การแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันเชื้อเพลิงโดยใช้เทคนิคการจำลองแบบปัญหา

นายมงคล สมหมายไชยา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544
ISBN 974-03-0293-9
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SOLVING THE TARDINESS PROBLEM IN PETROL DISTRIBUTION BY SIMULATION TECHNIQUE

Mr. Mongkol Sommaichaiya

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 974-03-0293-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันเชื้อเพลิงโดยใช้เทคนิคการจำลองแบบปัญหา
โดย	นายมงคล สมหมายไชยา
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเวช ชาญสง่าเวช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเวช ชาญสง่าเวช)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายมงคล สมหมายไชยา : การแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันเชื้อเพลิงโดยใช้เทคนิคการจำลองแบบปัญหา. (SOLVING THE TARDINESS PROBLEM IN PETROL DISTRIBUTION BY SIMULATION TECHNIQUE) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. ชูเวช ชาญสง่าเวช, 162 หน้า. ISBN 974-03-0293-9.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทำการวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันเชื้อเพลิงจากคลังน้ำมันซึ่งเป็นกรณีศึกษาไปยังสถานีบริการน้ำมันที่อยู่ในเขตความรับผิดชอบ โดยมุ่งความสนใจไปที่การจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดให้เหมาะสม โดยมีเป้าหมายที่จะทำให้เวลาตั้งแต่ได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าจนกระทั่งรถขนส่งเดินทางไปถึงสถานีบริการหรือเวลาตอบสนองมีค่าไม่เกินระดับที่ลูกค้าต้องการ คือ 6 ชั่วโมง การวิจัยนี้ใช้แบบจำลองปัญหาเพื่อศึกษาการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิด ให้สามารถลดเวลาตอบสนองในการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้าได้ภายในเวลา 6 ชั่วโมง โดยใช้เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมต่ำที่สุด

จากผลการรันแบบจำลองปัญหาที่สร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดที่มีต่อเวลาตอบสนอง พบว่า การเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91, เบนซิน 95 และดีเซลจากเดิมชนิดละ 10 คัน เป็น 12, 13 และ 18 คัน และการลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดจาก 3 หัวจ่าย เหลือ 2 หัวจ่าย ทำให้เวลาตอบสนองมีค่าไม่เกิน 6 ชั่วโมง โดยใช้เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเพิ่มรถขนส่งจำนวน 13 คันเท่ากับ 42,509,313.60 บาท ในขณะที่การลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันลง 3 หัวจ่ายและนำไปใช้ประโยชน์อื่น สามารถเพิ่มรายได้เท่ากับ 89,902,080 บาท ดังนั้น การจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมัน นอกจากจะสามารถแก้ปัญหาความล่าช้าที่เกิดขึ้นได้แล้ว ยังทำให้มีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น 47,392,776.40 บาทอีกด้วย

การจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันโดยใช้เทคนิคการจำลองแบบปัญหา สามารถแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันโดยใช้เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมไม่มากนัก โดยมุ่งเน้นการลดเวลารอรับบริการจากรถขนส่งและหัวจ่ายลง ในขณะที่การวิจัยอื่นในด้านนี้ มุ่งเน้นการลดจำนวนเที่ยวและเวลาในการจัดส่งน้ำมันโดยการจัดเส้นทางรถขนส่งน้ำมัน การนำวิธีการทั้ง 2 วิธีมาใช้ควบคู่กันอย่างเหมาะสมและถูกวิธี จะช่วยให้คลังน้ำมันมีประสิทธิภาพในการจัดส่งน้ำมันมากขึ้น สามารถลดต้นทุนและจัดส่งน้ำมันแก่ลูกค้าได้ทันต่อความต้องการ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2544

4271455921 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: PETROL / DISTRIBUTION / SIMULATION / TERMINAL / GAS STATION

MONGKOL SOMMAICHAIYA : SOLVING THE TARDINESS PROBLEM IN PETROL DISTRIBUTION BY SIMULATION TECHNIQUE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. CHUVEJ CHANSA-NGAVEJ, 162 pp. ISBN 974-03-0293-9.

This thesis involves research for solving the tardiness problem in petrol distribution from petrol terminal to the gas stations. The focus is on each petrol type tank truck and loading arm suitable allocation. The purpose is the reduction of time spent from customer's order receipt until the tank truck arrival at the gas station (response time) to be not more than 6 hours as per customer's requirement. The simulation technique is used to reallocate each petrol type tank truck and loading arm for the reduction of response time until it is lower than 6 hours with lowest investment and expenses.

The simulation for the studying of the effect between the number of tank truck & loading arm and response time shows that the increase of the number of tank trucks from 10 trucks to 11, 13 and 18 trucks, respectively for Benzene 91, Benzene 95 and Diesel and the decrease of the number of each petrol type loading arm from 3 to 2 arms can improve the response time to be not more than 6 hours. The investment and expenses for 13 trucks increment is 42,509,313.60 Baht. Three idle loading arms are assigned for another usage and an extra income of 89,902,080 Baht is obtained. Therefore, the tardiness problem can be solved and a net income of 47,392,776.40 Baht is achieved in the process.

The tank truck and loading arm allocation can solve the tardiness problem and involve not much investment and expenses. It concentrated on tank truck and loading arm waiting time decrement. Most of the previous works in this area concentrated on transportation time and round decrement. However, the use of these 2 methods together enables the terminal to transport petrol more efficiently, and helps reduce cost and ensures more customer satisfaction.

Department Industrial Engineering Student's signature.....

Field of study Industrial Engineering Advisor's signature.....

Academic year 2001

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รศ.ดร. ชูเวช ชาญสง่าเวช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้เสียสละเวลาคอยให้คำแนะนำปรึกษาและให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ด้วยดีมาโดยตลอด รวมทั้งอาจารย์ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่ให้ความรู้และคำแนะนำเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการวิจัย และขอบใจเพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโทด้วยกันที่ให้ข้อคิดเห็นและกำลังใจตลอดมา

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนทางด้านทุนทรัพย์และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญรูป..... ฎ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 วิธีการและขั้นตอนการวิจัย 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.6 แผนการวิจัย 5

1.7 สรุปท้ายบท 5

2. ปริทัศน์วรรณกรรมและกรณีศึกษา 6

2.1 ปริทัศน์วรรณกรรม 6

2.2 รายละเอียดกรณีศึกษา 10

2.2.1 ปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมัน 10

2.2.2 ระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน 11

2.2.3 ขั้นตอนการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน 15

2.2.4 การวิเคราะห์สาเหตุเบื้องต้นของปัญหา 20

2.3 สรุปท้ายบท 21

3. การสร้างแบบจำลองและแบบการทดลอง 23

3.1 แบบจำลองระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน 23

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง 24

3.3 องค์ประกอบของแบบจำลอง 28

3.4 การสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม ARENA 29

3.5 การกำหนดรูปแบบในการรันแบบจำลอง 31

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

3.6 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง 31

3.7 การออกแบบการทดลอง 32

3.8 สรุปท้ายบท 35

4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง 36

4.1 การศึกษาระบบก่อนจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่าย 36

4.2 การจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมัน 38

4.2.1 การรันแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบของจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91ที่มีต่อเวลาตอบสนอง 38

4.2.2 การรันแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบของจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 ที่มีต่อเวลาตอบสนอง 40

4.2.3 การรันแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบของจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันดีเซลที่มีต่อเวลาตอบสนอง 41

4.2.4 การวิเคราะห์เงินลงทุนและรายได้จากการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่าย 43

4.3 การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมันและรถขนส่งน้ำมัน 47

4.3.1 เวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันเบนซิน 91 47

4.3.2 เวลาตอบสนองน้ำมันเบนซิน 95 48

4.3.3 เวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันดีเซล 50

4.4 สรุปท้ายบท 51

5. สรุปผลการวิจัย 53

5.1 สรุปผลการวิจัย 53

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 53

5.3 อุปสรรคในการวิจัย 54

5.4 ข้อเสนอแนะ 55

5.5 สรุปท้ายบท 55

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รายการอ้างอิง 56

ภาคผนวก 57

ภาคผนวก ก ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง 58

ภาคผนวก ข การสร้างแบบจำลองโดยโปรแกรม ARENA 71

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์สภาวะคงตัวของแบบจำลอง 143

ภาคผนวก ง การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง 146

ประวัติผู้เขียน 162

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการวิจัย	5
2.1 จำนวนคำร้องเรียนและคำสั่งซื้อน้ำมันแต่ละชนิดของลูกค้าในช่วงมกราคม 2542 ถึง พฤศจิกายน 2543	10
2.2 สถานที่ตั้งของสถานีบริการน้ำมัน	12
2.3 เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนในการจัดส่งน้ำมันแก่ลูกค้า	18
2.4 ความสามารถสูงสุดในการจัดจ่ายน้ำมันของหัวจ่ายน้ำมันและจัดส่งน้ำมันของรถขนส่งน้ำมัน	20
3.1 รายละเอียดในการสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม ARENA	30
3.2 รูปแบบการทดลองเพื่อจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันโดยพิจารณาจากเวลาตอบสนอง	33
3.3 เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน	34
3.4 เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน	34
4.1 เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนและเวลาตอบสนองจากการรันแบบจำลองก่อนการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน	37
4.2 ผลของเวลาตอบสนองเมื่อทำการปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91	39
4.3 ผลของเวลาตอบสนองเมื่อทำการปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95	40
4.4 ผลของเวลาตอบสนองเมื่อทำการปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันดีเซล	42
4.5 เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมัน	44
4.6 ค่าปัจจุบันสุทธิของเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายกับรายได้ที่เพิ่มขึ้นที่จำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละค่า	45
4.7 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมันและรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91	47
4.8 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมันและรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95	49
4.9 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมันและรถขนส่งน้ำมันดีเซล	50

สารบัญรูป

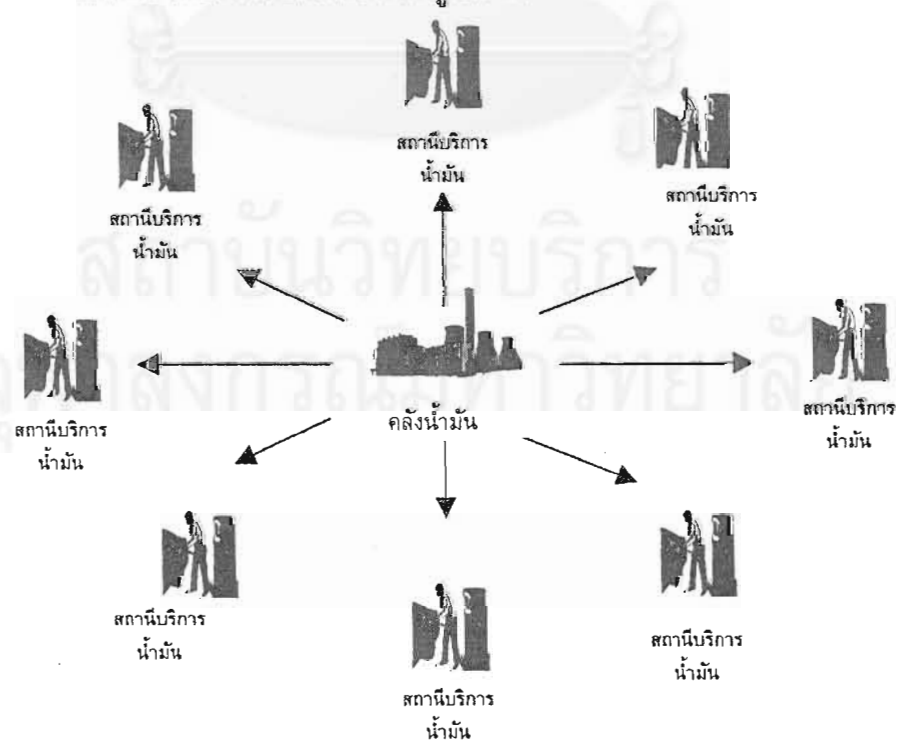
รูปที่		หน้า
1.1	การจัดส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน	1
2.1	กราฟแท่งเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของจำนวนคำร้องเรียนต่อจำนวนคำสั่งซื้อน้ำมันแต่ละชนิดของลูกค้าในช่วงมกราคม 2542 – พฤศจิกายน 2543	11
2.2	สถานที่ตั้งของสถานีบริการน้ำมันจำนวน 55 แห่ง	14
2.3	ขั้นตอนการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน	17
2.4	ส่วนประกอบและรายละเอียดของเวลาตอบสนอง	19
3.1	แบบจำลองระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมันของคลังน้ำมัน	23
3.2	ชนิดน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมันทำการสั่งซื้อเฉลี่ยในช่วงเดือนมกราคม 2542 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2543	25
3.3	สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการแต่ละแห่งในช่วงเดือนมกราคม 2542 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2543	26
3.4	เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันแต่ละแห่ง	27
3.5	การจำลองแบบปัญหาระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน	28
4.1	เวลาสูงสุดที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนและเวลาตอบสนองสูงสุดสำหรับน้ำมันแต่ละชนิดก่อนการปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน	37
4.2	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาตอบสนองสูงสุดกับจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91	39
4.3	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาตอบสนองสูงสุดกับจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95	41
4.4	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาตอบสนองสูงสุดกับจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันดีเซล	43
4.5	แผนภาพเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเพิ่มรถขนส่งน้ำมันจำนวน 13 คัน	46
4.6	แผนภาพรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมัน	46
4.7	เวลาสูงสุดที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนสำหรับน้ำมันเบนซิน 91 ก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่าย	48
4.8	เวลาสูงสุดที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนสำหรับน้ำมันเบนซิน 95 ก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่าย	49
4.9	เวลาสูงสุดที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนสำหรับน้ำมันดีเซลก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่าย	51

บทที่ 1
บทนำ

ในสภาวะที่ธุรกิจน้ำมันมีการแข่งขันสูงดังเช่นในปัจจุบัน บริษัทน้ำมันทั้งหลายต่างให้ความสำคัญกับการให้บริการและจำหน่ายน้ำมันแก่ผู้บริโภคในสถานีบริการน้ำมัน เพื่อให้ผู้บริโภคเกิดความพึงพอใจและเลือกใช้บริการจากสถานีบริการน้ำมันของบริษัทในครั้งต่อไป ดังนั้น บริษัทน้ำมันต่าง ๆ จึงให้ความสำคัญกับการจัดส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการเพื่อทำให้สถานีบริการมีน้ำมันครบทุกชนิดพร้อมจำหน่ายแก่ผู้บริโภคตลอดเวลา บริษัทน้ำมันจึงพยายามปรับปรุงและพัฒนาระบบการจัดส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน เมื่อใดก็ตามที่สถานีบริการเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำมันจำหน่ายแก่ลูกค้า ย่อมทำให้ลูกค้าหันไปใช้สถานีบริการน้ำมันของบริษัทน้ำมันอื่นแทน และถือเป็นปัญหาที่บริษัทน้ำมันต้องรีบเร่งดำเนินการแก้ไข

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

คลังน้ำมันเป็นสถานที่เก็บน้ำมันและจัดส่งต่อไปยังสถานีบริการน้ำมันที่อยู่ในเขตความรับผิดชอบ ส่วนประกอบของคลังน้ำมัน ได้แก่ ระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน ซึ่งประกอบด้วยหัวจ่ายน้ำมันซึ่งทำหน้าที่จ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน และรถขนส่งน้ำมัน ซึ่งทำหน้าที่เป็นพาหนะในการขนส่งน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน ระบบการจัดส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันแสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 การจัดส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน

สถานีบริการน้ำมันเป็นสถานที่จำหน่ายน้ำมันให้แก่ผู้บริโภค ดังนั้น จึงต้องมีการจัดเก็บน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมันด้วย อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อจำกัดในด้านขนาดของสถานที่ตั้งสถานีบริการน้ำมัน จึงสามารถเก็บน้ำมันได้ในปริมาณจำกัด ดังนั้น สถานีบริการน้ำมันจะต้องทำการตรวจสอบปริมาณน้ำมันคงเหลืออย่างสม่ำเสมอ และทำการสั่งซื้อน้ำมันจากคลังน้ำมันล่วงหน้าหากน้ำมันที่เก็บมีปริมาณน้อย เพื่อจำหน่ายน้ำมันแก่ผู้บริโภคได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำมัน สถานีบริการน้ำมันจึงจำเป็นต้องทราบเวลาที่ใช้ตั้งแต่ทำการสั่งซื้อน้ำมันไปยังคลังน้ำมันจนกระทั่งน้ำมันได้รับการจัดส่งมาถึงสถานีบริการน้ำมันซึ่งเรียกว่าเวลาตอบสนอง (Response Time) เพื่อบริหารปริมาณน้ำมันคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถวางแผนการสั่งซื้อน้ำมันจากคลังน้ำมันได้ทันต่อความต้องการ

ในการจัดส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการ จะต้องคำนึงถึงความต้องการของสถานีบริการน้ำมันซึ่งต้องมีน้ำมันเพียงพอต่อการจำหน่ายแก่ผู้บริโภคตลอดเวลาเป็นสำคัญ การขาดแคลนน้ำมันจำหน่ายแก่ผู้บริโภคนอกจากจะทำให้เกิดการเสียโอกาสในการจำหน่ายและรายได้แล้ว อาจทำให้ผู้บริโภคขาดความเชื่อมั่นหรือไม่พึงพอใจในบริการของสถานีบริการน้ำมันและเปลี่ยนไปใช้บริการของสถานีบริการน้ำมันของบริษัทอื่น ดังนั้น คลังน้ำมันและสถานีบริการน้ำมันจะมีการประสานงานร่วมกัน เพื่อช่วยให้การจัดส่งน้ำมันเกิดความรวดเร็วและทันต่อความต้องการ นอกจากนี้ บริษัทน้ำมันยังต้องคำนึงถึงต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการบริหารการจัดส่งน้ำมันของคลังน้ำมันให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมและสามารถแข่งขันกับบริษัทน้ำมันอื่น ๆ ได้ ดังนั้น ทรัพยากรของคลังน้ำมันจึงมีจำนวนจำกัดเท่าที่จำเป็นต่อการใช้งาน

ปัญหาส่วนใหญ่ที่มักเกิดขึ้นกับคลังน้ำมัน ได้แก่ ความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน ซึ่งมีสาเหตุมาจากความไม่เพียงพอของทรัพยากรที่ใช้ในคลังน้ำมันอันเนื่องมาจากความพยายามในการควบคุมต้นทุนและค่าใช้จ่าย ในขณะที่จำนวนสถานีบริการน้ำมันที่อยู่ในเขตความรับผิดชอบมีจำนวนมากขึ้นจากการเพิ่มจำนวนสถานีบริการของบริษัทน้ำมันและปริมาณน้ำมันที่ต้องทำการการจัดส่งแก่สถานีบริการมีมากขึ้น ทำให้เวลาตอบสนองในการจัดส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันมากเกินกว่าระดับที่สถานีบริการสามารถบริหารระดับน้ำมันคงคลังได้ จึงทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำมันขึ้น ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการดำเนินการแก้ไขเพื่อให้การจำหน่ายน้ำมันของสถานีบริการแก่ผู้บริโภคเป็นไปอย่างต่อเนื่อง โดยต้องคำนึงถึงเงินลงทุนที่ใช้ในการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันเพื่อแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันด้วย โดยเฉพาะในสภาวะที่การแข่งขันในธุรกิจน้ำมันรุนแรงเช่นในปัจจุบันซึ่งราคาจำหน่ายน้ำมันมีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกรับบริการจากสถานีบริการน้ำมันของผู้บริโภคเป็นอย่างมาก

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเสนอแนะแนวทางในการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมันและจำนวนรถขนส่งน้ำมันแต่ละชนิดที่เหมาะสมเพื่อทำให้เวลาตอบสนองในการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการไม่เกิน 6 ชั่วโมง โดยใช้เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายต่ำที่สุด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันโดยการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน มีขอบเขตในการวิจัยดังนี้

1.3.1 ทำการวิจัยเฉพาะกรณีศึกษาของคลังน้ำมันตัวอย่าง โดยพิจารณาการจัดส่งน้ำมันทั้ง 3 ชนิด คือ น้ำมันเบนซิน 91, น้ำมันเบนซิน 95 และน้ำมันดีเซล

1.3.2 ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัยและการสร้างแบบจำลอง เป็นข้อมูลที่รวบรวมจากระบบงานจริงในช่วงเดือนมกราคม 2542 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2543

1.3.3 สถานีบริการน้ำมันที่ทำการวิจัยตามกรณีศึกษา ตั้งอยู่ในเขต 7 จังหวัด ได้แก่ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ปราจีณบุรี สระแก้ว

1.4 วิธีการและขั้นตอนการวิจัย

การแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันของคลังน้ำมัน จะมุ่งเน้นพิจารณาความไม่เหมาะสมหรือไม่เพียงพอของจำนวนทรัพยากรของระบบ ได้แก่ รถขนส่งน้ำมัน และหัวจ่ายน้ำมัน นอกจากนี้ เนื่องจากชนิดของน้ำมันที่ทำการจัดส่งแก่สถานีบริการน้ำมันมีหลายชนิด ซึ่งมีสัดส่วนปริมาณในการจัดส่งที่แตกต่างกันไปตามปริมาณการสั่งซื้อของสถานีบริการน้ำมัน ดังนั้น จึงควรพิจารณาความเหมาะสมในการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดเป็นสำคัญ เนื่องจากเป็นส่วนที่ก่อให้เกิดต้นทุนและค่าใช้จ่ายหลักในการจัดส่งน้ำมัน โดยการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันที่เหมาะสมสำหรับปริมาณน้ำมันแต่ละชนิด นอกจากจะช่วยแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันแล้ว ยังช่วยทำให้ต้นทุนและค่าใช้จ่ายอยู่ในระดับที่สามารถแข่งขันได้ในธุรกิจน้ำมัน

การพิจารณาเพื่อจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน จะทำการพิจารณาจากเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนในการจัดส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการ เพื่อหาสาเหตุของความล่าช้าที่เกิดขึ้นว่าเกิดจากขั้นตอนใด และทำการแก้ไขที่ขั้นตอนนั้น การจำลองแบบปัญหาจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ เพื่อหาเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนและเวลาตอบสนองในการจัดส่ง

น้ำมัน นอกจากนี้ ยังสามารถใช้แบบจำลองในการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมันและรถขนส่งน้ำมันให้เกิดความเหมาะสมและเพียงพอต่อการใช้งาน เพื่อลดเวลาตอบสนองโดยใช้เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด และสามารถจัดส่งน้ำมันได้ทันต่อความต้องการในการจำหน่ายน้ำมันของสถานีบริการอีกด้วย

ขั้นตอนต่าง ๆ ในการวิจัย สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1.4.1 รวบรวมข้อมูลจากระบบงานจริงของกรณีศึกษาเพื่อใช้ในการวิจัยและการสร้างแบบจำลอง

1.4.2 จำลองแบบปัญหาระบบจัดจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมันโดยใช้โปรแกรมในการสร้างแบบจำลอง และทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้น

1.4.3 ออกแบบการทดลองตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่กำหนด

1.4.4 ทำการรันแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบของจำนวนหัวจ่ายน้ำมันและรถขนส่งน้ำมันแต่ละชนิดที่มีต่อเวลาตอบสนอง ตามที่ออกแบบการทดลองไว้

1.4.5 วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากการรันแบบจำลอง เพื่อเสนอแนะจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดเพื่อแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมัน

1.4.6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ในแง่วิชาการ ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในทฤษฎีแถวคอยบริการซึ่งมีอุปสงค์ (Demand) ของแถวคอยที่มีความซับซ้อน

1.5.2 ได้ข้อเสนอแนะในการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมันและรถขนส่งน้ำมันแต่ละชนิดที่เหมาะสมซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6 แผนการวิจัย

ตารางที่ 1.1 แผนการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัย	เดือน / ปี							
	ม.ค. 2544	ก.พ. 2544	มี.ค. 2544	เม.ย. 2544	พ.ค. 2544	มิ.ย. 2544	ก.ค. 2544	ส.ค. 2544
1. รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการจำลองแบบปัญหาระบบการจัดจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน	■	■						
2. จำลองแบบปัญหาระบบการจัดส่งน้ำมันโดยใช้โปรแกรมในการสร้างแบบจำลอง และทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง			■	■				
3. ออกแบบการทดลองตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่กำหนด					■			
4. รันแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบของจำนวนหัวจ่ายและรถขนส่งน้ำมันแต่ละชนิดที่มีผลต่อเวลาตอบสนอง						■		
5. วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากการรันแบบจำลอง							■	
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ								■

1.7 สรุปท้ายบท

การจัดส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันเพื่อแข่งขันในธุรกิจน้ำมัน เป็นสิ่งที่บริษัทน้ำมันให้ความสำคัญมาก ดังนั้น ปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันจึงเป็นปัญหาที่ต้องดำเนินการแก้ไข โดยต้องคำนึงถึงเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นด้วย

การจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันโดยการจำลองแบบปัญหาจึงเป็นวิธีการที่ถูกนำมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมัน ซึ่งนอกจากจะช่วยลดเวลาในการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมันเพื่อให้มีน้ำมันจำหน่ายแก่ผู้บริโภคอย่างต่อเนื่องแล้ว ยังช่วยในการควบคุมต้นทุนและค่าใช้จ่ายให้มีความเหมาะสมกับปริมาณน้ำมันที่ทำการจัดส่งอีกด้วย

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและกรณีศึกษา

จากรายละเอียดในการดำเนินวิจัยในบทที่ 1 ในบทนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและรายละเอียดของคลังน้ำมันที่เป็นกรณีศึกษาที่จะทำการวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมัน รายละเอียดดังนี้

2.1 ปริทัศน์วรรณกรรม

การวิจัยเพื่อปรับปรุงและพัฒนาระบบการจัดส่งน้ำมันในการแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมัน ได้มีการสำรวจงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

สุธี ศรีเพ็ชรดานนท์, 2536

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นการศึกษาการกระจายสินค้าจากคลังสินค้ากลางของบริษัทแห่งหนึ่งไปยังคลังสินค้าย่อยจำนวนมากมายหลายแห่ง โดยรถขนส่งสินค้าสามารถขนส่งสินค้าได้ปริมาณเที่ยวละมากกว่า 1 ตัน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดส่งสินค้าเริ่มจากการจัดเส้นทางการขนส่งของรถสินค้า การจัดเตรียมสินค้า และการขนส่งสินค้า การวิจัยทำโดยการจัดทำแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับขนส่งสินค้าโดยใช้วิธีของ CLARK-WRIGHT Heuristic บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นนำผลที่ได้จากการทดสอบการทำงานของแบบจำลองในการจัดเส้นทางจัดส่งสินค้ามาเปรียบเทียบกับการจัดส่งสินค้าจริง พบว่า การจัดเส้นทางเดินรถในการจัดส่งสินค้าที่ทดสอบกับแบบจำลองให้ผลดีกว่าการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าที่ใช้อยู่จริง

นายไกรยสิทธิ์ อินทรพาณิชย์, 2538

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการพัฒนาค่าตัวแปรในการตัดสินใจและระบบสารสนเทศสำหรับการวางแผนจัดจ่ายผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมจากแหล่งจัดหาและคลังกลางไปยังคลังย่อย

การกำหนดค่าตัวแปรในการตัดสินใจในการจัดจ่ายผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมแต่ละชนิดอาศัยหลักการของความต้องการเพื่อการจัดจ่ายให้แต่ละคลังย่อยต่าง ๆ ซึ่งใช้การบริหารพัสดุคงคลังด้วยระบบกำหนดจุดสั่งชนิดสามารถสั่งได้ (can-order point system)

การพัฒนาระบบสารสนเทศใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูล Microsoft Access ซึ่งทำงานภายใต้ windows บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในการพัฒนา

ระบบวางแผนจัดจ่ายผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่พัฒนาขึ้นนี้จะทำให้ระดับการบริการลูกค้าดีขึ้น และจะป้องกันการเสียโอกาสในการขายผลิตภัณฑ์ จากการทดสอบด้วยข้อมูลในปีงบประมาณ 2538 พบว่า การวางแผนด้วยระบบเดิมมีการเสียโอกาสในการขายผลิตภัณฑ์เนื่องจากการขาดมือ เป็นมูลค่า 2,419.51 ล้านบาท ซึ่งน่าจะไม่เกิดขึ้นด้วยการใช้ระบบที่พัฒนาขึ้น และจะทำให้มีกำไรขั้นต้นจากการขาย 316.20 ล้านบาท และระบบนี้จะทำให้จำนวนครั้งในการส่งผลิตภัณฑ์ไปยังคลังต่าง ๆ ลดลง 90 ครั้ง แต่อย่างไรก็ตาม การวางแผนด้วยระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จะทำให้ระดับการสำรองผลิตภัณฑ์เฉลี่ยทั้งหมดเพิ่มขึ้น 212.78 ล้านลิตร เมื่อเทียบกับระบบเดิม คิดเป็นเงินดอกเบี้ยโดยคำนวณที่อัตราดอกเบี้ย 12% ต่อปี จำนวน 159.13 ล้านบาท/ปี

นายสิทธิชัย แซ่เหล่ม, 2538

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาปัจจัยการเลือกคลังสารเคมีเหลวของผู้ใช้บริการหรือลูกค้าและหากลยุทธ์การแข่งขันที่ผู้ให้บริการคลังสารเคมีเหลวสามารถนำไปใช้ปรับปรุงการดำเนินงานคลังสารเคมีเหลวให้เป็นที่ดึงดูดลูกค้าได้ โดยคลังสารเคมีเหลวที่เป็นกรณีศึกษาเป็นคลังสารเคมีเหลวให้เช่า ตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุต ย่านชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย คลังสารเคมีเหลวมีบริการที่สำคัญคือ การรับสารเคมีเหลวจากเรือ การจ่ายสารเคมีเหลวให้กับเรือและรถบรรทุก และการเก็บสารเคมีเหลว

การวิจัยนี้ทำโดยศึกษาลักษณะของธุรกิจและบริการต่าง ๆ ของคลังสารเคมีเหลวที่เป็นกรณีศึกษา โดยการสัมภาษณ์ลูกค้าที่มีที่ตั้งในเขตกรุงเทพมหานคร 5 แห่ง ลูกค้าที่มีที่ตั้งในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด 5 แห่ง การสัมภาษณ์เน้นที่การหาความต้องการของลูกค้าและปัจจัยต่าง ๆ ที่ลูกค้าพิจารณาในการเลือกผู้ให้บริการ โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจหาปัจจัยที่สำคัญ เมื่อทราบความต้องการของลูกค้าและปัจจัยที่สำคัญประกอบกับข้อมูลต่าง ๆ ของคลังสารเคมีเหลวที่เป็นกรณีศึกษาแล้ว ก็สามารถนำมากำหนดกลยุทธ์ได้

ผลการวิจัย สรุปได้ว่า ปัจจัยสำคัญที่ลูกค้าพิจารณาในการเลือกผู้ให้บริการคลังสารเคมีเหลวมีอยู่ 6 ด้าน คือ ความปลอดภัยของการปฏิบัติงานและอุปกรณ์ต่าง ๆ, ความพร้อมและคุณลักษณะของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ความลึกของร่องน้ำ ขนาดของท่าเรือ ความแออัดของเรือ, อัตราค่าบริการที่บริษัทจัดเก็บจากลูกค้า, วิธีการจัดเก็บสารเคมี ของคลังสารเคมี เช่น มีการ

ป้องกันการปนเปื้อนหรือไม่ มีการควบคุมการสูญเสียอย่างไร, ทำเลที่ตั้งของคลังสารเคมีใกล้หรือไกลจากลูกค้า หรือแหล่งชุมชนเพียงใด และคุณภาพของการบริการ

จากปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้ ผนวกกับข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสัมภาษณ์ ได้กลยุทธ์ที่เสนอแนะในการแข่งขันของบริษัทผู้ประกอบการคลังสารเคมีเหลว กลยุทธ์ที่สำคัญคือ เตรียมพื้นที่ไว้สำหรับการสร้างถังขนาด 500 ลูกบาศก์เมตรเพื่อให้บริการแก่ผู้ค้าสารเคมี จัดให้มีบริการขนส่งทางรถยนต์ จัดให้มีคลังสินค้าทัณฑ์บน จัดให้มีอุปกรณ์ตรวจสอบคุณภาพสารเคมี จัดให้มีบริการรับเรือเข้าเทียบท่าได้ทุกเวลา จัดให้มีบริการเติมสารปรับคุณสมบัติ ทำการโฆษณาเพื่อให้เกิดภาพลักษณ์ที่ถูกต้องแก่ลูกค้าเป้าหมาย

การวิจัยนี้ทำให้ได้กลยุทธ์ที่ผู้ให้บริการคลังสารเคมีเหลว สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงคลังสารเคมีเหลวได้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า และชักจูงลูกค้าเป้าหมายให้หันมาใช้บริการมากขึ้น อันจะเป็นประโยชน์ร่วมกันในด้านลูกค้า ผู้ให้บริการ และความปลอดภัยของสาธารณชน

กฤษไกร นิมมากร, 2538

วิทยานิพนธ์นี้ ทำการศึกษาการกระจายน้ำมันสำเร็จรูปจากคลังน้ำมันของบริษัทแห่งหนึ่งที่ตั้งอยู่ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ไปยังสถานีบริการน้ำมันจำนวนหลายแห่งในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การวิจัยทำโดยการศึกษาเส้นทางการเดินรถในการจัดส่งน้ำมันที่ใช้อยู่ในปัจจุบันซึ่งมีข้อจำกัดหลายด้าน และทำการพัฒนาการจัดเส้นทางเดินรถที่มีความเหมาะสมโดยใช้แบบจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการ นอกจากนี้การวิจัยยังพบว่า ควรทำการลดปริมาณการสั่งซื้อของสถานีบริการน้ำมันลง และให้รถขนส่งน้ำมันทำการจัดส่งน้ำมันให้แก่สถานีบริการจำนวนมากกว่า 1 แห่งในการจัดเส้นทางการขนส่งของรถในแต่ละเที่ยว ซึ่งจะช่วยให้ต้นทุนในการจัดส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันลดลง

นฤภร กาญจนรัตน์, 2543

วิทยานิพนธ์นี้ ทำการศึกษาการจัดส่งเฟอร์นิเจอร์ประเภทถอดประกอบซึ่งผลิตจากไม้ยางพาราจากคลังสินค้าสำเร็จรูปไปยังลูกค้าซึ่งมีรูปแบบของปัญหาเส้นทางการเดินรถแบบ Travelling Saleman Problem โดยการวิจัยมีวัตถุประสงค์ในการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าแก่ลูกค้าในเขตต่าง ๆ โดยใช้วิธีThe Saving Algorithm ของ G.Clark and J.W.Wright ในการแก้ปัญหา โดยการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสำหรับจัดเส้นทางการขนส่งและจัดรถบรรทุก

ฐานข้อมูลที่สนับสนุนการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า และกระบวนการทำงานของระบบที่ทำการพัฒนา ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้
สืบพงศ์ คงเดช, 2544

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นการศึกษาวิเคราะห์และพัฒนาวิธีการจัดเส้นทางรถขนส่งรายวันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน เพื่อทำการแก้ไขปัญหารถขนส่งน้ำมันตกค้างในคลังน้ำมัน ซึ่งมีรูปแบบปัญหาเป็นแบบ Vehicle Routing Problem (VRP) โดยคลังน้ำมันที่ทำการศึกษาเป็นคลังน้ำมันพระประแดง ที่ทำการจัดจ่ายน้ำมันให้แก่สถานีบริการในเขตกรุงเทพและปริมณฑล

การแก้ไขปัญหาใช้วิธีการหาเส้นทางที่เป็นเลิศระหว่างจุดเชื่อมสองจุด และวิธีการหาเส้นทางที่เป็นเลิศของทุก ๆ คู่ของจุดเชื่อม และมีเทคนิคในการแก้ปัญหา 2 แบบ คือ แบบประเภทคำตอบที่เหมาะสม (Optimal Solution) และแบบประเภทคำตอบที่ใกล้เคียงที่เหมาะสมที่สุด (Near Optimal Solution Heuristic)

การจัดเส้นทางการขนส่ง ใช้โปรแกรมกำหนดเส้นทางการเดินรถซึ่งพัฒนาขึ้นบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

ระบบการจัดเส้นทางการขนส่งที่พัฒนาขึ้นจะช่วยในการกำหนดเส้นทางการขนส่งที่เป็นมาตรฐานและช่วยลดจำนวนรถขนส่งที่ตกค้างในคลังน้ำมัน ทำให้ค่าสูญเสียโอกาสของรายได้และค่าใช้จ่ายในการขนส่งลดลง

2.2 รายละเอียดกรณีศึกษา

จากบทที่ 1 จะเห็นว่าการจัดส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันเป็นเรื่องที่สำคัญมากในการแข่งขันของธุรกิจน้ำมันซึ่งต้องคำนึงถึงต้นทุนและค่าใช้จ่ายด้วยการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันเป็นวิธีการที่นำมาใช้ เพื่อพิจารณาจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดที่เหมาะสม ซึ่งนอกจากจะทำให้การจัดส่งน้ำมันทันต่อความต้องการของสถานีบริการน้ำมันแล้ว ยังทำให้ต้นทุนและค่าใช้จ่ายอยู่ในระดับที่ยอมรับและแข่งขันได้

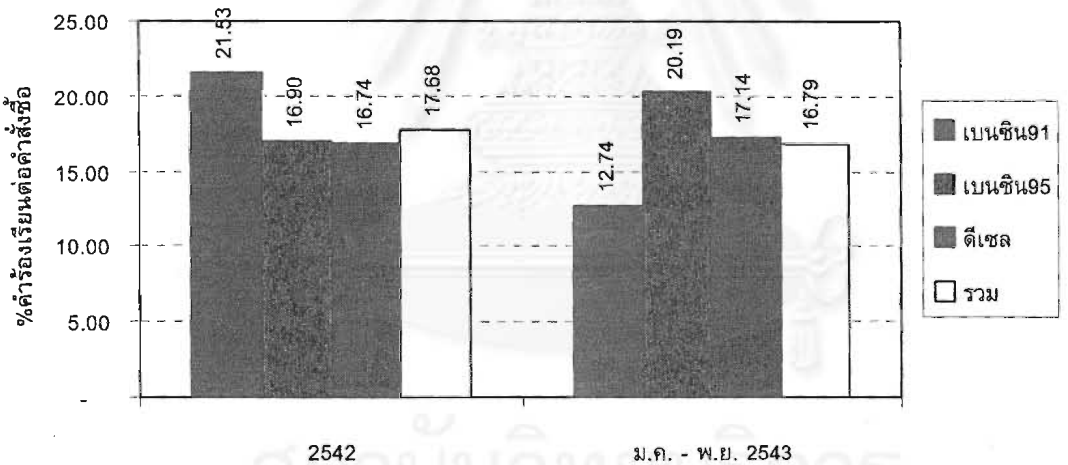
ในการวิจัยเพื่อศึกษาวิธีการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันเพื่อแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมัน กรณีศึกษาเป็นคลังน้ำมันแห่งหนึ่งซึ่งตั้งอยู่ในอำเภอ มาบตาพุด จังหวัดระยอง ใช้เป็นสถานที่ในการเก็บและแจกจ่ายน้ำมันสำเร็จรูปไปยังสถานีบริการน้ำมันในเขตจังหวัดใกล้เคียงจำนวน 7 จังหวัด ได้แก่ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ปราจีณบุรี สระแก้ว ซึ่งมีสถานีบริการอยู่ในความรับผิดชอบทั้งสิ้น 55 แห่ง โดยใช้รถขนส่งน้ำมันเป็นพาหนะในการลำเลียงน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน

2.2.1 ปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมัน

คลังน้ำมันที่เป็นกรณีศึกษาประสบปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมัน ซึ่งทราบได้จากคำร้องเรียนของสถานีบริการน้ำมันอันเนื่องมาจากความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมัน รายละเอียดดังตารางที่ 2.1 และรูปที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 จำนวนคำร้องเรียนและคำสั่งซื้อน้ำมันแต่ละชนิดของลูกค้า ในช่วงมกราคม 2542 – พฤศจิกายน 2543

ชนิดน้ำมัน	ม.ค. 42 – ธ.ค. 42			ม.ค. 43 – พ.ย. 43		
	คำร้องเรียน	คำสั่งซื้อ	%	คำร้องเรียน	คำสั่งซื้อ	%
น้ำมันเบนซิน 91	1,086	5,045	21.53	840	6,593	12.74
น้ำมันเบนซิน 95	1,524	9,018	16.90	1,332	6,598	20.19
น้ำมันดีเซล	2,232	13,330	16.74	2,076	12,109	17.14
รวม	4,842	27,393	17.68	4,248	25,300	16.79



รูปที่ 2.1 กราฟแท่งเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของจำนวนคำร้องเรียนต่อจำนวนคำสั่งซื้อน้ำมันแต่ละชนิดของลูกค้าในช่วงมกราคม 2542 – พฤศจิกายน 2543

จากตารางที่ 2.1 และรูปที่ 2.1 จะเห็นได้ว่า ในช่วงปี 2542 คลังน้ำมันได้รับคำร้องเรียนจากลูกค้าอันเนื่องมาจากความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันทั้งสิ้น 4,842 ครั้ง คิดเป็น 17.68% ของจำนวนคำสั่งซื้อทั้งหมด ส่วนในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2543 คลังน้ำมันได้รับคำร้องเรียนจากลูกค้าอันเนื่องมาจากความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันทั้งสิ้น 4,248

ครั้ง คิดเป็น 16.79% ของจำนวนคำสั่งซื้อทั้งหมด จะเห็นได้ว่าคลังน้ำมันได้รับคำร้องเรียนเนื่องจากความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ค่อนข้างสูง ดังนั้น ปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันจึงเป็นปัญหาสำคัญที่คลังน้ำมันต้องรีบดำเนินการแก้ไข เนื่องจากก่อให้เกิดผลกระทบต่อสถานีบริการของลูกค้าและต่อบริษัท ดังนี้

1) การจัดส่งน้ำมันล่าช้า ทำให้สถานีบริการขาดแคลนน้ำมัน ไม่มีน้ำมันจำหน่ายแก่ผู้บริโภคซึ่งเป็นลูกค้าของสถานีบริการน้ำมัน ทำให้สูญเสียโอกาสในการจำหน่ายและผู้บริโภคไป

2) ทำให้ยอดขายน้ำมันรวมและส่วนแบ่งการตลาดของบริษัทลดลง เนื่องจากผู้บริโภคหันไปใช้บริการสถานีบริการน้ำมันของบริษัทอื่น จากการขาดความเชื่อมั่นในการให้บริการของบริษัท

2.2.2 <u>ระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน</u>

ระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมันของคลังน้ำมันที่ทำการศึกษาทำหน้าที่ในการรับคำสั่งซื้อของลูกค้า จัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดให้เพียงพอต่อปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า และทำการจัดส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันได้ทันต่อความต้องการของลูกค้า ระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมันประกอบด้วย

1) คำสั่งซื้อของลูกค้า ลูกค้าจะทำการสั่งซื้อน้ำมันทางโทรศัพท์โดยจะแจ้งชนิดน้ำมันซึ่งมีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันเบนซิน 91, น้ำมันเบนซิน 95 และ น้ำมันดีเซล, ปริมาณน้ำมัน และสถานที่จัดส่งน้ำมัน ได้แก่ สถานีบริการน้ำมัน

2) รถขนส่งน้ำมันพร้อมคนขับรถขนส่งน้ำมัน โดยรถขนส่งน้ำมันจะมีขนาดบรรจุ 16,000 ลิตร แบ่งออกเป็น รถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91, รถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95 และรถขนส่งน้ำมันดีเซลชนิดละ 10 คัน โดยรถขนส่งน้ำมันแต่ละคันสามารถบรรจุน้ำมันได้เพียง 1 ชนิดในแต่ละเที่ยวของการขนส่ง แต่รถขนส่งน้ำมันชนิดหนึ่งสามารถนำไปใช้ในการขนส่งน้ำมันอีกชนิดหนึ่งได้ โดยทำการล้างถังบรรจุน้ำมันของรถขนส่งน้ำมันก่อนนำไปใช้บรรจุน้ำมันอีกชนิด เพื่อป้องกันปัญหาน้ำมันปนเปื้อน ซึ่งอาจทำให้น้ำมันมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไป

3) หัวจ่ายน้ำมัน เป็นอุปกรณ์ในการจ่ายน้ำมันให้แก่รถขนส่งน้ำมัน แบ่งออกเป็นหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91, หัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 และหัวจ่ายน้ำมันดีเซล ชนิดละ 3 หัวจ่าย

4) แถวคอยการใช้ทรัพยากรของระบบจัดจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน ได้แก่ แถวคอยรอรับบริการรถขนส่งน้ำมันทั้ง 3 ชนิด คือ รถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91, รถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95, รถขนส่งน้ำมันดีเซล และแถวคอยรอรับบริการจัดจ่ายน้ำมันจากหัวจ่ายน้ำมันทั้ง 3 ชนิด คือ หัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91, หัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 และหัวจ่ายน้ำมันดีเซล แถวคอยรอรับ

บริการจากรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันเป็นแถวคอยเดี่ยวซึ่งมีลำดับการให้บริการเป็นแบบ FIRST IN FIRST OUT (FIFO) และไม่มีข้อจำกัดของจำนวนคำสั่งซื้อในแถวคอย

5) สถานีบริการน้ำมัน เป็นสถานที่ในการจัดส่งน้ำมัน มีจำนวนทั้งสิ้น 55 แห่ง ในเขตจังหวัดใกล้เคียง รายละเอียดของสถานที่ตั้งสถานีบริการ แสดงดังตารางที่ 2.2 และรูปที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สถานที่ตั้งของสถานีบริการน้ำมัน

ลำดับที่	สถานที่ตั้ง	
	อำเภอ	จังหวัด
1	เมือง	ระยอง
2	เมือง	ระยอง
3	สัตหีบ	ชลบุรี
4	สัตหีบ	ชลบุรี
5	สัตหีบ	ชลบุรี
6	แกลง	ระยอง
7	แกลง	ระยอง
8	บางละมุง	ชลบุรี
9	บางละมุง	ชลบุรี
10	บางละมุง	ชลบุรี
11	บ่อทอง	ชลบุรี
12	ศรีราชา	ชลบุรี
13	ศรีราชา	ชลบุรี
14	กิ่ง อ แก่งหางแมว	จันทบุรี
15	ท่าใหม่	จันทบุรี
16	ท่าใหม่	จันทบุรี
17	เมือง	จันทบุรี
18	บ้านบึง	ชลบุรี
19	บ้านบึง	ชลบุรี
20	บ้านบึง	ชลบุรี
21	บ้านบึง	ชลบุรี

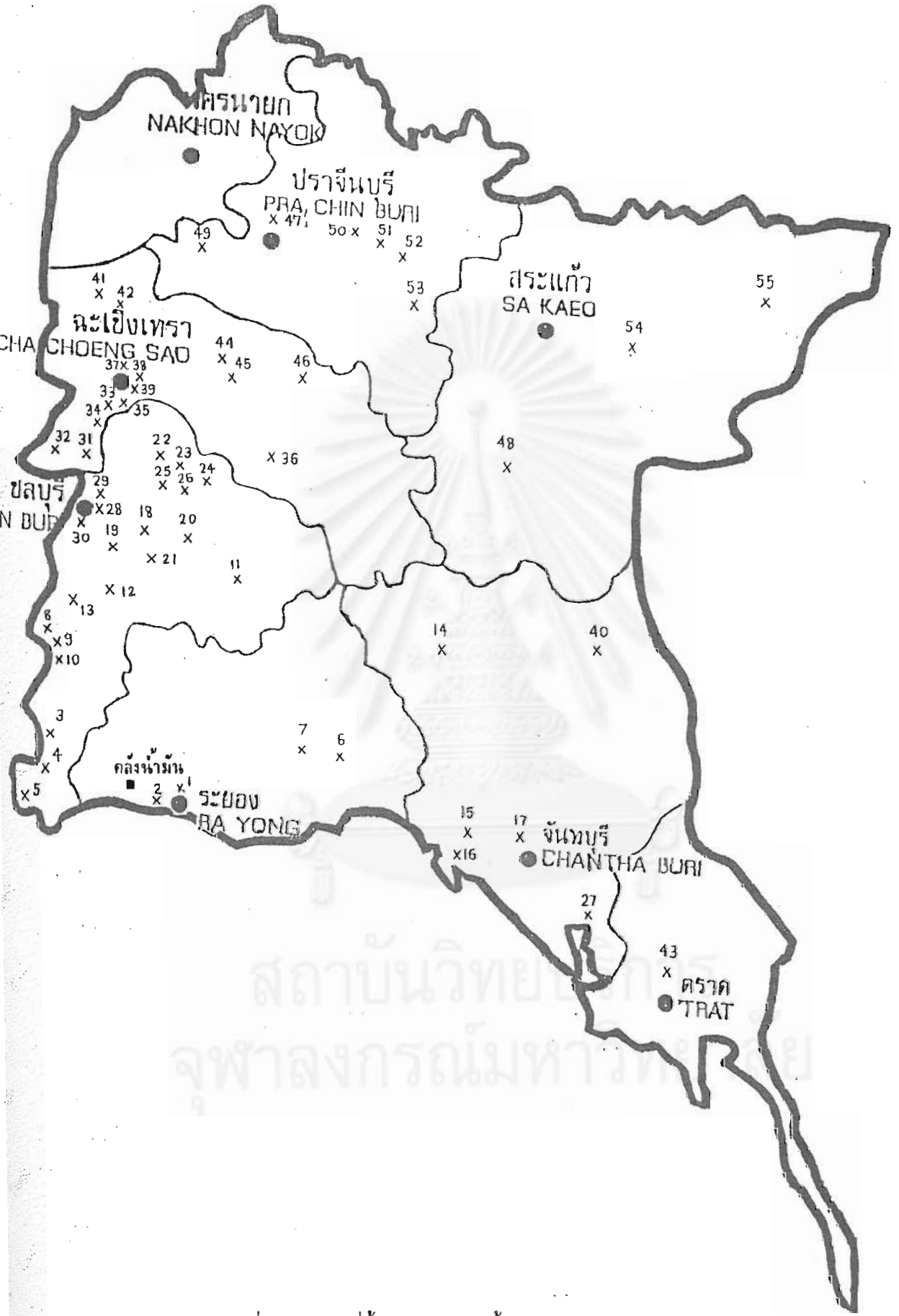
ลำดับที่	สถานที่ตั้ง	
	อำเภอ	จังหวัด
22	พนัสนิคม	ชลบุรี
23	พนัสนิคม	ชลบุรี
24	พนัสนิคม	ชลบุรี
25	พนัสนิคม	ชลบุรี
26	พนัสนิคม	ชลบุรี
27	ขลุง	จันทบุรี
28	เมือง	ชลบุรี
29	เมือง	ชลบุรี
30	เมือง	ชลบุรี
31	บางปะกง	ฉะเชิงเทรา
32	บางปะกง	ฉะเชิงเทรา
33	บ้านโพธิ์	ฉะเชิงเทรา
34	บ้านโพธิ์	ฉะเชิงเทรา
35	บ้านโพธิ์	ฉะเชิงเทรา
36	แปลงยาว	ฉะเชิงเทรา
37	เมือง	ฉะเชิงเทรา
38	เมือง	ฉะเชิงเทรา
39	เมือง	ฉะเชิงเทรา
40	กิ่ง อ สอยดาว	จันทบุรี
41	บางน้ำเปรี้ยว	ฉะเชิงเทรา
42	บางน้ำเปรี้ยว	ฉะเชิงเทรา

ตารางที่ 2.2 สถานที่ตั้งของสถานีบริการน้ำมัน (ต่อ)

ลำดับที่	สถานที่ตั้ง	
	อำเภอ	จังหวัด
43	เมือง	ตราด
44	บางคล้า	ฉะเชิงเทรา
45	บางคล้า	ฉะเชิงเทรา
46	พนมสารคาม	ฉะเชิงเทรา
47	เมือง	ปราจีณบุรี
48	วังน้ำเย็น	สระแก้ว
49	บ้านสร้าง	ปราจีณบุรี

ลำดับที่	สถานที่ตั้ง	
	อำเภอ	จังหวัด
50	ประจันตคาม	ปราจีณบุรี
51	ประจันตคาม	ปราจีณบุรี
52	ประจันตคาม	ปราจีณบุรี
53	โคกปีบ	ปราจีณบุรี
54	วัฒนานคร	สระแก้ว
55	ตาพระยา	สระแก้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.2 สถานที่ตั้งสถานีบริการน้ำมันจำนวน 55 แห่ง

ระบบการจัดส่งน้ำมันของคลังน้ำมันที่ทำการศึกษา จะมีข้อจำกัดต่าง ๆ ในการให้บริการจัดส่งน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน ดังต่อไปนี้

1) รถขนส่งน้ำมันสามารถทำการขนส่งน้ำมันได้เพียง 1 ชนิดต่อการขนส่ง 1 เที่ยว ดังนั้น ลูกค้าจึงต้องทำการสั่งซื้อน้ำมันขั้นต่ำชนิดละ 16,000 ลิตร

2) การเปลี่ยนแปลงรถขนส่งน้ำมันชนิดหนึ่งเพื่อนำไปใช้ในการขนส่งน้ำมันอีกชนิดหนึ่ง ไม่สามารถทำการเปลี่ยนแปลงได้ในทันที จะต้องทำการวางแผนล่วงหน้าและต้องทำการล้างถังบรรจุน้ำมันของรถขนส่งน้ำมันก่อนนำไปใช้ในการขนส่งน้ำมันชนิดอื่น เพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่อาจทำให้คุณสมบัติของน้ำมันเปลี่ยนแปลงไป

3) การเปลี่ยนแปลงหัวจ่ายน้ำมันชนิดหนึ่งเพื่อนำไปใช้ในการจ่ายน้ำมันอีกชนิดหนึ่ง ไม่สามารถทำการเปลี่ยนแปลงได้ในทันที จะต้องทำการวางแผนล่วงหน้าและต้องทำการเปลี่ยนแปลงชนิดน้ำมันในระบบถังเก็บน้ำมันและระบบท่อทางของคลังน้ำมันที่เชื่อมต่อกับหัวจ่ายนั้น เพื่อใช้ในการจ่ายน้ำมันชนิดอื่น

4) พื้นที่ในบริเวณคลังน้ำมันสามารถจอดรถขนส่งน้ำมันได้สูงสุดจำนวน 50 คัน และสามารถติดตั้งหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมันได้สูงสุด 15 หัวจ่าย โดยไม่ต้องทำการโยกย้ายสถานที่จอดรถและสถานที่ตั้งหัวจ่ายน้ำมันที่ใช้อยู่เดิม

2.2.3 ขั้นตอนการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน

การจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมันตามคำสั่งซื้อของลูกค้าจะเริ่มจากการรับคำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า จนกระทั่งรถขนส่งเดินทางไปส่งน้ำมันแก่สถานีบริการและกลับมายังคลังน้ำมันอีกครั้ง รายละเอียดดังนี้

1) เมื่อได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า พนักงานรับคำสั่งซื้อของระบบจะทำการตรวจสอบว่ามีรถสำหรับขนส่งน้ำมันชนิดที่ลูกค้าทำการสั่งซื้อว่างอยู่หรือไม่ โดยลำดับการให้บริการของรถขนส่งน้ำมันจะเป็นแบบ FIRST IN FIRST OUT

2) กรณีที่รถขนส่งน้ำมันชนิดที่ต้องการไม่ว่าง จะต้องรอจนกระทั่งรถขนส่งน้ำมันว่าง ซึ่งแถวคอยรอรถขนส่งน้ำมันจะไม่จำกัดจำนวนคำสั่งซื้อที่รออยู่ในแถวคอย

3) กรณีที่รถขนส่งน้ำมันว่าง รถขนส่งน้ำมันจะได้รับคำสั่งซื้อนั้น และคนขับรถขนส่งน้ำมันจะตรวจสอบว่ามีหัวจ่ายน้ำมันชนิดที่ต้องการว่างอยู่หรือไม่ โดยลำดับการให้บริการของหัวจ่ายน้ำมันจะเป็นแบบ FIRST IN FIRST OUT

4) กรณีที่หัวจ่ายน้ำมันชนิดที่ต้องการไม่ว่าง จะต้องรอจนกระทั่งหัวจ่ายน้ำมันว่าง ซึ่งแถวคอยรอรับการจัดจ่ายน้ำมันจากหัวจ่ายน้ำมันจะไม่จำกัดจำนวนรถขนส่งน้ำมันที่รออยู่

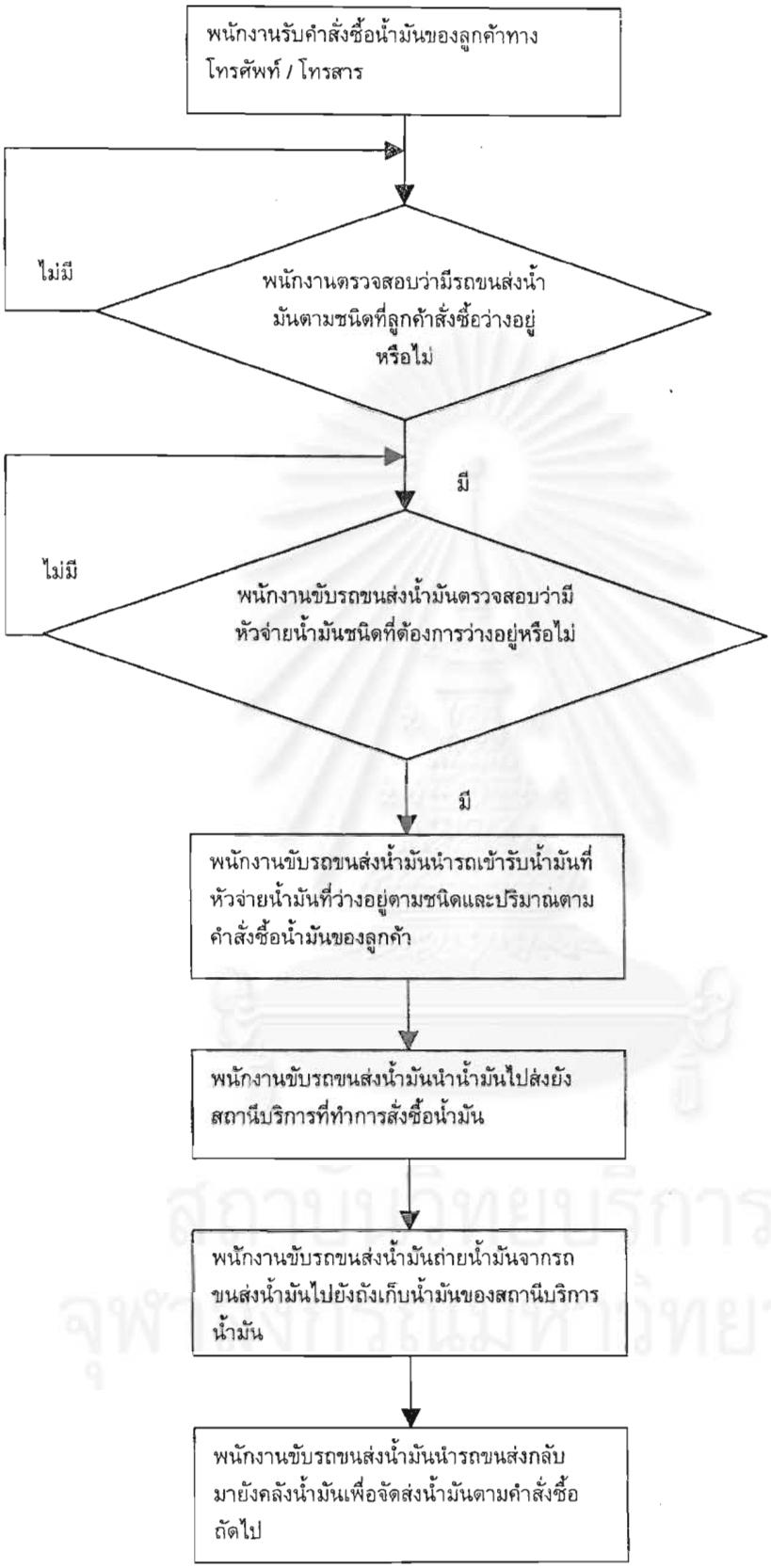
5) กรณีที่หัวจ่ายน้ำมันชนิดที่ต้องการว่าง รถขนส่งน้ำมันจะเข้ารับน้ำมันจากหัวจ่ายน้ำมันตามชนิดและปริมาณตามคำสั่งซื้อ

6) พนักงานขับรถขนส่งน้ำมันจะทำการขนส่งน้ำมันไปยังสถานีบริการตามคำสั่งซื้อและทำการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน

7) คนขับรถขนส่งน้ำมันนำรถขนส่งน้ำมันกลับมายังคลังน้ำมันเพื่อรับคำสั่งซื้ออื่นต่อไป

ขั้นตอนในการจัดส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันแสดงเป็นแผนภูมิได้ดังรูปที่ 2.3 เมื่อคลังน้ำมันได้รับคำสั่งซื้อจากสถานีบริการน้ำมัน จึงทำการจัดรถขนส่งน้ำมันที่ว่างอยู่หรือรอจนกระทั่งรถขนส่งน้ำมันว่าง เข้ารับน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันที่ว่างอยู่หรือรอจนกระทั่งหัวจ่ายน้ำมันว่าง เมื่อรถขนส่งน้ำมันรับน้ำมันจากหัวจ่ายน้ำมันเสร็จแล้วก็จะเดินทางไปจัดส่งน้ำมันให้แก่สถานีบริการน้ำมันที่ทำการสั่งซื้อน้ำมัน เมื่อไปถึงสถานีบริการน้ำมัน รถขนส่งน้ำมันจะทำการถ่ายน้ำมันไปยังถังเก็บน้ำมันของสถานีบริการน้ำมัน หลังจากนั้นรถขนส่งน้ำมันจะเดินทางกลับมายังคลังน้ำมันอีกครั้ง เพื่อใช้ในการขนส่งน้ำมันตามคำสั่งซื้อถัดไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน

จากขั้นตอนต่าง ๆ ในการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมันแสดงดังรูปที่ 2.3 เพื่อหาสาเหตุและแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันที่เกิดขึ้น จึงทำการพิจารณาเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนสำหรับการจัดส่งน้ำมัน รายละเอียดดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนในการจัดส่งน้ำมันแก่ลูกค้า

ขั้นตอนที่	เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน
1	เวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมัน
2	เวลารอในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมัน
3	เวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน
4	เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน
5	เวลาที่ใช้ในการถ่ายน้ำมันปริมาณ 16,00 ลิตรจากรถขนส่งน้ำมันให้แก่สถานีบริการน้ำมัน
6	เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากสถานีบริการน้ำมันกลับมายังคลังน้ำมัน

จากตารางที่ 2.3 เวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันเกิดขึ้นเนื่องจากจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันมีจำนวนไม่เพียงพอ หรือการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดไม่เหมาะสมกับปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า จึงทำให้ต้องเสียเวลารอจนกระทั่งรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันว่าง

หลังจากนั้น รถขนส่งน้ำมันจะเข้ารับน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตร จากหัวจ่ายน้ำมัน โดยเวลาที่ใช้จะไม่แตกต่างกันมากนักสำหรับการรับน้ำมันจากหัวจ่ายน้ำมันที่มีอยู่ทั้งสิ้น 9 หัวจ่าย เนื่องจากระบบการจ่ายน้ำมันของหัวจ่ายน้ำมันทั้ง 9 หัวจ่ายเป็นแบบเดียวกัน และมีสภาพการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน

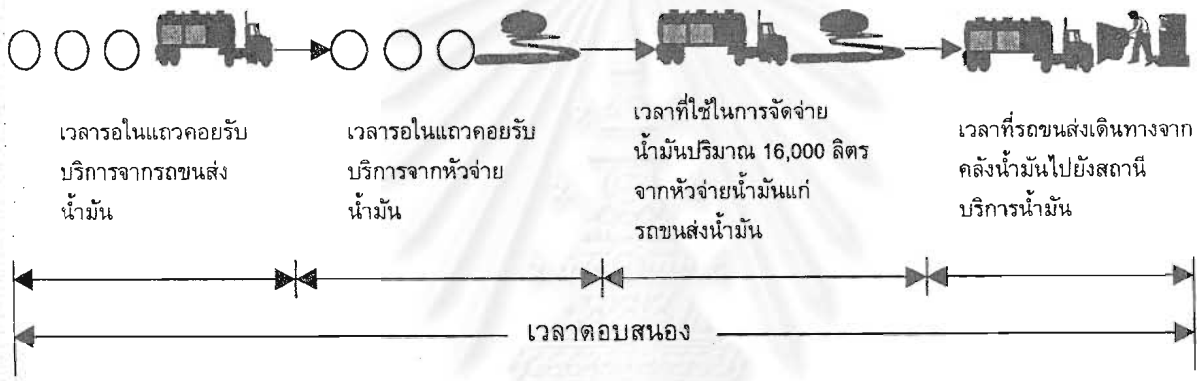
เมื่อรถขนส่งน้ำมันรับน้ำมันจากหัวจ่ายน้ำมันครบปริมาณ 16,000 ลิตรแล้ว รถขนส่งจะเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการที่ทำการสั่งซื้อน้ำมัน โดยเวลาที่ใช้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับระยะทางและความหนาแน่นของการจราจรระหว่างคลังน้ำมันกับสถานีบริการน้ำมัน ดังนั้นเวลาที่ใช้จะแตกต่างกันไปสำหรับสถานีบริการแต่ละแห่ง

เมื่อรถขนส่งน้ำมันเดินทางไปถึงสถานีบริการน้ำมัน คนขับรถขนส่งน้ำมันจะทำการถ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตร ออกจากรถขนส่งน้ำมันไปยังถังเก็บน้ำมันของสถานีบริการ

น้ำมัน โดยจะใช้เวลาใกล้เคียงกับเวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน

หลังจากถ่ายน้ำมันให้แก่สถานีบริการน้ำมันเสร็จแล้ว รถขนส่งจะเดินทางจากสถานีบริการน้ำมันกลับไปยังคลังน้ำมัน โดยใช้เวลาใกล้เคียงกับเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน

ในการพิจารณาปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมัน จะพิจารณาจากเวลาที่ใช้ในขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 เรียกว่า เวลาตอบสนอง (Response Time) ซึ่งเป็นเวลาตั้งแต่ได้รับคำสั่งซื้อน้ำมันจากลูกค้าจนกระทั่งรถขนส่งน้ำมันเดินทางไปถึงสถานีบริการน้ำมัน ส่วนประกอบของเวลาตอบสนอง สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบและรายละเอียดของเวลาตอบสนอง

จากรูปที่ 2.4 เวลาตอบสนองประกอบด้วยเวลา 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

เวลาตอบสนอง = เวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมัน
+ เวลารอในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมัน
+ เวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน
+ เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน

2.2.4 การวิเคราะห์สาเหตุเบื้องต้นของปัญหา

ปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันแก่ลูกค้า พิจารณาได้จากเวลาตอบสนอง (Response Time) ซึ่งสาเหตุของความล่าช้าน่าจะมาจากเวลาที่ใช้ในขั้นตอนที่ 1 และ 2 นั่นคือ เวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนหัวจ่ายน้ำมันและรถขนส่งน้ำมัน ในขณะที่เวลาที่ใช้ในขั้นตอนที่ 3 สำหรับแต่ละคำสั่งซื้อของลูกค้าจะไม่แตกต่างมากนัก ในขณะที่เวลาที่ใช้ในขั้นตอนที่ 4 ขึ้นอยู่กับระยะทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน

เมื่อทำการพิจารณาความสามารถสูงสุด (Capacity) ในการจัดจ่ายน้ำมันของหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิด (หัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91, เบนซิน 95 และดีเซลชนิดละ 3 หัวจ่าย) และพิจารณาความสามารถสูงสุด (Capacity) ในการขนส่งน้ำมันของรถขนส่งน้ำมันแต่ละชนิด (รถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91, เบนซิน 95 และดีเซลชนิดละ 10 คัน) สรุปได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ความสามารถสูงสุดในการจัดจ่ายน้ำมันของหัวจ่ายน้ำมัน และจัดส่งน้ำมันของรถขนส่งน้ำมัน

ชนิดน้ำมัน	ความสามารถสูงสุดในการจ่ายน้ำมันของหัวจ่ายน้ำมัน (ลิตร/วัน)	ความสามารถสูงสุดในการจัดส่งน้ำมันของรถขนส่งน้ำมัน (ลิตร/วัน)	ปริมาณการสั่งซื้อของสถานีบริการทั้ง 55 แห่งเฉลี่ยในช่วง ม.ค. 42 – พ.ย. 43 (ลิตร/วัน)
น้ำมันเบนซิน 91	3,456,000	480,000	269,867
น้ำมันเบนซิน 95	3,456,000	480,000	362,110
น้ำมันดีเซล	3,456,000	480,000	589,890
รวม	10,368,000	1,440,000	1,221,867

จากตารางที่ 2.4 สรุปได้ว่า จำนวนหัวจ่ายน้ำมันที่มีอยู่ทั้งหมด 9 หัวจ่ายมีความเพียงพอต่อการใช้งาน พิจารณาได้จากความสามารถในการจ่ายน้ำมันรวมของหัวจ่ายน้ำมัน 9 หัวจ่ายมีค่าสูงสุดเท่ากับ 10,368,000 ลิตรต่อวัน ซึ่งมีค่าสูงกว่าปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันเฉลี่ยของลูกค้าซึ่งเท่ากับ 1,221,867 ลิตรต่อวัน แต่การจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดอาจจะไม่เหมาะสม เนื่องจากปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันแต่ละชนิดไม่เท่ากัน แต่ทำการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายสำหรับน้ำมันแต่ละชนิดเท่ากัน คือ ชนิดละ 3 หัวจ่าย

จำนวนรถขนส่งน้ำมันที่มีอยู่ทั้งหมด 30 คันน่าจะไม่เพียงพอ พิจารณาได้จากความสามารถในการจัดส่งน้ำมันรวมของรถขนส่งน้ำมันจำนวน 30 คันมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1,440,000 ลิตรต่อวัน หากใช้รถขนส่งอย่างต่อเนื่อง โดยไม่มีเวลาว่างของรถขนส่งน้ำมันเกิดขึ้น ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันเฉลี่ยของลูกค้าซึ่งเท่ากับ 1,221,867 ลิตรต่อวัน แต่ในสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ย่อมมีช่วงเวลาที่รถขนส่งน้ำมันบางคันว่าง ดังนั้น จึงมีความน่าจะเป็นที่จำนวนรถขนส่งที่มีอยู่ไม่เพียงพอ ในขณะที่การจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันแต่ละชนิดอาจจะไม่เหมาะสม เนื่องจากปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันแต่ละชนิดไม่เท่ากัน แต่ทำการจัดสรรจำนวนรถขนส่งสำหรับน้ำมันแต่ละชนิดเท่ากัน คือ ชนิดละ 10 คัน

การจัดสรรจำนวนทรัพยากรของระบบ ได้แก่ หัวจ่ายน้ำมันและรถขนส่งน้ำมันที่ไม่เพียงพอหรือไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดเวลารอคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันและรถขนส่งน้ำมัน นั่นคือ เวลาที่ใช้ในการจัดส่งน้ำมันแก่ลูกค้าในขั้นตอนที่ 1 และ 2 มากเกินไป เวลาตอบสนองจึงมีค่ามากตามไปด้วย ทำให้เกิดความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันแก่ลูกค้าตามที่ได้รับคำร้องเรียน จากการสอบถามความคิดเห็นของผู้จัดการสถานีบริการทั้ง 55 แห่งโดยฝ่ายขายและการตลาดของบริษัท ได้ผลของเวลาตอบสนองที่เหมาะสมต่อการบริหารปริมาณน้ำมันคงคลังของสถานีบริการน้ำมันควรมีค่าไม่เกิน 6 ชั่วโมง

2.3 สรุปท้ายบท

คลังน้ำมันที่เป็นกรณีศึกษา เกิดปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน 55 แห่งที่อยู่ในความรับผิดชอบ ซึ่งทราบจากคำร้องเรียนของลูกค้า จากการวิเคราะห์สาเหตุเบื้องต้นของปัญหา พบว่า ความล่าช้าที่เกิดขึ้นน่าจะมีสาเหตุมาจากจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดไม่เพียงพอหรือไม่เหมาะสม

ในการแก้ไขปัญหาความล่าช้าที่เกิดขึ้น จะพิจารณาจากเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันแต่ละชนิด เนื่องจากสถานีบริการน้ำมันมีความต้องการให้เวลาตอบสนองในการจัดส่งน้ำมันไม่เกิน 6 ชั่วโมง โดยทำการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิด เพื่อลดเวลารอรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันซึ่งเป็นสาเหตุของความล่าช้า นอกจากนี้ ยังต้องคำนึงถึงเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายด้วย เพื่อให้มีต้นทุนในการจัดส่งที่แข่งขันได้ในธุรกิจน้ำมัน

ในการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิด จะใช้วิธีการจำลองแบบปัญหาโดยใช้โปรแกรม ARENA ในการสร้างแบบจำลอง หลังจากนั้น จะใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น เพื่อทำการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายที่เหมาะสม ซึ่งทำให้เวลาตอบสนองมีค่า

ไม่เกิน 6 ชั่วโมงตามความต้องการของลูกค้า รายละเอียดในการสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม ARENA จะกล่าวถึงในบทถัดไป

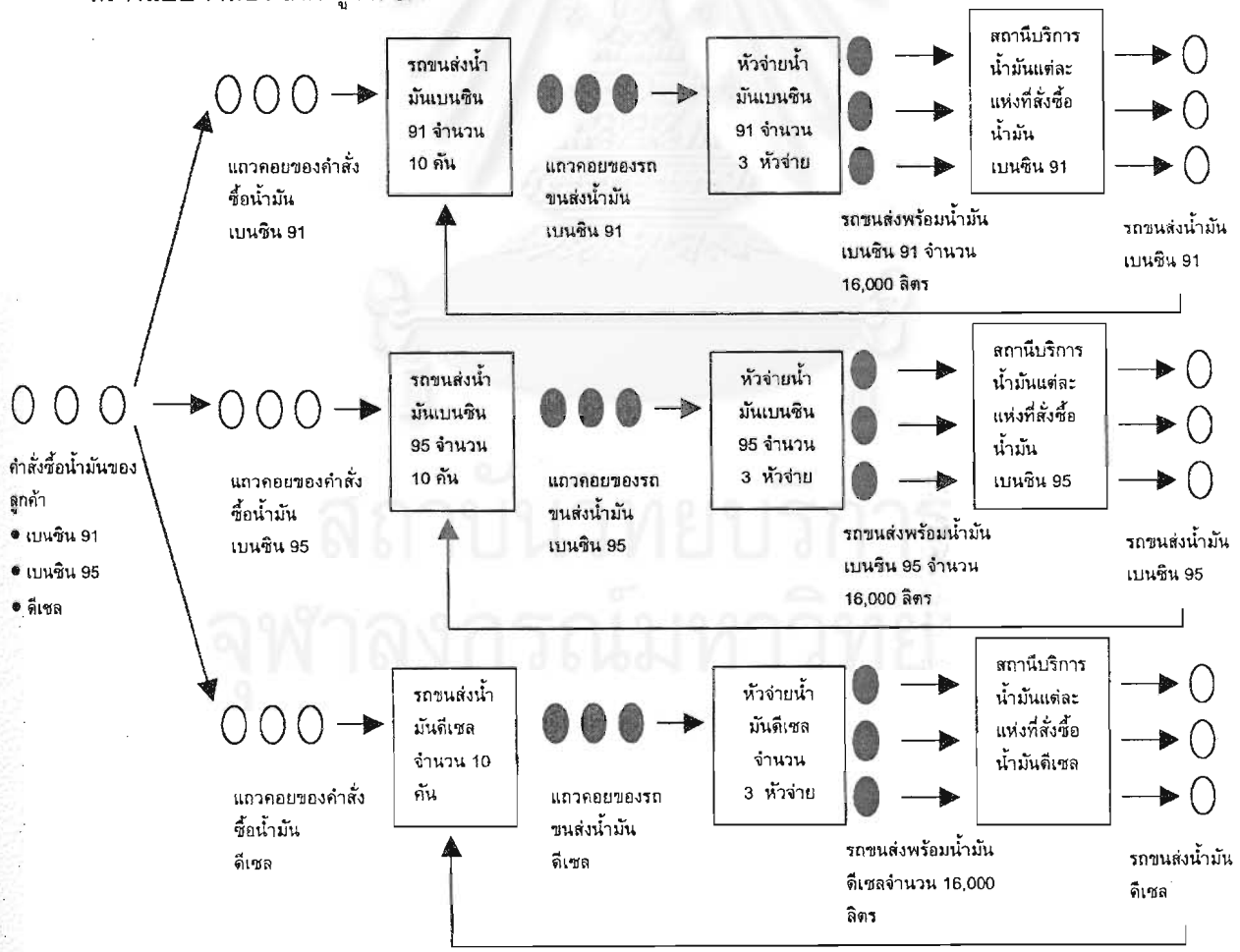
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
การสร้างแบบจำลองและแบบการทดลอง

จากบทที่ 2 คลังน้ำมันที่ทำการศึกษาเกิดปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันซึ่งมีสาเหตุจากการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดไม่เหมาะสมหรือไม่เพียงพอต่อปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า ทำให้เวลาตอบสนองมีค่ามากกว่า 6 ชั่วโมงซึ่งเป็นเวลาตอบสนองตามที่ลูกค้าต้องการ วิธีการที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมัน คือ การสร้างแบบจำลองและใช้แบบจำลองในการศึกษาผลกระทบของจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดที่มีต่อเวลาตอบสนอง การสร้างแบบจำลองระบบการจัดส่งน้ำมันมีรายละเอียดดังนี้

3.1 แบบจำลองระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน

จากการศึกษารายละเอียดและขั้นตอนของระบบการจัดส่งน้ำมันของคลังน้ำมัน สามารถสร้างแบบจำลอง ได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แบบจำลองระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมันของคลังน้ำมัน

3.1.1 คำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า ได้แก่ รายละเอียดของคำสั่งซื้อน้ำมันแต่ละคำสั่งซื้อ ได้แก่ เวลาในการสั่งซื้อน้ำมัน ชนิดของน้ำมันที่ทำการสั่งซื้อ สถานีบริการที่เป็นผู้สั่งซื้อน้ำมัน

3.1.2 รถขนส่งน้ำมัน แบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่ รถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91, รถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95 และรถขนส่งน้ำมันดีเซล ชนิดละ 10 คัน

3.1.3 แถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมัน เป็นแถวคอยเดี่ยวที่ไม่จำกัดจำนวนผู้รับบริการในแถวคอย มีลำดับการให้บริการแบบ FIRST IN FIRST OUT แบ่งออกเป็น 3 แถวคอยตามชนิดของรถขนส่งน้ำมัน ได้แก่ แถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91, แถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95 และแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันดีเซล

3.1.4 หัวจ่ายน้ำมัน แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ หัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91, หัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 และหัวจ่ายน้ำมันดีเซล และต้องทำการกำหนดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดด้วย

3.1.5 แถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมัน เป็นแถวคอยเดี่ยวที่ไม่จำกัดจำนวนผู้รับบริการในแถวคอย มีลำดับการให้บริการแบบ FIRST IN FIRST OUT แบ่งออกเป็น 3 แถวคอยตามชนิดของหัวจ่ายน้ำมัน ได้แก่ แถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91, แถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 และแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันดีเซล

3.1.6 สถานีบริการน้ำมัน มีทั้งสิ้น 55 แห่ง เป็นสถานที่ในการจัดส่งน้ำมัน

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

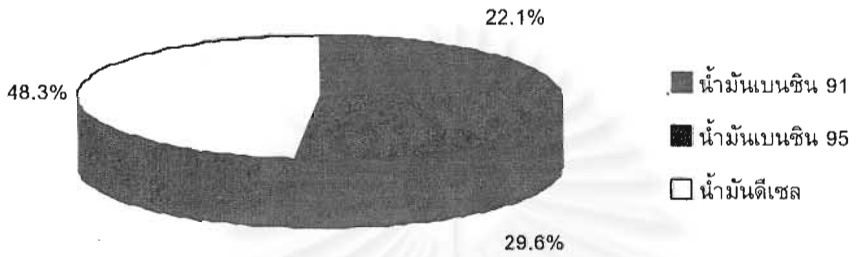
ในการสร้างแบบจำลองระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน จะต้องรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากระบบงานจริง เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองให้มีพฤติกรรมใกล้เคียงกับระบบงานจริงมากที่สุด โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองเป็นข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมจากระบบงานจริงในช่วงเดือนมกราคม 2542 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2543 ได้แก่

3.2.1 <u>อัตราการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการน้ำมัน</u>

เวลาในการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการมีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบปัวซอง โดยมีระยะห่างระหว่างแต่ละคำสั่งซื้อ (Interarrival Time) เฉลี่ยเท่ากับ 19.95 นาที (รายละเอียดตามภาคผนวก ก)

3.2.2 ชนิดของน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมันทำการสั่งซื้อ

การสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการน้ำมันมี 3 ชนิด คือ น้ำมันเบนซิน 91 เท่ากับ 22.1%, น้ำมันเบนซิน 95 เท่ากับ 29.6% และน้ำมันดีเซลเท่ากับ 48.3% (รายละเอียดตามภาคผนวก ก) สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 3.2

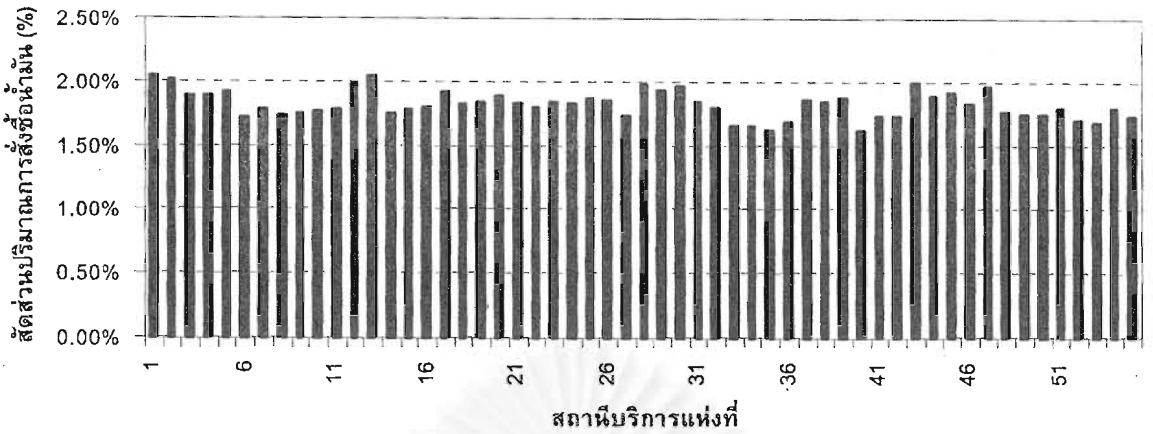


รูปที่ 3.2 ชนิดน้ำมันที่สถานีบริการน้ำมันทำการสั่งซื้อเฉลี่ย
ในช่วงเดือนมกราคม 2542 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2543

3.2.3 ปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการแต่ละแห่ง

สถานีบริการน้ำมันแต่ละแห่งจะมียอดจำหน่ายน้ำมันที่แตกต่างกันไปเนื่องมาจากปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ทำเลที่ตั้ง ราคาจำหน่าย ของสมนาคุณ และคุณภาพการให้บริการ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ทางบริษัทน้ำมันมีนโยบายที่พยายามทำให้ยอดจำหน่ายน้ำมันของแต่ละสถานีบริการ โดยเฉพาะสถานีบริการที่ตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกัน มีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยมีวัตถุประสงค์ให้สถานีบริการน้ำมันทุกแห่งมีผลการดำเนินงานที่ดี และสามารถดำรงอยู่ได้ ปริมาณการสั่งซื้อของสถานีบริการแต่ละแห่งได้ดังรูปที่ 3.3 (รายละเอียดตามภาคผนวก ก)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการแต่ละแห่ง
ในช่วงเดือนมกราคม 2542 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2543

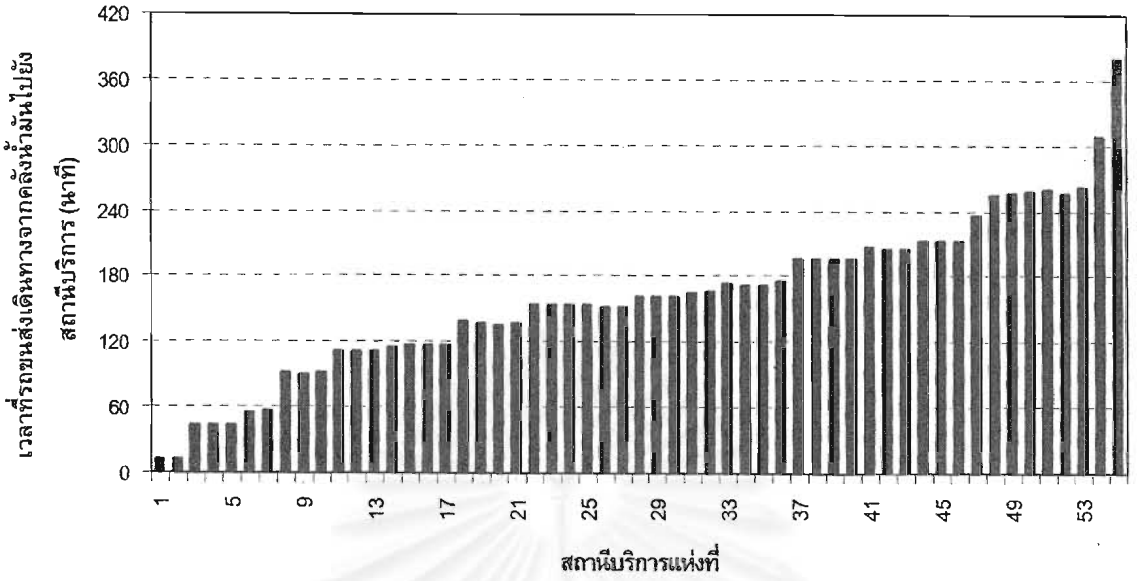
3.2.4 <u>เวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่ง</u>

เวลาที่หัวจ่ายน้ำมันที่มีอยู่ทั้งสิ้น 9 หัวจ่าย จัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรแก่รถขนส่งน้ำมันมีค่าไม่แตกต่างกัน เนื่องจากระบบการจัดจ่ายน้ำมันของหัวจ่ายได้รับการออกแบบมาเป็นระบบแบบเดียวกันทั้งหมด โดยเวลาที่ใช้มีลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นแบบนอร์มอล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.47 นาที และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24 นาที (รายละเอียดตามภาคผนวก ก)

3.2.5 <u>เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน</u>

เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันแต่ละแห่ง สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 3.4 (รายละเอียดตามภาคผนวก ก)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันแต่ละแห่ง

จากรูปที่ 3.4 เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันแต่ละแห่งจะมีค่าแตกต่างกันไป เนื่องมาจากระยะทางระหว่างคลังน้ำมันกับสถานีบริการน้ำมันแต่ละแห่งแตกต่างกัน โดยเวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันแห่งที่ 55 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 379.86 นาที ซึ่งมีค่ามากกว่าเวลาตอบสนองสูงสุดที่ลูกค้าต้องการให้มีค่าไม่เกิน 6 ชั่วโมงหรือ 360 นาที ดังนั้น จึงไม่สามารถลดเวลาตอบสนองสูงสุดสำหรับสถานีบริการน้ำมันแห่งที่ 55 ให้ต่ำกว่า 6 ชั่วโมงได้

3.2.6 <u>เวลาที่ใช้ในการถ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากรถขนส่งให้แก่สถานีบริการ</u>

เนื่องจากอุปกรณ์ในการถ่ายน้ำมันจากรถขนส่งน้ำมันของสถานีบริการแต่ละแห่งได้รับการออกแบบให้เป็นระบบเดียวกับที่ใช้กับคลังน้ำมัน เพื่อให้มาตรฐานในการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งหมด ดังนั้น เวลาที่ใช้ในการถ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากรถขนส่งน้ำมันให้แก่สถานีบริการน้ำมันแต่ละแห่งจึงมีค่าใกล้เคียงกัน และเท่ากับเวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน โดยเวลาที่ใช้มีลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นแบบนอร์มอล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.47 นาที และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24 นาที

3.2.7 เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากสถานีบริการน้ำมันกลับมายังคลังน้ำมัน

เนื่องจากคลังน้ำมันและสถานีบริการน้ำมันทั้ง 55 แห่งตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีปัญหาการจราจรติดขัด และเส้นทางที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันเป็นเส้นทางเดียวกันกับเส้นทางที่รถขนส่งเดินทางกลับจากสถานีบริการน้ำมันมายังคลังน้ำมัน ดังนั้น เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากสถานีบริการน้ำมันกลับมายังคลังน้ำมัน จึงมีค่าเท่ากับเวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน

3.3 องค์ประกอบของแบบจำลอง

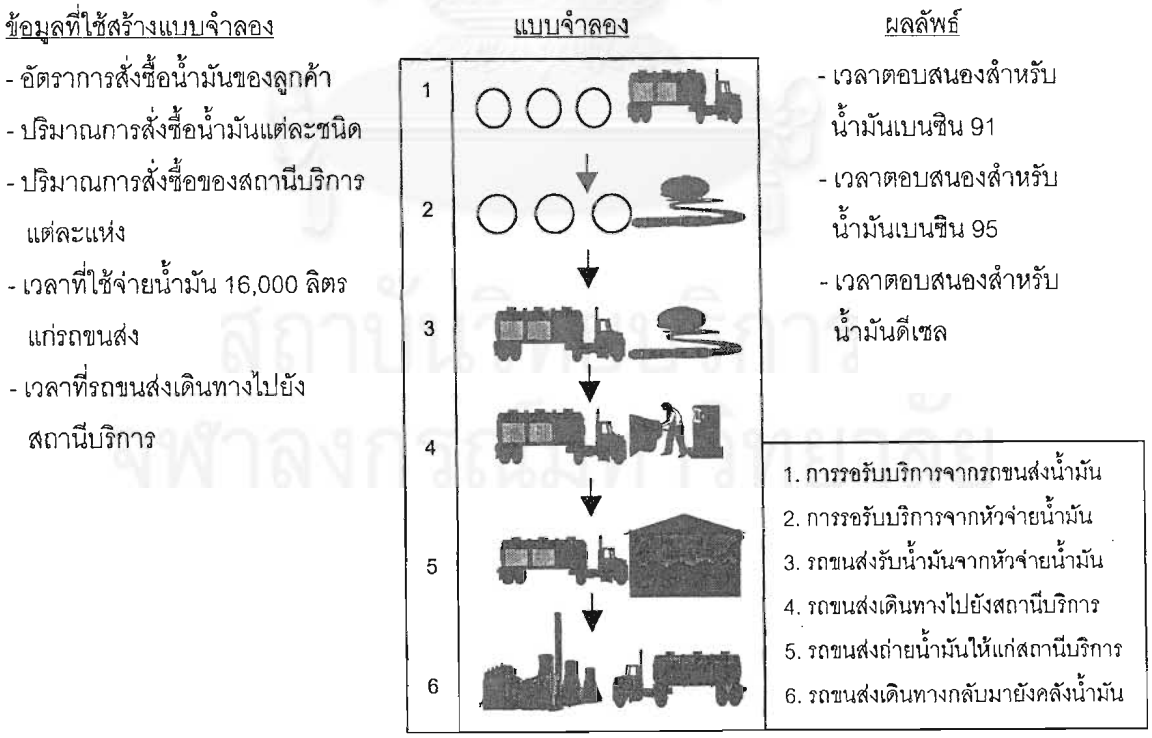
แบบจำลองระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมันที่สร้างขึ้น จะนำไปใช้ในการศึกษาผลกระทบของจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดที่มีต่อเวลาตอบสนอง ดังนั้น องค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วนของแบบจำลอง ได้แก่

3.3.1 ข้อมูลนำเข้า (Input) ได้แก่ ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

3.3.2 แบบจำลองระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการ

3.3.3 ผลลัพธ์ที่ต้องการจากแบบจำลอง (Output) ได้แก่ เวลาตอบสนอง

องค์ประกอบของแบบจำลองสรุปได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การจำลองแบบปัญหาระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน

3.4 การสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม ARENA

แบบจำลองที่จะสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม ARENA สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาพฤติกรรมต่าง ๆ ของระบบงานจริง ดังนั้น การกำหนดรายละเอียดในการสร้างแบบจำลอง จึงต้องกำหนดให้สอดคล้องกับรายละเอียดของระบบงานจริงมากที่สุด เพื่อให้ผลที่ได้จากการรันแบบจำลองสามารถนำไปใช้กับระบบงานจริงได้ รายละเอียดในการสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม ARENA แสดงดังตารางที่ 3.1 (รายละเอียดของแบบจำลองที่สร้างโดยโปรแกรม ARENA ตามภาคผนวก ข)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดในการสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม ARENA

รายละเอียดของระบบงานจริง	รายละเอียดของโปรแกรม ARENA
พนักงานรับคำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้าทางโทรศัพท์ / โทรสาร	กำหนดให้โปรแกรมสร้างคำสั่งซื้อน้ำมัน โดยเวลาในการสั่งซื้อมีลักษณะการกระจายแบบปัวซอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.95 นาที สถานีบริการและชนิดน้ำมันที่ทำการสั่งซื้อมีการกระจายความน่าจะเป็นตามที่กำหนดในหัวข้อ 3..2.2 และ 3.2.3
ไม่มี พนักงานตรวจสอบว่ามีรถขนส่งน้ำมันตามชนิดที่ลูกค้าสั่งซื้อว่างอยู่หรือไม่	กำหนดให้คำสั่งซื้อเข้าสู่แถวคอยรอรับบริการจากรถขนส่งตามชนิดน้ำมันที่ทำการสั่งซื้อ หากมีรถขนส่งว่าง ก็จะกำหนดให้ใช้รถขนส่งที่ว่างอยู่นั้น โปรแกรมจะลดจำนวนรถขนส่งที่ว่างอยู่ลง 1 คัน หากรถขนส่งไม่ว่าง ก็รอจนกระทั่งรถขนส่งว่าง กำหนดให้โปรแกรมเก็บข้อมูลเวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมัน
ไม่มี พนักงานขับรถขนส่งน้ำมันตรวจสอบว่ามีหัวจ่ายน้ำมันชนิดที่ต้องการว่างอยู่หรือไม่	กำหนดให้รถขนส่งน้ำมันเข้าสู่แถวคอยรอรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมัน หากมีหัวจ่ายน้ำมันว่าง ก็เข้ารับน้ำมันจากหัวจ่ายนั้น โปรแกรมจะลดจำนวนหัวจ่ายที่ว่างอยู่ลง 1 หัวจ่าย หากหัวจ่ายไม่ว่าง ก็รอจนกระทั่งหัวจ่ายว่าง กำหนดให้โปรแกรมเก็บข้อมูลเวลารอในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมัน
พนักงานขับรถขนส่งน้ำมันนำรถเข้ารับน้ำมันที่หัวจ่ายน้ำมันที่ว่างอยู่ตามชนิดและปริมาณตามคำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า	กำหนดให้ใช้งานรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันเท่ากับเวลาที่มีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบ N(23.47,0.24) หลังจากนั้นกำหนดให้จำนวนหัวจ่ายน้ำมันที่ว่างมีจำนวนเพิ่มขึ้น 1 หัวจ่าย
พนักงานขับรถขนส่งน้ำมันนำน้ำมันไปส่งยังสถานีบริการที่ทำการสั่งซื้อน้ำมัน	กำหนดให้ใช้งานรถขนส่งน้ำมันเท่ากับเวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการที่ทำการสั่งซื้อน้ำมันตามที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อ 3.2.5 กำหนดให้โปรแกรมเก็บข้อมูลเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันแต่ละชนิด แยกตามสถานีบริการน้ำมันแต่ละแห่ง
พนักงานขับรถขนส่งน้ำมันถ่ายน้ำมันจากรถขนส่งน้ำมันไปยังถังเก็บน้ำมันของสถานีบริการน้ำมัน	กำหนดให้ใช้งานรถขนส่งน้ำมันเท่ากับเวลาที่มีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบ N(23.47,0.24)
พนักงานขับรถขนส่งน้ำมันนำรถขนส่งกลับมายังคลังน้ำมันเพื่อจัดส่งน้ำมันตามคำสั่งซื้อถัดไป	กำหนดให้ใช้งานรถขนส่งน้ำมันเท่ากับเวลาที่รถขนส่งเดินทางจากสถานีบริการน้ำมันกลับไปยังคลังน้ำมันตามที่กำหนดไว้ หลังจากนั้นกำหนดให้จำนวนรถขนส่งที่ว่างมีจำนวนเพิ่มขึ้น 1 คัน

3.5 การกำหนดรูปแบบในการรันแบบจำลอง

ในการรันแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม ARENA เพื่อหาผลลัพธ์ต่างๆ ที่ต้องการ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการรันแบบจำลองมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการวิเคราะห์ จะต้องทำการกำหนดรูปแบบและรายละเอียดต่าง ๆ ในการรันแบบจำลอง ดังนี้

3.5.1 ระยะเวลาเริ่มต้นทำการเก็บข้อมูลที่ได้จากการรันแบบจำลอง

ในช่วงเริ่มต้นการรันแบบจำลอง จะเกิดสภาวะแปรเปลี่ยนอันเนื่องมาจากความว่างเปล่าของระบบ ทำให้ผลการรันแบบจำลองที่ได้ในช่วงเริ่มต้นเป็นข้อมูลที่ไม่เหมาะสมต่อการนำไปวิเคราะห์ ดังนั้น จึงควรตัดข้อมูลในช่วงที่เกิดสภาวะแปรเปลี่ยนออกจากการพิจารณา และทำการเก็บข้อมูลในช่วงสภาวะคงตัว เพื่อให้ได้ข้อมูลซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง (รายละเอียดตามภาคผนวก ค)

3.5.2 ระยะเวลาในการรันแบบจำลอง 1 รอบ (Replication Run Length)

ในการรันแบบจำลอง นอกจากจะต้องทำการตัดช่วงเวลาที่เกิดสภาวะแปรเปลี่ยนออกจากผลการรันแบบจำลองแล้ว ยังต้องทำการกำหนดระยะเวลาในการรันแบบจำลองต่อรอบด้วย โดยระยะเวลาที่กำหนดนี้ จะต้องเป็นเวลาที่ทำให้ได้ผลการรันแบบจำลองที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการวิเคราะห์ (รายละเอียดตามภาคผนวก ค)

3.5.3 จำนวนรอบในการรันแบบจำลอง

ในการรันแบบจำลอง จะต้องทำการกำหนดจำนวนรอบในการรันแบบจำลองตามต้องการ เมื่อแบบจำลองรันจนกระทั่งครบกำหนดระยะเวลาต่อการรันในแต่ละรอบแล้ว แบบจำลองจะเริ่มต้นทำการรันในรอบถัดไป จนกระทั่งครบจำนวนรอบในการรันแบบจำลองที่กำหนดไว้

3.6 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ก่อนการนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม ARENA ไปใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดที่มีต่อเวลาตอบสนอง จะต้องทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองก่อน เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าผลที่ได้จากแบบจำลองจะสามารถนำไปใช้กับระบบงานจริงได้อย่างถูกต้อง

จากการทดสอบ สรุปได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความถูกต้อง และสามารถนำไปใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์แทนการใช้ระบบงานจริงได้อย่างเหมาะสม (รายละเอียดตามภาคผนวก ง)

3.7 การออกแบบการทดลอง

ก่อนการรันแบบจำลองเพื่อจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน จะต้องทำการออกแบบการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.7.1 องค์ประกอบของการทดลอง

ในการทดลอง จะต้องทำการระบุองค์ประกอบของการทดลองซึ่งได้แก่ ปัญหา ตัวแปรตอบสนอง ปัจจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน ได้แก่ ความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน

2) ตัวแปรตอบสนอง ซึ่งใช้ในการวัดผลของปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันของระบบที่ทำการศึกษา ได้แก่ เวลาตอบสนอง (Response Time) ซึ่งมี 3 ค่าตามชนิดของน้ำมัน คือ เวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันเบนซิน 91 เวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันเบนซิน 95 และเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันดีเซล

3) ปัจจัยที่ทำให้เวลาตอบสนองมีค่าแตกต่างกันไป ได้แก่ จำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91 จำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95 จำนวนรถขนส่งน้ำมันดีเซล จำนวนหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91 จำนวนหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 และจำนวนหัวจ่ายน้ำมันดีเซล

3.7.2 การทดลองเพื่อจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน

ในการรันแบบจำลองเพื่อพิจารณาผลกระทบของจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันที่มีต่อเวลาตอบสนอง จะทำการรันแบบจำลองที่จำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละค่า เพื่อหาเวลาตอบสนอง นอกจากนั้น ยังต้องพิจารณาเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายแต่ละกรณีด้วย ดังนี้

1) ทำการรันแบบจำลองเพื่อศึกษาผลการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันที่มีต่อเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันแต่ละชนิด

จากการวิเคราะห์สาเหตุเบื้องต้นของปัญหาในบทที่ 3 พบว่าจำนวนรถขนส่งน้ำมันไม่เพียงพอต่อการให้บริการขนส่งน้ำมันแก่สถานีบริการ จึงกำหนดจำนวนรถขนส่งน้ำมันในการทดลองเท่ากับ 10 คันขึ้นไป ในส่วนของจำนวนหัวจ่ายน้ำมัน พบว่า จำนวนหัวจ่ายน้ำมันที่มีอยู่ 3 หัวจ่าย มีจำนวนมากเกินความต้องการ จึงกำหนดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันในการทดลองเท่ากับ 3, 2 และ 1 หัวจ่าย รูปแบบในการรันแบบจำลองดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 รูปแบบการทดลองเพื่อจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมัน โดยพิจารณาจากเวลาตอบสนอง

หัวจ่าย / รถขนส่ง	1	2	3
10	$T_{A(10,1)}$	$T_{A(10,2)}$	$T_{A(10,3)}$
11	$T_{A(11,1)}$	$T_{A(11,2)}$	$T_{A(11,3)}$
12	$T_{A(12,1)}$	$T_{A(12,2)}$	$T_{A(12,3)}$
13	$T_{A(13,1)}$	$T_{A(13,2)}$	$T_{A(13,3)}$
14	$T_{A(14,1)}$	$T_{A(14,2)}$	$T_{A(14,3)}$
15	$T_{A(15,1)}$	$T_{A(15,2)}$	$T_{A(15,3)}$
16	$T_{A(16,1)}$	$T_{A(16,2)}$	$T_{A(16,3)}$

$T_{A(x,y)}$ คือ เวลาตอบสนองที่จำนวนรถขนส่งน้ำมันจำนวน x คัน และจำนวนหัวจ่ายน้ำมัน y หัวจ่าย โดย A หมายถึง น้ำมันเบนซิน 91, B หมายถึง น้ำมันเบนซิน 95, C หมายถึง น้ำมันดีเซล

ในการศึกษาผลการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันที่มีต่อเวลาตอบสนอง จะทำการรันแบบจำลองโดยการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันจนกระทั่งเวลาตอบสนองมีค่าต่ำกว่า 6 ชั่วโมง เนื่องจากพบว่า จำนวนรถขนส่งน้ำมันแต่ละชนิดที่มีอยู่ 10 คัน ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน หลังจากนั้น จึงทำการศึกษาว่า จำนวนหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดที่มีอยู่ 3 หัวจ่าย สามารถลดลงเหลือ 2 หรือ 1 หัวจ่ายได้หรือไม่ เนื่องจากพบว่า จำนวนหัวจ่ายน้ำมันที่มีอยู่ 3 หัวจ่าย เพียงพอต่อการใช้งาน

การปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งน้ำมัน จะมีผลทำให้เวลาอรอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันมีค่าเปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่การปรับเปลี่ยนจำนวนหัวจ่ายน้ำมัน จะทำให้เวลารอในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น การปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน จะไม่มีผลกระทบซึ่งกันและกัน

2) พิจารณาเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน แต่ละกรณี ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน

หัวจ่าย / รถขนส่ง	1	2	3
10	$C_{A(10,1)}$	$C_{A(10,2)}$	$C_{A(10,3)}$
11	$C_{A(11,1)}$	$C_{A(11,2)}$	$C_{A(11,3)}$
12	$C_{A(12,1)}$	$C_{A(12,2)}$	$C_{A(12,3)}$
13	$C_{A(13,1)}$	$C_{A(13,2)}$	$C_{A(13,3)}$
14	$C_{A(14,1)}$	$C_{A(14,2)}$	$C_{A(14,3)}$
15	$C_{A(15,1)}$	$C_{A(15,2)}$	$C_{A(15,3)}$
16	$C_{A(16,1)}$	$C_{A(16,2)}$	$C_{A(16,3)}$

$C_{A(x,y)}$ คือ เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งน้ำมันจาก 10 เป็น x คัน และปรับเปลี่ยนจำนวนหัวจ่ายน้ำมันจาก 3 เป็น y หัวจ่าย

โดย A หมายถึง น้ำมันเบนซิน 91, B หมายถึง น้ำมันเบนซิน 95, C หมายถึง น้ำมันดีเซล

การเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน จะใช้เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น รายละเอียดดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน

การเพิ่มรถขนส่งน้ำมัน 1 คัน	การเพิ่มหัวจ่ายน้ำมัน 1 หัวจ่าย
<u>ค่ารถขนส่งน้ำมัน</u> 1,500,000 บาท (อายุการใช้งาน 10 ปี) <u>ค่าจ้างพนักงานขับรถขนส่งน้ำมัน</u> 156,000 บาท/ปี <u>ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ</u> ได้แก่ ค่าน้ำมัน, ค่าประกันภัย, ค่าบำรุงรักษา และอื่น ๆ 96,000 บาท/ปี	<u>ค่าอุปกรณ์และการติดตั้ง</u> ได้แก่ ท่อลำเลียงน้ำมัน, หัวจ่ายน้ำมัน, PUMP และอุปกรณ์อื่น ๆ 12,800,000 บาท (อายุการใช้งาน 10 ปี) <u>ค่าจ้างพนักงานดูแลหัวจ่ายน้ำมัน</u> 240,000 บาท/ปี <u>ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ</u> ได้แก่ ค่าบำรุงรักษา, ค่าไฟฟ้า, ค่าประกันภัย และอื่น ๆ 180,000 บาท/ปี

จากตารางที่ 3.4 เมื่อพิจารณาเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเพิ่มจำนวนหัวจ่ายน้ำมัน 1 หัวจ่ายต่อปี พบว่ามีค่าเป็น 4 เท่าของการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมัน 1 คันต่อปีโดยประมาณ การเพิ่มหัวจ่ายน้ำมัน 1 หัวจ่าย จึงใช้เงินทุนและค่าใช้จ่ายเทียบเท่ากับการเพิ่มรถขนส่งน้ำมันจำนวน 4 คัน

3.8 สรุปท้ายบท

แบบจำลองของระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม ARENA ซึ่งมีการกำหนดองค์ประกอบและพฤติกรรมของแบบจำลองให้มีพฤติกรรมใกล้เคียงกับระบบงานจริงมากที่สุด จากการทดสอบแบบจำลอง พบว่า แบบจำลองมีความถูกต้อง ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการรันแบบจำลอง ได้แก่ เวลาตอบสนอง จึงสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันที่เกิดขึ้นกับระบบงานจริงได้อย่างเหมาะสม

แบบจำลองที่สร้างขึ้น จะถูกนำไปใช้เพื่อทำการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดตามรายละเอียดการออกแบบการทดลองที่กำหนดไว้ เพื่อพิจารณาทางเลือกที่ทำให้เวลาตอบสนองมีค่าไม่เกิน 6 ชั่วโมงตามความต้องการของลูกค้า โดยใช้เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด รายละเอียดจะกล่าวถึงในบทถัดไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน มีสาเหตุมาจากการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดไม่เหมาะสมกับสัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันแต่ละชนิดของลูกค้า จึงทำให้เวลาตอบสนองในการจัดส่งน้ำมันแก่ลูกค้ามากเกินไป การแก้ปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันที่เกิดขึ้นสามารถทำได้โดยการปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดเพื่อทำให้เวลาตอบสนองลดลงจนมีค่าไม่เกิน 6 ชั่วโมงตามความต้องการของลูกค้า

แบบจำลองของระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมันที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม ARENA จะถูกนำมาใช้ในการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน เพื่อทำให้เวลาตอบสนองมีค่าไม่เกิน 6 ชั่วโมงตามความต้องการของลูกค้า รายละเอียดดังนี้

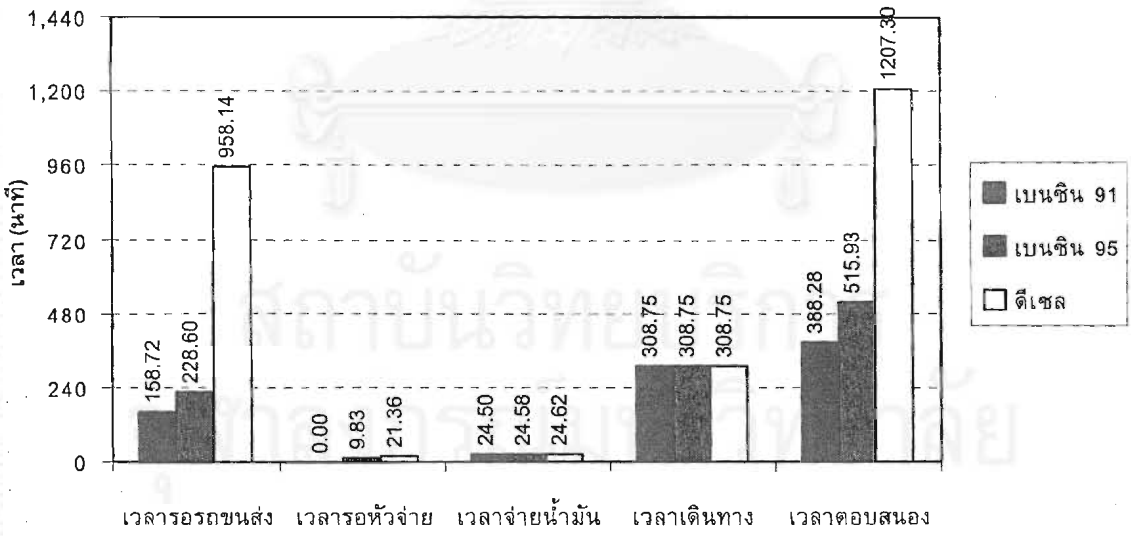
4.1 การศึกษาระบบก่อนจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่าย

จากแบบจำลองที่สร้างขึ้น กำหนดจำนวนรถขนส่งน้ำมันแต่ละชนิดเท่ากับ 10 คัน และจำนวนหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดเท่ากับ 3 หัวจ่าย ทำการรันแบบจำลองเพื่อหาเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน และเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันแต่ละชนิดของระบบก่อนการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน ผลการรันแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนและเวลาตอบสนองจากการรันแบบจำลอง ก่อนการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน

	เบนซิน 91	เบนซิน 95	ดีเซล
เวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมัน (Car Waiting Time)	เฉลี่ย 0.11 นาที สูงสุด 158.72 นาที	เฉลี่ย 1.02 นาที สูงสุด 228.60 นาที	เฉลี่ย 59.00 นาที สูงสุด 958.14 นาที
เวลารอในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมัน (Load Waiting Time)	เฉลี่ย 0.00 นาที สูงสุด 0.00 นาที	เฉลี่ย 0.0002 นาที สูงสุด 9.83 นาที	เฉลี่ย 0.03 นาที สูงสุด 21.36 นาที
เวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน (Loading Time)	เฉลี่ย 23.47 นาที สูงสุด 24.50 นาที	เฉลี่ย 23.47 นาที สูงสุด 24.58 นาที	เฉลี่ย 23.47 นาที สูงสุด 24.62 นาที
เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมัน (Delivery Time)	เฉลี่ย 155.19 นาที สูงสุด 308.75 นาที	เฉลี่ย 155.12 นาที สูงสุด 308.75 นาที	เฉลี่ย 155.05 นาที สูงสุด 308.75 นาที
เวลาตอบสนอง (Response Time)	เฉลี่ย 178.78 นาที สูงสุด 388.28 นาที	เฉลี่ย 179.38 นาที สูงสุด 515.93 นาที	เฉลี่ย 237.56 นาที สูงสุด 1,207.30 นาที



รูปที่ 4.1 เวลาสูงสุดที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนและเวลาตอบสนองสูงสุดสำหรับน้ำมันแต่ละชนิด ก่อนการปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน

ที่มา : ผลการทดลองที่ได้จากการรันแบบจำลอง

จากตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 เวลาตอบสนองสูงสุดสำหรับน้ำมันเบนซิน 91, เบนซิน 95 และดีเซลมีค่าเท่ากับ 388.28, 515.93 และ 1,207.30 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่า 6 ชั่วโมง

จากการพิจารณาเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ พบว่า มีเวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันแต่ละชนิดเกิดขึ้น ซึ่งมีสาเหตุมาจากจำนวนรถขนส่งที่มีอยู่ 10 คันสำหรับน้ำมันแต่ละชนิดมีจำนวนไม่เพียงพอต่อปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า โดยเวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91, เบนซิน 95 และดีเซลซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.11, 1.02 และ 59.00 นาที และมีค่าสูงสุดเท่ากับ 158.72, 228.60 และ 958.14 นาทีตามลำดับ ดังนั้น จึงควรเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันแต่ละชนิดมากขึ้น เพื่อลดเวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันลง

เนื่องจากไม่มีเวลารอในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91 เกิดขึ้น แสดงว่าจำนวนหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91 ที่มีอยู่ 3 หัวจ่ายมีความเพียงพอ ในขณะที่เวลารอในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 และดีเซล โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0002 และ 0.03 นาที และค่าสูงสุดเท่ากับ 9.83 และ 21.36 นาทีตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำเมื่อเทียบกับเวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมัน รวมทั้งเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเพิ่มหัวจ่ายน้ำมันมีค่ามากกว่าการเพิ่มรถขนส่งน้ำมันประมาณ 3 เท่า ดังนั้น จึงไม่ควรเพิ่มจำนวนหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิด

เมื่อพิจารณาเวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับประมาณ 155 นาที และมีสูงสุดเท่ากับ 308.75 นาที

4.2 การจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน

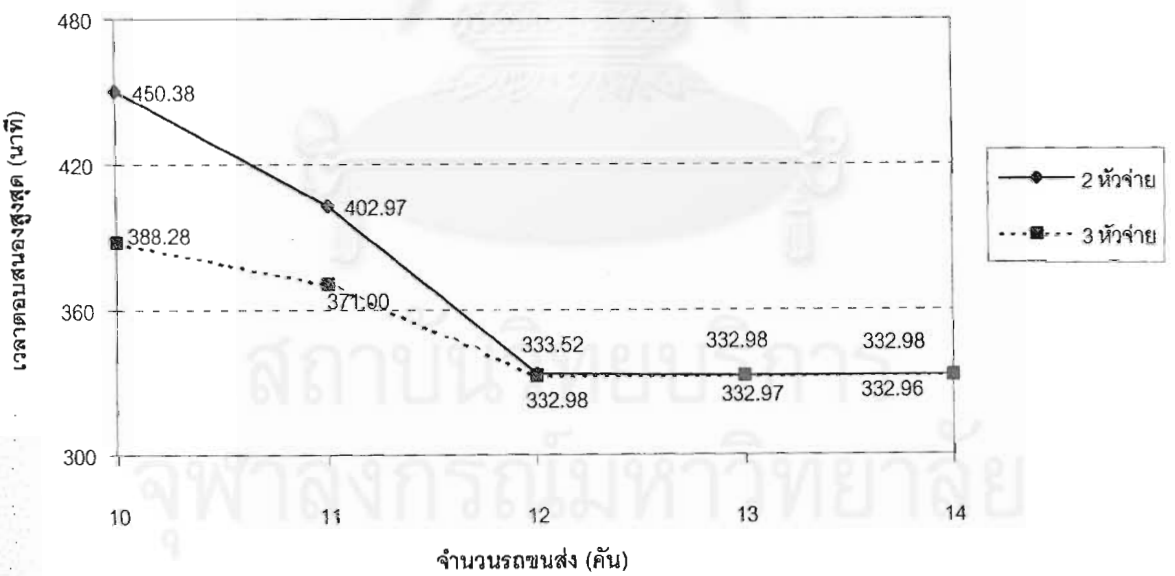
4.2.1 <u>การรันแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบของจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91ที่มีต่อเวลาตอบสนอง</u>

จากผลการรันแบบจำลองเพื่อศึกษาเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ สำหรับน้ำมันเบนซิน 91 ก่อนการปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งน้ำมัน พบว่า จำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91 ที่มีอยู่ 10 คันไม่เพียงพอ จะต้องทำการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91 เพื่อลดเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันเบนซิน 91 ลง ในขณะที่จำนวนหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91 เพียงพอ และอาจสามารถลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91 ลงได้ จึงทำการรันแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบของจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91 ที่มีต่อเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันเบนซิน 91 ผลการรันแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลของเวลาตอบสนองเมื่อทำการปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่ง
และหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91

จำนวนหัวจ่าย / จำนวนรถขนส่ง	2 หัวจ่าย		3 หัวจ่าย	
	เวลาตอบสนองเฉลี่ย (นาที)	เวลาตอบสนองสูงสุด (นาที)	เวลาตอบสนองเฉลี่ย (นาที)	เวลาตอบสนองสูงสุด (นาที)
10 คัน	181.07	450.38	178.78	388.28
11 คัน	178.92	402.97	178.31	371.00
12 คัน	178.89	333.52	178.26	332.98
13 คัน	178.53	332.98	178.21	332.97
14 คัน	178.38	332.98	178.21	332.96

หมายเหตุ : ไม่ทำการพิจารณาลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91 เหลือ 1 หัวจ่าย เนื่องจากอาจทำให้การจัดส่งน้ำมันเกิดการหยุดชะงัก กรณีที่หัวจ่ายน้ำมันไม่สามารถใช้งานได้อย่างกะทันหัน ดังนั้น จำนวนหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดจึงควรมีอย่างน้อย 2 หัวจ่าย



รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาตอบสนองสูงสุดกับจำนวนรถขนส่ง
และหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91

ที่มา : ผลการทดลองที่ได้จากการรันแบบจำลอง

จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2 เมื่อทำการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91 เป็น 12 คัน และลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91 เหลือ 2 หัวจ่าย จะเห็นได้ว่า เวลาตอบสนองสูงสุดมีค่าลดลงจาก 388.28 นาที เหลือเพียง 333.52 นาที

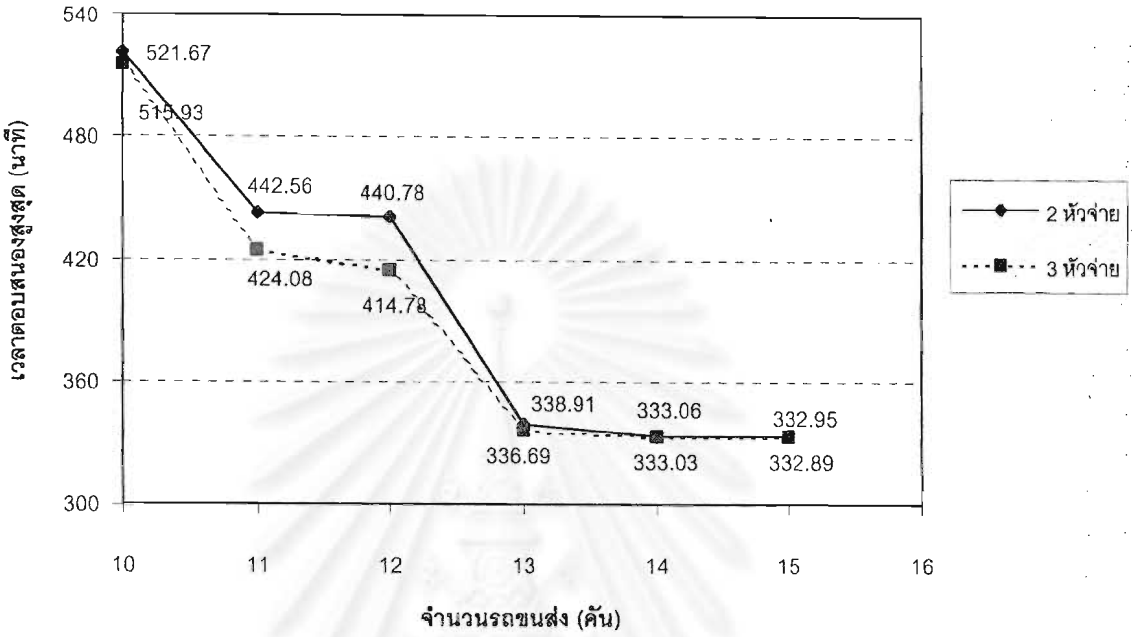
4.2.2 การรันแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบของจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 ที่มีต่อเวลาตอบสนอง

จากผลการรันแบบจำลองเพื่อศึกษาเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ สำหรับน้ำมันเบนซิน 95 ก่อนการปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน พบว่า จำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95 ที่มีอยู่ 10 คันไม่เพียงพอ จะต้องทำการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95 เพื่อลดเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันเบนซิน 95 ลง ในขณะที่จำนวนหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 เพียงพอและอาจสามารถลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 ลงได้ จึงทำการรันแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบของจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 ที่มีต่อเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันเบนซิน 95 ผลการรันแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลของเวลาตอบสนองเมื่อทำการปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95

จำนวนหัวจ่าย / จำนวนรถขนส่ง	2 หัวจ่าย		3 หัวจ่าย	
	เวลาตอบสนองเฉลี่ย (นาที)	เวลาตอบสนองสูงสุด (นาที)	เวลาตอบสนองเฉลี่ย (นาที)	เวลาตอบสนองสูงสุด (นาที)
10 คัน	179.47	521.67	179.38	515.93
11 คัน	178.67	442.56	178.66	424.08
12 คัน	178.46	440.78	178.45	414.78
13 คัน	178.42	338.91	178.33	336.69
14 คัน	178.34	333.06	178.27	333.03
15 คัน	178.20	332.95	178.11	332.89

หมายเหตุ : ไม่ทำการพิจารณาลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 เหลือ 1 หัวจ่าย เนื่องจากอาจทำให้การจัดส่งน้ำมันเกิดการหยุดชะงัก กรณีที่หัวจ่ายน้ำมันไม่สามารถใช้งานได้อย่างกะทันหัน ดังนั้น จำนวนหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดจึงควรมีอย่างน้อย 2 หัวจ่าย



รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาตอบสนองสูงสุดกับจำนวนรถขนส่ง และหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95

ที่มา : ผลการทดลองที่ได้จากการรันแบบจำลอง

จากตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3 เมื่อทำการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95 เป็น 13 คันและลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 ลงเหลือ 2 หัวจ่าย จะเห็นได้ว่า เวลาตอบสนองสูงสุดมีค่าลดลงจาก 515.93 นาที เหลือเพียง 338.91 นาที

4.2.3 <u>การรันแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบของจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันดีเซลที่มีต่อเวลาตอบสนอง</u>

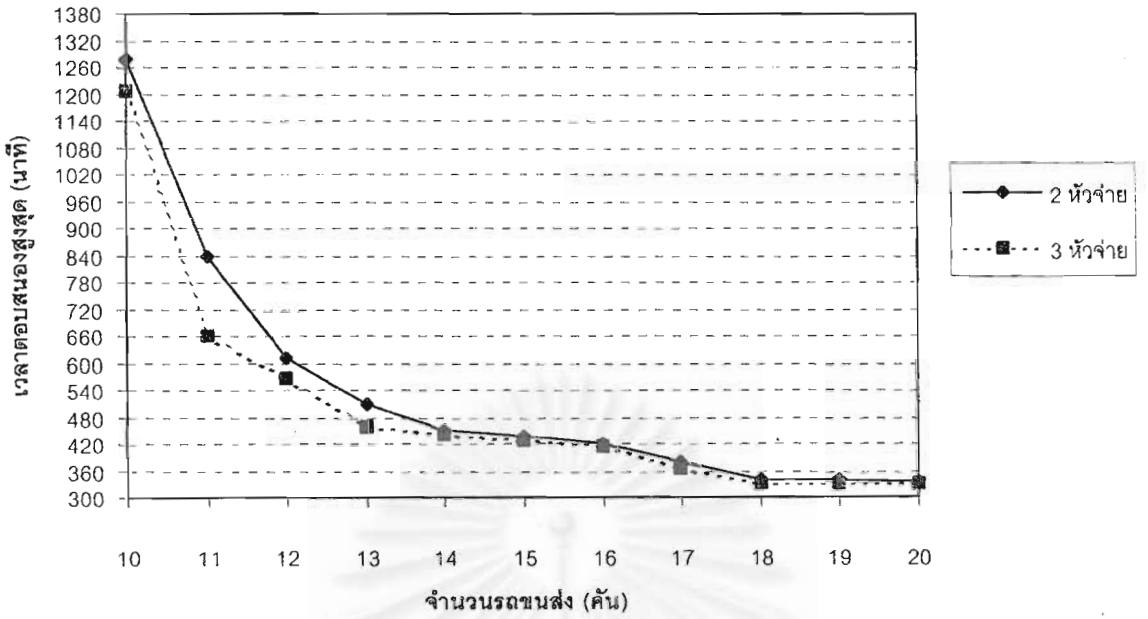
จากผลการรันแบบจำลองเพื่อศึกษาเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ สำหรับน้ำมันดีเซลก่อนการปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน พบว่า จำนวนรถขนส่งน้ำมันดีเซลที่มีอยู่ 10 คันไม่เพียงพอ จะต้องทำการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันดีเซลเพื่อลดเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันดีเซลลง ในขณะที่จำนวนหัวจ่ายน้ำมันดีเซลเพียงพอ และอาจสามารถลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันดีเซลลงได้ จึงทำการรันแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบของจำนวนรถขนส่งและหัวจ่าย

น้ำมันดีเซลที่มีต่อเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันดีเซล ผลการรันแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลของเวลาตอบสนองเมื่อทำการปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่ง และหัวจ่ายน้ำมันดีเซล

จำนวนหัวจ่าย / จำนวนรถขนส่ง	2 หัวจ่าย		3 หัวจ่าย	
	เวลาตอบสนองเฉลี่ย	เวลาตอบสนองสูงสุด	เวลาตอบสนองเฉลี่ย	เวลาตอบสนองสูงสุด
10 คัน	237.81	1,276.70	237.56	1,207.30
11 คัน	195.97	839.15	195.97	661.29
12 คัน	184.69	612.45	184.45	567.66
13 คัน	180.68	510.22	180.15	459.69
14 คัน	179.07	450.47	178.98	442.90
15 คัน	178.82	437.74	178.60	431.06
16 คัน	178.42	420.15	178.41	416.14
17 คัน	178.29	380.21	178.25	364.96
18 คัน	178.24	338.21	178.19	333.09
19 คัน	178.23	337.81	178.19	332.99
20 คัน	178.23	333.52	178.10	332.99

หมายเหตุ : ไม่ทำการพิจารณาลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันดีเซลเหลือ 1 หัวจ่าย เนื่องจากอาจทำให้การจัดส่งน้ำมันเกิดการหยุดชะงัก กรณีที่หัวจ่ายน้ำมันไม่สามารถใช้งานได้อย่างกะทันหัน ดังนั้น จำนวนหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดจึงควรมีอย่างน้อย 2 หัวจ่าย



รูปที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาตอบสนองสูงสุดกับจำนวนรถขนส่ง และหัวจ่ายน้ำมันดีเซล

ที่มา : ผลการทดลองที่ได้จากการรันแบบจำลอง

จากตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.4 เมื่อทำการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันดีเซลเป็น 18 คันและลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันดีเซลเหลือ 2 หัวจ่าย จะเห็นได้ว่า เวลาตอบสนองสูงสุดมีค่าลดลงจาก 1,207.30 นาที เหลือเพียง 338.21 นาที

4.2.4 <u>การวิเคราะห์เงินลงทุนและรายได้จากการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่าย</u>

การแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันโดยการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน จะต้องคำนึงถึงเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมัน ในขณะที่การลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันลง สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อทำให้เกิดรายได้เพิ่มเติม

จากผลการรันแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันที่มีต่อเวลาตอบสนอง จะทำการพิจารณาเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมัน รายละเอียดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมัน

รายละเอียดเงินลงทุนและค่าใช้จ่าย	เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายต่อหน่วย
1. ค่ารถขนส่งน้ำมัน	1,500,000 บาท/คัน
2. ค่าจ้างพนักงานขับรถขนส่งน้ำมัน	156,000 บาท/คน/ปี
3. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	96,000 บาท/คัน/ปี

หมายเหตุ รถขนส่งน้ำมันมีอายุการใช้งาน 10 ปี

การลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดลง จะทำให้มีจำนวนหัวจ่ายที่เกินความต้องการในการใช้งาน ทำให้สามารถนำไปใช้ในการจัดส่งน้ำมันเตาให้แก่ลูกค้าของบริษัทซึ่งได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมในเขตภาคตะวันออก ซึ่งมียอดขายประมาณ 80,000,000 ลิตรต่อปี ในขณะที่ความสามารถสูงสุดในการจัดจ่ายน้ำมันแต่ละหัวจ่ายเท่ากับ 420,480,000 ลิตรต่อปี ดังนั้น จึงสามารถใช้ประโยชน์จากหัวจ่ายน้ำมันที่ลดลงได้เพียง 1 หัวจ่ายเท่านั้น

การเปลี่ยนแปลงคลังน้ำมันที่ใช้ในการจัดส่งน้ำมันเตาแก่ลูกค้าของบริษัทในภาคตะวันออกจากเดิมที่ใช้คลังน้ำมันสมุทรปราการมาเป็นคลังน้ำมันระยองโดยใช้หัวจ่ายน้ำมันที่ลดลง ทำให้ต้นทุนการจัดส่งน้ำมันเตาลดลงเนื่องจากระยะทางการจัดส่งที่ลดลงประมาณ 16 สตางค์ต่อลิตร หรือเท่ากับ 12,800,000 บาทต่อปี

จากรายละเอียดเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมัน และรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันและนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดส่งน้ำมันเตา สามารถสรุปค่าปัจจุบันสุทธิเพื่อพิจารณาจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมัน ดังตารางที่ 4.6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

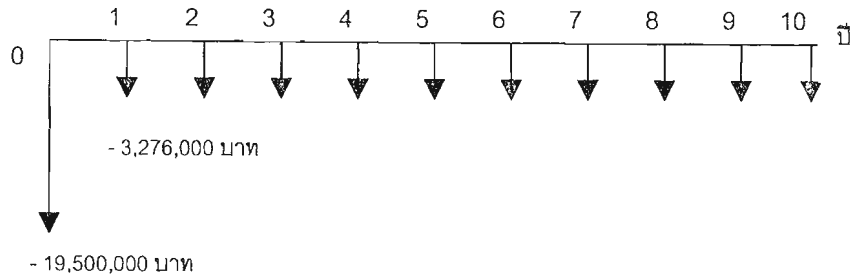
ตารางที่ 4.6 ค่าปัจจุบันสุทธิของเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายกับรายได้ที่เพิ่มขึ้น ที่จำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละค่า

จำนวนหัวจ่ายที่ลดลง / จำนวนรถขนส่งที่เพิ่ม	1 หัวจ่าย	2 หัวจ่าย	3 หัวจ่าย
10 คัน	57,202,608.00	57,202,608.00	57,202,608.00
11 คัน	53,932,660.80	53,932,660.80	53,932,660.80
12 คัน	50,662,713.60	50,662,713.60	50,662,713.60
13 คัน	47,392,766.40	47,392,766.40	47,392,766.40
14 คัน	44,122,819.20	44,122,819.20	44,122,819.20
15 คัน	40,852,872.00	40,852,872.00	40,852,872.00

จากผลการรันแบบจำลองเพื่อจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมัน พบว่า ควรเพิ่มรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91, เบนซิน 95 และดีเซลจากเดิมชนิดละ 10 คัน เป็น 12, 13 และ 18 คันตามลำดับ จึงจะทำให้เวลาตอบสนองสูงสุดมีค่าไม่เกิน 6 ชั่วโมงได้ ดังนั้น จำนวนรถขนส่งน้ำมันน้อยที่สุดที่ต้องทำการเพิ่มเท่ากับ 13 คัน

ในขณะที่จำนวนหัวจ่ายน้ำมันสามารถลดลงจากเดินชนิดละ 3 หัวจ่าย เหลือชนิดละ 2 หัวจ่ายได้ โดยเวลาตอบสนองสูงสุดยังคงมีค่าไม่เกิน 6 ชั่วโมง จึงสรุปได้ว่า ควรเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมัน 13 คัน และลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันลง 3 หัวจ่าย จากตารางที่ 4.6 พบว่าค่าปัจจุบันสุทธิของเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเพิ่มรถขนส่งน้ำมันจำนวน 13 คันและรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมัน 3 หัวจ่ายเท่ากับ 47,392,766.40 บาท ซึ่งมีรายละเอียดในการคำนวณ ดังนี้

จากตารางที่ 4.5 จำนวนเงินลงทุนในการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมัน 13 คันเท่ากับ 19,500,000 บาท ในขณะที่ค่าใช้จ่ายรายปีสำหรับรถขนส่งน้ำมัน 13 คัน เท่ากับ 3,276,000 บาท สามารถวิเคราะห์เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเพิ่มรถขนส่งน้ำมัน 13 คัน ดังรูปที่ 4.5



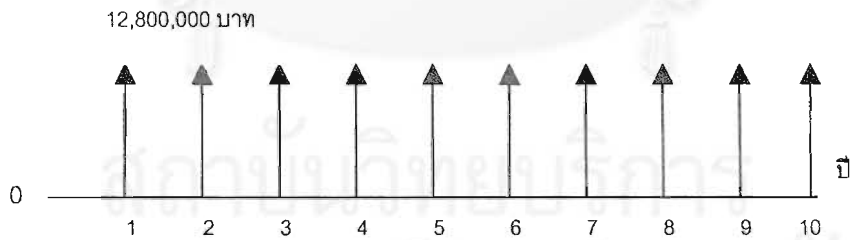
รูปที่ 4.5 แผนภาพเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเพิ่มรถขนส่งน้ำมันจำนวน 13 คัน

จากรูปที่ 4.5 หาค่าปัจจุบันสุทธิของเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเพิ่มรถขนส่งน้ำมันจำนวน 13 คัน ได้ดังนี้

$$P_1(7\%) = -19,500,000 - 3,276,000(P/A, 7\%, 10)$$

$$= -42,509,313.60 \text{ บาท}$$

การลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดจาก 3 หัวจ่าย เหลือ 2 หัวจ่าย ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นเท่ากับ 12,800,000 บาทต่อปี สามารถวิเคราะห์รายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันลง 3 หัวจ่าย ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แผนภาพรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมัน

จากรูปที่ 4.6 หาค่าปัจจุบันสุทธิของรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมัน ได้ดังนี้

$$P_2(7\%) = 12,800,000(P/A, 7\%, 10)$$

$$= 89,902,080 \text{ บาท}$$

เมื่อเปรียบเทียบเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายจากการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันกับรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมัน สรุปได้ว่า รายได้สุทธิที่เพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 47,392,766.40 บาท

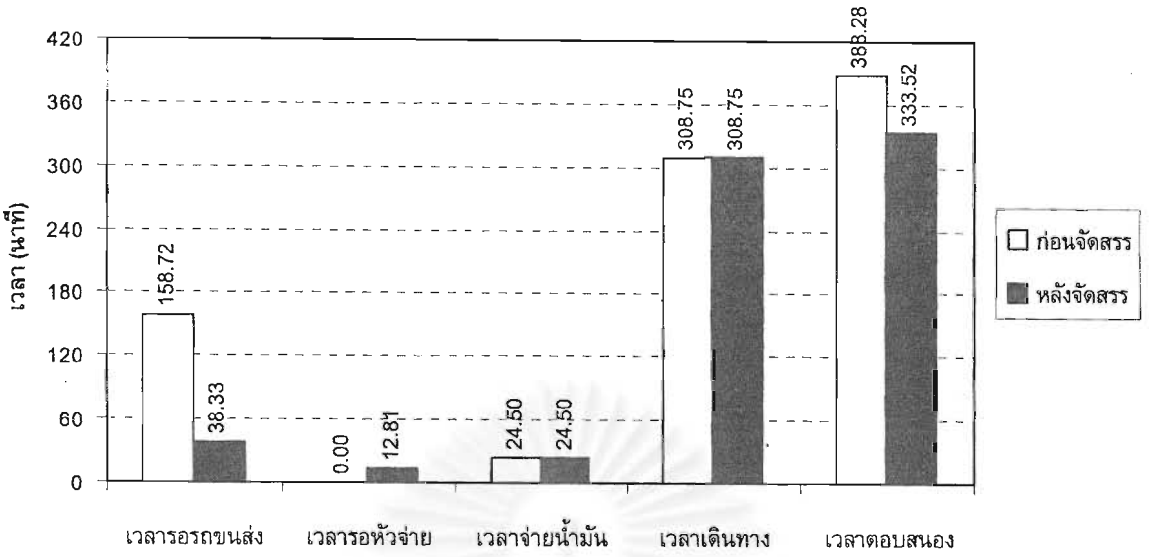
4.3 การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมันและรถขนส่งน้ำมัน

4.3.1 เวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันเบนซิน 91

จากการรันแบบจำลองเพื่อจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91 สรุปได้ว่า ควรเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซินจาก 10 คัน เป็น 13 คัน ในขณะที่จำนวนหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91 สามารถลดจาก 3 หัวจ่ายเหลือ 2 หัวจ่าย ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแสดงดังตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ
ก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมันและรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91

เวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ	ก่อนการจัดสรร		หลังการจัดสรร	
	เวลาเฉลี่ย	เวลาสูงสุด	เวลาเฉลี่ย	เวลาสูงสุด
เวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91	0.11 นาที	158.72 นาที	0.0023 นาที	38.33 นาที
เวลารอในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91	0.00 นาที	0.00 นาที	0.0006 นาที	12.81 นาที
เวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน	23.47 นาที	24.50 นาที	23.47 นาที	24.50 นาที
เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมัน	155.19 นาที	308.75 นาที	155.06 นาที	308.75 นาที
เวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันเบนซิน 91	178.78 นาที	388.28 นาที	178.89 นาที	333.52 นาที



รูปที่ 4.7 เวลาสูงสุดที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนสำหรับน้ำมันเบนซิน 91 ก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่าย

ที่มา : ผลการทดลองที่ได้จากการรันแบบจำลอง

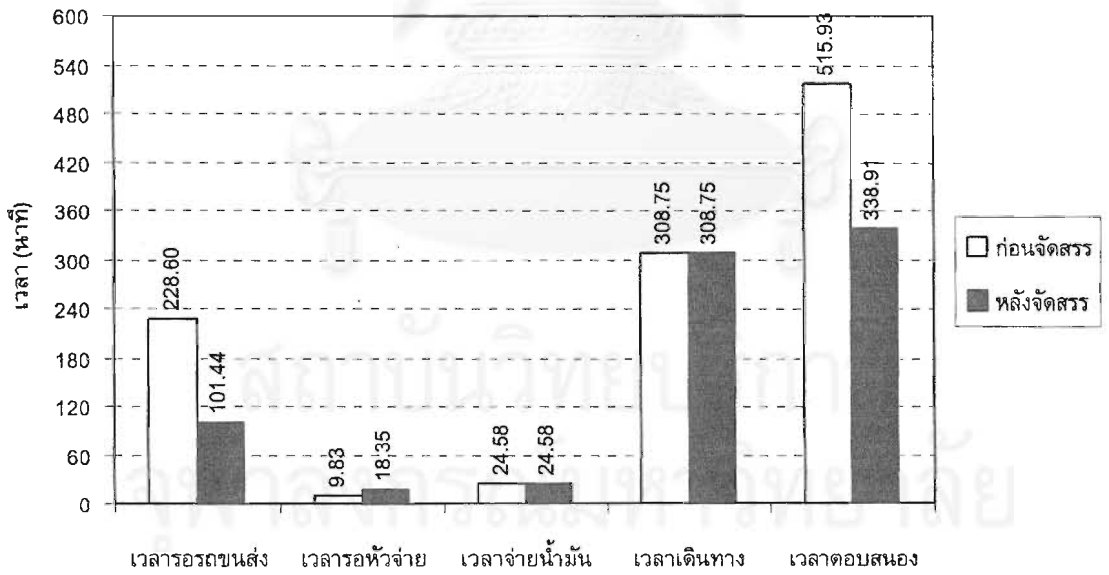
จากตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.7 การเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91 จากเดิม 10 คัน เป็น 13 คัน ทำให้เวลารอสูงสุดในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันลดลงจาก 158.72 นาที เหลือ 38.33 นาที ในขณะที่การลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91 จากเดิม 3 หัวจ่าย เหลือเพียง 2 หัวจ่าย ทำให้เวลารอสูงสุดในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจาก 0.00 นาที เป็น 12.81 นาที และเวลาตอบสนองสูงสุดมีค่าลดลงจาก 388.28 นาที เหลือเพียง 332.52 นาที

4.3.2 <u>เวลาตอบสนองน้ำมันเบนซิน 95</u>

จากการรันแบบจำลองเพื่อจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 สรุปได้ว่า ควรเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซินจาก 10 คัน เป็น 13 คัน ในขณะที่จำนวนหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 สามารถลดจาก 3 หัวจ่ายเหลือ 2 หัวจ่าย ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแสดงดังตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ
ก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมันและรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95

เวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ	ก่อนการจัดสรร		หลังการจัดสรร	
	เวลาเฉลี่ย	เวลาสูงสุด	เวลาเฉลี่ย	เวลาสูงสุด
เวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95	1.02 นาที	228.60 นาที	0.008 นาที	101.44 นาที
เวลารอในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95	0.0002 นาที	9.83 นาที	0.001 นาที	18.35 นาที
เวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน	23.47 นาที	24.58 นาที	23.47 นาที	24.58 นาที
เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมัน	155.12 นาที	308.75 นาที	155.10 นาที	308.75 นาที
เวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันเบนซิน 95	179.38 นาที	515.93 นาที	178.42 นาที	338.91 นาที



รูปที่ 4.8 เวลาสูงสุดที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนสำหรับน้ำมันเบนซิน 95
ก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่าย

ที่มา : ผลการทดลองที่ได้จากการรันแบบจำลอง

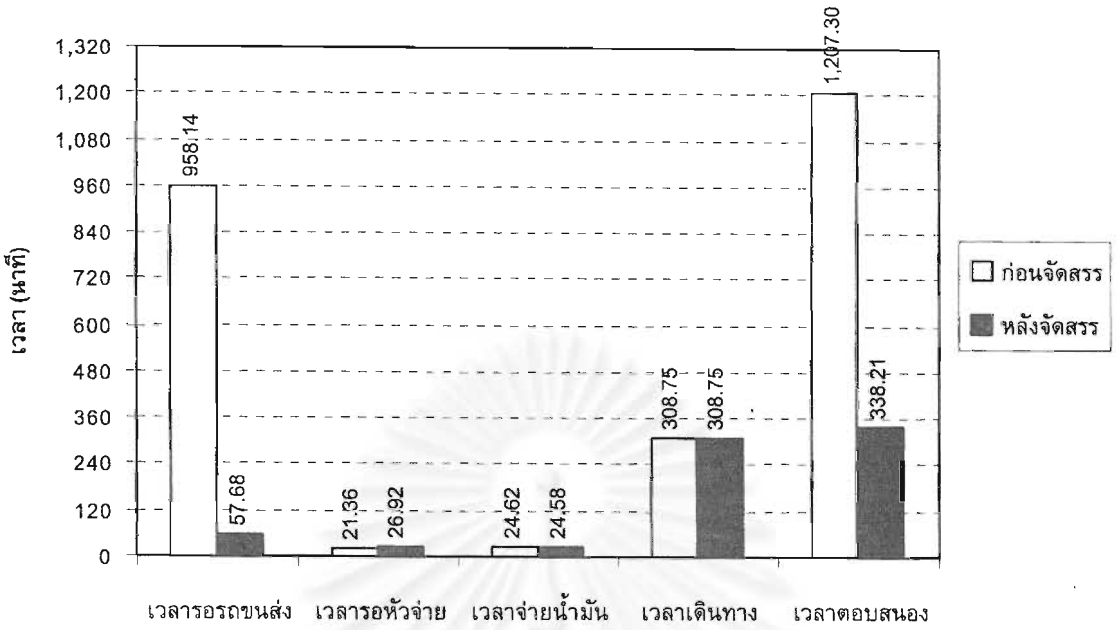
จากตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.8 การเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95 จากเดิม 10 คันเป็น 13 คัน ทำให้เวลารอสูงสุดในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันลดลงจาก 228.60 เหลือ 101.44 นาที ในขณะที่การลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 จากเดิม 3 หัวจ่าย เหลือเพียง 2 หัวจ่าย ทำให้เวลารอสูงสุดในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจาก 9.83 นาที เป็น 18.35 นาที และเวลาตอบสนองสูงสุดลดลงจาก 515.93 นาที เหลือ 338.91 นาที

4.3.3 เวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันดีเซล

จากการรันแบบจำลองเพื่อจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันดีเซล สรุปได้ว่า ควรเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันดีเซลจาก 10 คัน เป็น 18 คัน ในขณะที่จำนวนหัวจ่ายน้ำมันดีเซล สามารถลดจาก 3 หัวจ่ายเหลือ 2 หัวจ่าย ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแสดงดังตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ
ก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนหัวจ่ายน้ำมันและรถขนส่งน้ำมันดีเซล

เวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ	ก่อนการจัดสรร		หลังการจัดสรร	
	เวลาเฉลี่ย	เวลาสูงสุด	เวลาเฉลี่ย	เวลาสูงสุด
เวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันดีเซล	59.00 นาที	958.14 นาที	0.0015 นาที	57.68 นาที
เวลารอในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันดีเซล	0.03 นาที	21.36 นาที	0.0021 นาที	26.92 นาที
เวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน	23.47 นาที	24.62 นาที	23.47 นาที	24.58 นาที
เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปสถานีบริการน้ำมัน	155.05 นาที	308.75 นาที	154.83 นาที	308.75 นาที
เวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันดีเซล	237.56 นาที	1,207.30 นาที	178.24 นาที	338.21 นาที



รูปที่ 4.9 เวลาสูงสุดที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนสำหรับน้ำมันดีเซล
ก่อนและหลังการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่าย

ที่มา : ผลการทดลองที่ได้จากการรันแบบจำลอง

จากตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.9 การเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันดีเซลจากเดิม 10 คัน เป็น 18 คัน ทำให้เวลารอสูงสุดในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันลดลงจาก 958.14 นาที เหลือ 57.68 นาที ในขณะที่การลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันดีเซลจากเดิม 3 หัวจ่าย เหลือเพียง 2 หัวจ่าย ทำให้เวลารอสูงสุดในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจาก21.36 นาที เป็น 26.92 นาที และเวลาตอบสนองสูงสุดลดลงจาก 1,207.30 นาที เหลือ 338.21 นาที

4.4 สรุปท้ายบท

การใช้แบบจำลองในการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน สรุปได้ว่า ควรทำการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91, เบนซิน 95 และดีเซลเป็น 12, 13 และ 18 คัน ในขณะที่จำนวนหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดสามารถลดลงจากชนิดละ 3 หัวจ่าย เหลือ 2 หัวจ่ายได้ ซึ่งทำให้เวลาตอบสนองในการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมันแห่งที่ 1 ถึง 54 มีค่าไม่เกิน 6 ชั่วโมง ส่วนเวลาตอบสนองในการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมันแห่งที่ 55 ไม่สามารถทำให้มีค่าไม่เกิน 6 ชั่วโมงได้ เนื่องจากระยะทางในการจัดส่งที่มากเกินไป

เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมัน 12 คันตลอดอายุการใช้งานมีค่าประมาณ 42,509,313.60 บาท ในขณะที่การลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันลง 3 หัวจ่าย และนำไปใช้ในการจัดส่งน้ำมันเตาแก่ลูกค้าในเขตภาคตะวันออก ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นประมาณ 89,902,080 บาท

การจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันนอกจากจะสามารถแก้ปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมันได้แล้ว ยังทำให้มีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น 47,392,766.40 บาทต่อปีอีกด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อทำการแก้ปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันโดยการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน โดยการจำลองแบบปัญหาการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมันของคลังน้ำมันที่เป็นกรณีศึกษา รายละเอียดดังบทที่ 1 ถึง บทที่ 4 มีประเด็นสำคัญในการวิจัย ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการของคลังน้ำมันที่เป็นกรณีศึกษา โดยการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมัน สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.1 ผลการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิด

จากผลการวิจัย สรุปว่า ควรเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91 จาก 10 คัน เป็น 11 คัน รถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95 จาก 10 คัน เป็น 13 คัน และรถขนส่งน้ำมันดีเซลจาก 10 คัน เป็น 18 คัน และลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันจากเดิมชนิดละ 3 หัวจ่าย เหลือ 2 หัวจ่าย

5.1.2 ผลของเวลาตอบสนอง

ผลของเวลาตอบสนองสูงสุดของสถานีบริการน้ำมันแห่งที่ 1 ถึง 54 ที่ได้จากการรันแบบจำลองภายหลังการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่าย มีค่าไม่เกิน 6 ชั่วโมง ในขณะที่เวลาตอบสนองของสถานีบริการน้ำมันแห่งที่ 55 ไม่สามารถลดลงได้ต่ำกว่า 6 ชั่วโมงได้ เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการแห่งที่ 55 มากกว่าสถานีบริการอื่นเนื่องจากตั้งอยู่ในสถานที่ที่ไกลที่สุดจากคลังน้ำมันนั่นเอง

5.1.3 เงินลงทุนและรายได้ต่อปี

การเพิ่มรถขนส่งน้ำมันจำนวน 12 คัน ใช้เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานรถขนส่งเท่ากับ 42,509,313.60 บาทต่อปี การลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันลง 3 หัวจ่ายและนำไปใช้ประโยชน์อื่นเพิ่มเติม ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นประมาณ 89,902,080 บาทต่อปี ดังนั้น รายได้สุทธิเพิ่มขึ้น 47,6392,766.40 บาทต่อปีจากการจัดสรรจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย พบว่า การจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมันให้เหมาะสมและเพียงพอกับปริมาณการจัดส่งน้ำมันแต่ละชนิดโดยใช้เทคนิคการจำลองแบบปัญหา ทำให้เวลาตอบสนองในการจัดส่งน้ำมันลดลงจนมีค่าไม่เกิน 6 ชั่วโมง ตามความต้องการของลูกค้า

จึงสามารถแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันได้ โดยพิจารณาทางเลือกที่ใช้เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมน้อยที่สุดในการเพิ่มจำนวนรถขนส่งน้ำมันแต่ละชนิดให้มีความเพียงพอ ในขณะที่การลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดที่มีจำนวนมากเกินความจำเป็นและนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดส่งน้ำมันเตาจะทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น

การจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่าย นอกจากจะสามารถแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการได้แล้ว ยังทำให้ต้นทุนในการจัดส่งน้ำมันมีค่าลดลง และมีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้นอีกด้วย ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมันที่ตั้งอยู่อย่างกระจัดกระจายและไม่สามารถวางแผนการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการแต่ละแห่งได้ล่วงหน้า ในขณะที่การแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันโดยการจัดเส้นทางรถขนส่งน้ำมัน มุ่งเน้นที่จะลดเวลาที่ใช้ในการเดินทางและจำนวนเที่ยวในการจัดส่งน้ำมันลง ทำให้ต้นทุนในการจัดส่งน้ำมันลดลง ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการที่ตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกันและสามารถทำการจัดส่งน้ำมันให้แก่สถานีบริการได้เที่ยวละหลายแห่ง

การจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมัน และการจัดเส้นทางรถขนส่งน้ำมันเป็นวิธีการที่สามารถนำไปใช้ควบคู่กันโดยพิจารณาความเหมาะสมในการดำเนินงานของคลังน้ำมัน จะทำให้การจัดส่งน้ำมันของคลังน้ำมันมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีต้นทุนในการจัดส่งน้ำมันลดลง และจัดส่งน้ำมันได้ทันต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งเป็นการเพิ่มความพึงพอใจแก่ลูกค้าอีกด้วย

5.3 อุปสรรคในการวิจัย

การวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมัน มีอุปสรรคดังนี้

1) การวิจัยจะต้องใช้ข้อมูลมากมาย ได้แก่ ข้อมูลเวลาและปริมาณในการสั่งซื้อน้ำมันแต่ละชนิดของลูกค้า ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการจ่ายน้ำมันของหัวจ่ายน้ำมัน ข้อมูลเวลาในการเดินทางของรถขนส่งน้ำมัน เป็นต้น และต้องได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง คือ คลังน้ำมัน และสถานีบริการน้ำมัน ในการเก็บข้อมูลเหล่านี้จากระบบงานจริงเป็นช่วงระยะเวลานานพอสมควร จึงต้องใช้บุคลากร เครื่องมือ และค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการเก็บข้อมูล

2) ในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองและการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง จะต้องสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านร่วมกันเสนอความคิดเห็น เพื่อให้แบบจำลองที่สร้างขึ้นมีลักษณะใกล้เคียงกับระบบงานจริงมากที่สุด ซึ่งในบางครั้งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมีความพร้อมไม่ตรงกัน ทำให้การนัดหมายทำได้ยากและใช้เวลาในขั้นตอนนี้นานพอสมควร

3) โปรแกรม ARENA ซึ่งนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองปัญหา มีข้อจำกัดหลายอย่าง เนื่องจากเป็นรูปแบบที่ใช้สำหรับการเรียนการสอน ทำให้การนำมาใช้ในการจำลองแบบปัญหา

ความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมัน ซึ่งเป็นระบบที่ซับซ้อนและมีข้อมูลเกี่ยวข้องมากติดข้อจำกัดของโปรแกรม และต้องเสียเวลาในการหาทางแก้ไขข้อจำกัดต่าง ๆ เหล่านั้น

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) การแก้ไขปัญหาการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการแห่งที่ 55 ซึ่งไม่สามารถลดเวลาตอบสนองลงต่ำกว่า 6 ชั่วโมงได้ อาจดำเนินการโดยการก่อสร้างถังน้ำมันขนาดเล็กเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถจัดเก็บน้ำมันที่สถานีบริการได้มากขึ้น และสถานีบริการสามารถยอมรับการจัดส่งน้ำมันที่ใช้เวลาตอบสนองซึ่งเท่ากับประมาณ 404 นาทีได้โดยไม่เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำมัน

2) การลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันลง 3 หัวจ่าย โดยใช้งานหัวจ่ายน้ำมัน 1 หัวจ่ายสำหรับจัดส่งน้ำมันเตาแก่ลูกค้า ในขณะที่หัวจ่ายน้ำมันที่เหลืออีก 2 หัวจ่าย สามารถใช้เป็นหัวจ่ายน้ำมันสำรองกรณีที่หัวจ่ายที่ใช้งานเกิดขัดข้องและไม่สามารถใช้งานได้ อย่างไรก็ตาม ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในการสร้างคลังน้ำมันย่อยขึ้นอีก 1 แห่ง และย้ายหัวจ่ายน้ำมัน 2 หัวจ่ายดังกล่าวไปยังคลังน้ำมันย่อย ซึ่งนอกจากจะลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้ำมันเนื่องจากระยะทางการขนส่งที่ลดลงแล้ว ยังสามารถทำให้เวลาตอบสนองของสถานีบริการแห่งที่ 55 ลดลงจนมีค่าไม่เกิน 6 ชั่วโมงด้วย โดยพิจารณาเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการสร้างคลังน้ำมันย่อย เปรียบเทียบกับต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการจัดส่งน้ำมันที่ลดลง

5.5 สรุปท้ายบท

การวิจัยโดยใช้เทคนิคการจำลองแบบปัญหาในการจัดสรรจำนวนรถขนส่งและหัวจ่ายน้ำมัน เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการจำนวนหลายแห่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาทางเลือกในการจัดสรรจำนวนรถขนส่งที่ใช้เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด ทำให้รายได้สุทธิเพิ่มขึ้นและต้นทุนในการจัดส่งน้ำมันลดลง เป็นการเพิ่มโอกาสในการแข่งขันในธุรกิจน้ำมัน นอกจากนี้ ยังสามารถเพิ่มความพึงพอใจแก่ลูกค้า ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กฤษไกร มนิมมากร. การจัดเส้นทางรถขนส่งน้ำมัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

ไกรยสิทธิ์ อินทรพาณิชย์. ระบบการวางแผนจัดจ่ายผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

นฤภร กาญจนรัตน์. ระบบจัดเส้นทางการขนส่ง กรณีศึกษา : การขนส่งเฟอร์นิเจอร์ประเภทถอดประกอบ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

สิทธิชัย แซ่เหล่ม. กลยุทธ์การแข่งขันสำหรับการดำเนินงานคลังสารเคมีเหลว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

สืบพงศ์ คงเดช. การจัดจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันสำเร็จรูปของบริษัทน้ำมัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

สุธี ศรีเพ็ชรดานนท์. แบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, จันทนา จันทโร. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พฤษภาคม 2536.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. การจำลองแบบปัญหา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กันยายน 2542.

ภาษาอังกฤษ

Pegden, C. Dennis, Shannon, Robert E. and Sadowski, Randall P. Introduction to Simulation Using SIMAN 2nd ed. Singapore : McGraw Hill, 1995.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

1. อัตราการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า

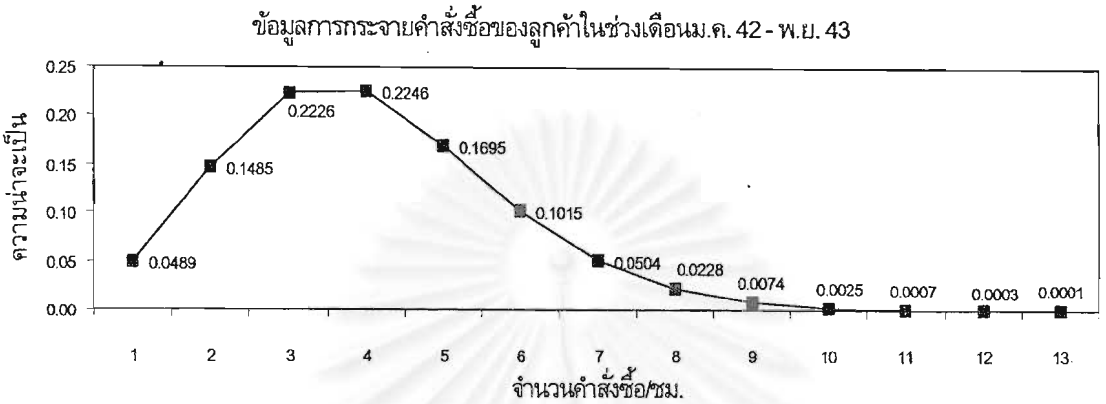
ลูกค้าที่สั่งซื้อน้ำมันจากคลังน้ำมัน ได้แก่ สถานีบริการน้ำมันซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 55 แห่ง จะทำการสั่งซื้อน้ำมันแต่ละชนิด ได้แก่ น้ำมันเบนซิน 91, น้ำมันเบนซิน 95 และน้ำมันดีเซลเข้ามาที่คลังน้ำมัน จากการเก็บรวบรวมข้อมูลอัตราการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้าซึ่งสั่งซื้อน้ำมันเข้ามาที่คลังน้ำมันระยองในช่วงเดือนมกราคม 2542 – เดือนพฤศจิกายน 2543 ได้ผลสรุปดังตารางที่ ก1

ตารางที่ ก1

อัตราการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้าที่คลังระยองในช่วงเดือนมกราคม 2542 – พฤศจิกายน 2543

อัตราการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า (รายต่อชั่วโมง)	ความถี่	สัดส่วนความถี่
0	2,578	0.0489
1	7,827	0.1485
2	11,729	0.2226
3	11,836	0.2246
4	8,934	0.1695
5	5,347	0.1015
6	2,658	0.0504
7	1,204	0.0228
8	389	0.0074
9	132	0.0025
10	37	0.0007
11	17	0.0003
12	5	0.0001
รวม	52,693	1.0000

จากข้อมูลดังตารางที่ ก1 ทำการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้ากับความน่าจะเป็น เพื่อพิจารณาลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของอัตราการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า ได้ผลดังรูปที่ ก1



รูปที่ ก1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นกับอัตราการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า ในช่วงเดือนมกราคม 2542 – พฤศจิกายน 2543

จากข้อมูลดังตารางที่ ก1 และกราฟระหว่างอัตราการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า (รายต่อชั่วโมง) กับความน่าจะเป็นดังรูปที่ ก1 คาดว่าการกระจายของความน่าจะเป็นของอัตราการสั่งซื้อน่าจะเป็นแบบปัวซอง จึงทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบแบบไคร์สแควร์

การทดสอบการกระจายของความน่าจะเป็นของอัตราการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้าจะต้องทราบพารามิเตอร์ของการกระจาย จึงใช้วิธีการประมาณค่าแบบจุดมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยที่พารามิเตอร์ของการกระจายแบบปัวซองซึ่งได้แก่ λ (อัตราการเกิดเฉลี่ย) โดยตัวประมาณค่าที่ใช้ คือ X (อัตราการสั่งซื้อน้ำมันเฉลี่ย) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.009 รายต่อชั่วโมง

จากค่า X ซึ่งเป็นตัวประมาณค่าของ λ เปิดค่าความน่าจะเป็นจากตารางค่าความน่าจะเป็นเมื่อ X เท่ากับ 3.009 รายต่อชั่วโมง และคำนวณค่าความถี่คาดหมายและค่า χ^2 ดังตารางที่ ก2

ตารางที่ ก2

การคำนวณค่าสถิติสำหรับทดสอบการกระจายความน่าจะเป็นของอัตราการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า

X	f(x)	E_i	O_i	$(O_i-E_i)^2/E_i$
0	0.04932	2,599	2,578	0.170
1	0.14843	7,822	7,827	0.003
2	0.22325	11,764	11,729	0.104
3	0.22397	11,802	11,836	0.098
4	0.16854	8,881	8,934	0.316
5	0.10147	5,347	5,347	0.000
6	0.05091	2,683	2,658	0.233
7	0.02190	1,154	1,204	2.166
8	0.00824	435	389	4.864
9	0.00270	143	132	0.846
10	0.00082	44	37	1.114
11	0.00021	12	16	1.333
12	0.00010	6	5	0.167
	0.9999	52,692	52,693	11.415

จากตารางที่ ก2 จะได้ค่าสถิติทดสอบ ได้แก่ χ^2 มีค่าเท่ากับ 11.415 และจากการเปิดตารางความน่าจะเป็นแบบไคร์แสควร์ ได้ค่า $\chi^2_{0.05,12-1-1}$ เท่ากับ 18.307 ซึ่งมีค่ามากกว่าสถิติทดสอบ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การกระจายความน่าจะเป็นของอัตราการสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้าเป็นแบบปัวซอง โดยมีระยะเวลาระหว่างคำสั่งซื้อ (Interarrival Time) เท่ากับ 19.94 นาที

2. **ชนิดน้ำมันที่ลูกค้าทำการสั่งซื้อ**

ตารางที่ ก3 ปริมาณน้ำมันแต่ละชนิดที่สถานีบริการน้ำมันทำการสั่งซื้อ
ในช่วงเดือนมกราคม 2542 – เดือนพฤศจิกายน 2543

สถานีบริการที่	น้ำมันเบนซิน 91	น้ำมันเบนซิน 95	น้ำมันดีเซล	รวม	สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อสะสม
1	3,728,000	4,880,000	8,560,000	17,168,000	0.0204
2	3,760,000	4,784,000	8,432,000	16,976,000	0.0405
3	3,920,000	4,720,000	7,312,000	15,952,000	0.0594
4	4,080,000	4,848,000	7,008,000	15,936,000	0.0783
5	4,016,000	4,816,000	7,360,000	16,192,000	0.0975
6	3,024,000	3,984,000	7,440,000	14,448,000	0.1147
7	3,120,000	4,240,000	7,680,000	15,040,000	0.1325
8	2,912,000	4,288,000	7,360,000	14,560,000	0.1498
9	3,040,000	4,064,000	7,552,000	14,656,000	0.1672
10	3,120,000	4,320,000	7,344,000	14,784,000	0.1847
11	3,200,000	4,464,000	7,264,000	14,928,000	0.2024
12	3,760,000	4,784,000	8,144,000	16,688,000	0.2222
13	3,904,000	4,944,000	8,368,000	17,216,000	0.2426
14	3,184,000	4,448,000	7,024,000	14,656,000	0.2600
15	3,120,000	4,256,000	7,552,000	14,928,000	0.2777
16	3,104,000	4,512,000	7,440,000	15,056,000	0.2956
17	3,984,000	4,880,000	7,280,000	16,144,000	0.3147
18	3,472,000	4,384,000	7,504,000	15,360,000	0.3329
19	3,440,000	4,672,000	7,360,000	15,472,000	0.3513
20	3,536,000	4,784,000	7,552,000	15,872,000	0.3701
21	3,360,000	4,528,000	7,456,000	15,344,000	0.3883
22	3,408,000	4,416,000	7,248,000	15,072,000	0.4062
23	3,376,000	4,704,000	7,376,000	15,456,000	0.4245
24	3,472,000	4,384,000	7,472,000	15,328,000	0.4427
25	3,648,000	4,768,000	7,424,000	15,840,000	0.4615

ตารางที่ ก3 (ต่อ) ปริมาณน้ำมันแต่ละชนิดที่สถานีบริการน้ำมันทำการสั่งซื้อ
ในช่วงเดือนมกราคม 2542 – เดือนพฤศจิกายน 2543

สถานีบริการที่	น้ำมันเบนซิน 91	น้ำมันเบนซิน 95	น้ำมันดีเซล	รวม	สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อสะสม
26	3,568,000	4,512,000	7,504,000	15,584,000	0.4800
27	3,168,000	4,064,000	7,344,000	14,576,000	0.4973
28	3,984,000	5,024,000	7,632,000	16,640,000	0.5170
29	3,760,000	5,072,000	7,504,000	16,336,000	0.5364
30	3,920,000	4,944,000	7,664,000	16,528,000	0.5560
31	3,280,000	4,592,000	7,648,000	15,520,000	0.5744
32	3,200,000	4,416,000	7,472,000	15,088,000	0.5923
33	2,864,000	4,096,000	6,992,000	13,952,000	0.6088
34	2,640,000	4,160,000	7,136,000	13,936,000	0.6254
35	3,008,000	3,904,000	6,688,000	13,600,000	0.6415
36	3,040,000	4,304,000	6,800,000	14,144,000	0.6583
37	3,360,000	4,640,000	7,600,000	15,600,000	0.6768
38	3,440,000	4,592,000	7,504,000	15,536,000	0.6952
39	3,648,000	4,464,000	7,680,000	15,792,000	0.7139
40	2,912,000	4,256,000	6,464,000	13,632,000	0.7301
41	3,200,000	4,512,000	6,912,000	14,624,000	0.7474
42	3,024,000	4,432,000	7,168,000	14,624,000	0.7648
43	3,968,000	4,880,000	7,968,000	16,816,000	0.7847
44	3,760,000	4,864,000	7,280,000	15,904,000	0.8036
45	3,920,000	5,072,000	7,184,000	16,176,000	0.8228
46	3,408,000	4,608,000	7,344,000	15,360,000	0.8410
47	3,984,000	4,816,000	7,824,000	16,624,000	0.8607
48	3,360,000	4,352,000	7,200,000	14,912,000	0.8784
49	3,184,000	4,336,000	7,168,000	14,688,000	0.8958
50	3,104,000	4,464,000	7,088,000	14,656,000	0.9132
51	3,168,000	4,608,000	7,280,000	15,056,000	0.9311
52	2,992,000	4,480,000	6,864,000	14,336,000	0.9481

ตารางที่ ก3 (ต่อ) ปริมาณน้ำมันแต่ละชนิดที่สถานีบริการน้ำมันทำการสั่งซื้อ
ในช่วงเดือนมกราคม 2542 – เดือนพฤศจิกายน 2543

สถานีบริการที่	น้ำมันเบนซิน 91	น้ำมันเบนซิน 95	น้ำมันดีเซล	รวม	สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อสะสม
53	2,480,000	4,448,000	7,264,000	14,192,000	0.9649
54	3,104,000	4,640,000	7,312,000	15,056,000	0.9828
55	3,072,000	4,432,000	7,024,000	14,528,000	1.0000
รวม	186,208,000	249,856,000	407,024,000	843,088,000	

จากตารางที่ ก3 ปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการทั้ง 55 แห่ง ในช่วงเดือนมกราคม 2542 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2543 มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 843,088,000 ลิตร แบ่งเป็นน้ำมันเบนซิน 91 ปริมาณ 186,208,000 ลิตร คิดเป็น 22.09 % ของปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันทั้งหมด, น้ำมันเบนซิน 95 ปริมาณ 249,856,000 ลิตร คิดเป็น 29.63 % ของปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันทั้งหมด และน้ำมันดีเซลปริมาณ 407,024,000 ลิตร คิดเป็น 48.28% ของปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันทั้งหมด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. เวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน

จากการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแต่ละหัวจ่าย ได้ผลดังตารางที่ ก4

ตารางที่ ก4 เวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตร
จากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน

หน่วย : นาที

	หัวจ่ายน้ำมันที่							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
เบนซิน91	เบนซิน91	เบนซิน91	เบนซิน95	เบนซิน95	เบนซิน95	ดีเซล	ดีเซล	ดีเซล
23.62	23.35	23.62	23.68	23.08	23.20	23.25	23.07	23.03
23.55	23.62	23.13	23.27	23.52	23.88	23.45	23.40	23.43
23.30	23.73	23.35	23.42	23.28	23.27	23.72	23.58	23.58
23.02	23.70	23.77	23.62	23.60	23.58	23.47	23.33	23.86
23.87	23.12	23.42	23.45	23.77	23.30	23.13	23.38	23.55
23.17	23.43	23.28	23.13	23.47	23.52	23.32	23.72	23.37
23.52	23.05	23.32	23.88	23.15	23.10	23.72	23.62	23.60
23.70	23.52	23.15	23.48	23.55	23.72	23.68	23.65	23.42
23.43	23.28	23.57	23.67	23.88	23.30	23.92	23.25	23.53
23.37	23.78	23.75	23.32	23.93	23.57	23.63	23.37	23.12
234.55	234.58	234.36	234.92	235.23	234.44	235.29	234.37	234.49

จากข้อมูลในตารางที่ ก4 ทำการทดสอบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรของแต่ละหัวจ่ายน้ำมัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน เนื่องจากปัจจัยเดี่ยวและ Block

โดยที่ความแปรผันของระยะเวลาในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน (ตัวแปรตาม) คาดว่ามาจากอิทธิพลของหัวจ่ายน้ำมันแต่ละหัวจ่าย ดังนั้นรูปแบบของความแปรผันของตัวแปรตาม, X_{ij}, จึงเขียนได้เป็น $X_{ij} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$

จากการคำนวณสามารถสรุปตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน ได้ดังตารางที่ ก5

ตารางที่ ก5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมัน ปริมาณ 16,000 ลิตรของแต่ละหัวจ่ายน้ำมัน

แหล่งความแปรผัน	ดีกรีของความอิสระ	ผลบวกกำลังสอง	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง	F
ปัจจัย (หัวจ่าย)	8	0.1050	0.0131	0.2187
ความผิดพลาดแบบสุ่ม	81	4.8498	0.0599	
รวม	89	4.9548		

จากตารางที่ ก5 ได้ค่าสถิติทดสอบ (F) เท่ากับ 0.2187 และทำการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5% เมื่อเปิดตารางการกระจายความน่าจะเป็นแบบ F ได้ค่า $F_{0.05,8,81}$ เท่ากับ 2.07 ซึ่งมีค่ามากกว่าสถิติทดสอบ จึงสามารถสรุปได้ว่า เวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรของหัวจ่ายน้ำมันทั้ง 9 หัวจ่ายมีค่าเท่ากัน

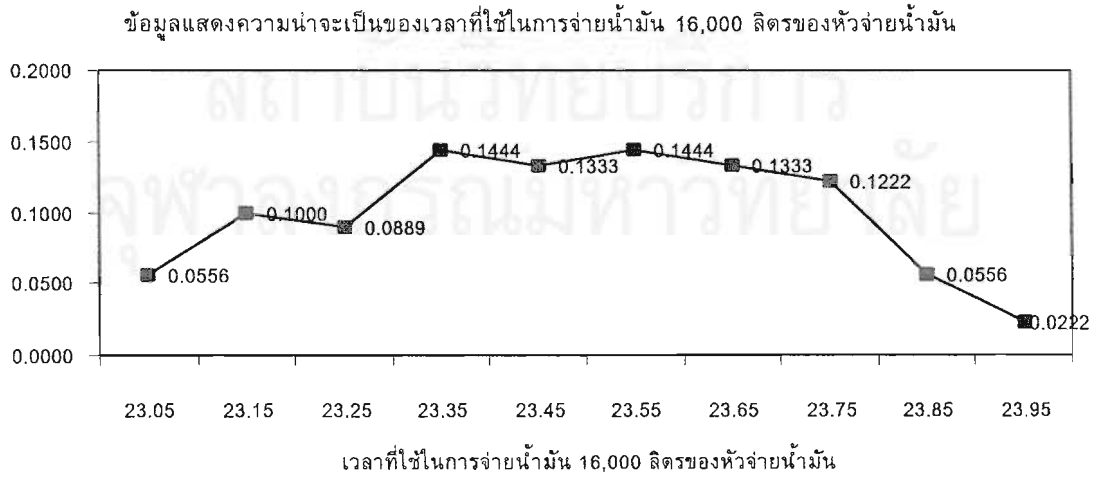
หลังจากทดสอบแล้วว่า เวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรของหัวจ่ายทั้ง 9 หัวจ่ายมีค่าเท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 5% จะทำการทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรของแต่ละหัวจ่ายน้ำมัน โดยใช้ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมันจากตารางที่ ก4 นำมาหาความถี่และความน่าจะเป็น ได้ผลดังตารางที่ ก6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก6 ความถี่และความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมัน
ปริมาณ 16,000 ลิตรของหัวจ่ายน้ำมัน

เวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมัน 16,000 ลิตร	ความถี่	ความน่าจะเป็น
$X < 23.1$	5	0.0556
$23.1 \leq X < 23.2$	9	0.1000
$23.2 \leq X < 23.3$	8	0.0889
$23.3 \leq X < 23.4$	13	0.1444
$23.4 \leq X < 23.5$	12	0.1333
$23.5 \leq X < 23.6$	13	0.1444
$23.6 \leq X < 23.7$	12	0.1333
$23.7 \leq X < 23.8$	11	0.1222
$23.8 \leq X < 23.9$	5	0.0556
$X \geq 23.9$	2	0.0222
รวม	90	1.0000

จากตารางที่ ก6 ทำการทำการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมัน 16,000 ลิตรกับความน่าจะเป็น เพื่อพิจารณาลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมัน 16,000 ลิตรได้ผลดังรูปที่ ก2



รูปที่ ก2 การกระจายของความน่าจะเป็นของเวลาที่ในการจัดจ่ายน้ำมัน
ปริมาณ 16,000 ลิตรของหัวจ่ายน้ำมัน

จากตารางที่ ก6 และรูปที่ ก2 คาดว่าลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรของหัวจ่ายน้ำมันน่าจะเป็นแบบนอร์มอล จึงทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบแบบไคร์สแควร์

กรณีที่ข้อมูลมาจากประชากรที่มีการกระจายของความน่าจะเป็นแบบนอร์มอลจะประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่งได้แก่ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง (X) เท่ากับ 23.47 นาที และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24 นาที และทำการคำนวณหาความถี่คาดหมายของเวลาที่ใช้ในการจ่ายน้ำมัน 16,000 ลิตร โดยมีลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นแบบนอร์มอลได้ดังตารางที่ ก7

ตารางที่ ก7 ความถี่คาดหมายของเวลาที่ใช้ในการจ่ายน้ำมัน 16,000 ลิตร
โดยมีลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นแบบนอร์มอล

ช่วงที่	เวลาที่ใช้ในการจ่ายน้ำมัน 16,000 ลิตร (X)	$Z = \frac{X - 23.47}{0.24}$	ความน่าจะเป็นแบบนอร์มอล	ความถี่คาดหมาย (E_i)
1	$X < 23.1$	-1.565	0.0588	5.292
2	$23.1 \leq X < 23.2$	-1.141	0.0681	6.129
3	$23.2 \leq X < 23.3$	-0.717	0.1098	9.885
4	$23.3 \leq X < 23.4$	-0.293	0.1481	13.329
5	$23.4 \leq X < 23.5$	0.130	0.1669	15.025
6	$23.5 \leq X < 23.6$	0.130	0.1585	14.265
7	$23.6 \leq X < 23.7$	0.554	0.1258	11.322
8	$23.7 \leq X < 23.8$	0.978	0.0835	7.515
9	$23.8 \leq X < 23.9$	1.402	0.0466	4.192
10	$X \geq 23.9$	1.826	0.0339	3.053
	รวม	90	1.000	90

จากตารางที่ ก7 ทำการคำนวณค่าสถิติทดสอบได้ดังตารางที่ ก8

ตารางที่ ก8 สถิติทดสอบการกระจายความน่าจะเป็นของ
เวลาที่ใช้ในการจ่ายน้ำมัน 16,000 ลิตร

ช่วงที่	เวลาที่ใช้ในการจ่ายน้ำมัน 16,000 ลิตร (X)	O_i	E_i	สถิติทดสอบ $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
1	$X < 23.1$	5	5.292	0.016
2	$23.1 \leq X < 23.2$	9	6.129	1.345
3	$23.2 \leq X < 23.3$	8	9.885	0.359
4	$23.3 \leq X < 23.4$	13	13.329	0.008
5	$23.4 \leq X < 23.5$	12	15.025	0.609
6	$23.5 \leq X < 23.6$	13	14.265	0.112
7	$23.6 \leq X < 23.7$	12	11.322	0.041
8	$23.7 \leq X < 23.8$	11	7.515	1.616
9	$23.8 \leq X < 23.9$	5	7.245	0.008
10	$X \geq 23.9$	2 รวมเป็น 7		
	รวม	90	90	4.114

จากตารางที่ ก8 ค่าสถิติทดสอบ χ^2 มีค่าเท่ากับ 4.114 จากการเปิดตารางการกระจายความน่าจะเป็นแบบไคร์สแควร์ได้ค่า $\chi^2_{0.95,8}$ เท่ากับ 12.592 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าสถิติทดสอบ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตร มีการกระจายความน่าจะเป็นแบบนอร์มอลที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.47 นาที และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24 นาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. เวลาที่รถขนส่งน้ำมันเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการแต่ละแห่ง

เวลาที่รถขนส่งน้ำมันเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการแต่ละแห่งย่อมใช้เวลาแตกต่างกันไป ทำการเก็บข้อมูลเวลาที่รถขนส่งน้ำมันเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการทั้ง 55 แห่ง โดยเก็บข้อมูลจำนวน 50 ข้อมูลเพื่อหาค่าเฉลี่ยสำหรับสถานีบริการแต่ละแห่ง ได้ผลดังตารางที่ ก9

ตารางที่ ก9 เวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถขนส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน

สถานีบริการแห่งที่	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (นาที)
1	11.98
2	11.91
3	43.94
4	43.02
5	43.96
6	55.57
7	55.89
8	90.48
9	89.90
10	90.54
11	110.60
12	111.42
13	111.72
14	115.51
15	116.23
16	116.48
17	117.38
18	138.06
19	137.51
20	135.73
21	136.94

สถานีบริการแห่งที่	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (นาที)
22	153.71
23	153.94
24	153.04
25	153.76
26	152.16
27	151.69
28	160.98
29	160.90
30	160.60
31	164.56
32	165.64
33	173.80
34	172.16
35	172.39
36	175.92
37	195.37
38	196.06
39	196.27
40	195.51
41	205.80
42	204.75

ตารางที่ ก9 (ต่อ) เวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถขนส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน

สถานีบริการแห่งที่	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (นาที)
43	204.16
44	212.18
45	211.94
46	211.72
47	235.59
48	253.41
49	256.26

สถานีบริการแห่งที่	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (นาที)
50	258.06
51	258.55
52	256.08
53	261.79
54	308.75
55	379.86

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
การสร้างแบบจำลองโดยโปรแกรม ARENA

โปรแกรม ARENA เป็นโปรแกรมที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองของระบบการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน ประกอบด้วยส่วนประกอบใหญ่ ๆ 2 ส่วน คือ โครงร่างแบบจำลอง (Model Frame) ซึ่งใช้ในการกำหนดรายละเอียดขั้นตอนของแบบจำลองที่ต้องการ และ โครงร่างการทดลองแบบจำลอง (Experimental Frame) ใช้ในการกำหนดองค์ประกอบของแบบจำลองและรูปแบบในการรันแบบจำลองตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

1. โครงร่างแบบจำลอง (Model Frame)

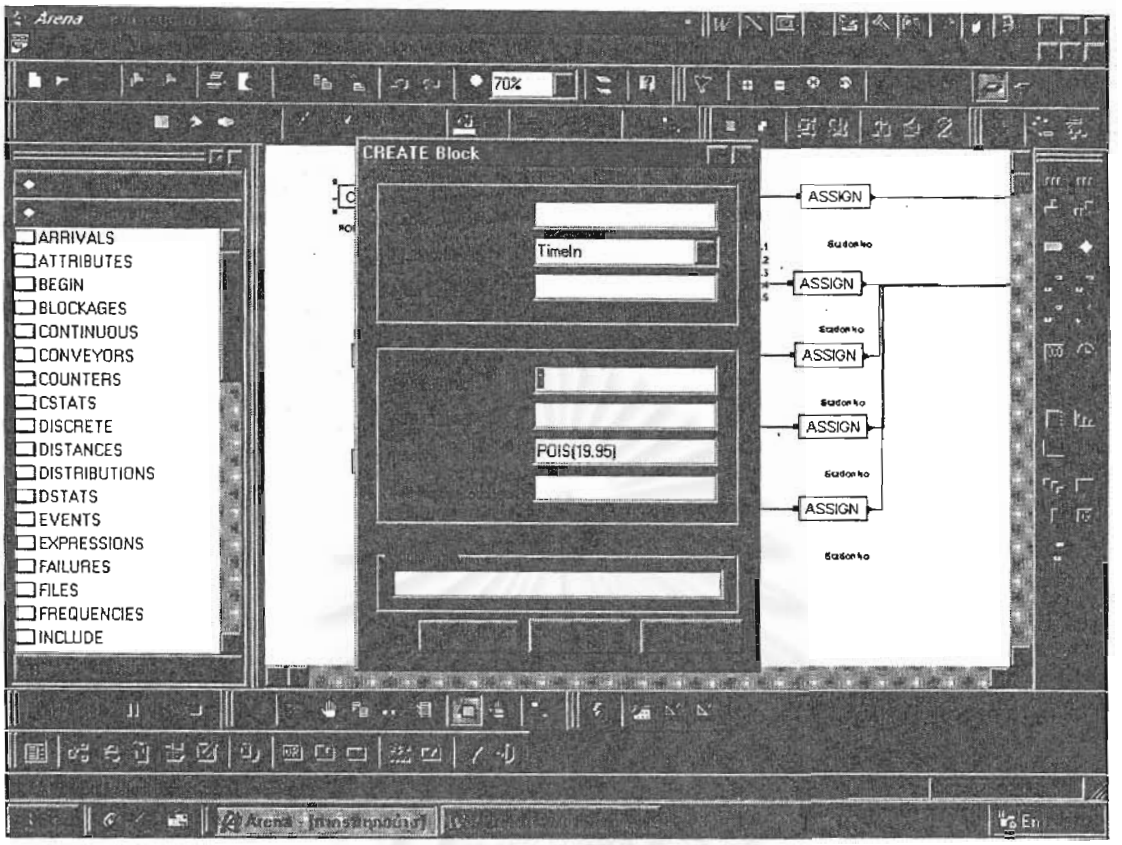
ใช้ในการกำหนดขั้นตอนต่าง ๆ ของแบบจำลองการจัดส่งน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมัน โครงร่างแบบจำลองจะประกอบด้วย Block ต่าง ๆ ซึ่งใช้ในการกำหนดรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของแบบจำลอง มีรายละเอียดดังนี้

1.1 CREATE Block

ใช้ในการกำหนดเวลาที่ลูกค้าสั่งซื้อน้ำมันเข้ามาที่คลังน้ำมัน ซึ่งมีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบปัวซอง โดยมีระยะห่างเวลาระหว่างแต่ละคำสั่งซื้อ (Interarrival Time) เฉลี่ยเท่ากับ 19.95 นาที นอกจากนี้ CREATE Block ยังใช้ในการกำหนดให้ทำการเก็บข้อมูลเวลาที่ลูกค้าสั่งซื้อ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการหาเวลาตอบสนอง รายละเอียดของ CREATE Block แสดงดังรูปที่ ข1

POIS (19.95)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข1 รายละเอียดของ CREATE Block

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 ASSIGN Block

ใช้ในการกำหนดรายละเอียดของคำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า ได้แก่

1) ชนิดน้ำมันที่สั่งซื้อ (OilType) จากข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันแต่ละชนิดของสถานีบริการน้ำมัน สรุปได้ว่า ชนิดน้ำมันที่สั่งซื้อ ประกอบด้วย น้ำมันเบนซิน 91 เท่ากับ 22% น้ำมันเบนซิน 95 เท่ากับ 30% และน้ำมันดีเซลเท่ากับ 48%

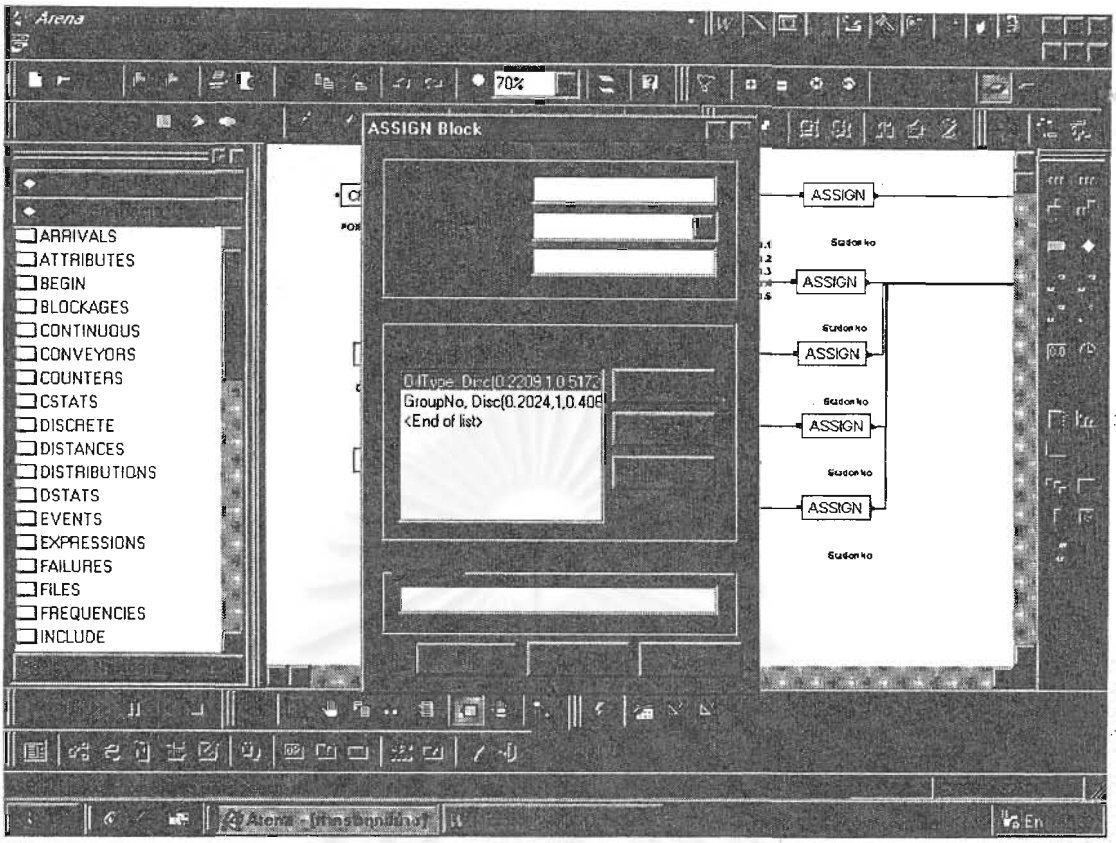
2) กลุ่มสถานีบริการน้ำมัน (GroupNo) สาเหตุที่ต้องทำการแบ่งสถานีบริการน้ำมันออกเป็น 4 กลุ่ม เนื่องมาจากข้อจำกัดของ ASSIGN Block ที่สามารถกำหนดค่าต่าง ๆ ต่อ Block ได้สูงสุดประมาณ 14 ค่า ดังนั้น การกำหนดค่าต่าง ๆ ของสถานีบริการแต่ละแห่งซึ่งมีทั้งหมด 55 แห่ง จึงต้องใช้ ASSIGN Block ทั้งหมด 4 Block โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยสถานีบริการแห่งที่ 1 ถึง 14 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยสถานีบริการแห่งที่ 15 ถึง 28 กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยสถานีบริการแห่งที่ 29 ถึง 42 และกลุ่มที่ 4 ประกอบด้วยสถานีบริการแห่งที่ 43 ถึง 55 โดยสัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันรวมของสถานีบริการแต่ละกลุ่มสรุปดังตารางที่ ข1

ตารางที่ ข1 สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการน้ำมันแต่ละกลุ่ม

กลุ่มที่	สถานีบริการแห่งที่	ปริมาณการสั่งซื้อน้ำมัน (ลิตร)	สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันสะสม
1	1 ถึง 11	170,640,000	0.2024
2	12 ถึง 22	171,808,000	0.4062
3	23 ถึง 33	170,848,000	0.6088
4	34 ถึง 44	164,208,000	0.8036
5	45 ถึง 55	165,584,000	1.0000
รวม		843,088,000	

OilType

GroupNo



รูปที่ ข2 รายละเอียดของ ASSIGN Block

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 BRANCH Block

ใช้ในการจำแนกคำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้าออกตามกลุ่มของสถานีบริการน้ำมัน ภายหลังการกำหนดกลุ่มของสถานีบริการแต่ละแห่งตามได้ระบุใน ASSIGN Block ในข้อ 1.2 รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข3

[redacted]

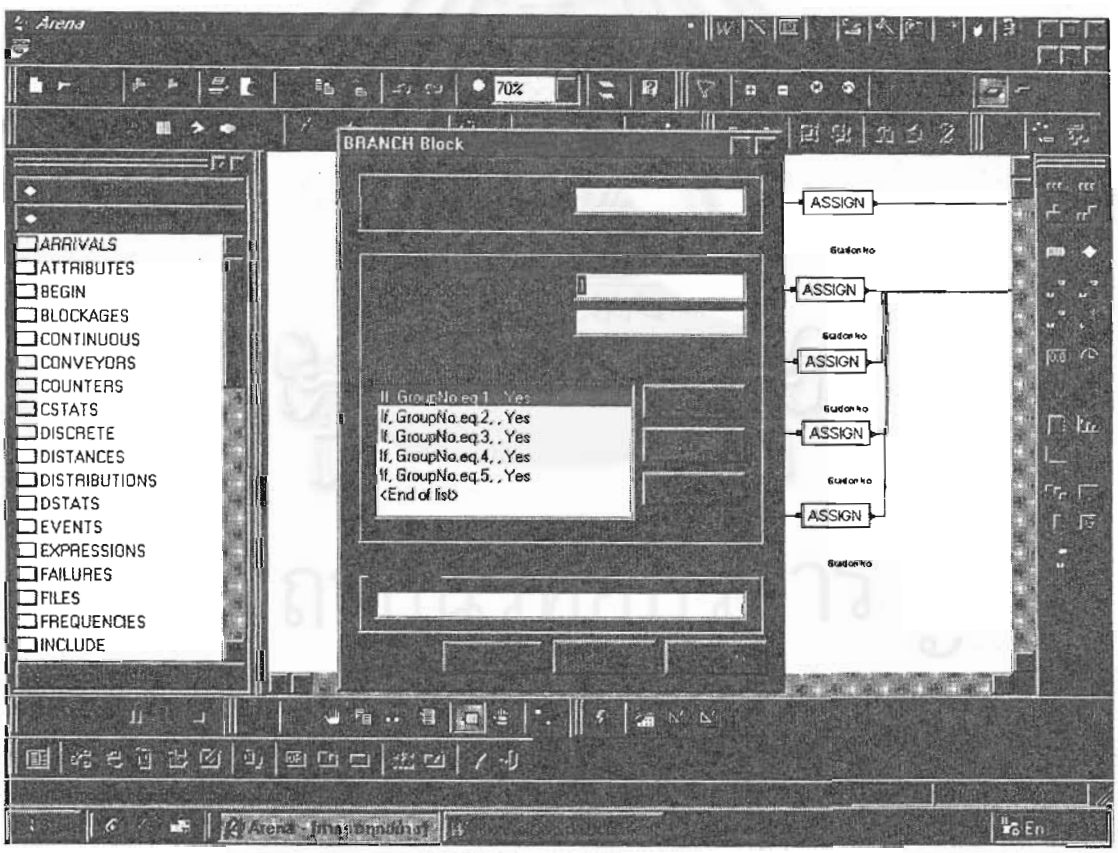
GroupNo.eq.1

GroupNo.eq.2

GroupNo.eq.3

GroupNo.eq.4

GroupNo.eq.5



รูปที่ ข3 รายละเอียดของ BRANCH Block

1.4 ASSIGN Block

ใช้ในการกำหนดสถานีบริการแห่งที่ทำการสั่งซื้อน้ำมัน เนื่องจากข้อจำกัดของ ASSIGN Block ที่สามารถกำหนดค่าต่าง ๆ ได้สูงสุดประมาณ 14 ค่าต่อ 1 Block ดังนั้น การกำหนดสถานีบริการแห่งที่ทำการสั่งซื้อน้ำมันซึ่งมีทั้งสิ้น 55 แห่ง จึงต้องใช้ ASSIGN Block จำนวน 4 Block โดยแต่ละ Block จะใช้ในการกำหนดสถานีบริการน้ำมันที่อยู่ในแต่ละกลุ่ม ได้แก่

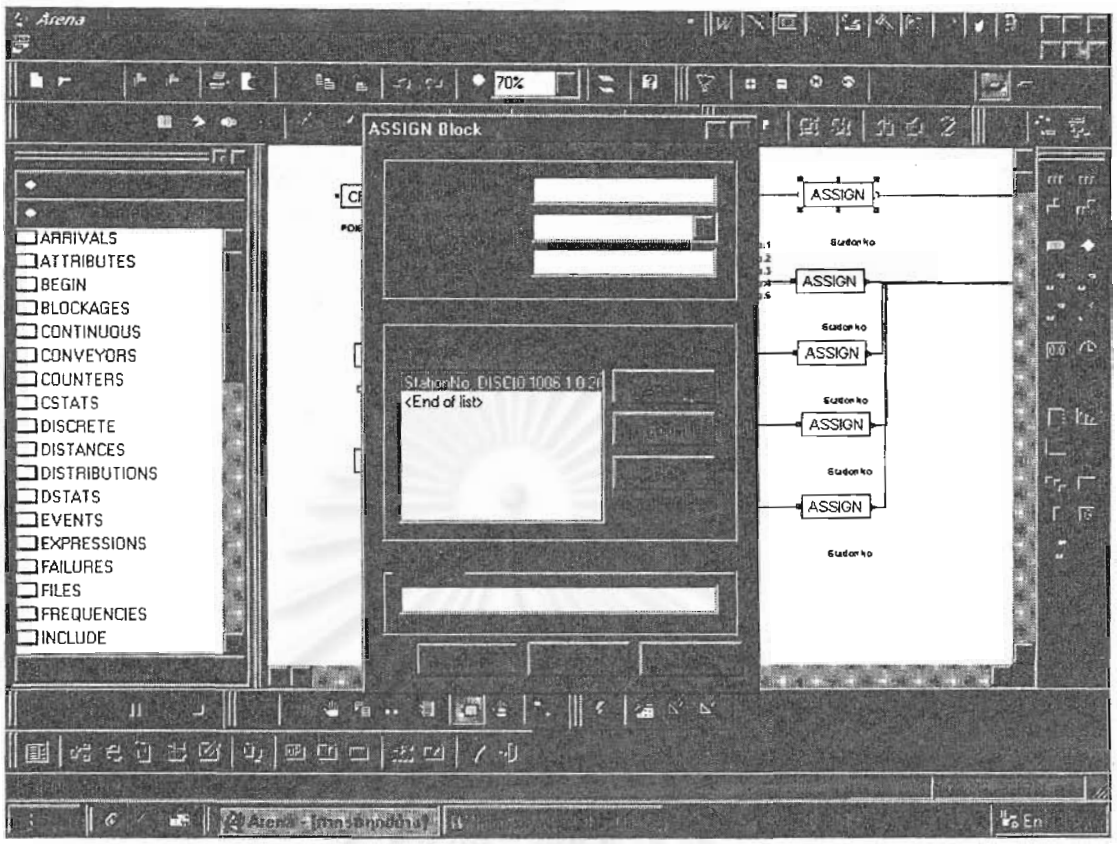
1) ASSIGN Block ที่ 1

ใช้ในการกำหนดสถานีบริการกลุ่มที่ 1 ที่ทำการสั่งซื้อน้ำมัน ได้แก่ สถานีบริการแห่งที่ 1-11 จากข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันแต่ละชนิดของสถานีบริการน้ำมันแห่งที่ 1-11 สามารถสรุปสัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการแต่ละแห่งได้ดังตารางที่ ข2

ตารางที่ ข2 สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการน้ำมันกลุ่มที่ 1

สถานีบริการแห่งที่	ปริมาณการสั่งซื้อน้ำมัน (ลิตร)	สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันสะสม
1	17,168,000	0.1006
2	16,976,000	0.2000
3	15,952,000	0.2936
4	15,936,000	0.3870
5	16,192,000	0.4819
6	14,448,000	0.5665
7	15,040,000	0.6547
8	14,560,000	0.74
9	14,656,000	0.8259
10	14,784,000	0.9125
11	14,928,000	1.0000
รวม	170,640,000	

StationNo



รูปที่ ข4 รายละเอียดของ ASSIGN Block ที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) ASSIGN Block ที่ 2

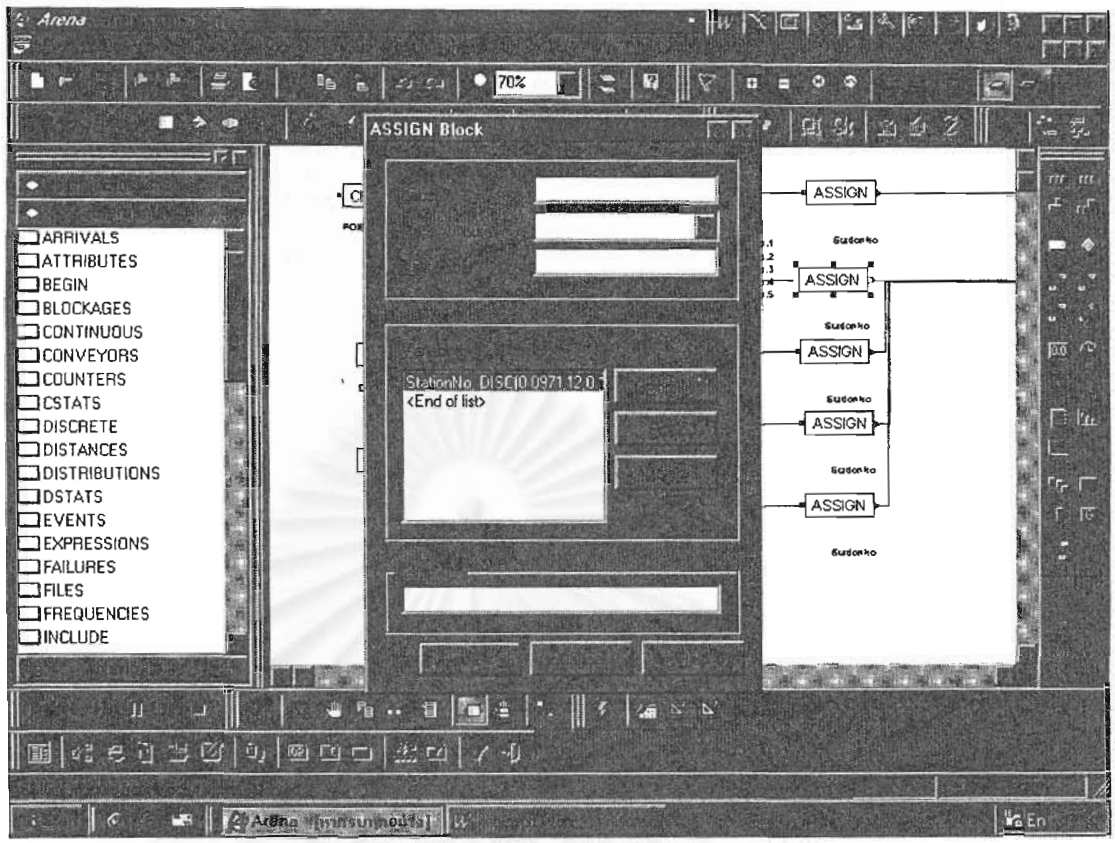
ใช้ในการกำหนดสถานีบริการกลุ่มที่ 2 ที่ทำการสั่งซื้อน้ำมัน ได้แก่ สถานีบริการแห่งที่ 12-22 จากข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันแต่ละชนิดของสถานีบริการน้ำมันแห่งที่ 12-22 สามารถสรุปสัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการแต่ละแห่งได้ดังตารางที่ ข3

ตารางที่ ข3 สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการน้ำมันกลุ่มที่ 2

สถานีบริการแห่งที่	ปริมาณการสั่งซื้อน้ำมัน (ลิตร)	สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันสะสม
12	16,688,000	0.0971
13	17,216,000	0.1973
14	14,656,000	0.2826
15	14,928,000	0.3695
16	15,056,000	0.4572
17	16,144,000	0.5511
18	15,360,000	0.6405
19	15,472,000	0.7306
20	15,872,000	0.8230
21	15,344,000	0.9122
22	15,072,000	1.0000
รวม	171,808,000	

StationNo

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข5 รายละเอียดของ ASSIGN Block ที่ 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) ASSIGN Block ที่ 3

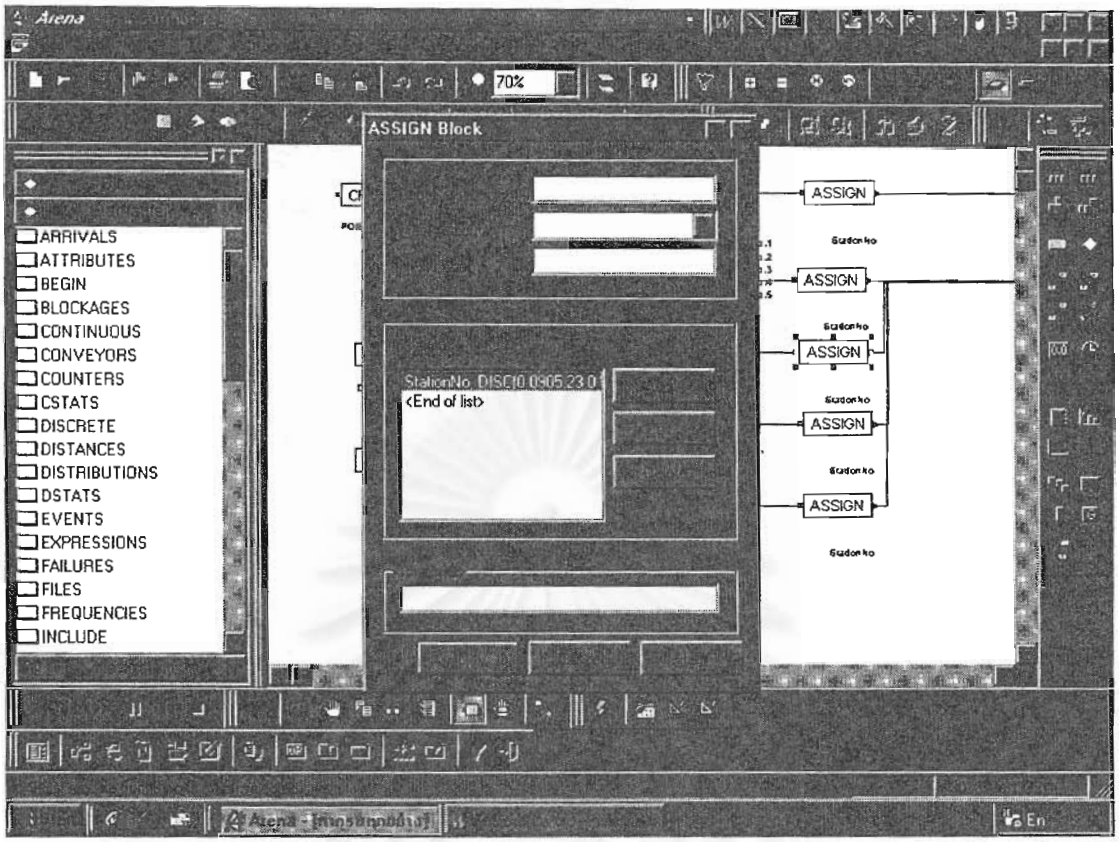
ใช้ในการกำหนดสถานีบริการกลุ่มที่ 3 ที่ทำการสั่งซื้อน้ำมัน ได้แก่ สถานีบริการแห่งที่ 23-33 จากข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันแต่ละชนิดของสถานีบริการน้ำมันแห่งที่ 23-33 สามารถสรุปสัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการแต่ละแห่งได้ดังตารางที่ ข4

ตารางที่ ข4 สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการน้ำมันกลุ่มที่ 3

สถานีบริการแห่งที่	ปริมาณการสั่งซื้อน้ำมัน (ลิตร)	สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันสะสม
23	15,456,000	0.0905
24	15,328,000	0.1802
25	15,840,000	0.2729
26	15,584,000	0.3641
27	14,576,000	0.4494
28	16,640,000	0.5468
29	16,336,000	0.6424
30	16,528,000	0.7392
31	15,520,000	0.8300
32	15,088,000	0.9183
33	13,952,000	1.0000
รวม	170,848,000	

StationNo

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข6 รายละเอียดของ ASSIGN Block ที่ 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

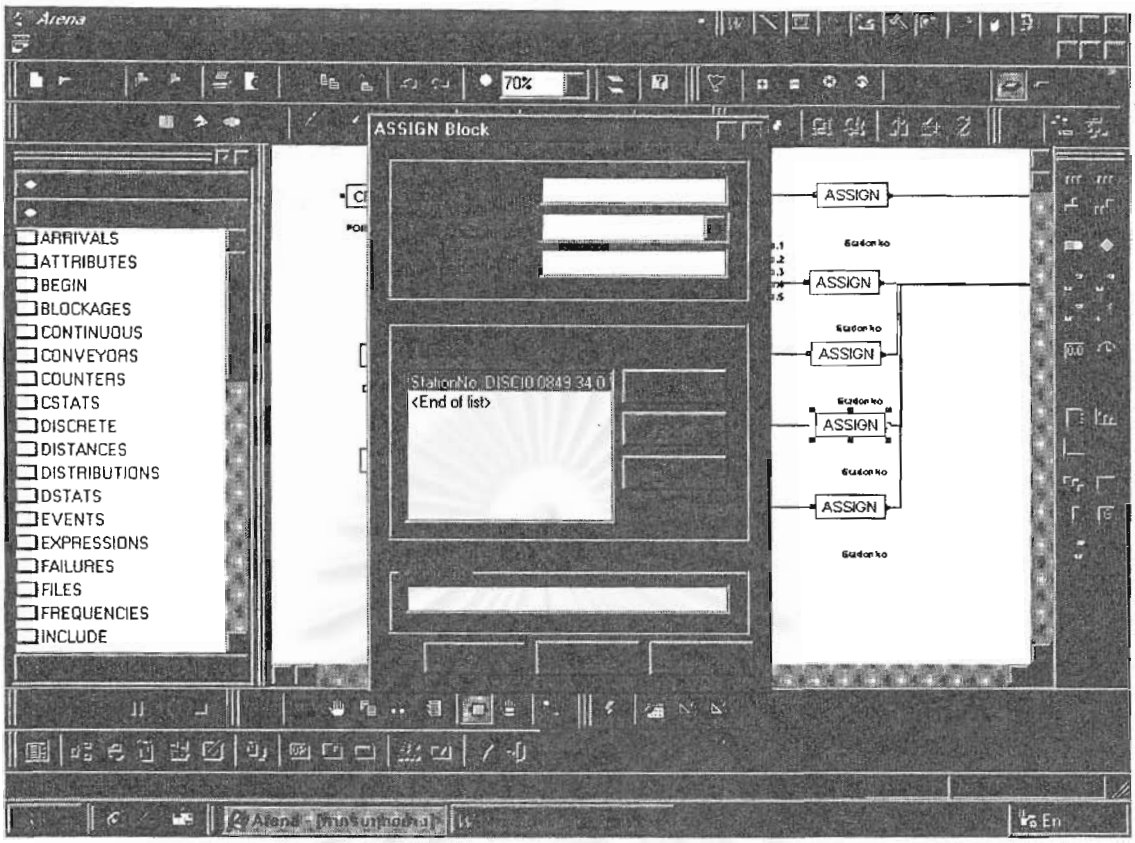
4) ASSIGN Block ที่ 4

ใช้ในการกำหนดสถานีบริการกลุ่มที่ 4 ที่ทำการสั่งซื้อน้ำมัน ได้แก่ สถานีบริการแห่งที่ 34-44 จากข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันแต่ละชนิดของสถานีบริการน้ำมันแห่งที่ 34-44 สามารถสรุปสัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการแต่ละแห่งได้ดังตารางที่ ข5

ตารางที่ ข5 สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการน้ำมันกลุ่มที่ 4

สถานีบริการแห่งที่	ปริมาณการสั่งซื้อน้ำมัน (ลิตร)	สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันสะสม
34	13,936,000	0.0849
35	13,600,000	0.1677
36	14,144,000	0.2538
37	15,600,000	0.3488
38	15,536,000	0.4434
39	15,792,000	0.5396
40	13,632,000	0.6226
41	14,624,000	0.7117
42	14,624,000	0.8007
43	16,816,000	0.9031
44	15,904,000	1.0000
รวม	164,208,000	

StationNo



รูปที่ ข7 รายละเอียดของ ASSIGN Block ที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5) ASSIGN Block ที่ 5

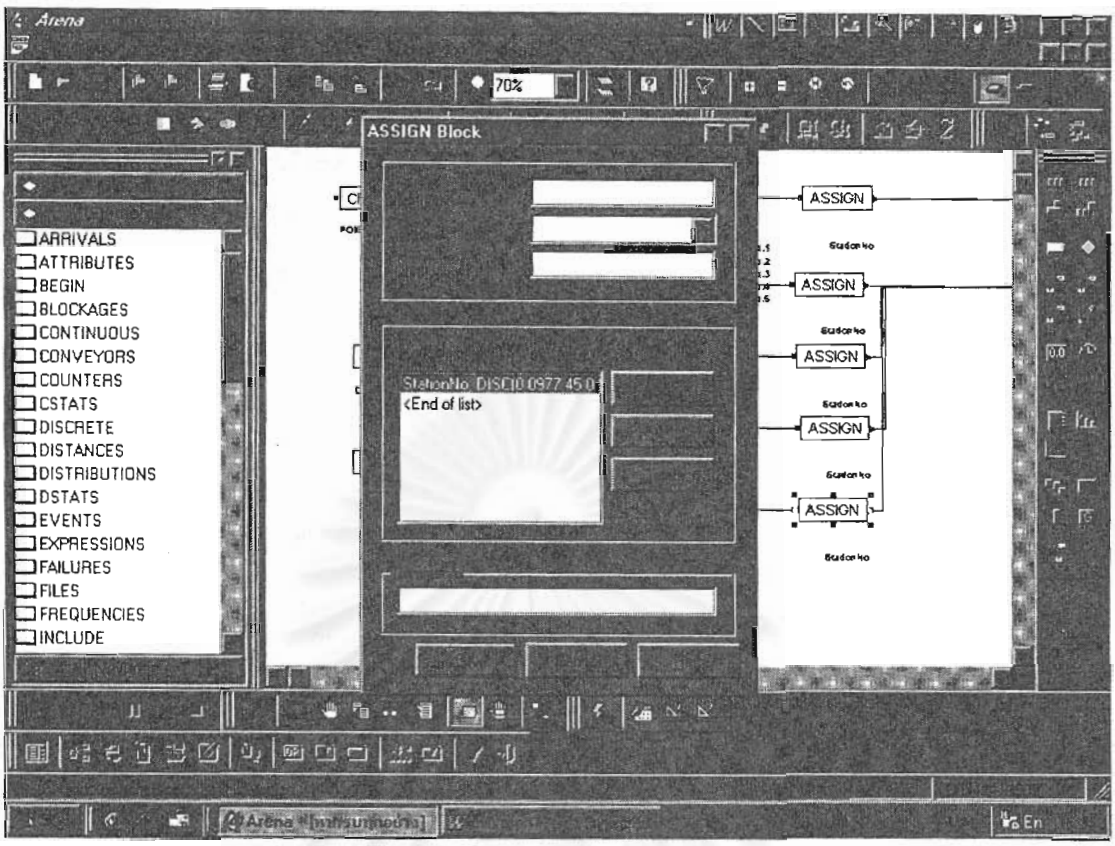
ใช้ในการกำหนดสถานีบริการกลุ่มที่ 5 ที่ทำการสั่งซื้อน้ำมัน ได้แก่ สถานีบริการแห่งที่ 45-55 จากข้อมูลปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันแต่ละชนิดของสถานีบริการน้ำมันแห่งที่ 45-55 สามารถสรุปสัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการแต่ละแห่งได้ดังตารางที่ ข6

ตารางที่ ข6 สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันของสถานีบริการน้ำมันกลุ่มที่ 5

สถานีบริการแห่งที่	ปริมาณการสั่งซื้อน้ำมัน (ลิตร)	สัดส่วนปริมาณการสั่งซื้อน้ำมันสะสม
45	16,176,000	0.0977
46	15,360,000	0.1904
47	16,624,000	0.2908
48	14,912,000	0.3809
49	14,688,000	0.4696
50	14,656,000	0.5581
51	15,056,000	0.6490
52	14,336,000	0.7356
53	14,192,000	0.8213
54	15,056,000	0.9123
55	14,528,000	1.0000
รวม	165,584,000	

StationNo

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข8 รายละเอียดของ ASSIGN Block ที่ 5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 BRANCH Block

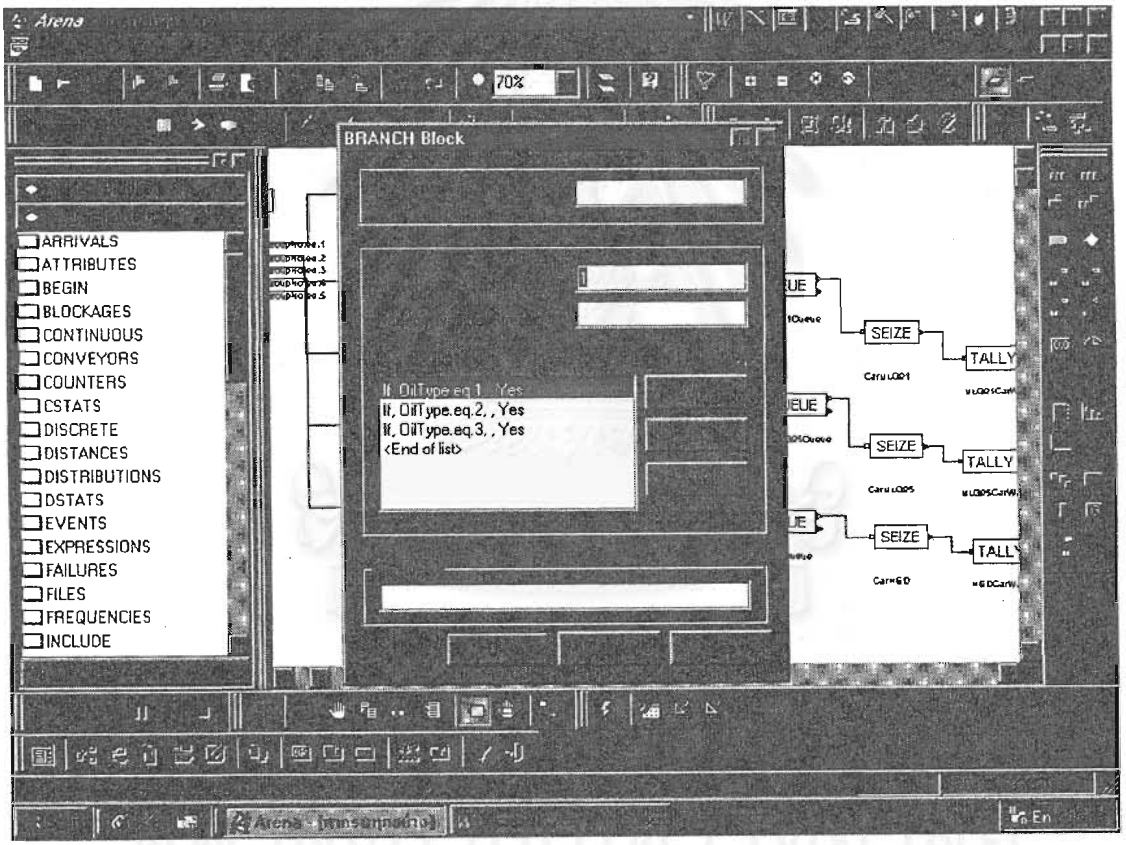
ใช้ในการจำแนกคำสั่งซื้อของลูกค้าตามชนิดของน้ำมันที่ลูกค้าทำการสั่งซื้อ ได้แก่ น้ำมันเบนซิน 91, น้ำมันเบนซิน 95 และน้ำมันดีเซล เพื่อจัดแยกไปยังแถวคอยของรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข9

[redacted]

OilType.eq.1

OilType.eq.2

OilType.eq.3

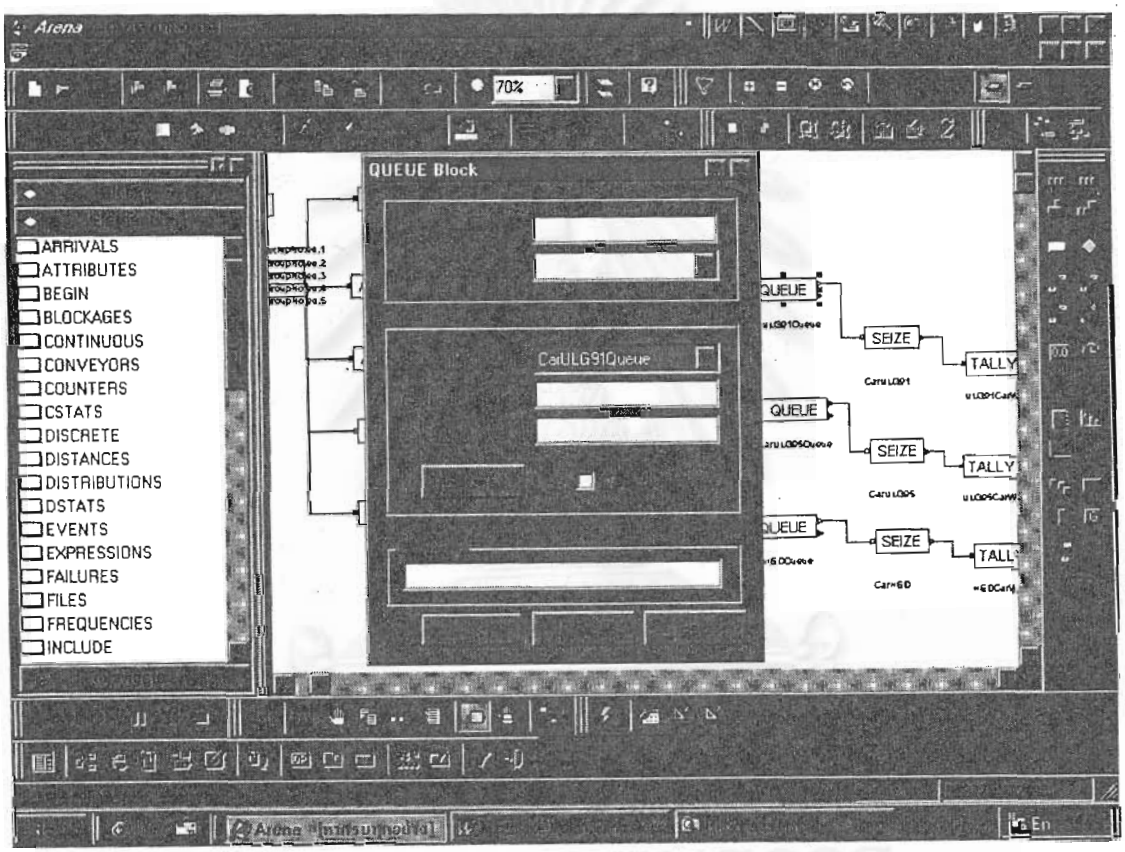


รูปที่ ข9 รายละเอียดของ BRANCH Block

1.6 QUEUE Block

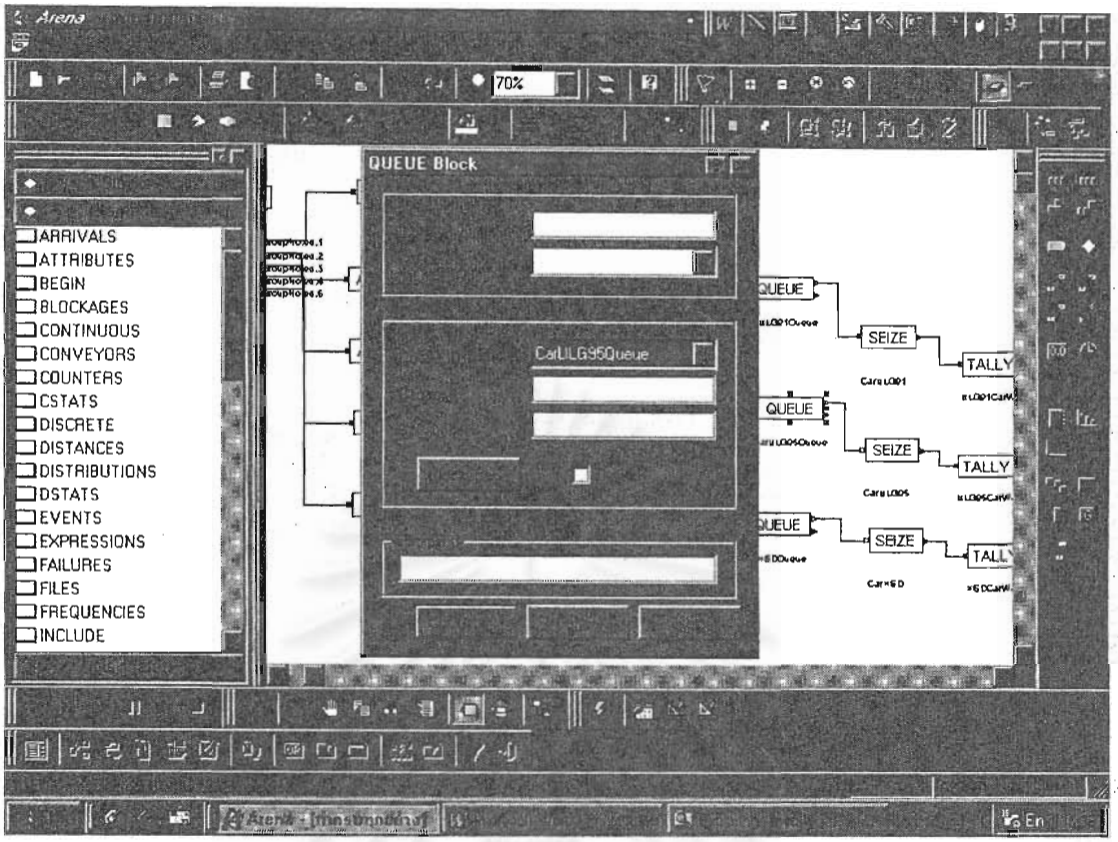
ใช้ในการสร้างแถวคอยการรับบริการรถขนส่งน้ำมันแต่ละชนิดตามคำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข10

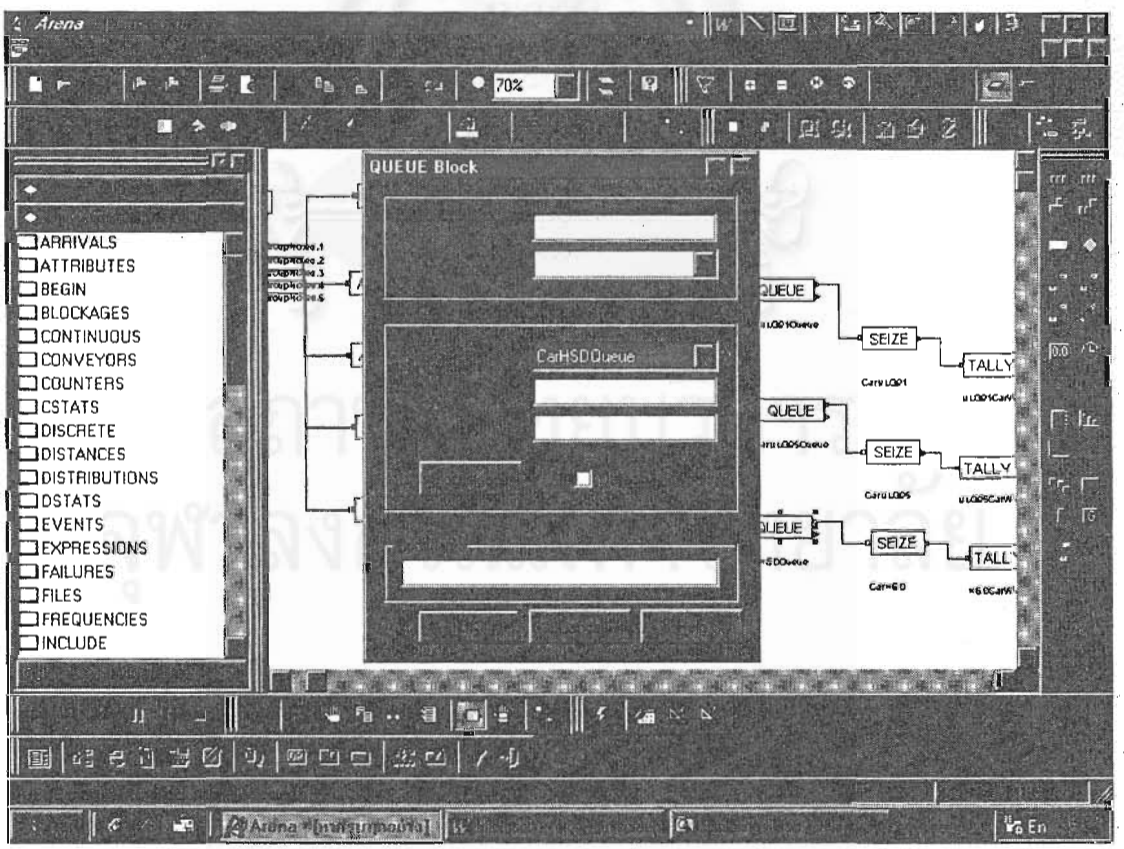
[redacted] CarULG91Queue [redacted] CarULG95Queue [redacted] HSDQueue



รูปที่ ข10 รายละเอียดของ QUEUE Block

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



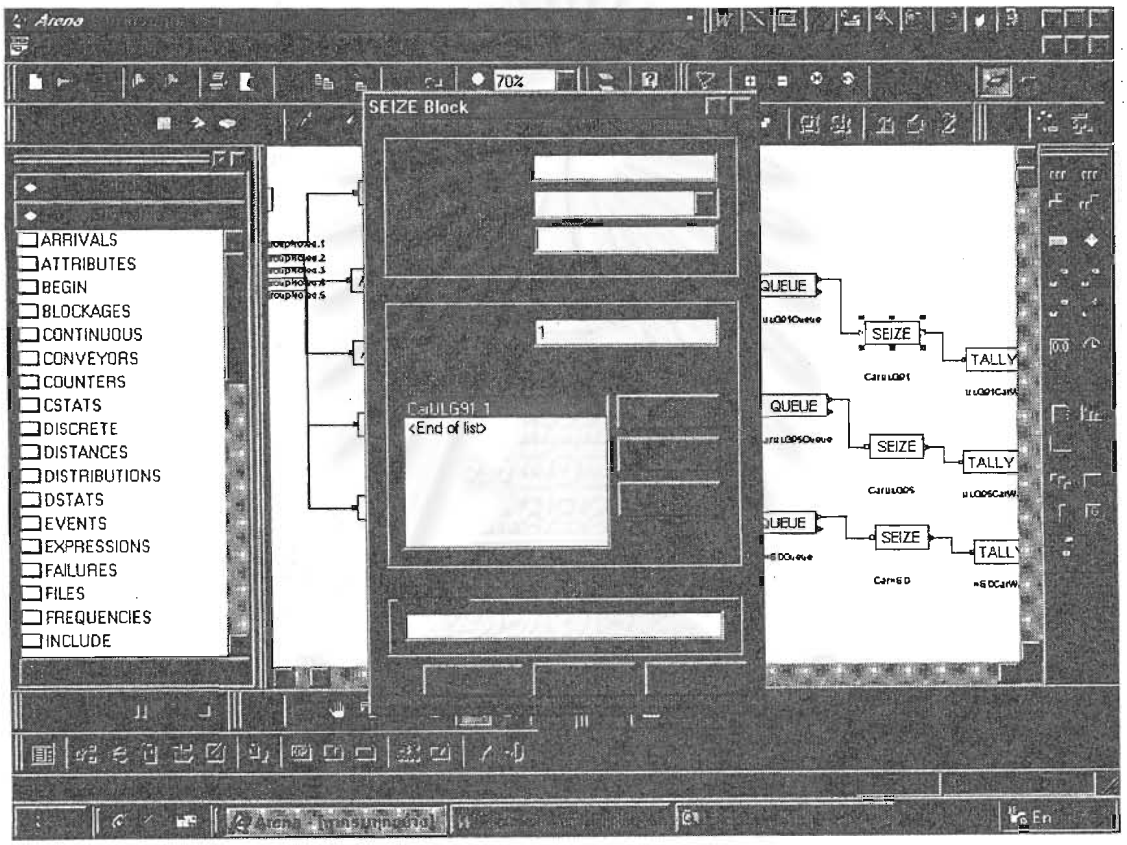


รูปที่ ข10 รายละเอียดของ QUEUE Block (ต่อ)

1.7 SEIZE Block

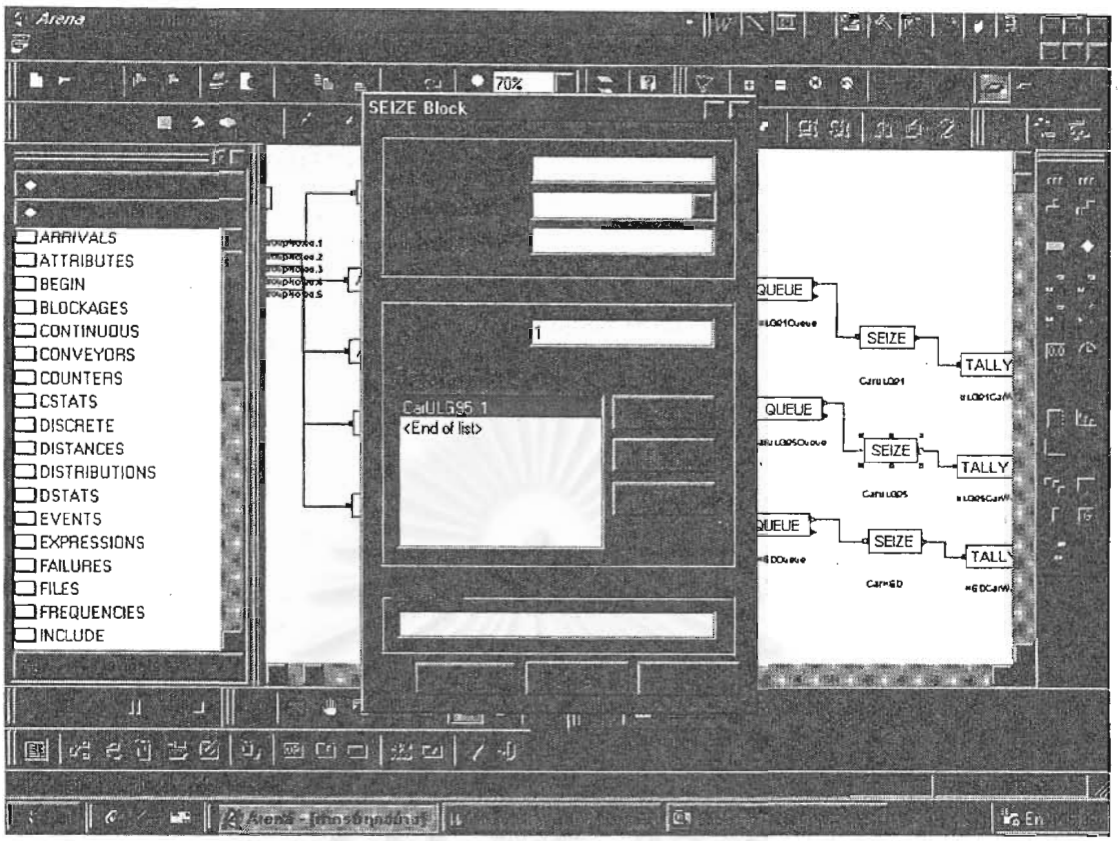
ใช้ในการกำหนดการรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันสำหรับแต่ละคำสั่งซื้อ มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข11

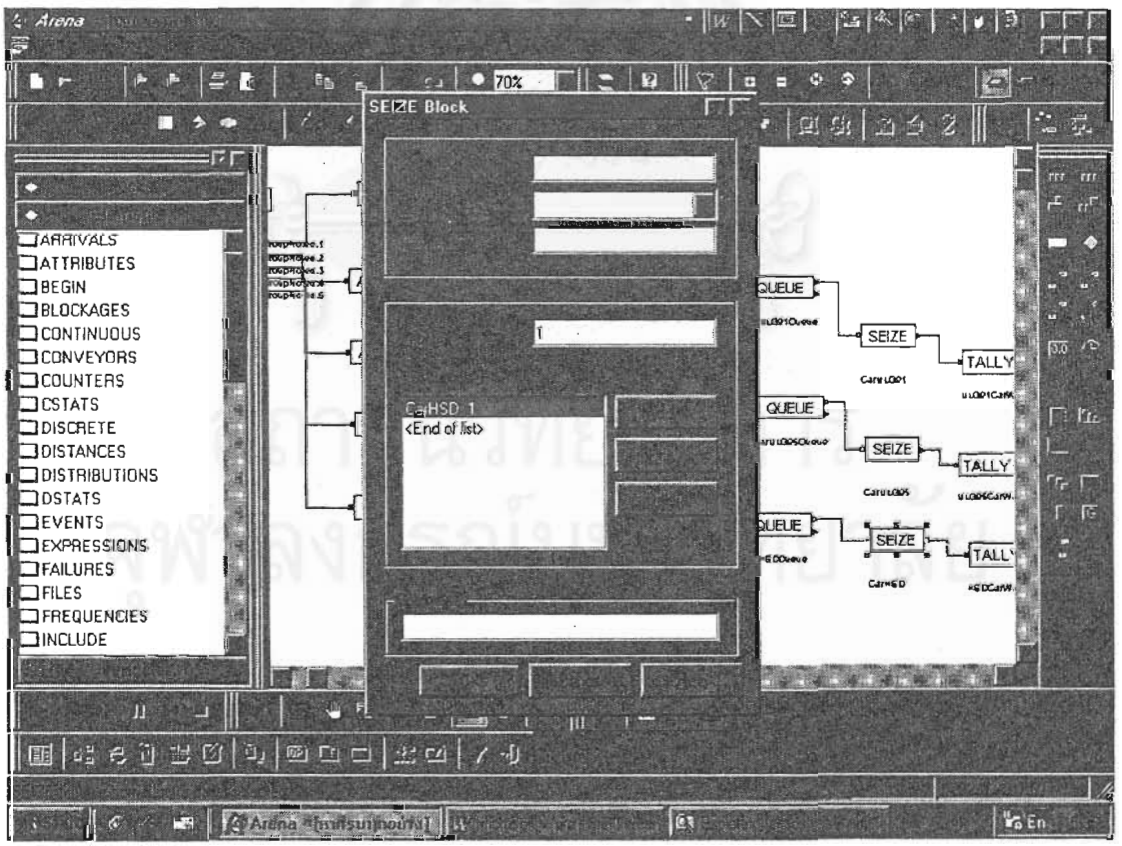
CarULG91 CarULG95 CarHSD



รูปที่ ข11 รายละเอียดของ SEIZE Block

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ ข11 รายละเอียดของ SEIZE Block (ต่อ)

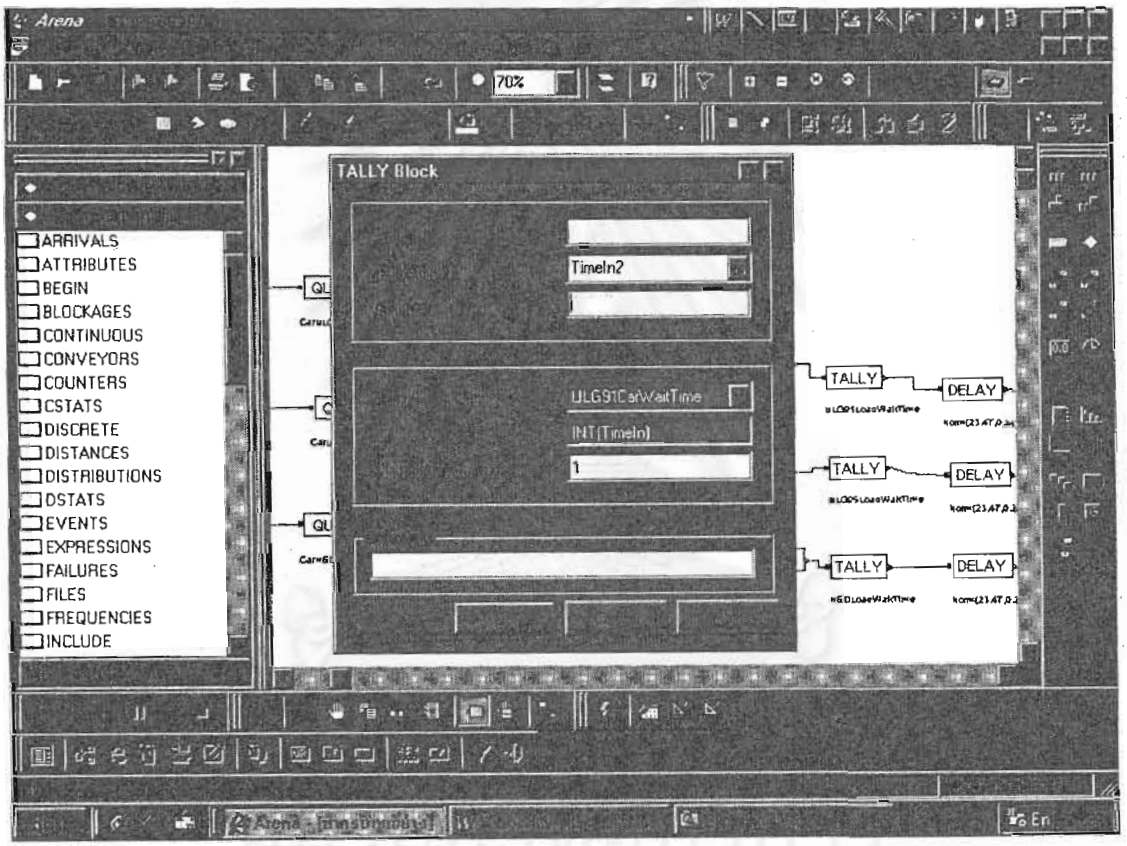
1.8 TALLY Block

ใช้ในการเก็บข้อมูลเวลาตั้งแต่ได้รับคำสั่งซื้อน้ำมันจากลูกค้าจนกระทั่งรถขนส่งน้ำมันว่างและพร้อมให้บริการขนส่งน้ำมันตามคำสั่งซื้อนั้น ซึ่งเรียกว่า เวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมัน (CarWaitTime) มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข12

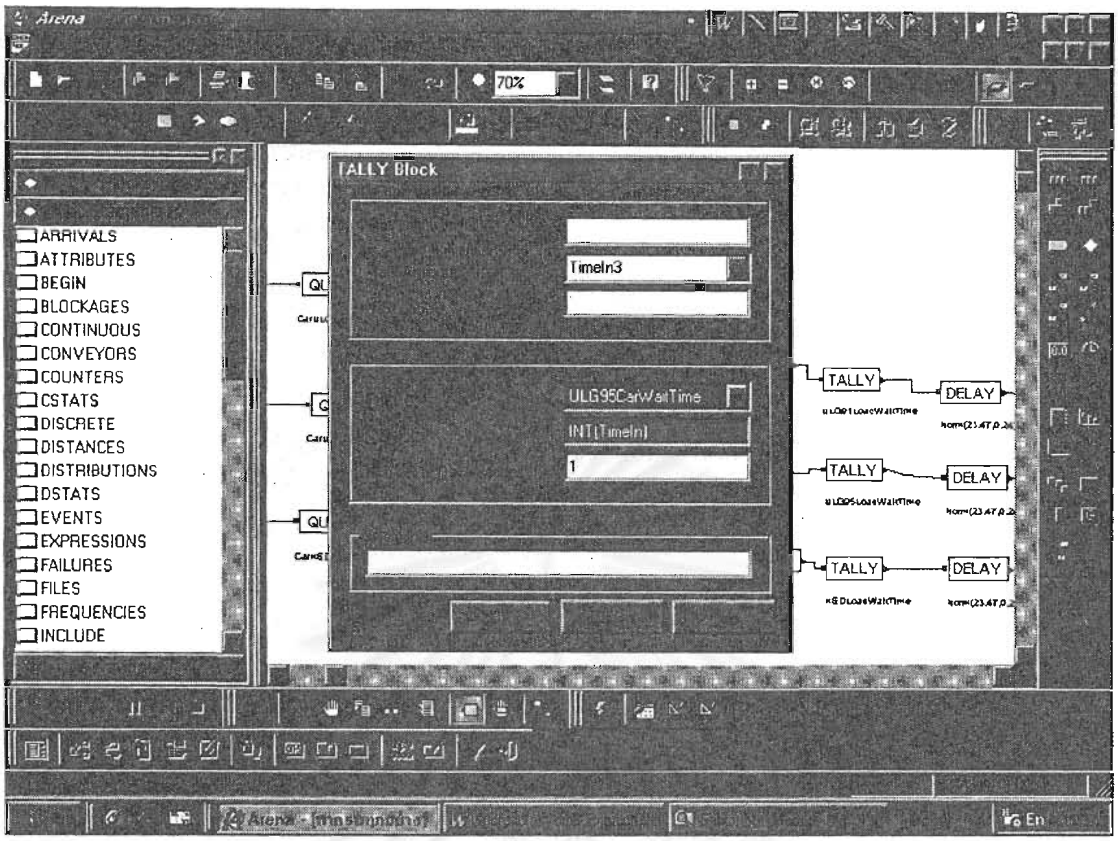
ULG91CarWaitTime

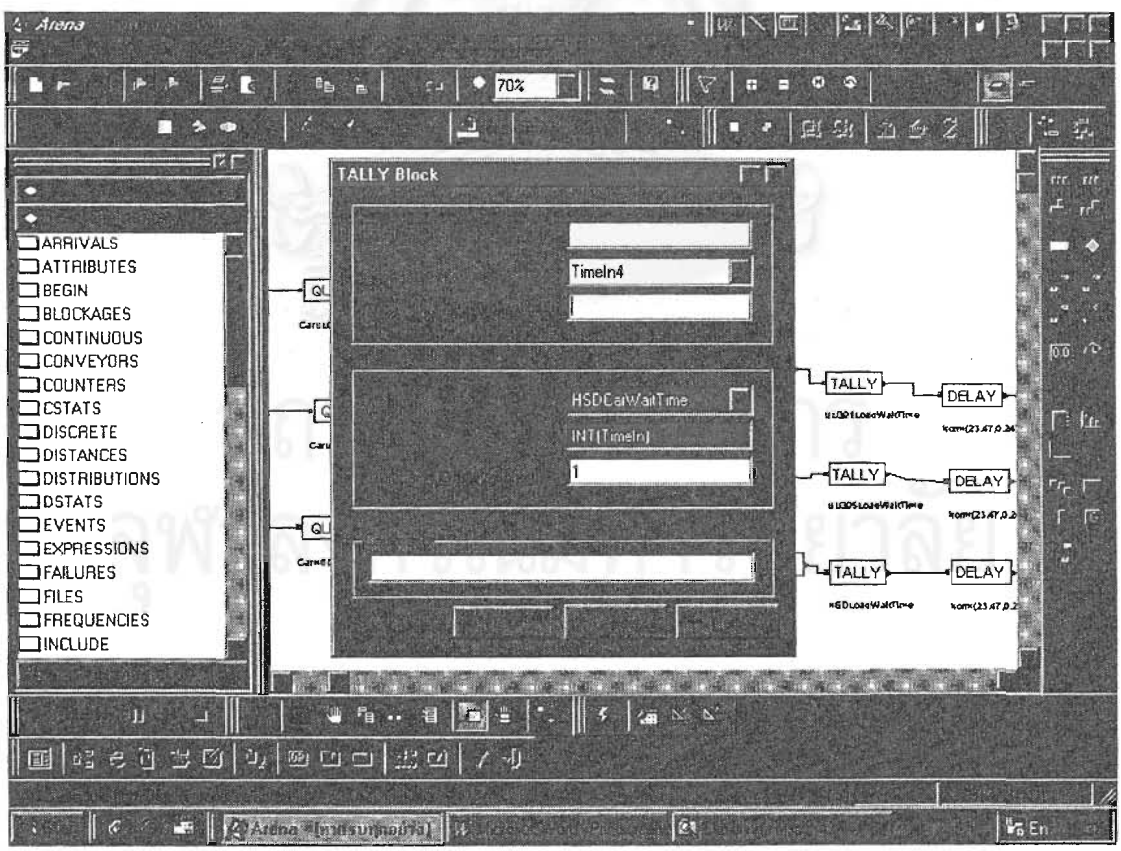
ULG95CarWaitTime

HSDCarWaitTime



รูปที่ ข12 รายละเอียดของ TALLY Block

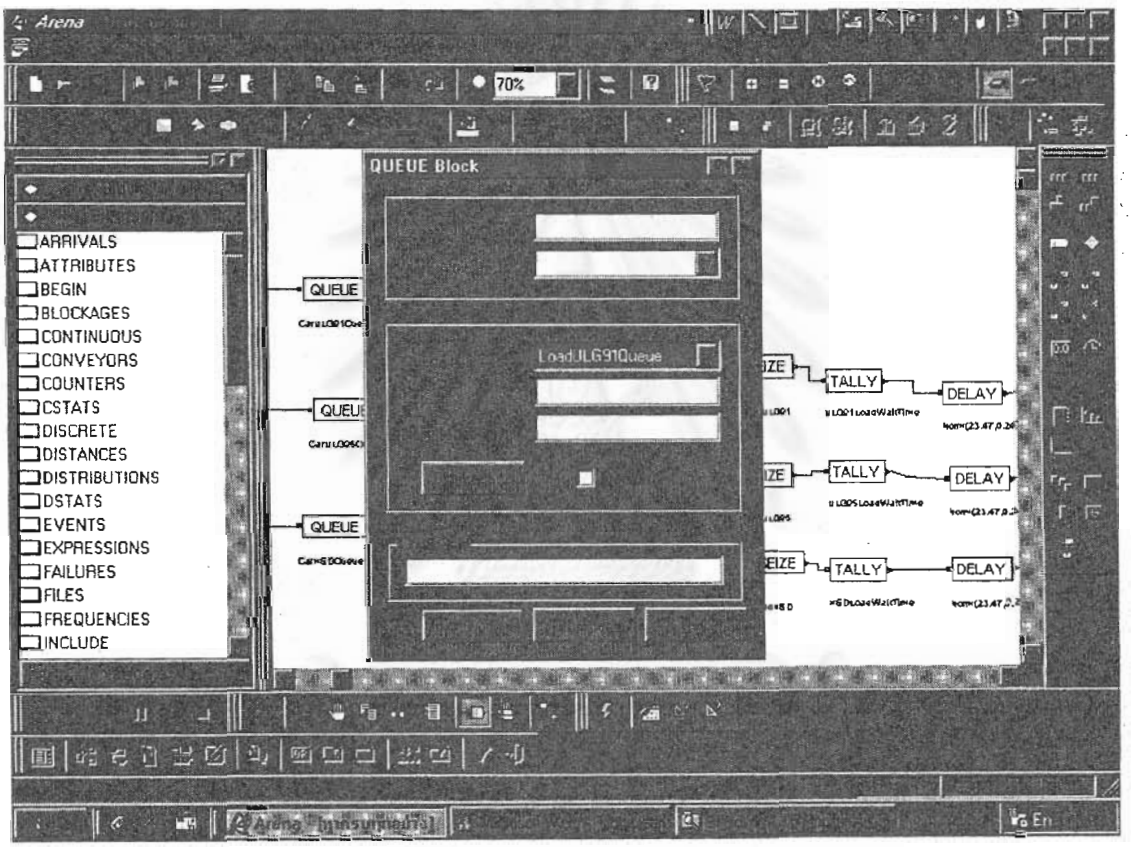




รูปที่ ข12 รายละเอียดของ TALLY Block (ต่อ)

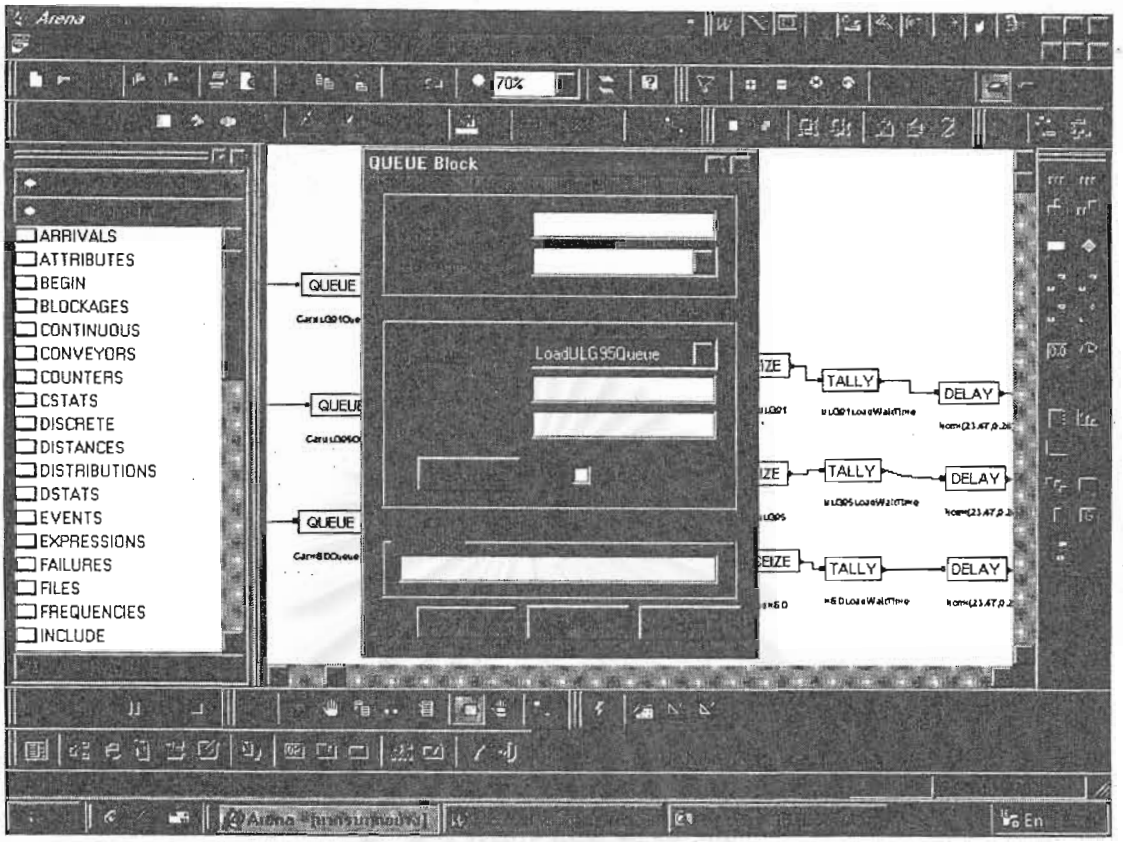
1.9 QUEUE Block

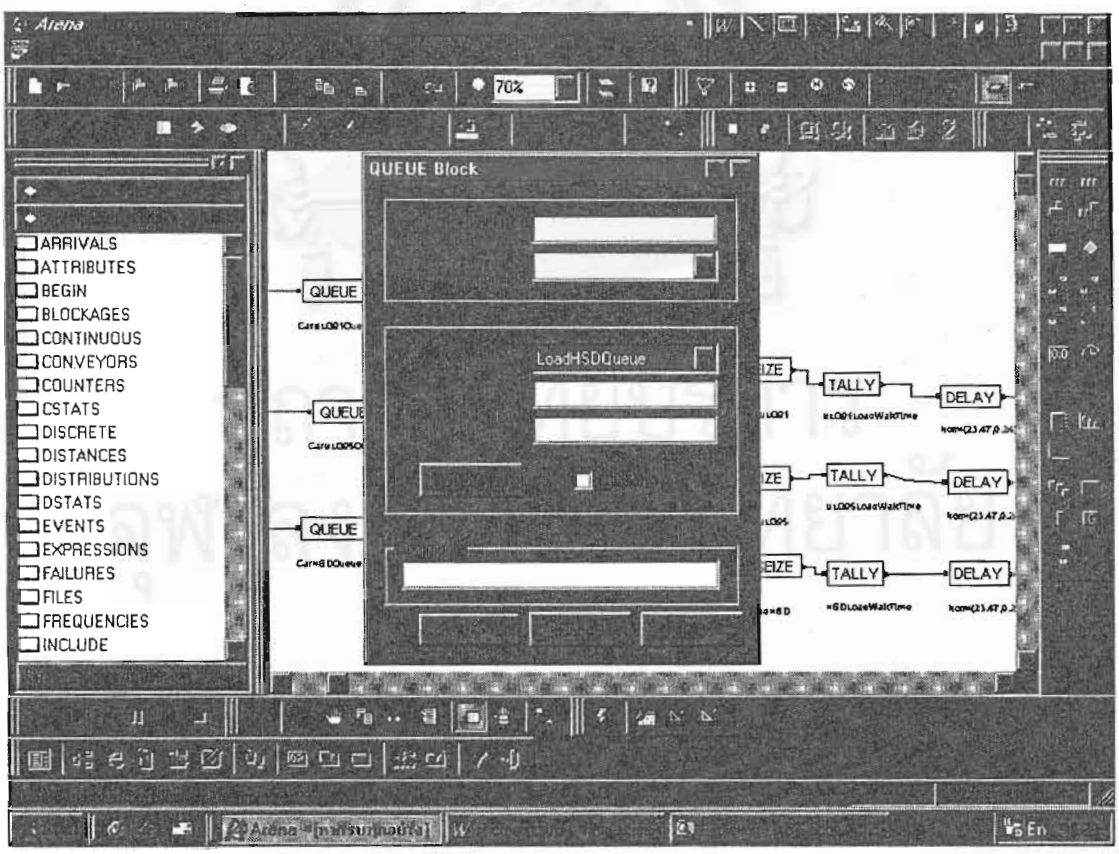
ใช้ในการสร้างแถวคอยการรับบริการหัวจ่ายน้ำมันเพื่อจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมันตามคำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข13



รูปที่ ข13 รายละเอียดของ QUEUE Block

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

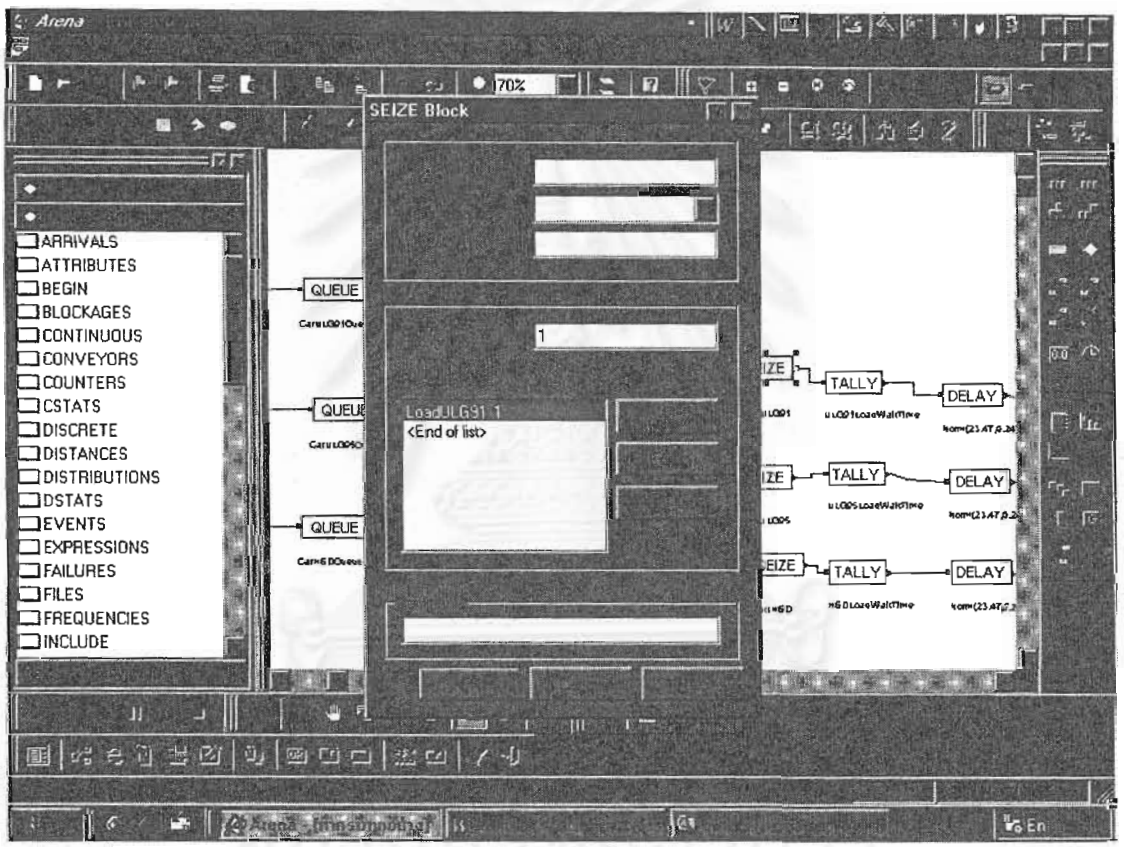




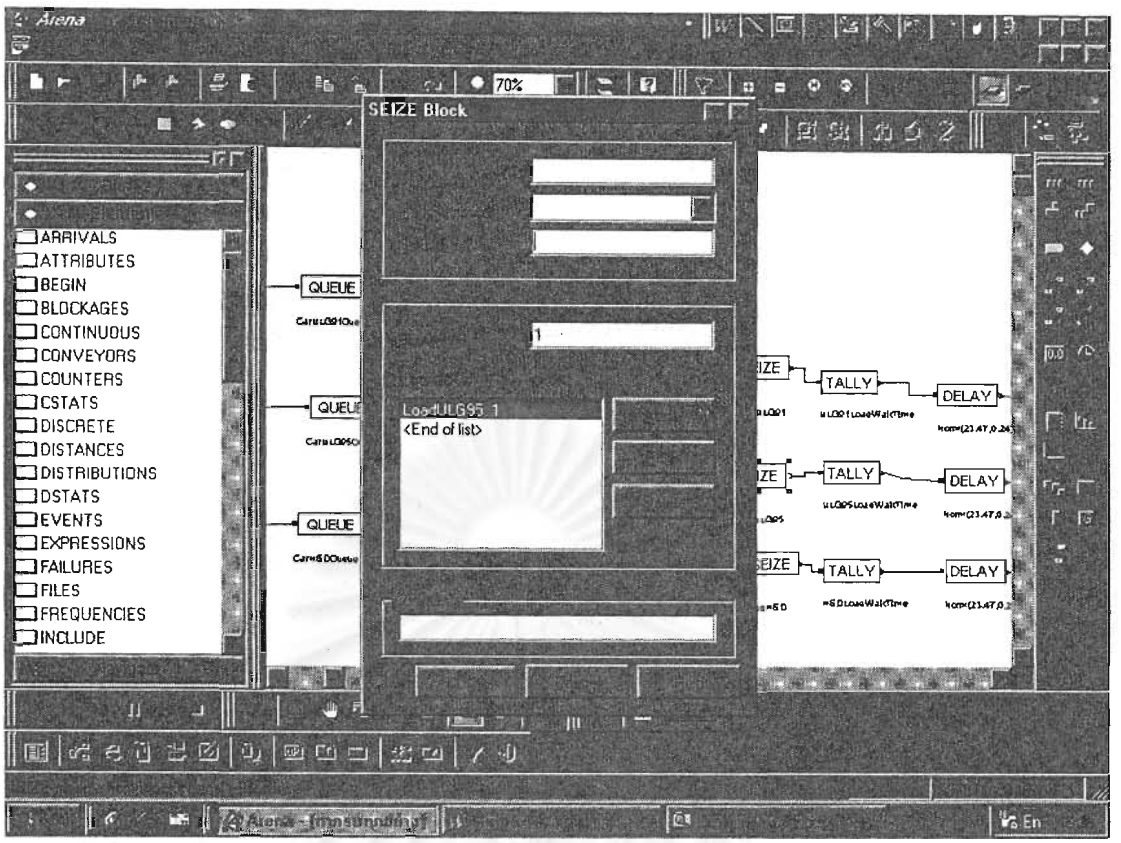
รูปที่ ข13 รายละเอียดของ QUEUE Block (ต่อ)

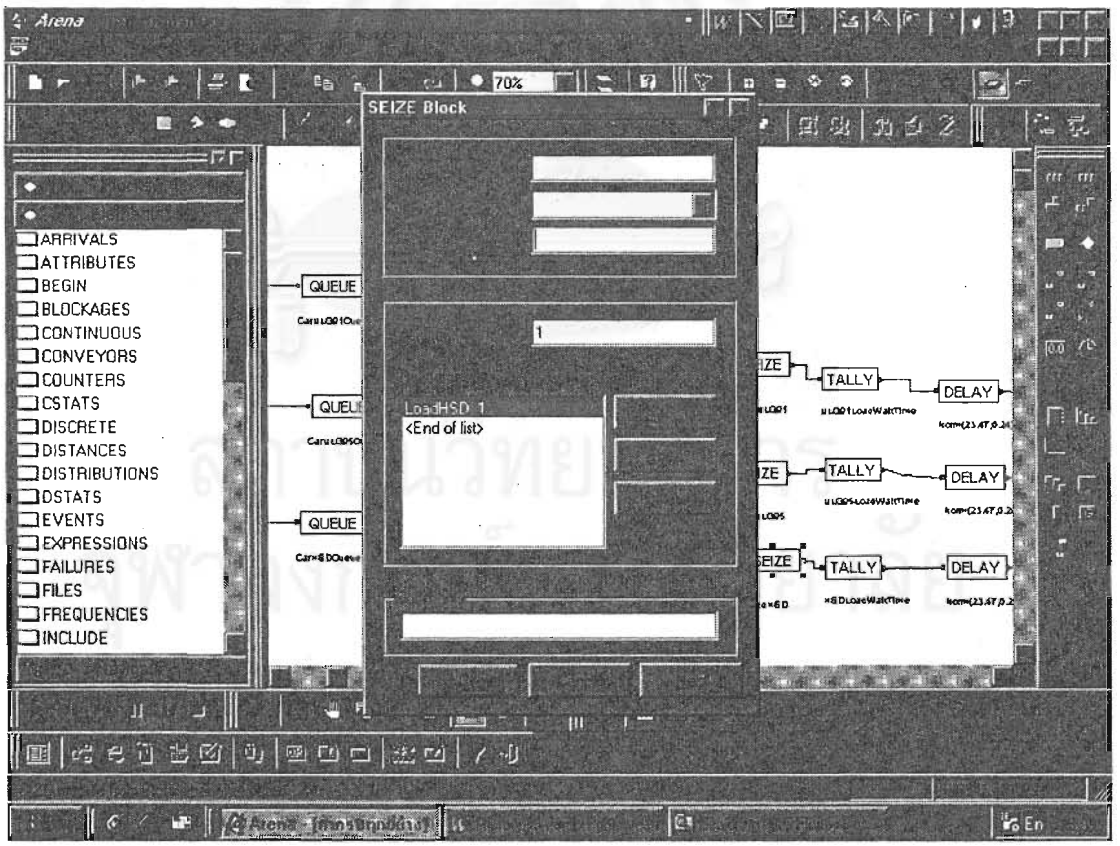
1.10 SEIZE Block

ใช้ในการกำหนดการรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันสำหรับแต่ละคำสั่งซื้อ มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข14



รูปที่ ข14 รายละเอียดของ SEIZE Block





รูปที่ ข14 รายละเอียดของ SEIZE Block (ต่อ)

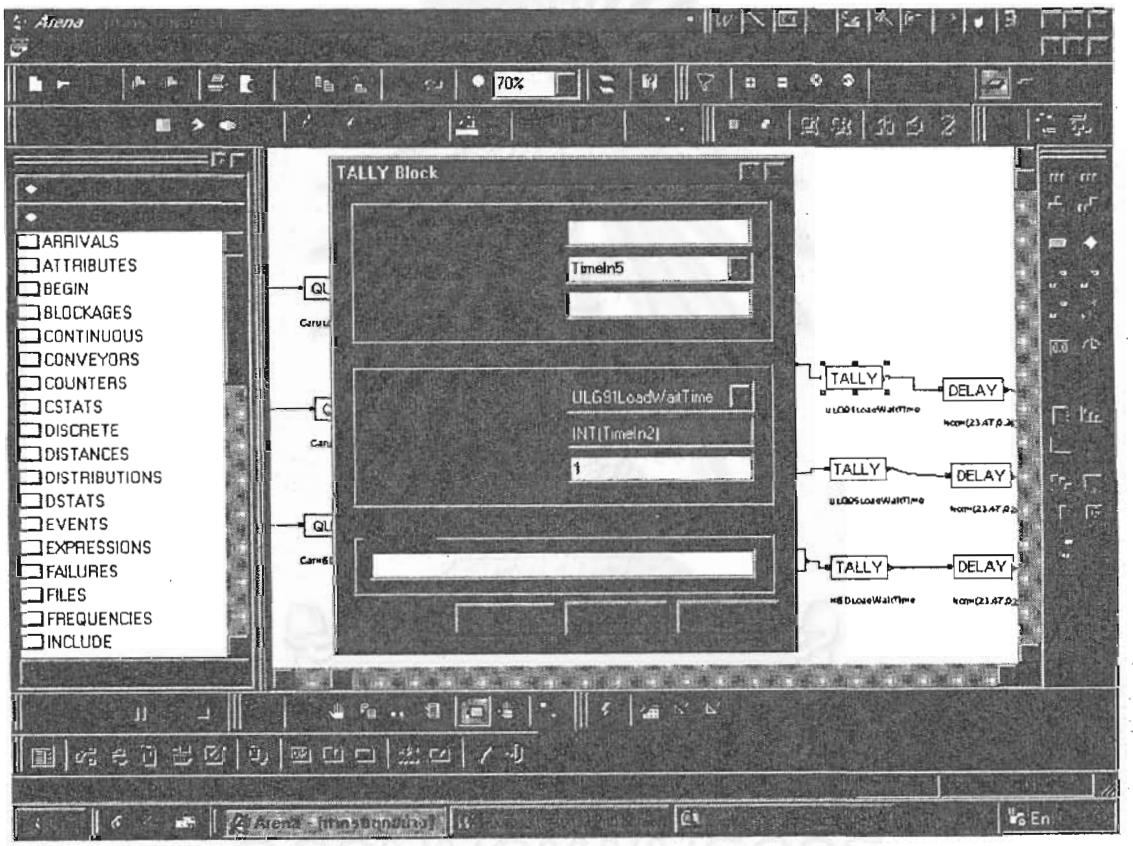
1.11 TALLY Block

ใช้ในการเก็บข้อมูลเวลาเวลารอในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมัน (LoadWaitTime) มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข15

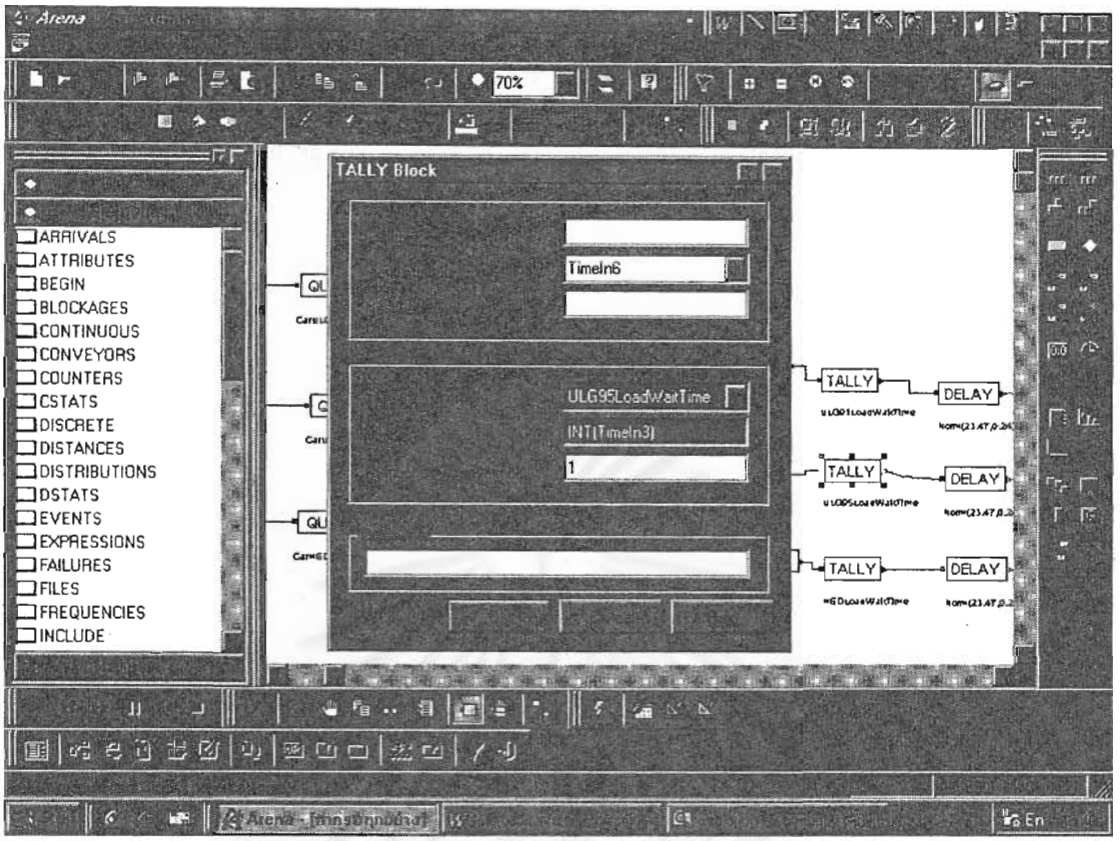
ULG91LoadWaitTime

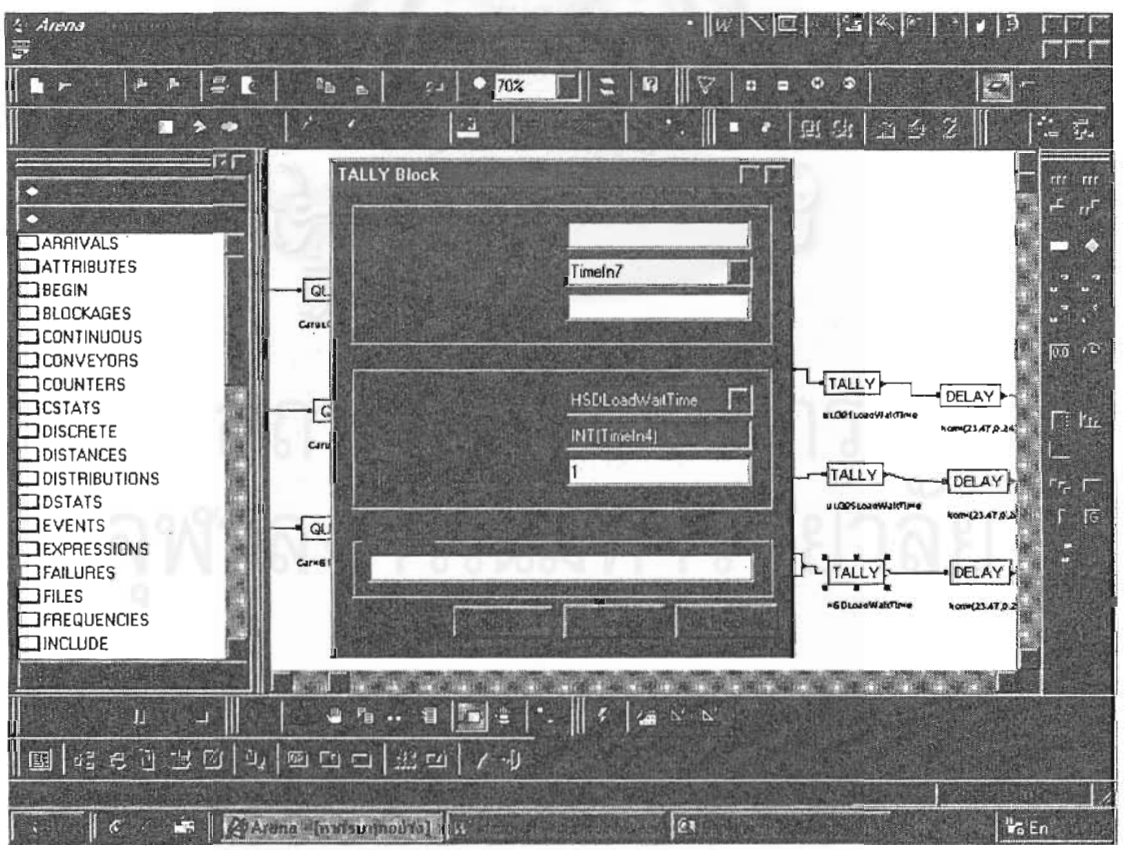
ULG95LoadWaitTime

HSDLoadWaitTime



รูปที่ ข15 รายละเอียดของ TALLY Block





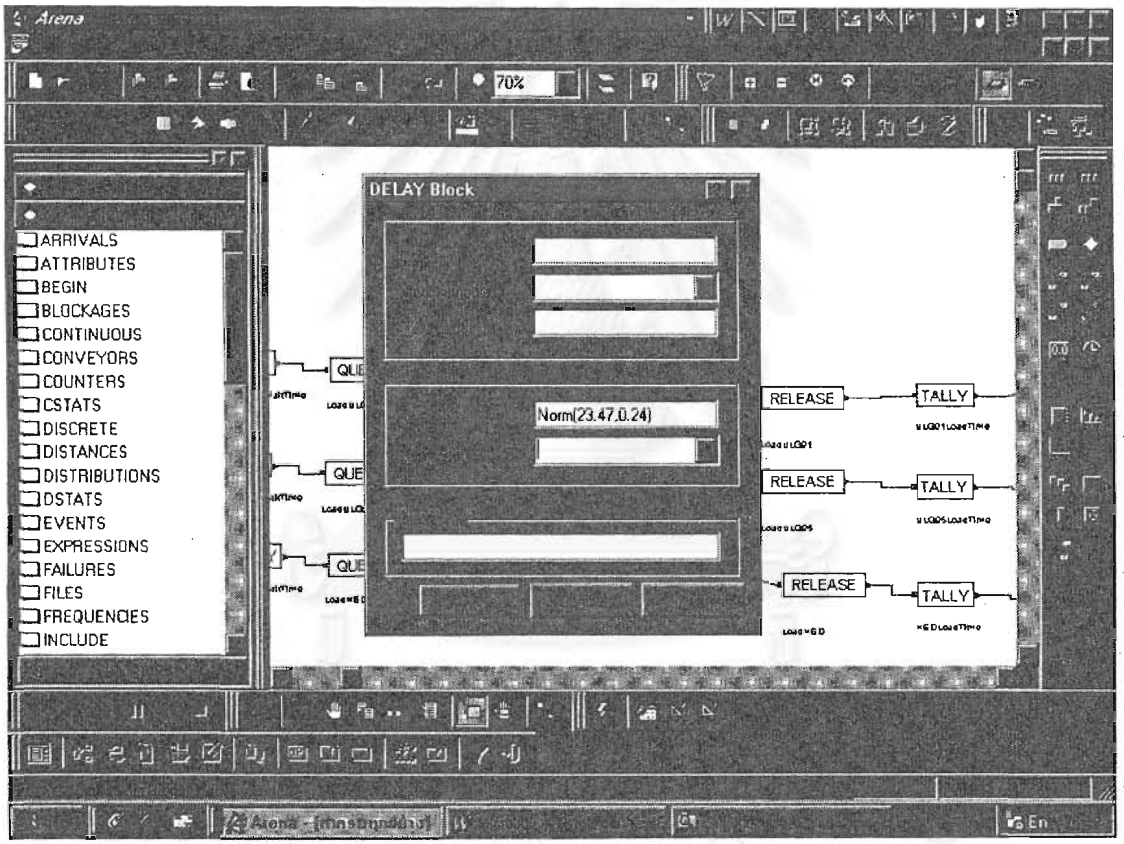
รูปที่ ข15 รายละเอียดของ TALLY Block (ต่อ)

1.12 DELAY Block

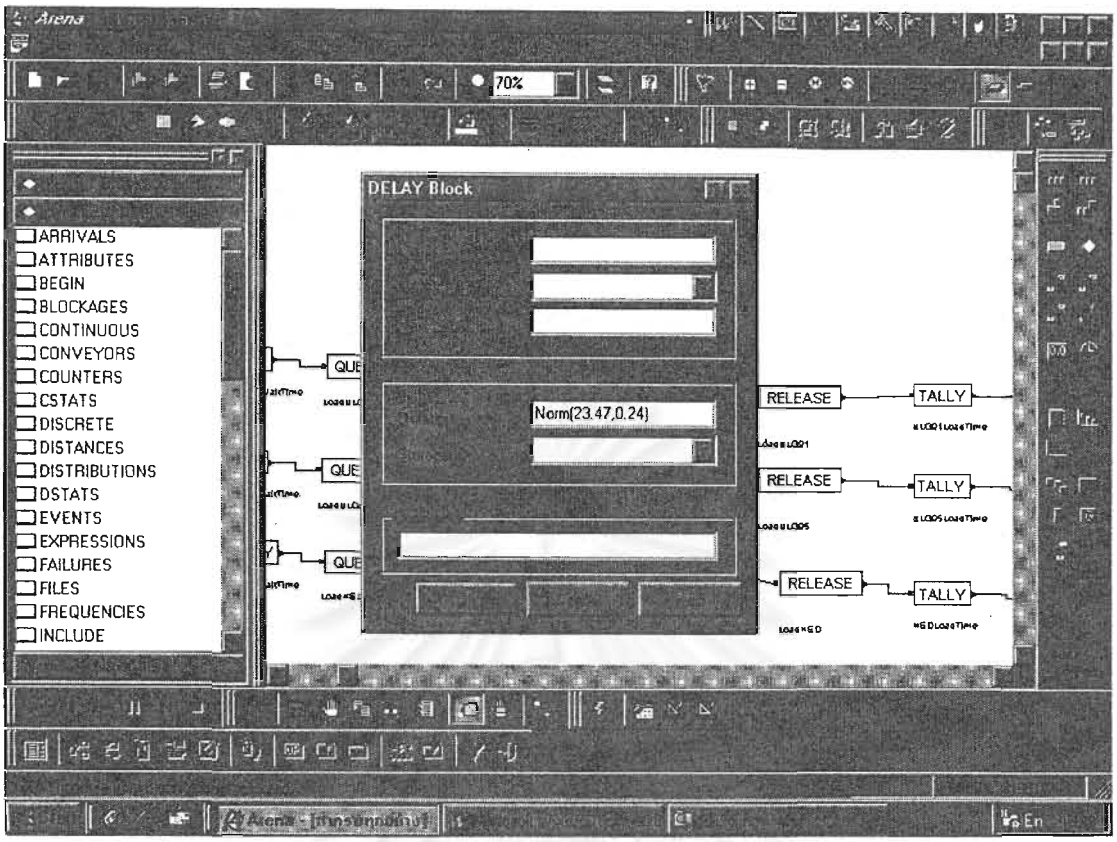
ใช้ในการกำหนดเวลาที่รถขนส่งน้ำมันรับน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมัน จากข้อมูลเวลาที่ใช้ในการจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรของแต่ละหัวจ่าย ปรากฏว่าเป็นมีลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นแบบ N(23.47,0.24) มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข16

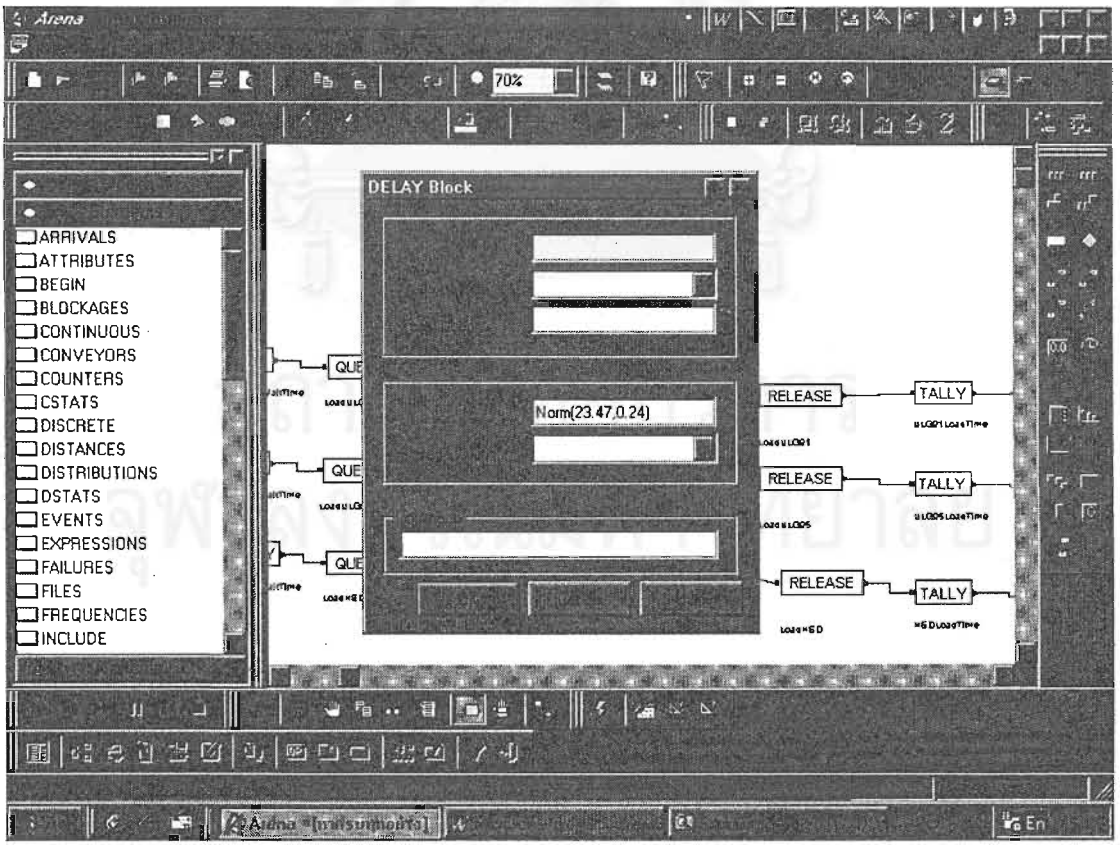
[redacted]

Norm(23.47,0.24)



รูปที่ ข16 รายละเอียดของ DELAY Block



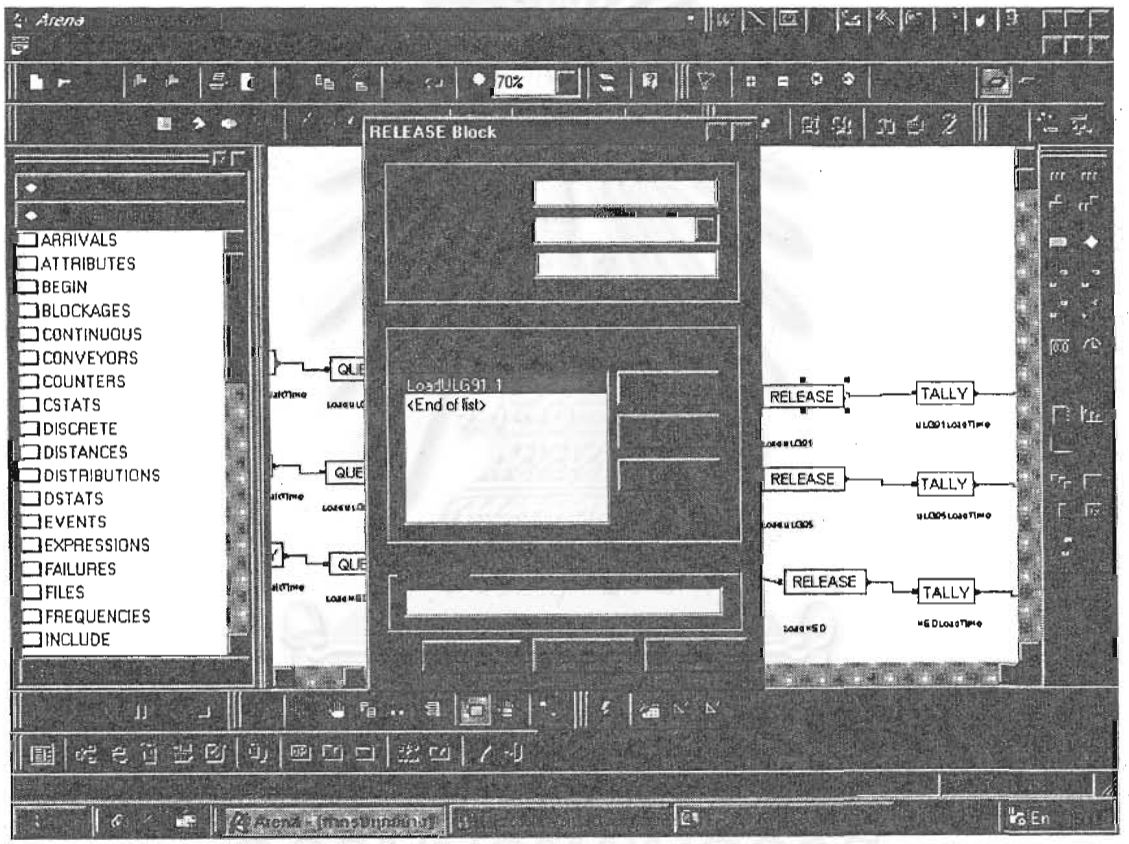


รูปที่ ข16 รายละเอียดของ DELAY Block (ต่อ)

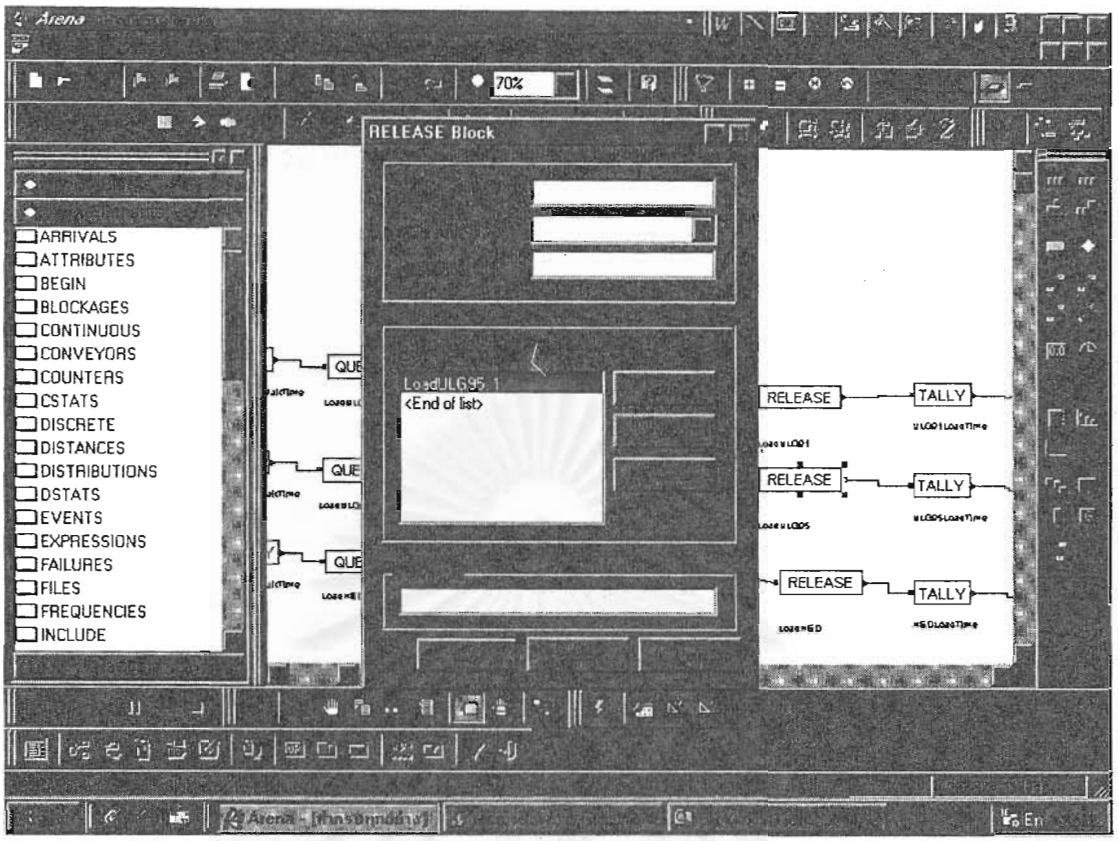
1.13 RELEASE Block

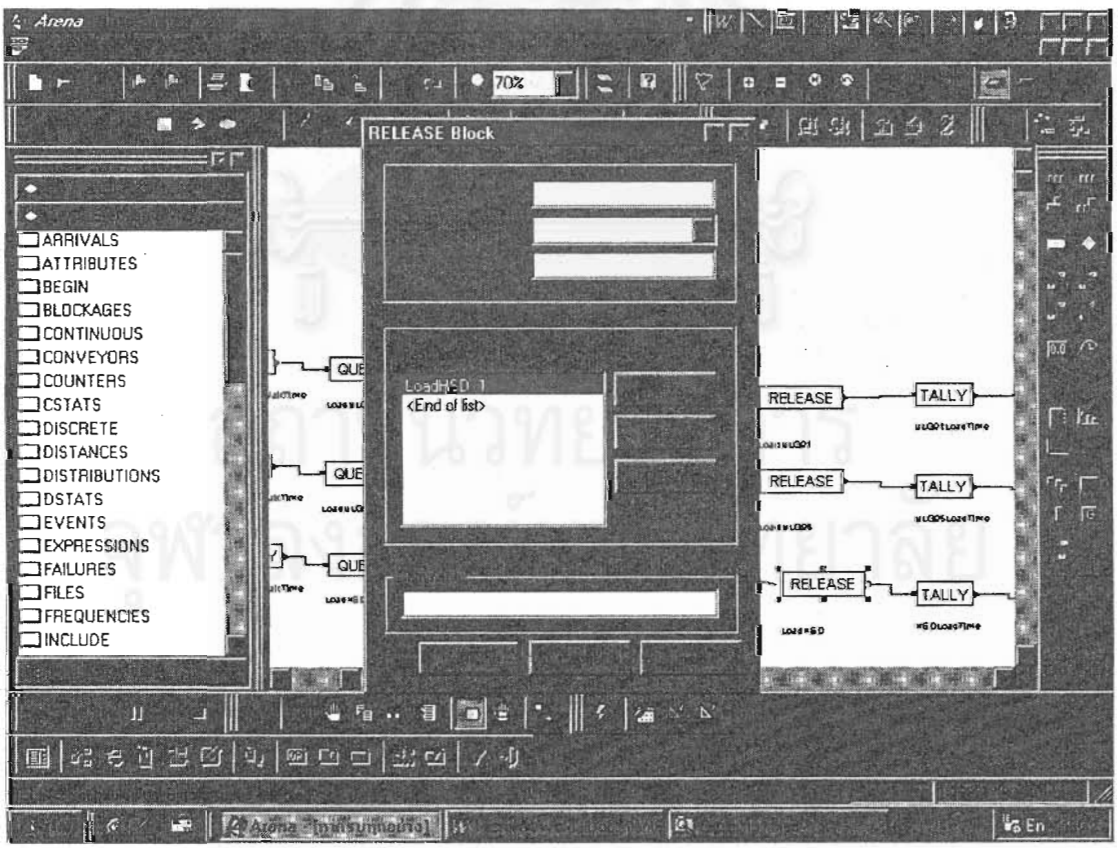
ใช้ในการกำหนดให้หัวจ่ายน้ำมันว่างพร้อมใช้จ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน หลังจากทำการจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรให้แก่รถขนส่งน้ำมันแต่ละคันเสร็จแล้ว มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข17

LoadULG91 LoadULG95 LoadHSD



รูปที่ ข17 รายละเอียดของ RELEASE Block



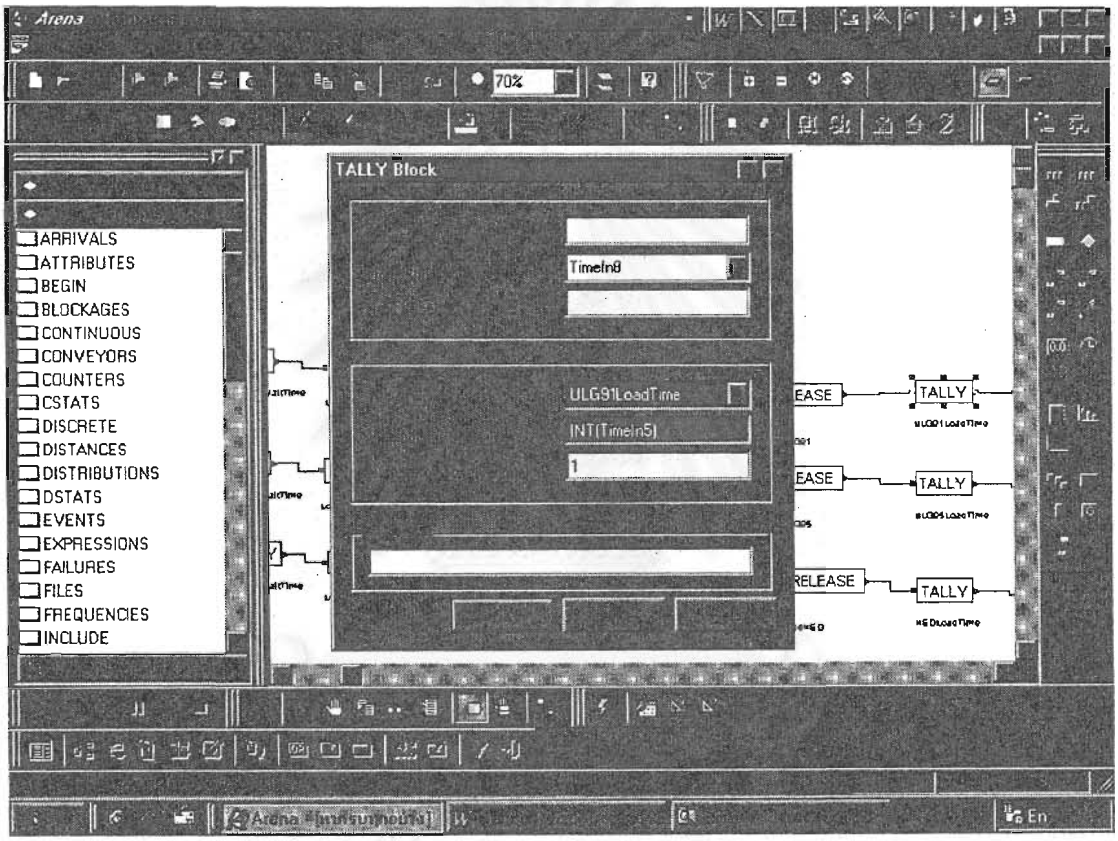


รูปที่ ข17 รายละเอียดของ RELEASE Block (ต่อ)

1.14 TALLY Block

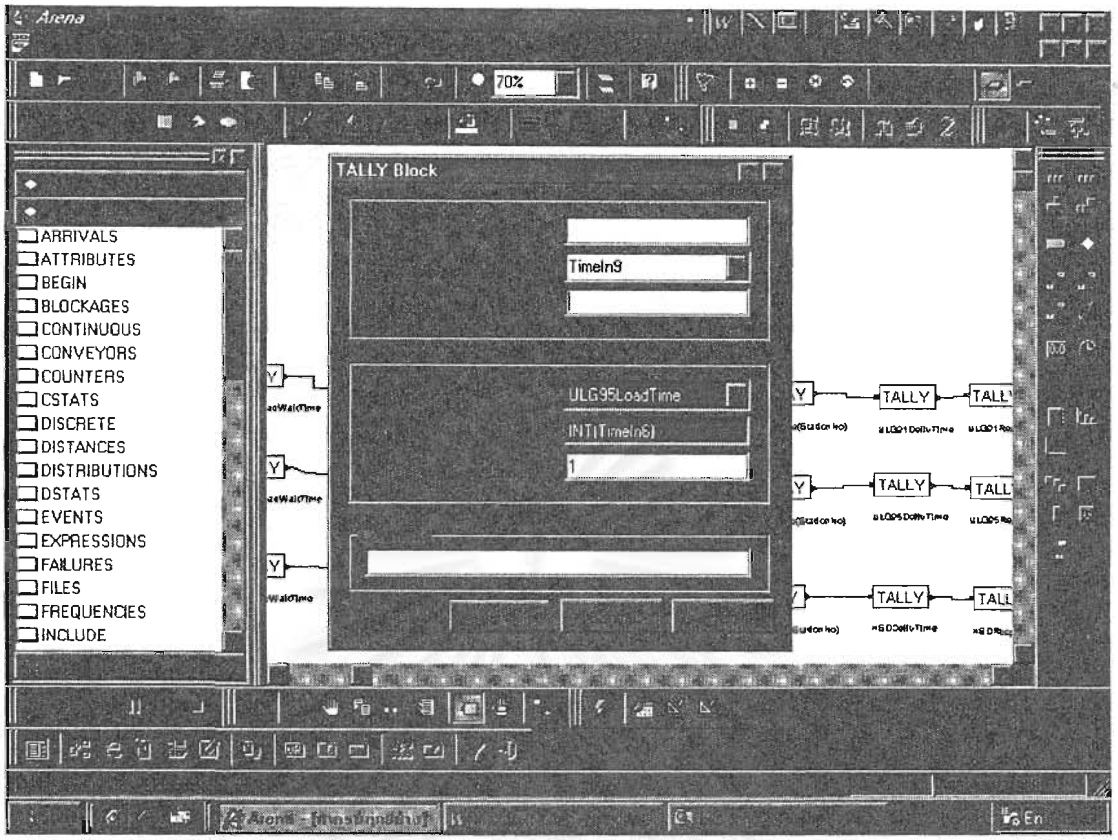
ใช้ในการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมัน (LoadTime) มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข18

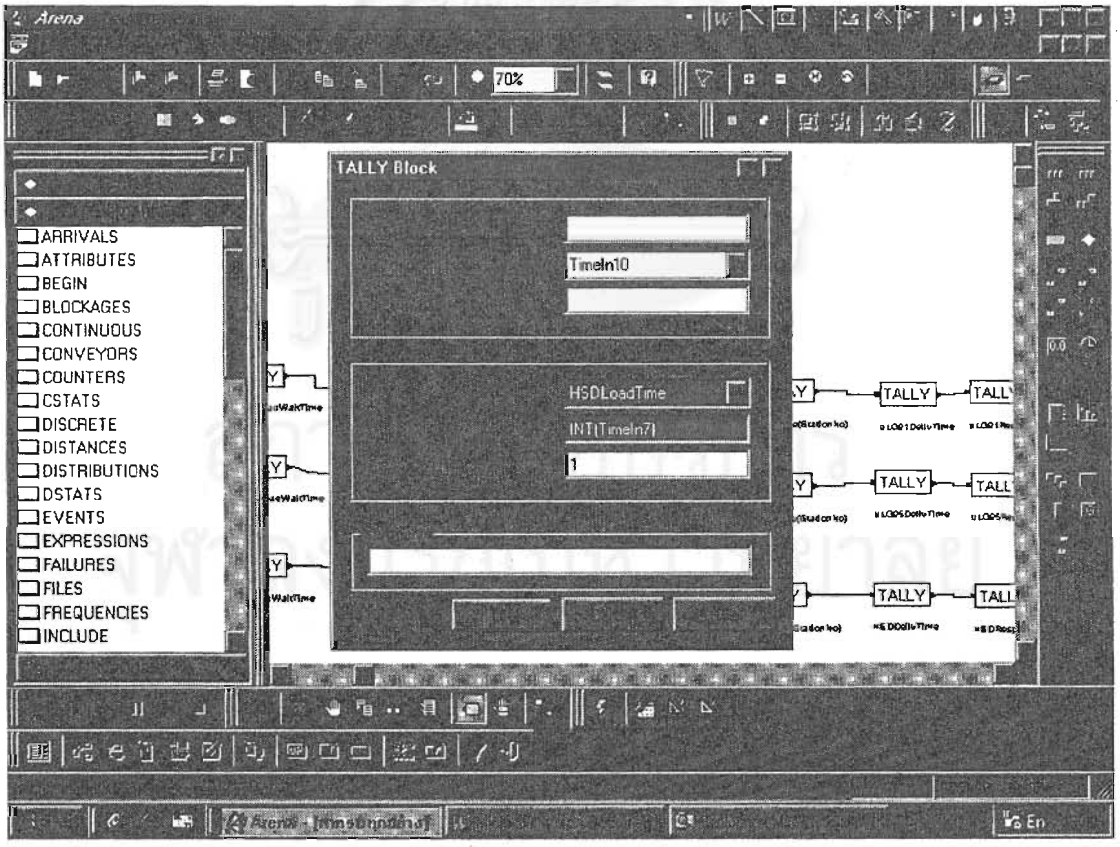
ULG91LoadTime ULG95LoadTime HSDLoadTime



รูปที่ ข18 รายละเอียดของ TALLY Block

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





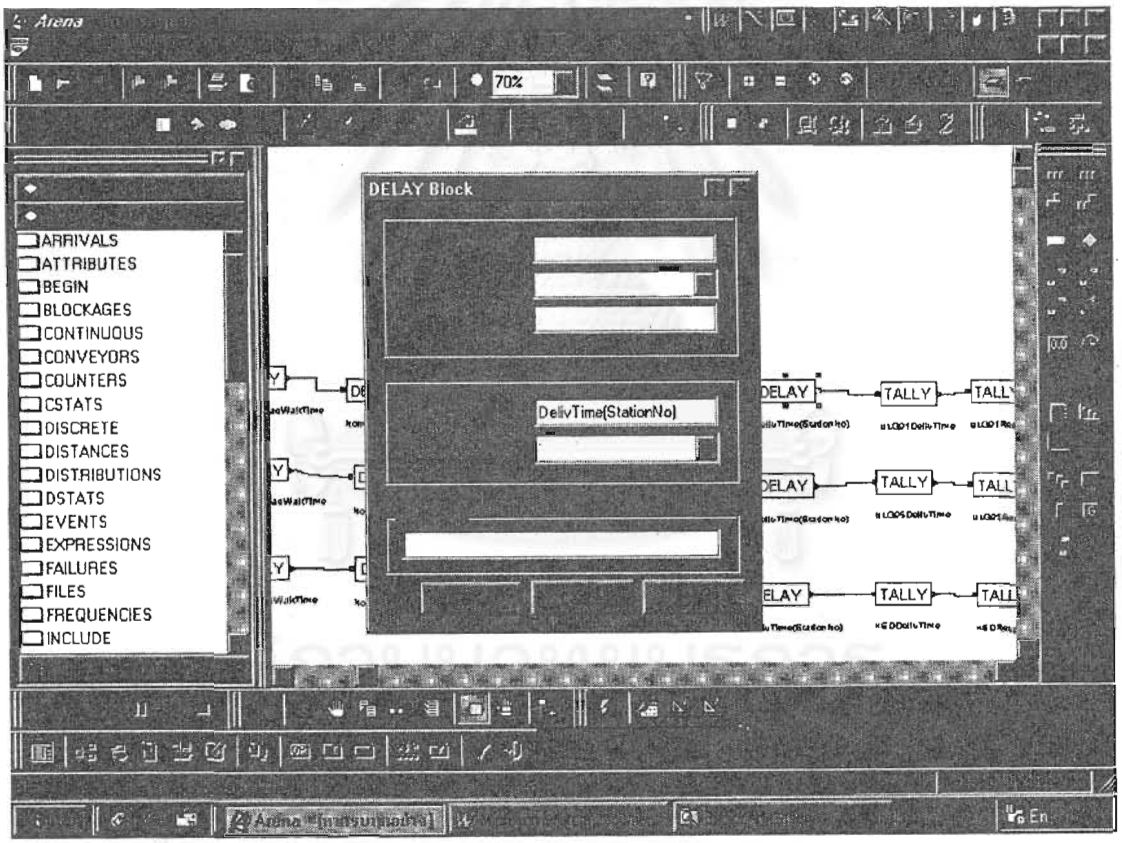
รูปที่ ข18 รายละเอียดของ TALLY Block (ต่อ)

1.15 DELAY Block

ใช้ในการกำหนดเวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันแต่ละแห่งซึ่งมีระยะทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันที่แตกต่างกัน เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน เรียกว่า DelivTime ซึ่งกำหนดเป็นตัวแปร (VARIABLES) ในโครงร่างการทดลองแบบจำลอง จะมี 55 ค่าที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสถานีบริการ เรียกว่า StationNo ซึ่งกำหนดเป็นเป็นลักษณะเฉพาะ (ATTRIBUTES) ในโครงร่างการทดลองแบบจำลอง รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข19

[redacted]

DelivTime(StationNo)



รูปที่ ข19 รายละเอียดของ DELAY Block

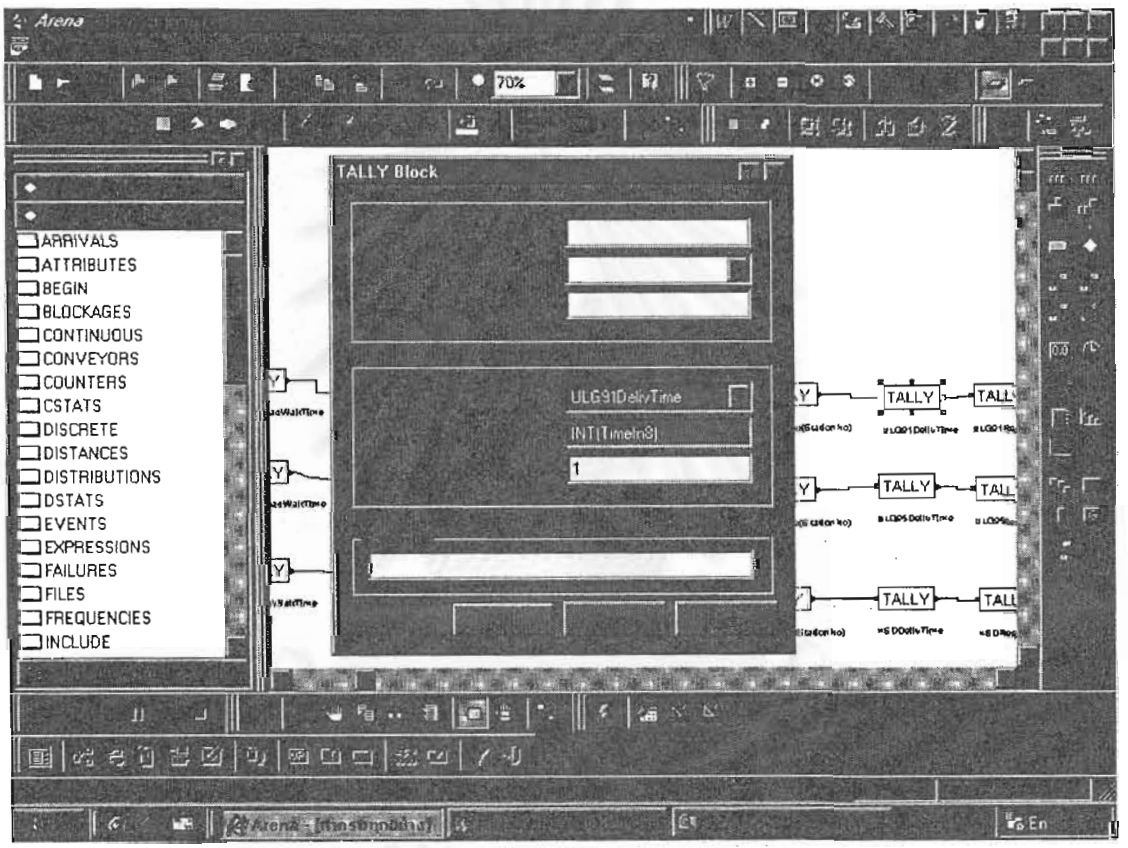
1.16 TALLY Block

ใช้ในการเก็บข้อมูลเวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน (DelivTime) มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข20

ULG91DelivTime

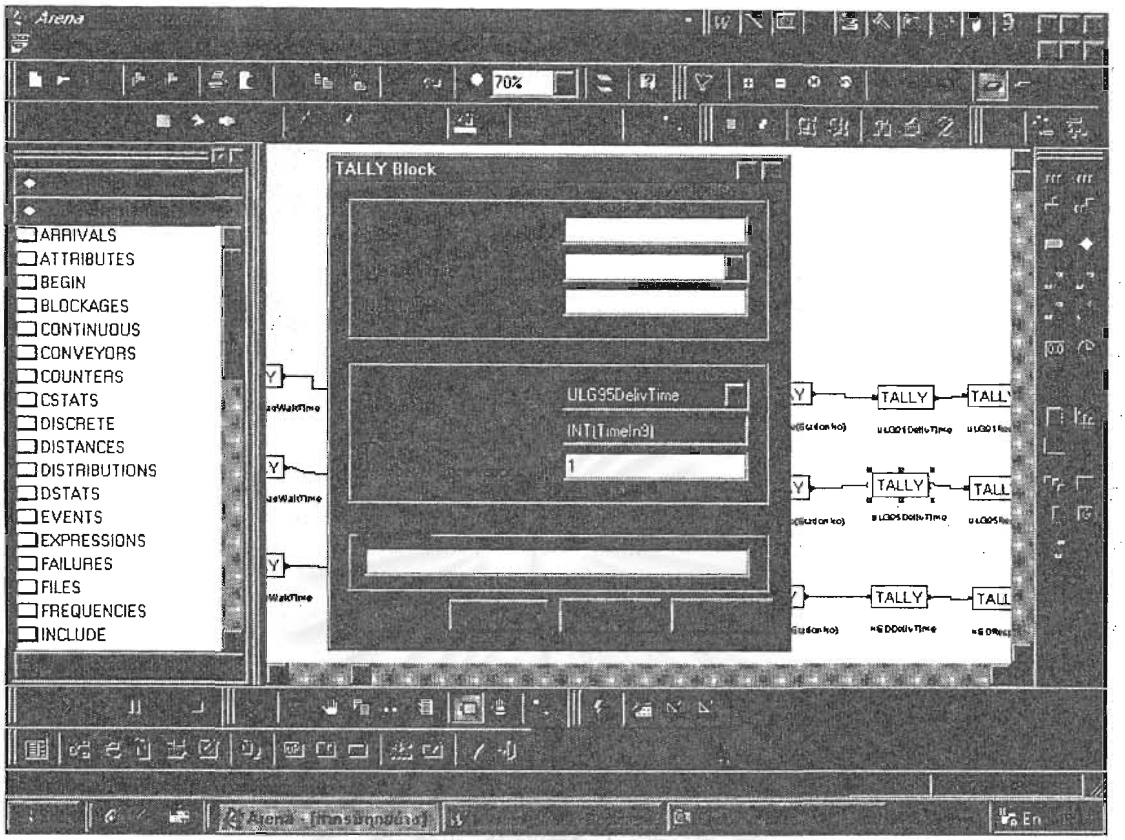
ULG95DelivTime

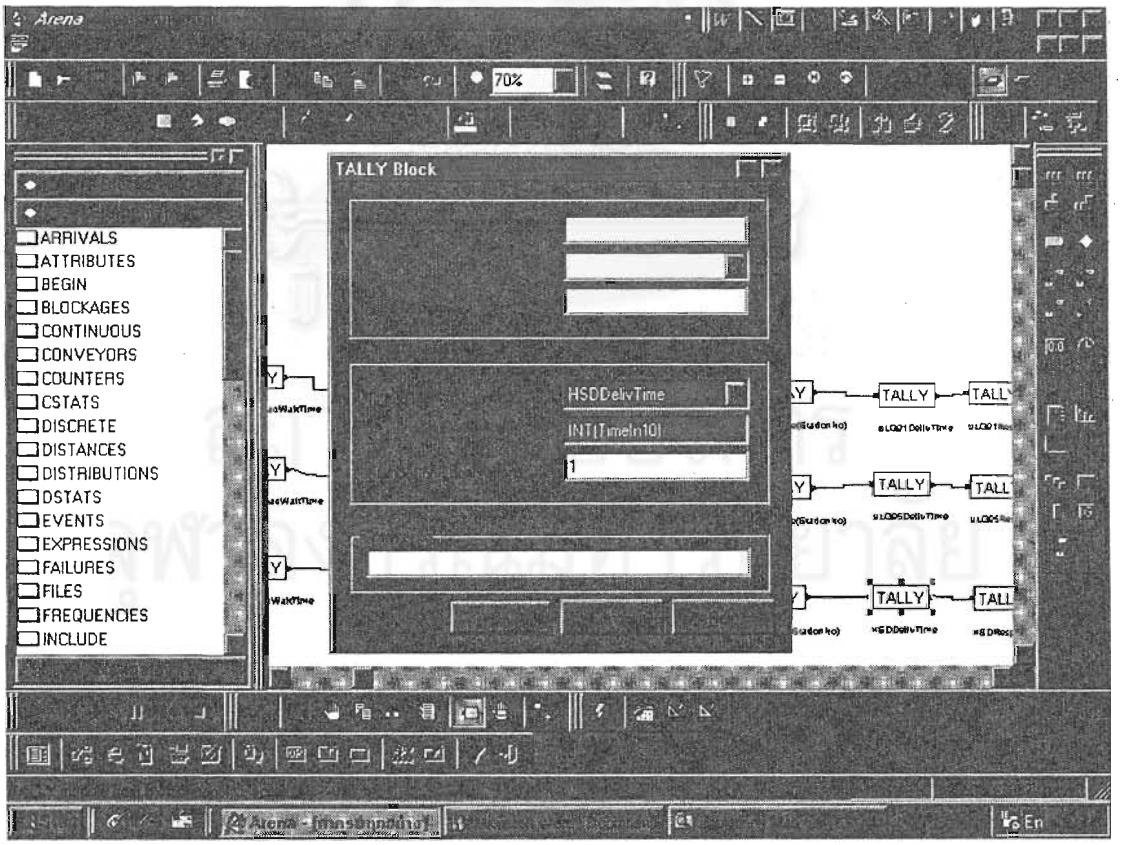
HSDDelivTime



รูปที่ ข20 รายละเอียดของ TALLY Block

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



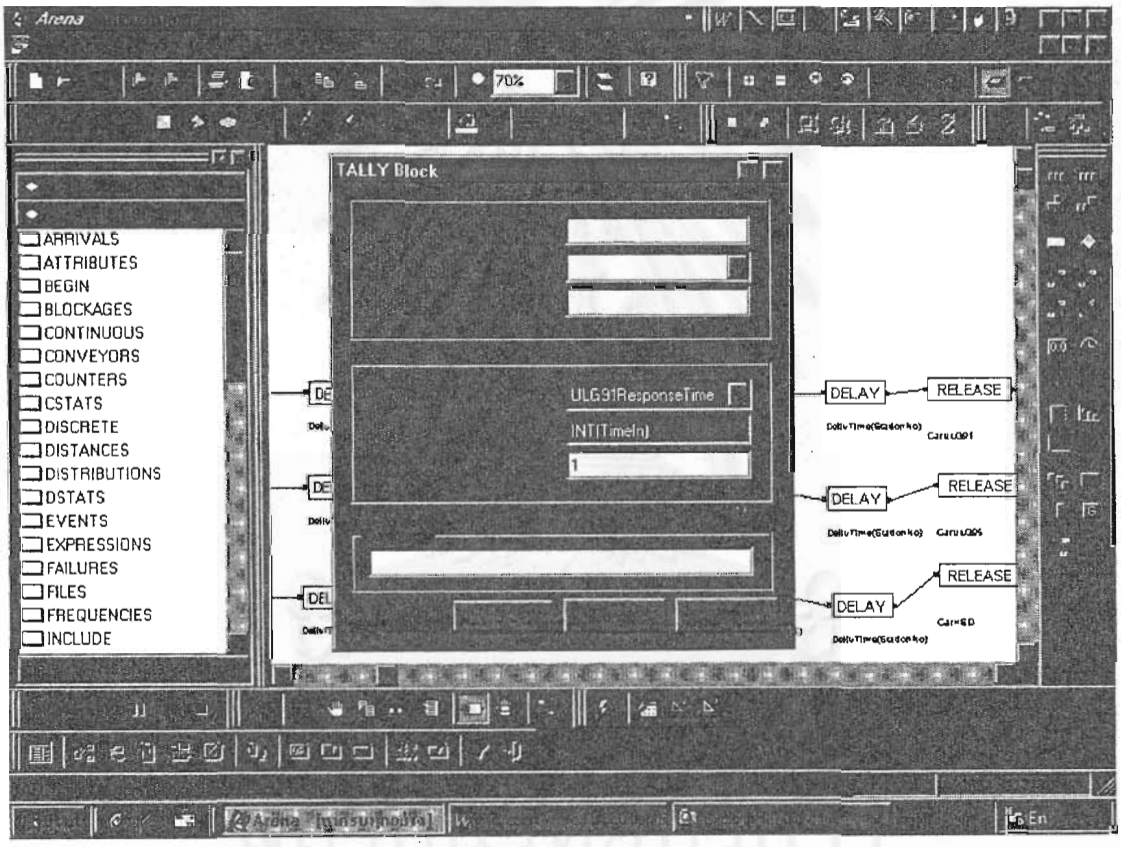


รูปที่ ข20 รายละเอียดของ TALLY Block (ต่อ)

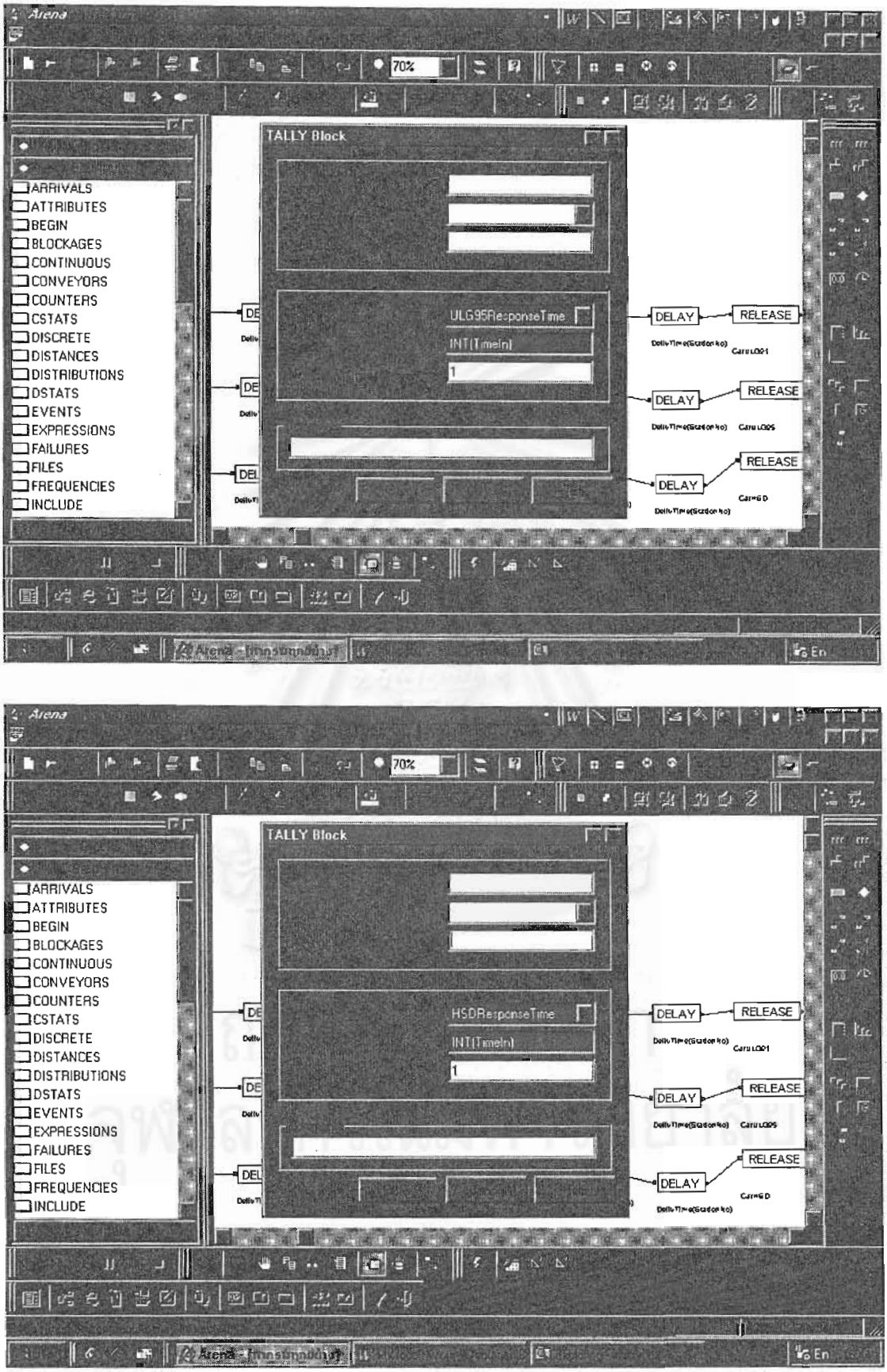
1.17 TALLY Block

ใช้ในการเก็บข้อมูลเวลาตั้งแต่ได้รับคำสั่งซื้อน้ำมันจากลูกค้าจนกระทั่งรถขนส่งน้ำมันเดินทางจากคลังน้ำมันไปถึงสถานีบริการน้ำมันของลูกค้า ซึ่งเรียกว่า เวลาตอบสนอง มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข21

ULG91ResponseTime ULG95ResponseTime HSDResponseTime



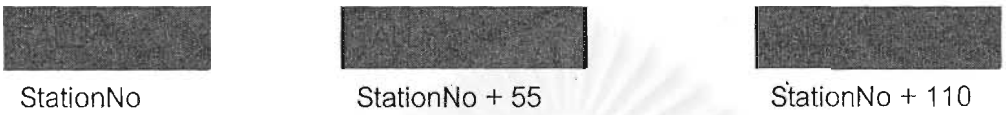
รูปที่ ข21 รายละเอียดของ TALLY Block

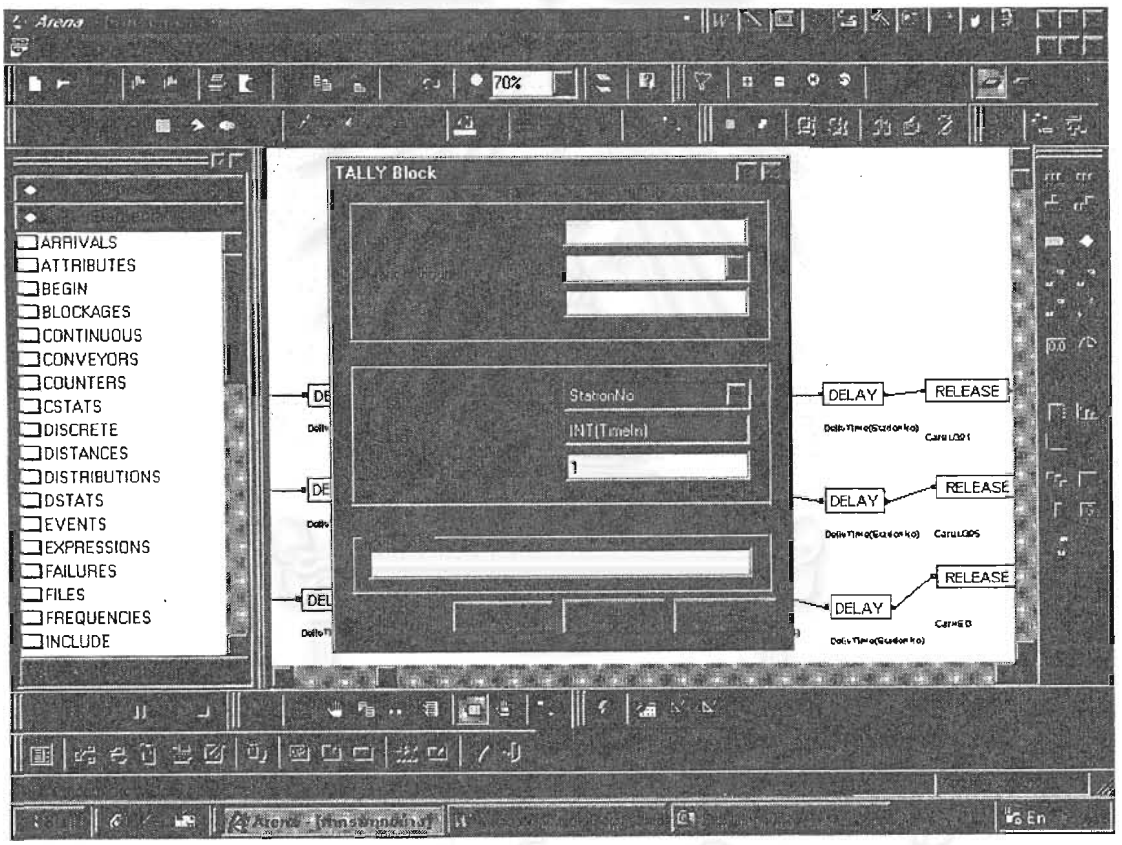


รูปที่ ช21 รายละเอียดของ TALLY Block (ต่อ)

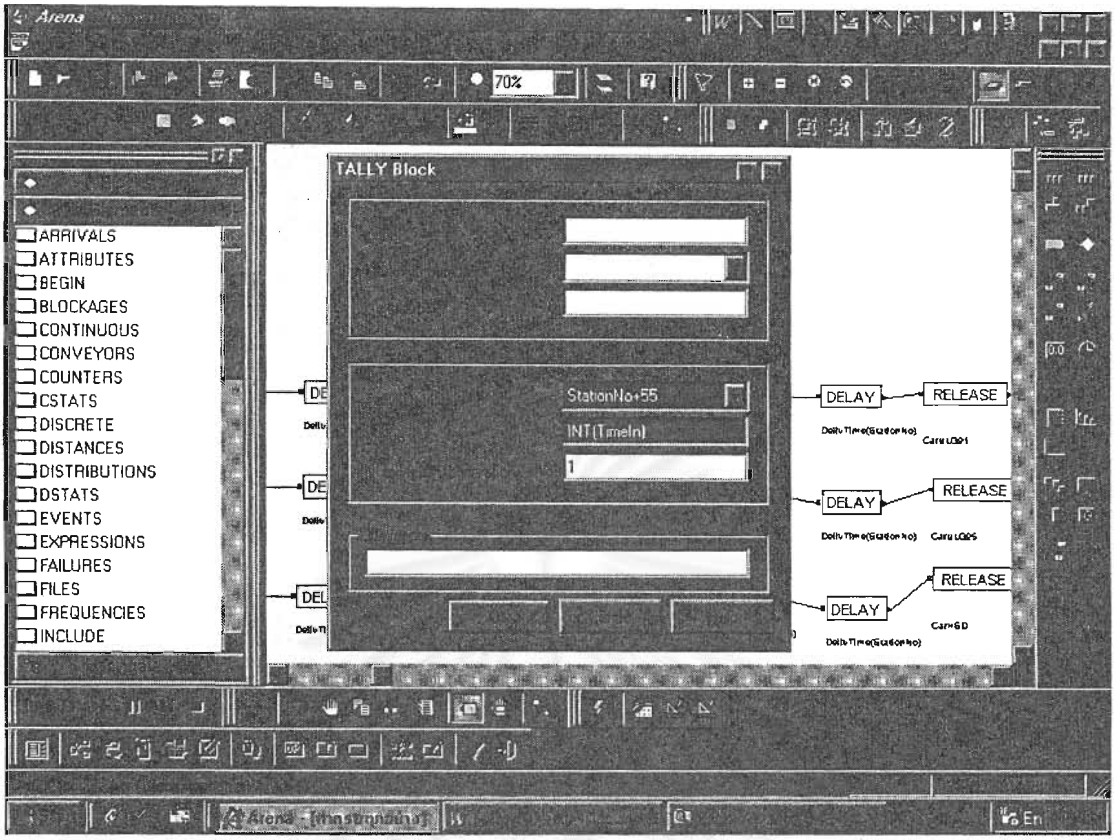
1.18 TALLY Block

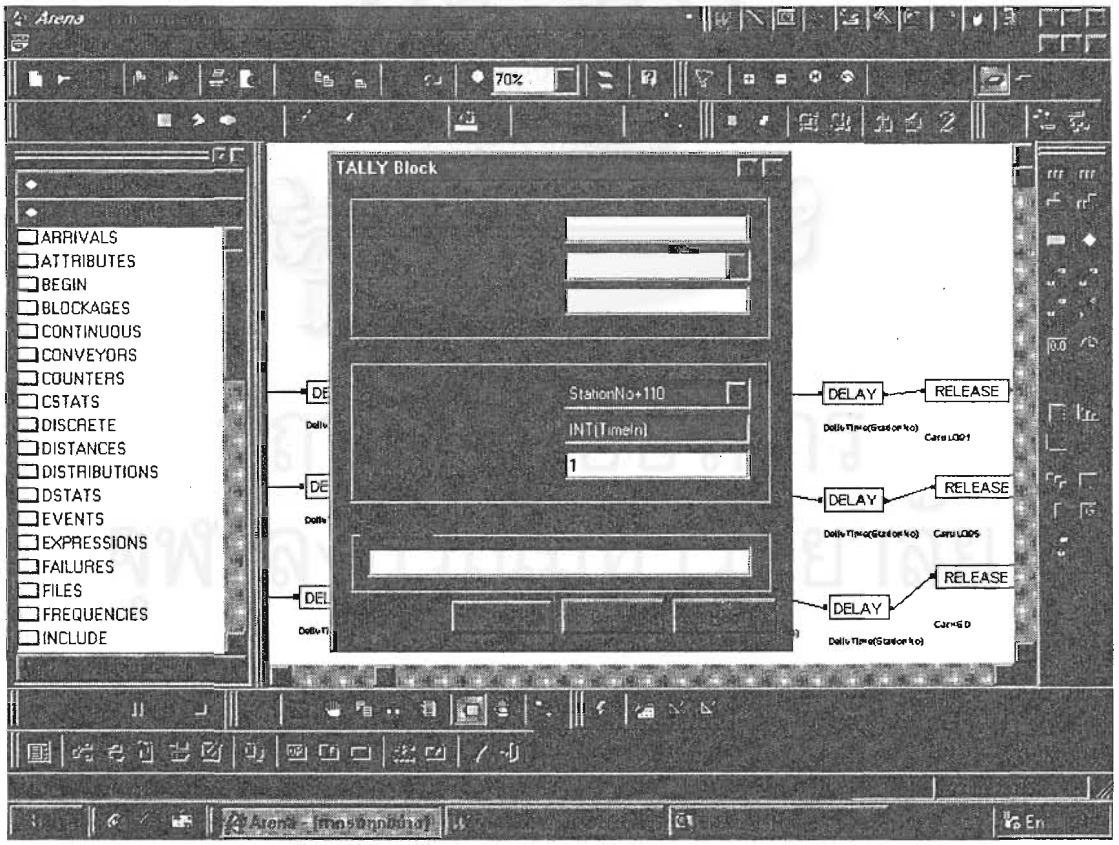
ใช้ในการเก็บข้อมูลเวลาตั้งแต่ได้รับคำสั่งซื้อน้ำมันจากลูกค้าจนกระทั่งรถขนส่งน้ำมันเดินทางจากคลังน้ำมันไปถึงสถานีบริการน้ำมันของลูกค้า ซึ่งเรียกว่า เวลาตอบสนอง โดยเก็บข้อมูลแยกตามสถานีบริการน้ำมันแต่ละแห่ง มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข22





รูปที่ ข22 รายละเอียดของ TALLY Block





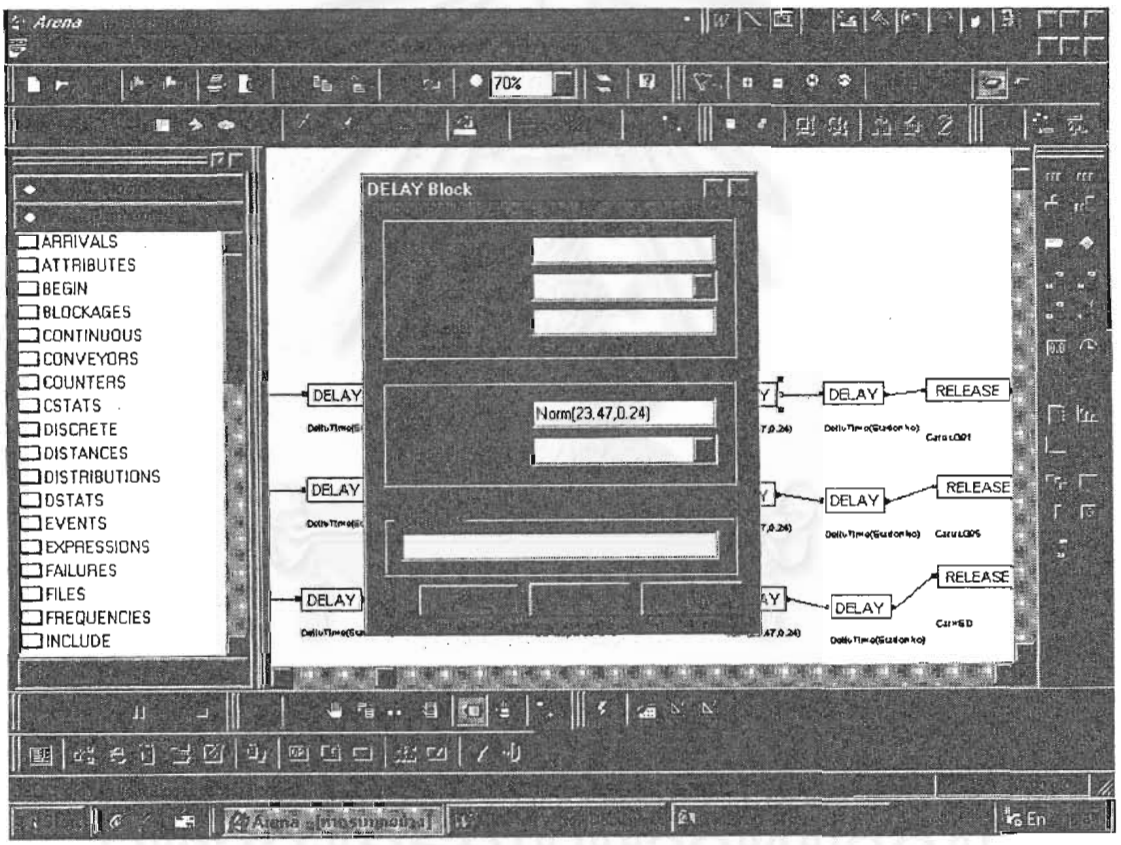
รูปที่ ข22 รายละเอียดของ TALLY Block (ต่อ)

1.19 DELAY Block

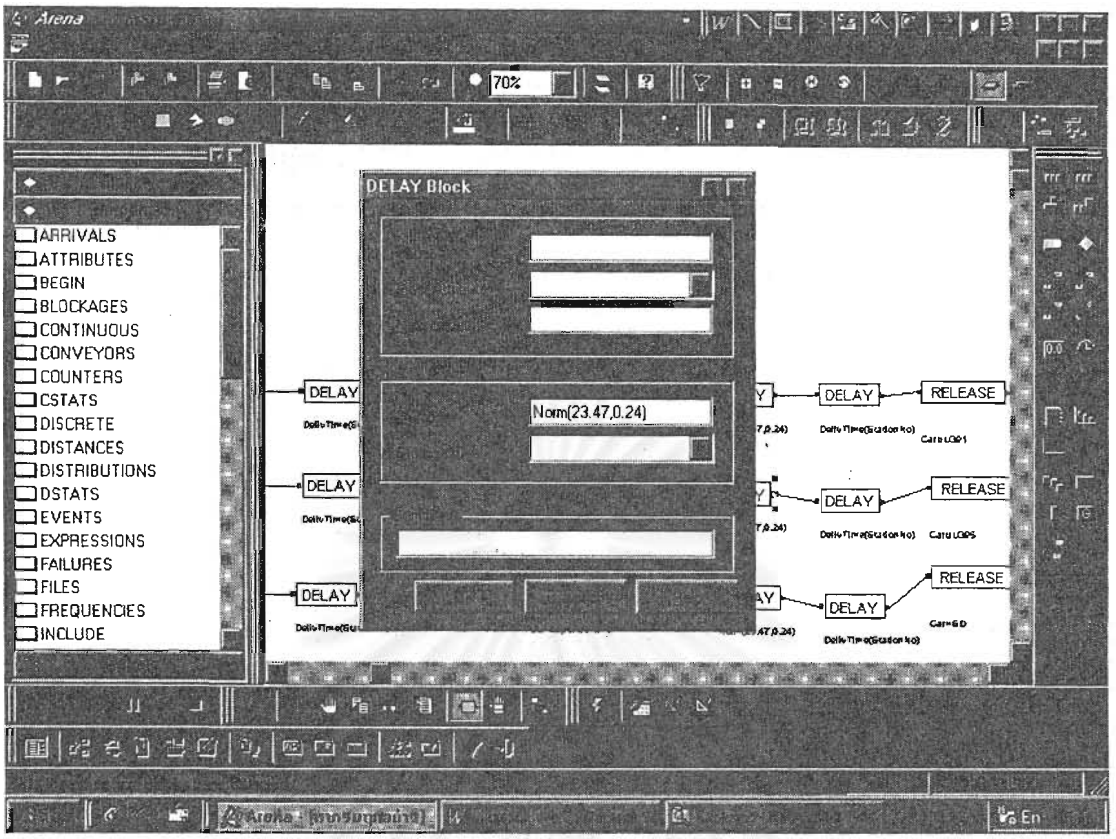
ใช้ในการกำหนดเวลาที่รถขนส่งน้ำมันถ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากรถขนส่งน้ำมันให้แก่สถานีบริการน้ำมัน โดยมีค่าเท่ากับเวลาที่ใช้ในการจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรของแต่ละหัวจ่าย ซึ่งมีลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นแบบ N(23.47,0.24) มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข23

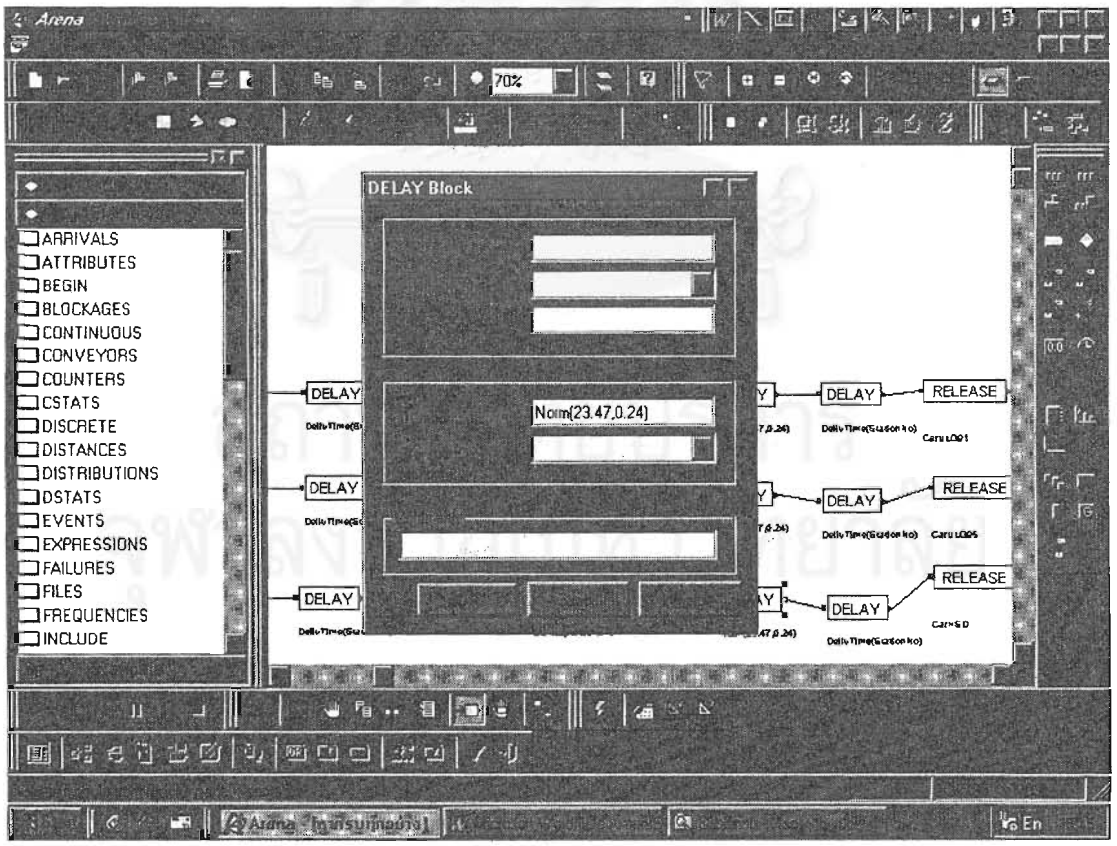
[redacted]

Norm(23.47,0.24)



รูปที่ ข23 รายละเอียดของ DELAY Block



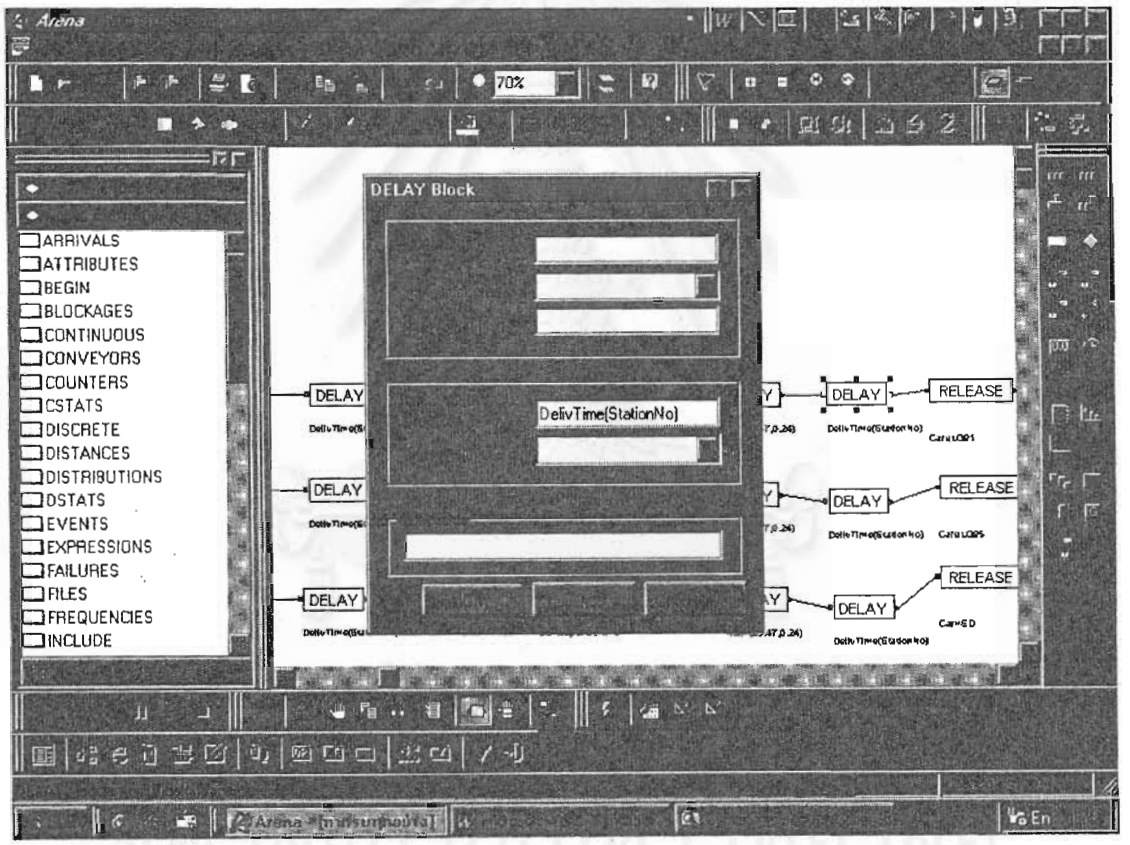


รูปที่ ข23 รายละเอียดของ DELAY Block (ต่อ)

1.20 DELAY Block

ใช้ในการกำหนดเวลาที่รถขนส่งเดินทางจากสถานีบริการน้ำมันกลับมายังคลังน้ำมัน มีค่าเท่ากับเวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน เรียกว่า DelivTime ซึ่งกำหนดเป็นตัวแปร (VARIABLES) ในโครงร่างการทดลองแบบจำลอง จะมี 55 ค่าที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสถานีบริการ เรียกว่า StationNo ซึ่งกำหนดเป็นเป็นลักษณะเฉพาะ (ATTRIBUTES) ในโครงร่างการทดลองแบบจำลอง รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข24

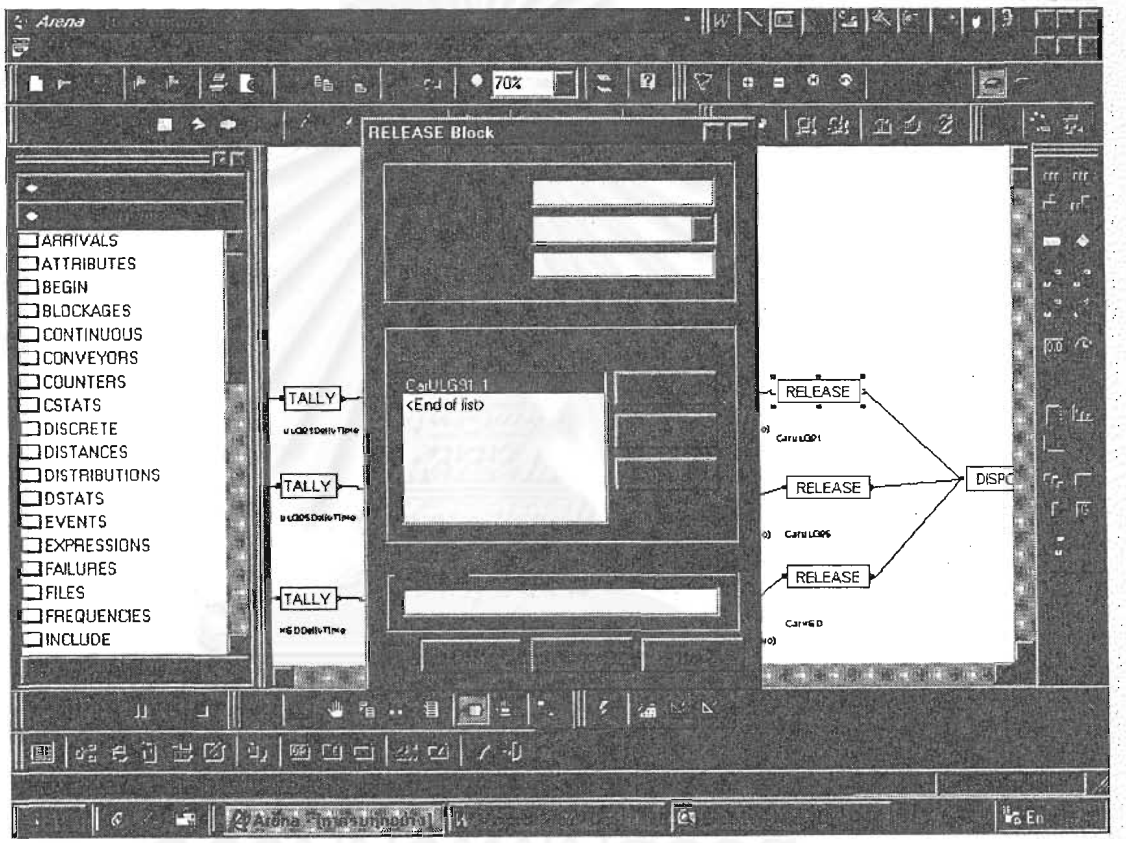
DelivTime(StationNo)



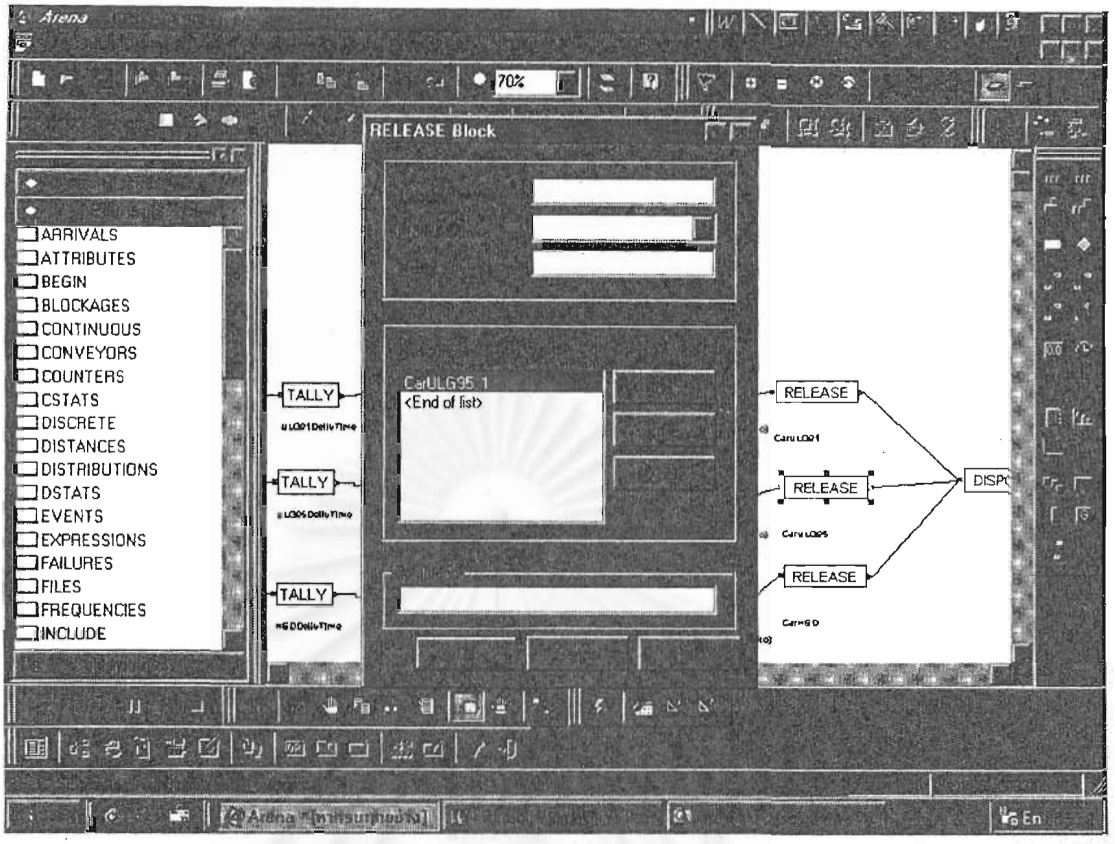
รูปที่ ข24 รายละเอียดของ DELAY Block

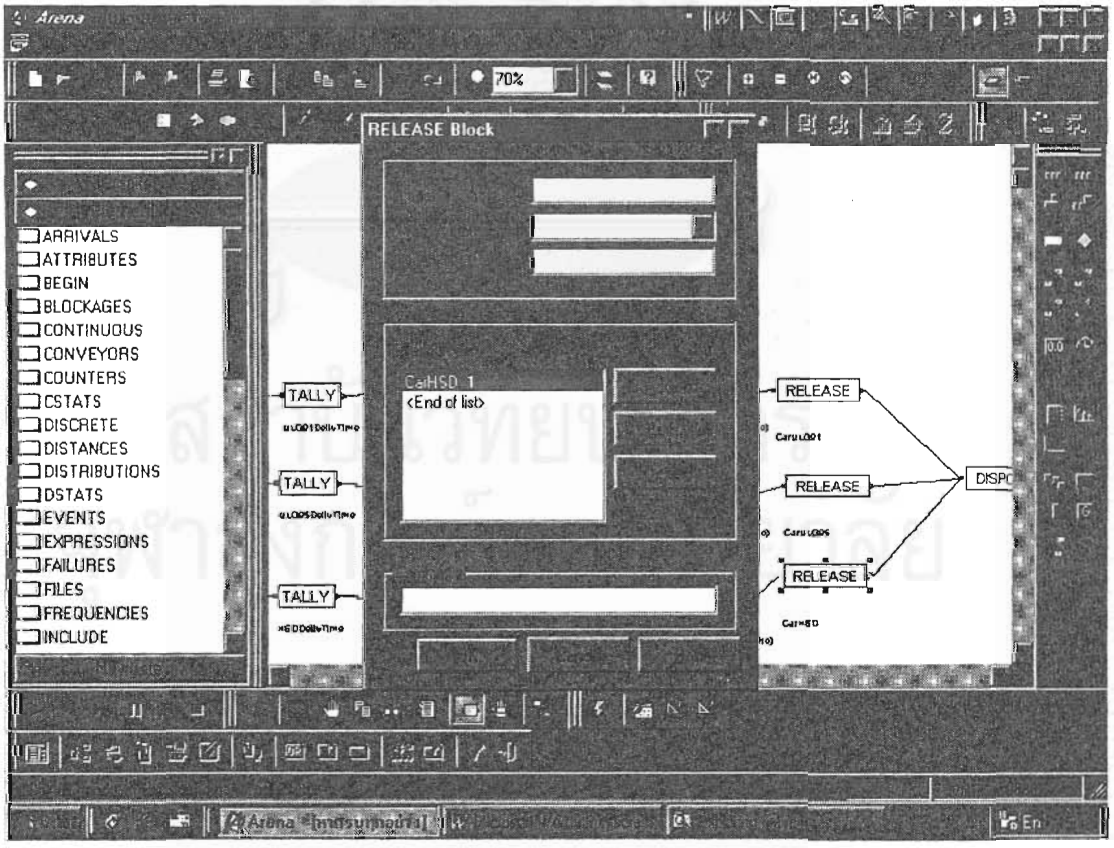
1.21 RELEASE Block

ใช้ในการกำหนดให้รถขนส่งน้ำมันว่างพร้อมให้บริการขนส่งน้ำมันตามคำสั่งซื้อของลูกค้า หลังจากทำการจัดส่งน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรให้แก่สถานีบริการน้ำมันและเดินทางกลับมายังคลังน้ำมัน มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข25



รูปที่ ข25 รายละเอียดของ RELEASE Block

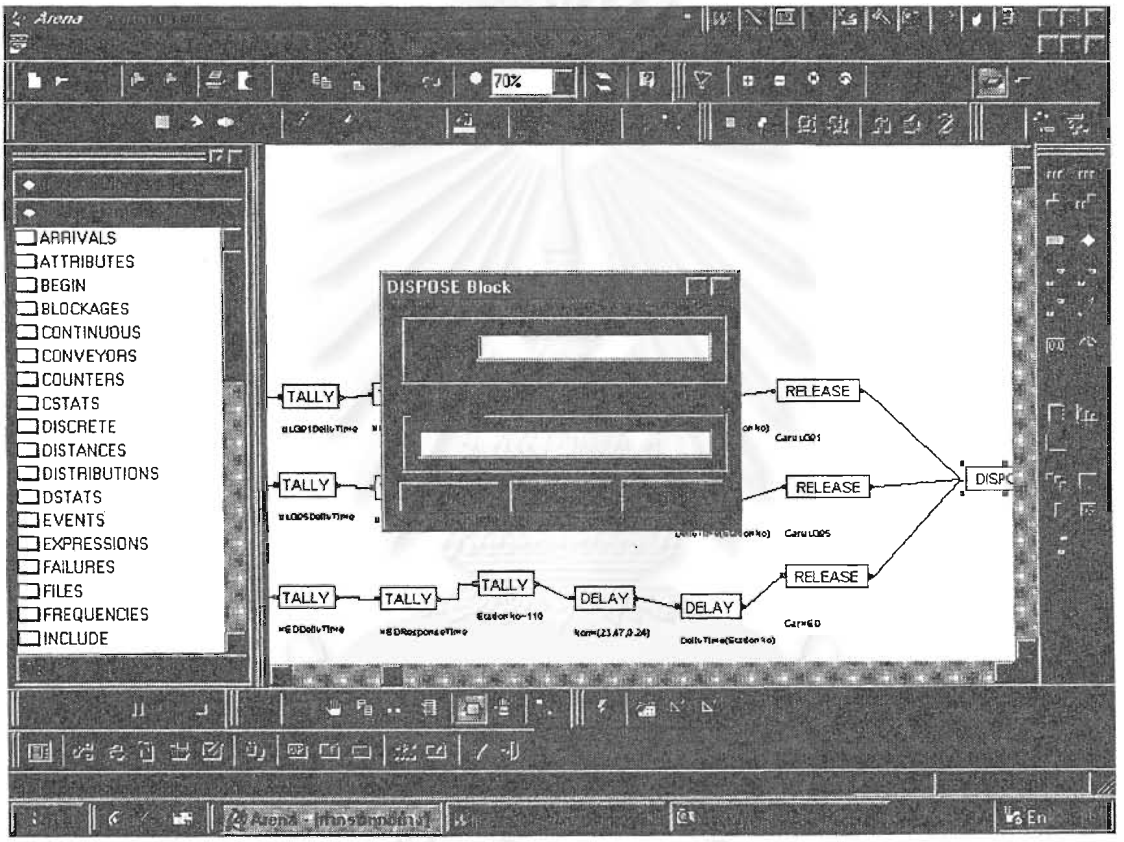




รูปที่ ข25 รายละเอียดของ RELEASE Block (ต่อ)

1.22 DISPOSE Block

ใช้ในการกำหนดให้สิ้นสุดขั้นตอนการจัดส่งน้ำมันจากคลังน้ำมันแก่สถานีบริการน้ำมันตามคำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้าแต่ละคำสั่งซื้อ รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข26



รูปที่ ข26 รายละเอียดของ DISPOSE Block

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. โครงร่างการทดลองแบบจำลอง (Experimental Frame)

โครงร่างการทดลองแบบจำลองเป็นส่วนประกอบหนึ่งของโปรแกรม ARENA ซึ่งใช้ในการกำหนดองค์ประกอบของแบบจำลอง ได้แก่ ทรัพยากร แถวคอย เป็นต้น และใช้ในการกำหนดรายละเอียดในการรันแบบจำลอง รวมทั้งค่าต่าง ๆ ที่ต้องการจากการรันแบบจำลอง โครงร่างการทดลองแบบจำลองจะประกอบด้วย Element ต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 RESOURCES Element

ใช้ในการกำหนดจำนวนทรัพยากรของแบบจำลอง ได้แก่ รถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91 (CarULG91), รถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95 (CarULG95) และรถขนส่งน้ำมันดีเซล (CarHSD) ชนิดละ 10 คัน, หัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91 (LoadULG91), หัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 (LoadULG95) และหัวจ่ายน้ำมันดีเซล (LoadHSD) ชนิดละ 3 หัวจ่าย รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข27

CarULG91

CarULG95

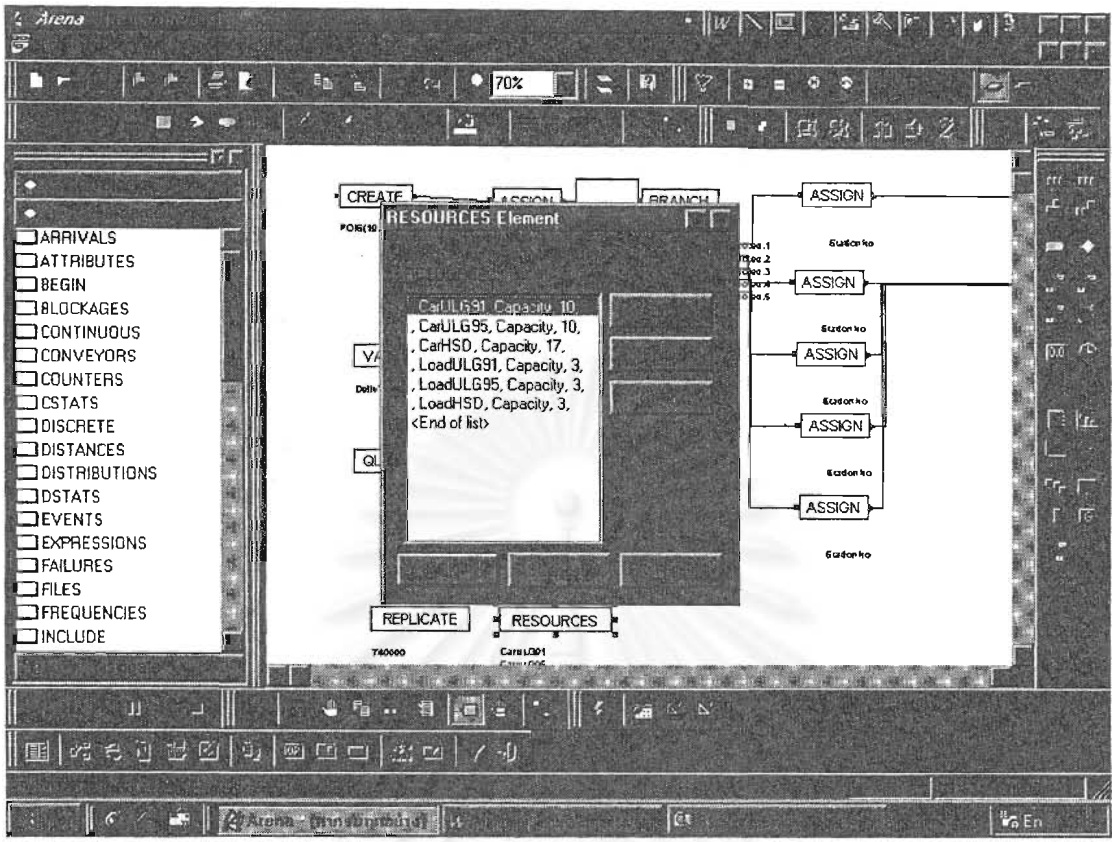
CarHSD

LoadULG91

LoadULG95

LoadHSD

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข27 รายละเอียดของ RESOURCES Element

2.2 ATTRIBUTES Element

ใช้ในการกำหนดลักษณะพิเศษเฉพาะของคำสั่งซื้อของลูกค้า ได้แก่

- เวลาที่ลูกค้าทำการสั่งซื้อน้ำมันมาที่คลังน้ำมัน กำหนดเป็น TimeIn
- เวลาที่เริ่มรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91 ที่ว่าง กำหนดเป็น TimeIn2
- เวลาที่เริ่มรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95 ที่ว่าง กำหนดเป็น TimeIn3
- เวลาที่เริ่มการรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันดีเซลที่ว่าง กำหนดเป็น TimeIn4
- เวลาที่เริ่มรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91 ที่ว่าง กำหนดเป็น TimeIn5
- เวลาที่เริ่มรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 ที่ว่าง กำหนดเป็น TimeIn6
- เวลาที่เริ่มรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันดีเซลที่ว่าง กำหนดเป็น TimeIn7
- เวลาที่รถขนส่งน้ำมันเริ่มรับน้ำมันจากหัวจ่ายน้ำมันสำหรับน้ำมันเบนซิน 91 กำหนดเป็น TimeIn8
- เวลาที่รถขนส่งน้ำมันเริ่มรับน้ำมันจากหัวจ่ายน้ำมันสำหรับน้ำมันเบนซิน 95 กำหนดเป็น TimeIn9

- เวลาที่รถขนส่งน้ำมันเริ่มรับน้ำมันจากหัวจ่ายน้ำมันสำหรับน้ำมันดีเซล กำหนดเป็น TimeIn10

การกำหนดให้แบบจำลองทำการเก็บข้อมูลเวลาในจุดต่าง ๆ เพื่อใช้ในการหาค่าเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนในการจัดส่งน้ำมันแต่ละชนิด

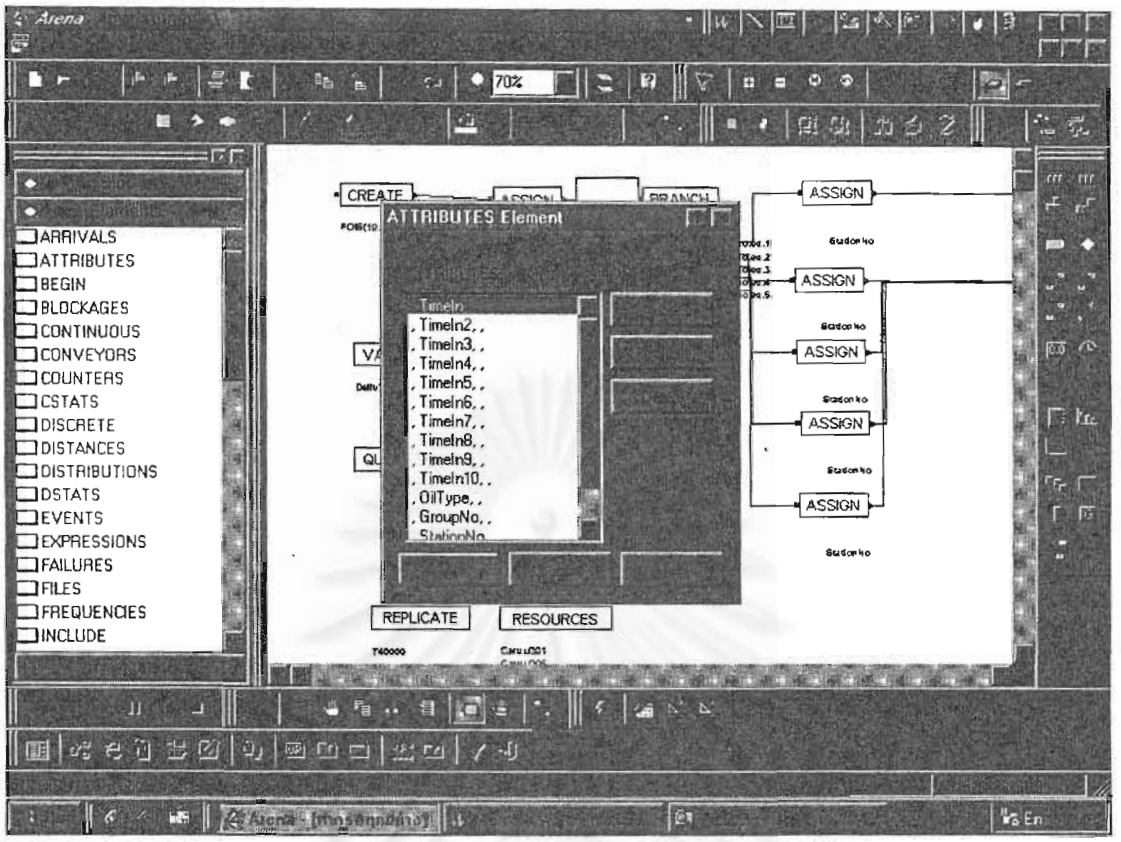
ชนิดน้ำมันที่ลูกค้าทำการสั่งซื้อ เรียกว่า OilType ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิด จึงกำหนดให้น้ำมันเบนซิน 91 มีค่า OilType เท่ากับ 1, น้ำมันเบนซิน 95 มีค่า OilType เท่ากับ 2 และน้ำมันดีเซลมีค่า OilType เท่ากับ 3

กลุ่มของสถานีบริการน้ำมัน เรียกว่า GroupNo ซึ่งมีทั้งหมด 5 กลุ่ม จึงกำหนดให้สถานีบริการกลุ่มที่ 1 มีค่า GroupNo เท่ากับ 1, สถานีบริการกลุ่มที่ 2 มีค่า GroupNo เท่ากับ 2, สถานีบริการกลุ่มที่ 3 มีค่า GroupNo เท่ากับ 3, สถานีบริการกลุ่มที่ 4 มีค่า GroupNo เท่ากับ 4 และสถานีบริการกลุ่มที่ 5 มีค่า GroupNo เท่ากับ 5

สถานีบริการที่ทำการสั่งซื้อน้ำมัน เรียกว่า StationNo ซึ่งมีทั้งหมด 55 แห่ง กำหนดให้สถานีบริการน้ำมันแห่งที่ 1 มีค่า StationNo เท่ากับ 1, สถานีบริการน้ำมันแห่งที่ 2 มีค่า StationNo เท่ากับ 2 จนถึงสถานีบริการน้ำมันแห่งที่ 55 มีค่า StationNo เท่ากับ 55 รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข28

TimeIn
TimeIn2
TimeIn3
TimeIn4
TimeIn5
TimeIn6
TimeIn7
TimeIn8
TimeIn9
TimeIn10
OilType
GroupNo
StationNo

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข28 รายละเอียดของ ATTRIBUTES Element

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

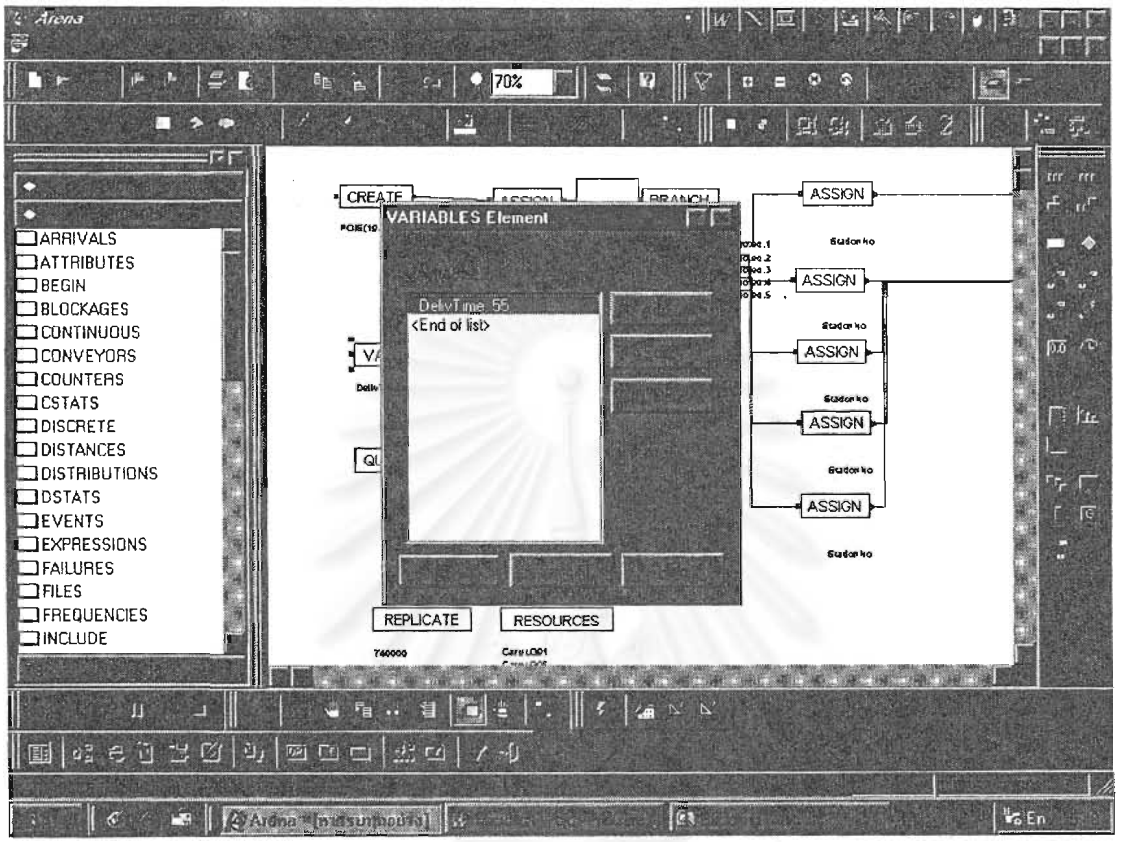
2.3 VARIABLES Element

ใช้ในการกำหนดตัวแปรและค่าของตัวแปรซึ่งใช้ในแบบจำลอง ได้แก่ เวลาที่รถขนส่งใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการแต่ละแห่ง ซึ่งมีค่าเท่ากับเวลาที่รถขนส่งใช้ในการเดินทางจากสถานีบริการกลับไปยังคลังน้ำมัน เรียกว่า DelivTime มีทั้งหมด 55 ค่า ขึ้นอยู่กับสถานีบริการที่ทำการจัดส่งน้ำมัน เรียกว่า StationNo ซึ่งกำหนดเป็น ATTRIBUTES Element รายละเอียดแสดงดัง ตารางที่ ข7 และรูปที่ ข29

ตารางที่ ข7 เวลาที่รถขนส่งใช้ในการเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมัน

สถานีบริการแห่งที่	DelivTime (นาที)	สถานีบริการแห่งที่	DelivTime (นาที)	สถานีบริการแห่งที่	DelivTime (นาที)
1	11.98	20	135.73	39	196.27
2	11.91	21	136.94	40	195.51
3	43.94	22	153.71	41	205.80
4	43.02	23	153.94	42	204.75
5	43.96	24	153.04	43	204.16
6	55.57	25	153.76	44	212.18
7	55.89	26	152.16	45	211.94
8	90.48	27	151.69	46	211.72
9	89.90	28	160.98	47	235.59
10	90.54	29	160.90	48	253.41
11	110.60	30	160.60	49	256.26
12	111.42	31	164.56	50	258.06
13	111.72	32	165.64	51	258.55
14	115.51	33	173.80	52	256.08
15	116.23	34	172.16	53	261.79
16	116.48	35	172.39	54	308.75
17	117.38	36	175.92	55	379.86
18	138.06	37	195.37		
19	137.51	38	196.06		

DelivTime



รูปที่ ข29 รายละเอียดของ VARIABLES Element

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 QUEUES Element

ใช้ในการกำหนดแถวคอยรอรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันของแบบจำลอง โดยแถวคอยรอรับบริการจากรถขนส่งน้ำมัน มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน โดยแถวคอยรอรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันทั้ง 3 ชนิดเป็นแถวคอยเดี่ยวที่มีลำดับการให้บริการเป็นแบบ First In First Out (FIFO)

แถวคอยรอรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมัน มี 3 Block ตามชนิดน้ำมัน โดยแถวคอยรอรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันทั้ง 3 ชนิดเป็นแถวคอยเดี่ยวที่มีลำดับการให้บริการเป็นแบบ First In First Out (FIFO) รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข30

CarULG91Queue

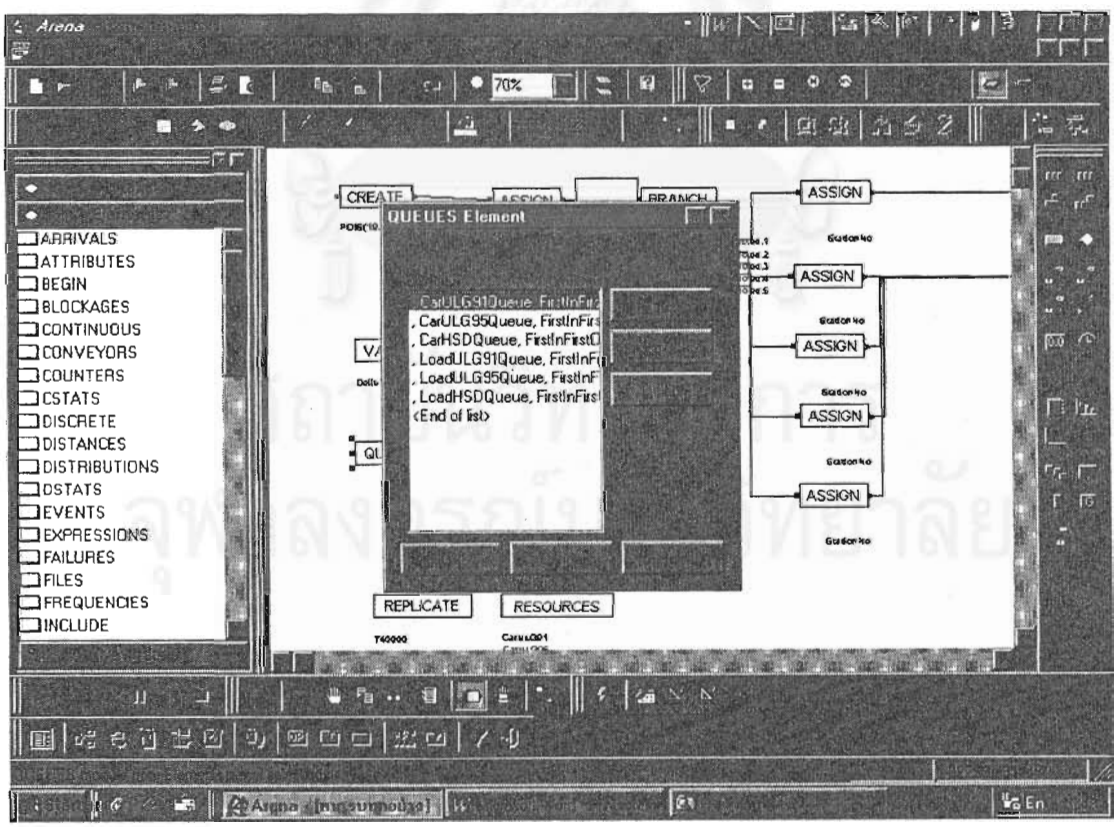
CarULG95Queue

CarHSDQueue

LoadULG91Queue

LoadULG95Queue

LoadHSDQueue



รูปที่ ข30 รายละเอียด QUEUES Element

2.5 TALLIES Element

ใช้ในการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ในการรันแบบจำลอง ได้แก่ เวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91 เรียกว่า ULG91CarWaitTime, เวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95 เรียกว่า ULG95CarWaitTime และ เวลารอในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันดีเซล เรียกว่า HSDCarWaitTime

เวลารอในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91 เรียกว่า ULG91LoadWaitTime, เวลารอในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 เรียกว่า ULG95LoadWaitTime และเวลารอในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันดีเซล เรียกว่า HSDLoadWaitTime

เวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91 เรียกว่า ULG91LoadTime, เวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95 เรียกว่า ULG95LoadTime และเวลาที่ใช้ในการจัดจ่ายน้ำมันปริมาณ 16,000 ลิตรจากหัวจ่ายน้ำมันแก่รถขนส่งน้ำมันดีเซล เรียกว่า HSDLoadTime

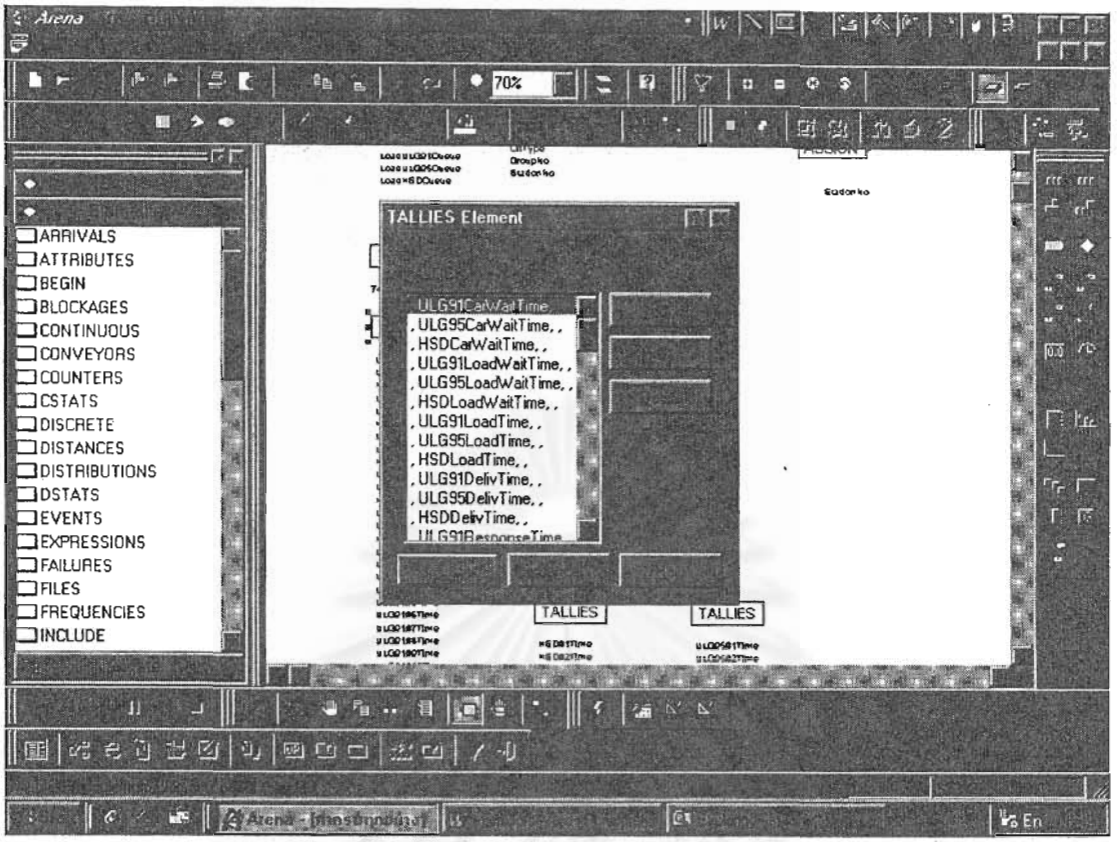
เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันสำหรับน้ำมันเบนซิน 91 เรียกว่า ULG91DelivTime, เวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันสำหรับน้ำมันเบนซิน 95 เรียกว่า ULG95DelivTime และเวลาที่รถขนส่งเดินทางจากคลังน้ำมันไปยังสถานีบริการน้ำมันสำหรับน้ำมันดีเซล เรียกว่า HSDDelivTime

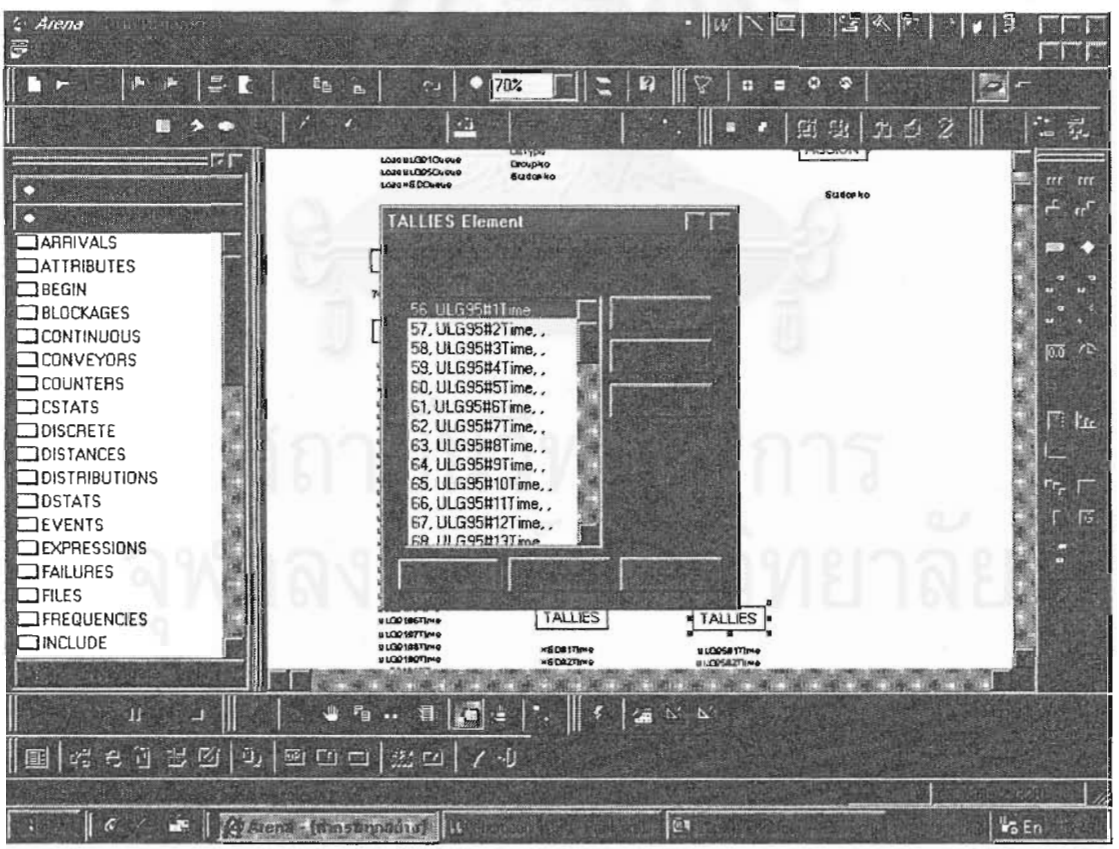
เวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันแต่ละชนิด ได้แก่ เวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันเบนซิน 91 เรียกว่า ULG91ResponseTime, เวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันเบนซิน 95 เรียกว่า ULG95ResponseTime และเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันดีเซล เรียกว่า HSDResponseTime

เวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันแต่ละชนิดแยกตามสถานีบริการน้ำมันแต่ละแห่งโดยกำหนดให้แบบจำลองทำการเก็บข้อมูลตาม StationNo ซึ่งกำหนดเป็น ATTRIBUTES ได้แก่ หมายเลขที่ 1 ถึง 55 (StationNo) เป็นเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันเบนซิน 91 แยกตามสถานีบริการน้ำมันแต่ละแห่ง เรียกว่า ULG91#1Time, ULG91#2Time จนถึง ULG91#55Time, หมายเลขที่ 56 ถึง 110 (StationNo + 55) เรียกว่า ULG95#1Time, ULG95#2Time จนถึง ULG95#55Time และหมายเลขที่ 111 ถึง 165 (StationNo + 110) เรียกว่า HSD#1Time, HSD#2Time จนถึง HSD#55Time รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข31

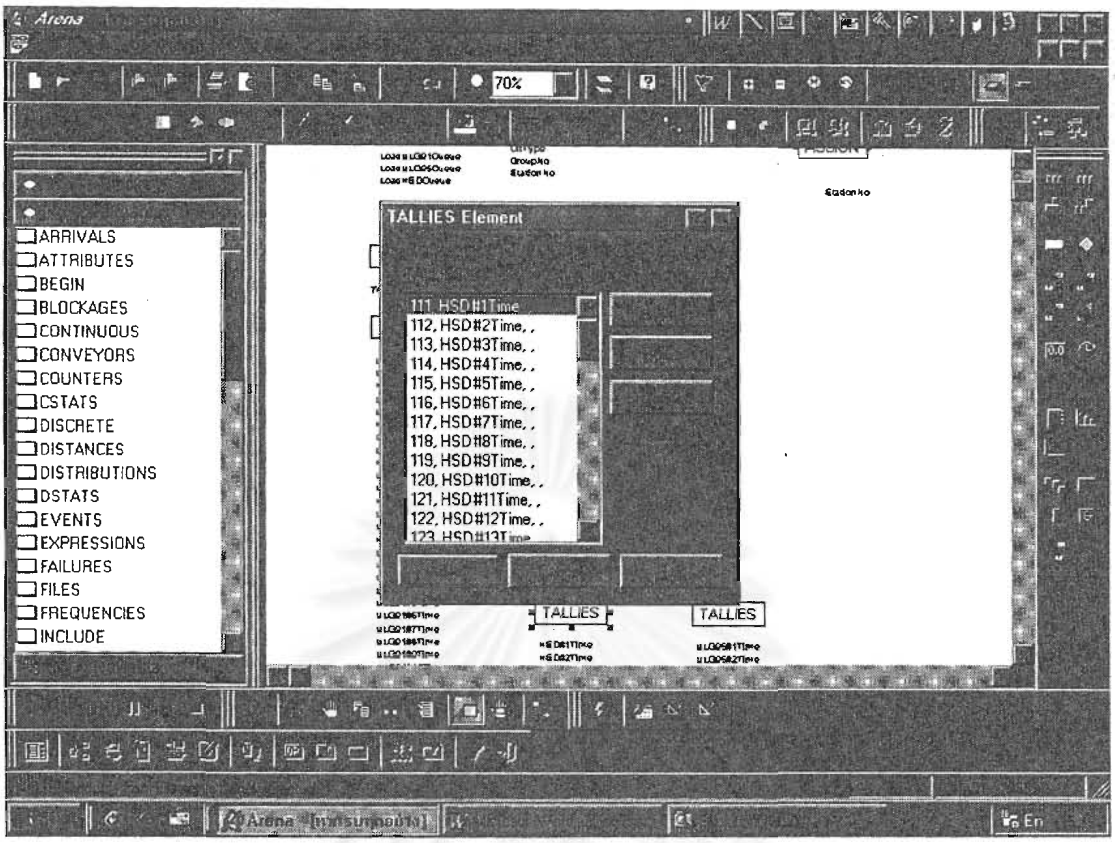
ULG91CarWaitTime	ULG95#1Time	HSD#1Time
ULG95CarWaitTime	ULG95#2Time	HSD#2Time
HSDCarWaitTime	ULG95#3Time	HSD#3Time
ULG91LoadWaitTime	.	.
ULG95LoadWaitTime	.	.
HSDLoadWaitTime	.	.
ULG91LoadTime	ULG95#55Time	HSD#55Time
ULG95LoadTime		
HSDLoadTime		
ULG91DelivTime		
ULG95DelivTime		
HSDDelivTime		
ULG91ResponseTime		
ULG95ResponseTime		
HSDResponseTime		
ULG91#1Time		
ULG91#2Time		
ULG91#3Time		
.		
.		
.		
ULG91#55Time		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ ข31 รายละเอียด TALLIES Element



รูปที่ ข31 รายละเอียด TALLIES Element (ต่อ)

2.6 DSTATS Element

ใช้ในการกำหนดให้แบบจำลองทำการเก็บข้อมูล % Utilization ของรถขนส่งน้ำมันหัวจ่ายน้ำมัน หรือแถวคอยของแบบจำลอง ได้แก่

กำหนดให้ NR(CarULG91) แทน % Utilization ของรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91, NR(CarULG95) แทน % Utilization ของรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 95, NR(CarHSD) แทน % Utilization ของรถขนส่งน้ำมันดีเซล, NR(LoadULG91) แทน % Utilization ของหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91, NR(LoadULG95) แทน % Utilization ของหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 95 และ NR(LoadHSD) แทน % Utilization ของหัวจ่ายน้ำมันดีเซล

กำหนดให้ NQ(CarULG91Queue) แทนจำนวนคำสั่งซื้อในแถวคอยรับบริการจากรถขนส่งน้ำมัน สำหรับน้ำมันเบนซิน 91, NQ(CarULG95Queue) แทนจำนวนคำสั่งซื้อในแถวคอยรับบริการรถขนส่งน้ำมัน สำหรับน้ำมันเบนซิน 95 และ NQ(CarHSDQueue) แทนจำนวนคำสั่งซื้อในแถวคอยรับบริการรถขนส่งน้ำมัน สำหรับน้ำมันดีเซล

กำหนดให้ NQ(LoadULG91Queue) แทนจำนวนรถขนส่งน้ำมันในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันสำหรับน้ำมันเบนซิน 91, NQ(LoadULG95Queue) แทนจำนวนรถขนส่งน้ำมัน

ในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันสำหรับน้ำมันเบนซิน 95 และ NQ(LoadHSDQueue) แทนจำนวนรถขนส่งน้ำมันในแถวคอยรับบริการจากหัวจ่ายน้ำมันสำหรับน้ำมันดีเซล รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข32

NR(LoadULG91)

NR(LoadULG95)

NR(LoadHSD)

NR(CarULG91)

NR(CarULG95)

NR(CarHSD)

NQ(CarULG91Queue)

NQ(CarULG95Queue)

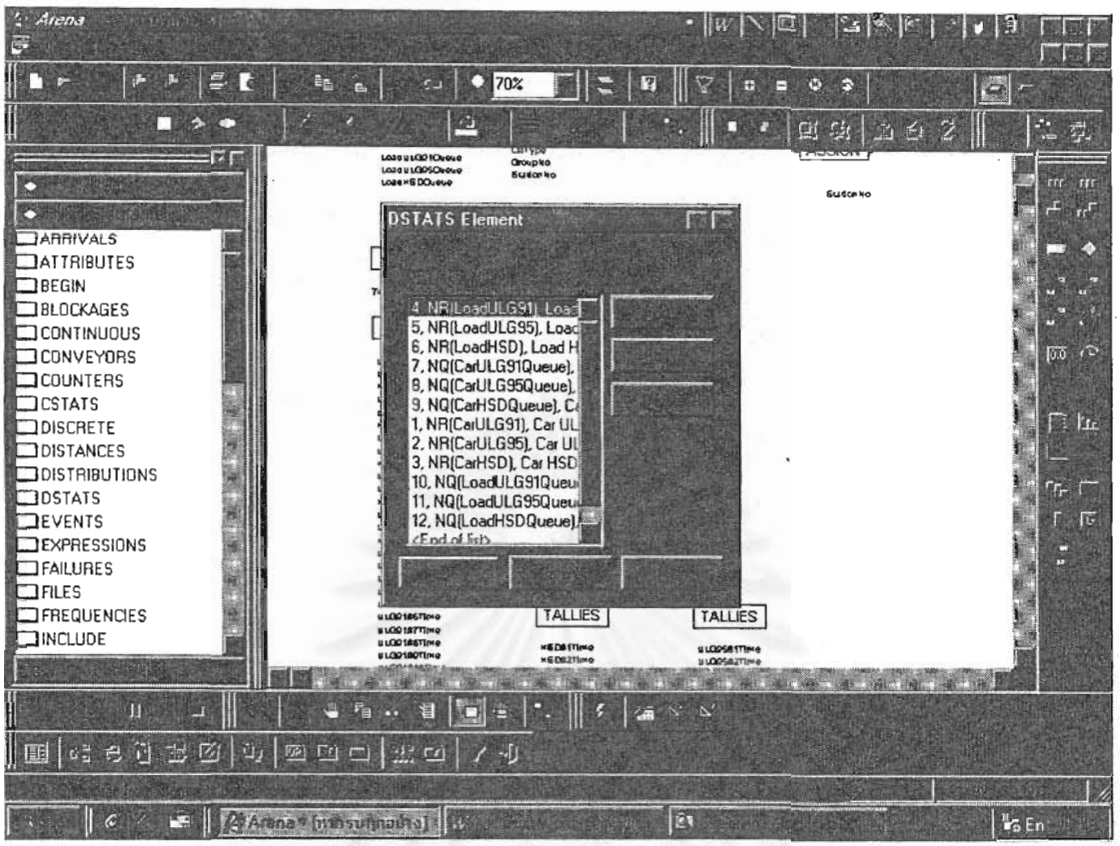
NQ(CarHSDQueue)

NQ(LoadULG91Queue)

NQ(LoadULG95Queue)

NQ(LoadHSDQueue)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

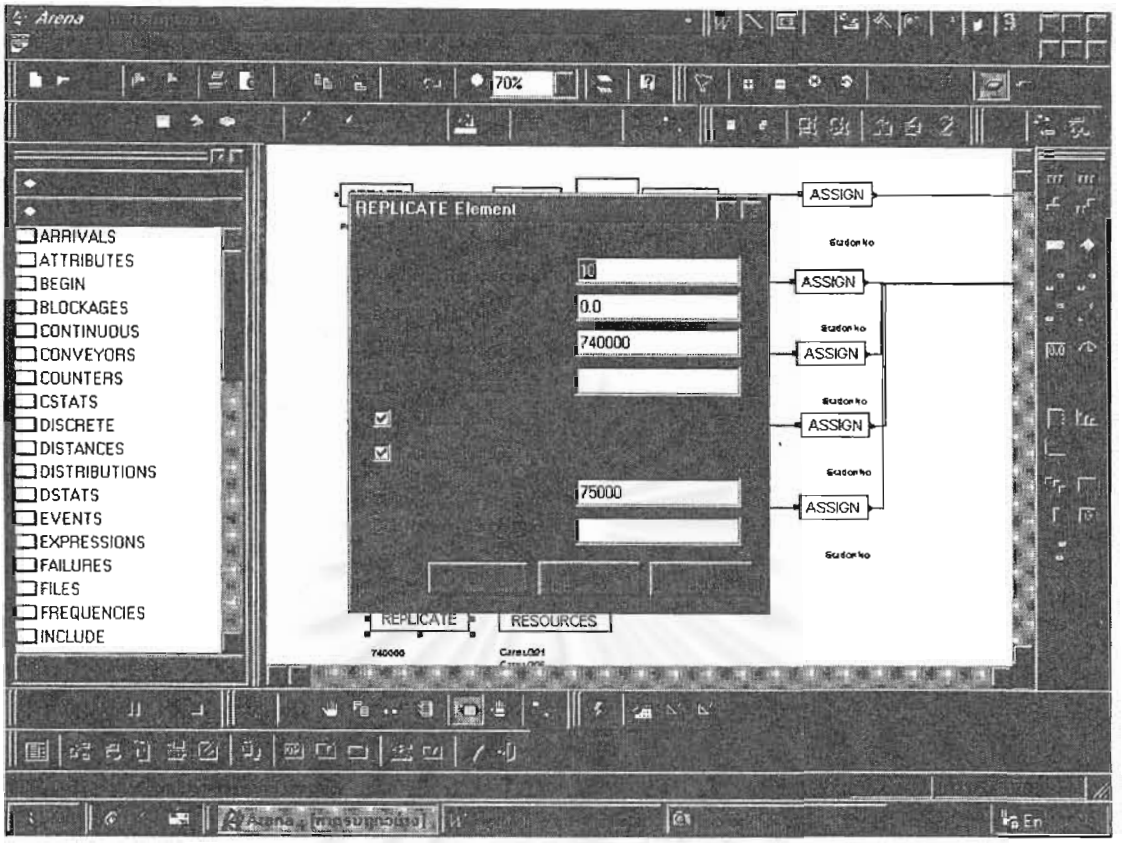


รูปที่ ข32 รายละเอียด DSTATS Element

2.7 REPLICATE Element

ใช้ในการกำหนดเงื่อนไขในการรันแบบจำลองตามต้องการ ได้แก่ จำนวนรอบของการรันแบบจำลอง (Number of Replications), เวลาเริ่มต้นของการรันแบบจำลอง (Beginning Time), ระยะเวลาในการรันแบบจำลอง 1 รอบ (Replication Length), การกำหนดให้เริ่มต้นการรันแบบจำลองที่เวลาเริ่มต้นเท่ากับ 0 อีกครั้ง หลังจากการรันแบบจำลองเสร็จสิ้นในแต่ละรอบ (Initialize System) และการกำหนดให้เริ่มต้นทำการเก็บข้อมูลใหม่ หลังจากการรันแบบจำลองเสร็จสิ้นในแต่ละรอบ (Initialize Statistics) รายละเอียดแสดงดังรูปที่ ข33

740000



รูปที่ ข33 รายละเอียด REPLICATE Element

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรายละเอียดการสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม ARENA ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปเป็น Model Statements และ Experimental Statements ได้ดังต่อไปนี้

Model Statements

```
0$      CREATE,     1:POIS(19.95):MARK(TimeIn);
1$      ASSIGN:     OilType=Disc(0.2209,1,0.5172,2,1.0,3):
                    GroupNo=Disc(0.2024,1,0.4062,2,0.6088,3,0.8036,4,1,5);
37$     BRANCH,     1:
                    If,GroupNo.eq.1,38$,Yes:
                    If,GroupNo.eq.2,39$,Yes:
                    If,GroupNo.eq.3,40$,Yes:
                    If,GroupNo.eq.4,41$,Yes:
                    If,GroupNo.eq.5,54$,Yes;
38$     ASSIGN:
                    StationNo=DISC(0.1006,1,0.2001,2,0.2936,3,0.387,4,0.4819
                    ,5,0.5665,6,0.6547,7,0.74,8,0.8259,9,0.9125,10,1,11);
2$      BRANCH,     1:
                    If,OilType.eq.1,5$,Yes:
                    If,OilType.eq.2,7$,Yes:
                    If,OilType.eq.3,11$,Yes;
5$      QUEUE,      CarULG91Queue;
6$      SEIZE,      1:
                    CarULG91,1;
42$     TALLY:      ULG91CarWaitTime,INT(TimeIn),1:MARK(TimeIn2);
3$      QUEUE,      LoadULG91Queue;
4$      SEIZE,      1:
                    LoadULG91,1;
45$     TALLY:      ULG91LoadWaitTime,INT(TimeIn2),1:MARK(TimeIn5);
15$     DELAY:      Norm(23.47,0.24);
16$     RELEASE:    LoadULG91,1;
48$     TALLY:      ULG91LoadTime,INT(TimeIn5),1:MARK(TimeIn8);
19$     DELAY:      DelivTime(StationNo);
```

```
51$     TALLY:      ULG91DelivTime,INT(TimeIn8),1;
55$     TALLY:      ULG91ResponseTime,INT(TimeIn),1;
28$     TALLY:      StationNo,INT(TimeIn),1;
34$     DELAY:      Norm(23.47,0.24);
31$     DELAY:      DelivTime(StationNo);
20$     RELEASE:    CarULG91,1;
27$     DISPOSE;
7$      QUEUE,      CarULG95Queue;
8$      SEIZE,      1:
                    CarULG95,1;
43$     TALLY:      ULG95CarWaitTime,INT(TimeIn),1:MARK(TimeIn3);
9$      QUEUE,      LoadULG95Queue;
10$     SEIZE,      1:
                    LoadULG95,1;
46$     TALLY:      ULG95LoadWaitTime,INT(TimeIn3),1:MARK(TimeIn6);
23$     DELAY:      Norm(23.47,0.24);
17$     RELEASE:    LoadULG95,1;
49$     TALLY:      ULG95LoadTime,INT(TimeIn6),1:MARK(TimeIn9);
24$     DELAY:      DelivTime(StationNo);
52$     TALLY:      ULG95DelivTime,INT(TimeIn9),1;
56$     TALLY:      ULG95ResponseTime,INT(TimeIn),1;
29$     TALLY:      StationNo+55,INT(TimeIn),1;
35$     DELAY:      Norm(23.47,0.24);
32$     DELAY:      DelivTime(StationNo);
21$     RELEASE:    CarULG95,1:NEXT(27$);
11$     QUEUE,      CarHSDQueue;
12$     SEIZE,      1:
                    CarHSD,1;
44$     TALLY:      HSDCarWaitTime,INT(TimeIn),1:MARK(TimeIn4);
13$     QUEUE,      LoadHSDQueue;
14$     SEIZE,      1:
```

```
                    LoadHSD,1;
47$     TALLY:      HSDLoadWaitTime,INT(TimeIn4),1:MARK(TimeIn7);
25$     DELAY:      Norm(23.47,0.24);
18$     RELEASE:    LoadHSD,1;
50$     TALLY:      HSDLoadTime,INT(TimeIn7),1:MARK(TimeIn10);
26$     DELAY:      DelivTime(StationNo);
53$     TALLY:      HSDDelivTime,INT(TimeIn10),1;
57$     TALLY:      HSDResponseTime,INT(TimeIn),1;
30$     TALLY:      StationNo+110,INT(TimeIn),1;
36$     DELAY:      Norm(23.47,0.24);
33$     DELAY:      DelivTime(StationNo);
22$     RELEASE:    CarHSD,1:NEXT(27$);
39$     ASSIGN:     StationNo=
DISC(0.0971,12,0.1973,13,0.2826,14,0.3695,15,0.4572,16,0.5511,17,0.6405,18,0.7306,1
9,0.823,20,0.9123,21,1,22)
                    :NEXT(2$);
40$     ASSIGN:     StationNo=
DISC(0.0905,23,0.1802,24,0.2729,25,0.3641,26,0.4494,27,0.5468,28,0.6424,29,0.7392,3
0,0.83,31,0.9183,32,1,33)
                    :NEXT(2$);
41$     ASSIGN:     StationNo=
DISC(0.0849,34,0.1677,35,0.2538,36,0.3488,37,0.4434,38,0.5396,39,0.6226,40,0.7117,4
1,0.8007,42,0.9031,43,1,44)
                    :NEXT(2$);
54$     ASSIGN:     StationNo=
DISC(0.0977,45,0.1904,46,0.2908,47,0.3809,48,0.4696,49,0.5581,50,0.6490,51,0.7356,5
2,0.8213,53,0.9123,54,1,55)
                    :NEXT(2$);
```

Experimental Statements

ATTRIBUTES: OilType,:

TimeIn:

StationNo:

TimeIn2:

TimeIn3:

TimeIn4:

TimeIn5:

GroupNo:

TimeIn6:

TimeIn7:

TimeIn8:

TimeIn9:

TimeIn10;

VARIABLES:

DelivTime(55),11.98,11.91,43.94,43.02,43.96,55.57,55.89,90.48,89.90,90.54,110.60,111.42,111.72,115.51,116.23,
116.48,117.38,138.06,137.51,135.73,136.94,153.71,153.94,153.04,153.76,152.16,151.69,160.98,160.9,160.6,164.56,165.64,173.8,172.16,172.39,175.92,195.37,196.06,196.27,195.51,205.8,204.75,204.16,212.18,211.94,211.72,235.59,253.41,256.26,258.06,258.55,256.08,261.79,308.75,379.86;

QUEUES: LoadHSDQueue,FirstInFirstOut:

LoadULG95Queue,FirstInFirstOut:

CarULG95Queue,FirstInFirstOut:

LoadULG91Queue,FirstInFirstOut:

CarULG91Queue,FirstInFirstOut:

CarHSDQueue,FirstInFirstOut;

RESOURCES: CarULG91,Capacity(10,),-,Stationary:

CarULG95,Capacity(10,),-,Stationary:

CarHSD,Capacity(10,),-,Stationary:

LoadHSD,Capacity(3,),-,Stationary:

LoadULG91,Capacity(3,),-,Stationary:

LoadULG95,Capacity(3,),-,Stationary;

TALLIES: 1,ULG91#1Time:

2,ULG91#2Time:

3,ULG91#3Time:

4,ULG91#4Time:

5,ULG91#5Time:

6,ULG91#6Time:

7,ULG91#7Time:

8,ULG91#8Time:

9,ULG91#9Time:

10,ULG91#10Time:

11,ULG91#11Time:

12,ULG91#12Time:

13,ULG91#13Time:

14,ULG91#14Time:

15,ULG91#15Time:

16,ULG91#16Time:

17,ULG91#17Time:

18,ULG91#18Time:

19,ULG91#19Time:

20,ULG91#20Time:

21,ULG91#21Time:

22,ULG91#22Time:

23,ULG91#23Time:

24,ULG91#24Time:

25,ULG91#25Time:

26,ULG91#26Time:

27,ULG91#27Time:

28,ULG91#28Time:

29,ULG91#29Time:

30,ULG91#30Time:

31,ULG91#31Time:

32,ULG91#32Time:

33,ULG91#33Time:

34,ULG91#34Time:

35,ULG91#35Time:

36,ULG91#36Time:

37,ULG91#37Time:

38,ULG91#38Time:

39,ULG91#39Time:

40,ULG91#40Time:

41,ULG91#41Time:

42,ULG91#42Time:

43,ULG91#43Time:

44,ULG91#44Time:

45,ULG91#45Time:

46,ULG91#46Time:

47,ULG91#47Time:

48,ULG91#48Time:

49,ULG91#49Time:

50,ULG91#50Time:

51,ULG91#51Time:

52,ULG91#52Time:

53,ULG91#53Time:

54,ULG91#54Time:

55,ULG91#55Time:

56,ULG95#1Time:

57,ULG95#2Time:

58,ULG95#3Time:

59,ULG95#4Time:

60,ULG95#5Time:

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

61,ULG95#6Time:

62,ULG95#7Time:

63,ULG95#8Time:

64,ULG95#9Time:

65,ULG95#10Time:

66,ULG95#11Time:

67,ULG95#12Time:

68,ULG95#13Time:

69,ULG95#14Time:

70,ULG95#15Time:

71,ULG95#16Time:

72,ULG95#17Time:

73,ULG95#18Time:

74,ULG95#19Time:

75,ULG95#20Time:

76,ULG95#21Time:

77,ULG95#22Time:

78,ULG95#23Time:

79,ULG95#24Time:

80,ULG95#25Time:

81,ULG95#26Time:

82,ULG95#27Time:

83,ULG95#28Time:

84,ULG95#29Time:

85,ULG95#30Time:

86,ULG95#31Time:

87,ULG95#32Time.:

88,ULG95#33Time:

89,ULG95#34Time:

90,ULG95#35Time:

91,ULG95#36Time:

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

92,ULG95#37Time:

93,ULG95#38Time:

94,ULG95#39Time:

95,ULG95#40Time:

96,ULG95#41Time:

97,ULG95#42Time:

98,ULG95#43Time:

99,ULG95#44Time:

100,ULG95#45Time:

101,ULG95#46Time:

102,ULG95#47Time:

103,ULG95#48Time:

104,ULG95#49Time:

105,ULG95#50Time:

106,ULG95#51Time:

107,ULG95#52Time:

108,ULG95#53Time:

109,ULG95#54Time:

110,ULG95#55Time:

111,HSD#1Time:

112,HSD#2Time:

113,HSD#3Time:

114,HSD#4Time:

115,HSD#5Time:

116,HSD#6Time:

117,HSD#7Time:

118,HSD#8Time:

119,HSD#9Time:

120,HSD#10Time:

121,HSD#11Time:

122,HSD#12Time:

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

123,HSD#13Time:

124,HSD#14Time:

125,HSD#15Time:

126,HSD#16Time:

127,HSD#17Time:

128,HSD#18Time:

129,HSD#19Time:

130,HSD#20Time:

131,HSD#21Time:

132,HSD#22Time:

133,HSD#23Time:

134,HSD#24Time:

135,HSD#25Time:

136,HSD#26Time:

137,HSD#27Time:

138,HSD#28Time:

139,HSD#29Time:

140,HSD#30Time:

141,HSD#31Time:

142,HSD#32Time:

143,HSD#33Time:

144,HSD#34Time:

145,HSD#35Time:

146,HSD#36Time:

147,HSD#37Time:

148,HSD#38Time:

149,HSD#39Time:

150,HSD#40Time:

151,HSD#41Time:

152,HSD#42Time:

153,HSD#43Time:

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

154,HSD#44Time:

155,HSD#45Time:

156,HSD#46Time:

157,HSD#47Time:

158,HSD#48Time:

159,HSD#49Time:

160,HSD#50Time:

161,HSD#51Time:

162,HSD#52Time:

163,HSD#53Time:

164,HSD#54Time:

165,HSD#55Time:

ULG95DelivTime:

ULG91LoadWaitTime:

ULG91ResponseTime:

ULG91LoadTime:

HSDCarWaitTime:

ULG91CarWaitTime:

HSDLoadWaitTime:

ULG95LoadTime:

HSDResponseTime:

ULG95CarWaitTime:

ULG95LoadWaitTime:

ULG95ResponseTime:

HSDLoadTime:

ULG91DelivTime:

HSDDelivTime;

DSTATS: 1,NR(CarULG91),Car ULG91 Utilization:

2,NR(CarULG95),Car ULG95 Utilization:

3,NR(CarHSD),Car HSD Utilization:

4,NR(LoadULG91),Load ULG91 Utilization:

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

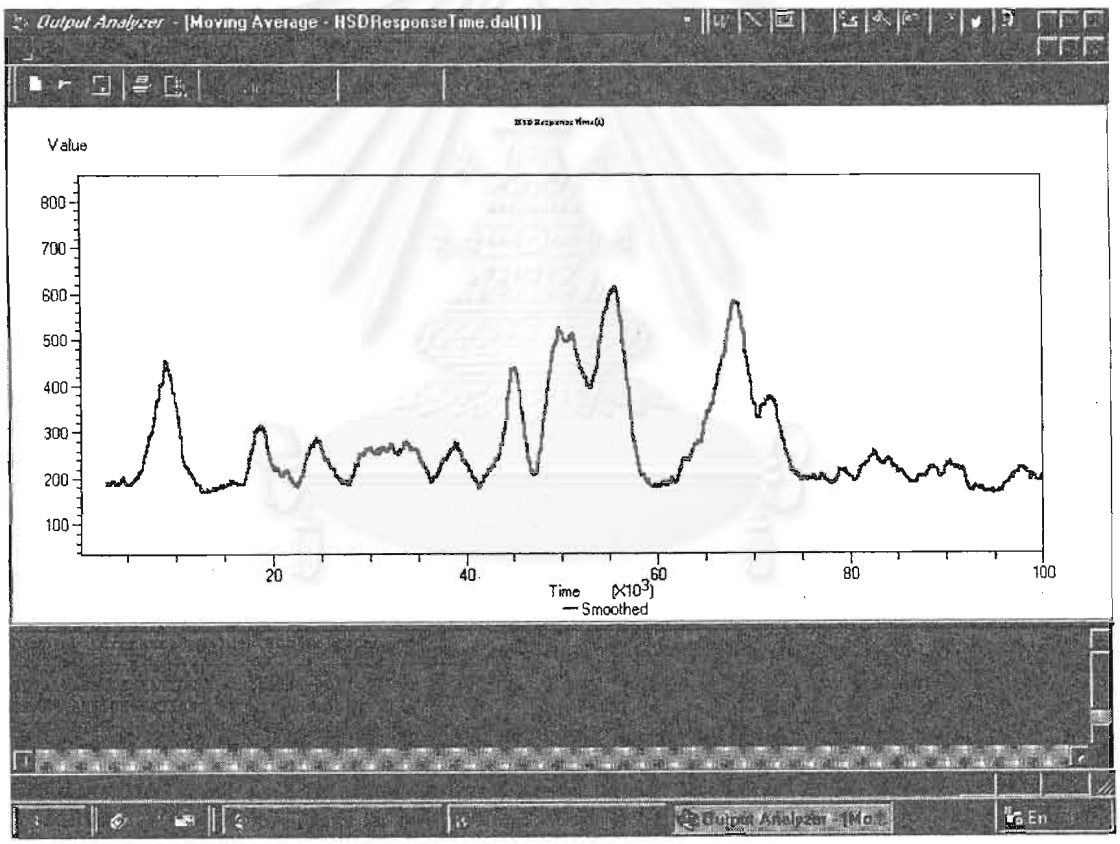
```
                    5,NR(LoadULG95),Load ULG95 Utilization:
                    6,NR(LoadHSD),Load HSD Utilization:
                    7,NQ(CarULG91Queue),CarULG91QueueUtilization:
                    8,NQ(CarULG95Queue),CarULG95QueueUtilization:
                    9,NQ(CarHSDQueue),CarHSDQueueUtilization:
                    10,NQ(LoadULG91Queue),Load ULG91 Queue Utilization:
                    11,NQ(LoadULG95Queue),Load ULG95 Queue Utilization:
                    12,NQ(LoadHSDQueue),Load HSD Queue Utilization;
REPLICATE,          1,0.0,740000,Yes,Yes,75000;
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์สภาวะคงตัวของแบบจำลอง

สภาวะแปรเปลี่ยน (Transient) ของแบบจำลองจะเกิดขึ้นในช่วงเริ่มต้นของการรันแบบจำลอง เนื่องมาจากความว่างเปล่าของแถวคอยรอรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมัน ทำให้ผลการรันแบบจำลองที่ได้ในช่วงเริ่มต้นการรันแบบจำลองเป็นข้อมูลที่ไม่เหมาะสมต่อการนำไปวิเคราะห์ ดังนั้น จึงควรตัดข้อมูลในช่วงสภาวะแปรเปลี่ยนออกจากการพิจารณา

การหาช่วงระยะเวลาที่เกิดสภาวะแปรเปลี่ยนของแบบจำลอง ทำได้โดยการทดลองรันแบบจำลองเป็นระยะเวลา 100,000 นาที และนำข้อมูลเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันดีเซลมาใช้ในการพิจารณาโดยการสร้างกราฟ Moving Average ดังรูปที่ ค1

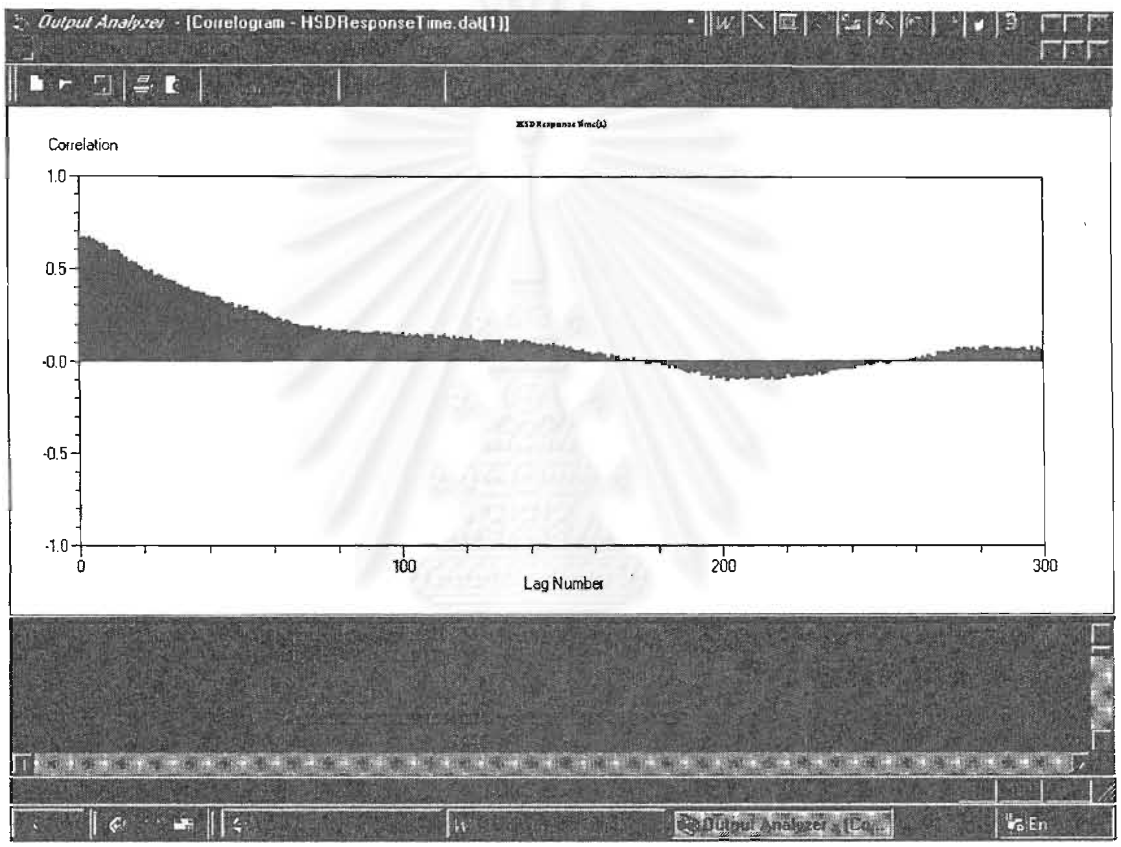


รูปที่ ค1 Moving Average ของเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันดีเซลที่ค่า k =50

จากรูปที่ ค1 จะเห็นได้ว่า สภาวะแปรเปลี่ยนเกิดขึ้นในช่วง 75,000 นาทีแรก ซึ่งเป็นช่วงที่เวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันดีเซลมีค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นลงมาก หลังจากเวลาผ่านไป 75,000 นาที จะเริ่มเกิดแถวคอยรอรับบริการจากรถขนส่งน้ำมันดีเซลและหัวจ่ายน้ำมันดีเซลขึ้น ซึ่งเป็นการแสดง

ถึงสภาวะคงตัว (Steady State) ของแบบจำลอง ดังนั้น จะควรตัดข้อมูลที่เกิดขึ้นในช่วง 75,000 นาทีแรก ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดสภาวะแปรเปลี่ยนออกจากผลการรันแบบจำลอง ก่อนนำไปพิจารณา

หลังจากทราบแล้วว่าสภาวะแปรเปลี่ยนเกิดขึ้นในช่วง 75,000 นาทีแรกของการรันแบบจำลอง ต่อไปจะทำการพิจารณา Batch Size และ Production Run Length โดยการสร้างกราฟ Correlogram ของเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันดีเซลที่ Maximum Lag เท่ากับ 300 ดังรูปที่ ค2



รูปที่ ค2 Correlogram ของเวลาตอบสนองสำหรับน้ำมันดีเซล

จากรูปที่ ค2 จะเห็นได้ว่า Correlation มีค่าน้อยที่ช่วง Lag ตั้งแต่ 180 ขึ้นไป ดังนั้น ค่า Minimum Batch Size ซึ่งควรมีค่าเป็น 10 เท่า จึงมีค่าเท่ากับ 1,800 Observations ต่อ Batch

ในการรัน Production Long Length ควรทำการรันที่จำนวน 10 Batches โดยที่แต่ละ Batch มีจำนวนข้อมูล 1,800 Observations เนื่องจากการรันที่เวลา 100,000 นาที มีจำนวนข้อมูล 2,456 Observations ดังนั้น Single Replication Run Length = 100,000 x 1,800 x 10 / 2,456 = 732,899 ~ 740,000 นาที

ดังนั้น ในการรันแบบจำลอง จะทำการตัดข้อมูลในช่วงสภาวะแปรเปลี่ยนที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา 75,000 นาทีแรกออก และทำการรันแบบจำลองจำนวน 10 รอบ โดยมีระยะเวลาต่อรอบเท่ากับ 740,000 นาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง
การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

การนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม ARENA ไปใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของจำนวนรถขนส่งน้ำมันและหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดที่มีต่อเวลาตอบสนอง จะต้องทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองก่อน เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาความล่าช้าที่เกิดขึ้นได้ รายละเอียดการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ได้แก่

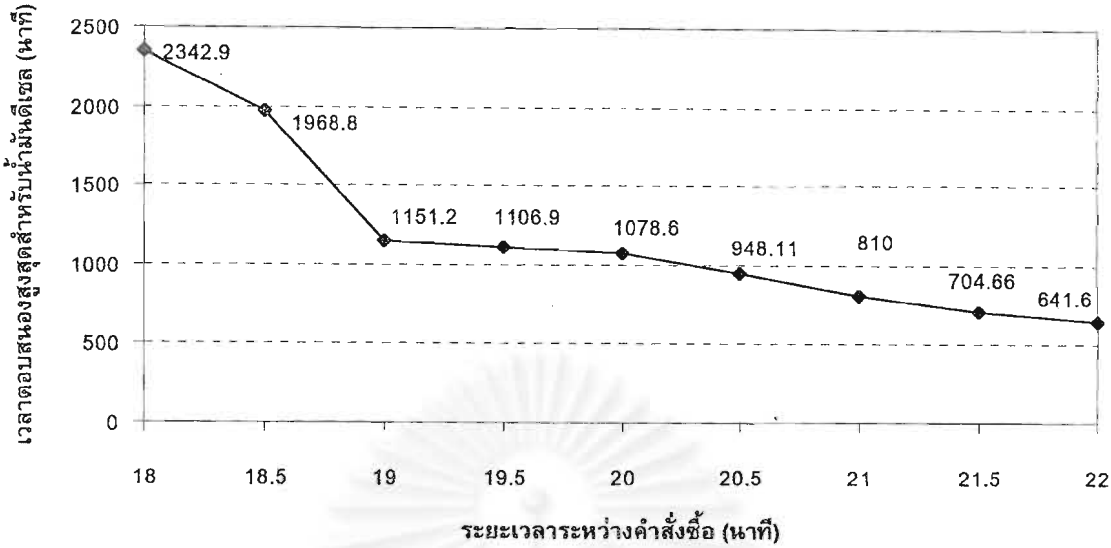
1. **ความต่อเนื่อง** (Continuity)

การเปลี่ยนแปลงอัตราการเข้ามาของคำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าเวลาตอบสนองอย่างสอดคล้องกัน

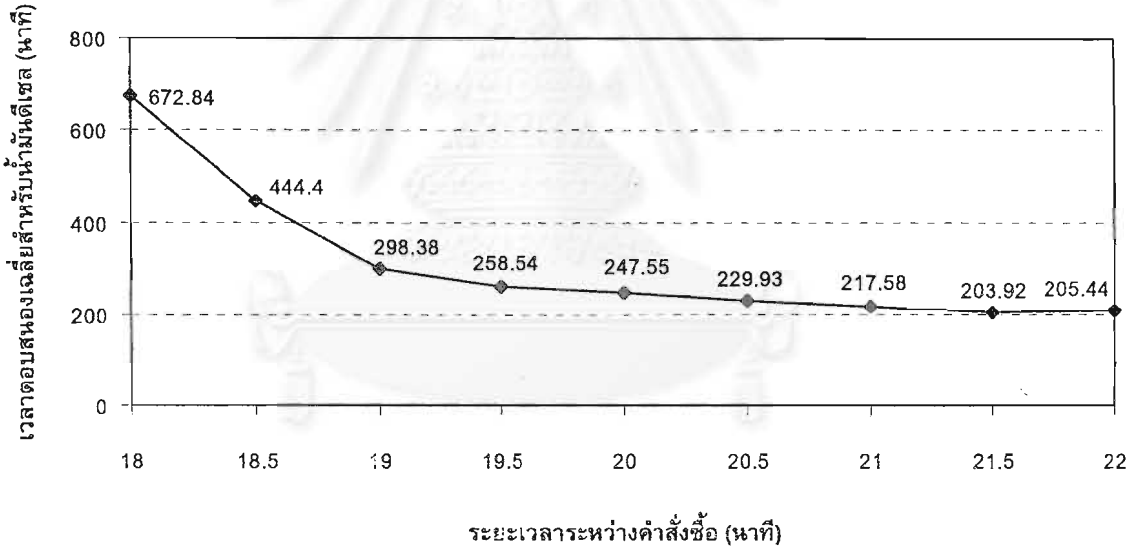
ทำการรันแบบจำลองโดยกำหนดจำนวนรถขนส่งน้ำมันแต่ละชนิดเท่ากับ 10 คัน และหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดเท่ากับ 3 หัวจ่าย ทำการปรับเปลี่ยนระยะเวลาระหว่างคำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้าซึ่งมีการกระจายความน่าจะเป็นแบบปัวซองเป็น 18, 19, 20, 21 และ 22 นาทีตามลำดับ กำหนดเวลาการรันแบบจำลองจำนวน 10 รอบ แต่ละรอบเท่ากับ 740,000 นาที และตัดช่วงเวลา 75,000 นาทีแรกออกจากผลการรันแบบจำลอง ผลของเวลาตอบสนองสูงสุดและเฉลี่ยสำหรับน้ำมันดีเซลแสดงดังตารางที่ ง1 และรูปที่ ง1, ง2

ตารางที่ ง1 ผลของเวลาตอบสนองสูงสุดและเฉลี่ยสำหรับน้ำมันดีเซล
เมื่อทำการปรับเปลี่ยนระยะเวลาระหว่างคำสั่งซื้อของลูกค้า

ระยะห่างเวลาระหว่างคำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้าซึ่งมีการกระจายความน่าจะเป็นแบบปัวซอง	เวลาตอบสนองสูงสุดสำหรับน้ำมันดีเซล (นาที)	เวลาตอบสนองเฉลี่ยสำหรับน้ำมันดีเซล (นาที)
18 นาที	2,342.90	672.84
18.5 นาที	1,968.80	444.40
19 นาที	1,151.20	298.38
19.5 นาที	1,106.90	258.54
20 นาที	1,078.60	247.55
20.5 นาที	948.11	229.93
21 นาที	810.00	217.58
21.5 นาที	704.66	203.92
22 นาที	641.60	205.44



รูปที่ ง1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาตอบสนองสูงสุดสำหรับน้ำมันดีเซล
กับระยะเวลาระหว่างคำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า



รูปที่ ง2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาตอบสนองเฉลี่ยสำหรับน้ำมันดีเซล
กับระยะเวลาระหว่างคำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้า

จากตารางที่ ง1 และรูปที่ ง2,ง3 เมื่อทำการปรับเปลี่ยนระยะเวลาระหว่าง คำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้าเป็น 18, 18.5, 19, 19.5, 20, 20.5, 21, 21.5 และ 22 นาทีตามลำดับ ทำให้เวลาตอบสนองสูงสุดของน้ำมันดีเซลลดลงจาก 2,342.90 นาที จนถึง 641.60 นาทีและเวลาตอบสนองเฉลี่ยของน้ำมันดีเซลลดลงจาก 672.84 นาที จนถึง 205.44 นาที ซึ่งสอดคล้องกับระยะเวลา

ระหว่างคำสั่งซื้อน้ำมันของลูกค้าที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น จึงสรุปว่าแบบจำลองมีความต่อเนื่อง (Continuity)

2. **ความสอดคล้องกับทิศทางการเปลี่ยนแปลง** (Degeneracy)

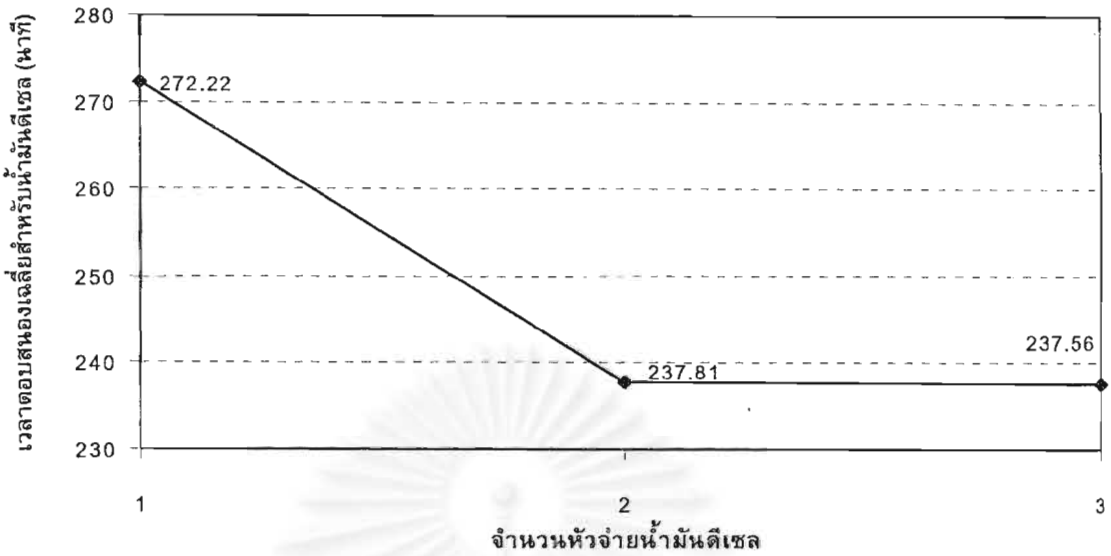
เมื่อทำการตัดหรือลดจำนวนของทรัพยากรของแบบจำลอง ได้แก่ รถขนส่งน้ำมัน หัวจ่ายน้ำมัน ย่อมทำให้ค่าเวลาตอบสนองเปลี่ยนไปสอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้น

ทำการรันแบบจำลอง โดยกำหนดจำนวนรถขนส่งน้ำมันแต่ละชนิดเท่ากับ 10 คัน และหัวจ่ายน้ำมันเบนซิน 91 และเบนซิน 95 ชนิดละ 3 หัวจ่าย ทำการปรับเปลี่ยนจำนวนหัวจ่ายน้ำมันดีเซลจากเดิมที่มีอยู่ 3 หัวจ่าย ลดลงเหลือ 2 และ 1 หัวจ่ายตามลำดับ กำหนดเวลาการรันแบบจำลองจำนวน 10 รอบ แต่ละรอบเท่ากับ 740,000 นาที และตัดช่วงเวลา 75,000 นาทีแรกออกจากผลการรันแบบจำลอง ผลของเวลาตอบสนองสูงสุดและเฉลี่ยสำหรับน้ำมันดีเซลแสดงดังตารางที่ ง2 และรูปที่ ง3

ตารางที่ ง2 ผลของเวลาตอบสนองสูงสุดและเฉลี่ยสำหรับน้ำมันดีเซล
เมื่อทำการปรับเปลี่ยนจำนวนหัวจ่ายน้ำมันดีเซล

จำนวนหัวจ่ายน้ำมันดีเซล	เวลาตอบสนองสูงสุด สำหรับน้ำมันดีเซล (นาที)	เวลาตอบสนองเฉลี่ย สำหรับน้ำมันดีเซล (นาที)
1	1,293.10	272.22
2	1,276.70	237.81
3	1,207.30	237.56

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาตอบสนองเฉลี่ยสำหรับน้ำมันดีเซล
กับจำนวนหัวจ่ายน้ำมันดีเซล

จากตารางที่ ง2 และรูปที่ ง3 เมื่อลดจำนวนหัวจ่ายน้ำมันดีเซลจากเดิมที่มีอยู่ 3 หัวจ่าย เป็น 2 และ 1 หัวจ่าย ทำให้ค่า เวลาตอบสนองเฉลี่ยของน้ำมันดีเซลมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 237.56 นาที เป็น 237.81 และ 272.22 นาทีตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการลดจำนวนหัวจ่าย น้ำมันดีเซล แสดงว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับทิศทางการเปลี่ยนแปลง (Degeneracy)

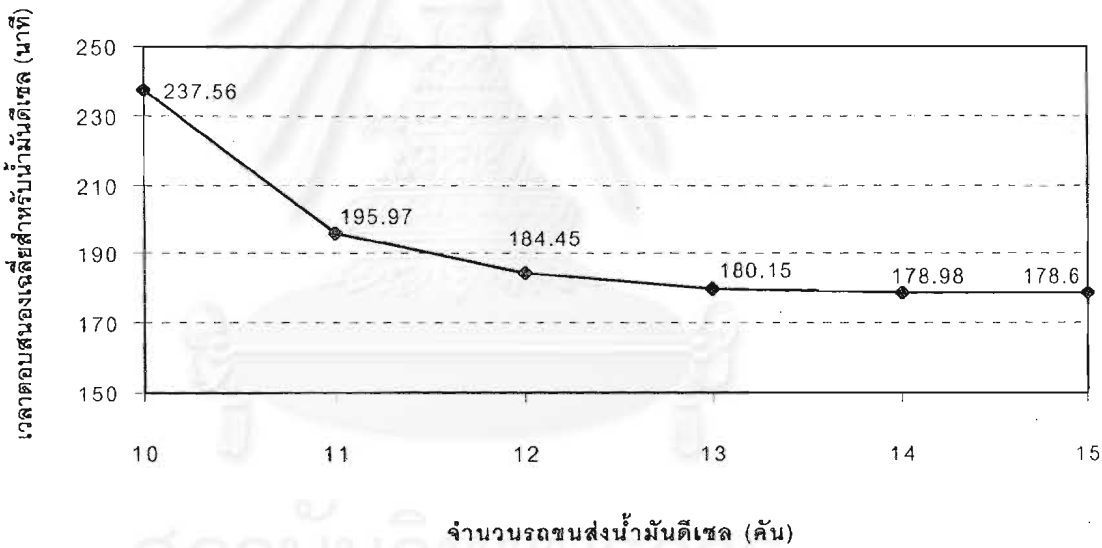
3) การทดสอบความถูกต้องของตัวแปร

ทำการทดสอบโดยการเปลี่ยนแปลงจำนวนหัวจ่ายน้ำมันและรถขนส่งน้ำมันเพื่อศึกษาผลของเวลาตอบสนองที่ได้จากการรันแบบจำลอง

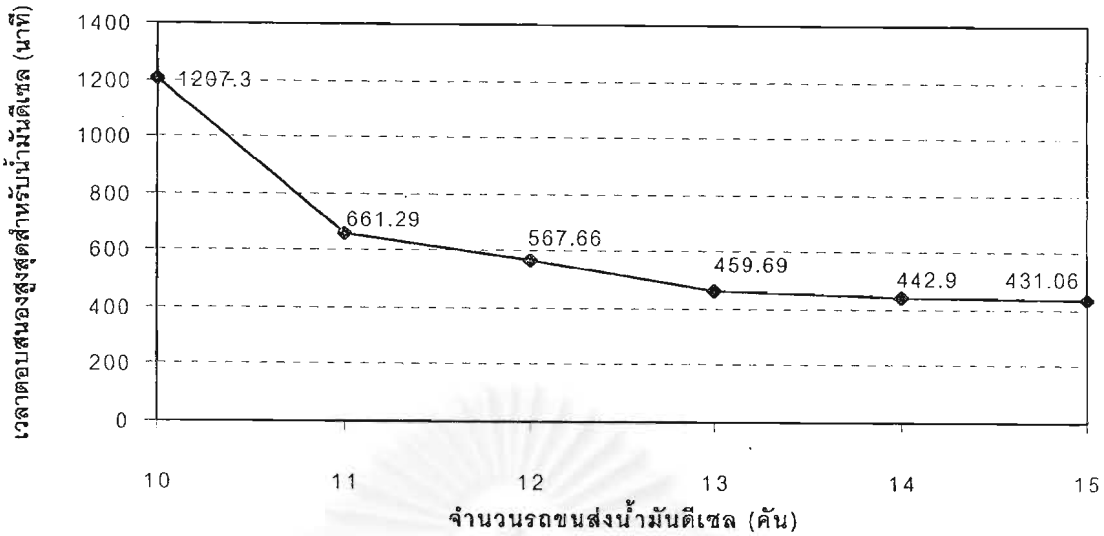
ทำการรันแบบจำลอง โดยกำหนดจำนวนรถขนส่งน้ำมันเบนซิน 91 และเบนซิน 95 เท่ากับ 10 คัน และหัวจ่ายน้ำมันชนิดละ 3 หัวจ่าย ทำการปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งน้ำมันดีเซล จากเดิมที่มีอยู่ 10 คัน เป็น 9, 11, 12, 13 และ 14 คันตามลำดับ กำหนดเวลาการรันแบบจำลอง จำนวน 10 รอบ แต่ละรอบเท่ากับ 740,000 นาที และตัดช่วงเวลา 75,000 นาทีแรกออกจากผลการรันแบบจำลองผลของเวลาตอบสนองสูงสุดและเฉลี่ยสำหรับน้ำมันดีเซลแสดงดังตารางที่ ง3 และรูปที่ ง4, ง5

ตารางที่ ง3 ผลของเวลาตอบสนองสูงสุดและเฉลี่ยสำหรับน้ำมันดีเซล
เมื่อทำการปรับเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งน้ำมันดีเซล

จำนวนรถขนส่งน้ำมันดีเซล (คัน)	เวลาตอบสนองเฉลี่ยสำหรับน้ำมันดีเซล (นาที)	เวลาตอบสนองสูงสุดสำหรับน้ำมันดีเซล (นาที)
10	237.56	1,207.30
11	195.97	661.29
12	184.45	567.66
13	180.15	459.69
14	178.98	442.90
15	178.60	431.06



รูปที่ ง4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาตอบสนองเฉลี่ยสำหรับน้ำมันดีเซล
กับจำนวนรถขนส่งน้ำมันดีเซล



รูปที่ ง5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาตอบสนองสูงสุดสำหรับน้ำมันดีเซล
กับจำนวนรถขนส่งน้ำมันดีเซล

จากตารางที่ ง3 และรูปที่ ง4, ง5 เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงจำนวนรถขนส่งน้ำมันดีเซลเป็น 10, 11, 12, 13, 14 และ 15 คัน ค่าเวลาตอบสนองเฉลี่ยของน้ำมันดีเซลมีค่าลดลงจาก 237.56 นาที เหลือเพียง 178.60 นาที และเวลาตอบสนองสูงสุดของน้ำมันดีเซลมีค่าลดลงจาก 1,207.30 นาที เหลือเพียง 431.06 นาที ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนรถขนส่งที่เพิ่มขึ้น

4) การเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองกับผลที่เกิดขึ้นกับระบบงานจริง

ในการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง จะต้องทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการรันแบบจำลองกับผลที่เกิดขึ้นกับระบบงานจริง ถ้าผลที่ได้จากการรันแบบจำลองและผลที่ได้จากระบบงานจริงมีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ จึงถือว่าแบบจำลองมีความถูกต้อง สามารถใช้วิเคราะห์แทนระบบงานจริงได้

จากการรันแบบจำลองที่จำนวนรถขนส่งน้ำมันแต่ละชนิดเท่ากับ 10 คัน และจำนวนหัวจ่ายน้ำมันแต่ละชนิดเท่ากับ 3 หัวจ่าย จำนวน 10 รอบ แต่ละรอบเท่ากับ 740,000 นาที โดยตัดผลการรันในช่วงเริ่มต้น 75,000 นาที ออกจากการันแบบจำลอง สรุปผลการรันแบบจำลองได้ดังนี้

รอบในการรัน	เวลาตอบสนองเฉลี่ย สำหรับน้ำมันดีเซล
1	236.50
2	227.19
3	243.61
4	242.53
5	233.09
6	237.80
7	232.51
8	245.07
9	237.33
10	239.92

จากการเก็บข้อมูลจากระบบงานจริง ได้ค่าเวลาตอบสนองเฉลี่ยสำหรับน้ำมันดีเซลเท่ากับ 235.53 นาที

ทำการทดสอบทางสถิติ เพื่อทดสอบว่าผลที่ได้จากการรันแบบจำลองมีค่าเท่ากับผลที่ได้จากระบบงานจริง

จาก $S^2 = \sum (X - X)^2 / (n - 1)$

$= 27.97$

คำนวณสถิติทดสอบจากสูตร

$t = (X - \mu) \sqrt{n} / S$

$= 1.21$

กำหนดระดับนัยสำคัญในการทดสอบเท่ากับ 5% ($\alpha = 0.05$) บริเวณยอมรับสมมติฐาน คือ $(-t_{\alpha/2,n-1} , t_{\alpha/2,n-1})$ เท่ากับ (-2.262 , 2.262)

ดังนั้น ค่า t ตกในช่วงยอมรับสมมติฐาน ดังนั้น ผลที่ได้จากการรันแบบจำลองมีค่าเท่ากับผลที่ได้จากระบบงานจริง จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองมีความถูกต้อง

6) **การพิสูจน์ยืนยัน** (Verification)

เป็นการดำเนินการเพื่อให้แน่ใจว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้นมีพฤติกรรมเป็นไปตามความต้องการ นั่นคือ มีพฤติกรรมที่เหมือนหรือใกล้เคียงกับระบบงานจริงมากที่สุด จากแบบจำลองที่สร้างขึ้น ทำการเก็บข้อมูลของคำสั่งซื้อแต่ละคำสั่งซื้อ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

SIMAN System Trace Beginning at Time: 0.0

Seq#	Label	Block	System Status Change
Time: 0.0 Entity: 2			
1	0$	CREATE	
			TIMEIN set to 0.0
			Next creation scheduled at time 17.0
2	1$	ASSIGN	
			OILTYPE set to 3.0
			GROUPNO set to 4.0
3	34$	BRANCH	
			Selecting at most 1 of 5 branches
			IF: Branch not selected
			IF: Branch not selected
			IF: Branch not selected
			IF: Entity 2 sent to 38$
66	38$	ASSIGN	
			STATIONNO set to 36.0
			Entity transferred to block 2$
5	2$	BRANCH	
			Selecting at most 1 of 3 branches
			IF: Branch not selected
			IF: Branch not selected
			IF: Entity 2 sent to 11$
45	11$	QUEUE	
			Entity 2 sent to next block
46	12$	SEIZE	
			Seized 1 unit(s) of resource CARHSD

47 57$ BRANCH

Selecting at most 1 of 2 branches

IF: Branch not selected

ELSE: Entity 2 sent to 41$

63 41$ TALLY

TIMEIN4 set to 0.0

Tally HSDCARWAITTIME recorded 0.0

Entity transferred to block 13$

48 13$ QUEUE

Entity 2 sent to next block

49 14$ SEIZE

Seized 1 unit(s) of resource LOADHSD

50 60$ BRANCH

Selecting at most 1 of 2 branches

IF: Branch not selected

ELSE: Entity 2 sent to 44$

62 44$ TALLY

TIMEIN7 set to 0.0

Tally HSDLOADWAITTIME recorded 0.0

Entity transferred to block 25$

51 25$ DELAY

Delayed by 23.5197 until time 23.5197

HSDRESPONSETIME = 7.0

17.0>Time: 17.0 Entity: 3

1 0$ CREATE

TIMEIN set to 17.0

Next creation scheduled at time 41.0

2 1$ ASSIGN

OILTYPE set to 3.0

GROUPNO set to 5.0

3 34$ BRANCH

Selecting at most 1 of 5 branches

IF: Branch not selected

IF: Branch not selected

IF: Branch not selected

IF: Branch not selected

IF: Entity 3 sent to 51$

67 51$ ASSIGN

STATIONNO set to 54.0

Entity transferred to block 2$

5 2$ BRANCH

Selecting at most 1 of 3 branches

IF: Branch not selected

IF: Branch not selected

IF: Entity 3 sent to 11$

45 11$ QUEUE

Entity 3 sent to next block

46 12$ SEIZE

Seized 1 unit(s) of resource CARHSD

47 57$ BRANCH

Selecting at most 1 of 2 branches

IF: Branch not selected

ELSE: Entity 3 sent to 41$

63 41$ TALLY

TIMEIN4 set to 17.0

Tally HSDCARWAITTIME recorded 0.0

Entity transferred to block 13$

48 13$ QUEUE

Entity 3 sent to next block

49 14$ SEIZE

Seized 1 unit(s) of resource LOADHSD

50 60$ BRANCH

Selecting at most 1 of 2 branches

IF: Branch not selected

ELSE: Entity 3 sent to 44$

62 44$ TALLY

TIMEIN7 set to 17.0

Tally HSDLOADWAITTIME recorded 0.0

Entity transferred to block 25$

51 25$ DELAY

Delayed by 23.2953 until time 40.2953

HSDRESPONSETIME = 7.0

23.5197>Time: 23.5197 Entity: 2

52 18$ RELEASE

LOADHSD available increased by 1 to 2

53 63$ BRANCH

Selecting at most 1 of 2 branches

IF: Branch not selected

ELSE: Entity 2 sent to 47$

61 47$ TALLY

TIMEIN10 set to 23.5197

Tally HSDLOADTIME recorded 23.5197

Entity transferred to block 26$

54 26$ DELAY

Delayed by 175.92 until time 199.44

HSDRESPONSETIME = 7.0

40.2953>Time: 40.2953 Entity: 3

52 18$ RELEASE

LOADHSD available increased by 1 to 3

53 63$ BRANCH

Selecting at most 1 of 2 branches

IF: Branch not selected

ELSE: Entity 3 sent to 47$

61 47$ TALLY

TIMEIN10 set to 40.2953

Tally HSDLOADTIME recorded 23.2953

Entity transferred to block 26$

54 26$ DELAY

Delayed by 308.75 until time 349.045

HSDRESPONSETIME = 7.0

41.0>Time: 41.0 Entity: 4

1 0$ CREATE

TIMEIN set to 41.0

Next creation scheduled at time 58.0

2 1$ ASSIGN

OILTYPE set to 1.0

GROUPNO set to 3.0

3 34$ BRANCH

Selecting at most 1 of 5 branches

IF: Branch not selected

IF: Branch not selected

IF: Entity 4 sent to 37$

65 37$ ASSIGN

STATIONNO set to 31.0

Entity transferred to block 2$

5 2$ BRANCH

Selecting at most 1 of 3 branches

IF: Entity 4 sent to 5$

6 5$ QUEUE

Entity 4 sent to next block

7 6$ SEIZE

Seized 1 unit(s) of resource CARULG91

8 55$ BRANCH

Selecting at most 1 of 2 branches

IF: Branch not selected

ELSE: Entity 4 sent to 39$

25 39$ TALLY

TIMEIN2 set to 41.0

Tally ULG91CARWAITTIME recorded 0.0

Entity transferred to block 3$

9 3$ QUEUE

Entity 4 sent to next block

10 4$ SEIZE

Seized 1 unit(s) of resource LOADULG91

11 58$ BRANCH

Selecting at most 1 of 2 branches

IF: Branch not selected

ELSE: Entity 4 sent to 42$

24 42$ TALLY

TIMEIN5 set to 41.0

Tally ULG91LOADWAITTIME recorded 0.0

Entity transferred to block 15$

12 15$ DELAY

Delayed by 23.3931 until time 64.3931

HSDRESPONSETIME = 7.0

58.0>Time: 58.0 Entity: 5

1 0$ CREATE

TIMEIN set to 58.0

Next creation scheduled at time 82.0

2 1$ ASSIGN

OILTYPE set to 3.0

GROUPNO set to 3.0

3 34$ BRANCH

Selecting at most 1 of 5 branches

IF: Branch not selected

IF: Branch not selected

IF: Entity 5 sent to 37$

65 37$ ASSIGN

STATIONNO set to 27.0

Entity transferred to block 2$

5 2$ BRANCH

Selecting at most 1 of 3 branches

IF: Branch not selected

IF: Branch not selected

IF: Entity 5 sent to 11$

45 11$ QUEUE

Entity 5 sent to next block

46 12$ SEIZE

Seized 1 unit(s) of resource CARHSD

47 57$ BRANCH

Selecting at most 1 of 2 branches

IF: Branch not selected

ELSE: Entity 5 sent to 41$

63 41$ TALLY

TIMEIN4 set to 58.0

Tally HSDCARWAITTIME recorded 0.0

Entity transferred to block 13$

48 13$ QUEUE

Entity 5 sent to next block

49 14$ SEIZE

Seized 1 unit(s) of resource LOADHSD

50 60$ BRANCH

Selecting at most 1 of 2 branches

IF: Branch not selected

ELSE: Entity 5 sent to 44$

62 44$ TALLY

TIMEIN7 set to 58.0

Tally HSDLOADWAITTIME recorded 0.0

Entity transferred to block 25$

51 25$ DELAY

Delayed by 23.6044 until time 81.6044

HSDRESPONSETIME = 7.0

64.3931>Time: 64.3931 Entity: 4

13 16$ RELEASE

LOADULG91 available increased by 1 to 3

14 61$ BRANCH

Selecting at most 1 of 2 branches

IF: Branch not selected

ELSE: Entity 4 sent to 45$

23 45$ TALLY

TIMEIN8 set to 64.3931

Tally ULG91LOADTIME recorded 23.3931

Entity transferred to block 19$

15 19$ DELAY

Delayed by 164.56 until time 228.953

HSDRESPONSETIME = 7.0

81.6044>Time: 81.6044 Entity: 5

52 18$ RELEASE

LOADHSD available increased by 1 to 3

53 63$ BRANCH

Selecting at most 1 of 2 branches

IF: Branch not selected

ELSE: Entity 5 sent to 47$

61 47$ TALLY

TIMEIN10 set to 81.6044

Tally HSDLOADTIME recorded 23.6044

Entity transferred to block 26$

54 26$ DELAY

Delayed by 151.69 until time 233.294

HSDRESPONSETIME = 7.0

82.0>Time: 82.0 Entity: 6

1 0$ CREATE

TIMEIN set to 82.0

Next creation scheduled at time 108.0

2 1$ ASSIGN

OILTYPE set to 1.0

GROUPNO set to 2.0

3 34$ BRANCH

Selecting at most 1 of 5 branches

IF: Branch not selected

IF: Entity 6 sent to 36$

64 36$ ASSIGN

STATIONNO set to 20.0

Entity transferred to block 2$

5 2$ BRANCH

Selecting at most 1 of 3 branches

IF: Entity 6 sent to 5$

6 5$ QUEUE

Entity 6 sent to next block

7 6$ SEIZE

Seized 1 unit(s) of resource CARULG91

8 55$ BRANCH

Selecting at most 1 of 2 branches

IF: Branch not selected

ELSE: Entity 6 sent to 39$

25 39$ TALLY

TIMEIN2 set to 82.0

Tally ULG91CARWAITTIME recorded 0.0

Entity transferred to block 3$

9 3$ QUEUE

Entity 6 sent to next block

10 4$ SEIZE

Seized 1 unit(s) of resource LOADULG91

11 58$ BRANCH

Selecting at most 1 of 2 branches

IF: Branch not selected

ELSE: Entity 6 sent to 42$

24 42$ TALLY

TIMEIN5 set to 82.0

Tally ULG91LOADWAITTIME recorded 0.0

Entity transferred to block 15$

12 15$ DELAY

Delayed by 23.0492 until time 105.049

HSDRESPONSETIME = 7.0

จากข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง เมื่อพิจารณาพฤติกรรมของคำสั่งซื้อแต่ละคำสั่งซื้อ พบว่ามีพฤติกรรมเป็นไปตามความต้องการ โดยมีพฤติกรรมเหมือนกับระบบงานจริง ดังนั้น จึงสรุปว่าแบบจำลองมีพฤติกรรมที่ใช้ในการศึกษาแทนระบบงานจริงได้อย่างถูกต้อง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายมงคล สมหมายไชยา เกิดเมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2519 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2539 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2542

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย