มากับรถบรรทุก เช่น ทะเบียนชื่อลูกค้า สถานที่นำส่ง ชนิดและปริมาณของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะตราผนึกทุกตัวที่ติดอยู่ที่รถบรรทุกให้อยู่ในสภาพที่เรียบร้อย ไม่มีรอยต่อหรือชำรุด และมีหมายเลขตรงกับเอกสารที่ระบุมาหรือไม่

(3) ตรวจระดับน้ำมันที่แป้น ตรวจระดับน้ำมันที่แป้นโดยใช้ไม้วัดระยะจากปากถังถึงหลังแป้นเปรียบเทียบดูกับตัวเลขที่ระบุไว้ข้างรถ ซึ่งจัดทำโดยหน่วยตรวจสอบปริมาณน้ำมันของบริษัท (น้ำมันควรแตะแป้น)

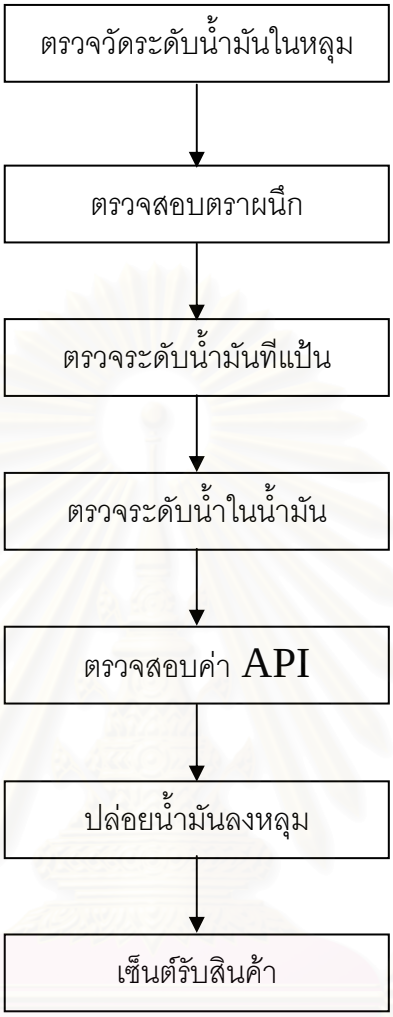
(4) ตรวจสอบวัดน้ำในน้ำมัน ในขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบคุณภาพโดยปกติแล้วน้ำจะหนักกว่าน้ำมัน ฉะนั้นน้ำจะอยู่ด้านก้นของตัวน้ำมัน ในการตรวจสอบจะใช้ไม้วัดระยะทาน้ำยาวัดน้ำที่บริเวณปลายไม้แล้วนำไปจุ่มลงในน้ำมัน ถ้ามีสีแดงแสดงว่ามีน้ำมันปนอยู่

(5) ตรวจสอบค่า API ตักน้ำมันจากด้านบนของรถน้ำมันทุกช่องนำไปตรวจสอบคุณภาพน้ำมันให้ตรงกับที่ระบุไว้ในเอกสาร

(6) ปล่อยน้ำมันลงหลุม ถ้าตรวจสอบทุกอย่างผ่านแล้วก็ทำให้พนักงานขับรถเตรียมตัวลงน้ำมัน โดยพนักงานขับรถจะนำป้ายสี (ดีเซล – สีน้ำมัน, เบนซิน 91 – สีแดง , เบนซิน 95 – สีเหลือง) มาแขวนไว้ที่วาล์วน้ำมันแต่ละวาล์วก่อนเสมอ เพื่อป้องกันการเปิดวาล์วแต่ละชนิดไม่ให้ผิดพลาด ซึ่งแต่ละหลุมก็จะมีสีแบบเดียวกันชัดเจน จากนั้นพนักงานขับรถต่อท่อลงน้ำมันจากแต่ละวาล์วของแต่ละช่องของถังบนรถน้ำมันให้ตรงกับแต่ละหลุมจากนั้นจึงเปิดวาล์วให้น้ำมันไหลลงหลุมทีละช่องจนครบ

(7) ลงชื่อรับสินค้า ลูกค้าจะลงชื่อรับสินค้าในใบ Invoice พร้อมทั้งกรอกข้อมูลเวลา, ปริมาณน้ำมันทีละหลุมลงในใบควบคุมการขนส่ง

จากกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีน้ำมันปลายทางดังกล่าวข้างต้นสามารถแสดงให้เห็นลักษณะการทำงานได้อย่างชัดเจน ดังแผนภูมิกระบวนการตรวจรับน้ำมันดังรูปที่ 7.1 และ 7.2



รูปที่ 7.1 แผนภูมิกระบวนการรับน้ำมัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิการไหลของกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน	
CHART NO. _____	SHEET NO. _____ OF _____

งาน	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	ปรับปรุงแล้ว	ผลต่าง
กระบวนการตรวจรับน้ำมัน	○	6		
สถานที่	⇨	5		
สถานีบริการน้ำมันในเขตปริมณฑล	D			
ผู้บันทึก _____	□	4		
วันที่ ___ / ___ / ___ เวลา _____ น.	▽			
ผู้อนุมัติ _____	ระยะทาง (เมตร)			
วันที่ ___ / ___ / ___ เวลา _____ น.	เวลา (นาที)	77.12		

รายละเอียด	จำนวน (หน่วย)	ระยะทาง (m.)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
เดินไปที่หลุมน้ำมัน									
เปิดฝาหลุมน้ำมันและวัดน้ำมันในหลุม			5.76						
เดินไปที่รถน้ำมัน									
ตรวจสอบเอกสารตรงกับตราผนึก			3.62						
ปีนขึ้นรถ									
ตรวจสอบระดับน้ำมันที่แป้น			5.38						
ตรวจสอบน้ำในน้ำมัน			13.14						
ตักน้ำมันในถัง			3.94						
เดินลงจากรถบรรทุก									
ตรวจสอบค่า API			16.12						
นำท่อต่อเข้าระหว่างรถบรรทุกกับหลุม			3.84						
เปิดวาล์วปล่อยน้ำมันออกจากรถ			17.22						
ปิดวาล์วเก็บท่อเข้ารถบรรทุก			4.82						
นำเอกสารไปให้ลูกค้า									
ลูกค้าเซ็นรับเอกสารและลงเวลา			3.28						

รูปที่ 7.2 แผนภูมิกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน

รูปที่ 7.1 และ7.2 แสดงแผนภูมิกระบวนการตรวจรับน้ำมันประเภทคน ซึ่งบันทึกตั้งแต่เจ้าหน้าที่ของสถานีบริการน้ำมันเดินจากไปที่หลุมลงน้ำมันวัดระดับน้ำมันไปจนถึงเจ้าหน้าที่บริการน้ำมันเซ็นต์รับสินค้าใช้เวลาทั้งสิ้น 77.12 นาที

7.1.2 แผนภูมิกิจกรรมทวีคูณ

แผนภูมิกิจกรรมทวีคูณเป็นแผนภูมิกระบวนการผลิตของกลุ่มซึ่งมีสเกลเวลาแสดงเปรียบเทียบเวลาทำงานของแต่ละคนมากกว่าสองกระบวนการโดยบันทึกรวมกันอยู่ในแผนภูมิเดียวกัน

รูปที่ 7.3 แสดงแผนภูมิกิจกรรมทวีคูณของกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมันเพื่อให้ได้คุณภาพตามมาตราฐานของกระทรวงพาณิชย์กำหนด โดยมีพนักงานขับรถเจ้าหน้าที่สถานีบริการน้ำมันและผู้ตรวจสอบคุณภาพต่าง ๆ ซึ่งจะใช้เวลาทั้งสิ้น 77.12 นาที

7.1.3 การกำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะจับเวลา

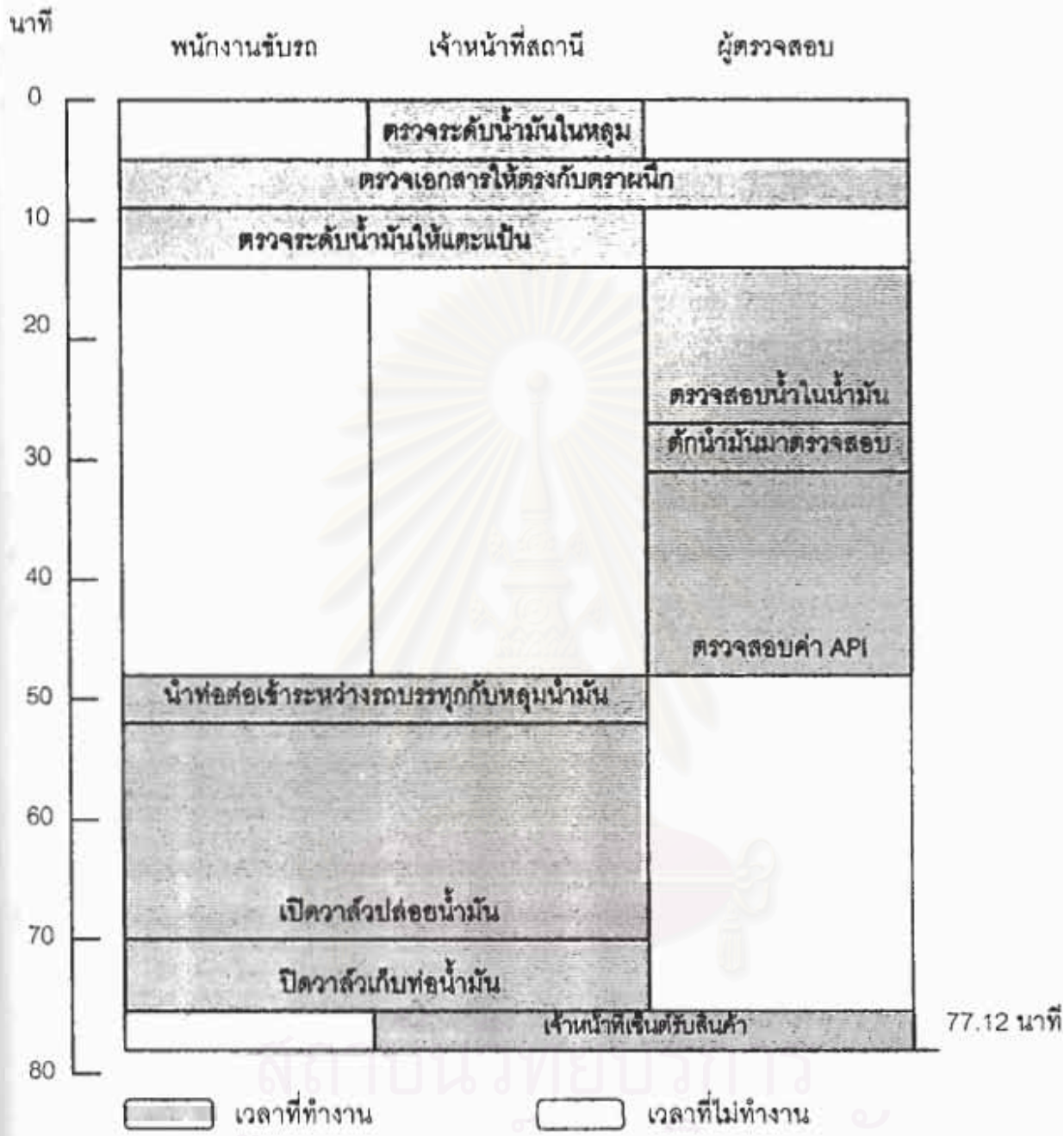
การกำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะบันทึกเวลาก็คือการหาขนาดตัวอย่างในการบันทึกเวลาของขั้นตอนย่อยของกระบวนการตรวจรับน้ำมัน โดยทั่วไปเมื่อเราบันทึกเวลาเราจะพบว่าโอกาสที่จะบันทึกเวลาให้สามารถจับเวลาของงานย่อยแต่ละงานให้มีค่าเวลาเดียวกันในทุก ๆ วัฏจักรของงานที่จับได้เป็นเรื่องที่ยาก เนื่องจากความผิดพลาดในการจับเวลาหรือความไม่สม่ำเสมอในการทำงานของพนักงานหรือเพราะมีความผันแปรด้านอื่น ๆ ของงาน ดังนั้นจึงต้องเก็บข้อมูลหลาย ๆ รอบหรือหลาย ๆ วัฏจักร จากนั้นจะเลือกใช้เวลาที่เป็นตัวแทนเวลาของย่อยแต่ละงาน โดยเลือกใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าเวลาที่ใช้งาน

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{n} \quad \text{.....7.1}$$

X = ค่าเวลาที่อ่านได้

n = จำนวนวัฏจักรที่จับเวลาได้ในการเก็บข้อมูลเบื้องต้น

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของเวลาที่จับได้



รูปที่ 7.3 แผนภูมิกิจกรรมทวีคูณของการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน

การกำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะบันทึกเวลาในกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์ ณ ระดับความเชื่อมั่น 95% และค่าความคลาดเคลื่อน 5% หาได้จากสมการดังนี้

$$N = \left(\frac{40\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad \text{.....7.2}$$

เมื่อ N = จำนวนครั้งของการบันทึก

X = ข้อมูลเวลาในการบันทึก

ตัวอย่างการกำหนดหาจำนวนตัวอย่างหรือวัฏจักรที่ต้องการจับเวลา จะเริ่มต้นโดยการเก็บข้อมูลเวลา 50 วัฏจักร ข้อมูลเวลาในตารางที่ 7.1 ซึ่งสามารถคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่ต้องการโดยเกณฑ์ระดับความเชื่อมั่น 95% และระดับความผิดพลาดไม่เกิน $\pm$ 5% จะคำนวณตามสมการที่ 7.2 ได้ดังนี้

(1) การตรวจวัดระดับน้ำมันในหลุม

$$N = \left(40\sqrt{50 \times 1708 - (288)^2} / 288 \right)^2$$

$$= 47.37 \text{ ตัวอย่าง}$$

แสดงว่าจำนวนตัวอย่างที่บันทึกข้อมูลเวลามาแล้วน้อยกว่าข้อมูลเวลาที่เก็บเดิมคือ 50 วัฏจักรจึงเพียงพอตามเงื่อนไขความเชื่อมั่น 95 % และความผิดพลาดไม่เกิน 5%

(2) การตรวจเอกสารให้ตรงกับตราผนึก

$$N = \left(40\sqrt{50 \times 673 - (181)^2} / 181 \right)^2$$

$$= 43.41 \text{ ตัวอย่าง}$$

แสดงว่าจำนวนตัวอย่างที่บันทึกข้อมูลเวลามาแล้วน้อยกว่าข้อมูลเวลาที่เก็บเดิมคือ 50 วัฏจักรจึงเพียงพอตามเงื่อนไขความเชื่อมั่น 95 % และความผิดพลาดไม่เกิน 5%

(3) การตรวจระดับน้ำมันให้แตะแป้น

$$N = \left(40\sqrt{50 \times 1491 - (269)^2} / 269 \right)^2$$

$$= 48.40 \text{ ตัวอย่าง}$$

แสดงว่าจำนวนตัวอย่างที่บันทึกข้อมูลเวลามาแล้วน้อยกว่าข้อมูลเวลาที่เก็บเดิมคือ 50 วัฏจักรจึงเพียงพอตามเงื่อนไขความเชื่อมั่น 95 % และความผิดพลาดไม่เกิน 5%

(4) การตรวจสอบน้ำในน้ำมัน

$$N = (40\sqrt{50 \times 8773 - (657)^2} / 657)^2$$

$$= 25.95 \text{ ตัวอย่าง}$$

แสดงว่าจำนวนตัวอย่างที่บันทึกข้อมูลเวลามาแล้วน้อยกว่าข้อมูลเวลาที่เก็บเดิมคือ 50 วัฏจักรจึงเพียงพอตามเงื่อนไขความเชื่อมั่น 95 % และความผิดพลาดไม่เกิน 5%

(5.1) ตักน้ำมันตัวอย่างออกจากรถบรรทุก

$$N = (40\sqrt{50 \times 797 - (197)^2} / 197)^2$$

$$= 42.91 \text{ ตัวอย่าง}$$

แสดงว่าจำนวนตัวอย่างที่บันทึกข้อมูลเวลามาแล้วน้อยกว่าข้อมูลเวลาที่เก็บเดิมคือ 50 วัฏจักรจึงเพียงพอตามเงื่อนไขความเชื่อมั่น 95 % และความผิดพลาดไม่เกิน 5%

(5.2) การตรวจสอบค่า API

$$N = (40\sqrt{50 \times 13174 - (806)^2} / 806)^2$$

$$= 22.32 \text{ ตัวอย่าง}$$

แสดงว่าจำนวนตัวอย่างที่บันทึกข้อมูลเวลามาแล้วน้อยกว่าข้อมูลเวลาที่เก็บเดิมคือ 50 วัฏจักรจึงเพียงพอตามเงื่อนไขความเชื่อมั่น 95 % และความผิดพลาดไม่เกิน 5%

(6.1) นำท่อต่อเข้าระหว่างรถบรรทุกกับหลุม

$$N = (40\sqrt{50 \times 760 - (192)^2} / 762)^2$$

$$= 49.30 \text{ ตัวอย่าง}$$

แสดงว่าจำนวนตัวอย่างที่บันทึกข้อมูลเวลามาแล้วน้อยกว่าข้อมูลเวลาที่เก็บเดิมคือ 50 วัฏจักรจึงเพียงพอตามเงื่อนไขความเชื่อมั่น 95 % และความผิดพลาดไม่เกิน 5%

(6.2) เปิดวาล์วปล่อยน้ำมันออกจากรถบรรทุก

$$N = (40\sqrt{50 \times 15057 - (861)^2} / 861)^2$$

$$= 24.88 \text{ ตัวอย่าง}$$

แสดงว่าจำนวนตัวอย่างที่บันทึกข้อมูลเวลามาแล้วน้อยกว่าข้อมูลเวลาที่เก็บเดิมคือ 50 วัฏจักรจึงเพียงพอตามเงื่อนไขความเชื่อมั่น 95 % และความผิดพลาดไม่เกิน 5%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(6.3) ปิดวาล์วเก็บท่อเข้ารถบรรทุก

$$N = \left(40\sqrt{50 \times 1195 - (241)^2} / 241 \right)^2$$

$$= 45.97 \text{ ตัวอย่าง}$$

แสดงว่าจำนวนตัวอย่างที่บันทึกข้อมูลเวลามาแล้วน้อยกว่าข้อมูลเวลาที่เก็บเดิมคือ 50 วัฏจักรจึงเพียงพอตามเงื่อนไขความเชื่อมั่น 95 % และความผิดพลาดไม่เกิน 5%

(7) เจ้าหน้าที่เซ็นต์รับสินค้า

$$N = \left(40\sqrt{50 \times 554 - (164)^2} / 164 \right)^2$$

$$= 47.82 \text{ ตัวอย่าง}$$

แสดงว่าจำนวนตัวอย่างที่บันทึกข้อมูลเวลามาแล้วน้อยกว่าข้อมูลเวลาที่เก็บเดิมคือ 50 วัฏจักรจึงเพียงพอตามเงื่อนไขความเชื่อมั่น 95 % และความผิดพลาดไม่เกิน 5%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.1 ตารางบันทึกเวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอน

ลำดับที่	ขั้นตอนการทำงาน	เวลาการทำงานที่บันทึกได้ (นาที)										$\sum X$	$\sum X^2$	$\bar{X}$
1	การตรวจวัดระดับน้ำมันในหลุม	6	5	7	5	6	4	5	6	6	6	288	1708	5.76
		7	8	7	5	6	5	6	6	5	5			
		6	6	6	5	5	5	7	6	5	6			
		7	6	6	6	6	7	5	7	5	6			
		9	5	5	5	5	5	6	5	6	3			
2	ตรวจเอกสารให้ตรงกับตราผนึก	3	4	3	4	3	4	4	5	4	4	181	673	3.62
		4	3	4	3	4	5	4	4	3	3			
		3	4	3	4	3	2	3	3	3	4			
		4	4	4	3	3	4	4	3	4	3			
		4	3	4	4	4	3	4	4	4	4			
3	ตรวจระดับน้ำมันให้แตะแป้น	5	5	6	7	5	5	5	8	5	5	269	1491	5.38
		5	7	6	6	7	5	3	5	5	4			
		6	5	4	5	5	6	7	5	5	5			
		5	3	6	5	5	5	6	5	5	6			
		6	6	7	5	5	5	6	5	6	5			
4	ตรวจสอบน้ำในน้ำมัน	15	13	12	13	12	13	11	14	13	12	657	8773	13.14
		13	10	13	13	11	13	15	12	15	13			
		10	14	15	11	13	13	17	13	13	15			
		10	12	13	15	15	12	12	12	11	15			
		15	12	15	17	12	12	15	16	13	13			
5.1	ตักน้ำมันตัวอย่างออกจากรถบรรทุก	4	4	5	4	4	4	4	3	5	4	197	797	3.94
		3	3	3	4	3	4	4	5	4	4			
		4	4	4	3	4	4	5	5	3	4			
		4	3	4	4	4	3	4	4	4	4			
		4	3	4	4	3	4	6	4	5	4			
5.2	ตรวจสอบค่า API	12	11	13	17	18	16	14	19	18	20	806	13174	16.12
		16	14	15	16	19	18	16	15	21	16			
		13	15	20	16	15	15	16	16	15	15			
		16	16	16	16	15	16	16	16	18	17			
		17	16	18	17	15	18	16	15	17	15			

ตารางที่ 7.1 ตารางบันทึกเวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอน (ต่อ)

ลำดับที่	ขั้นตอนการทำงาน	เวลาการทำงานที่บันทึกได้ (นาที)										$\sum X$	$\sum X^2$	X
6.1	นำท่อต่อเข้าระหว่างรถกับหลุม	3	3	4	4	4	3	5	3	5	3	192	760	3.84
		4	4	5	4	4	4	3	4	4	4			
		3	3	4	4	4	4	3	3	4	4			
		5	5	4	4	4	4	3	3	5	3			
		4	3	5	3	4	5	4	4	4	3			
6.2	เปิดวาล์วปล่อยน้ำมันออกจากรถ	14	15	17	17	21	17	17	18	17	20	861	15057	17.22
		18	20	19	17	17	18	17	19	14	21			
		21	14	13	14	17	18	17	13	14	15			
		20	17	20	17	17	15	17	17	16	21			
		21	17	20	17	16	17	17	17	18	15			
6.3	ปิดวาล์วเก็บท่อเข้ารถบรรทุก	5	4	6	4	5	6	5	5	4	5	241	1195	4.82
		5	6	5	4	5	3	4	6	5	5			
		4	6	6	4	6	5	5	5	5	4			
		5	5	5	6	5	4	4	5	4	5			
		5	5	3	5	3	4	4	5	6	6			
7	เจ้าหน้าที่เซ็นรับสินค้า	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	164	554	3.28
		3	3	4	4	2	3	4	3	2	4			
		4	4	5	3	3	3	3	3	3	4			
		3	3	4	4	3	3	3	3	3	3			
		3	4	4	3	4	3	4	3	3	3			
	รวม													77.12

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2 การวิเคราะห์วิธีการทำงาน

จากข้อมูลของกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน และได้นำเสนอรูปแบบต่าง ๆ ให้เห็นชัดเจนที่ได้ผ่านมาในข้อ 7.1 แล้วนั้น ก็จะสามารถนำมาทำการวิเคราะห์กระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมันเพื่อหาข้อเท็จจริงในสภาพปัจจุบันของกระบวนการตรวจรับในด้านต่าง ๆ ว่ามีข้อเสียและข้อบกพร่องในกระบวนการตรวจรับน้ำมันอย่างไร

จากรูปที่ 7.3 จะเห็นว่ามีกลุ่มคนทำงานอยู่ทั้งสิ้น 3 คนคือ พนักงานขับรถ เจ้าหน้าที่สถานี และผู้ตรวจสอบ ซึ่งกลุ่มคนเหล่านี้จะทำหน้าที่ตรวจรับน้ำมันที่สถานีน้ำมันปลายทางใช้เวลาในการปฏิบัติโดยเฉลี่ย 77.12 นาที โดยมีเวลาทำงานและว่างงานของแต่ละคนดังตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7.2 เวลาทำงานและว่างงานของแต่ละคน

กลุ่มคนปฏิบัติงาน	เวลาทำงาน		เวลาว่างงาน	
	นาที	เปอร์เซ็นต์	นาที	เปอร์เซ็นต์
พนักงานขับรถ	35.42	45.92%	41.70	54.08%
เจ้าหน้าที่สถานี	44.76	58.03%	32.36	41.97%
ผู้ตรวจสอบ	42.8	55.41%	34.32	44.51%

จากตารางที่ 7.2 จะเห็นว่าพนักงานขับรถ เจ้าหน้าที่ และผู้ตรวจสอบมีเวลาว่างงานคิดเป็นร้อยละ 54.08% 41.97% และ 44.51% ของทุก ๆ รอบการทำงานตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าเวลาว่างงานของแต่ละคนมีเปอร์เซ็นต์ที่สูงมาก ดังนั้นสิ่งที่ต้องทำก็คือการวิเคราะห์หาข้อเท็จจริงของกระบวนการตรวจรับน้ำมันเพื่อนำไปเป็นข้อมูลสำหรับการเสนอแนะการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการตรวจรับน้ำมัน โดยใช้ เทคนิคการตั้งคำถามเพื่อช่วยให้สามารถกำหนดหาแนวทางในการปรับปรุงวิธีการทำงาน เทคนิคการตั้งคำถามนี้เรียกโดยย่อว่า “ 6W – 1H” จะใช้กระบวนการตั้งคำถามตรวจสอบข้อมูลวิธีการที่บันทึกมาโดยมีการตรวจสอบความเหมาะสมของงานดังรูปที่ 7.4 – 7.12

สัญลักษณ์	**กิจกรรม**	
◯	การตรวจวัดระดับน้ำมันในหลุม	
ทำเพื่ออะไร	**ทำไมต้องทำ**	**มีอย่างอื่นทำไหม**
ตรวจวัดระดับน้ำมันในหลุมน้ำมัน	ต้องวัดระดับน้ำมันก่อนจึงลงน้ำมันในหลุมได้	ไม่มี
ใครทำ	**ทำไมต้องเป็นอย่างนั้น**	**คนอื่นทำได้ไหม**
เจ้าหน้าที่สถานีบริการ	เป็นเจ้าของพื้นที่นั้น	ไม่ได้
ทำที่ไหน	**ทำไมต้องทำที่นั่น**	**ทำที่อื่นได้ไหม**
หลุมน้ำมัน	มีช่องสำหรับวัดน้ำมันที่เดียว	ไม่ได้
ทำเมื่อไร	**ทำไมต้องทำเวลานั้น/ขั้นตอนนั้น**	**ทำเวลา/ขั้นตอนอื่นได้ไหม**
เมื่อลูกค้านำรถน้ำมันมาถึง	เพราะเป็นขั้นตอนแรก	ได้ ก่อนรถน้ำมันมาถึง
ทำอย่างไร	**ทำไมต้องทำอย่างนั้น**	**ทำวิธีอื่นได้ไหม**
เปิดฝาหลุมน้ำมัน นำไม้วัดน้ำมันวัดระดับน้ำมัน	ถ้าไม่ทำจะไม่สามารถรู้ได้ว่าน้ำมันในหลุมเหลือเท่าไร	ได้ แต่เครื่องวัดระดับน้ำมันราคาแพงไม่คุมต่อการลงทุน

รูปที่ 7.4 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานการตรวจวัดระดับน้ำมัน
เพื่อวิเคราะห์กำหนดแนวทางการปรับปรุงการทำงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์	**กิจกรรม**	
□	การตรวจสอบเอกสารให้ตรงกับตราผนึก	
ทำเพื่ออะไร	**ทำไมต้องทำ**	**มีอย่างอื่นทำไหม**
ตรวจสอบเอกสารให้ตรงกับตราผนึก	ป้องกันน้ำมันหายระหว่างการขนส่ง	ไม่มี
ใครทำ	**ทำไมต้องเป็นอย่างนั้น**	**คนอื่นทำได้ไหม**
เจ้าหน้าที่สถานีบริการ พนักงานขับรถ และผู้ตรวจสอบคุณภาพ	เพื่อควบคุมไม่ให้น้ำมันสูญหายระหว่างการขนส่ง	ไม่ได้
ทำที่ไหน	**ทำไมต้องทำที่นั่น**	**ทำที่อื่นได้ไหม**
บริเวณรถบรรทุก	เพราะว่าตราผนึกติดกับรถบรรทุก	ไม่ได้
ทำเมื่อไร	**ทำไมต้องทำเวลานั้น/ขั้นตอนนั้น**	**ทำเวลา/ขั้นตอนอื่นได้ไหม**
เมื่อตรวจวัดระดับน้ำมันเสร็จแล้ว	เพราะเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ต่อจากขั้นตอนแรก	ได้ ถ้าเจ้าหน้าที่วัดระดับน้ำมันก่อนรถบรรทุกมาถึง
ทำอย่างไร	**ทำไมต้องทำอย่างนั้น**	**ทำวิธีอื่นได้ไหม**
เดินตรวจตาผนึกรอบ ๆ ตัวรถโดยหมายเลขในเอกสารต้องตรงกับตราผนึก	ป้องกันน้ำมันสูญหายในระหว่างการขนส่ง	ไม่ได้

รูปที่ 7.5 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานการตรวจสอบตราผนึก
เพื่อวิเคราะห์กำหนดแนวทางการปรับปรุงการทำงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์	**กิจกรรม**	
□	ตรวจระดับน้ำมันในรถบรรทุก	
ทำเพื่ออะไร	**ทำไมต้องทำ**	**มีอย่างอื่นทำไหม**
ตรวจสอบปริมาณน้ำมัน	จะได้รู้ปริมาณของน้ำมันที่ส่งมาตรงกับเอกสารหรือไม่	ไม่มี
ใครทำ	**ทำไมต้องเป็นอย่างนั้น**	**คนอื่นทำได้ไหม**
เจ้าหน้าที่สถานีบริการ พนักงานขับรถ	เพราะ พนักงานขับรถเป็นผู้ขนส่ง แต่เจ้าที่หน้าที่เป็นผูรับสิค้า	ไม่ได้
ทำที่ไหน	**ทำไมต้องทำที่นั่น**	**ทำที่อื่นได้ไหม**
บริเวณบนรถบรรทุก	เพราะมีช่องอยู่บนรถบรรทุก	ไม่ได้
ทำเมื่อไร	**ทำไมต้องทำเวลานั้น/ขั้นตอนนั้น**	**ทำเวลา/ขั้นตอนอื่นได้ไหม**
เมื่อตรวจตราผนึกเสร็จแล้ว	เพราะเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ต่อเนื่องกัน	ได้ แต่ต้องหลังจากตรวจสอบตราผนึกแล้ว
ทำอย่างไร	**ทำไมต้องทำอย่างนั้น**	**ทำวิธีอื่นได้ไหม**
เปิดฝาครอบด้านบนออก และมองดูด้วยตาเปล่าสังเกตุน้ำมันให้แตะแป้น	ไม่เปิดฝาก็ตรวจสอบปริมาณน้ำมันไม่ได้	ไม่ได้

รูปที่ 7.6 แบบฟอร์มการตรวจสอบบันทึกงานการวัดน้ำมันในรถบรรทุก
เพื่อวิเคราะห์กำหนดแนวทางการปรับปรุงการทำงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์	**กิจกรรม**	
□	ตรวจสอบน้ำในน้ำมัน	
ทำเพื่ออะไร	**ทำไมต้องทำ**	**มีอย่างอื่นทำไหม**
ตรวจสอบน้ำในน้ำมัน	เป็นการตรวจสอบคุณภาพของน้ำมัน	ไม่มี
ใครทำ	**ทำไมต้องเป็นอย่างนั้น**	**คนอื่นทำได้ไหม**
ผู้ตรวจสอบคุณภาพ	มีความรู้เรื่องการตรวจสอบคุณภาพของน้ำมัน	ไม่ได้
ทำที่ไหน	**ทำไมต้องทำที่นั่น**	**ทำที่อื่นได้ไหม**
บริเวณบนรถบรรทุก	เพราะว่าฝาที่เปิดอยู่ด้านบนรถบรรทุก	ไม่ได้
ทำเมื่อไร	**ทำไมต้องทำเวลานั้น/ขั้นตอนนั้น**	**ทำเวลา/ขั้นตอนอื่นได้ไหม**
เมื่อตรวจวัดระดับน้ำมันเสร็จแล้ว	เพราะเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ต่อเนื่องกัน	ได้ ทำหลังจากตรวจเอกสารให้ตรงกับตราผนึก
ทำอย่างไร	**ทำไมต้องทำอย่างนั้น**	**ทำวิธีอื่นได้ไหม**
น้ำไม้วัดมาทาน้ำยาวัดน้ำที่บริเวณปลายไม้แล้วนำไปจุ่มลงช่องรับน้ำมัน	ต้องตรวจสอบคุณภาพ	ได้ แต่จะต้องนำน้ำมันมาตรวจวัดสอบในห้องทดลองซึ่งจะต้องใช้เครื่องพิเศษและเสียเวลาในการเดินทางและให้ผลใกล้เคียงกัน

รูปที่ 7.7 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานการตรวจวัดน้ำในน้ำมัน
เพื่อวิเคราะห์กำหนดแนวทางการปรับปรุงการทำงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์	**กิจกรรม**	
◯	ตักน้ำมันเพื่อตรวจสอบค่า API	
ทำเพื่ออะไร	**ทำไมต้องทำ**	**มีอย่างอื่นทำไหม**
ตรวจสอบคุณภาพของน้ำมัน	เป็นขั้นตอนหนึ่งในการตรวจสอบคุณภาพ	ไม่มี
ใครทำ	**ทำไมต้องเป็นอย่างนั้น**	**คนอื่นทำได้ไหม**
ผู้ตรวจสอบคุณภาพ	เป็นหน้าที่	ได้ เจ้าหน้าที่สถานี หรือพนักงานขับรถก็ได้
ทำที่ไหน	**ทำไมต้องทำที่นั่น**	**ทำที่อื่นได้ไหม**
บริการช่องน้ำมันบนรถบรรทุก	เพราะว่าฝาที่เปดอยู่ด้านบนรถบรรทุก	ไม่ได้
ทำเมื่อไร	**ทำไมต้องทำเวลานั้น/ขั้นตอนนั้น**	**ทำเวลา/ขั้นตอนอื่นได้ไหม**
เมื่อตรวจน้ำในน้ำมันเสร็จแล้ว	เพราะเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ต่อเนื่องกัน	ได้ ทำหลังจากตรวจระดับน้ำมันแล้ว
ทำอย่างไร	**ทำไมต้องทำอย่างนั้น**	**ทำวิธีอื่นได้ไหม**
ใช้กระบอกตักน้ำมันมาตัวอย่างในช่องตักน้ำมันด้านบนรถบรรทุก	ตรวจสอบค่า API ไม่ได้ถ้าไม่ตักน้ำมันออกมาตรวจสอบ	ไม่ได้

รูปที่ 7.8 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานการตักน้ำมันเพื่อนำมาหาค่า API เพื่อวิเคราะห์กำหนดแนวทางการปรับปรุงการทำงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์	**กิจกรรม**	
□	ตรวจสอบค่า API	
ทำเพื่ออะไร	**ทำไมต้องทำ**	**มีอย่างอื่นทำไหม**
ตรวจสอบคุณภาพของน้ำมัน	เป็นการตรวจสอบคุณภาพของน้ำมัน	ไม่มี เพราะเป็นมาตราฐานของกระทรวงพาณิชย์
ใครทำ	**ทำไมต้องเป็นอย่างนั้น**	**คนอื่นทำได้ไหม**
ผู้ตรวจสอบคุณภาพ	มีความรู้เรื่องการตรวจสอบคุณภาพของน้ำมัน	ไม่ได้
ทำที่ไหน	**ทำไมต้องทำที่นั่น**	**ทำที่อื่นได้ไหม**
ในห้องทำงานของสถานีบริการน้ำมัน	เครื่องมือวัดอยู่ที่นั่น	ได้ แต่ต้องขนเครื่องไปที่บริเวณรถ ซึ่งเป็นการยุ่งยากมากกว่า
ทำเมื่อไร	**ทำไมต้องทำเวลานั้น/ขั้นตอนนั้น**	**ทำเวลา/ขั้นตอนอื่นได้ไหม**
เมื่อตรวจน้ำในน้ำมันเสร็จแล้ว	เพราะเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ต่อเนื่องกัน	ได้ ทำหลังจากตรวจเอกสารให้ตรงกับตราผนึกเสร็จแล้ว
ทำอย่างไร	**ทำไมต้องทำอย่างนั้น**	**ทำวิธีอื่นได้ไหม**
ตักน้ำมันมาประมาณ ½ ลิตรแล้วนำมาตรวจสอบวัดค่า API	ต้องตรวจสอบคุณภาพ	ไม่ได้

รูปที่ 7.9 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานการตรวจวัดค่า API
เพื่อวิเคราะห์กำหนดแนวทางการปรับปรุงการทำงาน

สัญลักษณ์	**กิจกรรม**	
◯	ต่อท่อน้ำมันเข้าระหว่างรถบรรทุกกับหลุมน้ำมัน	
ทำเพื่ออะไร	**ทำไมต้องทำ**	**มีอย่างอื่นทำไหม**
ปล่อยน้ำมันออกจากรถ	ถ้าไม่ต่อท่อน้ำมันก็ไม่ลงหลุม	ไม่มี
ใครทำ	**ทำไมต้องเป็นอย่างนั้น**	**คนอื่นทำได้ไหม**
พนักงานขับรถ และเจ้าหน้าที่สถานี	เป็นหน้าที่	ไม่ได้
ทำที่ไหน	**ทำไมต้องทำที่นั่น**	**ทำที่อื่นได้ไหม**
บริเวณหลุมน้ำมัน	ต้องการลงน้ำมันที่นั่น	ไม่ได้
ทำเมื่อไร	**ทำไมต้องทำเวลานั้น/ขั้นตอนนั้น**	**ทำเวลา/ขั้นตอนอื่นได้ไหม**
เมื่อตรวจค่า API เสร็จแล้ว	เพราะเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ต่อเนื่องกัน	ได้ ต้องทำหลังจากตรวจวัดปริมาณน้ำมันเสร็จแล้ว
ทำอย่างไร	**ทำไมต้องทำอย่างนั้น**	**ทำวิธีอื่นได้ไหม**
นำท่อออกมาจากรถบรรทุกและนำไปต่อเข้าระหว่างรถบรรทุกกับหลุมลงน้ำมัน	จะปล่อยน้ำมันไม่ได้	ได้ โดยการที่สถานีบริการต่อท่อเตรียมไว้ก่อนรถน้ำมันจะมาถึง

รูปที่ 7.10 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานการต่อท่อน้ำมัน
เพื่อวิเคราะห์กำหนดแนวทางการปรับปรุงการทำงาน

สัญลักษณ์	**กิจกรรม**	
◯	การปล่อยน้ำมันลงหลุมน้ำมัน	
ทำเพื่ออะไร	**ทำไมต้องทำ**	**มีอย่างอื่นทำไหม**
ปล่อยน้ำมันออกจากรถ	จัดเก็บน้ำมันในถังเก็บน้ำมันของสถานีบริการน้ำมัน	ไม่มี
ใครทำ	**ทำไมต้องเป็นอย่างนั้น**	**คนอื่นทำได้ไหม**
พนักงานขับรถ และเจ้าหน้าที่สถานี	เป็นผู้ส่งสินค้าและผู้รับมอบสินค้า	ไม่ได้
ทำที่ไหน	**ทำไมต้องทำที่นั่น**	**ทำที่อื่นได้ไหม**
บริเวณหลุมน้ำมันและรถน้ำมัน	เป็นจุดที่มีวาล์วควบคุมทิศทางการไหลของน้ำมัน	ไม่ได้
ทำเมื่อไร	**ทำไมต้องทำเวลานั้น/ขั้นตอนนั้น**	**ทำเวลา/ขั้นตอนอื่นได้ไหม**
ต่อท่อน้ำมันเสร็จแล้ว	เพราะเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ต่อเนื่องกัน	ไม่ได้
ทำอย่างไร	**ทำไมต้องทำอย่างนั้น**	**ทำวิธีอื่นได้ไหม**
พนักงานขับรถเปิดวาล์วที่บริเวณรถบรรทุกน้ำมัน และเจ้าหน้าที่เปิดวาล์วที่บริเวณหลุมลงน้ำมัน	ถ้าไม่เปิดวาล์วน้ำมันก็ไม่ลงหลุม	ไม่ได้

รูปที่ 7.11 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานการปล่อยน้ำมันลงหลุมน้ำมัน
เพื่อวิเคราะห์กำหนดแนวทางการปรับปรุงการทำงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์	**กิจกรรม**	
◯	ปิดวาล์วเก็บท่อน้ำมันเข้ารถบรรทุก	
ทำเพื่ออะไร	**ทำไมต้องทำ**	**มีอย่างอื่นทำไหม**
เพื่อเตรียมตัวเดินทางกลับคลังน้ำมัน	เตรียมตัวเดินทางกลับคลังน้ำมัน	มี ถ้าใช้ท่อของสถานี พนักงานขับรถจะได้ไม่ต้องเสียเวลาในการเก็บท่อน้ำมัน
ใครทำ	**ทำไมต้องเป็นอย่างนั้น**	**คนอื่นทำได้ไหม**
พนักงานขับรถ และเจ้าหน้าที่สถานี	พนักงานขับรถดูแลรถบรรทุกและเจ้าหน้าที่ดูแลหลุมลงน้ำมัน	ไม่ได้
ทำที่ไหน	**ทำไมต้องทำที่นั่น**	**ทำที่อื่นได้ไหม**
บริเวณหลุมน้ำมันและรถน้ำมัน	เป็นจุดที่มีวาล์วควบคุมทิศทางการไหลของน้ำมัน	ไม่ได้
ทำเมื่อไร	**ทำไมต้องทำเวลานั้น/ขั้นตอนนั้น**	**ทำเวลา/ขั้นตอนอื่นได้ไหม**
ปล่อยน้ำมันเสร็จแล้ว	เพราะเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ต่อเนื่องกัน	ไม่ได้
ทำอย่างไร	**ทำไมต้องทำอย่างนั้น**	**ทำวิธีอื่นได้ไหม**
พนักงานขับรถปิดวาล์วที่บริเวณรถบรรทุกน้ำมันและเก็บท่อน้ำมันที่รถน้ำมันและเจ้าหน้าที่ปิดวาล์วที่บริเวณหลุมลงน้ำมัน	ถ้าไม่เปิดวาล์วน้ำมันก็ไม่ลงหลุม	ไม่ได้

รูปที่ 7.12 แบบฟอร์มการตรวจสอบการบันทึกงานปิดวาล์วเก็บท่อเข้ารถบรรทุก
เพื่อวิเคราะห์กำหนดแนวทางการปรับปรุงการทำงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.3 การปรับปรุงกระบวนการทำงาน

การปรับปรุงวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจรับน้ำมันเรามีการใช้กระบวนการพิจารณาตรวจวิเคราะห์ข้อมูลวิธีการทำงานที่บันทึกโดยการใช้เทคนิค “6W – 1H” ในหัวข้อ 7.2 ซึ่งจะได้คำตอบแนวทางการปรับปรุงเกือบจะครบถ้วนแล้ว ขั้นตอนการปรับปรุงวิธีการทำงานจึงเป็นเพียงเลือกใช้เทคนิคการปรับปรุงการทำงานซึ่งมีหลักการดังต่อไปนี้

(1) การตัดงาน
(2) การแยกหรือรวมงาน
(3) การเปลี่ยนขั้นตอนการทำงาน

7.3.1 การตัดงาน

จากรูป 7.4 เป็นกระบวนการตรวจวัดระดับน้ำมันในหลุม ในขั้นตอนนี้ทำไปเพื่อตรวจสอบระดับน้ำมันว่าสามารถลงน้ำมันได้ที่หลุมไหน ซึ่งสามารถตัดงานออกไปได้แต่ยังมีการตรวจวัดระดับน้ำมันอยู่โดยการให้เจ้าหน้าที่สถานีวัดระดับน้ำมันก่อนที่รถบรรทุกจะมาถึงสถานีเพื่อเป็นการลดการทำงานลง

7.3..2 การแยกและรวมงาน

จากรูปที่ 7.10 และรูปที่ 7.12 สามารถปฏิบัติงานให้เร็วขึ้นได้โดยการแยกหน้าที่การทำงานคือ เจ้าหน้าที่สถานีจะต้องมีท่อน้ำมันซองแต่ละสถานีเองและเตรียมต่อท่อน้ำมันเข้ากับหลุมน้ำมันไว้เลยก่อนที่รถบรรทุกน้ำมันจะมาถึงสถานี และเมื่อนำน้ำมันลงหลุมเสร็จแล้วหน้าที่การเก็บท่อน้ำมันก็ควรจะเป็นหน้าที่ของเจ้าที่สถานีซึ่งจะปฏิบัติหลังจากรถบรรทุกน้ำมันออกไปจากสถานีแล้ว

7.3.3 การเปลี่ยนขั้นตอนการทำงาน

จากการใช้เทคนิค 6W – 1H ในการวิเคราะห์วิธีการทำงานโดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะต้องเปลี่ยนดังต่อไปนี้

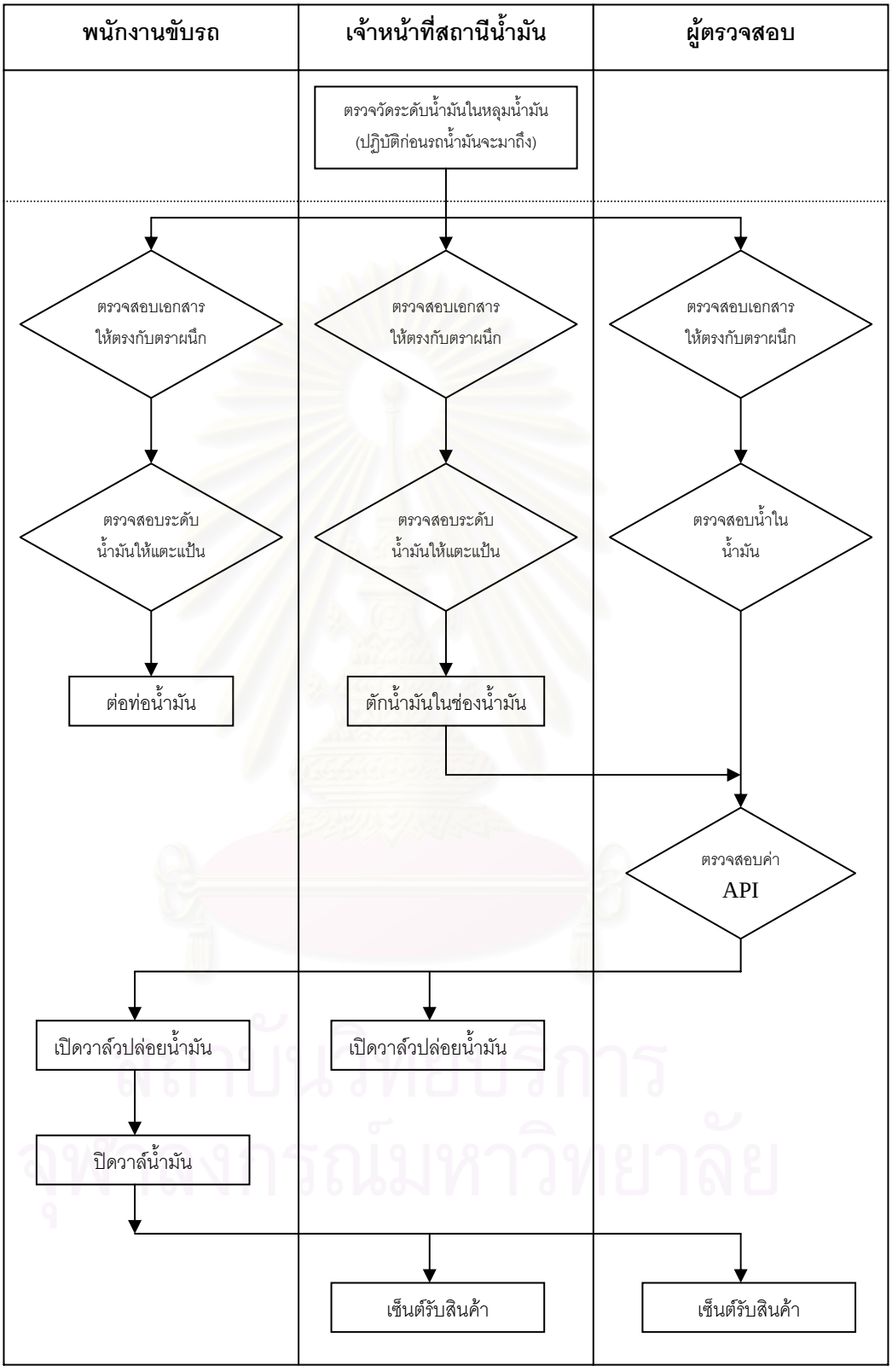
รูปที่ 7.7 การตรวจวัดน้ำในน้ำมันในขั้นตอนนี้ผู้ตรวจสอบสามารถเลื่อนไปทำการตรวจสอบวัดน้ำในน้ำมันได้ต่อจากขั้นตอนการตรวจเอกสารแล้วเสร็จ

รูปที่ 7.8 เป็นขั้นตอนในการตักน้ำมันมาตรวจสอบค่า API ซึ่งเดิมทีเป็นหน้าที่ของผู้ตรวจสอบแต่ในช่วงเวลานั้นเจ้าหน้าที่และพนักงานขับรถว่างงานอยู่ ดังนั้นในขั้นตอนที่จะเปลี่ยนใหม่จึงพิจารณาแล้วว่าควรให้เจ้าหน้าที่สถานีเป็นผู้ตักน้ำมันมาให้ผู้ตรวจสอบที่ห้องทำงานในสถานีซึ่งจะปฏิบัติงานในขั้นตอนต่อจากการตรวจวัดระดับน้ำมันให้แตะแป้นแล้วเสร็จ

รูปที่ 7.10 เป็นขั้นตอนการต่อท่อน้ำมัน ในขั้นตอนนี้เดิมทีจะปฏิบัติกันทั้งสองคน คือ พนักงานขับรถและเจ้าหน้าที่สถานี และจะปฏิบัติงานต่อจากขั้นตอนการตรวจสอบค่า API ซึ่งจากการวิเคราะห์แล้วสามารถเปลี่ยนมาปฏิบัติงานในขั้นตอนต่อจากการตรวจวัดระดับน้ำมันให้แตะแป้นซึ่งเจ้าหน้าที่สถานีจะเตรียมต่อท่อน้ำมันที่หลุมลงน้ำมันก่อนที่รถบรรทุกจะมาถึงสถานี และในการปฏิบัติงานพนักงานขับรถต่อท่อน้ำมันเข้ากับรถบรรทุกคนเดียว และจะปฏิบัติต่อจากขั้นตอนการตรวจวัดระดับน้ำมันแตะแป้นแล้วเสร็จ

จากเทคนิคการปรับปรุงการทำงานดังกล่าวข้างต้นนี้ สามารถนำไปเขียนเป็นแผนภูมิขั้นตอนการทำงานของกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีปลายทางได้ดังรูปที่ 7.13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7.13 แผนภูมิลำดับขั้นตอนการทำงานของกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่เสนอแนะ

7.4 การเปรียบเทียบวัดผลวิธีการทำงาน

จากลำดับขั้นตอนการทำงานของกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่เสนอใหม่นี้ได้นำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง ซึ่งได้ไปเก็บข้อมูลใหม่โดยจะเห็นได้จากแผนภูมิกิจกรรมทวีคูณของการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมันที่ปรับปรุงแล้วในรูปที่ 7.14 และ 7.15 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีเวลาการทำงานทั้งหมด 58.10 นาที จากเดิมใช้เวลา 77.12 นาที ลดลงจากเดิม 19.02 นาที คิดเป็น 24.66%

เมื่อพิจารณาจากเวลาว่างงานจะเห็นว่าพนักงานขับรถมีเวลาว่างงานลดลงจากเดิม 54.44% เป็น 44.78% เจ้าหน้าที่สถานีมีเวลาว่างลดลงจากเดิม 41.97% เป็น 38.86% และผู้ตรวจสอบมีเวลาว่างงานลดลงจากเดิม 44.51% เป็น 32.77% ของทุก ๆ รอบการทำงาน ตารางที่ 7.3 แสดงการเปรียบเทียบเวลาว่างงานและทำงานก่อนและหลังการปรับปรุงการทำงาน

ตารางที่ 7.3 แสดงการเปรียบเทียบเวลาว่างงานและทำงานก่อนและหลังการปรับปรุงการทำงาน

กลุ่มคนปฏิบัติงาน	ก่อนปรับปรุงการทำงาน				หลังปรับปรุงการทำงาน			
	เวลาทำงาน		เวลาว่างงาน		เวลาทำงาน		เวลาว่างงาน	
	นาที	%	นาที	%	นาที	%	นาที	%
พนักงานขับรถ	35.42	49.90	41.70	54.08	32.08	55.21	26.02	44.78
เจ้าหน้าที่สถานี	44.76	58.03	32.36	41.97	35.52	61.13	22.58	38.86
ผู้ตรวจสอบ	42.80	55.41	34.32	44.51	39.06	67.22	19.04	32.77

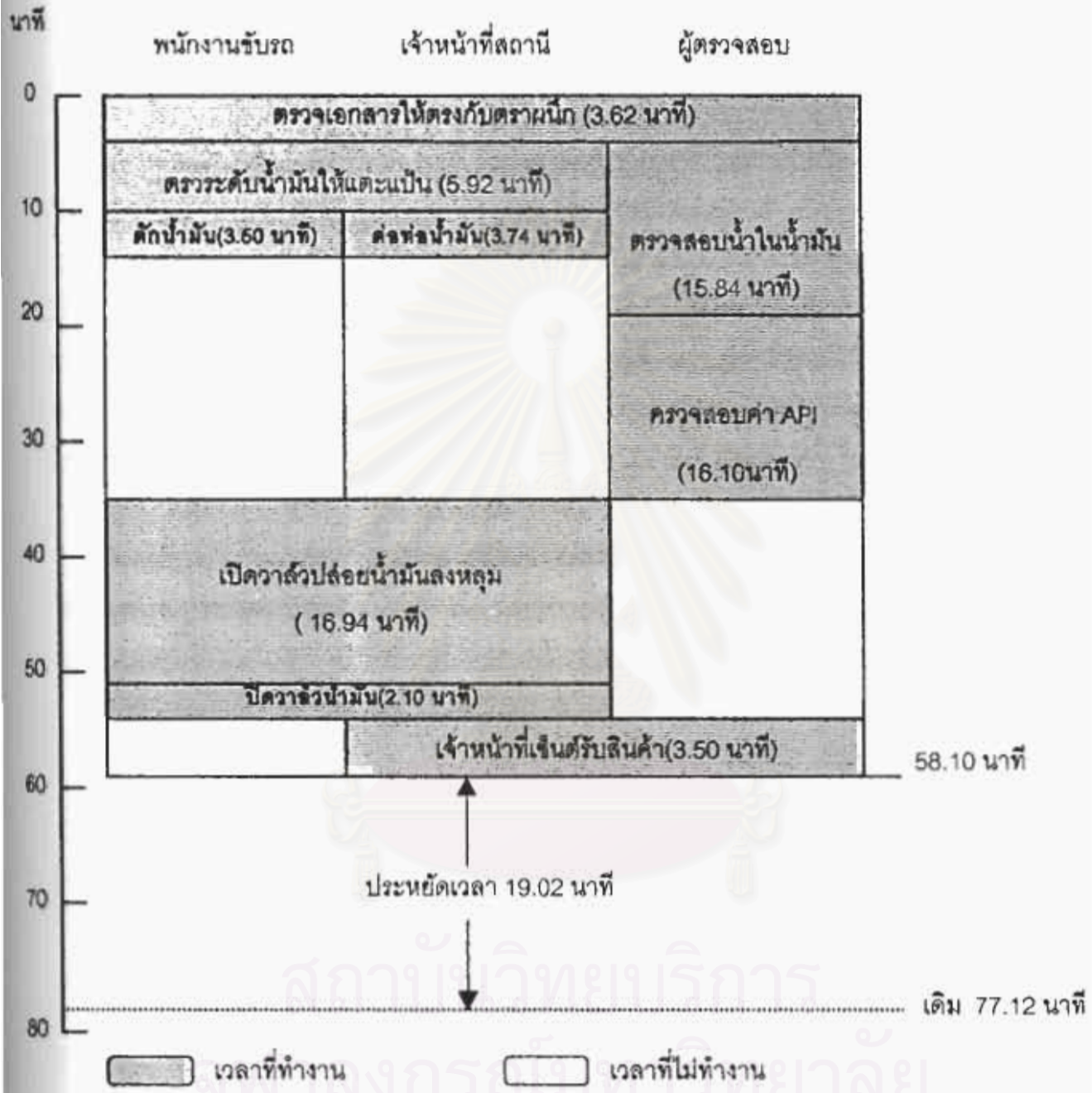
*ข้อมูลเวลาก่อนและหลังการปรับปรุงดูได้จากภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิการไหลของกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน					
CHART NO. _____	SHEET NO. _____ OF _____				
งาน	**สัญลักษณ์**	**ปัจจุบัน**	**ปรับปรุงแล้ว**	**ผลต่าง**	
กระบวนการตรวจรับน้ำมัน	○		3		
สถานที่	⇨		3		
สถานีบริการน้ำมันในเขตปริมณฑล	D				
ผู้บันทึก _____	□		4		
วันที่ ___ / ___ / ___ **เวลา** _____ **น.**	▽				
ผู้อนุมัติ _____	**ระยะทาง (เมตร)**				
วันที่ ___ / ___ / ___ **เวลา** _____ **น.**	**เวลา (นาที)**		58.10		

รายละเอียด	**จำนวน (หน่วย)**	**ระยะทาง (m.)**	**เวลา (นาที)**	**สัญลักษณ์** ○	⇨	D	□	▽	**หมายเหตุ**
ตรวจสอบเอกสารตรงกับตราผนึก			3.62						
ปีนขึ้นรถ									
ตรวจสอบระดับน้ำมันที่แป้น									
ตรวจสอบน้ำในน้ำมัน			15.84						
เดินลงจากรถบรรทุก									
ตรวจสอบค่า API			16.10						
เปิดวาล์วปล่อยน้ำมันออกจากรถ			16.94						
ปิดวาล์วเก็บท่อเข้ารถบรรทุก			2.10						
นำเอกสารไปให้ลูกค้า									
ลูกค้าเซ็นรับเอกสารและลงเวลา			3.50						

รูปที่ 7.14 แผนภูมิกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน(หลังการปรับปรุง)



รูปที่ 7.15 แผนภูมิกิจกรรมทวีคูณของการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน (หลังปรับปรุง)

7.5 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงมีดังต่อไปนี้

(1) ในบางครั้งท่อต่อเข้ากับหลุมน้ำมันกับรถบรรทุกน้ำมันมีบางสถานีบริการน้ำมันเตรียมไว้ไม่เพียงพอทำให้ล้าช้า ดังนั้นรถบรรทุกควรมีท่อต่อน้ำมันติดไว้กับรถด้วย

(2) ในการตรวจสอบปริมาณน้ำมันให้แตะแป้น พื้นที่บริเวณนั้นจะต้องเรียบสม่ำเสมอ ซึ่งบางสถานีมีปัญหาน้ำมันไม่แตะแป้นบางช่องน้ำมันทำให้ต้องเลื่อนรถไปมาเพื่อหาพื้นที่ที่เรียบในการตรวจสอบจึงทำให้ล้าช้า ดังนั้นควรจะสำรวจพื้นที่เพื่อกำหนดเป็นพื้นที่ในการตรวจสอบน้ำมันให้แตะแป้น

(3) ในขณะฝนตกต้องระวังในการนำน้ำมันลงหลุมเพราะจะทำให้มีน้ำเจือปนในน้ำมันซึ่งในขณะฝนตกการลงน้ำมันจะช้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 8

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษา และวิจัยเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยมุ่งเน้นเพื่อจะลดจำนวนรถบรรทุกที่ตกค้างภายในคลังน้ำมันที่วิ่งไม่ได้เนื่องจากติดเวลาวิ่ง และเพิ่มจำนวนเที่ยวในการขนส่ง ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้แผนผังก้างปลา เพื่อที่จะดูปัญหาภาพรวมที่ทำให้ประสิทธิภาพตกต่ำ โดยการวิเคราะห์จะวิเคราะห์ถึงปัญหาด้านการจัดการวิเคราะห์ด้านกระบวนการจัดจ่ายน้ำมัน การวิเคราะห์ปัญหาด้านการจัดผังการไหลเวียนของรถบรรทุก และการจัดเส้นทางการเดินทางบริการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง

ปัญหาของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้แบ่งแนวทางในการปรับปรุงอยู่สามส่วน คือ ส่วนที่หนึ่ง แก้ไขปรับปรุงในกระบวนการจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน ส่วนที่สอง คือ ปรับปรุงการกำหนดเส้นทางเดินทางบริการขนส่งน้ำมัน และส่วนที่สาม คือ ปรับปรุงกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน

สรุปขั้นตอนการวิจัยแบ่งได้ 3 ส่วนดังนี้

(1) การจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

(2) การจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งน้ำมัน

(3) การตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน

8.1 การจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

มีรายละเอียดขั้นตอนการศึกษาวิธีการของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมันดังนี้

8.1.1 ข้อมูลสภาพทั่วไปของขั้นตอนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

การศึกษาข้อมูลสภาพทั่วไปจะศึกษาขั้นตอนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมัน

เวลาที่ใช้ไปในแต่ละขั้นตอน อัตราการให้บริการ และเข้ารับบริการของรถบรรทุกร่วมไปถึงผังการไหลเวียนของรถบรรทุก

8.1.2 **การวิเคราะห์วิธีการทำงาน**

ในการวิเคราะห์วิธีการทำงานจะใช้แผนภูมิก้างปลามาหาสาเหตุสภาพปัญหาที่ทำให้รถบรรทุกน้ำมันตกค้างภายในคลังน้ำมัน และสามารถวิเคราะห์ด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

(1) การวิเคราะห์ด้านแรงงาน

(2) การวิเคราะห์ด้านกระบวนการจัดจ่ายน้ำมัน

(3) การวิเคราะห์ผังการไหลเวียนของรถบรรทุก

8.1.3 **แนวทางการปรับปรุงการทำงาน**

แนวทางปรับปรุงการทำงานในด้านต่าง ๆ โดยเน้นถึงเรื่องการจัดองค์กร แรงงาน ปรับปรุงคน และการจัดผังการไหลเวียนของรถบรรทุก โดยมีการปรับปรุงดังนี้

(1) การปรับปรุงด้านกระบวนการจัดจ่ายน้ำมัน

- การปรับปรุงด้านการออกเอกสารตั๋วน้ำมัน
- การปรับปรุงทางด้านเช็คดราย
- การปรับปรุงทางด้านท็อปเช็ค
- ตัดขั้นตอนการชั่งน้ำหนักออก

(2) การปรับปรุงด้านการไหลเวียนของรถบรรทุกน้ำมัน

แนวทางการปรับปรุงการไหลเวียนใช้เทคนิคการจัดทำแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงาน ซึ่งสามารถทำให้การไหลเวียนของรถบรรทุกดีขึ้นโดยปรับปรุงดังนี้

- ย้ายหน่วยงานจ่ายตั๋วน้ำมันไปอยู่ใกล้ประตูทางเข้า
- ย้ายหน่วยงานเช็คดรายไปใกล้หน่วยงานจ่ายน้ำมัน และเพิ่มช่องการให้บริการ 1 ช่อง

- เปลี่ยนช่องชั่งน้ำหนัก (ชั่งหนัก) เป็นช่องท็อปเช็ค

8.1.4 สรุปผลการปรับปรุง

แนวทางการปรับปรุงภายรวม จะปรับปรุงโดยการลดขั้นตอนของกระบวนการจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมันที่ไม่จำเป็น และเพิ่มช่องหน่วยบริการที่ทำให้เกิดการรอคอยมากที่สุด ส่วนที่สุดท้าย ปรับปรุงผังโรงงานโดยเน้นไปที่ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงาน ซึ่งแนวทางการปรับปรุงดังกล่าวแสดงผลทำให้ ลดปริมาณรถที่ตกค้างที่เข้ารับบริการน้ำมันของบริษัทฯลง โดยเฉลี่ยจากเดิม 105.5 คัน / เดือน เป็น 39.6 คัน / เดือน ลดลง 65.9 คัน / เดือน คิดเป็น 62.4% และลดปริมาณรถที่ตกค้างที่เข้ารับบริการน้ำมันของลูกหนี้โดยเฉลี่ยจากเดิม 139.9 คัน / เดือน เป็น 66.3 คัน / เดือน ลดลง 73.6 คัน / เดือน คิดเป็น 52.6% ดังตารางที่ 8.1 และ 8.2

ตารางที่ 8.1 จำนวนรถบรรทุกที่เข้ามารับบริการ และจำนวนรถบรรทุกที่ตกค้างที่เข้ารับบริการ (ก่อนปรับปรุง)

เดือนที่	จำนวนรถของบริษัท (คัน)		จำนวนรถลูกค้า (คัน)	
	ที่ได้รับบริการ	ตกค้าง	ที่ได้รับบริการ	ตกค้าง
1.	922	100	825	141
2.	935	105	850	138
3.	1002	102	901	139
4.	1010	110	886	137
5.	1016	115	916	142
6.	937	101	851	139
เฉลี่ย		105.5 / เดือน		139.9 / เดือน

ตารางที่ 8.2 จำนวนรถบรรทุกที่เข้ามารับบริการ และจำนวนรถบรรทุกที่ตกค้างที่เข้ารับบริการ (หลังปรับปรุง)

เดือนที่	จำนวนรถของบริษัท(คัน)		จำนวนรถลูกค้า(คัน)	
	ที่ได้รับบริการ	ตกค้าง	ที่ได้รับบริการ	ตกค้าง
1.	1047	42	930	66
2.	1036	39	973	68
3.	1054	38	947	65
	เฉลี่ย	39.6 / เดือน		66.3 / เดือน

8.2 การจัดเส้นทางการเดินรถขนส่ง

หลักการวิธีการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำมันคือการนำตัวแปรที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการขนส่งน้ำมัน เช่น เวลาที่ใช้ในการเดินทางในเส้นทางต่าง ๆ และระยะทางในแต่ละเส้นทางมพิจารณาเป็นเงื่อนไขความสันพันธ์ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับวิธีHeuristic โดยการออกแบบสอบถามแก่พนักงานขับรถเป็นเครื่องมือช่วยการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งน้ำมันโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

8.2.1 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลเอกสารเส้นทางและระยะทางเพื่อนำมาหาโครงข่ายเส้นทางการขนส่งจำนวน 16 สถานี ข้อมูลที่รวบรวมได้มีดังนี้

(1) การกำหนดหมายเลขจุดตัดถนน เพื่อนำมาสร้างโครงข่ายงาน มีหมายเลขจุดตัดถนนเท่ากับ 72 หมายเลข ครอบคลุมทั้ง 16 สถานี

(2) ระยะทางและเวลาระหว่างจุดตัดถนน ในการการหาระยะทางและเวลาระหว่าง

จุดตัดถนนได้มาจากการไปสัมภาษณ์พนักงานขับรถและผู้เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการขนส่ง และการเก็บข้อมูลจากการจับเวลาวิ่งรถผ่านเส้นทางนั้น ๆ

(3) การสร้างโครงข่ายระยะทางและเวลา นำข้อมูลระยะทางและเวลามาสร้างโครงข่ายระยะทางและเวลาจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันต่าง ๆ ทั้ง 16 สถานี

8.2.2 การหาเส้นทางที่ดีที่สุดระหว่างคลังน้ำมันกับสถานีบริการน้ำมันในโครงข่ายการขนส่ง (Shortest Path Analysis)

ในการหาเส้นทางที่ดีที่สุดจะใช้เทคนิคทางด้านคณิตศาสตร์ (Integer Linear Programming , Dijikstra Algorithm) ในการคำนวณหาเส้นทางระยะทางและเวลา นำมาเปรียบเทียบหาเส้นทางต่าง ๆ แล้วนำเส้นทางดังกล่าวไปออกแบบสอบถามกับพนักงานขับรถและผู้ที่เกี่ยวข้องในการขนส่ง เพื่อเป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนเส้นทางและทดลองใช้เส้นทางต่อไป

8.2.3 สรุปผลการปรับปรุง

จากการนำผลการวิจัยไปดำเนินการเดินรถขนส่งทั้งหมด 16 สถานีบริการน้ำมัน และนำระยะทางทั้งขาไปและขากลับมารวมกันจะได้ 944 กิโลเมตร แต่ถ้าใช้เส้นทางเดิมจะต้องใช้ระยะทางรวมถึง 1268 กิโลเมตร ลดลง 324 กิโลเมตร คิดเป็น 25.55%

ถ้านำเวลาการขนส่งเฉลี่ยทั้งขาไปและขากลับของ 16 สถานีบริการน้ำมันที่ปรับปรุงแล้วมารวมกันจะได้ 1768.84 นาที เส้นทางเดิมเวลาเฉลี่ยรวม 2119.96 นาที ลดลง 351.12 นาที คิดเป็น 16.56%

8.3 การตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน

ในการศึกษากระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมันเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีเวลาในการตรวจรับน้อยลง โดยมีรายละเอียดขั้นตอนของการศึกษาดังต่อไปนี้

8.3.1 การเก็บข้อมูลวิธีการทำงาน

ข้อมูลการทำงานที่นำมาตัดสินใจปรับปรุงการตรวจรับน้ำมันสามารถแสดงได้ดังนี้

(1) แผนภูมิกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมัน ในแผนภูมิจะแสดงขั้นตอนการตรวจรับน้ำมันว่ามีขั้นตอนอย่างไรและใช้เวลาในแต่ขั้นตอนเท่าไร

(2) แผนภูมิกิจกรรมทวีคูณ เป็นแผนภูมิกระบวนการตรวจรับน้ำมันของกลุ่มซึ่งมีเสกลเวลา แสดงเปรียบเทียบเวลาทำงานของแต่ละคน คือ พนักงานขับรถ เจ้าหน้าที่ และผู้ตรวจสอบ โดยการบันทึกรวมกันอยู่ในแผนภูมิเดียวกันทำให้ทราบถึงเวลาที่ทำงานและเวลาว่างงานของแต่ละคน

8.3.2 การวิเคราะห์วิธีการทำงาน

การวิเคราะห์วิธีการทำงานเพื่อหาข้อเท็จจริงของกระบวนการตรวจรับน้ำมันเพื่อนำไปเป็นข้อมูลเสนอแนะการแก้ไขปรับปรุง โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถาม (6W – 1H) ใช้ตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการตรวจรับน้ำมัน

8.3.3 การปรับปรุงกระบวนการทำงาน

แนวทางการปรับปรุงการทำงานโดยใช้หลักการดังนี้

(1) การตัดงาน โดยตัดกระบวนการตรวจวัดระดับน้ำมันในหลุม ในขั้นตอนนี้ทำไปเพื่อตรวจสอบระดับน้ำมันว่าสามารถลงน้ำมันได้ที่หลุมไหน ซึ่งสามารถตัดงานออกไปได้ แต่ยังมีการตรวจวัดระดับน้ำมันอยู่โดยการให้เจ้าหน้าที่สถานีวัดระดับน้ำมันก่อนที่รถบรรทุกจะมาถึงสถานีเพื่อเป็นการลดการทำงานลง

(2) การแยกและรวมงาน จากขั้นตอนการนำน้ำมันลงหลุมสามารถปฏิบัติงานให้เร็ว

ขึ้นได้โดยการแยกหน้าที่การทำงานคือ เจ้าหน้าที่สถานีจะต้องมีท่อน้ำมันของแต่ละสถานีเองและเตรียมต่อท่อน้ำมันเข้ากับหลุมน้ำมันไว้เลยก่อนที่รถบรรทุกน้ำมันจะมาถึงสถานี และเมื่อนำน้ำมันลงหลุมเสร็จแล้วหน้าที่การเก็บท่อน้ำมันก็ควรจะเป็นหน้าที่ของเจ้าที่สถานีซึ่งจะปฏิบัติหลังจากรถบรรทุกน้ำมันออกไปจากสถานีแล้ว

(3) การเปลี่ยนขั้นตอนการทำงาน จากการใช้เทคนิค 6W – 1H ในการวิเคราะห์วิธีการทำงานโดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะต้องเปลี่ยนดังต่อไปนี้

- การตรวจวัดน้ำในน้ำมันในขั้นตอนนี้ผู้ตรวจสอบสามารถเลื่อนไปทำการตรวจสอบวัดน้ำในน้ำมันได้ต่อจากขั้นตอนการตรวจเอกสารแล้วเสร็จ

- ขั้นตอนในการตักน้ำมันมาตรวจสอบค่า API ซึ่งเดิมทีเป็นหน้าที่ของผู้ตรวจสอบแต่ในช่วงเวลานั้นเจ้าหน้าที่และพนักงานขับรถว่างงานอยู่ ดังนั้นในขั้นตอนที่จะเปลี่ยนใหม่จึงพิจารณาแล้วว่าควรให้เจ้าหน้าที่สถานีเป็นผู้ตักน้ำมันมาให้ผู้ตรวจสอบที่ห้องทำงานในสถานีซึ่งจะปฏิบัติงานในขั้นตอนต่อจากการตรวจวัดระดับน้ำมันให้แตะแป้นแล้วเสร็จ

- เป็นขั้นตอนการต่อท่อน้ำมัน ในขั้นตอนนี้เดิมทีจะปฏิบัติกันทั้งสองคนคือพนักงานขับรถและเจ้าหน้าที่สถานี และจะปฏิบัติงานต่อจากขั้นตอนการตรวจสอบค่า API ซึ่งจากการวิเคราะห์แล้วสามารถเปลี่ยนมาปฏิบัติงานในขั้นตอนต่อจากการตรวจวัดระดับน้ำมันให้แตะแป้นซึ่งเจ้าหน้าที่สถานีจะเตรียมต่อท่อน้ำมันที่หลุมลงน้ำมันก่อนที่รถบรรทุกจะมาถึงสถานี และในการปฏิบัติงานพนักงานขับรถต่อท่อน้ำมันเข้ากับรถบรรทุกคนเดียว และจะปฏิบัติต่อจากขั้นตอนการตรวจวัดระดับน้ำมันแตะแป้นแล้วเสร็จ

8.3.4 **สรุปผลการปรับปรุง**

จากการนำผลการวิจัยไปดำเนินการสามารถลดเวลาการตรวจรับน้ำมันลงได้จากเดิม 77.12 นาที เป็น 58.10 นาที ลดลง 19.02 นาที คิดเป็น 24.66%

8.4 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาสภาพแวดล้อมภายในคลังน้ำมันจะมีปัญหาเรื่องกลิ่น ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคทางเดินหายใจ และอีกประเด็นคือ ความสะดวกของบริเวณคลังน้ำมันจะเป็นปัจจัยสำคัญ ดังนั้นทางคลังน้ำมันจึงควรรีบดำเนินการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงานให้ดีขึ้น และยังสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันได้อีก เช่น

1. ควรมีการฝึกอบรมพนักงานในด้านเทคนิค 5 ส. เพื่อให้คลังน้ำมันมีสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น
2. ควรมีการวางระบบแรงจูงใจในการทำงานโดยการประเมินงาน
3. ควรมีการติดอุปกรณ์วัดความเร็วที่รถบรรทุก เพื่อควบคุมความเร็วของรถบรรทุก และป้องกันอุบัติเหตุในขณะขนส่ง
4. ควรมีการจัดการฝึกอบรมให้แก่พนักงานขับรถ เช่น การขับรถยนต์อย่างปลอดภัย วิธีการส่งมอบผลิตภัณฑ์ การฝึกอบรมการดับไฟเป็นต้น
5. ควรหาแนวทางในการแก้ไขการลักลอบขโมยน้ำมันในระหว่างการขนส่งโดยติดตั้งอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ซีล แทนการใช้ตราผนึกในปัจจุบัน ซึ่งสามารถขโมยน้ำมันได้ง่าย
6. ควรพัฒนาระบบบริหารงานบุคคล
7. ในการจัดเส้นทางใหม่ปัจจุบันโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นมาคิด แต่ไม่ได้หมายความว่าจะเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด ควรจะปรับปรุงเส้นทางการเดินรถใหม่ทุก ๆ 1-2 ปี
8. ควรใช้รถพ่วงขนส่งในบางเส้นทางเพื่อประหยัดค่าขนส่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์. การออกแบบผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น,2535.

วันชัย ริจิรวนิช. การศึกษาการทำงานหลักการและกรณีศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

วันชัย ริจิรวนิช. การวิเคราะห์โครงข่าย. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช, จรูญ ทหิทธาฟองกุล และ ชูเวช ชาญสง่าเวช. การศึกษาการทำงาน. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. การวิจัยการดำเนินงาน. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2532.

สมศักดิ์ ตรีสัตย์. เทคโนโลยีการขนถ่ายวัสดุ. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2533.

ภาษาอังกฤษ

American Petroleum Institute. Manual of Petroleum Measurement Standards. First Edition, (n.p.): 1992.

American Petroleum Institute. Method of Measuring the Density of Petroleum and Petroleum Products. (n.p.): 1965.

Cliff T. Ragsdale. Spreadsheet Modeling and Decision Analysis. (n.p.): South-Western College Publishing: 2001.

Gillett, B., and miller, L. a Heuristic Algorithm for the Vehicle-Dispatching Problem. Operation Rrsearch: 1974.

ตารางที่ ก.1 เวลาของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมันในแต่ละขั้นตอน (ก่อนปรับปรุง)

ลำดับ	รายละเอียด	เวลา (นาที)																				ค่าเฉลี่ย
1	เจ้าหน้าที่ตรวจสอบ	2	7	5	3	7	6	7	6	5	7	3	7	7	5	6	7	6	5	7	7	
	ความเรียบร้อย	6	3	6	3	4	7	3	5	4	6	6	3	3	4	7	3	2	3	7	5	
	ก่อนเข้าคลังน้ำมัน	3	6	5	3	2	5	7	7	4	3	6	7	4	6	3	6	3	4	7	6	
		6	6	3	7	5	4	6	5	5	5	6	5	4	5	5	6	5	5	5	5	
		5	6	5	6	6	5	7	6	7	6	6	6	7	5	6	7	5	6	4	5	5.21
2	แผนกตั๋วน้ำมัน	15	16	17	12	6	9	12	13	15	17	18	19	12	15	16	13	20	15	16	8	
	ออกตั๋วน้ำมัน	10	11	12	13	12	13	7	14	15	15	14	16	15	12	11	25	13	15	14	15	
		12	21	15	13	9	16	15	10	23	14	12	15	16	15	15	10	14	15	14	14	
		7	13	16	15	14	13	13	14	16	8	16	16	9	16	16	15	8	14	16	15	
		12	15	16	16	14	17	16	15	13	11	13	15	16	16	16	17	16	17	18	16	14.19
3	การเช็คดราย	15	14	11	8	9	11	11	10	13	12	12	15	14	13	12	8	9	10	11	12	
		12	13	12	9	10	10	12	13	14	15	13	13	12	12	13	12	11	14	11	8	
		12	13	13	8	14	9	15	14	10	12	14	9	13	12	12	11	9	8	10	10	
		13	12	10	11	12	11	12	13	10	11	11	12	13	11	12	14	12	13	15	13	
		8	10	12	11	12	10	8	9	13	14	11	13	15	15	11	13	12	12	11	12	11.7
4	การชั่งเบา	8	9	5	6	5	8	9	6	11	10	11	8	5	6	11	10	8	12	6	5	
		6	6	11	8	9	5	6	7	6	10	11	9	8	7	7	5	6	8	7	6	
		11	8	7	6	7	5	6	7	8	9	10	5	12	11	8	7	6	6	9	10	
		11	7	6	8	9	6	6	7	6	7	8	9	10	9	8	9	9	7	6	5	
		5	6	7	8	8	8	7	6	5	7	8	6	5	6	8	7	9	6	5	5	7.5
5	การเติมน้ำมันลงรถ	18	17	21	13	12	15	16	17	21	19	18	16	16	19	18	18	13	12	15	16	
		15	21	17	18	17	15	16	15	16	15	17	19	15	15	20	15	15	20	16	17	
		20	16	17	16	16	19	15	16	15	18	18	19	12	16	15	16	15	15	15	15	
		16	15	15	16	20	18	15	15	15	16	15	15	16	15	15	16	15	15	20	16	
		11	15	16	16	15	15	15	15	16	16	15	15	16	15	16	15	16	15	15	16	16.11
6	ท็อปเช็ค	14	10	11	12	13	14	10	11	12	11	10	11	8	13	10	14	10	9	11	10	
		11	12	10	15	13	14	15	15	14	13	10	12	13	9	10	12	13	10	14	12	
		14	14	15	13	14	12	12	11	15	12	14	13	15	11	12	11	14	11	11	15	
		10	11	12	13	15	13	15	14	10	14	11	10	12	14	13	10	11	11	12	14	
		12	14	10	9	15	12	13	11	14	15	14	12	13	14	10	11	14	13	14	15	12.3
7	ชั่งหนัก	6	6	7	9	8	7	9	8	7	8	7	8	7	7	7	9	7	7	7	7	
		7	7	9	7	8	7	8	7	9	7	5	7	7	5	8	9	8	9	7	7	
		7	7	7	8	7	7	9	7	7	9	5	7	6	7	9	7	7	5	7	5	
		8	8	7	7	7	8	7	9	8	7	8	7	6	7	7	9	8	9	9	7	
		7	9	7	7	8	7	7	8	7	7	9	7	7	8	9	7	9	7	8	7	7.41
8	เจ้าหน้าที่ตรวจสอบ	5	9	5	5	9	8	5	5	5	3	5	5	5	5	4	5	2	5	9	5	
	ความเรียร้อยก่อน	5	5	5	2	5	5	5	3	4	5	5	6	5	5	5	5	10	5	5	8	
	ออกจากคลังน้ำมัน	8	5	6	5	8	5	9	9	5	8	2	5	5	3	5	9	5	6	5	5	
		5	5	5	5	9	5	5	3	5	5	2	5	5	3	5	8	5	5	5	9	
		8	5	5	9	5	5	5	8	5	9	5	8	5	5	8	9	5	5	8	5	5.61

ตารางที่ ก.2 เวลาของกระบวนการจัดจ่ายน้ำมันภายในคลังน้ำมันในแต่ละขั้นตอน (หลังการปรับปรุง

ลำดับ	รายละเอียด	เวลา (นาที)																				ค่าเฉลี่ย
1	เจ้าหน้าที่ตรวจสอบ	5	7	5	6	5	5	5	5	5	5	7	6	5	6	5	6	5	6	5	5	
	ความเรียบร้อย	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	5	5	5	6	5	5	5	6	5	5	
	ก่อนเข้าคลังน้ำมัน	6	5	7	5	5	6	5	6	5	5	5	3	5	5	4	5	5	5	7	5	
		5	5	5	6	5	5	5	6	5	5	3	5	6	5	5	5	6	5	5	6	
		5	4	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	4	5	5	6	5	6	5.18
2	แผนกตั๋วน้ำมัน	14	15	14	14	14	14	14	13	14	12	14	14	14	14	14	14	12	14	14	14	
	ออกตั๋วน้ำมัน	14	14	14	12	14	15	14	14	14	12	14	15	14	14	14	14	16	13	15	14	
		14	14	13	15	14	14	15	14	14	14	13	14	14	15	14	14	13	14	13	15	
		14	15	14	14	14	16	14	14	14	15	14	14	14	15	14	14	14	14	15	14	
		13	14	14	15	14	12	14	13	14	15	13	14	14	12	15	14	14	12	15	14	13.97
3	การเช็คดราย	8	9	8	8	8	10	8	8	11	8	8	9	8	8	9	8	8	9	8	8	
		6	9	8	9	8	8	8	8	9	8	8	12	8	8	9	9	10	8	8	8	
		8	8	8	8	8	8	8	10	8	8	9	9	8	8	9	8	8	8	10	8	
		10	8	9	8	8	9	8	9	8	8	9	8	8	8	10	8	8	9	8	8	
		6	8	8	8	7	8	8	8	8	9	8	8	7	8	9	8	8	7	8	8	8.31
4	การชั่งเบา	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	การเติมน้ำมันลงรถ	16	17	16	16	16	16	16	20	16	16	16	16	15	16	16	16	16	16	16	16	
		17	16	16	17	16	16	16	16	16	16	19	16	16	16	15	16	18	16	14	16	
		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
		17	16	20	16	16	16	16	19	16	16	16	19	16	19	16	20	16	16	16	19	
		13	18	16	19	16	16	16	14	12	16	16	16	13	16	14	16	16	16	13	16	16.17
6	ท็อปเช็ค	9	10	8	11	9	9	10	9	9	11	9	8	9	8	11	9	8	9	8	10	
		9	7	9	8	9	10	6	10	9	9	7	9	7	9	9	12	9	10	9	9	
		7	9	9	9	7	6	9	10	9	10	9	10	9	10	9	9	10	10	9	11	
		9	10	9	9	10	9	9	11	9	9	9	9	10	9	9	10	11	9	10	9	
		11	9	9	11	10	9	9	10	9	10	9	11	9	9	9	10	9	9	11	9	9.22
7	ชั่งหนัก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	เจ้าหน้าที่ตรวจสอบ	6	5	5	6	5	5	5	5	6	6	5	5	6	3	5	5	6	4	6	5	
	ความเรียร้อยก่อน	5	5	5	5	5	5	7	5	5	7	5	5	8	5	5	5	6	5	5	5	
	ออกจากคลังน้ำมัน	3	5	5	4	5	5	5	6	5	5	5	5	5	8	5	5	5	5	5	6	
		5	6	5	5	6	5	6	5	6	5	5	5	7	5	6	5	5	6	5	5	
		6	5	5	6	5	5	5	7	5	6	5	5	5	5	6	5	5	7	6	6	5.32

ตารางที่ ข.1 เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันขาไป (ก่อนการปรับปรุง)

เลขที่	สถานี	เวลาเดินทางขาไป (นาที)												ค่าเฉลี่ย
1	จันทร์ตัดใหม่	50	43	43	41	51	50	50	50	43	41	43	42	
		50	41	41	50	50	50	43	41	50	50	42	42	
		61	41	43	42	41	45	50	50	43	50	50	43	
		41	50	50	50	41	50	43	41	50	50	40	42	
		43	42	50	43	50	50	44	50	43	42	50	40	45.85
2	เย็นอากาศ	39	51	51	51	39	51	39	51	39	51	38	51	
		51	65	43	51	51	51	39	51	43	51	51	43	
		51	51	51	42	51	51	51	40	51	43	51	51	
		64	51	42	51	40	51	62	42	51	51	61	40	
		51	51	51	39	41	51	39	51	51	39	51	51	48.28
3	นวลจันทร์	77	76	99	99	102	99	76	99	77	78	77	76	
		99	99	77	76	99	75	99	76	76	99	75	75	
		81	99	99	99	75	99	76	99	80	99	99	75	
		80	76	99	82	99	99	82	76	75	104	77	76	
		76	75	99	80	75	99	77	76	76	99	75	76	85.80
4	อ่อนนุช	105	102	95	102	106	102	102	102	98	115	102	102	
		102	102	102	102	102	99	94	102	102	99	102	100	
		99	102	128	102	99	95	102	102	100	102	97	100	
		102	102	102	103	102	96	96	102	102	102	95	93	
		105	102	102	96	102	102	102	103	102	110	99	102	101.55
5	บางบ่อ	101	120	106	120	120	105	120	106	120	120	105	102	
		120	120	120	120	108	120	107	125	120	120	108	120	
		106	120	120	135	120	120	105	111	120	120	102	110	
		113	120	112	120	112	120	120	120	113	120	120	111	
		105	120	120	120	120	106	120	113	126	120	120	105	115.63
6	ลาซาล	91	94	91	94	76	94	94	94	92	94	73	94	
		94	90	94	94	102	94	94	91	94	94	90	91	
		92	94	89	94	94	85	94	90	94	94	101	94	
		94	99	94	94	89	94	88	94	86	94	94	88	
		94	94	94	94	92	94	94	94	75	94	94	93	92.20
7	ปู่เจ้าสมิงพราย	90	105	96	81	105	105	105	105	105	105	105	85	
		105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	
		88	105	99	105	105	105	105	99	105	110	105	98	
		105	98	105	98	105	105	97	105	101	105	105	98	
		97	105	105	108	98	105	96	105	105	97	105	105	102.32
8	พาณิชย์ธนบุรี	50	38	50	46	50	50	47	50	40	50	48	50	
		50	50	50	61	50	50	50	46	50	50	50	38	
		50	50	46	50	46	50	47	50	59	50	46	40	
		46	50	50	53	50	55	45	40	50	46	46	53	
		50	52	47	50	46	50	46	50	46	50	48	50	48.62

ตารางที่ ข.1 เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันขาไป (ก่อนการปรับปรุง)(ต่อ)

เลขที่	สถานี	เวลาเดินทางขาไป (นาที)												ค่าเฉลี่ย
9	ตลิ่งชัน	50	59	59	46	59	47	59	59	45	47	59	48	
		59	68	59	70	59	59	59	59	66	70	59	59	
		59	59	59	59	55	59	59	59	59	54	48	58	
		59	59	59	59	59	59	51	59	59	52	59	53	
		70	59	59	49	59	55	54	59	59	46	59	59	57.40
10	ปิ่นเกล้า	69	46	59	59	45	46	65	59	47	59	59	48	
		59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	
		48	59	61	49	69	59	49	59	62	62	45	49	
		59	59	59	60	50	59	45	48	59	59	49	59	
		45	59	59	59	59	59	62	59	59	59	59	59	56.70
11	พระราม 2	40	32	30	40	33	36	40	38	35	40	38	33	
		37	40	51	40	35	40	36	40	40	50	34	39	
		40	35	40	35	40	40	37	40	38	33	37	49	
		40	40	38	40	44	40	37	40	45	40	35	38	
		31	40	40	33	40	32	35	40	40	36	34	33	38.20
12	ลาดหลุมแก้ว	89	101	116	101	92	101	101	101	101	99	101	98	
		101	101	101	108	101	101	101	101	99	101	101	106	
		106	101	101	101	107	108	101	101	101	110	101	101	
		101	109	101	98	101	105	101	105	101	110	101	101	
		101	101	101	101	111	114	101	109	101	101	101	114	102.53
13	ราม 53	65	65	77	65	59	65	59	71	65	65	62	65	
		65	65	65	65	62	65	65	58	59	61	69	62	
		65	62	65	61	63	65	65	65	65	61	65	65	
		61	65	75	65	59	65	77	65	65	65	55	54	
		65	59	65	58	65	59	65	56	63	65	61	65	63.80
14	ซอยกลาง	52	47	52	52	64	52	58	52	47	64	52	58	
		60	52	52	59	52	52	52	58	52	52	52	52	
		54	52	58	52	55	52	57	56	52	59	52	55	
		52	52	56	52	57	52	52	55	56	52	49	59	
		52	52	47	58	52	48	52	59	52	47	52	52	53.60
15	พุทธมณฑลสาย 5	71	88	77	88	96	88	76	88	79	88	75	88	
		88	88	88	88	88	93	88	88	94	88	88	96	
		90	88	88	78	88	92	88	75	88	88	77	95	
		88	76	94	88	95	88	88	78	88	90	88	88	
		94	88	88	94	88	88	92	96	88	89	88	96	87.50
16	คลองสอง	90	108	115	108	108	108	95	108	113	108	96	108	
		108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	97	108	
		99	108	111	108	96	108	95	108	95	108	108	96	
		108	108	106	108	104	103	108	108	108	108	90	107	
		102	108	108	108	103	108	104	108	108	108	108	101	105.50

ตารางที่ ข.2 เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันขากลับ (ก่อนการปรับปรุง)

เลขที่	สถานี	เวลาเดินทางขากลับ (นาที)												ค่าเฉลี่ย
1	จันทร์ตัดใหม่	39	39	49	39	42	39	48	49	39	39	42	40	
		41	39	39	39	42	39	39	44	39	45	39	48	
		39	39	43	39	39	45	39	45	39	39	44	39	
		45	39	35	39	44	39	39	43	39	45	35	44	
		41	39	36	32	39	39	39	31	39	39	39	39	40.40
2	เย็นอากาศ	45	40	46	40	55	40	46	40	42	40	45	43	
		40	42	40	40	40	42	40	42	40	43	40	38	
		40	43	40	40	35	40	40	40	33	35	46	40	
		43	40	46	40	40	32	45	45	40	47	46	40	
		32	40	45	47	30	40	40	46	48	40	31	48	41.20
3	นวลจันทร์	67	71	82	66	71	69	71	71	58	71	71	71	
		67	61	68	71	71	69	63	71	69	71	66	64	
		66	71	75	71	69	66	71	66	73	71	70	71	
		71	68	71	61	69	71	67	70	67	71	71	68	
		67	71	80	71	64	68	71	71	60	71	79	71	69.32
4	อ่อนนุช	78	98	89	78	78	85	78	78	78	86	78	78	
		78	89	78	78	78	78	85	78	78	78	88	78	
		87	78	84	78	84	79	78	74	83	78	82	78	
		78	81	78	78	80	78	78	75	78	78	78	78	
		78	78	75	78	78	78	78	78	78	78	74	78	79.60
5	บางบ่อ	75	99	85	81	85	76	95	81	85	77	85	85	
		85	85	78	85	81	85	85	90	81	76	85	79	
		77	85	85	85	78	85	85	75	85	85	78	85	
		79	85	85	80	85	81	85	83	85	85	82	81	
		80	85	77	85	85	81	81	78	85	80	73	85	82.72
6	ลาซาล	50	65	65	65	77	65	65	54	65	65	53	56	
		65	57	65	56	65	65	57	65	65	65	65	56	
		65	57	65	64	65	65	56	65	54	65	54	65	
		52	53	57	65	59	65	50	65	59	65	58	65	
		52	59	63	65	54	57	65	51	70	65	65	56	61.10
7	ปู่เจ้าสมิงพราย	77	68	68	76	68	68	68	74	68	68	73	68	
		79	68	79	68	68	78	68	74	68	75	68	73	
		68	72	68	78	71	68	73	75	68	68	72	78	
		79	63	68	68	68	71	68	68	64	68	78	79	
		69	73	72	68	62	68	74	72	68	75	65	77	70.90
8	พาณิชย์ธนบุรี	47	38	38	38	38	38	38	38	38	48	38	43	
		38	38	46	38	51	38	35	38	38	38	38	38	
		49	45	38	38	44	38	38	38	44	38	38	43	
		38	41	38	38	38	38	41	38	42	46	38	41	
		43	47	38	38	48	41	38	38	45	38	44	46	40.43

ตารางที่ ข.2 เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันขากลับ (ก่อนการปรับปรุง) (ต่อ)

เลขที่	สถานี	เวลาเดินทางขากลับ (นาที)												ค่าเฉลี่ย
9	ตลิ่งชัน	44	49	44	55	44	47	44	44	44	44	44	44	
		40	44	45	44	39	44	44	35	51	44	44	44	
		44	44	44	40	44	46	44	44	44	44	30	44	
		38	44	44	44	38	44	44	38	39	44	44	44	
		44	44	54	44	51	44	44	44	44	34	44	44	43.62
10	ปิ่นเกล้า	30	39	49	39	31	31	49	39	39	33	39	29	
		39	39	39	39	31	39	39	39	39	31	39	33	
		35	39	34	39	39	32	39	39	33	39	39	39	
		39	39	39	39	40	39	39	39	40	39	39	33	
		49	39	35	39	47	39	39	39	32	41	31	29	37.70
11	พระราม 2	30	25	30	30	30	27	30	30	29	30	28	30	
		29	30	30	30	30	30	30	30	30	25	30	30	
		30	27	30	26	30	25	30	30	25	30	24	24	
		28	26	30	30	23	25	30	30	24	24	30	25	
		27	27	30	23	30	30	26	30	30	37	25	30	28.40
12	ลาดหลุมแก้ว	79	71	69	79	73	79	79	90	79	75	79	79	
		84	79	79	79	79	70	79	79	79	71	72	79	
		79	79	79	79	79	79	77	79	79	79	73	79	
		75	79	72	79	72	79	73	79	72	79	73	79	
		79	79	75	88	79	75	79	75	79	79	87	77	77.70
13	ราม 53	45	49	59	49	49	49	49	43	49	42	49	49	
		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	47	49	
		47	53	46	49	48	49	49	41	46	45	42	49	
		49	49	49	49	50	49	49	49	45	49	49	49	
		49	49	49	38	49	49	49	57	49	49	40	49	48.20
14	ซอยกลาง	40	49	42	51	42	41	42	37	50	42	38	42	
		31	42	33	35	42	34	42	35	42	42	38	42	
		42	42	31	42	42	34	42	42	42	42	36	42	
		41	42	40	42	41	42	42	40	42	42	40	32	
		42	41	40	42	40	42	41	42	35	31	42	35	40.20
15	พุทธมณฑลสาย 5	52	70	53	70	71	77	70	59	70	58	70	59	
		70	53	70	54	55	70	53	70	70	70	58	70	
		70	71	70	70	72	70	70	69	70	70	70	70	
		70	70	75	70	70	70	70	54	70	61	50	70	
		61	70	65	70	55	70	70	55	70	62	70	70	66.20
16	คลองสอง	78	93	95	93	78	78	93	93	77	93	93	78	
		79	93	93	77	93	82	93	82	93	81	93	78	
		77	93	93	93	93	93	93	93	93	80	93	77	
		78	86	83	84	93	83	93	81	93	82	93	77	
		77	93	81	93	93	81	93	77	93	93	81	77	86.80

ตารางที่ ค.1 เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันขาไป (หลังการปรับปรุง)

เลขที่	สถานี	เวลาเดินทางขาไป (นาที)												ค่าเฉลี่ย
1	จันทร์ตัดใหม่	45	31	27	31	28	43	31	31	31	31	27	31	
		31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	
		35	31	31	38	31	37	31	31	31	28	31	27	
		31	31	31	31	31	27	31	31	28	31	31	32	
		27	31	28	32	31	43	31	28	31	42	31	25	31.45
2	เย็นอากาศ	33	34	33	33	33	29	33	33	30	33	33	33	
		33	33	33	33	33	38	33	33	33	34	33	33	
		31	35	31	33	35	33	35	33	39	33	38	33	
		33	36	33	33	35	33	33	37	33	33	33	38	
		45	33	31	33	31	33	42	33	33	33	33	30	33.68
3	นวลจันทร์	62	63	62	70	62	64	62	62	58	62	62	62	
		62	70	62	62	62	69	62	62	55	62	62	58	
		62	66	62	67	62	62	62	62	62	62	54	62	
		62	62	57	62	55	62	62	62	62	62	57	62	
		74	62	62	70	62	62	62	62	56	62	75	62	62.37
4	อ่อนนุช	60	73	60	75	60	60	66	57	48	65	60	65	
		60	60	60	57	56	60	60	60	58	63	60	62	
		60	72	60	58	60	60	58	60	60	62	60	63	
		71	60	60	73	60	61	60	59	60	58	60	57	
		57	60	58	60	60	50	57	60	49	60	59	60	60.45
5	บางบ่อ	92	95	92	89	92	92	92	92	92	88	92	92	
		92	92	92	92	88	92	92	92	100	92	92	89	
		94	92	93	92	92	97	92	95	92	92	92	92	
		92	92	95	92	92	92	101	92	92	92	92	92	
		81	92	95	92	92	97	92	92	102	92	92	103	92.63
6	ลาซาล	72	73	72	80	72	78	81	72	76	72	80	72	
		79	72	78	72	69	72	72	72	77	72	72	77	
		78	72	72	72	72	76	72	72	72	66	72	77	
		79	72	78	65	72	65	72	72	72	72	72	72	
		72	64	72	72	72	72	72	72	63	72	72	72	72.78
7	ปู่เจ้าสมิงพราย	32	33	32	32	32	32	35	32	32	36	32	32	
		32	32	32	32	32	32	32	32	32	41	32	32	
		32	33	32	34	32	32	33	32	32	34	32	32	
		32	32	32	32	32	32	34	32	32	32	34	32	
		28	28	32	32	32	26	32	32	28	32	32	32	32.15
8	พาณิชย์ธนบุรี	50	38	50	46	50	50	47	50	40	50	48	50	
		50	50	50	61	50	50	50	46	50	50	50	38	
		50	50	46	50	46	50	47	50	59	50	46	40	
		46	50	50	53	50	55	45	40	50	46	46	53	
		50	52	47	50	46	50	46	50	46	50	48	50	48.62

ตารางที่ ค.1 เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันขาไป (หลังการปรับปรุง)(ต่อ)

เลขที่	สถานี	เวลาเดินทางขาไป (นาที)												ค่าเฉลี่ย
9	ตลิ่งชัน	50	59	59	46	59	47	59	59	45	47	59	48	
		59	68	59	70	59	59	59	59	66	70	59	59	
		59	59	59	59	55	59	59	59	59	54	48	58	
		59	59	59	59	59	59	51	59	59	52	59	53	
		70	59	59	49	59	55	54	59	59	46	59	59	57.40
10	ปิ่นเกล้า	69	46	59	59	45	46	65	59	47	59	59	48	
		59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	
		48	59	61	49	69	59	49	59	62	62	45	49	
		59	59	59	60	50	59	45	48	59	59	49	59	
		45	59	59	59	59	59	62	59	59	59	59	59	56.70
11	พระราม 2	40	32	30	40	33	36	40	38	35	40	38	33	
		37	40	51	40	35	40	36	40	40	50	34	39	
		40	35	40	35	40	40	37	40	38	33	37	49	
		40	40	38	40	44	40	37	40	45	40	35	38	
		31	40	40	33	40	32	35	40	40	36	34	33	38.20
12	ลาดหลุมแก้ว	89	101	116	101	92	101	101	101	101	99	101	98	
		101	101	101	108	101	101	101	101	99	101	101	106	
		106	101	101	101	107	108	101	101	101	110	101	101	
		101	109	101	98	101	105	101	105	101	110	101	101	
		101	101	101	101	111	114	101	109	101	101	101	114	102.53
13	ราม 53	50	51	50	50	50	49	50	50	44	50	50	45	
		50	52	51	50	55	50	56	50	54	50	55	50	
		47	50	50	49	50	54	50	52	50	50	53	54	
		55	50	50	53	50	54	53	50	54	50	54	53	
		50	50	54	50	45	50	46	50	47	50	50	50	50.65
14	ซอยกลาง	52	47	52	52	64	52	58	52	47	64	52	58	
		60	52	52	59	52	52	52	58	52	52	52	52	
		54	52	58	52	55	52	57	56	52	59	52	55	
		52	52	56	52	57	52	52	55	56	52	49	59	
		52	52	47	58	52	48	52	59	52	47	52	52	53.60
15	พุทธมณฑลสาย 5	71	88	77	88	96	88	76	88	79	88	75	88	
		88	88	88	88	88	93	88	88	94	88	88	96	
		90	88	88	78	88	92	88	75	88	88	77	95	
		88	76	94	88	95	88	88	78	88	90	88	88	
		94	88	88	94	88	88	92	96	88	89	88	96	87.50
16	คลองสอง	91	105	115	108	106	108	95	108	113	108	96	108	
		108	108	108	108	108	107	108	108	108	108	97	108	
		99	108	111	108	96	108	95	108	95	108	108	96	
		108	108	106	109	104	103	108	108	108	108	90	108	
		102	108	108	108	103	108	104	108	108	108	108	101	105.45

ตารางที่ ค.2 เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันขากลับ (หลังการปรับปรุง)

เลขที่	สถานี	เวลาเดินทางขากลับ (นาที)												ค่าเฉลี่ย
1	จันทร์ตัดใหม่	25	26	25	25	25	30	25	23	25	25	24	25	
		25	28	25	28	25	25	27	25	35	25	26	25	
		24	25	22	23	25	24	25	25	25	25	25	30	
		25	25	25	25	25	25	25	31	25	30	25	25	
		23	25	27	25	25	28	25	25	28	25	25	29	25.68
2	เย็นอากาศ	27	28	35	27	27	27	25	27	37	24	27	28	
		27	27	32	27	30	27	27	29	27	29	30	27	
		26	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	23	
		25	27	26	27	25	27	29	27	30	27	24	27	
		25	27	30	27	31	35	27	32	27	27	33	27	27.77
3	นวลจันทร์	58	65	58	60	67	58	58	58	62	58	58	58	
		64	58	65	58	58	63	58	58	62	58	63	58	
		58	58	58	61	63	60	58	59	58	60	59	58	
		58	64	58	65	58	65	58	48	50	58	64	50	
		58	49	58	58	49	58	58	58	58	58	47	58	58.57
4	อ่อนนุช	55	56	55	55	57	55	63	55	55	48	55	49	
		57	55	61	62	55	55	58	55	55	64	63	55	
		55	55	47	55	48	55	55	48	55	55	55	55	
		57	55	58	55	57	55	57	55	56	55	55	58	
		47	55	55	45	55	55	55	55	59	65	55	55	55.33
5	บางบ่อ	72	82	72	66	72	69	72	68	72	72	64	72	
		68	67	72	72	68	72	72	72	72	69	72	72	
		72	72	72	72	75	72	72	72	73	72	72	72	
		67	72	68	79	72	72	77	72	75	72	72	72	
		62	72	72	72	67	72	72	82	67	72	64	72	71.42
6	ลาซาล	52	53	58	52	52	52	52	58	55	52	62	54	
		52	47	52	52	59	52	52	52	52	52	52	52	
		48	52	52	53	52	49	52	52	52	52	47	52	
		52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	45	52	
		52	49	52	50	45	52	51	52	52	52	45	52	51.87
7	ปู่เจ้าสมิงพราย	29	26	33	28	28	25	28	29	30	28	33	30	
		28	28	34	28	28	39	25	28	25	28	28	28	
		34	27	28	28	28	30	28	28	34	28	27	29	
		29	27	28	28	26	28	33	33	28	30	29	28	
		28	31	29	35	28	32	30	28	31	33	28	30	29.22
8	พาณิชย์ธนบุรี	47	38	38	38	38	38	38	38	38	48	38	43	
		38	38	46	38	51	38	35	38	38	38	38	38	
		49	45	38	38	44	38	38	38	44	38	38	43	
		38	41	38	38	38	38	41	38	42	46	38	41	
		43	47	38	38	48	41	38	38	45	38	44	46	40.43

ตารางที่ ค.2 เวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันขากลับ (หลังการปรับปรุง)(ต่อ)

เลขที่	สถานี	เวลาเดินทางขากลับ (นาที)												ค่าเฉลี่ย
9	ตลิ่งชัน	44	49	44	55	44	47	44	44	44	44	44	44	
		40	44	45	44	39	44	44	35	51	44	44	44	
		44	44	44	40	44	46	44	44	44	44	30	44	
		38	44	44	44	38	44	44	38	39	44	44	44	
		44	44	54	44	51	44	44	44	44	34	44	44	43.62
10	ปิ่นเกล้า	30	39	49	39	31	31	49	39	39	33	39	29	
		39	39	39	39	31	39	39	39	39	31	39	33	
		35	39	34	39	39	32	39	39	33	39	39	39	
		39	39	39	39	40	39	39	39	40	39	39	33	
		49	39	35	39	47	39	39	39	32	41	31	29	37.70
11	พระราม 2	30	25	30	30	30	27	30	30	29	30	28	30	
		29	30	30	30	30	30	30	30	30	25	30	30	
		30	27	30	26	30	25	30	30	25	30	24	24	
		28	26	30	30	23	25	30	30	24	24	30	25	
		27	27	30	23	30	30	26	30	30	37	25	30	28.40
12	ลาดหลุมแก้ว	79	71	69	79	73	79	79	90	79	75	79	79	
		84	79	79	79	79	70	79	79	79	71	72	79	
		79	79	79	79	79	79	77	79	79	79	73	79	
		75	79	72	79	72	79	73	79	72	79	73	79	
		79	79	75	88	79	75	79	75	79	79	87	77	77.70
13	ราม 53	40	39	42	42	42	42	42	42	44	42	44	42	
		42	42	42	42	39	42	45	42	42	42	43	45	
		38	42	42	44	42	42	42	38	42	42	46	42	
		42	42	42	42	40	44	42	41	42	42	42	42	
		39	42	40	42	38	42	42	42	42	39	42	40	41.77
14	ซอยกลาง	40	49	42	51	42	41	42	37	50	42	38	42	
		31	42	33	35	42	34	42	35	42	42	38	42	
		42	42	31	42	42	34	42	42	42	42	36	42	
		41	42	40	42	41	42	42	40	42	42	40	32	
		42	41	40	42	40	42	41	42	35	31	42	35	40.20
15	พุทธมณฑลสาย 5	52	70	53	70	71	77	70	59	70	58	70	59	
		70	53	70	54	55	70	53	70	70	70	58	70	
		70	71	70	70	72	70	70	69	70	70	70	70	
		70	70	75	70	70	70	70	54	70	61	50	70	
		61	70	65	70	55	70	70	55	70	62	70	70	66.20
16	คลองสอง	78	93	95	93	78	78	93	93	77	93	93	78	
		79	93	93	77	93	82	93	82	93	81	93	78	
		77	93	93	93	93	93	93	93	93	80	93	77	
		78	86	83	84	93	83	93	81	93	82	93	77	
		77	93	81	93	93	81	93	77	93	93	81	77	86.80

ตารางที่ ง.1 เวลาของกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมันปลายทาง (ก่อนการปรับปรุง)

ลำดับ	รายละเอียด	เวลา (นาที)										ค่าเฉลี่ย
1	ตรวจวัดระดับน้ำมัน	6	5	7	5	6	4	5	6	6	6	
	ในหลุม	7	8	7	5	6	5	6	6	5	5	
		6	6	6	5	5	5	7	6	5	6	
		7	6	6	6	6	7	5	7	5	6	
		9	5	5	5	5	5	6	5	6	3	5.76
2	ตรวจสอบตราผนึก	3	4	3	4	3	4	4	5	4	4	
		4	3	4	3	4	5	4	4	3	3	
		3	4	3	4	3	2	3	3	3	4	
		4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	
		4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3.62
3	ตรวระดับน้ำมันที่แป้น	5	5	6	7	5	5	5	8	5	5	
		5	7	6	6	7	5	3	5	5	4	
		6	5	4	5	5	6	7	5	5	5	
		5	3	6	5	5	5	6	5	5	6	
		6	6	7	5	5	5	6	5	6	5	5.38
4	ตรวจสอบวัดน้ำ	15	13	12	13	12	13	11	14	13	12	
	ในน้ำมัน	13	10	13	13	11	13	15	12	15	13	
		10	14	15	11	13	13	17	13	13	15	
		10	12	13	15	15	12	12	12	11	15	
		15	12	15	17	12	12	15	16	13	13	13.14
5.1	ตักน้ำมันตัวอย่าง	4	4	5	4	4	4	4	3	5	4	
	ออกจากรถบรรทุก	3	3	3	4	3	4	4	5	4	4	
		4	4	4	3	4	4	5	5	3	4	
		4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	
		4	3	4	4	3	4	6	4	5	4	3.94
5.2	ตรวจสอบค่า API	12	11	13	17	18	16	14	19	18	20	
		16	14	15	16	19	18	16	15	21	16	
		13	15	20	16	15	15	16	16	15	15	
		16	16	16	16	15	16	16	16	18	17	
		17	16	18	17	15	18	16	15	17	15	16.12
6.1	นำท่อต่อเข้าระหว่างรถ	3	3	4	4	4	3	5	3	5	3	
	กับหลุมน้ำมัน	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4	
		3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	
		5	5	4	4	4	4	3	3	5	3	
		4	3	5	3	4	5	4	4	4	3	3.84
6.2	ปล่อยน้ำมันลงหลุม	14	15	17	17	21	17	17	18	17	20	
		18	20	19	17	17	18	17	19	14	21	
		21	14	13	14	17	18	17	13	14	15	
		20	17	20	17	17	15	17	17	16	21	
		21	17	20	17	16	17	17	17	18	15	17.22
6.3	ปิดวาล์วเก็บท่อเข้า	5	4	6	4	5	6	5	5	4	5	
	รถบรรทุก	5	6	5	4	5	3	4	6	5	5	
		4	6	6	4	6	5	5	5	5	4	
		5	5	5	6	5	4	4	5	4	5	
		5	5	3	5	3	4	4	5	6	6	4.82
7	ลูกค้าเซ็นรับสินค้า	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	
		3	3	4	4	2	3	4	3	2	4	
		4	4	5	3	3	3	3	3	3	4	
		3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	
		3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3.28

ตารางที่ ง.2 เวลาของกระบวนการตรวจรับน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมันปลายทาง (หลังการปรับปรุง

ลำดับ	รายละเอียด	เวลา (นาที)										ค่าเฉลี่ย
1	ตรวจสอบตราผนึก	3	4	3	4	5	4	4	5	4	3	
		2	3	4	3	3	4	6	4	4	3	
		5	4	3	4	3	2	5	2	3	3	
		4	5	4	3	4	3	4	4	4	3	
		3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3.62
2	ตรวจระดับน้ำมันที่แป้น	4	3	6	6	8	5	5	8	8	10	
		5	11	6	6	7	6	3	5	5	6	
		4	5	4	3	4	6	7	5	9	5	
		6	9	5	9	8	5	6	9	8	5	
		5	7	6	5	5	5	3	5	5	5	5.92
3	ตรวจสอบวัดน้ำ	15	12	15	12	13	13	14	17	15	20	
	ในน้ำมัน	15	16	13	16	15	18	15	15	19	16	
		14	13	15	13	16	18	17	18	20	18	
		17	18	16	15	15	17	18	15	16	15	
		15	15	16	18	17	19	15	16	17	16	15.84
5.1	ตักน้ำมันตัวอย่าง	3	4	3	3	3	4	4	3	4	5	
	ออกจากรถบรรทุก	3	3	3	4	3	4	4	5	4	3	
		4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	
		4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	
		3	3	4	3	3	4	4	3	5	5	3.54
5.2	ตรวจสอบค่า API	11	12	13	17	16	18	14	18	18	16	
		16	15	14	16	19	19	16	20	15	20	
		15	13	16	20	15	15	16	16	15	16	
		16	16	16	15	16	16	18	16	16	16	
		16	17	18	15	17	16	18	16	17	14	16.10
6.1	นำท่อต่อเข้าระหว่างรถ	3	3	4	3	3	3	3	3	5	3	
	กับหลุมน้ำมัน	4	4	5	5	3	4	3	4	3	4	
		3	3	4	3	5	3	3	3	4	4	
		3	3	5	4	5	4	3	5	4	3	
		3	3	5	3	4	5	5	4	5	4	3.74
6.2	ปล่อยน้ำมันลงหลุม	15	14	17	17	13	17	18	17	20	17	
		21	17	19	20	17	18	17	19	21	14	
		18	14	13	14	18	17	17	13	15	14	
		17	17	17	20	17	15	21	17	16	17	
		17	17	21	17	16	17	15	17	18	17	16.94
6.3	ปิดวาล์วเก็บท่อเข้า	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	
	รถบรรทุก	2	3	3	3	2	2	3	2	2	3	
		2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	
		2	3	3	2	2	3	4	2	2	2	
		2	2	2	3	3	2	3	2	3	2	2.10
7	ลูกค้าเซ็นรับสินค้า	2	5	4	3	3	2	3	3	3	2	
		3	5	4	4	3	2	4	4	3	4	
		4	4	5	5	5	3	4	3	3	4	
		3	3	4	2	3	3	5	4	3	3	
		3	4	4	3	4	5	4	3	3	3	3.50

คลังน้ำมัน ……..
Depot

เอกสารขั้นตอนการตรวจรับน้ำมัน
Oil Receiving Document

วันที่ ..... / ..... / .....
Date

ชื่อ พขร. : ..... **หมายเลขรถ** : ..... **สถานที่ส่ง** ..... **ระยะทาง ไป - กลับ** ..... **กม. เลขที่ใบขนส่งสินค้า** : .....
Driver's Name Truck No. Delivery Place Distance KM. Invoice No.

ส่วนของคลังน้ำมัน (For Depot Staff)

ช่องที่ Compart. No.	ชนิดน้ำมัน Oil Type	ปริมาตร Volume (Ltr.)	อุณหภูมิจ่าย Loading Temp. (F)	ค่า API	หมายเลขซีล (Seal No.) ซีลล่าง Lower Seal	ซีลบน Upper Seal
1					วาล์วแต่ละช่อง Compartment Valves	
2					เดี่ยว (A) ..... Single	
3					พ่วง (B) ..... Tail	
4					วาล์วหัวจ่าย Header Valve	
5					เดี่ยว (C) ..... Single	
6					พ่วง (D) ..... Tail	
7					วาล์วหม้อกรองเดี่ยว Strainer Valve	
8						
9					เดี่ยว (E) ..... Single	
10					พ่วง (F) ..... Tail	

Electronic Seal หมายเลข Seal กล่องครอบ : เดี่ยว ..... พ่วง .....
☐ เรียบร้อย Completed ☐ ไม่เรียบร้อย Incompleted เลขรหัส : เดี่ยว ..... พ่วง ..... Code Number : Single Tail

- ○ ชนิดน้ำมันตามใบสั่ง Type of Oil Refer to Order ☐ ถูกต้อง Correct ☐ ไม่ถูกต้อง Incorrect
- ○ ลายเซ็นเจ้าหน้าที่ Top Check Top Check Authorized Signature
  - ชิปปิ้ง ..... Shipping
  - ขนส่ง ..... Logistics
  - บัญชี ..... Account
  - รปภ. ..... Security
- ○ ออกจากคลัง (Departure Time)
  - เวลาที่กำหนด ..... น. (..... / ..... / .....) Planned Time
  - เลขไมล์จริง ..... Mile No.
  - ปฏิบัติจริง ..... น. (..... / ..... / .....) Actual Time
  - ลงชื่อ ..... รปภ. Sign Security
- ○ ถึงลูกค้าเวลาที่กำหนด ..... น. (..... / ..... / .....) Planned Arrival Time at Customer Station เลขไมล์จริง ..... Mile No.
- ○ ออกจากลูกค้าเวลาที่กำหนด ..... น. (..... / ..... / .....) Planned Departure Time from customer Station เลขไมล์จริง ..... Mile No.
- ○ กลับถึงคลัง (Arrival Time)
  - เวลาที่กำหนด ..... น. (..... / ..... / .....) Planned Time
  - เลขไมล์จริง ..... Mile No.
  - ปฏิบัติจริง ..... น. (..... / ..... / .....) Actual Time
  - ลงชื่อ ..... รปภ. Sign Security

○ เส้นทางที่กำหนด Planned Routing
ขาไป Forward — ปฏิบัติจริง Actual
ขากลับ Backward — ปฏิบัติจริง Actual

ลงชื่อ (Signature)
ผู้สั่งงาน ..... (..... / ..... / .....) Chief Driver

รับทราบโดย (Acknowkedged by)
พขร. ..... (..... / ..... / .....) Driver

ส่วนของผู้รับน้ำมัน (For Customer)

ตรวจหมายเลขซีล Seal Number Checking: ซีลบน Upper Seal ถูก / ผิด Yes / No	ซีลล่าง Lower Seal ถูก / ผิด Yes / No	ระยะจากแป้น Height from Indicator: ถึงฝาถัง To Manhole ถูก / ผิด Yes / No	ถึงก้นถัง To Tank Bottom ถูก / ผิด Yes / No	อุณหภูมิรับ Unloading Temp. (F)	ค่า API	ท็อปอัพ Top Up (Ltr.)
	(A)					
	(B)					
	(C)					
	(D)					
	(E)					
	(F)					

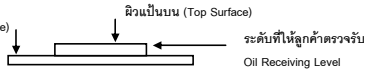
Electronic Seal หมายเลข Seal กล่องครอบ : เดี่ยว ..... พ่วง .....
☐ เรียบร้อย Completed ☐ ไม่เรียบร้อย Incompleted เลขรหัส : เดี่ยว ..... พ่วง ..... Code Number : Single Tail

	ถูกต้อง (Correct)	ไม่ถูกต้อง (Incorrect)
○ ตรวจบัตรประจำตัว พขร. Driver Identity Card Checking	☐	☐
○ ตรวจเอกสารนำส่งจาก พขร. Document Checking	☐	☐
○ ไม่มีน้ำปน No Water Contained	☐	☐
○ เครนน้ำมันที่ตกค้างอยู่เรียบร้อยแล้ว Discharge & Drainage Completed	☐	☐

- ○ เวลาถึงลูกค้า ..... น. (..... / ..... / .....) Arrival Time at Customer Station วันที่ / Date
- ○ เวลาออกจากลูกค้า ..... น. (..... / ..... / .....) Departure Time from Customer Station วันที่ / Date

ลงชื่อ (Signature)
..... (..... / ..... / .....) ลูกค้า / Customer
..... (...../...../.....) พขร. / Driver

แผนภาพแสดงระดับแป้นที่ถูกต้องในการตรวจรับน้ำมัน
Correct Indicator Level



เบอร์โทรติดต่อแผนกขนส่งประจำคลัง (Phone Number for Contact)

รูปที่ จ.1 เอกสารขั้นตอนการตรวจรับน้ำมัน

ใบกำกับการขนส่งน้ำมัน (ยกเว้นการขนส่งก๊าซปิโตรเลียมเหลวและน้ำมันหล่อลื่น) ตามประกาศกระทรวงพาณิชย์	เล่มที่ เลขที่ ออกเมื่อวันที่

ผู้จ่ายน้ำมัน	ผู้รับน้ำมัน
ชื่อ ที่ตั้ง หมายเลขโทรศัพท์	ชื่อ ที่ตั้ง หมายเลขโทรศัพท์

ผู้ดำเนินการขนส่ง

[ ] ผู้รับจ้างขนส่งน้ำมันตามมาตรา 13 ทวิ (ใบอนุญาตเลขที่) [ ] ผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 6 (ผู้ค้าน้ำมันรายใหญ่) [ ] ผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 6 ทวิ (สถานีบริการ)	ชื่อ ที่ตั้ง หมายเลขโทรศัพท์ เลขทะเบียนรถ / ชื่อเรือ ออกเดินทางจากสถานีที่จ่ายน้ำมันต้นทางเมื่อ วันที่ เวลา น. วันที่ต้องการ เวลา น.

ชนิดและปริมาณน้ำมัน

.....	.....	.....	.....
( )	( )	( )	( )
พนักงานขับรถ	พนักงาน Load น้ำมัน	พนักงานประจำคลัง	ผู้รับน้ำมัน
..... / ..... /	..... / ..... /	..... / ..... /	..... / ..... / .....

หมายเหตุ	
1. ให้จัดพิมพ์ด้วยกระดาษ A4 2. ต้นฉบับให้แนบกับใบส่งของหรือใบกำกับภาษีและมอบให้ผู้ดำเนินการขนส่งนำติดกำกับใบกับยานพาหนะที่ใช้ขนส่ง ส่วนสำเนาให้เก็บรักษาไว้ ณ สถานที่จ่ายน้ำมันเป็นเวลาไม่น้อยกว่าหกสิบวันนับแต่วันที่จ่ายน้ำมันออกไป	(ลงชื่อ) ..... ผู้ออกใบกำกับการขนส่งน้ำมัน ( ) (ลงชื่อ) ..... ผู้ดำเนินการขนส่ง ( )

รูปที่ จ.2 ใบกำกับการขนส่งน้ำมัน

ใบกำกับสินค้า / ใบส่งของ

ชื่อและที่อยู่ผู้ซื้อ Sold To	เที่ยวที่ Ship To	เลขที่ No. วันที่ Date วันครบกำหนดชำระ Due Date

ใบสั่งซื้อเลขที่ Purchase No.	วิธีการส่ง Trans. Type	หมายเลขรถ Truck No.	เที่ยวที่ Trip No.	รหัสปลายทาง Frg. Loc. Code	จุดที่ส่ง Drops.	รหัสผู้รับเหมา Cont. Code	ซิลหมายเลข Seal No.	ทะเบียนรถ Licence No.

Temperature	Density @ 15°C API @ 60°F	รหัสสินค้า Product Code	ชื่อสินค้า Product Description	ปริมาณ Quantity	หมายเหตุ Remarks

ความหนาแน่น Observed Density	ตรวจสอบน้ำ Water Check	
ตัวรถ Front At ……°F = …… At 15°C = …… ตัวพ่วง Front At ……°F = …… At 15°C = ……		…… Inspector

ได้รับของในสภาพเรียบร้อย / Received in Good Condition

…… ……

ผู้รับเหมา / Contractor ผู้รับ / Consignee

วันที่ Date …….. เวลา Time ……... วันที่ Date …….. เวลา Time ……...

ผู้มีอำนาจลงนาม ……

รูปที่ จ.3 ใบกำกับสินค้า / ใบส่งของ

ใบเบิกน้ำมัน - สำหรับรถบรรทุกน้ำมัน						คลังน้ำมัน เลขที่ วันที่
ชื่อผู้ขอเบิก : สถานที่ส่ง : เลขที่ INV. :			รหัสพนักงาน :			ฝ่าย / แผนก :
ประเภทน้ำมันเชื้อเพลิงที่เติม :				สถานที่เติมน้ำมันเชื้อเพลิง :		
รายการ				ระยะทาง	จำนวนน้ำมัน	หมายเหตุ
หมายเลขรถ	ทะเบียนรถ	ประเภทรถ	เลขไมล์	ไป - กลับ (กม.)	(ลิตร)	

ผู้ขอเบิก	ผู้จ่ายน้ำมัน	ผู้รับน้ำมัน
ผู้อนุมัติ	ผู้อนุมัติ	ผู้จัดทำใบเบิก

รูปที่ จ.4 ใบเบิกน้ำมัน สำหรับรถบรรทุก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คู่มือวิธีปฏิบัติ	หน่วยงาน ตรวจสอบคุณภาพ
หัวข้อเรื่อง การวัดค่าความถ่วงจำเพาะเอพีไอ	รหัสเอกสาร WI-OP-คค.-002
ประกาศใช้ครั้งที่ 1 วันที่ 20 มิถุนายน 2543	หน้าที่ 1 ของทั้งหมด 2 หน้า

1. วัตถุประสงค์ : เพื่อหาค่าความถ่วงจำเพาะแบบเอพีไอ โดยค่าเอพีไอสามารถบ่งชี้ว่าน้ำมันชนิดอื่นปนเปื้อนหรือไม่ และเพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณ
2. ผู้รับผิดชอบ : พนักงานปฏิบัติการคลังแผนกท่าเรือหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย
3. สถานที่ : ห้องทดสอบ
4. สถานที่ :
    4.1 กระบอกแก้วขนาด 500 มิลลิลิตร
    4.2 ไฮโดรมิเตอร์ชนิดอ่านค่าเป็นองศาเอพีไอที่ผ่านการสอบเทียบจากหน่วยงานที่เชื่อถือได้
    4.3 เทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้วอ่านอุณหภูมิเป็นองศาฟาเรนต์ไฮท์
    4.4 ผ้าเช็ดมือ
5. การตรวจสอบ : ภายหลังรับน้ำมันจากโรงกลั่นและก่อนรับน้ำมันจากเรือเข้าถังปลายทาง
6. วิธีการปฏิบัติ
    6.1 นำน้ำมันตัวอย่างรินลงข้างกระบอกแก้ว (Cylinder) โดยเอียงกระบอกแก้วเล็กน้อยเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดฟองอากาศและการระเหยของน้ำมัน
    6.2 วางกระบอกแก้วน้ำมันตัวอย่างบนโต๊ะที่มีพื้นเรียบและสถานที่จะต้องสามารถกำบังกระแสลม ทิ้งตัวอย่างไว้ 1-2 นาที เพื่อให้ฟองอากาศในน้ำมันระเหยออก
    6.3 ตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์และไอโดรมิเตอร์ตามรูปที่ 4.12 และรูปที่ 4.19 ตามลำดับ และบันทึกหมายเลขลงในตารางคำนวณเรือพร้อมทั้งวันที่ทำการสอบเทียบ
    6.4 นำเทอร์โมมิเตอร์และไฮโดรมิเตอร์มาเช็ดทำความสะอาดให้แห้งด้วยผ้าสะอาดแล้วหย่อนลงในกระบอกแก้ว ให้ไฮโดรมิเตอร์ลอยเป็นอิสระกึ่งกลางกระบอกแก้ว โดยจะต้องไม่สัมผัสผิวกระบอกแก้วและจุดต่ำสุดของไฮโดรมิเตอร์จะต้องห่างจากก้นของกระบอกแก้วอย่างน้อยที่สุด 1 นิ้ว
    6.5 อ่านค่าเอพีไอเมื่อไฮโดรมิเตอร์หยุดนิ่งตามสเกลที่ตรงกับแนวระดับของผิวน้ำมันในกระบอกแก้ว (ผิวโค้งล่าง) จดบันทึกค่าเอพีไอขณะแช่อยู่ในน้ำมันตัวอย่าง

คู่มือวิธีปฏิบัติ	หน่วยงาน ตรวจสอบคุณภาพ
หัวข้อเรื่อง การวัดค่าความถ่วงจำเพาะเอพีไอ	รหัสเอกสาร WI-OP-คค.-002
ประกาศใช้ครั้งที่ 1 วันที่ 20 มิถุนายน 2543	หน้าที่ 2 ของทั้งหมด 2 หน้า

6.6 อ่านอุณหภูมิพร้อม ๆ กับการอ่านค่าเอพีไอ อ่านค่าอุณหภูมิขณะที่เทอร์โมมิเตอร์แช่อยู่ในน้ำมันตัวอย่าง

6.7 แปลงค่าเอพีไอที่อุณหภูมิขณะวัดเป็นค่าเอพีไอที่อุณหภูมิมาตรฐาน 60 องศาฟาเรนต์ไฮท์ โดยเปิดตาราง 5B

6.8 นำค่าที่ได้จากข้อ 6.6 ไปเปิดตาราง 6B เพื่อหาค่าแฟคเตอร์ที่อุณหภูมิมาตฐาน 60 และ 86 องศาฟาเรนต์ไฮท์

6.9 ทำการบันทึกค่าเอพีไอที่อุณหภูมิมาตรฐาน 60 และ 86 องศาฟาเรนต์ไฮท์ในตาราง การคำนวณเรือ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาชนะและอุปกรณ์ที่ใช้ในการบรรจุ (Container) และเก็บตัวอย่าง (Sampler)

1. ภาชนะที่ใช้ในการเก็บหรือบรรจุตัวอย่าง (Sample Container) ภาชนะที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างมีหลายอย่างให้เลือกใช้ เช่น ขวดแก้ว พลาสติกหรือกระป๋องโลหะ ซึ่งภาชนะแต่ละประเภทจะมีข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดในการเลือกดังนี้

- ขวดแก้วใส จะมีข้อดีตรงที่สามารถมองเห็นเนื้อน้ำมันได้ชัดเจน และสังเกตความสะอาดหรือลักษณะที่ปรากฏ (Appearance) ของน้ำมันได้ง่ายแต่ไม่สามารถป้องกันตัวอย่างจากรังสี UV ได้

- ขวดแก้วสีชาและกระป๋องโลหะ จะมีข้อดีตรงที่สามารถป้องกันตัวอย่างจากแสงได้เป็นอย่างดี เนื่องจากรังสี UV จากแสงอาทิตย์จะทำให้คุณสมบัติบางอย่าง เช่น ค่าการนำไฟฟ้าเปลี่ยนไป

- ขวดพลาสติกหรือภาชนะพลาสติกจะต้องเป็นชนิดที่ทำจากLinear Polyethylene และอนุญาตให้ใช้กับตัวอย่างน้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และน้ำมันหล่อลื่นเท่านั้น ไม่ควรใช้กับ Gasoline, Aviation Jet Fuel, Kerosine, Crude Oil

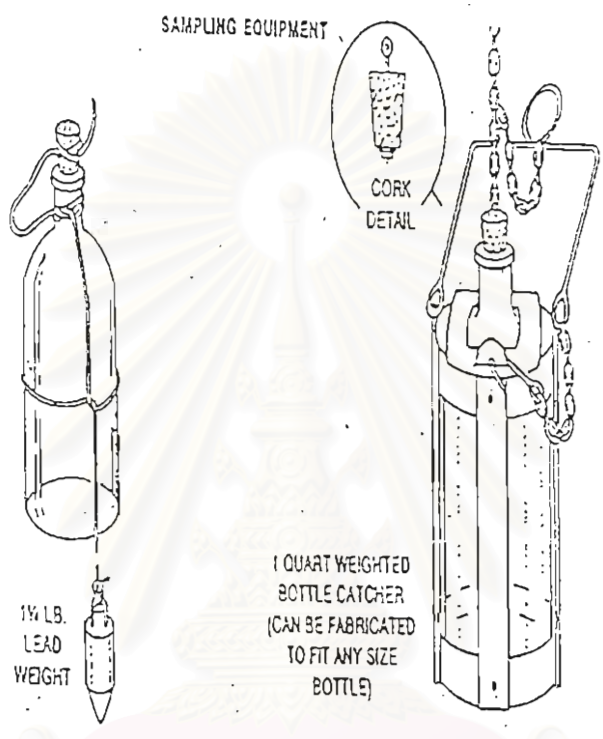
2. จุกที่ใช้ในการปิดภาชนะบรรจุตัวอย่าง (Container Closure) สำหรับขวดแก้วสามารถใช้จุกคอร์ก, จุกแก้วหรือฝาเกลียวพลาสติก / โลหะก็ได้ แต่สำหรับกระป๋องควรใช้ฝาเกลียวเท่านั้น โดย Closure แต่ละชนิดต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- จุกคอร์กจะต้องมีคุณภาพดี สะอาด ปราศจากรูพรุน ไม่มีขุย
- จุกแก้วต้องมีขนาดพอดี และปิดได้แนบสนิทไม่มีการรั่วซึม (Perfect Fit)
- ฝาเกลียวจะต้องมีฝาชั้นใน หรือแผ่นรองใน ซึ่งจะเป็นแผ่นดีบุก Aluminum Foil หรือวัสดุอย่างอื่นที่ไม่มีผลกระทบต่อน้ำมัน

3. อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง (Sampling Apparatus หรือ Sampler) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำมันหลายชนิดที่แตกต่างกันทั้งรูปแบบและวัสดุที่ใช้ ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บตัวอย่าง (Sampling Procedure) และชนิดของตัวอย่าง (Sample Type) ที่ต้องการลักษณะของอุปกรณ์การเก็บตัวอย่างโดยทั่ว ๆ ไปแสดงดังในรูปที่ ฉ.1

4. วิธีการทำความสะอาดอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง (Sampling Apparatus หรือ Sampler) โดยต้องสะอาดปราศจากตัวทำละลายและน้ำ ก่อนการนำอุปกรณ์มาใช้งานแช่และเขย่าด้วยตัวทำ

ละลายตัวหนัก หรือ แนปทา เพื่อขจัดสิ่งสกปรกออกก่อน หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำสบู่เข้มข้น และล้างออกด้วยน้ำสะอาดและน้ำกลั่น แล้วเป่าให้แห้งและปิดฝาให้เรียบร้อย



รูปที่ ฉ.1* อุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง (Sampling Apparatus)

* คัดจาก ASTM STANDARD (1989)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการตักน้ำมันตัวอย่าง

1. Bottle Sampling เป็นการเก็บตัวอย่างจากถังของรถน้ำมัน ถังบนรถน้ำมันโดยมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามรูปที่ ฉ.1 และคำแนะนำในการเก็บตัวอย่างในตารางที่ ฉ.1

ตารางที่ ฉ.1 น้ำหนักในการเก็บตัวอย่างด้วยขวด

ชนิดของน้ำมัน	ขนาดของการเปิด (นิ้ว)
น้ำมันหล่อลื่นตัวเบา, น้ำมันก๊าด, แก๊สโซลีน, น้ำมันดีเซล	¾
น้ำมันหล่อลื่นตัวหนัก, น้ำมันดีเซลดำ	1 (½)
น้ำมันดิบ	¼
น้ำมันดิบตัวหนักและน้ำมันเตา	1 (½)

* คัดจาก ASTM STANDARD (1989)

การวัดค่า API

การวัดค่าความถ่วงจำเพาะโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ ไฮโดรมิเตอร์เป็นอุปกรณ์ในการวัดความถ่วงจำเพาะโดยวัดจากตัวอย่างที่เก็บมาและต้องวัดควบคู่ไปกับอุณหภูมิ โดยอ่านค่าความถ่วงจำเพาะได้จากสเกลของไฮโดรมิเตอร์ ค่าที่ได้จำเป็นต้องมีความถูกต้องเพราะต้องนำไปใช้ในการแปลงปริมาณไปที่อุณหภูมิมาตรฐานที่ใช้ในการซื้อขาย

อุปกรณ์ที่ใช้

1. ไฮโดรมิเตอร์ที่ใช้เป็นแบบหลอดแก้วตามมาตรฐานของอังกฤษแสดงได้ดังตารางที่ ฉ.2

ตารางที่ ฉ.2 คำแนะนำในการใช้ไฮโดรมิเตอร์

Specification	Type	Unit	Range		Scale		Meniscus Correction
			Total	Each Unit	Interval	Error	
BS 718:1960 L50 SP M50 SP	Special Petroleum	Density, kg/liter at 15 °C 	 0.600 to 1.100 0.600 to 1.100	 0.050 0.050	 0.0005 0.001	 ± 0.0003 ± 0.0006	 +0.0007 +0.0014
BS 718:1960 L50 SP M50 SP	Special Petroleum	Relative density (specific gravity) 60/66 °F	 0.600 to 1.100 0.600 to 1.100	 0.050 0.050	 0.0005 0.001	 ± 0.0003 ± 0.0006	 +0.0007 +0.0014
ASTM E100° Now. 82H to 90H	Long, plain	Relative density (specific gravity) 60/60 °F	 0.650 to 1.100	 0.050	 0.0005	 ± 0.0005	
ASTM E100° Nos. 1H to 10H	Long, plain	API gravity, °API	 -1 to +101	 12	 0.1	 ± 0.1	

- ASTM E 100 Specification for ASTM Hydrometer, Annual Book of ASTM Standards, Part 25.

* คัดจาก API STANDARD 2543 OCT (1965)

2. เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิควบคู่กันกับการใช้ไฮโดรมิเตอร์ตามมาตรฐานของ ASTM แสดงได้ดังตารางที่ ฉ.3 และตารางที่ ฉ.4

ตารางที่ ฉ.3 คำแนะนำในการใช้เทอร์โมมิเตอร์

Specification	Type	Scale	Range	Graduation	Scale Error
				Interval	
IP 64 C	Density, wide range	C	- 20 to + 102	0.2	+ / -0.1
ASTM E* No. 12C	Gravity	C	- 20 to + 102	0.2	+ / -0.1
IP 64 F	Relative density (specific Gravity), wide range	F	- 5 to + 215	0.5	+ / -0.25
ASTM E* No. 12F	Gravity	F	- 5 to + 215	0.5	+ / -0.25

*ASTM E 1 Specification for ASTM Thermometers, Annual Book of Standard, Part 25.

*คัดจาก API STANDARD 2543 OCT (1965)

ตารางที่ ฉ.4 ข้อจำกัดในการใช้งานและวิธีการในการใช้เทอร์โมมิเตอร์

Sample Type	Initial Boiling Point	Other Limits	Test Temperature
Highly volatile		Reid vapor pressure below 26 lb	Cool in original closed container to 2 C° (35 F°) or lower
Moderately volatile	120 C° (350 F°) and Below		Cool in original closed container to 18 C° (65 F°) or lower
Moderately volatile and viscous	120 C° (350 F°) and Below	Viscosity too high at 18 C° (65 F°)	Heat to minimum temperature to obtain sufficient fluidity
Nonvolatile	Above 120 C° (350 F°)		Use any temperature between – 18 and 90 C° (0 C และ 195 F°) as convenient
Mixers with Non-petroleum products			Test at 15+/-0.2 C° (60+/-0.5 F°)

*คัดจาก API STANDARD 2543 OCT (1965)

3. ท่อทดสอบ ต้องเป็นท่อหลอดแก้วหรือพลาสติกที่ง่ายต่อการเท มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าความโตของไฮโดรมิเตอร์อย่างน้อย 25 มิลลิเมตร ความสูงของท่อจะต้องมากกว่า 25 มิลลิเมตรของช่องว่างระหว่างพื้นล่างกับปลายของไฮโดรมิเตอร์และสีต้องไม่ขุ่นง่ายและคงความใส เมื่อสัมผัสกับแสงอาทิตย์และเนื้อน้ำมัน

ในสภาพการใช้งานการหาค่าความถ่วงจำเพาะการใช้งานจะต้องอยู่ในช่วงอุณหภูมิ –18 ถึง 90 องศาเซลเซียสและจำเป็นต้องระมัดระวังในการใช้งานเป็นพิเศษ

วิธีการในการดำเนินงาน

1. ต้องมั่นในว่าตัวอย่างที่ใช้ในการวัดค่าความถ่วงจำเพาะในการทดสอบอุณหภูมิต้องมีอุณหภูมิที่เท่ากัน (กระทำกันในเวลาใกล้เคียงกัน)

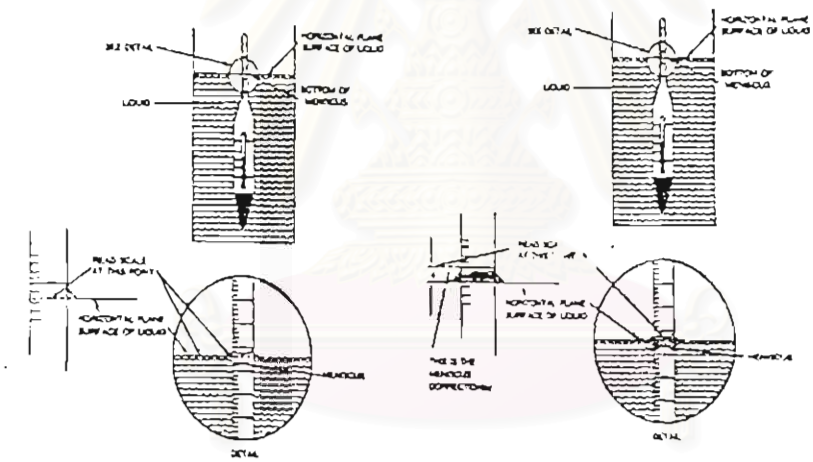
2. ในการถ่ายน้ำมันตัวอย่างไปยังกระบอกทดสอบต้องระมัดระวังให้เกิดฟองอากาศน้อยที่สุด

3. วางกระบอกทดสอบในแนวตั้งตรงและต้องมั่นใจว่าอุณหภูมิของตัวอย่างต้องไม่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการทดสอบและอุณหภูมิในห้องทดสอบต้องไม่เปลี่ยนแปลงมากกว่า 2

องศาเซลเซียส หรือถ้าทำการทดสอบในบริเวณที่อุณหภูมิมากกว่าหรือน้อยกว่าอุณหภูมิห้องจำเป็นต้องใช้อ่างแช่เพื่อรักษาอุณหภูมิให้คงที่

4. ค่อย ๆ จับปลายไฮโดรมิเตอร์ลงไปในตัวอย่าง และต้องไม่ให้ระดับด้านบนของไฮโดรมิเตอร์เปียกกวนเทอร์โมมิเตอร์ในตัวอย่างตลอดเวลา และไม่ให้ระดับด้านบนปนเปื้อนน้ำมันจนอุณหภูมิคงที่ทำการอ่านและบันทึกอุณหภูมิยกเทอร์โมมิเตอร์ออก

5. กดไฮโดรมิเตอร์ลงไปในตัวอย่าง 2 สเกลแล้วปล่อยส่วนที่อยู่เหนือตัวอย่างต้องแห้งและลอยอยู่กลาง ๆ ไม่ให้สัมผัสผนังกระบอกหลังจากไฮโดรมิเตอร์นิ่งแล้วทำการอ่านสเกล ซึ่งต้องใช้หลักการดูรอยตัดของของเหลวตามรูปที่ ฉ.2 และสำหรับน้ำมันที่มีสีข้นต้องอ่านโดยดูที่จุดต่ำสุดของรอยตัดและปรับค่าการอ่านตามตารางที่ ฉ.2 ทำการจดบันทึกโดยที่ตัวอย่างอุณหภูมิต้องเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส



รูปที่ ฉ.2* แสดงวิธีการวัดความถ่วงจำเพาะหรือความหนาแน่นด้วยไฮโดรมิเตอร์

*คัดจาก API STANDARD 2543 OCT (1965)

ในการวัดค่าความถ่วงจำเพาะแบบ API จะใช้ตาราง 5B ในการเปิดหาค่าความถ่วงจำเพาะแบบ API ที่อุณหภูมิ 60 องศาฟาเรนไฮท์ และ 86 องศาฟาเรนไฮท์

งานพัฒนาเส้นทางขนส่ง
แบบสอบถามความคิดเห็น

ชื่อ _____ สกุล _____ แผนก _____

แบบสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้นตามแนวคิดการวิจัยโดยใช้แบบสอบถามแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องกับแผนกขนส่ง เพื่อจัดหาเส้นทางเดินรถใหม่ให้เหมาะสมกับสภาพการจราจรในปัจจุบัน เพื่อประโยชน์ต่อการทำงานของตัวท่านเองและองค์กรและเพื่อการพัฒนาในอนาคต โดยคณะวิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาจากผู้ปฏิบัติงานหรือผู้เกี่ยวข้อง (คือท่าน) มาจัดทำและวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแก้ไขเส้นทางการเดินรถให้เหมาะสม โดยยึดหลักที่ว่าพนักงานทุกระดับทำงานให้บริษัทฯ ด้วยกันอย่างมีความสุข จึงขอความกรุณาให้ท่านตอบคำถามตามความเป็นจริง

คำถามมีทั้งหมด 15 ข้อ ให้ใส่เครื่องหมายถูกลงในช่องสี่เหลี่ยม ☑ ในแต่ละคำถามที่เห็นว่าเป็นเส้นทางที่ควรเดินทาง (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

1. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันถึงสถานีบริการน้ำมันจันทร์ตัดใหม่
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – นราธิวาสนครินทร์
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาธร – นราธิวาสนครินทร์
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – พระเจ้าตากสิน – เจริญนคร – สาธร – นราธิวาสนครินทร์
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – พระราม 3 – นราธิวาสนครินทร์
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – พระราม 3 – สาธุประดิษฐ์ – นราธิวาสนครินทร์

2. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันถึงสถานีบริการน้ำมันเย็นอากาศ
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – นราธิวาสนครินทร์ – จันทร์ตัดใหม่ – เย็นอากาศ
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาธร – นราธิวาสนครินทร์ – จันทร์ตัดใหม่ - เย็นอากาศ
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – แยกรัชดา – เจริญนคร – พระราม 3 – สาธุประดิษฐ์ – นราธิวาสนครินทร์ - จันทร์ตัดใหม่ – เย็นอากาศ
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – พระราม 3 – นราธิวาสนครินทร์ – จันทร์ตัดใหม่ – เย็นอากาศ
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – พระราม 3 – นราธิวาสนครินทร์ – นางลิ้นจี่ – เย็นอากาศ

3. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันถึงสถานีบริการน้ำมันนวลจันทร์

☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – พระราม 9 – ประดิษฐ์มนูธรรม – นวลจันทร์

☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – ทางด่วนขั้นที่ 2 รามอินทรา อาจณรงค์ – ประดิษฐ์มนูธรรม– นวลจันทร์

☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาธร – พระราม 4 – สุขุมวิท – เอกมัย – ประดิษฐ์มนูธรรม – นวลจันทร์

☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – บางนา – สุขุมวิท 103 – ศรีนครินทร์ – พระราม 9 – ประดิษฐ์มนูธรรม – นวลจันทร์

4. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันถึงสถานีบริการน้ำมันอ่อนนุช

☐ สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – สุขุมวิท 103 – ศรีนครินทร์ – ซ. อ่อนนุช

☐ สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – เทพารักษ์ – ศรีนครินทร์ – ซ. อุดมสุข 103 – ซ. อ่อนนุช

☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาธร – พระราม 4 – สุขุมวิท – ซ. อ่อนนุช

☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – บางนา – สุขุมวิท 103 – ศรีนครินทร์ – ซ. อ่อนนุช

☐ สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – สุขุมวิท 103 – ซ. อ่อนนุช

5. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันถึงสถานีบริการน้ำมันบางบ่อ

☐ สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – เทพารักษ์ – ศรีนครินทร์ – บางนา – บางบ่อ

☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – บางนา – บางบ่อ

☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – สาธุประดิษฐ์ – นราธิวาสราชนครินทร์ – สาธร – พระราม 4 – สุขุมวิท – บางบ่อ

☐ สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – เทพารักษ์ – ศรีนครินทร์ – บางนา – บางบ่อ

6. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันถึงสถานีบริการน้ำมันลาซาล

☐ สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – เทพารักษ์ – ศรีนครินทร์ – ซ. ลาซาล

☐ สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – สุขุมวิท – บางนา – ศรีนครินทร์ – ซ. ลาซาล

☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาธร – พระราม 4 – สุขุมวิท 105 – ซ. ลาซาล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันถึงสถานีบริการน้ำมันปู่เจ้าสมิงพราย
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าสมิงพราย
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – บางนา – สุขุมวิท – ปู่เจ้าสมิงพราย
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาธร – พระราม 4 – สุขุมวิท – ปู่เจ้าสมิงพราย

8. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันถึงสถานีบริการน้ำมันพาณิชย์ธนบุรี
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – พาณิชย์ธนบุรี
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – เพชรเกษม – วงแหวนรอบนอก – พาณิชย์ธนบุรี
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – พระราม 3 – วงแหวนรอบนอก – บางเวก – พาณิชย์ธนบุรี
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – ตากสิน – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – พาณิชย์ธนบุรี
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – ตากสิน – รัชดาภิเษก – เพชรเกษม – วงแหวนรอบนอก – พาณิชย์ธนบุรี

9. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันถึงสถานีบริการน้ำมันตลิ่งชัน
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – ตลิ่งชัน – บรมราชชนนี
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – บรมราชชนนี
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – พาณิชย์ธนบุรี – วงแหวนรอบนอก – บรมราชชนนี
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – ตลิ่งชัน – บรมราชชนนี
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – เพชรเกษม – วงแหวนรอบนอก – บรมราชชนนี
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – พระราม 2 – วงแหวนรอบนอก – บรมราชชนนี

10. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันถึงสถานีบริการน้ำมันปิ่นเกล้า
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – ตลิ่งชัน – บรมราชชนนี
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – ตากสิน – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – ตลิ่งชัน – บรมราชชนนี
   - ☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – ตากสิน – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – บรมราชชนนี

11. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันถึงสถานีบริการน้ำมันลาดหลุมแก้ว

☐ สุขสวัสดิ์ – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – ตลิ่งชัน – บรมราชชนนี – วงแหวนรอบนอก – ลาดหลุมแก้ว

☐ สุขสวัสดิ์ – รัชดาภิเษก – ตากสิน – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – พาณิชย์ธนบุรี – วงแหวนรอบนอก – ลาดหลุมแก้ว

☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – ตากสิน – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – พระบรมราชชนนี – วงแหวนรอบนอก – ลาดหลุมแก้ว

☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – ตากสิน – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – เพชรเกษม – วงแหวนรอบนอก – ลาดหลุมแก้ว

☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – ตากสิน – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – ตลิ่งชัน – พระบรมราชชนนี วงแหวนรอบนอก – ลาดหลุมแก้ว

☐ สุขสวัสดิ์ – พระราม 2 – วงแหวนรอบนอก – ลาดหลุมแก้ว

12. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันถึงสถานีบริการน้ำมันรามคำแหง 53

☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – ทางด่วนขั้นที่ 2 รามอินทรา – ประดิษฐ์มนูธรรม – รามคำแหง 53

☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาธร – พระราม 4 – สุขุมวิท 77 – คลองตัน – รามคำแหง 53

☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาธร – พระราม 4 – สุขุมวิท – เอกมัย – พระราม 9 – รามคำแหง 53

☐ สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – สุขุมวิท – พระโขนง – คลองตัน – รามคำแหง 53

☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาธร – พระราม 4 – เอกมัย – สุขุมวิท – พระโขนง – คลองตัน – รามคำแหง 53

13. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันถึงสถานีบริการน้ำมันซอยกลาง

☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – สุขุมวิท – ซอยกลาง

☐ สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – สุขุมวิท – ซอยกลาง

☐ สุขสวัสดิ์ – พระเจ้าตากสิน – สาธร – พระราม 4 – เอกมัย – สุขุมวิท – ซอยกลาง

☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – เจริญนคร – สาธร – พระราม 4 – เอกมัย – สุขุมวิท – ซอยกลาง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

14. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันถึงสถานีบริการน้ำมันพุทธมณฑล 5

- ☐ สุขสวัสดิ์ – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – ตลิ่งชัน – บรมราชชนนี – พุทธมณฑล 5
- ☐ สุขสวัสดิ์ – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – พาณิชย์ธนบุรี – วงแหวนรอบนอก – เพชรเกษม – พุทธมณฑล 5
- ☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – ตากสิน – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – พาณิชย์ธนบุรี – วงแหวนรอบนอก – เพชรเกษม – พุทธมณฑล 5
- ☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – ตากสิน – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – เพชรเกษม – พุทธมณฑล 5
- ☐ สุขสวัสดิ์ – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – เพชรเกษม – พุทธมณฑล 5
- ☐ สุขสวัสดิ์ – ราษฎร์บูรณะ – รัชดาภิเษก – จรัญฯ – พาณิชย์ธนบุรี – วงแหวนรอบนอก – บรมราชชนนี – พุทธมณฑล 5
- ☐ สุขสวัสดิ์ – พระราม 2 – วงแหวนรอบนอก – เพชรเกษม – พุทธมณฑล 5

15. เส้นทางระหว่างคลังน้ำมันถึงสถานีบริการน้ำมันลำลูกกาคลอง 2

- ☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – ดินแดง – วิภาวดี – ลำลูกกาคลอง 2
- ☐ สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – สุขุมวิท – พระโขนง – คลองตัน – รามคำแหง – สุขาภิบาล 1 – รามอินทรา – วงแหวนรอบนอก – ลำลูกกาคลอง 2
- ☐ สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – เทพารักษ์ – ศรีนครินทร์ – ลำสาลี – สุขาภิบาล 3 – วงแหวนรอบนอก – ลำลูกกาคลอง 2
- ☐ สุขสวัสดิ์ – นครเขื่อนขันธ์ – ข้ามแพ – ปู่เจ้าฯ – เทพารักษ์ – ศรีนครินทร์ – อุดมสุข – วงแหวนรอบนอก – พระราม 9 – ศรีนครินทร์ – ลำสาลี – ลาดพร้าว – ประดิษฐ์มนูธรรม – รามอินทรา วิภาวดี – ลำลูกกาคลอง 2
- ☐ สุขสวัสดิ์ – ทางด่วน – พระราม 9 – ประดิษฐ์มนูธรรม – ลาดพร้าว – สุขุมวิท 1 – รามอินทรา – วงแหวนรอบนอก – ลำลูกกาคลอง 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เส้นทางเป็นเลิศ K ลำดับเส้นทาง

วิธีการที่ใช้ในการหาเส้นทางเป็นเลิศ K ลำดับเส้นทางนี้คือวิธี Double – sweep method ในการใช้วิธีการนี้เราต้องเริ่มด้วยการตัดสินใจว่าเลือก K เป็นจำนวนเท่าใด เช่น เราอยากรู้ถึงถนนระหว่างจุดสองจุดที่เป็นเลิศเรียงตามลำดับของระยะที่สั้นที่สุดไปถึงยาวที่เป็นจำนวน 3 เส้นทาง เราก็จะกำหนดให้ K = 3 ขั้นต่อไปเราต้องกำหนดหมายเลขประจำจุดเชื่อมต่าง ๆ ตั้งแต่ 1 ถึง N สำหรับโครงข่ายที่มีจุดเชื่อมอยู่ N จุด เหตุผลที่เรียกวิธีการนี้ว่า Double – sweep method คือเราต้องทำตามขั้นตอน 2 ครั้งโดยกวาดไปข้างหลังและกวาดมาข้างหน้า

เพื่อให้เข้าใจถึงวิธีการนี้ ก่อนอื่นต้องทำความเข้าใจกับคำจำกัดความและหลักการทางพีชคณิตบางประการเสียก่อน

ให้ S(k) คือชุดของตัวเลขซึ่งมีอยู่ k ตัว จัดเรียงลำดับน้อยไปมาก เช่น a = {3,9,10} จัดอยู่เป็น S(3) คือมีตัวเลข 3 ตัว เรียงจาก 3 , 9 ไป 10

“j-min” หมายถึง กระบวนการหาค่าตัวเลขเรียงจากน้อยไปมากถึงลำดับที่ j ของตัวเลขชุดหนึ่ง เช่น j-min {3,5,7,9,11,12} $\in$ S(3) หรือ j-min {3,5,7,9,11,12} สำหรับ j = 1,2,3 คือ {3,5,7}

“ a $\oplus$ b” หมายถึงกระบวนการหา j-min ของชุดตัวเลขร่วมกันของ a และ b เราเรียกว่า generalized minimization ถ้า a = { a(i) } $\in$ S(k) , b = { b(i) } $\in$ S(k) และ C = a $\oplus$ b จะมีความหมายเป็น C(j) = j-min{ a(i) } U { b(i) } สำหรับ j = 1,2,3,…,k ตัวอย่าง เช่น k = 3
a = {4,5,6} b = {6,7,8}

C(j) = j-min{ a(i) } U { b(i) }
= j-min{4,5,6,7,8}
= {4,5,6}

หรือ C(1) = 4 , C(2) = 5 , C(3) = 6

" $a \otimes b$" หมายถึงกระบวนการหา j-min ของการบวกกันของทุกค่าใน a และ b เราเรียกว่า generalized addition $C = a \otimes b$ จะหมายความว่า

$$
\begin{aligned}
C(j) &= \text{j-min}\{ a(i) \} + \{ b(i) \} \\
&= \text{j-min}\{4,5,6\} + \{6,7,8\} \\
&= \text{j-min}\{10,11,12,11,12,13,12,13,14\} \\
&= \{10,11,12\}
\end{aligned}
$$

ถ้า $a \in S(3)$, $f = (0,\alpha,\alpha,\alpha,\ldots,\alpha)$, $V = (\alpha,\alpha,\alpha,\ldots,\alpha)$, $f,V \in S(3)$

ดังนั้น (1) $a \oplus V = a$ เช่น $(3,9,10) \oplus (\alpha,\alpha,\alpha) = (3,9,10)$

(2) $a \otimes V = V$ เช่น $(3,9,10) \otimes (\alpha,\alpha,\alpha) = (\alpha,\alpha,\alpha)$

(3) $a \otimes f = a$ เช่น $(3,9,10) \otimes (0,\alpha,\alpha) = (3,9,10)$

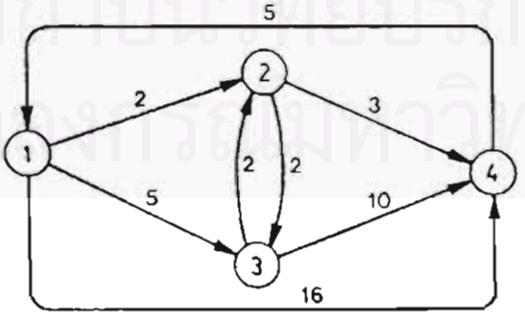
ให้ $D_{ij} = (d_{ij}, \alpha,\alpha,\alpha) \in S(3)$

$D = [D_{ij}]$

$L = [L_{ij}]$, $L_{ij} = D_{ij}$ สำหรับ $i > j$, $L_{ij} = V$ สำหรับ $i \geq j$

$U = [U_{ij}]$, $U_{ij} = D_{ij}$ สำหรับ $i > j$, $U_{ij} = V$ สำหรับ $i \geq j$

พิจารณาตัวอย่างโครงข่ายต่อไปนี้ จะมี D ,L และ U สำหรับ S(3) ดังนี้



รูปที่ ช.1 โครงข่ายตัวอย่างการใช้ double – sweep method

$$D = [D_{ij}] = \begin{bmatrix} D_{11} & D_{12} & D_{13} & D_{14} \\ D_{21} & D_{22} & D_{23} & D_{24} \\ D_{31} & D_{32} & D_{33} & D_{34} \\ D_{41} & D_{42} & D_{43} & D_{44} \end{bmatrix}$$

$$L = [L_{ij}] = \begin{bmatrix} V & V & V & V \\ D_{21} & V & V & V \\ D_{31} & D_{32} & V & V \\ D_{41} & D_{42} & D_{43} & V \end{bmatrix}$$

$$U = [U_{ij}] = \begin{bmatrix} V & D_{12} & D_{13} & D_{14} \\ V & V & D_{23} & D_{24} \\ V & V & V & D_{34} \\ V & V & V & V \end{bmatrix}$$

จากโครงข่ายรูปที่ ฆ.1 เราได้

$$[d_{ij}] = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 1 & 2 & 3 & 4 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 2 & 5 & 16 \\ \infty & 0 & 2 & 3 \\ \infty & 2 & 0 & 10 \\ 5 & \infty & \infty & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

ดังนั้น D , L และ U เป็น

D

0	2	5	16
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞
∞	0	2	3
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞
∞	2	0	10
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞
5	∞	∞	0
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞

L

∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞
∞	2	∞	∞
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞
5	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞

U

∞	2	5	16
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞
∞	∞	2	3
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	10
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞
∞	∞	∞	∞

ให้ $E(\varnothing, m) \in S(k)$ เป็นเวกเตอร์ขนาด k ที่สมมุติเริ่มแรกของค่าระยะทางจากจุดเริ่มต้นไปถึงจุด m ซึ่งเราจะต้องประเมินค่านี้สูงกว่าผลลัพธ์ที่จะได้ และให้ $E(\varnothing) = E(\varnothing, 1), E(\varnothing, 2),\ldots, E(\varnothing, n)$ จากตัวอย่างโครงข่ายรูปที่ ซ.1

$$E(\varnothing) = \begin{bmatrix} 0 & 20 & 20 & 20 \\ 21 & 21 & 21 & 21 \\ 22 & 22 & 22 & 22 \end{bmatrix}$$

ในที่นี้

$$E(\varnothing,1) = \{0, 21, 22\}$$
$$E(\varnothing,2) = \{20, 21, 22\}$$
$$E(\varnothing,3) = \{20, 21, 22\}$$
$$E(\varnothing,4) = \{20, 21, 22\}$$

ความหมายของ $E(\varnothing, 4)$ คือ เส้นทางลำดับที่ 1 จากจุดหนึ่งไปจุด 4 มีระยะเป็น 20 เส้นทางลำดับที่ 2 มีระยะเป็น 21 และเส้นทางลำดับที่ 3 มีระยะทางเป็น 22 สำหรับ $E(\varnothing, 1)$ เส้นทางลำดับที่ 1 จากจุดหนึ่งไปจุด 1 ต้องเป็น 0 เสมอ

$E(r) = \{ E(r, 1), E(r,2),\ldots, E(r,n) \}$ คือค่าผลลัพธ์ภายหลังจากการใช้วิธีการกวาดไปข้างหน้าและข้างหลัง r ครั้ง ผลลัพธ์สุดท้ายคือ ผลลัพธ์จากการกวาดไปข้างหลังเท่ากับผลลัพธ์จากการกวาดมาข้างหน้า

การกวาดไปข้างหลังเราใช้

$$E(2r + 1) = E(2r) \oplus E(2r + 1) \otimes L \quad \text{.....(ซ.1)}$$

การกวาดไปข้างหน้าเราใช้

$$E(2r + 2) = E(2r) \oplus E(2r + 1) \otimes U \quad \text{.....(ซ.2)}$$

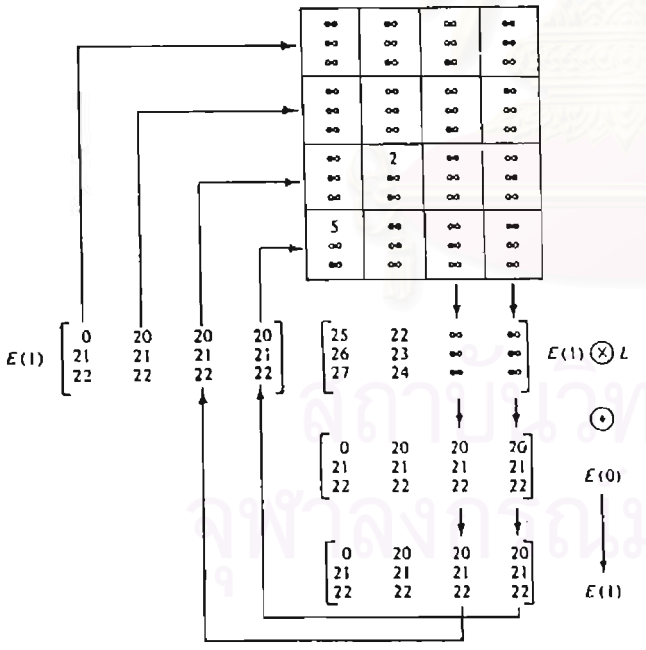
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการหาผลลัพธ์เราเริ่มด้วยการกำหนด D , L , U และ E(∅) แล้วใช้สมการ (ข.1) ทำการกวาดไปข้างหลัง สำหรับ r = 0 ดังนี้

$$E(1) = E(0) \oplus E(1) \otimes L$$

เราจะหา $E(1) \otimes L$ ก่อนโดยไม่รู้ E(1) ได้อย่างไร คำตอบก็คือ เรารู้คุณสมบัติของ L ว่าแถวยืนแถวสุดท้ายจะเป็น V ดังนั้นไม่ว่า E(1) จะมีค่าเป็นอย่างไร แถวยืนสุดท้าย $E(1) \otimes L$ จะต้องเป็น V คือ $(\alpha,\alpha,\ldots,\alpha)$ ดังนั้น E(1,n) = E(0,n) เพราะว่า $E(1,n) = E(0,n) \oplus V$ โดยอาศัยคุณสมบัติของ L เราก็จะหา E(1) จนครบ

เพื่อให้เข้าใจขั้นตอนนี้ยิ่งขึ้น ให้พิจารณาตัวอย่างการกวาดไปข้างหลังต่อไปนี้

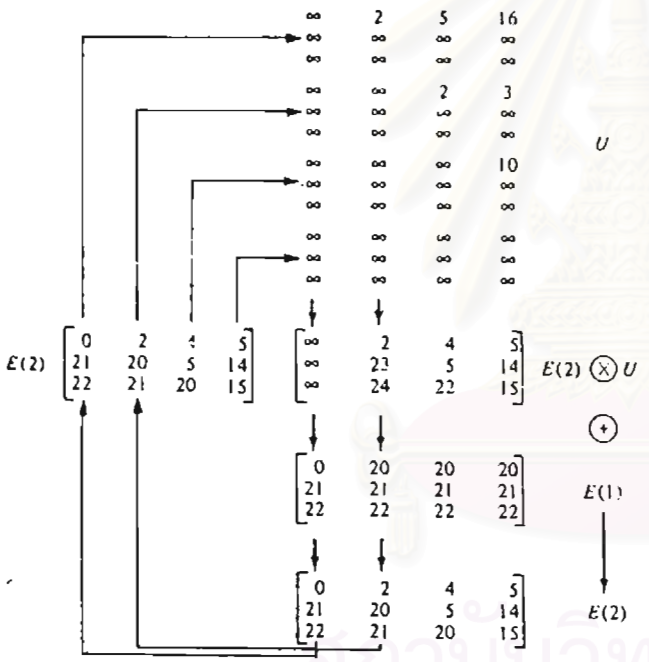


$$E(1,4) = E(0,4) \oplus E(1) \otimes L$$
$$= E(0,4) \oplus V$$
$$= E(0,4) = (20,21,22)$$
$$E(1,3) = E(0,3) \oplus E(1) \otimes L$$
$$= E(0,3) = (20,21,22)$$
$$E(1,2) = E(0,2) \oplus E(1) \otimes L$$
$$= (20,21,22) \oplus (22,23,24)$$
$$= (20,21,22)$$
$$E(1,1) = E(0,1) \oplus E(1) \otimes L$$
$$= (0,21,22) \oplus (25,26,27)$$
$$= (0,21,22)$$

เมื่อรู้ E(1) โดยสมการ (ข.2) แล้ว เราจะกวาดไปข้างหน้าด้วยเมื่อ r = 0 คือ

$$E(2) = E(1) \oplus E(2) \otimes U$$

และในทำนองเดียวกัน $E(2) \otimes U$ ก็สามารถหาได้โดยที่ยังไม่รู้ E(2) เพราะแถวยืนแถวแรกของ U เป็น V ค่า $E(2) \otimes U$ จะเป็น V ในแถวแรก และได้ E(2,1) = E(1,1) โดยอาศัยคุณสมบัติของ U เราจะหา E(2) จนครบ



$$E(2,1) = E(1,1) \oplus E(2) \otimes U$$
$$= E(1,1)$$
$$= (0,21,22)$$
$$E(2,2) = E(1,2) \oplus E(2) \otimes U$$
$$= (20,21,11) \oplus (2,23,24)$$
$$= (2,20,21)$$
$$E(2,3) = E(1,3) \oplus E(2) \otimes U$$
$$= (20,21,22) \oplus (4,5,22)$$
$$= (4,5,20)$$
$$E(2,4) = E(1,4) \oplus E(2) \otimes U$$
$$= (20,21,22) \oplus (5,14,15)$$
$$= (5,14,15)$$

เมื่อดำเนินการกวาดไปข้างหลังและกวาดไปข้างหน้าจนกว่าจะได้ E(2r + 1) = E(2r + 2) ก็จะได้ผลลัพธ์ตามต้องการดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ซ.1 ผลลัพธ์การใช้ double- sweep method

r	ชนิดของการกวาด	ผลที่ได้
0	กวาดไปข้างหลัง	$\begin{bmatrix} 0 & 20 & 20 & 20 \\ 21 & 21 & 21 & 21 \\ 22 & 22 & 22 & 22 \end{bmatrix}$
0	กวาดมาข้างหน้า	$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 4 & 5 \\ 21 & 20 & 5 & 14 \\ 22 & 21 & 20 & 15 \end{bmatrix}$
1	กวาดไปข้างหลัง	$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 4 & 5 \\ 10 & 6 & 5 & 14 \\ 19 & 7 & 20 & 15 \end{bmatrix}$
1	กวาดมาข้างหน้า	$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 4 & 5 \\ 10 & 6 & 5 & 9 \\ 19 & 7 & 8 & 10 \end{bmatrix}$
2	กวาดไปข้างหลัง	$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 4 & 5 \\ 10 & 6 & 5 & 9 \\ 14 & 7 & 8 & 10 \end{bmatrix}$
2	กวาดมาข้างหน้า	$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 4 & 5 \\ 10 & 6 & 5 & 9 \\ 14 & 7 & 8 & 10 \end{bmatrix}$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลลัพธ์สุดท้ายตามตารางที่ ซ.1 มีความหมายดังนี้ จากจุดที่ 1 ไปจุดที่ 4 มีระยะทางเป็นเลิศอันดับแรกคือ 5 รองลงมาคือ 9 และ 10 ตามลำดับ จากจุดที่ 1 ไปจุดที่ 2 มีระยะทางเป็นเลิศคือ 2 , 6, 7 ตามลำดับ ปัญหาที่ยังไม่ได้คำตอบ คือเส้นทางที่เกี่ยวข้อง

ให้ $h_{ij} = h_{ij} + d_{jk}$ .....(ซ.3)

อาศัยสมการ (ซ.3) เราสามารถหาเส้นทางเดินได้ เช่น เส้นทางเดินจาก 1 ไป 4 $h_{14} = 5$, $h_{12} = 2$, $d_{24} = 3$, $j = 2$

เส้นทางเดินคือ 4 – 2 – 1

ถ้า $h_{14} = 9$, $h_{12} = 6$, $d_{24} = 3$ ได้ $j = 2$

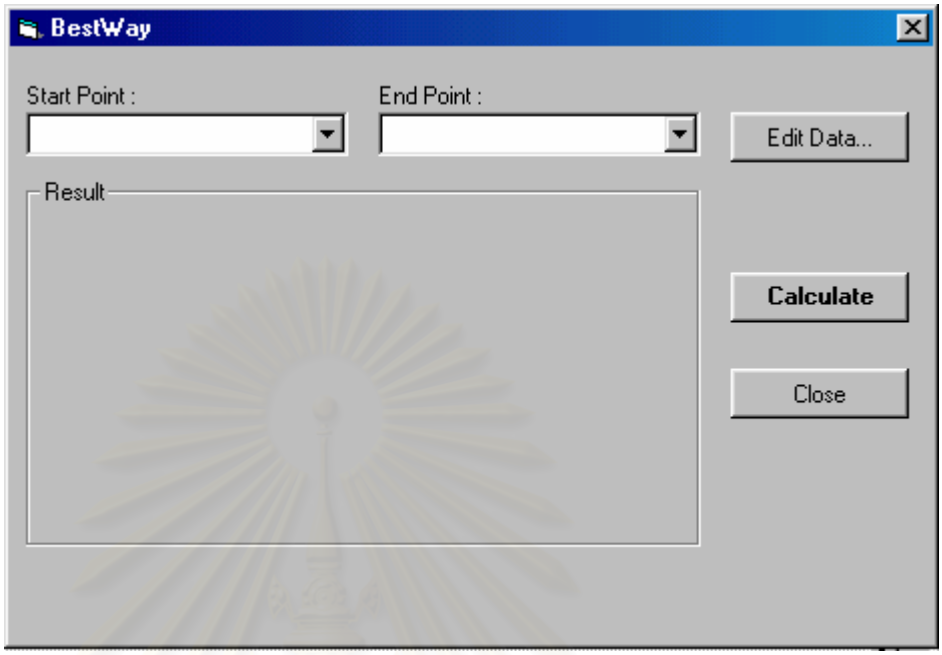
$h_{12} = 6$, $h_{13} = 4$, $d_{32} = 2$ ได้ $j = 3$

$h_{13} = 4$, $h_{23} = 2$, $d_{12} = 2$ ได้ $j = 2$

เส้นทางเดินคือ 4 – 2 – 3 – 2 - 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนป้อนข้อมูลและคำนวณ




```
Private mainWS As Workspace
Private mainDB As Database
Private pointRS As Recordset
Private pathRS As Recordset
Private pathRecRS As Recordset

Private distanceQRY As QueryDef
Private pathRecQRY As QueryDef
Private pathRecByNumQRY As QueryDef
Private QpathRecByNumRS As Recordset
Private QdistanceRS As Recordset
Private QpathRecRS As Recordset


Private startPoint As Integer
Private endPoint As Integer
Private pathAdded As Boolean
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
Private lastPathNo As Integer

Private Sub Command1_Click()
  Me.MousePointer = 11
  startPoint = DBCombo1.BoundText
  endPoint = DBCombo2.BoundText
  clearPath
  lastPathNo = 0

  'Prepare data for start calulate
  distanceQRY.Parameters("startpoint") = startPoint
  Set QdistanceRS = distanceQRY.OpenRecordset(dbOpenDynaset)
  If QdistanceRS.RecordCount > 0 Then
     QdistanceRS.MoveFirst
     Do While Not QdistanceRS.EOF
        lastPathNo = lastPathNo + 1
        pathRS.AddNew
        pathRS("pathnum") = lastPathNo
        pathRS("startpoint") = startPoint
        pathRS("endpoint") = QdistanceRS("topoint")
        pathRS("distance") = QdistanceRS("distance")
        pathRS("end") = False
        pathRS.Update

        pathRecRS.AddNew
        pathRecRS("pathnum") = lastPathNo
        pathRecRS("waypoint") = 1
        pathRecRS("pointnum") = startPoint
        pathRecRS.Update
        pathRecRS.AddNew
        pathRecRS("pathnum") = lastPathNo
        pathRecRS("waypoint") = 2
        pathRecRS("pointnum") = QdistanceRS("topoint")
        pathRecRS.Update
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
        QdistanceRS.MoveNext
    Loop
End If
'End prepare started data

'Begin caculate for every possible path
Dim tDistance As Single
If pathRS.RecordCount > 0 Then '****000
   pathRS.MoveFirst
   Do While Not pathRS.EOF   '#### จะต้องมีการแก้ไข
     pathAdded = False
     If Not pathRS("end") Then  '***001
        distanceQRY.Parameters("startpoint") = pathRS("endpoint")
        Set QdistanceRS = distanceQRY.OpenRecordset(dbOpenDynaset)
        If QdistanceRS.RecordCount > 0 Then '***002
          QdistanceRS.MoveFirst

          pathRecByNumQRY.Parameters("spath") = pathRS("pathnum")
          Set QpathRecByNumRS = pathRecByNumQRY.OpenRecordset(dbOpenDynaset)
          QpathRecByNumRS.MoveLast
          QpathRecByNumRS.MoveFirst
          Dim n As Integer
          n = QpathRecByNumRS.RecordCount
          Dim i As Integer
          Dim tempPathRec() As Integer
          ReDim tempPathRec(1, n - 1)
          i = 0
          Do While Not QpathRecByNumRS.EOF
             tempPathRec(0, i) = QpathRecByNumRS("waypoint")
             tempPathRec(1, i) = QpathRecByNumRS("pointnum")
             QpathRecByNumRS.MoveNext
             i = i + 1
          Loop
          tDistance = pathRS("distance")
```

```
            pathRecRS.FindFirst "pathnum = " & pathRS("pathnum") & " and  pointnum = " &
QdistanceRS("topoint")
            If pathRecRS.NoMatch Then  '***003
              pathRecQRY.Parameters("spathnum") = pathRS("pathnum")
              Set QpathRecRS = pathRecQRY.OpenRecordset(dbOpenDynaset)
              pathRS.Edit
              pathRS("endpoint") = QdistanceRS("topoint")
              If QdistanceRS("topoint") = endPoint Then
                pathRS("end") = True
              End If
              pathRS("distance") = tDistance + QdistanceRS("distance")
              pathRS.Update
              pathRecRS.AddNew
              pathRecRS("pathnum") = pathRS("pathnum")
              pathRecRS("waypoint") = QpathRecRS("maxofwaypoint") + 1
              pathRecRS("pointnum") = QdistanceRS("topoint")
              pathRecRS.Update

              pathAdded = True  'path was added or edited

              Else
              pathRS.Edit
              pathRS("end") = True
              pathRS.Update

            End If   '***003

            QdistanceRS.MoveNext
            Do While Not QdistanceRS.EOF
                pathRecRS.FindFirst "pathnum = " & pathRS("pathnum") & " and  pointnum = " &
QdistanceRS("topoint")
                If pathRecRS.NoMatch Then '***004
                  lastPathNo = lastPathNo + 1
                  For i = 0 To UBound(tempPathRec, 2)
```

```
                pathRecRS.AddNew
                pathRecRS("pathnum") = lastPathNo
                pathRecRS("waypoint") = tempPathRec(0, i)
                pathRecRS("pointnum") = tempPathRec(1, i)
                pathRecRS.Update
            Next i
            pathRS.AddNew
            pathRS("pathnum") = lastPathNo
            pathRS("startpoint") = startPoint
            pathRS("endpoint") = QdistanceRS("topoint")
            pathRS("distance") = tDistance + QdistanceRS("distance")
            pathRS.Update

            pathRecQRY.Parameters("spathnum") = lastPathNo
            Set QpathRecRS = pathRecQRY.OpenRecordset(dbOpenDynaset)
            pathRecRS.AddNew
            pathRecRS("pathnum") = lastPathNo
            pathRecRS("waypoint") = QpathRecRS("maxofwaypoint") + 1
            pathRecRS("pointnum") = QdistanceRS("topoint")
            pathRecRS.Update

            pathAdded = True   'path was added or edited

        End If '***004
        QdistanceRS.MoveNext
    Loop
    Else  '***002
    pathRS.Edit
    pathRS("end") = True
    pathRS.Update
  End If  '***002
End If  '***001

If Not pathAdded Then
 pathRS.MoveNext
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
        End If

      Loop
    End If  '***000

    reportBestWay

    Me.MousePointer = 0
End Sub
Private Sub reportBestWay()
    Dim sucessPathQRY As QueryDef
    Dim successPathRS As Recordset

    Dim bestDistance As Single
    Dim bestPath As Integer

    Set sucessPathQRY = mainDB.QueryDefs("qsuccesspath")
    sucessPathQRY.Parameters("epoint") = endPoint
    Set successPathRS = sucessPathQRY.OpenRecordset(dbOpenDynaset)

    Label5 = ""

    If successPathRS.RecordCount > 0 Then
      successPathRS.MoveLast
      successPathRS.MoveFirst
      bestDistance = successPathRS("distance")
      Label4 = "BEST WAY DISTANCE = " & bestDistance
      Else
      Label4 = "NO WAY TO THAT POINT"
      Exit Sub
    End If

    Dim selectedPath As Integer
    Dim i As Integer
    Dim n As Integer
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
    If successPathRS.RecordCount > 3 Then
      n = 3
      Else
      n = successPathRS.RecordCount
    End If
    For i = 1 To n
      Label5 = Trim(Label5 & Str(i)) & ". "
      selectedPath = successPathRS("pathnum")
      pathRecByNumQRY.Parameters("spath") = selectedPath
      Set QpathRecByNumRS = pathRecByNumQRY.OpenRecordset(dbOpenDynaset)
      QpathRecByNumRS.MoveFirst
      Label5 = Label5 & "ROUTE = " & QpathRecByNumRS("DESCRIPTION")
      QpathRecByNumRS.MoveNext
      Do
        Label5 = Label5 & " to " & QpathRecByNumRS("DESCRIPTION")
        QpathRecByNumRS.MoveNext
      Loop While Not QpathRecByNumRS.EOF
      Label5 = Label5 & "  # Distance = " & successPathRS("distance") & Chr(13)
    successPathRS.MoveNext
    Next i
End Sub

Private Sub clearPath()
  If pathRS.RecordCount > 0 Then
    pathRS.MoveFirst
    Do While Not pathRS.EOF
      pathRS.Delete
      pathRS.MoveNext
    Loop
  End If

  If pathRecRS.RecordCount > 0 Then
    pathRecRS.MoveFirst
    Do While Not pathRecRS.EOF
      pathRecRS.Delete
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
        pathRecRS.MoveNext
      Loop
    End If

End Sub



Private Sub Command2_Click()
    Unload Me
End Sub

Private Sub Command3_Click()
     DBCombo1.Text = ""
     DBCombo2.Text = ""
     frmData.Show 1

     pointRS.Requery
     pathRS.Requery
     pathRecRS.Requery

End Sub

Private Sub Form_Load()

    If Len(Dir(App.Path & "\maintmp.mdb")) <> 0 Then
       Kill (App.Path & "\maintmp.mdb")
    End If
    DBEngine.CompactDatabase App.Path & "\main.mdb", App.Path & "\maintmp.mdb"
    Kill (App.Path & "\main.mdb")
    Name App.Path & "\maintmp.mdb" As App.Path & "\main.mdb"

     prepareDatabase

End Sub
```

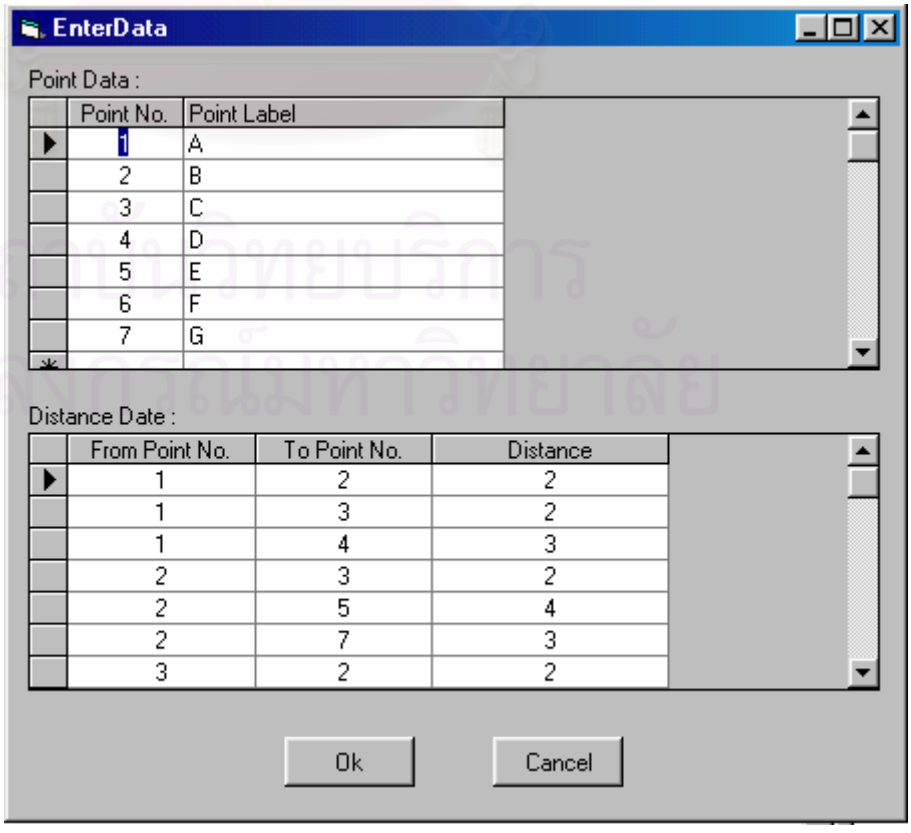
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
Private Sub prepareDatabase()

    Set mainWS = DBEngine.CreateWorkspace("mainws", "admin", "")
    Set mainDB = mainWS.OpenDatabase(App.Path & "\main.mdb")
    Set pointRS = mainDB.OpenRecordset("point", dbOpenDynaset)
    Set pathRS = mainDB.OpenRecordset("path", dbOpenDynaset)
    Set pathRecRS = mainDB.OpenRecordset("pathrec", dbOpenDynaset)
    Set distanceQRY = mainDB.QueryDefs("qdistance")
    Set pathRecQRY = mainDB.QueryDefs("qpathrec")
    Set pathRecByNumQRY = mainDB.QueryDefs("QPathRecbyNum")

    Set Data1.Recordset = pointRS
End Sub
```

ส่วนแก้ไขและเพิ่มข้อมูล



```
Private dataWS As Workspace
Private dataDB As Database
Private pointdataRS As Recordset
Private distancedataRS As Recordset

Private Sub Command1_Click()
   dataWS.CommitTrans

   Unload Me

End Sub

Private Sub Command2_Click()
   dataWS.Rollback

   Unload Me
End Sub

Private Sub Form_Load()
   Set dataWS = DBEngine.CreateWorkspace("dataws", "admin", "")
   Set dataDB = dataWS.OpenDatabase(App.Path & "\main")
   Set pointdataRS = dataDB.OpenRecordset("select * from point order by pointnum",
dbOpenDynaset)
   Set distancedataRS = dataDB.OpenRecordset("select * from distance order by frompoint, topoint",
dbOpenDynaset)
   Set Data1.Recordset = pointdataRS
   Set Data2.Recordset = distancedataRS

   dataWS.BeginTrans
End Sub
```

```
Private Sub Form_QueryUnload(Cancel As Integer, UnloadMode As Integer)
    'dataDB.Close
    'dataWS.Close

End Sub
```


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คู่มือการใช้โปรแกรม

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการออกแบบโปรแกรมเพื่อช่วยการคำนวณการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งด้วยวิธีการ Double-sweep method โดยโปรแกรมดังกล่าวได้ตั้งชื่อว่า “PathFinder” ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เขียนด้วย “Microsoft Visual Basic Version 6.0” ซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดร์ รูปแบบของโปรแกรมได้สร้างในลักษณะเป็นเมนูให้เลือกใช้งานตามความต้องการ

วิธีการติดตั้งโปรแกรม

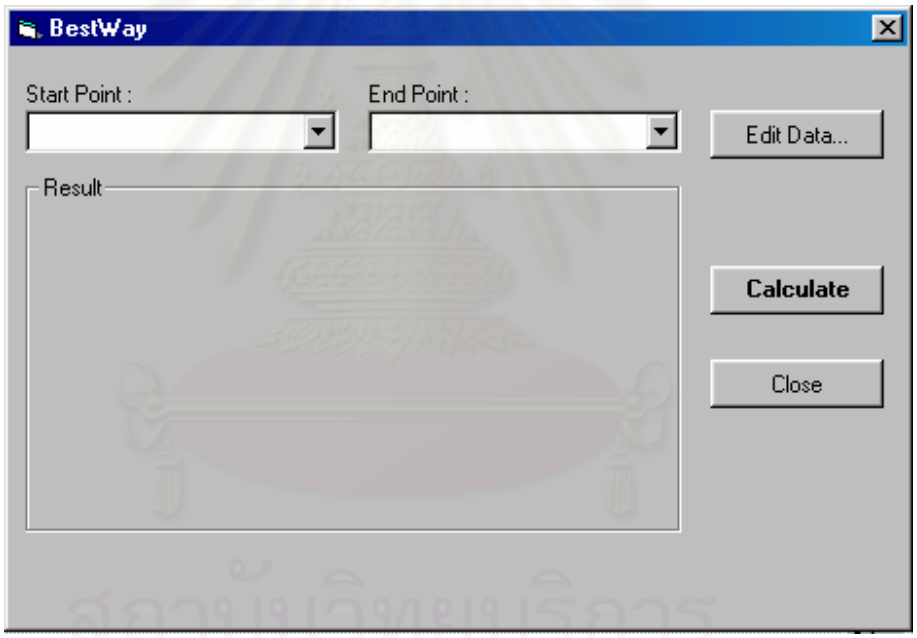
1. ทำการเปิดใช้งานในวินโดร์
2. ใส่แผ่นดิสก์สำหรับติดตั้ง แผ่นที่ 1 เลือกไอคอน Setup
3. ใส่แผ่นดิสก์สำหรับติดตั้ง แผ่นที่ 2
4. ใส่แผ่นดิสก์สำหรับติดตั้ง แผ่นที่ 3
5. จบขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม โดยจะปรากฏไอคอน PathFinder ขึ้นมาให้เรียกใช้งาน ให้ดับเบิลคลิกที่ไอคอนนี้ โปรแกรมจะเริ่มทำงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมนูหลัก

หลังจากเรียกใช้โปรแกรม PathFinder แล้วจะปรากฏหน้าจอเมนูหลัก ในเมนูหลักจะมีเมนูย่อยให้เลือกใช้งาน ดังรูป ญ.1 โดยเมนูหลักประกอบด้วย

1. Edit Data ป้อนข้อมูลระยะทางและเวลา
2. Start Point สำหรับเลือกจุดเริ่มต้น
3. End Point สำหรับเลือกจุดสิ้นสุด
4. Calculate การคำนวณหาเส้นทางที่เป็นเลิศ
5. Close ออกจากโปรแกรม



รูปที่ ญ. 1 หน้าจอเมนูหลัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการใช้งาน

1. จากเมนูหลักต้องเลือกเมนู Edit Data ก่อนเพื่อป้อนข้อมูลระยะทางหรือเวลา ในเมนูนี้จะปรากฏเมนูย่อยชื่อ Enter Data ในเมนูนี้ประกอบด้วย

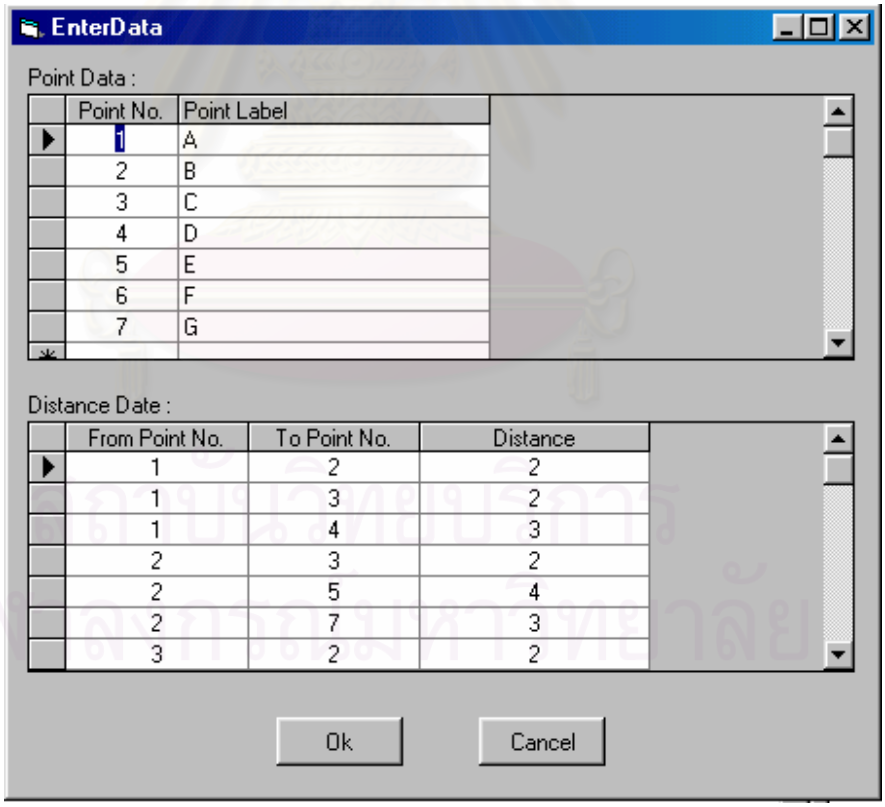
1.1 Point Data ช่องนี้สำหรับสำหรับใส่ข้อมูลหมายเลขโนดและชื่อของโนดนั้น

- Point No. สำหรับใส่หมายเลขโนด
- Point Label สำหรับใส่ชื่อของโนดนั้น

1.2 Distance Date ช่องนี้สำหรับป้อนข้อมูลระยะทางหรือเวลา

- From Point No. สำหรับป้อนข้อมูลหมายเลขโนดเริ่มต้น
- To Point No. สำหรับป้อนข้อมูลหมายเลขโนดสิ้นสุด
- Distance สำหรับใส่ข้อมูลระยะทางหรือเวลา

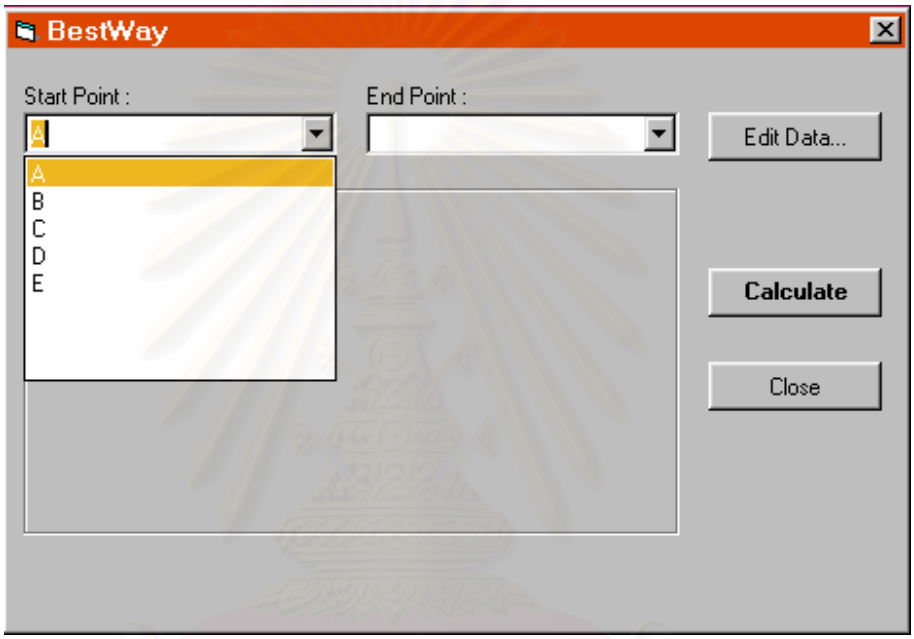
เมื่อป้อนข้อมูลระยะทางและเวลาทุกโนดแล้ว คลิกส์ที่ปุ่ม “OK“ ดังรูปที่ ญ. 2



รูปที่ ญ.2 หน้าจอเมนู “Edit Data”

2. จากข้อที่ 1 เมื่อคลิกส์ “OK” แล้วโปรแกรมจะเข้าสู่เมนูหลักเพื่อเข้าสู่การคำนวณโดยมีขั้นตอนดังนี้

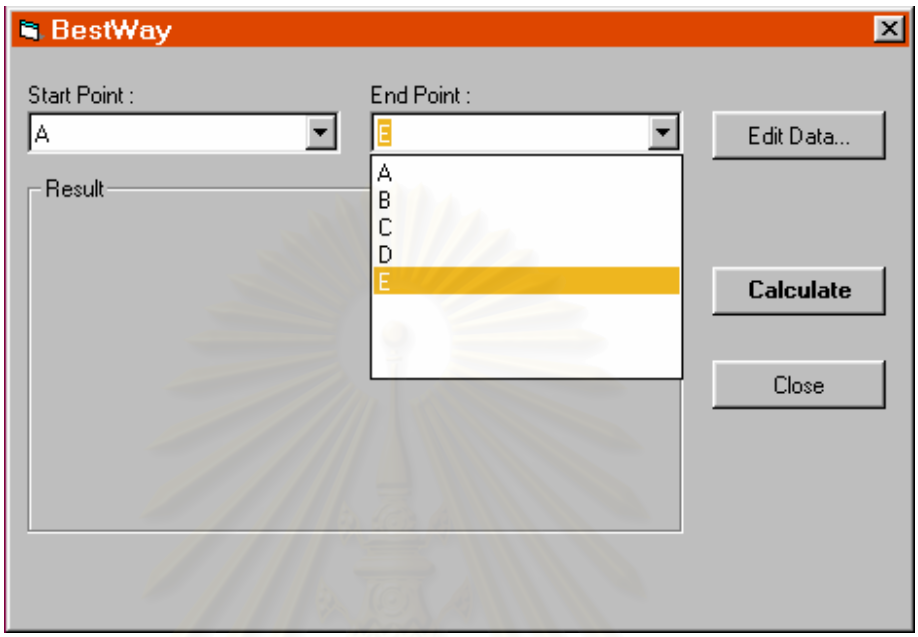
2.1 คลิกส์ที่ปุ่ม Start Point เลือกโนดเริ่มต้นดังรูปที่ ญ.3



รูปที่ ญ.3 หน้าจอเมนูหลักแสดงการเลือกจุดเริ่นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

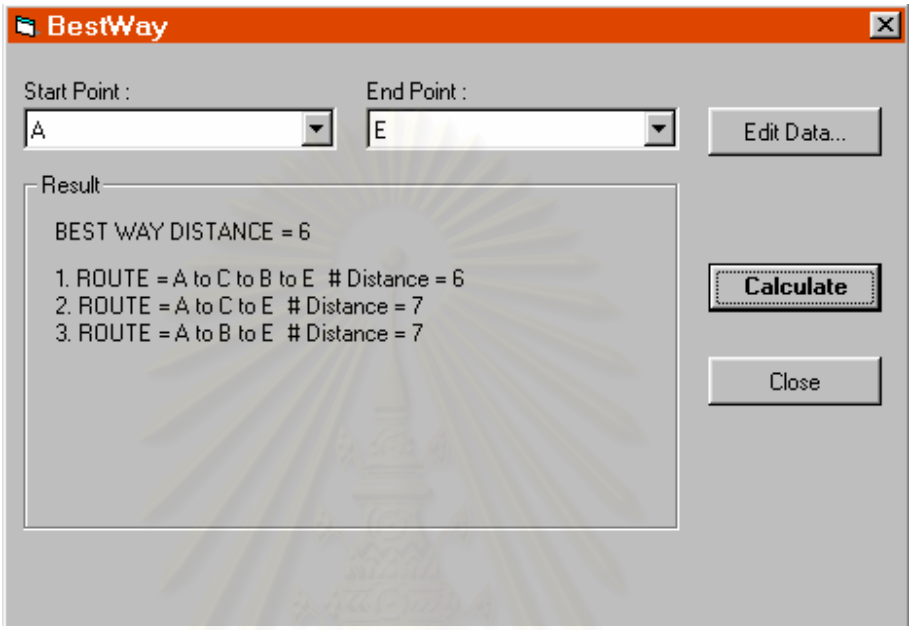
2.2 คลิกส์ที่ปุ่ม End Point เลือกโนดสิ้นสุดดังรูปที่ ญ.4



รูปที่ ญ.4 หน้าจอเมนูหลักแสดงการเลือกจุดสิ้นสุด

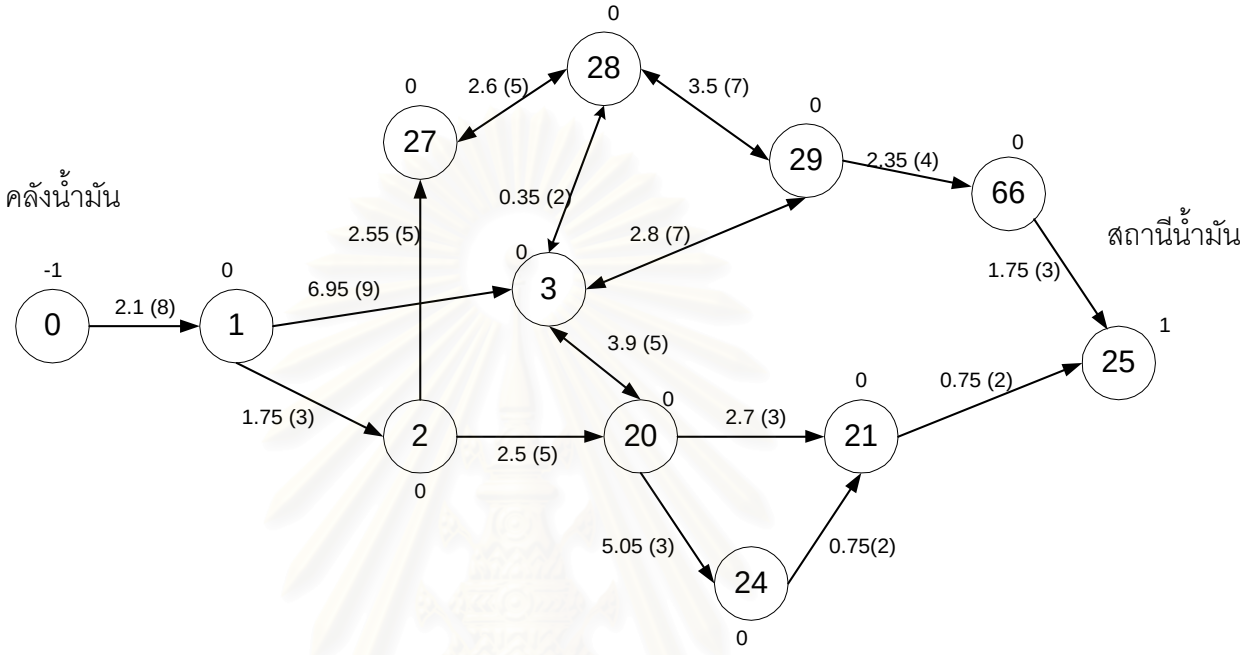
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 คลิกส์ที่ปุ่ม Calculate เพื่อให้โปรแกรมคำนวณเส้นทางที่เป็นเลิศ ในโปรแกรมนี้จะคำนวณมาให้ 3 เส้นทางดังรูปที่ ญ.5



รูปที่ ญ.5 แสดงผลการคำนวณจากโปรแกรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ฎ.1 โครงข่ายระยะทางและเวลาจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันจันทร์ตัดใหม่

จากรูปที่ ฎ.1 เป็นโครงข่ายระยะทางและเวลาจากโครงน้ำมันไปยังสถานีน้ำมันจันทร์ตัดใหม่ ซึ่งตัวเลขในวงกลมแสดงถึงหมายเลขโนด ตัวเลขที่อยู่บนวงกลมแสดงถึงอุปสงค์และอุปทานของแต่ละโนดนั้นในที่นี้จะไม่มีลงน้ำมันระหว่างทางดังนั้น คลังน้ำมันจะมีอุปทานเป็น –1 และสถานีน้ำมันจะมีอุปสงค์เป็น 1 ส่วนที่โนดอื่น ๆ จะมีอุปสงค์ / อุปทานเป็น 0 ทั้งหมด ส่วนตัวเลขที่อยู่บนเส้นตรงหมายถึงระยะทางและเวลา เช่น 2.5 (5) หมายถึง ระยะทาง 2.5 กิโลเมตร และใช้เวลา 5 นาที ซึ่งสามารถเขียนเป็นตารางความสัมพันธ์ได้ตามตารางที่ ฎ.1 และ ฎ.2 ดังนี้

ตารางที่ ฎ.1 ระยะทางและเวลาระหว่างโนด

จาก โนด	ถึง โนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.1	8
1	2	1.75	3
1	3	6.95	9
2	20	2.5	5
2	27	2.55	5
3	29	2.8	7
3	20	3.9	5
27	28	2.6	5
28	29	3.5	7
20	21	2.7	3
20	24	5.05	3
24	21	0.75	2
29	66	2.35	4
66	25	1.75	3
21	25	0.75	2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

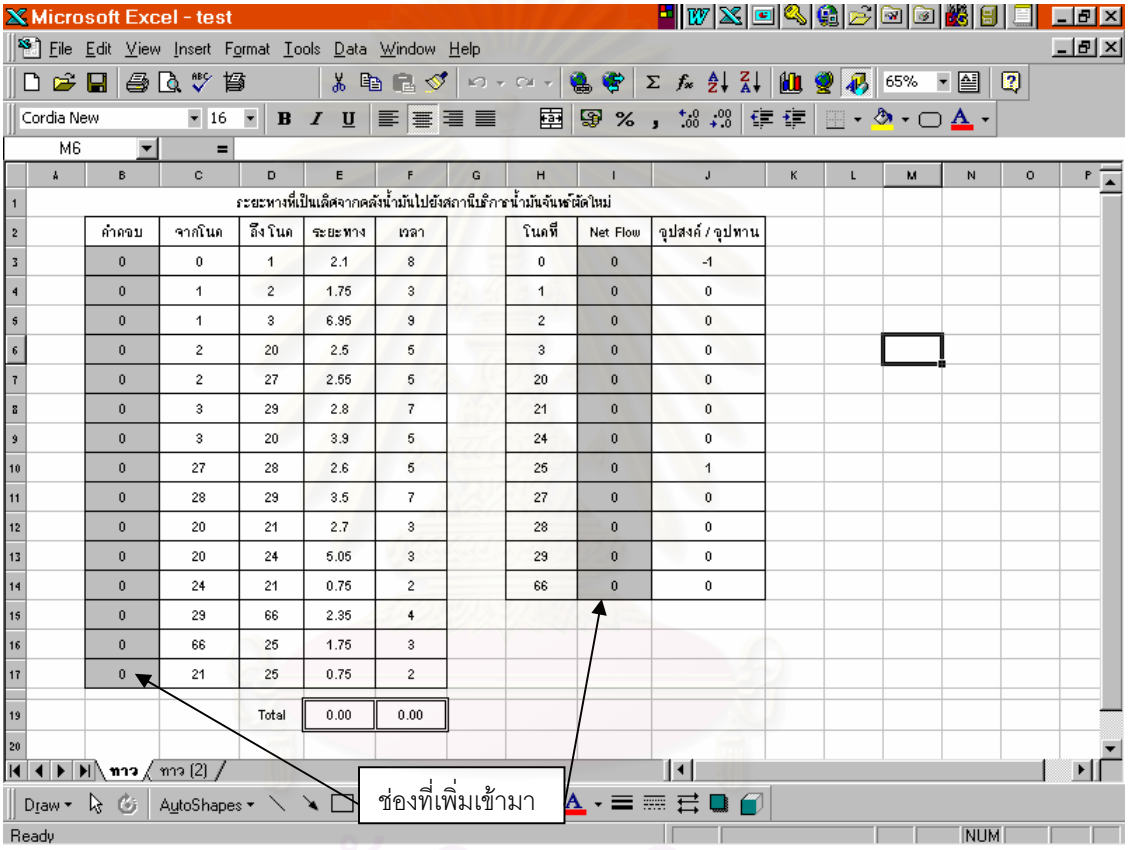
ตารางที่ ฎ.2 อุปสงค์และอุปทานของแต่ละโนด

โนดที่	**อุปสงค์ / อุปทาน**
0	-1
1	0
2	0
3	0
20	0
21	0
24	0
25	1
27	0
28	0
29	0
66	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาคำตอบเส้นทางที่เป็นเลิศมีขั้นตอนดังนี้

1.จากตารางที่ ภ.1 และ ภ.2 นำมาป้อนมูลลงในโปรแกรม “Excel” แต่ต้องเพิ่มช่อง คำตอบ และ ช่อง Net Flow ดังรูปที่ ภ.2



รูปที่ ภ.2 การป้อนข้อมูลลงบนโปรแกรม “Excel”

2. ใส่สูตรการคำนวณหาคำตอบคือ

2.1 เซล E19 = SUMPRODUCT(E3:E17,$B$3:$B$17)

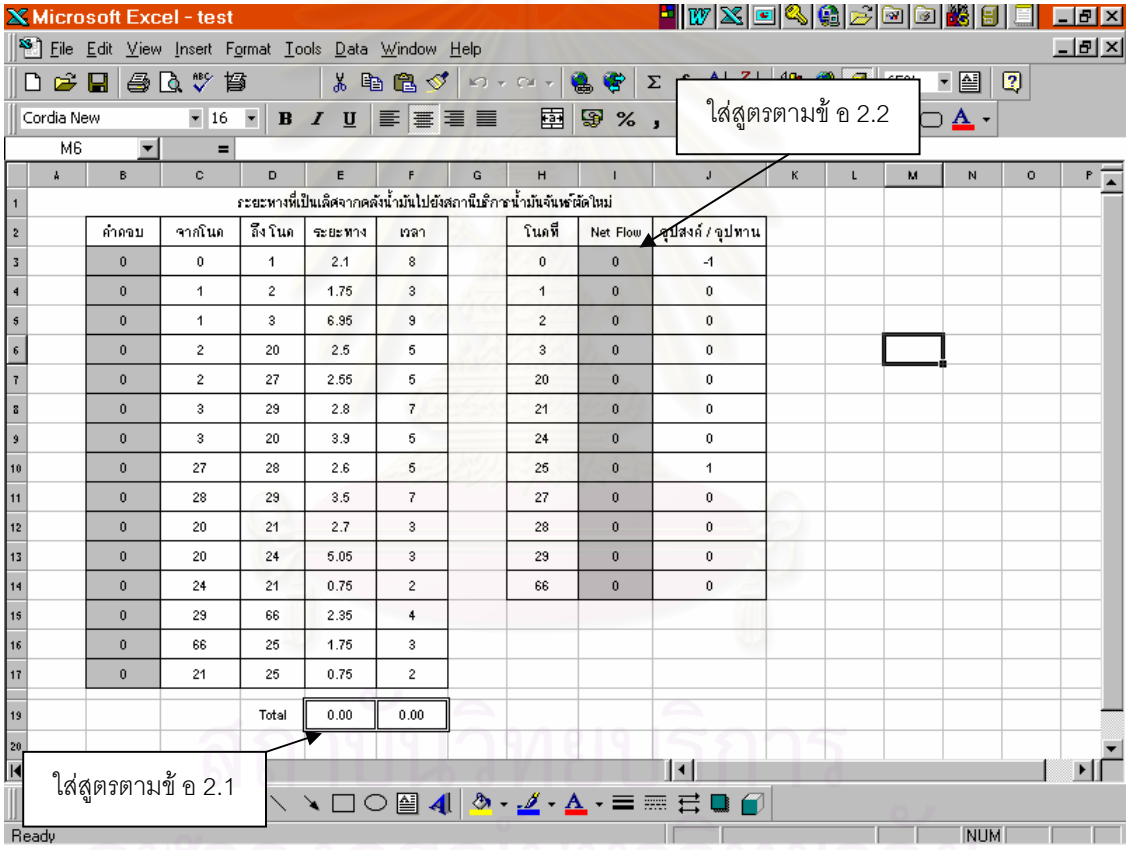
จากนั้น Copy ถึง เซล F19

2.2 เซล I3 = SUMIF($D$3:$D$17,H3,$B$3:$B$17) -

SUMIF($C$3:$C$17,H3,$B$3:$B$17)

จากนั้น Copy ถึง เซล I4 : I14

ดังรูปที่ ภ.3



ระยะหางที่เป็นเดิศจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันจันทร์ผัดใหม่

	คำตอบ	จากโนด	ถึง โนด	ระยะทาง	เวลา		โนดที่	Net Flow	อุปสงค์ / อุปทาน
3		0	0	1	2.1	8	0	0	-1
4		0	1	2	1.75	3	1	0	0
5		0	1	3	6.95	9	2	0	0
6		0	2	20	2.5	5	3	0	0
7		0	2	27	2.55	5	20	0	0
8		0	3	29	2.8	7	21	0	0
9		0	3	20	3.9	5	24	0	0
10		0	27	28	2.6	5	25	0	1
11		0	28	29	3.5	7	27	0	0
12		0	20	21	2.7	3	28	0	0
13		0	20	24	5.05	3	29	0	0
14		0	24	21	0.75	2	66	0	0
15		0	29	66	2.35	4			
16		0	66	25	1.75	3			
17		0	21	25	0.75	2			
19				Total	0.00	0.00			

รูปที่ ภ.3 การใส่สูตรการคำนวณ

3. หาคำตอบที่เป็นเลิศของระยะทางที่สั้นที่สุดใน เซล E19 จากนั้นคลิกส์ที่เมนู Tools จะปรากฏเมนูย่อยต่าง ๆ ขึ้นมาให้เลือกเมนู Solver และให้ใส่ข้อจำกัดต่าง ๆ ในการคำนวณคือ

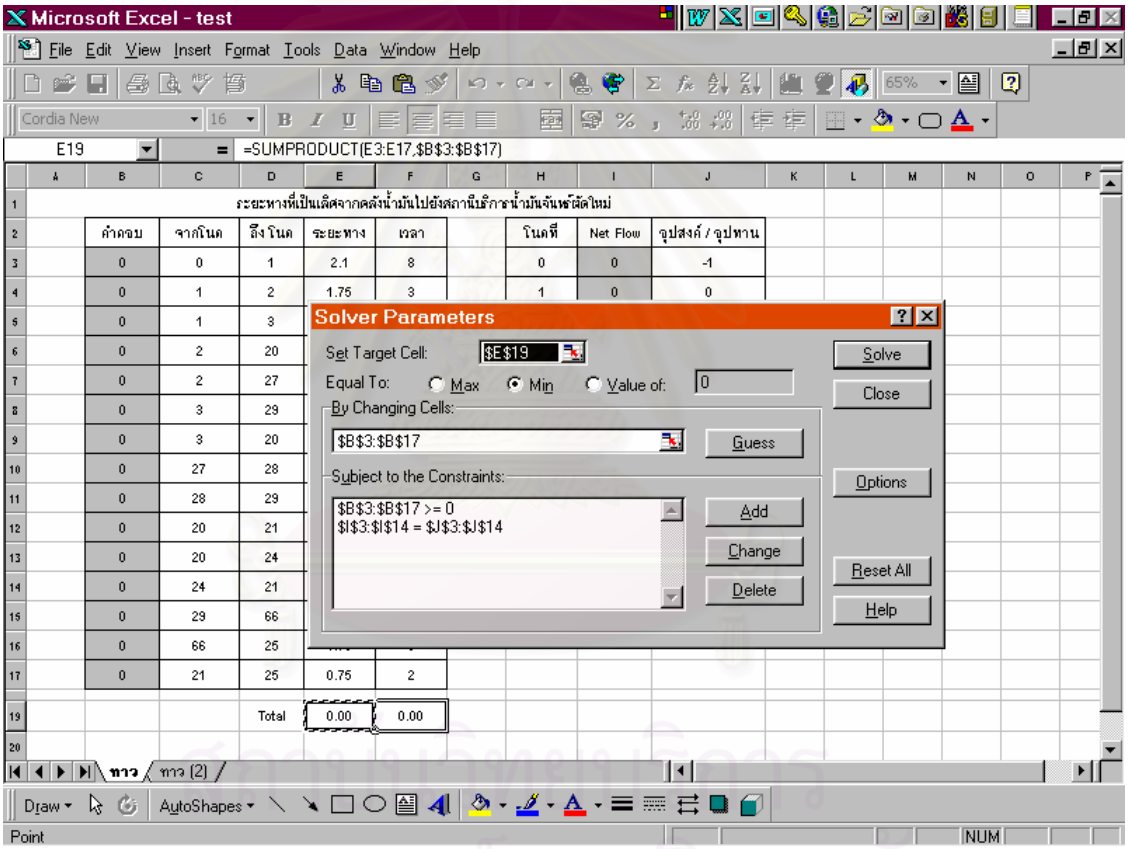
Set Cell ให้พิมพ์ $E$9

Variable Cell ให้พิมพ์ $B$3:$B$7

Constraints Cell ให้พิมพ์ $B$3:$B$7 ≥ 0

$I$3:$I$14 = $J$3:$J$14

ดังรูปที่ ฎ.4



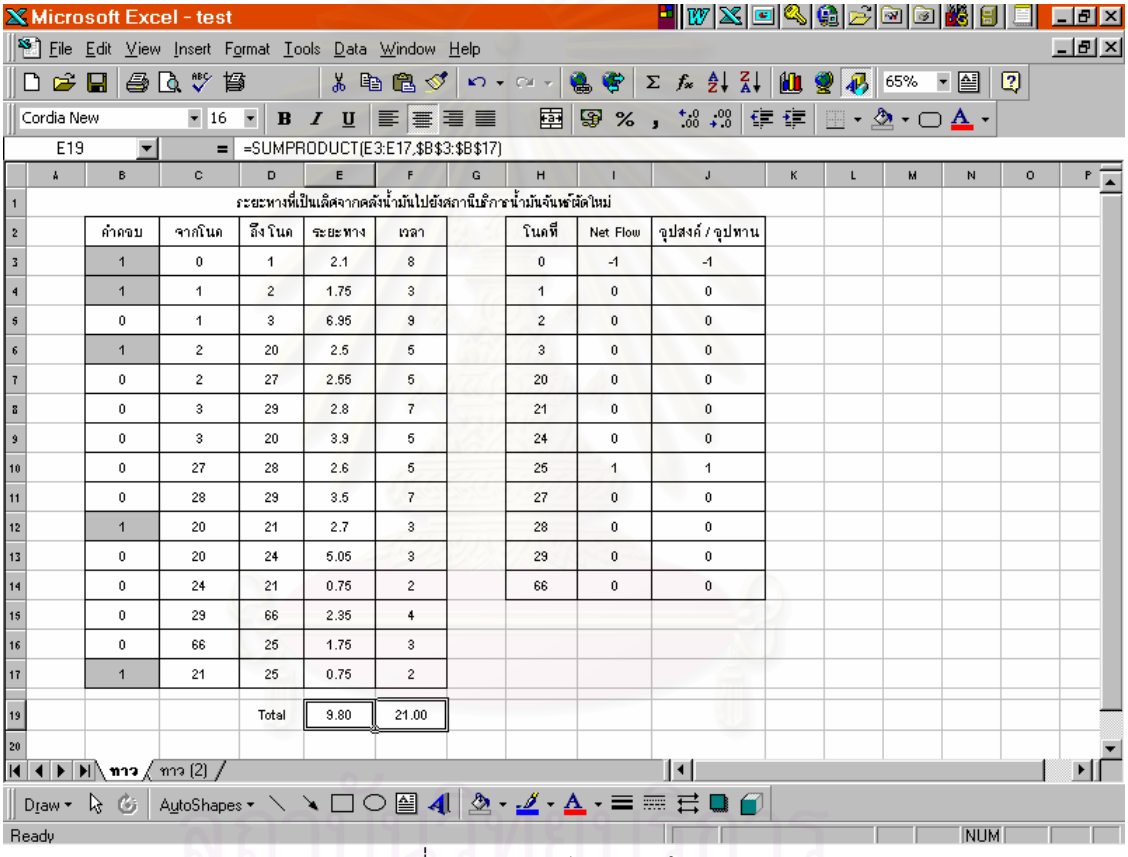
รูปที่ ฎ.4 การคำนวณหาเส้นทางที่เป็นเลิศ (ในเมนู Solver Parameters)

4. จากข้อที่ 3 เลือก Min จากนั้น คลิกส์ Solve โปรแกรมจะทำการคำนวนหาคำตอบให้โดยผลลัพธ์จะแสดงในช่อง “คำตอบ” ถ้าคำตอบ 1 แสดงว่าเป็นเส้นทางที่ถูกเลือก และถ้าคำตอบเป็น 0 แสดงว่าไม่ใช้ตำคอบที่ถูกเลือก

จากรูปที่ ฎ.5 ในช่องคำตอบที่ตอบ 1 คือ เส้นทาง

0 → 1 → 2 → 20 → 21 → 25

และมีระยะทางรวม 9.8 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินทาง 21 นาที ดังรูปที่ ฎ.6



รูปที่ ฎ.6 ผลลัพธ์จากการคำนวณ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฎ.1 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันจันทร์ตัดใหม่

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.1	8
1	2	1.75	3
1	3	6.95	9
2	20	2.5	5
2	27	2.55	5
3	29	2.8	7
3	20	3.9	5
27	28	2.6	5
28	29	3.5	7
20	21	2.7	3
20	24	5.05	3
24	21	0.75	2
29	66	2.35	4
66	25	1.75	3
21	25	0.75	2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฎ.2 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันเย็นอากาศ

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.1	8
1	2	1.75	3
1	3	6.95	9
2	20	2.5	5
2	27	2.55	5
27	28	2.6	5
3	29	2.8	7
3	20	3.6	5
28	3	0.35	2
20	21	2.7	3
20	24	5.05	3
24	21	0.75	2
28	29	3.5	7
29	66	2.35	4
66	25	1.75	3
21	25	0.75	2
21	22	0.65	3
25	26	1.35	3
22	26	1.45	4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฎ.3 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันนวลจันทร์

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.1	8
1	2	1.75	3
1	3	6.95	9
1	4	3.95	16
2	20	2.5	5
20	21	2.7	3
21	22	0.65	3
22	23	1.85	4
23	40	2.9	4
40	41	2.05	4
2	27	2.55	5
3	28	0.35	2
28	3	0.35	2
3	29	2.8	7
28	29	3.5	7
27	28	2.6	5
29	66	2.35	4
66	67	1.6	4
67	68	4.3	10
68	69	1	2
68	70	0.65	2
4	5	4.3	6
5	6	8.08	12
5	7	3.5	5
6	9	1.05	3
7	9	4.05	6
11	7	3.35	5
9	7	4.05	6
9	13	5	7
9	12	1.25	3
7	10	0.65	2
10	12	3.85	5
12	10	3.85	5
10	15	3.35	5
13	16	8.1	8
12	17	8.3	12
12	18	3.75	5
17	19	1.1	3
19	17	1.1	3
16	17	0.4	2

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
17	16	0.4	2
18	19	4.6	6
19	18	4.6	6
18	45	3.15	5
23	11	4.55	6
11	44	6.4	8
69	15	0.9	2
15	69	0.9	2
16	50	1.2	2
44	72	1.72	3
50	45	6.45	8
45	50	6.45	8
70	69	1.2	2
69	70	1.2	2
69	44	3.95	5
44	45	4.1	6
45	44	4.1	6
44	46	2.1	3
41	71	5.35	8
41	55	10.05	11
41	56	13	13
55	56	3.2	5
56	55	3.2	5
70	71	3.6	5
71	72	0.9	2
46	48	2.45	5
72	49	3.25	5
45	48	2.6	4
50	51	6	6
48	51	4.95	7
51	52	5.15	5
52	53	1.5	3
48	53	8.45	12
48	49	4.65	6
55	57	4.35	5
56	58	4.6	5
58	57	4.3	5
57	54	7.3	11
49	54	7.55	9
53	54	2.65	5

ตารางที่ ฎ.4 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันอ่อนนุช

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.10	8
1	2	1.75	3
1	3	6.95	9
1	4	3.95	16
2	20	2.50	5
2	27	2.55	5
3	29	2.80	7
3	28	0.35	2
28	3	0.35	2
28	29	3.50	7
27	28	2.60	5
4	5	4.30	6
5	6	8.08	6
5	7	3.50	5
6	9	1.05	3
7	9	4.05	6
7	10	0.65	2
9	12	1.25	3
9	13	5.00	7
10	12	3.85	5
13	16	8.10	8
12	17	8.30	12
12	18	3.75	5
10	15	3.35	5

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
16	17	0.40	2
15	18	4.95	7
20	21	2.70	3
21	22	0.65	3
22	23	1.85	4
29	66	2.35	4
66	67	1.60	4
67	68	4.30	10
68	69	1.00	2
23	11	4.55	6
11	7	3.35	5
69	15	0.90	2
17	19	1.10	3
18	19	4.60	6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฎ.5 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันบางบ่อ

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.1	8
1	2	1.75	3
1	3	6.95	9
1	4	3.95	16
2	20	2.5	5
2	27	2.55	5
3	29	2.8	7
3	28	0.35	2
28	29	3.5	7
27	28	2.6	5
29	66	2.35	4
20	21	2.7	3
21	22	0.65	3
21	25	0.75	2
25	66	1.75	3
22	23	1.85	4
4	5	4.3	6
5	6	8.08	12
5	7	3.5	5
23	11	4.55	6
66	67	1.6	4
67	68	4.3	10
68	69	1	2
69	15	0.9	2
15	18	4.95	7
18	19	4.6	6
15	10	3.35	5

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
11	7	3.35	5
10	7	0.65	2
10	12	3.85	5
18	12	3.75	5
19	17	1.1	3
7	9	4.05	6
6	9	1.05	3
12	9	1.25	3
17	16	0.4	2
9	13	5	7
16	13	8.1	8
13	14	20.95	28

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฎ.6 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันลาซาล

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.1	8
1	2	1.75	3
1	3	6.95	9
1	4	3.95	16
2	20	2.5	5
2	27	2.55	5
3	29	2.8	7
3	28	0.35	2
28	29	3.5	7
27	28	2.6	5
29	66	2.35	4
66	67	1.6	4
67	68	4.3	10
68	69	1	2
20	21	2.7	3
21	22	0.65	3
22	23	1.85	4
23	11	4.55	6
4	5	4.3	6
5	6	8.08	12
5	7	3.5	5
11	7	3.35	5
69	15	0.9	2
15	18	4.95	7
15	10	3.35	5
10	7	0.65	2
18	12	3.75	5
10	12	3.85	5
7	9	4.05	6
12	9	1.25	3
9	6	1.05	3
6	8	0.55	3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฎ.7 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันปู่เจ้าฯ

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.1	8
1	2	1.75	3
1	3	6.95	9
2	20	2.5	5
2	27	2.55	5
3	29	2.8	7
3	28	0.35	2
28	29	3.5	7
27	28	2.6	5
29	66	2.35	4
66	67	1.6	4
67	68	4.3	10
68	69	1	2
20	21	2.7	3
21	22	0.65	3
22	23	1.85	4
23	11	4.55	6
69	15	0.9	2
11	7	3.35	5
15	10	3.35	5
10	7	0.65	2
7	5	3.5	5
1	4	3.95	16
5	4	4.3	6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฎ.8 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันพาณิชย์ธนบุรี

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.1	8
1	2	1.75	3
1	3	6.95	9
2	27	2.55	5
27	30	4.05	6
27	28	2.6	5
3	28	0.35	2
28	61	3.25	5
30	60	12.55	15
60	61	7.4	9
61	60	7.4	9
61	31	1.4	3
60	33	3.55	5
31	32	4.9	10
33	32	2.2	3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฎ.9 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันตลิ่งชัน

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.1	8
1	2	1.75	3
1	3	6.95	9
3	28	0.35	2
2	27	2.55	5
27	28	2.6	5
27	30	4.05	6
28	61	3.25	5
30	60	12.55	15
60	61	7.4	9
61	60	7.4	9
61	31	1.4	3
60	33	3.55	5
31	32	4.9	10
32	31	4.9	10
32	33	2.2	3
33	22	2.2	3
33	34	4.3	5
31	62	2.6	5
62	63	2.7	5
62	64	1.35	3
64	63	2.55	3
63	36	0.75	1
36	35	1.7	3
34	35	3.15	4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฎ.10 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันปิ่นเกล้า

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.1	8
1	2	1.75	3
1	3	6.95	9
2	27	2.55	5
3	28	0.35	2
27	28	2.6	5
28	61	3.25	5
27	30	4.05	6
30	60	12.55	15
60	61	7.4	9
61	60	7.4	9
61	31	1.4	3
60	33	3.55	5
31	32	4.9	10
32	31	4.9	10
33	32	2.2	3
32	33	2.2	3
31	62	2.6	5
62	63	2.7	5
62	64	1.35	3
64	63	2.55	3
63	36	0.75	1
34	35	3.15	4
35	36	1.7	3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฎ.11 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันลาดหลุมแก้ว

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.1	8
1	2	1.75	3
2	20	2.5	5
1	3	6.95	9
3	28	0.35	2
2	27	2.55	5
27	28	2.6	5
27	30	4.05	6
28	61	3.25	5
30	60	12.55	15
60	61	7.4	9
61	60	7.4	9
60	33	3.55	5
61	31	1.4	3
31	32	4.9	10
32	31	4.9	10
32	33	2.2	3
33	32	2.2	3
31	62	2.6	5
62	63	2.7	5
62	64	1.35	3
64	63	2.55	3
63	36	0.75	1
36	35	1.75	3
35	34	3.15	4
33	34	4.3	5

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
20	21	2.7	3
21	22	0.65	3
22	23	1.85	4
23	40	2.9	4
40	41	2.05	4
41	55	10.05	11
55	57	4.35	5
57	58	4.3	5
41	56	13	13
55	56	3.2	5
56	58	4.6	5
58	37	20.8	26
34	39	9.7	10
56	39	13.25	17
39	37	7.2	8
37	38	3.45	5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฎ.12 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีน้ำมันราม 53

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.1	8
1	2	1.75	3
1	3	6.95	9
1	4	3.95	16
2	27	2.55	5
3	29	2.8	7
28	3	0.35	2
28	29	3.5	7
27	28	2.6	5
29	66	2.35	4
66	67	1.6	4
67	68	4.3	10
68	69	1	2
68	70	0.65	2
2	20	2.5	5
20	21	2.7	3
21	22	0.65	3
22	23	1.85	4
23	11	4.55	6
4	5	4.3	6
5	7	3.5	5
7	9	4.05	6
7	10	0.65	2
9	12	1.25	3
10	12	3.85	5
12	10	3.85	5
10	15	3.35	5

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
12	18	3.75	5
15	18	4.95	7
18	15	4.95	7
15	69	0.9	2
18	45	3.15	5
45	48	2.6	4
45	44	4.1	6
48	49	4.65	6
49	72	3.25	5
72	44	1.72	3
70	69	1.2	2
69	70	1.2	2
70	71	3.6	5
71	44	1.35	2
69	44	3.95	5
11	44	6.4	8
44	46	2.1	3
48	46	2.45	5
46	47	1.25	4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฎ.13 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีซอยกลาง

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.1	8
1	2	1.75	3
1	3	6.95	9
1	4	3.95	16
2	20	2.5	5
2	27	2.55	5
3	29	2.8	7
28	3	0.35	2
28	29	3.5	7
27	28	2.6	5
4	5	4.3	6
5	7	3.5	5
7	10	0.65	2
10	15	3.35	5
15	69	0.9	2
20	21	2.7	3
21	22	0.65	3
22	23	1.85	4
29	66	2.35	4
66	67	1.6	4
67	68	4.3	10
23	40	2.9	4
68	69	1	2
68	70	0.65	2
69	70	1.2	2
40	42	3.1	8
70	42	1.2	2
42	43	0.45	3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฎ.14 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีพุทธมณฑล

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.1	8
1	2	1.75	3
1	3	6.95	9
2	27	2.55	5
3	28	0.35	2
27	28	2.6	5
27	30	4.05	6
28	61	3.25	5
30	60	12.55	15
61	60	7.4	9
61	31	1.4	3
31	32	4.9	10
31	62	2.6	5
62	63	2.7	5
63	36	0.75	1
36	35	1.7	3
35	34	3.15	4
32	33	2.2	3
33	60	3.55	5
33	34	4.3	5
34	65	12.95	13
60	65	17.9	19

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฎ.15 ข้อมูลระยะทางและเวลาระหว่างโนดของสถานีคลองสอง

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
0	1	2.1	8
1	2	1.75	3
1	3	6.95	9
1	4	3.95	16
2	20	2.5	5
20	21	2.7	3
21	22	0.65	3
22	23	1.85	4
2	27	2.55	5
3	29	2.8	7
28	3	0.35	2
28	29	3.5	7
27	28	2.6	5
29	66	2.35	4
66	67	1.6	4
67	68	7.3	10
4	5	4.3	6
5	6	8.08	12
6	9	1.05	3
5	7	3.5	5
7	9	4.05	6
9	7	4.05	6
9	13	5	7
9	12	1.25	3
7	10	0.65	2
10	12	3.85	5
12	10	3.85	5
10	15	3.35	5
15	18	4.95	7
18	15	4.95	7
12	17	8.3	12
3	16	8.1	8
16	17	0.4	2
17	16	0.4	2
17	19	1.1	3
19	17	1.1	3
18	19	4.6	6
19	18	4.6	6
18	45	3.15	5
68	69	1	2
69	70	0.65	2
23	11	4.55	6

จากโนด	ถึงโนด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)
11	44	6.4	8
15	69	0.9	2
69	15	0.9	2
70	69	1.2	2
69	70	1.2	2
23	40	2.9	4
40	41	2.05	4
41	71	5.35	8
70	71	3.6	5
69	44	3.95	5
16	50	1.2	2
50	45	6.45	8
45	50	6.45	8
45	44	4.1	6
44	45	4.1	6
71	44	1.35	2
44	71	1.35	2
71	72	0.9	2
44	46	2.1	3
44	72	1.72	3
45	48	2.6	4
46	48	2.45	5
72	49	3.25	5
49	48	4.65	6
48	49	4.65	6
48	51	4.95	7
48	53	8.45	12
51	52	5.15	5
41	55	10.05	11
41	56	13	13
56	55	3.2	5
52	53	1.5	3
53	52	1.5	3
49	54	7.55	9
55	57	4.35	5
53	54	2.65	5
54	53	2.65	5
54	57	7.3	11
58	57	4.3	5
57	59	16.6	20
52	59	21.5	23

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสืบพงษ์ คงเดช เกิดเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2513 ที่อำเภอซุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุสาหการ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปีการศึกษา 2535 และเข้าเรียนต่อในหลักสูตรวิศกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศกรรมอุตสาหการ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2541 ปัจจุบันทำงานเป็นพนักงานในบริษัทอุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด (มหาชน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย